



INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

BOLETÍN

Vol.3

No.3

VARIACIONES EN LA INTENSIDAD DEL DESOVE
DE LA SARDINA *Sardinops sagax sagax* (J)
EN LA COSTA PERUANA EN LOS AÑOS
1966 – 1973

Haydeé Santander y Olinda S. de Castillo

DETERMINACION DE LA EDAD Y CRECIMIENTO
DE LA SARDINA *Sardinops sagax sagax* (J)

Manuel Samamé L.

(c) Copyright by
Instituto del Mar del Perú
Esquina Gamarra y General Valle s/n.
Teléfono 297630
Apartado postal 22
Callao, PERU.

Hecho el depósito de ley.
Reservados todos los derechos de reproducción total o parcial, la fotomecánica y los
de traducción.

Impreso en el Perú
Gráfica Inclán
Pasaje Inclán 140 -- Lima

Conducción editorial: Pedro A. Rodríguez Vidal

VARIACIONES EN LA INTENSIDAD DEL DESOVE DE LA SARDINA *Sardinops sagax sagax* (J) EN LA COSTA PERUANA EN LOS AÑOS 1966-1973

HAYDEE SANTANDER y OLINDA S. DE CASTILLO

Laboratorio Central del Instituto del Mar del Perú

(Láminas I-III Figuras 1-10 Tablas 1-4)

	Pág.		Pág.
1. Introducción	74	4. Distribución y abundancia	75
2. Material y métodos	74	4.1. Areas de desove	75
3. Descripción del huevo y de la larva	75	4.2. Areas de crianza	76
3.1. El huevo	75	4.3. Relación de las concentraciones del desove con temperatura y salinidad	76
3.1.1. Generalidades	75	4.4. Hora de desove	76
3.2. La larva	75	4.5. Epoca de desove	76
3.2.1 Generalidades	75	4.6. Variaciones del desove de 1966 a 1973	77
3.2.2. Cambios en la forma del cuerpo	75	5. Bibliografía citada	78
3.2.3. Osificación	75		

RESUMEN

Un marcado incremento en la extensión y densidad de las áreas de desove de la "sardina" en 1972 con respecto a los años anteriores así como el aumento considerable de las capturas comerciales de esta especie, nos indujo a efectuar un estudio de las variaciones del desove con el fin de analizar las fluctuaciones, como parte del Programa de Ictioplancton que desarrolla el Instituto del Mar del Perú (IMARPE).

Con el propósito anterior hemos analizado un total de 3,389 muestras de zooplancton colectadas en 29 cruceros, desde febrero de 1966 hasta enero de 1973.

Las muestras fueron colectadas a lo largo del litoral peruano, de 03°16' a 20°52' Latitud Sur y hasta una distancia máxima de 350 millas de la costa.

Se describe el huevo de "sardina", en las diferentes fases de desarrollo y la larva hasta la longitud de 16.6 mm. El huevo de "sardina" es característico por la presencia de una sola gota oleosa y amplio espacio perivitelínico y mide de 1.12 a 1.94 mm. La larva es diferenciable por las proporciones del cuerpo, especialmente, boca-ano en longitud estándar y posición de aletas dorsal y anal.

ABSTRACT

During the "El Niño" of the 1972 the area of sardine spawning and the density of their eggs and larvae greatly increased. As well as the increase of the commercial catch of this species. We decided to study the sardine eggs and larvae in the plankton over a longer time period in order to ascertain the causes of fluctuation in sardine spawning and larval success.

We analyzed 3,389 zooplankton samples collected during 29 surveys from February 1966 through January 1973. The samples were collected along the Peruvian coast from 03°16' to 20°52' Lat.S. and up to 350 miles off the coast.

Three phases of the development of the sardine eggs and larvae of different lengths through 16.6 mm are described.

The sardine egg is 1.22-1.94 mm. It is characterized by having a single oil globule and a wide periviteline space. The larvae is characterized by its body proportions especially the mouth-anus length in standard length and the position of the dorsal and anal fins.

Las temperaturas superficiales en las que fueron hallados los huevos, fluctúan entre 15.4 a 27.2 °C, y las más adecuadas para el desove de esta especie variaron entre 19° y 22° C, y salinidades entre 35 y 35.26‰, a juzgar por el hallazgo de las mejores y más frecuentes concentraciones de huevos en estos niveles.

Los resultados preliminares indican que la hora de desove es alrededor de media noche. Por la presencia de huevos y larvas en el plancton, se ha determinado que el desove de esta especie ocurre de agosto a febrero, en el área norte hasta Callao y con mayor intensidad en agosto.

El área del desove de sardina en general no es coincidente con el área de distribución de anchoveta, presentándose algo más alejada de la costa.

Durante el año 1972 y enero de 1973, cuando se sintieron fuertemente los efectos del Fenómeno "El Niño", las condiciones ambientales, expresadas principalmente en la penetración de las aguas subtropicales superficiales, favorecieron los desoves tanto en intensidad como en duración y extensión a lo largo de toda la costa.

1. INTRODUCCION

La sardina *Sardinops sagax sagax* (Jenyns) es una especie pelágica que se distribuye en el Pacífico Sur Oriental en 3 grupos: uno en la parte norte-central del Perú, el segundo entre el sur del Perú y norte de Chile (De Buen Lozano, 1960), y un tercero que estaría integrado por la sardina que se distribuye en los alrededores de las Islas Galápagos (Alverson y Shimada, 1957).

La sardina constituye actualmente en el Perú y en Chile un recurso de gran interés económico y las grandes capturas obtenidas en años recientes han hecho que se cifren en él mayores expectativas; sin embargo, este recurso es del tipo que experimenta grandes fluctuaciones naturales al parecer motivadas por variaciones de las condiciones oceanográficas. Indicios de este tipo fueron observados durante el Fenómeno "El Niño" en 1972, en lo que respecta a la presencia de los huevos y larvas de sardina en el plancton así como su distribución y concentración frente a la costa peruana. Esto motivó la necesidad de estudiar las variaciones del desove en un período mayor, analizando las muestras de ictioplacton colectadas de febrero de 1966 a enero de 1973.

Hasta antes de 1972, los montos de captura de sardina fueron bastante disímiles en el litoral peruano con valores de 449 a 7,418 TM (1965-1971). Los mayores volúmenes procedían principalmente de la zona entre Paita-Chimbote y en segundo lugar del área sur frente a Ilo (Mejía et al, 1970).

The eggs were found at surface temperatures ranging between 15.4° and 27.2° C. The largest and most frequent concentrations of eggs were found between 19° and 22° C with salinity between 35 and 35.26 ‰.

Preliminary results indicate that spawning occurs at about midnight.

The occurrence of eggs and larvae in the plankton indicates that the spawning of this species takes place primarily from August to February in the northern area of Callao. Maximum spawning intensity is in August.

The horizontal distribution of the spawning area does not coincide with that of the anchovy which is generally closer to the coast. During the "El Niño" Phenomenon of 1972 and January 1973 the characteristic penetration of the surface subtropical water contributed to a major extension of both the spawning season and the spawning area along the coast.

Tradicionalmente su mayor pesca se realiza en el otoño y parte del invierno con valores más elevados de abril a junio.

Coincidiendo con el período del Fenómeno "El Niño" (1972-73) se hizo notoria la alta frecuencia y elevado volumen de captura de esta especie asociada con la anchoveta (Inst. Mar Perú, 1972c; 1973a). Las capturas de sardina en 1973 fueron del orden de 132 mil toneladas y en 1974 de 72 mil toneladas (Ministerio de Pesquería, 1976).

La alta incidencia en las pescas de sardina asociada con la anchoveta y la mayor extensión de las áreas de desove, observada a través de los estudios que realiza el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), dan indicio de incrementos sustanciales en la población de sardina.

2. MATERIAL Y METODOS

El material de huevos y larvas de sardina proviene de 2,356 muestras de plancton, colectadas en 24 cruceros y 2 Eureka realizados en 1966 a 1972 por IMARPE (Tabla 1). Además se ha incluido el material de huevos de las Operaciones Eureka 7209, 7210 y 7301, para efectos de continuidad y comparación con este último ciclo de desove, que abarca las estaciones de invierno, primavera y verano.

Las colecciones se hicieron a lo largo del litoral de 03°16' a 20°52' Lat. Sur y hasta una distan-

cia máxima de 350 millas de la costa (Fig. 1), empleando Red Hensen hasta 50 m de profundidad.

Los métodos de muestreo, análisis de muestras y procesamiento del material de huevos y larvas, son los mismos descritos por Santander y S. de Castillo (1969).

La osificación ha sido observada en 453 larvas de 4 a 19 mm, seleccionadas del total colectado hasta 1972 (Tabla 4) y 7 larvas obtenidas en la prospección 7502, en la que se encontraron larvas de mayor longitud que las provenientes del material de estudio.

3. DESCRIPCION DEL HUEVO Y DE LA LARVA

3.1. El Huevo

3.1.1. Generalidades

Los huevos de sardina se caracterizan por su forma esférica, membrana capsular muy delgada y frágil, con reflejos azulados o verdosos en material preservado. Los huevos de menor edad correspondientes a la primera fase de desarrollo fueron hallados en estado de mórula (Lám. 1a), caracterizándose por su amplio espacio perivitelínico, vitelo regularmente segmentado y una sola gota oleosa ubicada en posición opuesta a la segmentación. Desde antes del cierre del blastoporo (Lám. 1b) el glóbulo de aceite se encuentra cerca del extremo caudal. En la segunda fase se observa la formación de los miómeros del embrión, la diferenciación de las cápsulas ópticas y la posición de la gota oleosa posterior al extremo caudal (Lám. 1c), posición que conserva hasta el término de esta fase, o sea cuando se separa la cola del embrión del vitelo.

Durante la tercera fase (Lám. 1e, f) el embrión presenta dos hileras de melanóforos a lo largo del borde dorsal del cuerpo, dichos melanóforos migran hacia el borde ventral luego de la eclosión.

Las medidas extremas del diámetro de cápsula, obtenidas en un total de 642 huevos medidos, son de 1.12 a 1.94 mm, con un promedio de 1.60 mm; el vitelo de 0.86 a 1.50 mm, con 1.09 mm en promedio; y la gota oleosa de 0.15 a 0.31 mm, en promedio, 0.19 mm.

3.2. La Larva

3.2.1. Generalidades

La larva de sardina es de cuerpo alargado, cabeza redondeada y hocico ligeramente proyectado. El intestino es largo y ocupa aproximadamente las 4/5 partes del cuerpo. La pigmentación se distribuye a lo largo del borde libre del intestino, en el borde ventral de la región post-anal y en la base de los radios ventrales de la aleta caudal (Láminas II, III).

3.2.2. Cambios en la forma del cuerpo

Las medidas de longitud de cabeza y distancia hocico-ano, se seleccionaron para determinar los cambios proporcionales en longitud durante el desarrollo larval, desde 4 mm hasta 16.9 mm (Tabla 2).

Las regresiones de estas dos medidas, sobre la longitud estándar, se han graficado en la figura 2, y las estadísticas que describen las series de regresión se anotan en la Tabla 3.

Cabeza: En larvas de 4.31 mm de longitud estándar promedio, las más pequeñas obtenidas, la cabeza ocupa el 12.5%, siendo el incremento 0.16 mm por cada milímetro de longitud estándar. El coeficiente de correlación es de 0.13 para estas medidas.

Hocico-ano: Esta medida y la longitud estándar varían en sentido positivo, correspondiendo 0.87 mm de incremento de la primera por unidad de longitud estándar (Fig. 2). El coeficiente de correlación es de 1.

3.2.3. Osificación

La primera estructura que se osifica en larvas de 5 mm es el cleitrum. La formación de las aletas (Tabla 4) se inicia con la osificación de la base de la caudal en larvas de 7 mm; contando con un promedio de 5 ó 6 radios osificados cuando las larvas miden 10.5 mm de longitud estándar y 19 radios en larvas de 16.5 mm.

La aleta dorsal inicia la formación de su base en larvas de 7 mm; larvas de 11 mm cuentan con un promedio de 8.5 radios y en larvas de 16.5 mm se pueden contar 16.5 radios osificados.

La aleta anal comienza a formarse en larvas de 9 mm y en larvas de 16.5 mm se cuenta un promedio de 15 radios osificados.

Las larvas de 19 mm de longitud estándar (Lám. III b,c) presentan 17 radios en la aleta dorsal, 16 en la anal y 24 en la caudal. En estas larvas se pueden contar 50 vértebras osificadas, número que se considera como definitivo al igual que los radios de la aleta dorsal, para esta especie.

En estas larvas el número de miómeros del borde posterior del opérculo hasta el extremo del intestino es de 40 y 50 a 52 hasta el extremo caudal.

Desde el inicio de la formación de las aletas dorsal y anal, la posición de la primera es anterior respecto a la segunda.

4. DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA

4.1. Areas de Desove

Las áreas de desove, determinadas por presencia de huevos en el mar, estuvieron ubicadas en

los primeros años de estudio (1967-1971) en las áreas norte y central, principalmente desde Cabo Blanco hasta el Callao (Figs. 3 y 4). También se encontraron, aunque en muy pocas oportunidades, en el área sur (4 muestras positivas en los Cruceros 6708, 6711 y 6802). Dentro de las áreas norte y central las estaciones de mayor densidad (N°/m^2) estuvieron situadas entre Punta Aguja y Huarmey, y a una distancia entre 20 y 40 millas de la costa.

A partir del verano de 1972 (Fig. 5) los huevos de sardina estuvieron distribuidos desde Cabo Blanco hasta Ilo, en forma dispersa, y en estaciones no muy costeras. Las dos más altas concentraciones estuvieron ubicadas entre Salaverry y Supe. En julio y agosto del mismo año, el área de desove se amplió notablemente a toda la costa, encontrándose las mejores concentraciones frente a Pucusana y a Chimbote, de 35 a 55 millas de la costa, en el mes de julio, y frente a Pimentel en el mes de agosto.

4.2. Areas de Crianza

Desde 1966 hasta 1971, las larvas se distribuyeron principalmente en el área norte, encontrándose también en las áreas central y sur aunque con menor frecuencia (Figs. 6 y 7).

Cuando las condiciones del mar se vieron afectadas por la presencia del Fenómeno "El Niño" en 1972, las áreas de distribución de larvas se incrementaron en densidad y amplitud. En el crucero de verano de 1972 (7202) se las encontró densamente distribuidas en un área más o menos continua aunque pequeña, entre Pimentel y Chimbote (Fig. 8). Dichas áreas se fueron ampliando, pues, en el Crucero 7207 se encontraron distribuidas en pequeñas áreas dispersas desde Pimentel hasta San Juan, observándose dos áreas de mayor extensión entre Salaverry-Chimbote y entre Pisco-San Juan; y más aún, en el Crucero 7208 se detectó la máxima extensión en la distribución larval desde Chicama a San Juan, concentradas en áreas más amplias que las observadas en julio del mismo año. Entre ellas, las principales fueron las que se encontraron entre Chicama y Huarmey y entre Supe y Cerro Azul.

En tanto que en el Crucero 7212 realizado de Puerto Pizarro a Callao, las larvas se encontraron solamente en tres estaciones, ubicadas frente a Cabo Blanco, Pimentel y Huarmey.

Por las observaciones realizadas desde 1966 a 1972 señalamos que la distribución espacial de las larvas ha tenido variaciones. Así de 1966 a 1971 estuvo principalmente en el área norte (de $3^{\circ}30'$ a $8^{\circ}30'$ S), mientras que durante 1972 se concentró en el centro (de $8^{\circ}30'$ a $13^{\circ}30'$ S) una mayor frecuencia de estaciones con larvas.

4.3. Relación de las concentraciones del desove con temperatura y salinidad

Factores como la temperatura y salinidad parecen ser importantes en el éxito del desove de la sardina, especialmente si se consideran en conjunto.

Los límites de temperatura y salinidad superficial se encuentran entre $15.4-27.2^{\circ}C$ y $33.23-35.27^{\circ}/\text{oo}$, respectivamente.

A pesar de la amplia tolerancia térmica, alrededor de 12 grados de rango (posiblemente por la procedencia de las muestras, de diferentes épocas del año), las mayores concentraciones corresponden a temperaturas entre 19° y $22^{\circ}C$ y salinidades comprendidas entre 35 y $35.26^{\circ}/\text{oo}$, como se aprecia en el diagrama T/S (Fig. 9), correspondiente a aguas subtropicales superficiales.

4.4. Hora de Desove

Se agruparon 632 huevos por estadio y hora de colección para determinar la hora en que se produce el desove, la secuencia y el tiempo que toma el desarrollo embrionario.

Los resultados preliminares indican que el desove se realizaría alrededor de la medianoche, pues el modo de las muestras positivas para el estadio más próximo al del desove o de iniciación del desarrollo embrionario (Estadio 2) fue hallado a las 03:30 hrs. a temperatura de $19.6^{\circ}C$.

Debido a la variedad de procedencia de las muestras, las temperaturas correspondientes están incluidas en un rango muy amplio (15.4 a $27.2^{\circ}C$); por lo que consideramos que todavía no contamos con el material más apropiado para dar resultados definitivos sobre tiempo total de desarrollo embrionario, puesto que la variación de la temperatura influye en forma diferente en el desarrollo.

4.5. Epoca de Desove

Hasta el momento, contamos con escasa información sobre la madurez sexual de la sardina; sin embargo, por los muestreos periódicos de huevos, realizados de 1966 a 1973 se aprecia que el desove de esta especie se produce de julio a marzo, dándose el máximo en agosto (Fig. 10). Tanto de 1966 a 1971, como en 1972, la frecuencia de muestras positivas en cada mes indica que una mayor extensión de las áreas de desove se alcanzó en el mes de agosto, principalmente.

Las condiciones ambientales alteradas en 1972 y enero de 1973 afectaron favorablemente el desove de esta especie, superando la producción de huevos detectados hasta 1971. Desde julio hasta agosto de 1972 se intensificó para decrecer desde se-

tiembre hasta diciembre; sin embargo, en enero de 1973 se produjo un segundo modo, menor al encontrado en agosto de 1972.

4.6. Variaciones del desove de 1966 a 1973

Sucesivamente en los años 1966, 1967 y 1968, el desove fue pobre, encontrándose muy pocas concentraciones de desove, con una, dos o ninguna estación positiva. 1966 fue el único año en que la ausencia de huevos de sardina en el plancton fue total, pero sus estaciones positivas para larvas (Cr. 6602-6605) frente a Cabo Blanco, Supe, Callao y Pisco, denotaron que se produjo desove anterior a la fecha de estas exploraciones.

En el año 1969 se detectó un ligero incremento del desove con respecto a los años anteriores, observado en los cruceros de enero y de setiembre, en este último 8 estaciones positivas distribuidas especialmente en las áreas norte y central.

1969 fue un año caliente a juzgar por los datos oceanográficos registrados, ocurriendo el calentamiento más notable entre los meses de abril a mayo que afectó las áreas costeras al norte de 10° S.

En los meses correspondientes al otoño e invierno el calentamiento abarcó toda la zona costera (Zuta y Urquiza, 1970).

En los años 1970 y 1971, las concentraciones del desove se limitaron a uno o dos puntos en el área norte. Hasta 1971, las áreas regulares de desove fueron principalmente la del norte y secundariamente la central.

A partir de 1972, cuando se produjeron los cambios ambientales por la presencia del Fenómeno "El Niño", se observó un incremento en el número de huevos y larvas, ampliándose su área de distribución a toda la costa. En febrero y marzo de este año fueron 5 las estaciones positivas ubicadas desde Punta Malpelo (3°30' S.) hasta frente a Ilo, en estaciones no muy costeras (Fig. 5). En este crucero la temperatura se presentó con marcado predominio de las anomalías positivas guardando relación con las aguas superficiales subtropicales y con las del frente ecuatorial. Los valores más altos de las desviaciones positivas sobre el promedio de 40 años se presentaron frente a Talara 3.4 °C, frente a Pasamayo (3.3 °C) y frente a Mollendo con desviaciones de 4.7 °C. (Inst. Mar Perú, 1972a).

En julio de 1972, los huevos de sardina se encontraron distribuidos desde Chimbote hasta el sur de San Juan; en esta ocasión el número de estaciones positivas y promedio de huevos por estación se encontró incrementado con respecto a lo hallado en el mes de febrero (Fig. 5).

Se detectaron dos focos principales de desove, uno ubicado frente a Pucusana con 1,920 huevos/m² y otro entre Chimbote y Huarmey con 1,305 huevos/m².

En esta prospección se observó la penetración de aguas de origen subtropical en la zona del Callao hacia el Norte, con mayor incidencia frente a

Chancay lo que infuyó en la concentración de los mayores focos de desove alrededor de este punto.

Las desviaciones positivas (> de 3°C) se presentaron de San Juan hacia el Norte y los de menos de 2°C al Sur de dicho lugar (Inst. Mar Perú, 1972b).

En la prospección realizada en el mes de agosto de 1972 se detectó que los huevos de sardina ampliaron su distribución desde Pimentel hasta Ilo, con un mayor incremento de estaciones positivas.

Entre Punta Aguja y Pimentel sobresale un área muy pegada a la costa con un foco de desove con 3,972 huevos/m². Áreas con menor número de huevos por estación se encontraron entre Callao y Pucusana, frente a Tambo de Mora, Punta Doña María y Mollendo. En este mes las aguas calientes con temperaturas mayores de 21 °C y de origen subtropical, aparecieron al Norte de los 14°S y lograron una mayor aproximación a la costa frente a Huarmey y Chancay (Inst. Mar Perú, 1972b).

El desove de enero de 1973, que produjo un segundo modo en el ciclo de desove 1972-73, se distribuyó principalmente en el área central y parte del área sur, localizándose las mayores concentraciones frente a Huarmey, Salaverry, Huacho y Atico. Las condiciones ambientales detectadas en esta fecha mostraron desviaciones positivas hasta de 4°C, con características de las aguas subtropicales superficiales, procedentes del mar abierto, con fuertes penetraciones, coincidentes con las mayores concentraciones del desove frente a Huarmey, Huacho y norte de Atico, principalmente.

Por lo observado en 1972 y enero de 1973, la penetración de las aguas subtropicales superficiales favoreció la intensificación del desove de la sardina.

Se aprecia que la distribución de huevos de sardina de las exploraciones de febrero, julio y agosto de 1972, se presenta en general en una franja ubicada por fuera de las 35 millas de la costa. Es notorio que la franja costera no ocupada por el desove de la sardina estuvo cubierta por el desove de la anchoveta, especialmente en las zonas norte y central.

El éxito del desove de 1972 favorecido principalmente por las condiciones ambientales de ese año se tradujo, por lo menos en parte, en la captura de sardina en 1973, que fue de 132,252 T.M. con tamaños modales alrededor de 17.5 cm. (Inst. Mar Perú, 1974)

Consideramos que se ciernen 2 posibilidades, en el futuro inmediato de esta especie: Incremento temporal de la población por cambios distribucionales, como efecto de variación temporal de las condiciones oceanográficas, o un incremento real del nivel poblacional, aun después de la regularización de las condiciones oceanográficas, por acondicionamiento fisiológico y ecológico.

La respuesta a esta interrogante podrá ser abuelta con los resultados que se obtengan de los estudios más amplios que sobre la sardina desarrolla actualmente IMARPE.

5. BIBLIOGRAFIA CITADA

- ALVERSON, F.G. y B.M. SHIMADA. Estudio de 1957 la Pesquería de peces de carnada para el atún en el Pacífico Oriental, con particular referencia a la anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*). Bull. Inter-Am. Trop. Tuna. Comm. (2):2, 62-79.
- DE BUEN, F. La sardina y sardina española (*Sardinops sagax sagax* (J). en la Costa Sur de América del Océano Pacífico (Chile, Perú e Islas Galápagos). FAO, Fish. Biol. Sinopsis. (13):265-86.
- INSTITUTO DEL MAR DEL PERU. Cartas de 1972a temperatura superficial del mar en noviembre y diciembre de 1971 y enero-febrero de 1972. Serie Inf. Esp. Inst. Mar Perú. (102):8 p.
- 1972b Cartas de temperatura superficial del mar en julio y agosto de 1972. Serie Inf. Inst. Mar Perú, (114):4 p.
- 1972c Operación Eureka XXIV. Serie Inf. Esp. Inst. Mar Perú, (115):38 p.
- 1973a Operación Eureka XXVII. Serie Inf. Esp. Inst. Mar Perú, (141):32 p.
- 1973b Operación Eureka XXVIII. Serie Inf. Esp. Inst. Mar Perú, (146):59 p.
- 1974 Informe de la Cuarta Sesión del Panel de Expertos de la Evaluación del Stock de Anchoveta Peruana. Bol. Inst. Mar Perú (2):10, 604-81.
- MEJIA, J., M. SAMAME y A. PASTOR. Información básica de los principales peces de consumo. Serie Inf. Esp. Inst. Mar Perú, (62):29 p.
- MINISTERIO DE PESQUERIA. Compendio estadístico pesquero 1965/1974. Ministerio de Pesquería, Dir. Inf. Est. (46):129 p.
- 1969 SANTANDER H. y O.S. DE CASTILLO. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de merluza, *Merluccius gayi* (Guichenot) en la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú, (2):3, 80-107.
- 1970 ZUTA, S. y W. URQUIZO. Cartas mensuales de temperatura superficial del mar frente a las costas del Ecuador, Perú y Chile durante el año 1969. Serie Inf. Esp. Inst. Mar Perú, (58):18 p.

TABLA 1. RELACION DE MUESTRAS COLECTADAS EN LOS AÑOS DE 1966 A 1973

CRUCERO	FECHA		AREA RECORRIDA		Nº Muestras	M. POSITIVAS		Nº TOTAL	
			Latitud Sur	Longitud W.		Huevos	Larvas	Huevos	Larvas
6602	03-II	al 22- II -66	03°57'-19°00'	83°00'	95		1		21
6605	30-IV	al 25- V -66	03°58'-18°55'	85°00'	125		1		18
6609	29-VIII	al 01- X -66	04°00'-18°43'	85°09'	157				
6611	17-XI	al 13- XII -66	03°57'-19°01'	84°56'	129				
6702	03-II	al 05- III -67	04°15'-20°18'	85°40'	156	1	1	6	3
6705	17-V	al 09- VI -67	04°15'-19°04'	83°34'	87		5		60
6709	24-VIII	al 25- IX -67	04°15'-20°49'	86°32'	191	2	5	90	24
6711	08-XI	al 21- XII -67	04°00'-19°05'	84°56'	141	1	5	3	27
6802	06-II	al 08- III -68	06°42'-20°52'	82°29'	121	2		54	3
6809	02-IX	al 12- X -68	04°04'-19°19'	84°01'	83				
6812	19-XI	al 17- XII -68	04°15'-18°58'	83°27'	68		1		3
6901	13-I	al 27- I -69	03°25'-11°53'	83°10'	35	2		2613	
6906	02-VI	al 23- VI -69	12°31'-18°20'	77°30'	39				
6907	13-VII	al 25- VII -69	03°30'-12°30'	83°00'	28				
6909	28-VIII	al 18- IX -69	06°56'-12°18'	81°24'	107	8		1146	
7005	14-V	al 31- V -70	03°18'-11°56'	81°22'	30	1		36	
7009	01-IX	al 21- IX -70	04°15'-18°15'	82°48'	63	1		93	
7011	20-XI	al 09- XII -70	03°35'-18°18'	82°45'	79		5		24
7105	20-V	al 09- VI -71	03°29'-17°31'	83°05'	46		3		6
7108	16-VIII	al 02- IX -71	04°00'-17°40'	83°20'	43	2	1	15	12
7111	12-XI	al 27- XI -71	03°33'-17°31'	82°55'	74	1		3	6
7203	15-II	al 13- III -72	03°16'-18°13'	84°44'	102	5	16	234	615
7204	25-IV	al 03- V -72	12°15'-17°53'	78°51'	22				
E 7207	18-VII	al 19- VII -72	06°50'-18°22'	82°50'	74	10	9	4410	123
E 7208	03-VIII	al 05- VIII -72	04°30'-18°20'	82°50'	200	22	37	5304	636
E 7209	05-IX	al 08- IX -72	05°10'-18°25'	83°00'	269	8	*	693	*
E 7210	20-X	al 22- X -72	04°25' 18°25'	84°20'	400	16	*	249	*
7212	04-XII	al 13- XII -72	03°25'-11°50'	84°20'	61		3		60
E 7301	20-I	al 23- I -73	05°05'-16°12'	82°55'	364	15	*	1002	*

* Datos de larvas no consideradas

E: Eureka

TABLA 2. PROMEDIOS DE MEDIDAS DE LARVAS DE SARDINA

Intervalo	Nº Ejemplares	Promedio de Medidas mm.		
		Long. Estándar	Cabeza	Hocico-Ano
4.0 — 4.4	39	4.31	0.54	3.49
4.5 — 4.9	103	4.72	0.60	3.83
5.0 — 5.4	30	5.11	0.63	4.07
5.5 — 5.9	17	5.71	0.77	4.70
6.0 — 6.4	14	6.23	0.87	5.05
6.5 — 6.9	18	6.79	0.90	5.46
7.0 — 7.4	22	7.15	1.01	5.92
7.5 — 7.9	22	7.71	1.06	6.46
8.0 — 8.4	33	8.15	1.12	6.79
8.5 — 8.9	21	8.66	1.21	7.31
9.0 — 9.4	9	9.14	1.25	7.65
9.5 — 9.9	26	9.65	1.40	8.23
10.0 — 10.4	26	10.19	1.41	8.61
10.5 — 10.9	22	10.71	1.49	9.09
11.0 — 11.4	18	11.27	1.61	9.54
11.5 — 11.9	8	11.71	1.65	9.91
12.0 — 12.4	15	12.14	1.68	10.36
12.5 — 12.9	20	12.67	1.79	10.86
13.0 — 13.4	4	13.14	1.85	11.16
13.5 — 13.9	8	13.55	1.91	11.51
14.0 — 14.4	6	14.27	2.13	12.24
14.5 — 14.9	2	14.79	2.22	12.47
15.0 — 15.4	4	15.21	2.24	12.95
15.5 — 15.9	2	15.76	2.58	13.43
16.0 — 16.4	3	16.26	2.58	13.82
16.5 — 16.9	2	16.68	2.64	14.19

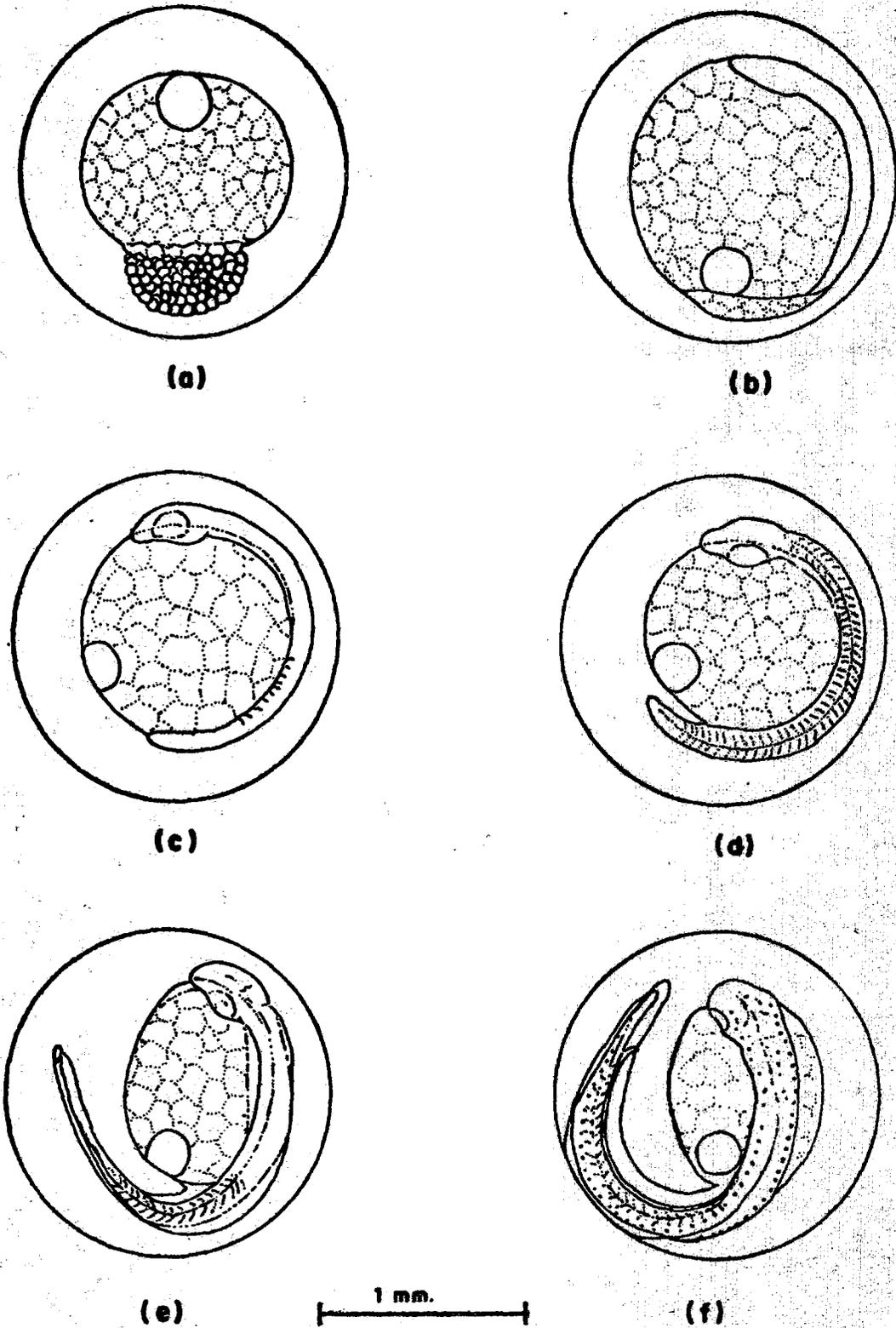
TABLA 3. DATOS QUE DESCRIBEN LAS REGRESIONES DE MEDIDAS DEL CUERPO SOBRE LONGITUD ESTANDAR

Variable Independiente x	Variable Dependiente y	Longitud de larvas mm.	x	y	n	b	a	r
Longitud estándar	Longitud cabeza	4.0 - 16.9	10.46	1.50	26	0.165	0.23	0.13
Longitud estándar	Distancia Hocico-Año	4.0 - 16.9	10.46	8.81	26	0.873	0.32	1

- x : Promedio de valores de "x"
- y : Promedio de valores de "y"
- n : Clases de Tamaño
- b : Grado de incremento de "y" con respecto de "x"
- a : Intersección de línea de regresión en eje de "y"
- r : Coeficiente de correlación

TABLA 4. PROMEDIOS DE CUENTAS MERISTICAS DE LARVAS DE SARDINA

Intervalo	Nº de ejemplares	Long. estándar	Vértebras	Nº caudal	Promedio radios de aletas dorsal	anal
4.0 — 4.4	39	4.17	48.8	—	—	—
4.5 — 4.9	92	4.60	50.0	—	—	—
5.0 — 5.4	40	5.11	50.0	—	—	—
5.5 — 5.9	13	5.59	49.8	—	—	—
6.0 — 6.4	10	6.10	49.9	—	—	—
6.5 — 6.9	7	6.68	50.2	—	—	—
7.0 — 7.4	19	7.09	49.7	—	—	—
7.5 — 7.9	19	7.67	50.0	—	—	—
8.0 — 8.4	19	8.07	50.6	—	—	—
8.5 — 8.9	15	8.67	50.5	—	—	—
9.0 — 9.4	15	9.14	50.4	—	—	—
9.5 — 9.9	19	9.66	50.2	—	—	—
10.0 — 10.4	25	10.19	50.4	—	—	—
10.5 — 10.9	19	10.63	50.3	5.5	—	—
11.0 — 11.4	17	11.22	51.0	16.7	8.5	—
11.5 — 11.9	14	11.65	50.9	14.0	8.7	—
12.0 — 12.4	19	12.08	50.8	19.5	—	—
12.5 — 12.9	12	12.68	50.6	19.8	12.0	—
13.0 — 13.4	10	13.16	51.3	17.0	12.5	—
13.5 — 13.9	13	13.68	51.3	21.0	9.8	—
14.0 — 14.4	4	14.28	50.5	19.3	11.6	—
14.5 — 14.9	1	14.92	51.0	18.0	17.0	—
15.0 — 15.4	3	15.20	50.6	19.3	14.5	—
15.5 — 15.9	2	15.80	50.0	19.0	14.0	—
16.0 — 16.4	3	16.10	51.3	20.6	16.3	16
16.5 — 16.9	4	16.70	50.2	19.0	16.5	15

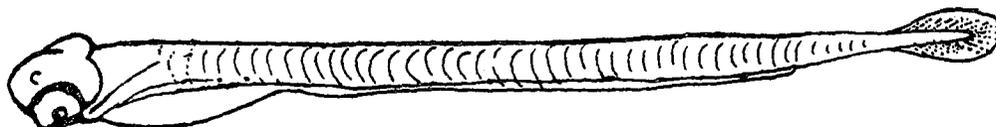


LAMINA I a, b. Huevos en Primera Fase c. Huevo en Segunda Fase d, e, f. Huevos en Tercera Fase



(a)

1 mm.



(b)

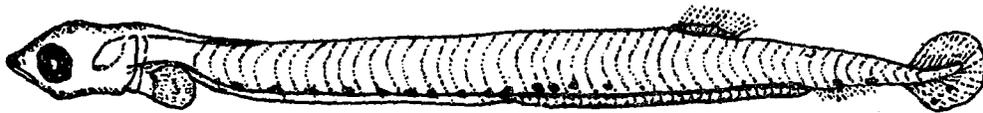
1 mm.



(c)

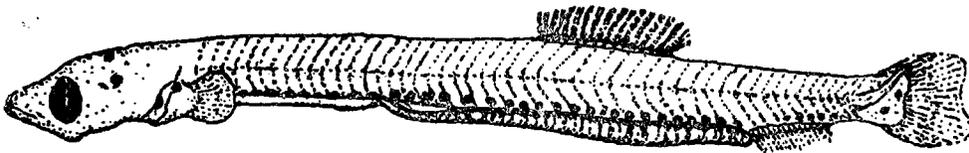
1 mm

LAMINA II a. Larva de 4.02 mm b. Larva de 4.26 mm c. Larva de 7.59 mm



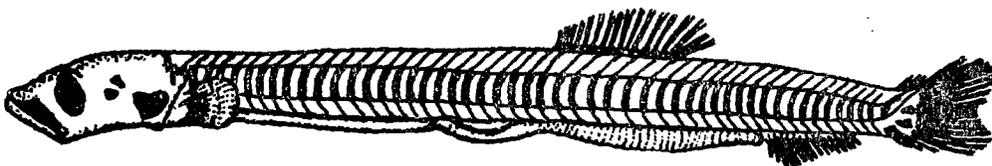
(a)

1mm.



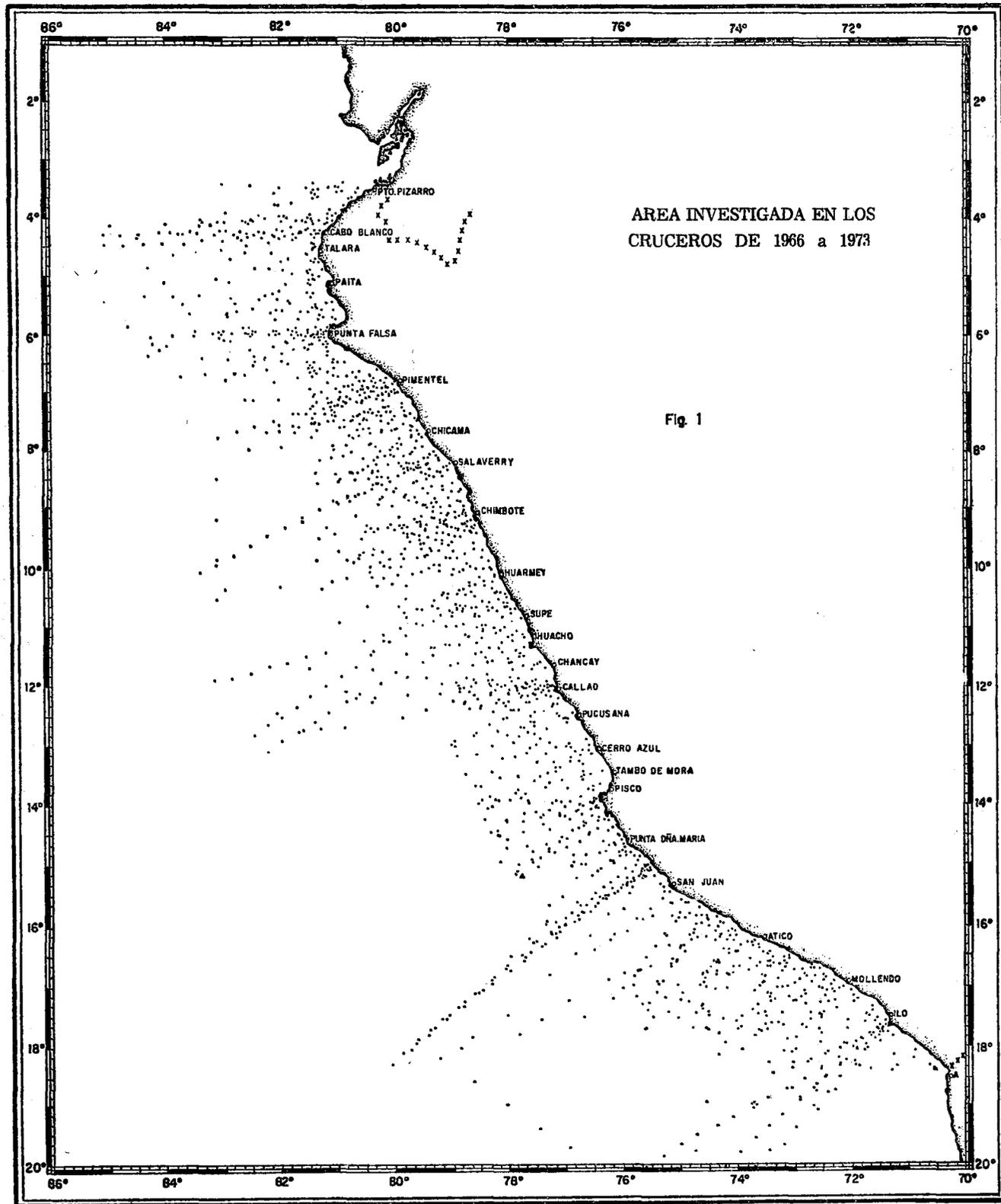
(b)

1mm.



(c)

LAMINA III. a. Larva de 11.15 mm b. Larva de 19.0 mm c. Osificación en larva de 19.0 mm



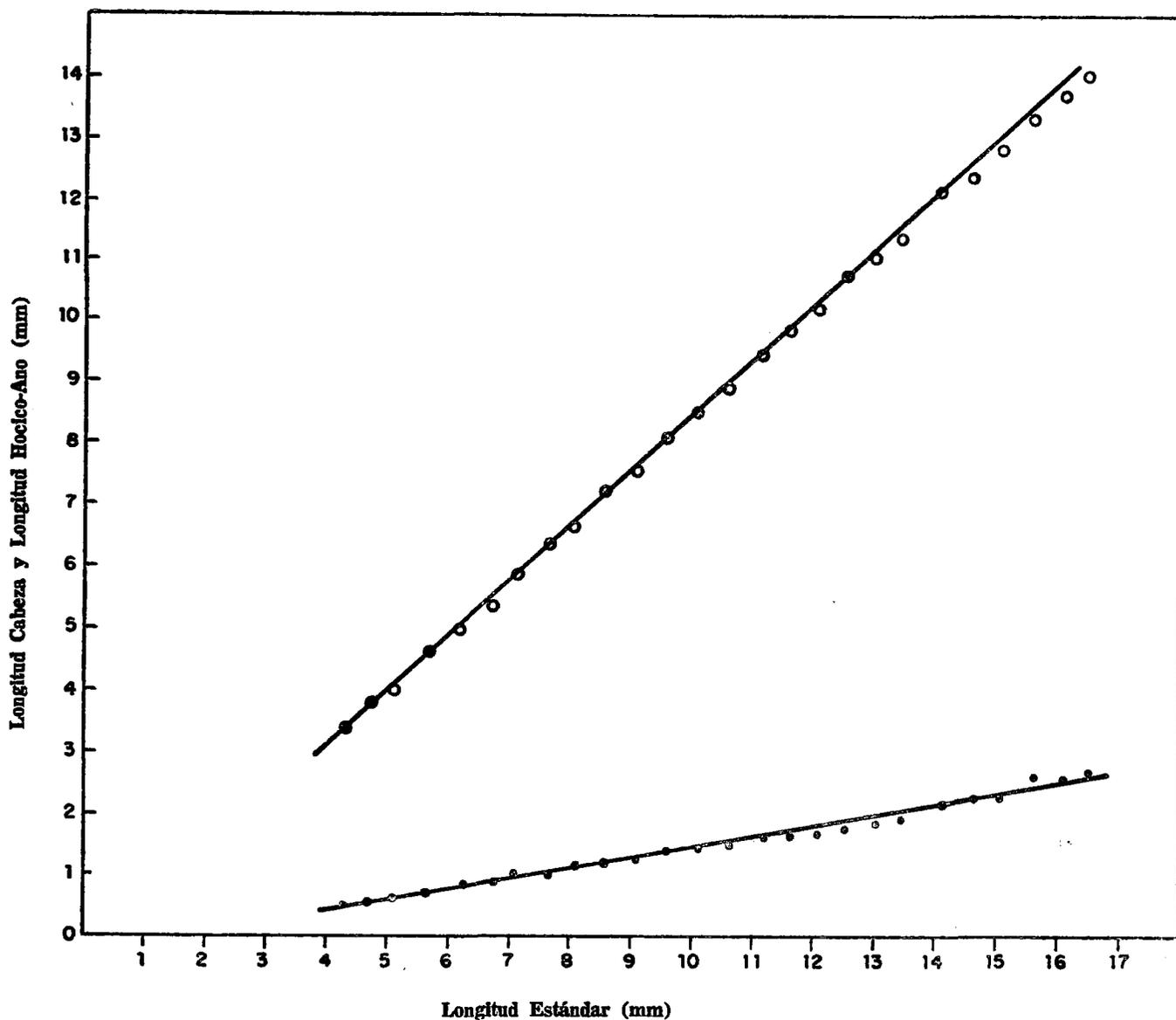
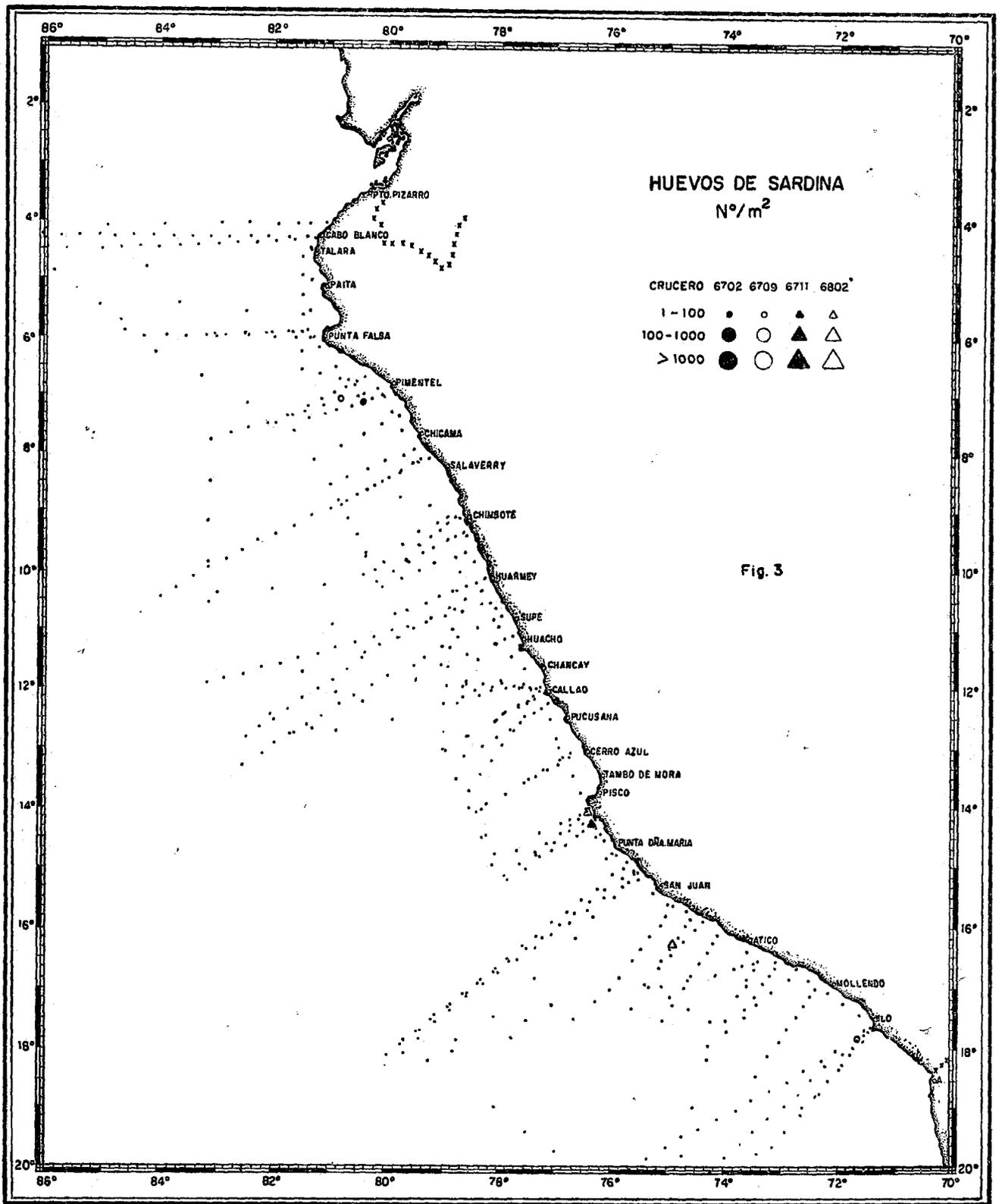
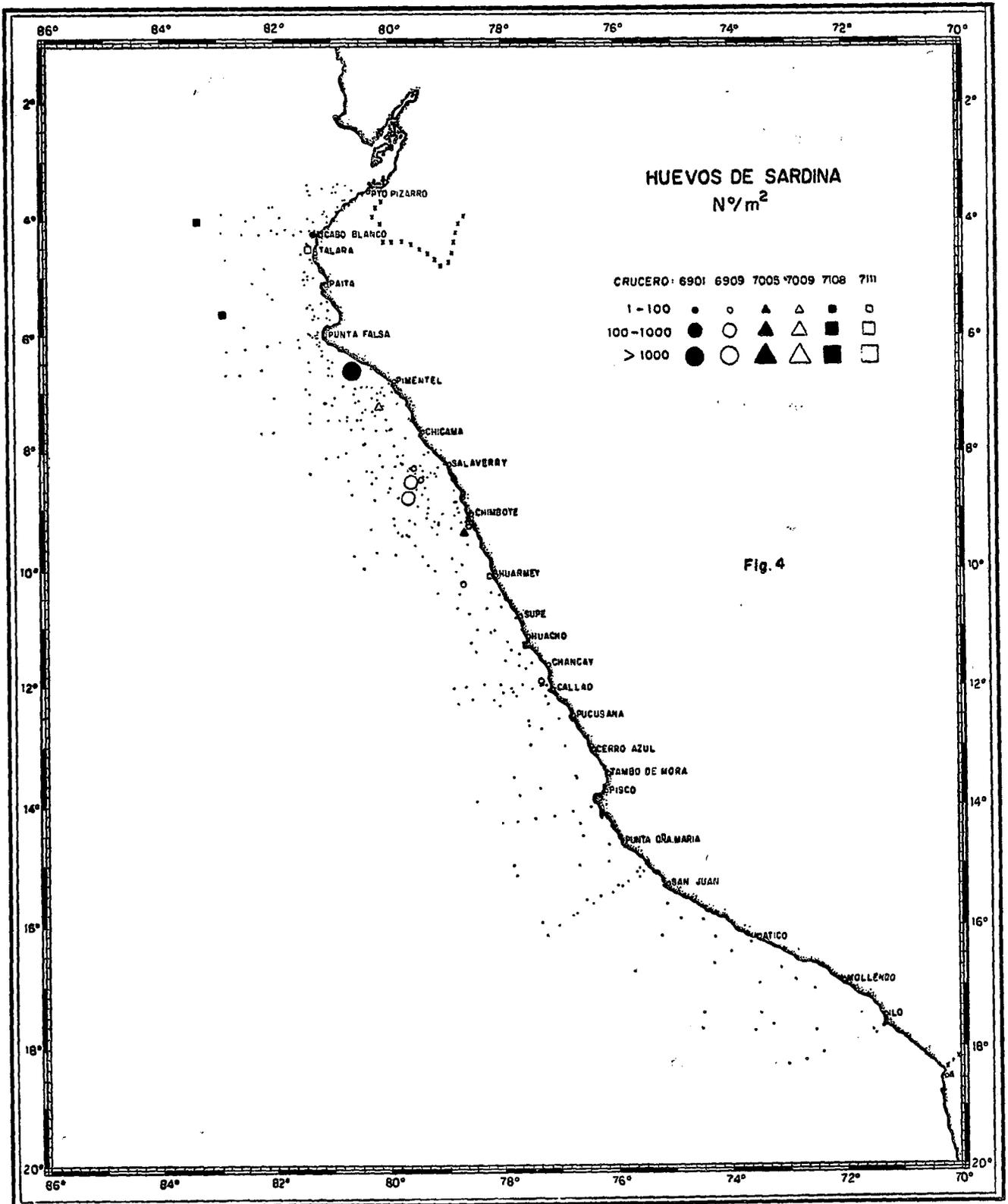
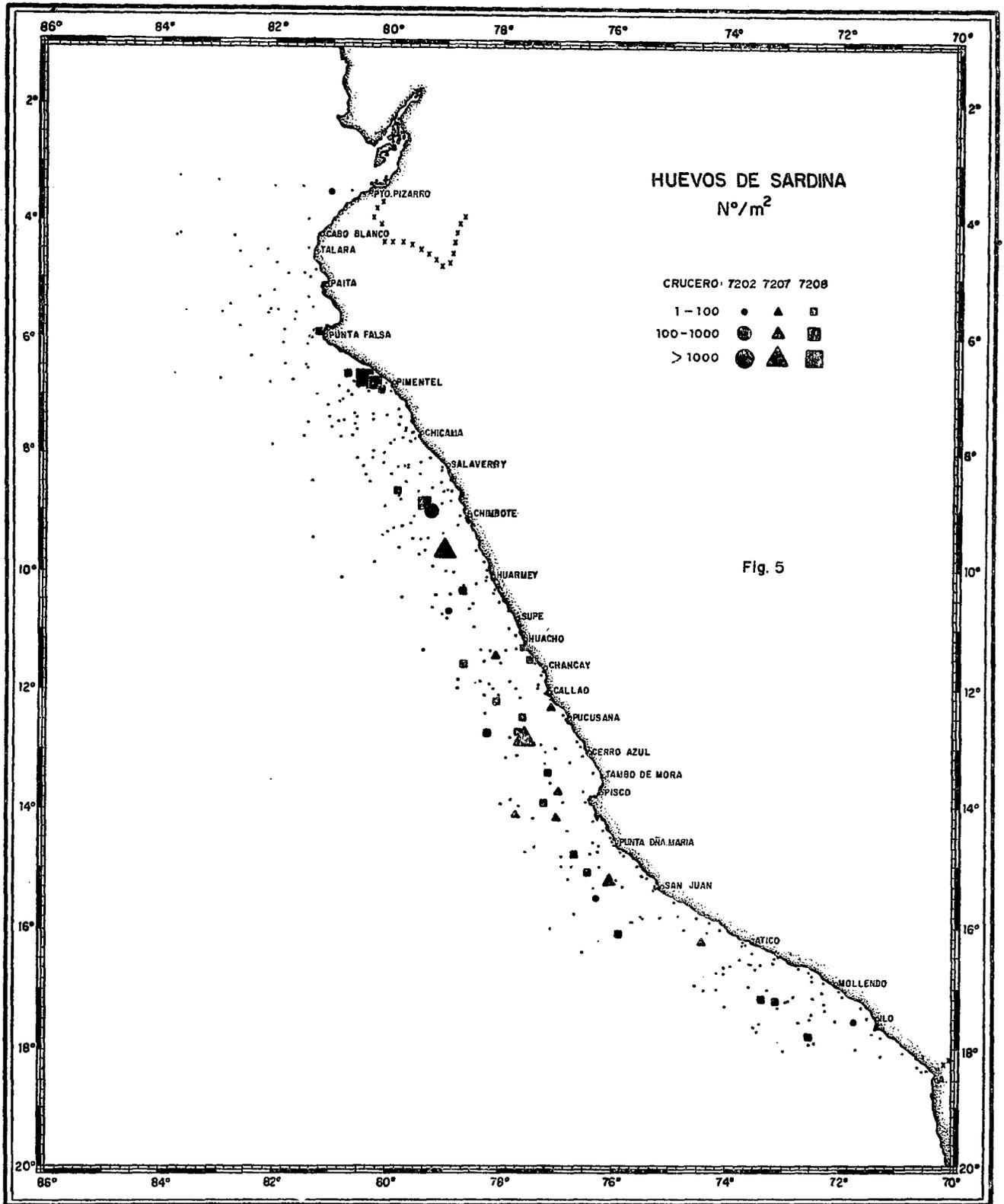
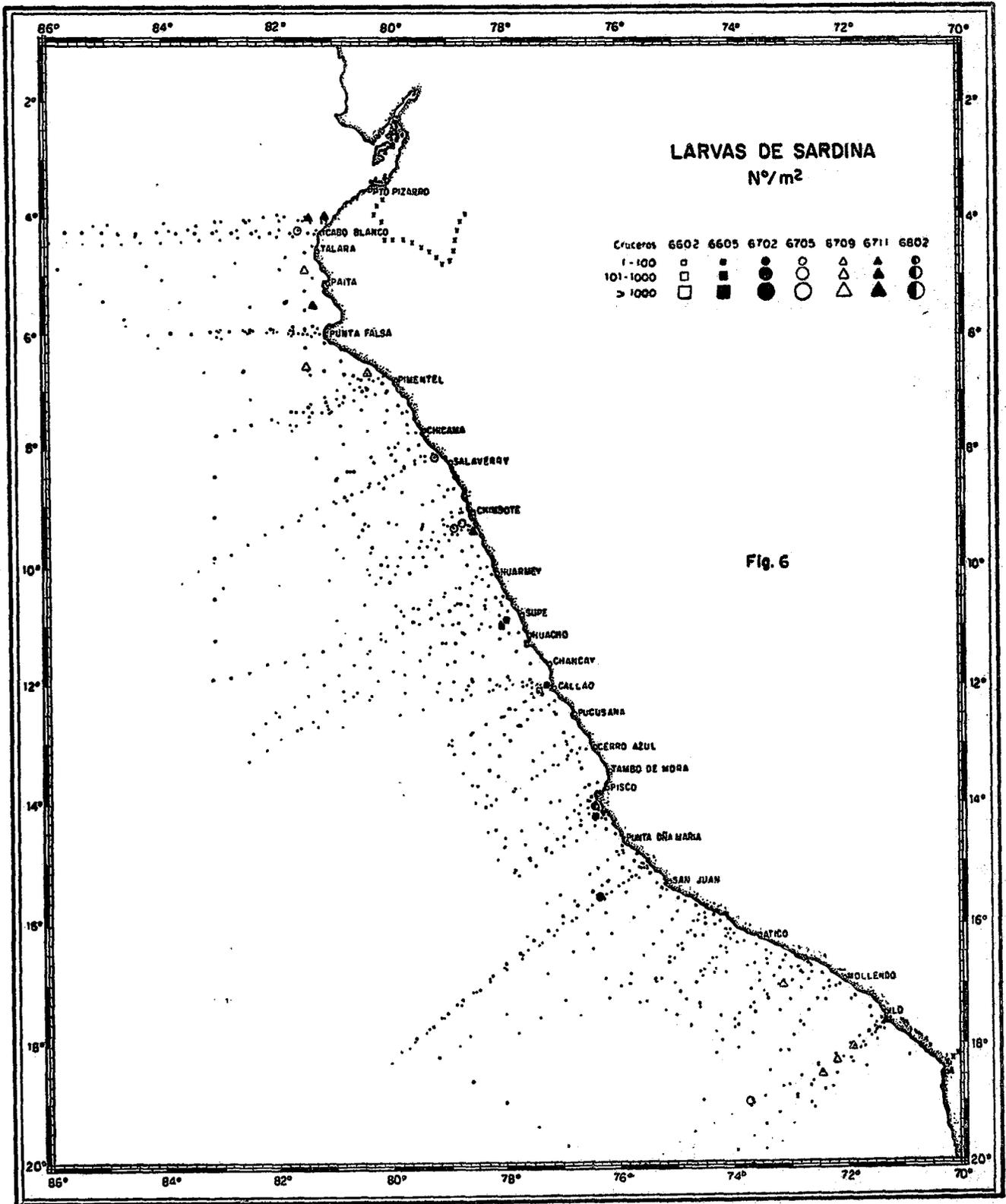


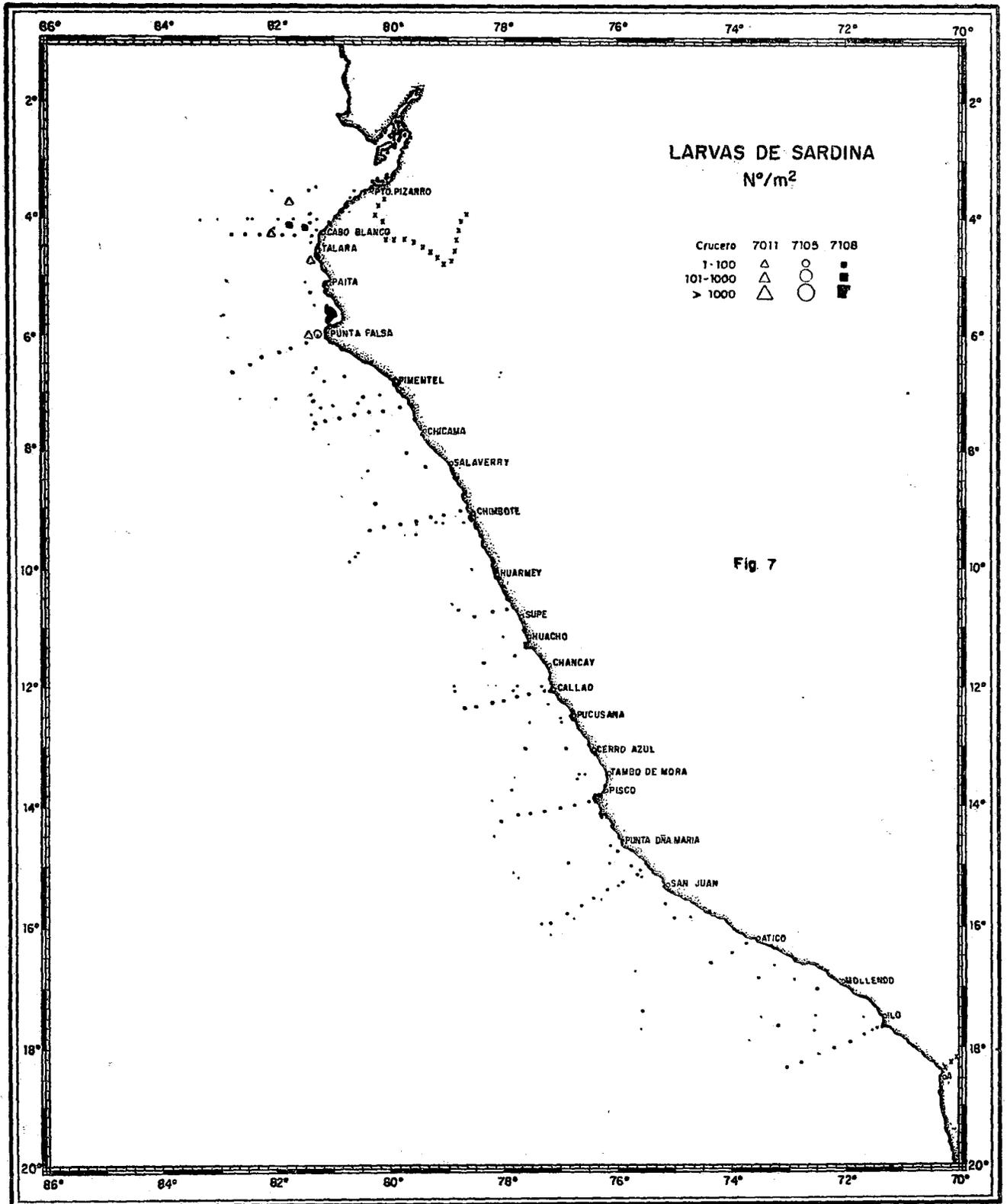
Fig. 2. Regresiones de longitud cabeza (círculos negros) y longitud hocico-año (círculos blancos) sobre longitud estándar (promedio) de *Sardinops sagax sagax* (J)

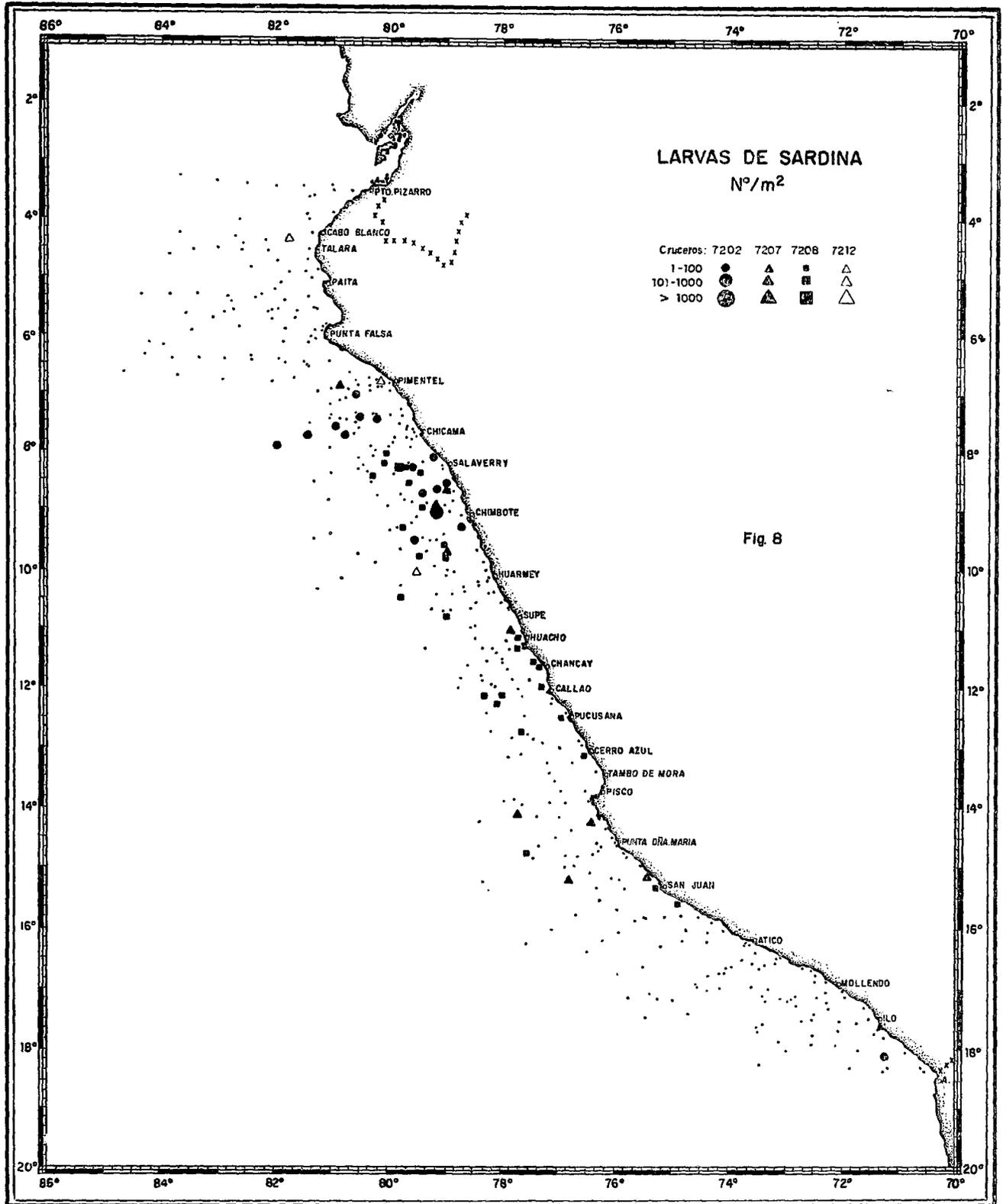












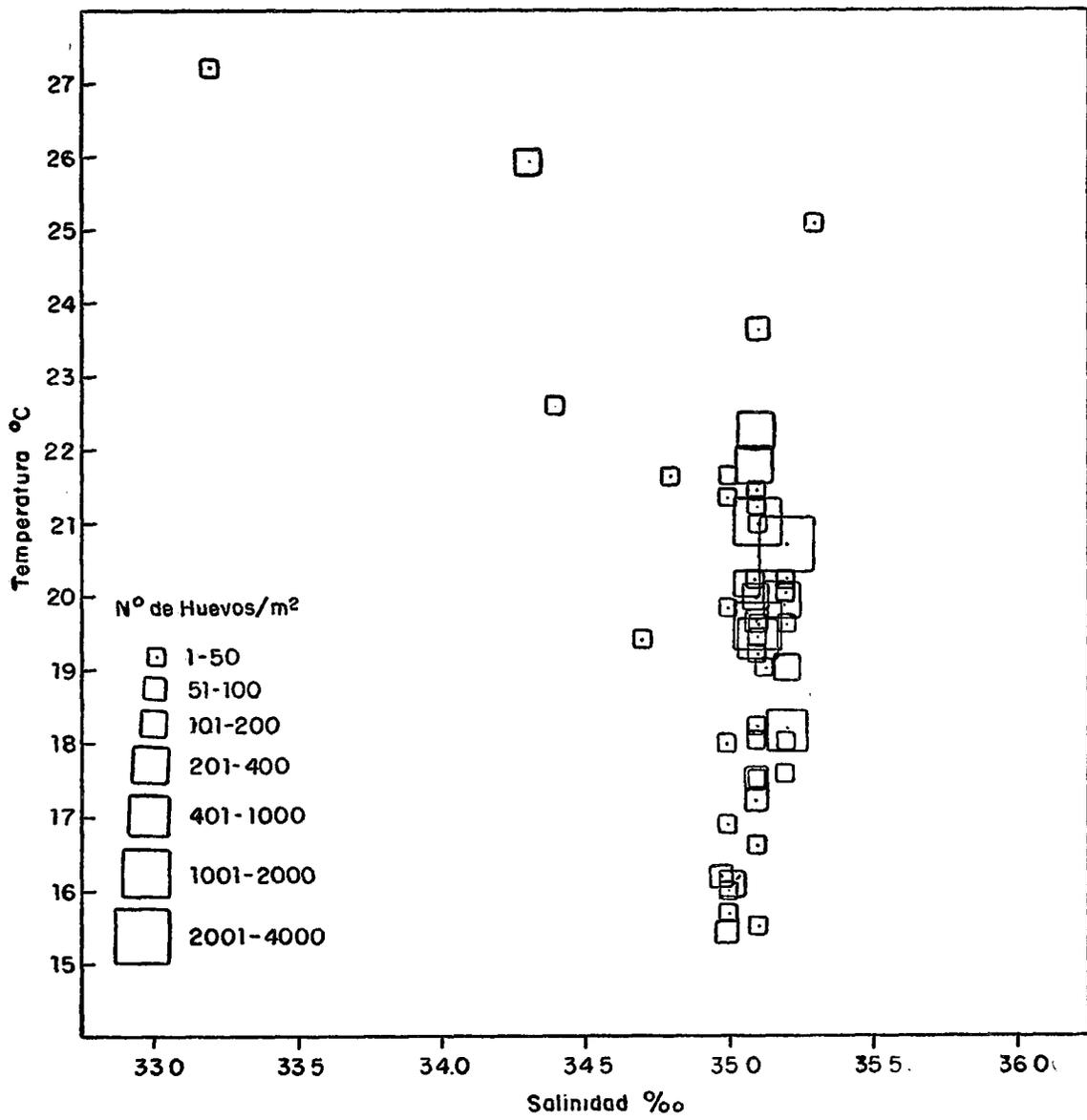


Fig. 9 Distribución del número de huevos de sardina en relación con la temperatura y la salinidad.

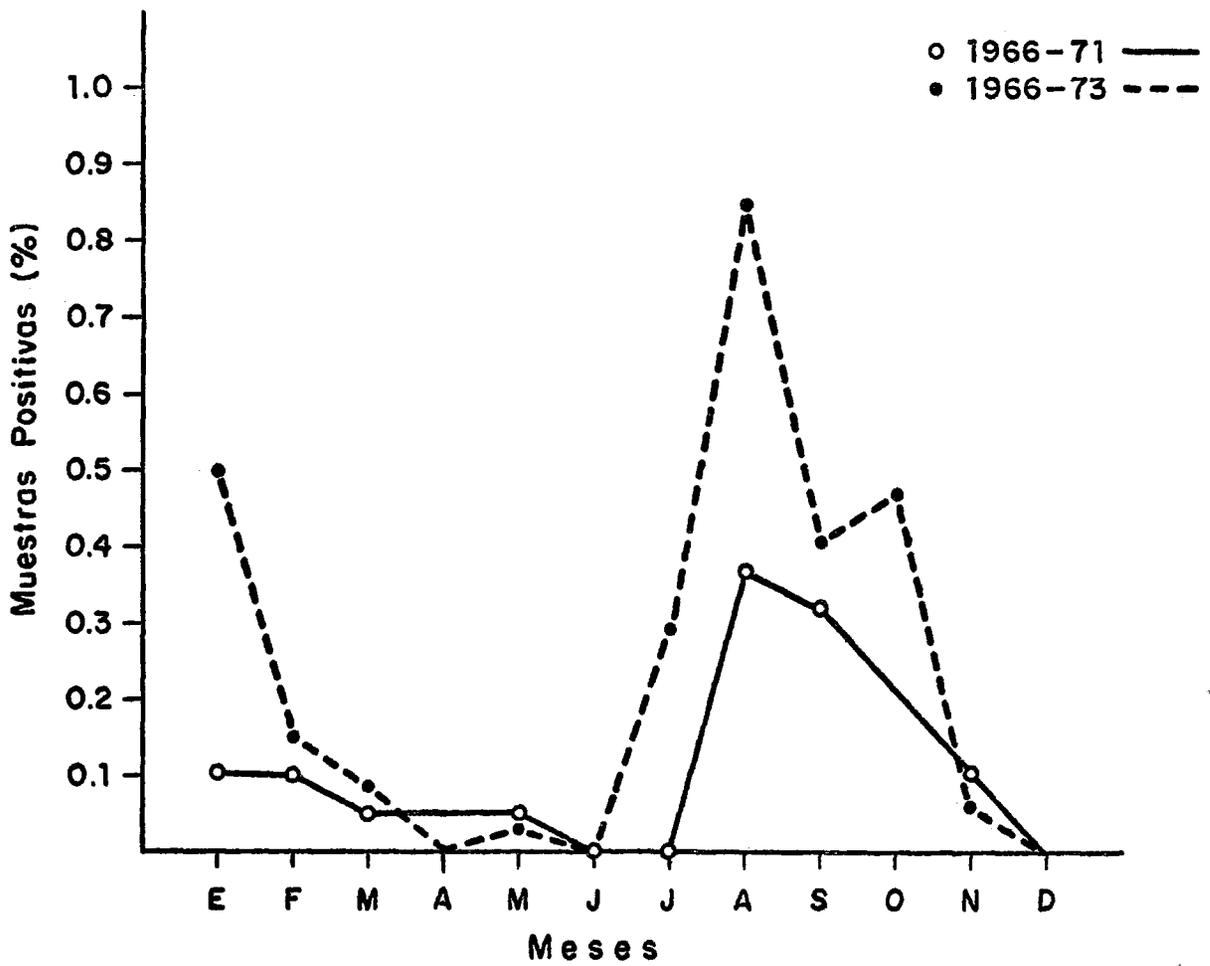


Fig. 10. Frecuencia de Muestras positivas de huevos de sardina de 1966 a enero de 1973

DETERMINACION DE LA EDAD Y CRECIMIENTO DE LA SARDINA *Sardinops sagax sagax* (J)

MANUEL SAMAME L.

Laboratorio Central del Instituto del Mar del Perú

(Figuras 1-7 Tablas 1-5 y apéndices)

	Pág.		Pág.
1. Introducción	96	3.2.1.2 Cálculo de K y t_0	100
2. Material y Métodos	96	3.2.1.3 Cálculo del peso infinito (W_{∞}), b y K	101
3. Resultados	99	3.3 Cálculo de las tallas	101
3.1 Determinación de la edad	99	3.4 Cálculo de los pesos	101
3.1.1 Medida de marcas de otolitos	99	3.5 Relación edad-peso	103
3.1.2 Variación del incremento marginal	99	3.6 Relación de la edad con la talla de captura	103
3.1.3 Cálculo de crecimiento de los otolitos	99	3.7 Clave edad-longitud	103
3.1.4 Relación longitud pez-medida del otolito	99	4. Discusión	105
3.2 Crecimiento	100	5. Conclusiones	106
3.2.1 Cálculo de los parámetros de crecimiento	100	6. Apéndice	107
3.2.1.1. Cálculo de la longitud infinita (L_{∞})	100	7. Bibliografía citada	112

RESUMEN

El presente trabajo es un intento para la determinación de la edad y crecimiento de la sardina *Sardinops sagax sagax* (J), del área del Callao, mediante métodos de lecturas y mediciones de las marcas de los anillos de crecimiento de 243 otolitos.

Los métodos empleados se ajustan a la especie estudiada con facilidad y los resultados se consideran satisfactorios.

En el cálculo de los parámetros de crecimiento se aplica la ecuación de Von Bertalanffy, con cuyas expresiones se calcularon las tallas y pesos teóricos por edades.

Al relacionar la edad con las tallas de captura, para los años 1973 y 1974, se determinó la predominancia del grupo de edad 4 años en 1973; posteriormente, en 1974 se experimentaron cambios en la estructura poblacional presentándose una predominancia del grupo de edad 2 conjuntamente con el de 3 años de edad.

ABSTRACT

The present work is an attempt to determine the age and growth rate of the sardine, *Sardinops sagax sagax* (J) from the area off Callao, through reading methods and direct measurement of the growth rings of 243 otoliths.

The methods employed lend themselves with facility to the especie studied, and the results are considered satisfactory.

Von Bertalanffy's equation was used in calculating the growth parameters, with which the theoretical lengths and weights were calculated for each age group.

Relating the age with lengths of captures, for the years 1973 and 1974, the 4 years old age groups were found to predominate in 1973; afterwards, in 1974, changes in the population structure were found. They showed a predominance of the age 2 group in conjunction with the 3 year-old age groups.

La edad relacionada al peso deja ver que existe una correspondencia entre ambos, muy similar en machos y hembras hasta la edad de 3 años; esto hace suponer la igualdad de condiciones nutricionales. A partir de esa edad, las hembras incrementan su peso en menor proporción, lo que debe depender del mayor desgaste en los desoves, muy notorio en individuos mayores.

La tasa máxima de crecimiento es alcanzada a los 4 años en los machos y a los 3 años en las hembras, con un promedio de 1.90 y 1.17, respectivamente.

La distribución por edades guarda relación con los grupos de tallas correspondientes a las capturas, a pesar de que la cantidad de observaciones no cubre el rango de distribución real por tallas.

1. INTRODUCCION

La sardina peruana, *Sardinops sagax sagax* (J), está considerada entre las especies de importancia para el consumo humano. Además de utilizarse en fresco resulta de buena calidad en conserva, aunque el mayor porcentaje de capturas sea destinado a la elaboración de harina, ya sea por la modalidad en su pesca o por falta de una infraestructura adecuada para su procesamiento exclusivo para el consumo humano directo.

En los últimos años, las capturas han sido notablemente incrementadas por la flota anchovetera. En 1973 alcanzó a 132,249 TM de las cuales el 92.5% se empleó en harina y sólo el 7.5% para consumo humano fresco, congelado y enlatado; en 1974 las capturas fueron del orden de las 72,604 TM, de las cuales el 50% se emplea para harina y la otra parte para consumo humano: 49.3% enlatado y 0.7% congelado y fresco. Esto último nos indica la buena utilización que puede dársele a la especie, lo cual se manifestó también en 1975, cuando de una captura de 34,756 TM (hasta junio), el 70.4% se utilizó para enlatado y sólo el 25.2% para harina.

La importancia que se le da a la sardina nos llevó a prestarle mayor atención a su estudio, y como una forma de evaluar su stock, se hace necesaria la determinación de la edad, de gran utilidad en la dinámica de poblaciones.

El presente trabajo corresponde a un estudio preliminar de la edad empleando otolitos, cuyo propósito es que en el futuro sea de utilidad para la determinación de las variaciones, en tiempo y espacio, que ayuden a comprender la estructura de su población, para lo cual será necesario el empleo de mayor cantidad de observaciones.

Aquí se emplea métodos ya utilizados por otros autores en otras especies, haciendo evidenciar el cre-

It was found to be a direct relationship between age and weight, very similar in males and females up to the age of 3 years. This suggests equality of nutritional conditions, but from that age onwards, the females increase their weight in less proportion, which must depend on the greater wasting during spawning, evident in larger individuals.

The maximum growth rate is reached at 4 years in males and at 3 years in females, with an annual average of 1.90 and 1.17 respectively.

The age distribution is related to the corresponding length groups in the captures. However, it must be taken in to account that the observations do not cover the whole range of real distribution by length.

cimiento mediante comparaciones de las medidas de las marcas de los anillos de crecimiento y su correspondencia con el crecimiento de los individuos.

No dudamos, que los métodos empleados son de gran importancia; por tanto, se considera como un útil intento, debido a la factibilidad de medir las marcas, con lo que se quiere dejar constancia lo posible que resulta la determinación de la edad mediante lecturas directas en los otolitos, cuyos cálculos matemáticos así lo demostraron.

Se expresa especial reconocimiento al personal del Laboratorio Central del Instituto del Mar del Perú, que efectuó los muestreos y las colecciones de otolitos, mediante los cuales fue posible la realización de este trabajo.

2. MATERIAL Y METODOS

El material examinado corresponde a 19 muestras de otolitos colectados en los "muestreos biológicos" de sardina, desembarcados en el Puerto del Callao, durante abril 1973 y mayo 1974. Estas muestras representan a 121 machos, 101 hembras y 21 ejemplares sin sexar. (Tabla 1)

Para facilitar las lecturas de las marcas, los otolitos fueron aclarados en xilol, observándose la naturaleza del borde y la formación de zonas opacas y hialinas.

Las medidas a cada anillo de crecimiento (r_n) y al margen posterior (R) (Fig. 1) fueron tomadas con gradilla micrométrica, adaptada al estereoscopia, posteriormente transformadas a mm de longitud mediante el factor calculado en $F = 0.08$.

Los incrementos marginales de los otolitos fueron calculados con la ecuación:

$$IM = R - r_n / r_n - r_{n-1} \dots \dots \dots (1).$$

TABLA 1. MATERIAL UTILIZADO EN LA DETERMINACION DE LA EDAD DE LA SARDINA

Serie	Muestra		Nº de Ejemplares		
	Nº	Fecha	Machos	Hembras	Total
1	197	11-IV-73	5	4	9
2	198	18-V-73	4	3	7
3	213	21-VIII-73	9	6	15
4	216	14-IX-73	6	9	15
5	219	24-IX-73	14	10	24
6	220	24-X-73	6	6	12
7	223	25-X-73	—	—	14
8	224	26-X-73	8	10	18
9	226	23-XI-73	13	6	19
10	227	27-XI-73	5	7	12
11	231	11-XII-73	6	8	14
12	232	12-XII-73	9	1	10
13	237	10-I-74	4	8	12
14	239	14-I-74	5	8	13
15	240	15-I-74	4	4	8
16	244	4-III-74	12	2	14
17	246	14-III-74	9	6	15
18	250	17-V-74	2	3	5
19	251	23-V-74	—	—	7
TOTAL	19M.	Abril-73 Mayo-74	121	101	243

en donde: R = longitud al borde posterior
 r_n = medida de marca.

Los otolitos fueron agrupados de acuerdo al número de marcas, obteniéndose la longitud de cada marca para cada grupo de edad, las mismas que se dan, para cada sexo, como un promedio.

La longitud del pez (L_n) se relacionó con la medida del otolito (R), mediante la regresión:

$$R = a + bL_n \quad (2)$$

la misma que por transposición de términos se emplea para obtener los valores de (L_n) para cada grupo de edad, reemplazando (R) por cada valor de (r_n).

Obtenidos los valores medios de L_n , estos fueron aplicados en la regresión:

$$L_{n+1} = a + bL_n \quad (3)$$

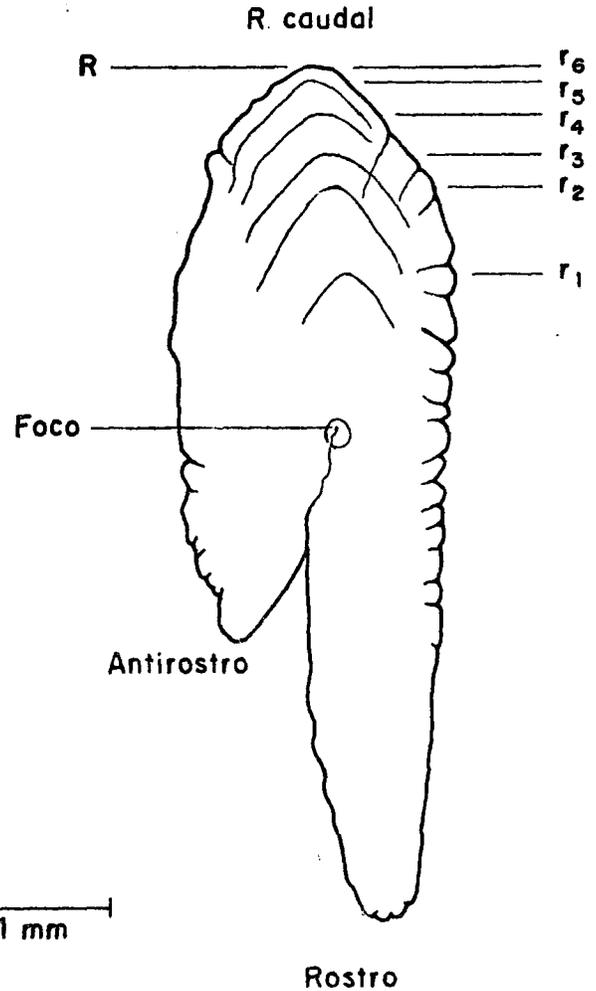


Fig. 1. Estructura de un otolito de *Sardinops sagax sagax* (J), hembra de 34 cm con 6 anillos de crecimiento.

que sirvió para el cálculo de K y L_∞ ; éstos, introducidos en la ecuación de Von Bertalanffy:

$$Lt = L_\infty (1 - e^{-k(t - t_0)}) \quad (4)$$

permitieron calcular el valor de t_0 , y por consiguiente, las longitudes teóricas (Lt) para cada edad; y, con:

$$Wt = W_\infty (1 - be^{-kt})^3 \quad (5)$$

Los pesos teóricos (Wt) por edad, previo desarrollo de la regresional:

$$W_{n+1}^{1/3} = a + bW_n^{1/3} \quad (6)$$

la misma que permitió calcular el valor de K y b de la ecuación (5).

La clave de Edad-Longitud se confeccionó teniendo en cuenta la ecuación de la composición por edades:

$$N_x = \sum_1^x P I_{(x)} N I \quad (7)$$

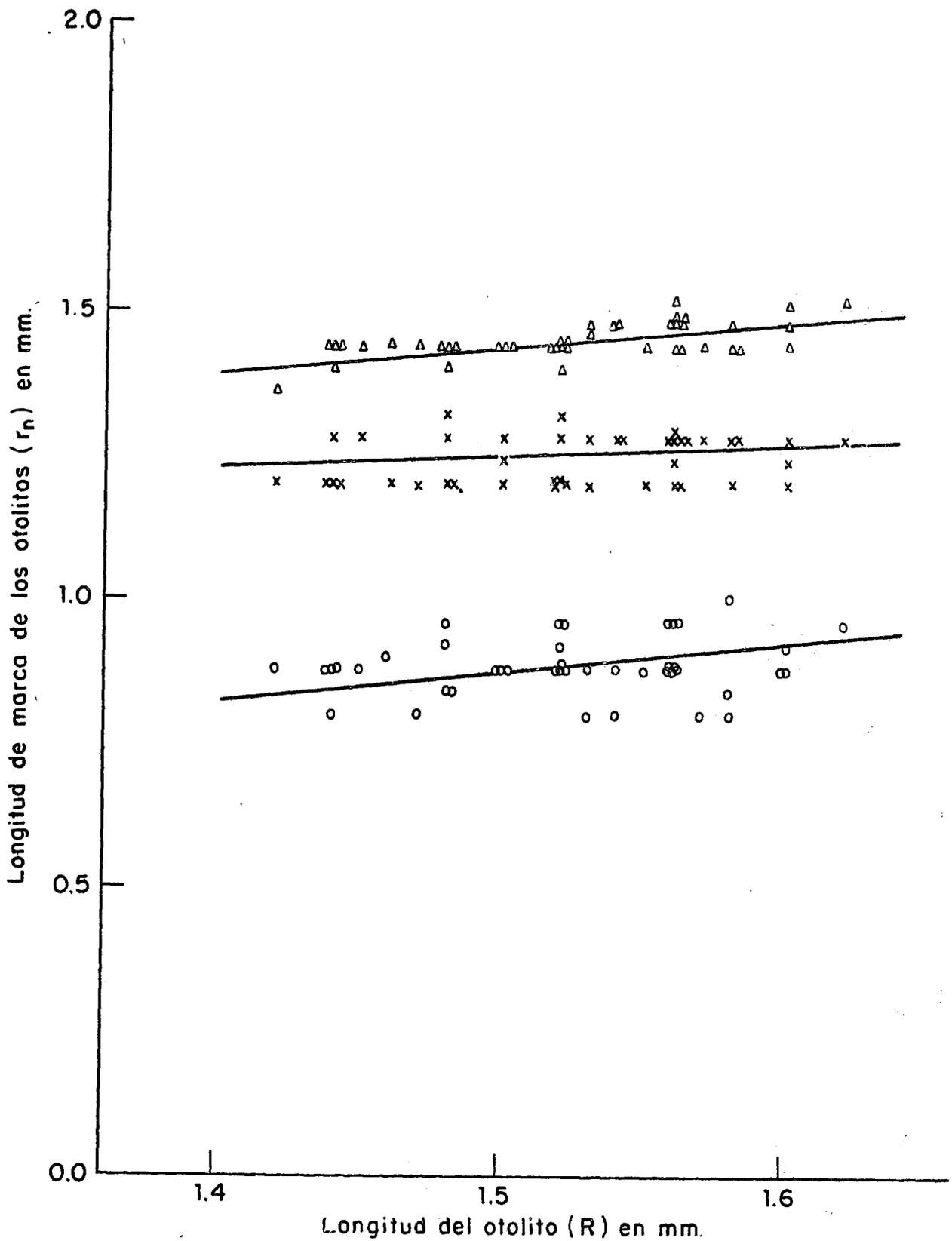


Fig. 2. Relación longitud del otolito (R) con sus respectivas marcas (r_n). (43) ejemplares machos con tres anillos de crecimiento).

Posteriormente se relacionó la talla y el peso con la edad para establecer la correspondencia respectiva.

Asimismo, se obtiene la tasa de crecimiento en peso, con la ecuación:

$$h_w = \frac{W_t - W_{t-1}}{w_{t-1}} \dots\dots\dots (8)$$

en donde: W_t = peso a la edad t .
 W_{t-1} = peso a la edad $t-1$.

3. RESULTADOS

3.1 Determinación de la edad

3.1.1 Medida de marcas de los otolitos

Las medidas de cada uno de los anillos de crecimiento fueron convertidas a mm y, luego, se agruparon los otolitos de acuerdo al número de anillos medidos, para lo cual se consideró como formación de un anillo al conjunto de una zona opaca más una hialina.

Las marcas medidas de cada anillo (r_n) se relacionaron con la longitud (R) de su respectivo otolito.

En la Fig. 2 se muestran otolitos de individuos machos con 3 anillos de crecimiento. En ella se puede advertir que las marcas guardan una similitud de formación, ya que los grupos de anillos de cada otolito presentan una distancia considerable de crecimiento, la misma que disminuye conforme se van formando las siguientes marcas. Lo observado en esta figura (2) hace suponer que el crecimiento de marca a marca es similar en todos los grupos de otolitos, tal como ocurre en otras especies, Shin-Ichi, Mio (1969), Misu, H. y S. Hama-saki (1971), Samamé, M. y K. Okada (1973) y Samamé, M. (1974).

3.1.2 Variación del incremento marginal

Una forma de apreciar el crecimiento de los otolitos es mediante medidas seriadas mensuales de los mismos. En ellos se observa la aparición de un incremento marginal que se amplía desde su inicio hasta la formación del nuevo anillo.

El incremento fue medido, aplicando la ecuación (1), en cada otolito, y los promedios mensuales se pueden apreciar en la Fig. 3. En esta figura, los mínimos valores se presentan al final de la primavera e inicios del verano, especialmente en el mes de enero donde alcanzó el promedio más bajo, deduciendo que la formación de los anillos debe iniciarse al comienzo del verano.

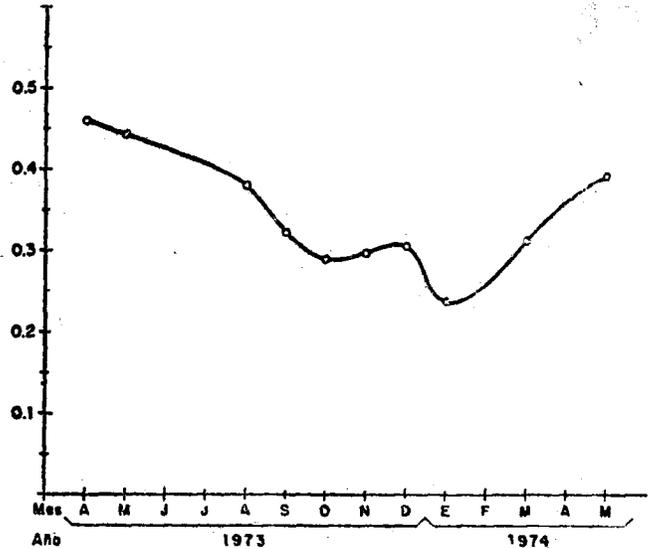


Fig. 3. Variación media mensual del incremento marginal de los otolitos de *Sardinops sagax sagax* (J), calculado con

$$R - r_n / r_n - r_{n-1}$$

3.1.3 Cálculo del crecimiento de los otolitos

Las medidas por grupos de edad se dan en la Tabla 2, como un promedio por grupo de marca para machos y hembras, respectivamente.

La distancia de marca a marca tiende a disminuir con la edad a partir de la primera formación cuyo crecimiento es acelerado, registrándose 0.884 mm para los machos y 0.863 mm para las hembras. El crecimiento de los anillos es muy similar en ambos sexos, con tendencia a incrementarse en las hembras.

En las muestras, los machos presentaron 5 marcas y las hembras 6, lo que puede deberse a la cantidad de material analizado.

3.1.4 Relación longitud Pez-Medida del otolito

Como otra forma de observar el crecimiento de los otolitos (R), sus longitudes se relacionaron con las tallas de sus respectivos ejemplares (L_n) visualizándose en la Fig. 4 una relación directa y positiva de crecimiento, similar para machos y hembras.

Los cálculos se hicieron utilizando la regresión (2), obteniéndose los siguientes resultados:

$$R = 0.14247 + 0.05847 L_n \dots\dots \text{Total} \dots\dots (I)$$

con $r = 0.9931$

$$R = 0.18872 + 0.05648 L_n \dots\dots \text{Machos} \dots\dots (II)$$

con $r = 0.9858$

$$R = -0.09570 + 0.06938 L_n \dots\dots \text{Hembras} \dots\dots (III)$$

con $r = 0.9858$

TABLA 2. CRECIMIENTO DE LOS OTOLITOS DE SARDINA, EXPRESADO COMO MEDIDA DE MARCAS POR GRUPOS DE EDAD

MACHOS	Nº de Individuos	LONGITUD DE MARCA (mm)					
		r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆
I	1	0.96					
II	39	0.86	1.24				
III	43	0.89	1.24	1.45			
IV	35	0.86	1.22	1.45	1.63		
V	3	0.85	1.23	1.44	1.65	1.77	
TOTAL	121	121	120	81	38	3	
-							
r _n		0.884	1.233	1.447	1.640	1.770	
Incremento/marca (mm)		0.884	0.349	0.214	0.193	0.130	

HEMBRAS	Nº	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆
I	1	0.88					
II	36	0.86	1.22				
III	17	0.85	1.22	1.45			
IV	34	0.86	1.23	1.45	1.62		
V	11	0.89	1.27	1.48	1.67	1.79	
VI	2	0.84	1.24	1.46	1.65	1.78	1.90
TOTAL	101	101	100	64	47	13	2
-							
r _n		0.863	1.236	1.460	1.647	1.785	1.900
Incremento/marca (mm)		0.863	0.373	0.224	0.187	0.138	0.115

En cuanto a la longitud del otolito, éste presenta cierto crecimiento mayor en las hembras que en los machos a partir de la talla 23 cm. Ver Tabla 3.

3.2 Crecimiento

A partir de la relación longitud-pez medida del otolito y haciendo uso de las expresiones (II) y (III), se obtienen las longitudes (L_n) para cada grupo de edad, previa substitución de (R) por (r_n). Los resultados se aprecian en la Tabla 4. Nótese en esta Tabla que las tallas medias en las hembras son mayores que los machos en L_1 , L_2 y L_3 , mientras que a partir de L_4 los machos aceleran su crecimiento. Para ambos sexos, el crecimiento se hace manifiesto y es progresivo con la edad.

3.2.1 Cálculo de los parámetros de crecimiento

3.2.1.1 Cálculo de la longitud infinita (L_∞)

Tomando las longitudes medias por grupo de

edad se establece la correlación de L_n y L_{n+1} según ecuación (3), cuyas expresiones resultantes fueron:

$$L_{n+1} = 9.395 + 0.72194 L_n \text{ para machos } \dots \text{ (IV)}$$

$$L_{n+1} = 8.918 + 0.72464 L_n \text{ para hembras } \dots \text{ (V)}$$

con $r = 0.997$ y $r = 0.998$, respectivamente, obteniéndose la longitud infinita para cada sexo:

$$L_\infty = 33.79 \text{ cm para machos y}$$

$$L_\infty = 32.39 \text{ cm para hembras.}$$

3.2.1.2 Cálculos de K y t_0

Partiendo de los valores b en las expresiones (IV) y (V), y obteniendo sus respectivos logaritmos:

$$K = 0.32581 \text{ para machos, y}$$

$$K = 0.32208 \text{ para hembras.}$$

TABLA 3. RELACION LONGITUD DEL PEZ CON LA MEDIDA DEL OTOLITO (R) DE SARDINA.

Long. del pez cm.	MACHOS (mm)	HEMBRAS (mm)	TOTAL (mm)
13	0.923	0.806	0.903
14	0.979	0.876	0.961
15	1.036	0.945	1.020
16	1.092	1.014	1.078
17	1.149	1.084	1.136
18	1.205	1.153	1.195
19	1.262	1.223	1.253
20	1.318	1.292	1.312
21	1.375	1.361	1.370
22	1.431	1.431	1.429
23	1.488	1.500	1.487
24	1.544	1.569	1.546
25	1.601	1.639	1.604
26	1.657	1.708	1.663
27	1.714	1.778	1.721
28	1.770	1.847	1.780
29	1.827	1.916	1.838
30	1.883	1.986	1.897
31	1.940	2.055	1.955
32	1.996	2.124	2.014
33	2.053	2.194	2.072
34	2.109	2.263	2.130
35	2.166	2.333	2.189
36	2.222	2.402	2.247
37	2.278	2.471	2.306

En cuanto a t_0 , éste fue despejado de la ecuación de Bertalanffy como:

$$t_0 = t + \frac{1}{k} \text{Log. N} \left(1 - \frac{L}{L_{\infty}}\right) \dots\dots\dots (VI)$$

Calculado como un promedio para las edades 1, 2 y 3 resultando:

$$t_0 = -0.38886 \text{ para machos, y}$$

$$t_0 = -0.72417 \text{ para hembras}$$

3.2.1.3 Cálculo del peso infinito (W_{∞}), b y K

Los pesos medios por grupos de edad fueron tomados como $W_n^{1/3}$ y $W_{n+1}^{1/3}$. Empleando la ecuación (6), se obtiene las expresiones siguientes:

$$W_{n+1}^{1/3} = 2.0505 + 0.7271 W_n^{1/3} \dots\dots\dots \text{Machos (VII)}$$

$$W_{n+1}^{1/3} = 1.9431 + 0.7302 W_n^{1/3} \dots\dots\dots \text{Hembras (VIII)}$$

de donde resulta, despejando de estas expresiones, los valores de a :

$$a = 7.5137 \text{ para machos, y}$$

$$a = 7.2020 \text{ para hembras,}$$

cuyos cubos dan el peso infinito:

$$W_{\infty} = 424.19 \text{ gramos para machos, y}$$

$$W_{\infty} = 373.56 \text{ gramos para hembras.}$$

Los valores de b , se calcularon con:

$$b = \frac{a - W^{1/3}}{e^{-kt}} \dots\dots\dots (IX)$$

cuyo promedio para los grupos de edad por sexos fueron:

$$\bar{b} = 6.7218 \text{ para machos, y}$$

$$\bar{b} = 5.8619 \text{ para hembras.}$$

Posteriormente estos valores (\bar{b}) son transformados, para ser utilizados en la ecuación (5), dividiéndolos entre los valores de a , calculados anteriormente:

$$b = 0.8946 \text{ para machos, y}$$

$$b = 0.8139 \text{ para hembras.}$$

Los valores de K resultan de obtener el Log. N de b , de las expresiones (VII) y (VIII):

$$K = 0.3187 \text{ para machos, y}$$

$$K = 0.3144 \text{ para hembras.}$$

3.3. Cálculo de las tallas

Obtenidos los parámetros de crecimiento por sexos, la ecuación de Bertalanffy (4) queda conformada de la siguiente manera:

$$L_t = 33.79 (1 - e^{-0.32581(t + 0.38886)}) \text{ machos (X)}$$

$$L_t = 32.39 (1 - e^{-0.32208(t + 0.72417)}) \text{ hembras (XI),}$$

con las que se calcula las tallas teóricas, mostradas en la Tabla 5.

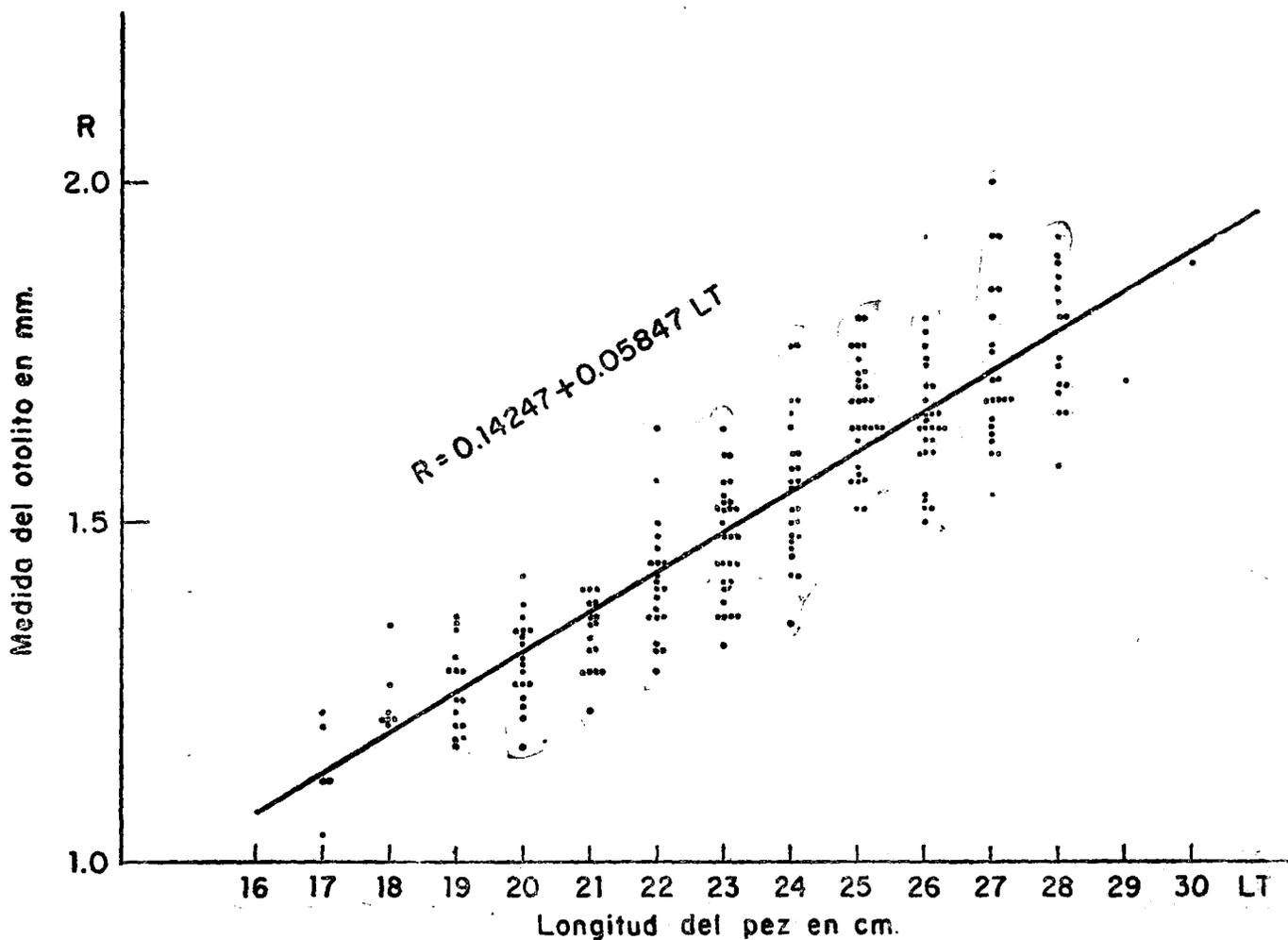


Fig. 4. Relación entre la longitud total del pez (LT) y la medida del otolito (R) para el total de ejemplares

TABLA 4. TALLA MEDIA DE LAS SARDINAS, A PARTIR DEL TAMAÑO DE LOS OTOLITOS, POR SEXOS.

MACHOS	Individuos	LONGITUD DEL PEZ en cm.					
		L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆
Grupo de Edad	Nº de						
I	1	13.66					
II	39	11.89	18.61				
III	43	12.42	18.61	22.33			
IV	35	11.89	18.26	22.33	25.52		
V	3	11.71	18.44	22.15	25.87	28.00	
L		12.31	18.48	22.27	25.70	28.00	
HEMBRAS	Nº	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆
I	1	14.06					
II	36	13.77	18.96				
III	17	13.63	18.96	22.28			
IV	34	13.77	19.11	22.28	24.73		
V	11	14.21	19.68	22.71	25.45	27.18	
VI	2	13.49	19.25	22.42	25.16	27.04	28.76
L		13.82	19.19	22.42	25.11	27.11	28.76

TABLA 5. CRECIMIENTO DE LA SARDINA, *Sardinops sagax sagax* (J), CALCULADO CON LA ECUACION DE VON BERTALANFFY

EDAD	MACHOS				HEMBRAS			
	Lt	Wt	Incremento anual en g.	hw	Lt	Wt	Incremento anual en g.	hw
1	12.30	18.16	18.2		13.80	24.94	24.9	
2	18.27	62.11	44.0	2.42	19.92	67.74	42.8	1.72
3	25.59	119.82	57.7	3.18	22.63	119.06	51.3	2.06
4	27.70	178.93	59.1	3.25	25.32	169.60	50.5	2.03
5	27.95	232.35	53.4	2.94	27.26	214.38	44.8	1.80
6	29.58	277.23	44.9	2.47	28.68	251.63	37.3	1.49
7	30.75	313.26	36.0	1.98	29.70	281.40	29.8	1.19
8	31.59	341.33	28.1	1.55	30.44	304.56	23.2	0.93
9	32.20	362.76	21.4	1.18	30.98	322.26	17.7	0.72
10	32.65	378.89	16.1	0.89	31.37	335.60	13.3	0.53
				1.90				1.17

El crecimiento presenta una disminución conforme el pez se hace más viejo. El máximo crecimiento lo alcanza al primer año de vida con 12.3 cm y 13.8 cm para machos y hembras, respectivamente; al quinto año, el incremento es sólo de 2.25 cm y 1.94 cm, decreciendo aún más hasta ser de 0.45 cm y 0.30 cm en el décimo año teórico.

En promedio, la sardina tiene un crecimiento anual de 3.3 cm en los machos y de 3.1 cm en las hembras.

3.4 Cálculo de los pesos

Comparativamente a las tallas, los pesos teóricos se presentan en la Tabla 5. Los pesos fueron obtenidos sustituyendo las constantes de la ecuación (5), resultando las expresiones:

$$Wt = 424.19(1 - 0.8946 e^{-0.3187t})^3 \dots\dots Machos (XII)$$

$$Wt = 373.56(1 - 0.8139 e^{-0.3144t})^3 \dots\dots Hembras (XIII)$$

Los resultados obtenidos están relacionados con las tallas; obsérvese que el crecimiento es progresivo con la edad, cuyos máximos incrementos son alcanzados por los machos a los 4 años y por las hembras a los 3 años de edad calendario. Nótese en la misma Tabla 5, que los incrementos anuales en peso son menores en las hembras, con excepción del primer año de vida, siendo favorable el ritmo de crecimiento para los machos.

En general, los machos se incrementan en peso más rápidamente que las hembras, lo que está demostrado por la tasa de crecimiento (hw) anual cuyos promedios para diez años son 1.90 y 1.17 para machos y hembras, respectivamente.

3.5 Relación edad-peso

Es interesante anotar la existencia de una correspondencia en la relación edad-peso de la sardina, relación que es muy similar en machos y hembras, hasta la edad de 3 años, llegando a tener pesos casi iguales. (Fig. 5), ligeramente superior en las hembras. Posteriormente experimentan un cambio, los machos tienen un crecimiento más acelerado que las hembras, el mismo que debe depender de la época reproductiva, habiendo un mayor desgaste en las hembras.

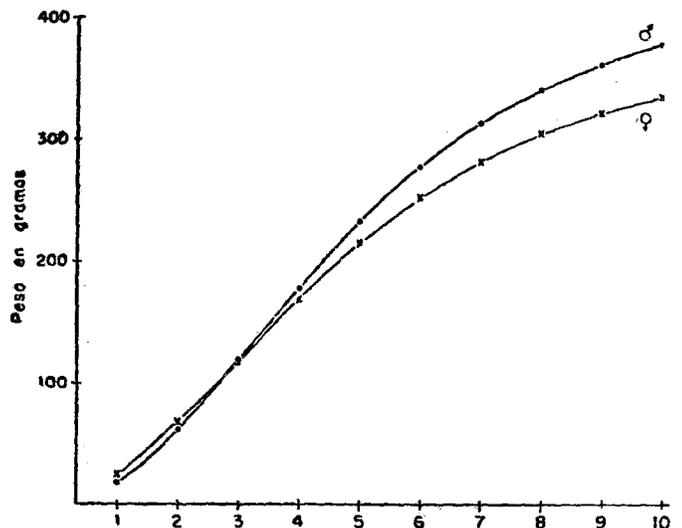


Fig. 5. Relación edad-peso por sexos de la sardina (*Sardinops sagax sagax* (J) del área del Callao

Mejía, J. et al. (1970), consideran a la sardina como migratoria, al parecer en dos formas: una reproductiva, alejada de la costa, y otra nutricional, próxima a la costa. Estas deben presentar va-

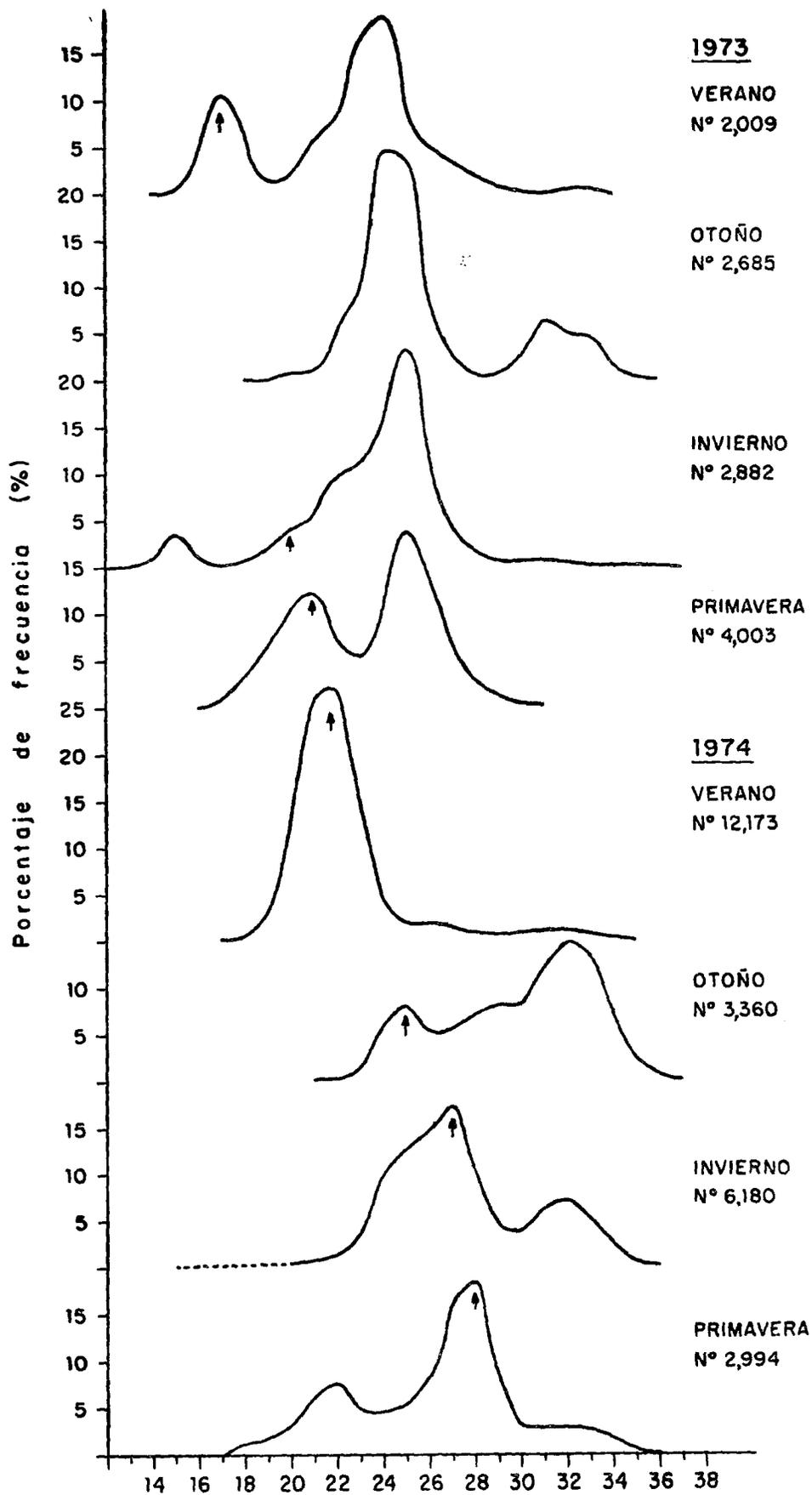


Fig. 6. Composición estacional por tallas y secuencia modal de *Sardinops sagax sagax* (J.). (Callao 1973-1974)

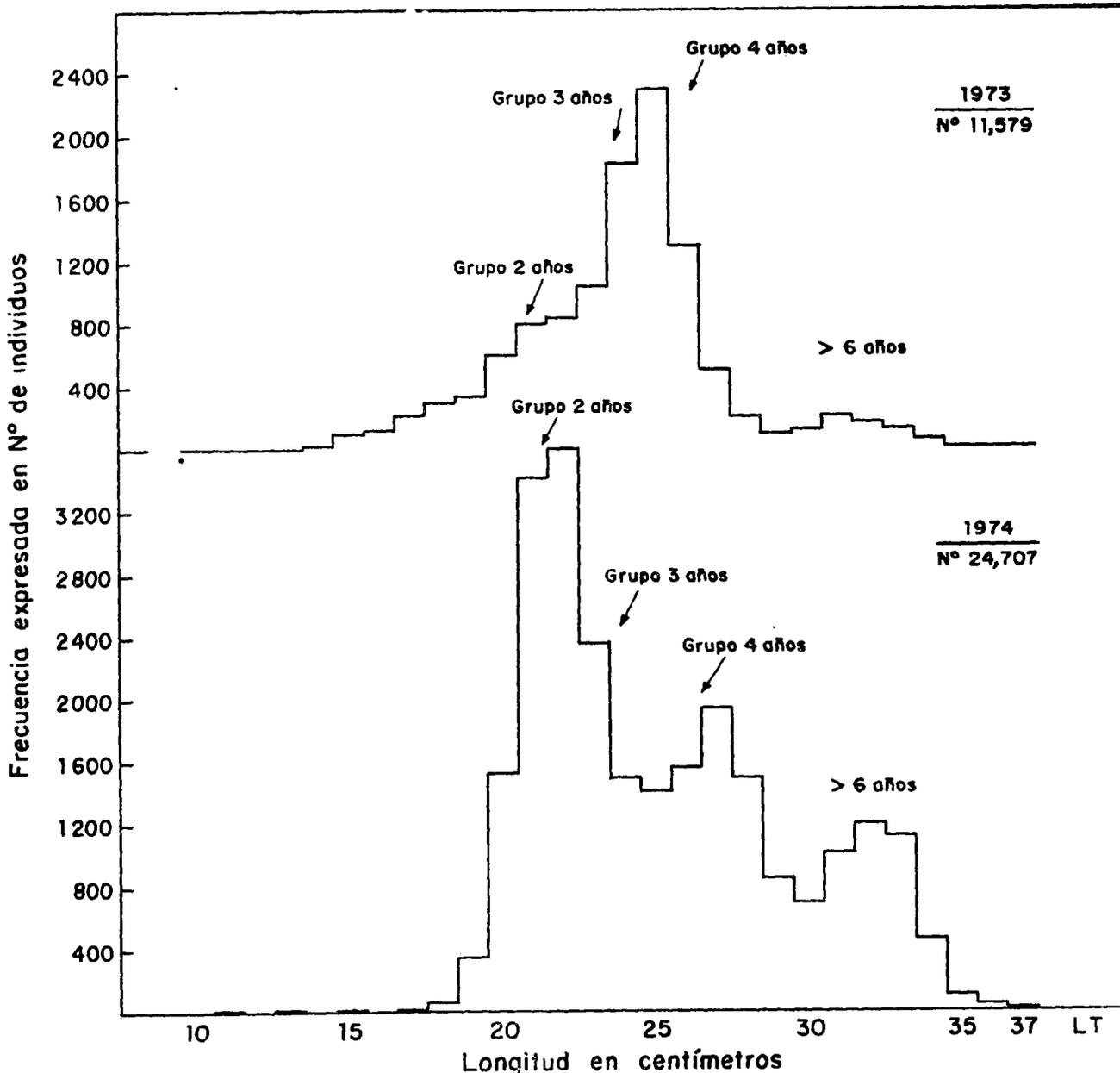


Fig. 7. Distribución por tallas de sardinas medidas en el Callao durante 1973 y 1974

riaciones que se reflejan en la condición del pez, notoria a partir de la edad de 4 años.

3.6 Relación de la edad con la talla de captura

Al observar la Fig. 6 se notará una secuencia modal estacional, demostrando un crecimiento progresivo en el tiempo. Estas mismas tallas fueron reunidas por años (Fig. 7), dejando ver que existen grupos predominantes para cada año; para 1973 hubo una mayor disponibilidad del grupo de edad 4 y de otros secundarios correspondientes a los grupos 3 y 2 años; sin embargo, en 1974 hubo un cambio notable, la disponibilidad del grupo 2 años en las pesquerías se incrementan con los del

grupo 3 años, presentándose como grupo secundario el de 4 años.

El fuerte incremento del grupo de edad 2 años estaría representando un gran reclutamiento hasta el invierno de 1973 (Fig. 6), dejándose ver claramente en el verano de 1974, como consecuencia de un clima favorable a raíz de una anomalía oceánica.

Nótese, además que el grupo de 4 años merminó de 32% a 22%; y el grupo 2 años, sin embargo, se incrementa de 29% a 40%, en 1974 con respecto a 1973. Los peces adultos mayores de 6 años tienden a incrementarse en 1974, a raíz de la in-

tensidad de pesca ejercida sobre los grupos de menor edad.

3.7 Clave edad-longitud

Se confeccionó teniendo en cuenta la ecuación (7), aplicada en la cachema por Samamé, M. y K. Okada (1973); siendo:

$$N_x = \sum_l PI(x) Nl$$

en donde:

- x = edad
 l = longitud
 Nx = número de individuos a la edad x
 PI(x) = probabilidad de edad de los individuos con longitud l.
 Nl = número de individuos a la longitud l.

En la confección de esta clave debemos tener en cuenta que el muestreo no abarcó el rango de distribución total; por tanto, sobre todo las tallas mayores a 30 cm escapan a las claves para 1973 y 1974 que aparecen en el Apéndice.

Se deduce, sin embargo, que la distribución por edades guarda relación con los grupos de tallas, teniendo una correspondencia en la relación con la talla de captura.

4. DISCUSION

Existen varios métodos utilizados en la determinación de la edad; sin embargo, para la sardina *Sardinops sagax sagax* (J), se creyó conveniente emplear el de las mediciones de los anillos en los otolitos, considerando que las marcas eran notorias en la mayoría de las estructuras; de otro lado, se trató de aplicar los métodos utilizados en la cachema y cabrilla por Samamé, M. y K. Okada (1973) y Samamé, M. (1974), respectivamente, los mismos que han dado buenos resultados.

El material corresponde al 75% de las observaciones de otolitos, debido a la imposibilidad de lectura de las marcas por acumulación excesiva de sales de calcio, presentándose las estructuras muy opacas; a pesar de este impedimento la proporción de otolitos, legibles es buena, si tenemos en cuenta que en otras especies como *Sardinella eba* fue imposible efectuar las lecturas en los otolitos, recurriendo a las escamas.

En cuanto al crecimiento de la sardina peruana, ésta alcanza una talla máxima de captura de 37 cm, siendo su longitud infinita (L_∞) mayor que en las especies *S. melanosticta* (Yamanaka, 1960),

la cual presenta $L_\infty = 27$ a 29 cm y *S. neopilchardus* (Blackburn, 1960), con $L_\infty = 26$ cm, por ejemplo.

Mejía, J. (1976) para la misma especie *Sardinops sagax Sagax* (J) hace un intento en la determinación de la edad, mediante grupos modales, comparando con los obtenidos por lectura en número de anillos en los otolitos. Los resultados que él obtiene son: $L_\infty = 32.9$, $K = 0.33$, $t_0 = -1.05$, $W_\infty = 339$; como se podrá observar, la longitud infinita y la constante K son muy similares a las obtenidas en el presente trabajo no así t_0 y W_∞ , los mismos que tienen una notoria diferencia que puede deberse al método utilizado.

Es importante mencionar que la lectura y medida de las marcas de los otolitos han dado buenos resultados en la determinación de la edad en muchas otras especies; por tanto, los resultados aquí obtenidos merecen tomárseles en cuenta ya que el material corresponde sólo al área del Callao, mientras que el análisis de Mejía, J., comprende toda la costa peruana, habiendo la posibilidad de que el crecimiento puede ser diferente en cada área y los grupos modales alteren el fenómeno observado.

5. CONCLUSIONES

1. El método de las lecturas y mediciones directas de las marcas de los anillos de crecimiento de los otolitos dio resultados satisfactorios en un 75% de probabilidad.

2. El crecimiento de marca a marca es similar en todos los grupos de otolitos y tienden a disminuir con la edad, siendo la primera formación de 0.884 mm para machos y 0.863 mm para hembras.

3. El incremento marginal de los otolitos, después de la formación del último anillo, debe iniciarse en el mes de enero.

4. La longitud del pez con la medida del otolito guarda relación directa cuyas expresiones son:

$$R = 0.14247 + 0.05847 \ln \dots \text{ para el total, con } r = 0.9931$$

$$R = 0.18872 + 0.05648 \ln \dots \text{ para machos, con } r = 0.9858 \text{ y}$$

$$R = -0.09570 + 0.06938 \ln \dots \text{ para hembras, con } r = 0.9858$$

5. Los parámetros de crecimiento fueron calculados en:

<u>Machos</u>		<u>Hembras</u>	
L_{∞}	= 33.79	L_{∞}	= 32.39
\overline{K}	= 0.32581	\overline{K}	= 0.32208
t_0	= -0.38886	t_0	= -0.72417
W_{∞}	= 424.19	W_{∞}	= 373.56

6. La ecuación que rige el crecimiento en longitud de la sardina, por sexos, es:

$$L_t = 33.79 (1 - e^{-0.32581(t + 0.38886)})$$

para machos y

$$L_t = 32.39 (1 - e^{-0.32208(t + 0.72417)})$$

para hembras.

7. La ecuación que rige el crecimiento en peso de la sardina, por sexos, es:

$$W_t = 424.19 (1 - 0.8946 e^{-0.3187 t})^3 \text{ para machos y}$$

$$W_t = 373.56 (1 - 0.8139 e^{-0.3144 t})^3 \text{ para hembras.}$$

8. Los machos se incrementan en peso en mayor proporción que las hembras, siendo la tasa de crecimiento anual media de 1.90 y 1.17, respectivamente.

9. Las hembras alcanzan su máximo incremento en peso a los 3 años y los machos lo hacen a los 4 años.

10. La sardina experimentó cambios notorios en la población; en 1973 predominó el grupo de edad 4, mientras que en 1974 se hace disponible el grupo de edad 2, incrementado por el de 3 años.

11. La distribución por edades guarda relación con los grupos de tallas correspondientes a las de captura.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BLACKBURN, M. Synopsis of Biological Information on the Australian New Zealand sardine *Sardinops neopilchardus* (Steindachner). En: Proc. world. sci. Meet Biol. sardines and relat, spec, synops (7). 1960
- MEJIA, J. Contribución al conocimiento de la biología y pesquería de la sardina (*Sardinops sagax sagax JENYNS*) en el Perú. Univ. Nac. Mayor de San Marcos, Lima. Tesis para optar el grado de Doctor en Ciencias Biológicas. 1976
- MEJIA, J., M. SAMAME y A. PASTOR. Información básica de los principales peces de consumo. Inst. Mar Perú, Ser. Inf. Esp. (62); 28 p. 1970
- MIO, S. The Age-Determination, Growth and maturity of the Deepsea Smelt, *Glossanodon semifasciatus*, (KISHINOUE) in the Japan sea. Bull of the Japan sea. Reg Fish. Res. Lab. (21): 1-16. 1969
- MISU, H. y S. HAMASAKI. Age and growth of peruvian hake *Merluccius gayi* (GUI-CHENOT). Bull, seikai Reg. Fish Res. Lab. (41): 93-106. 1960
- SAMAME, M. Algunos aspectos de la biología y pesquería de *Paralabrax humeralis* (VALENCIENNES), del área de pesca de Paita-Perú. Univ. Nac. Mayor de San Marcos, Lima. Tesis para optar el grado de Doctor en Ciencias Biológicas. 1974
- SAMAME, M. Determinación de la Edad y Crecimiento de *Paralabrax humeralis* del área de pesca de Paita (Perú). Contribución N° 171, p. 141-142. IV Congreso Nacional de Biología, Trujillo-Perú. 1974
- SAMAME, M. y K. OKADA. Determinación de la Edad, Crecimiento y Dinámica de la Población de la cachema *Cynoscion analis* (JENYNS), de la costa Norte del Perú. Bull Tokai Reg. Fish. Res. Lab. (73): 23-68. 1973
- YAMANAKA, I. Comparative Study of the population Size of japonese and California Sardina. En: Proc. word Sci. Meet Biol. sardines and Relat. Spec. Expe., p. 19. 1960

Apéndice TABLA 1.1 MACHOS: DATOS UTILIZADOS EN LA DETERMINACION DE LA EDAD DE LA SARDINA

Año 1973	Mes	Nº de Obser.	Nº de anillos	MEDIDAS DE ANILLOS EN mm						R	Long. total cm.	Peso del ejemplar en g.	Edad años
				r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆				
	4	2	3	0.88	1.28	1.52				1.60	23	141	3
	4	4	3	0.88	1.20	1.44				1.52	23	150	3
	4	5	3	0.88	1.20	1.44				1.56	24	145	3
	4	6	3	0.88	1.28	1.44				1.52	24	175	3
	4	8	3	0.92	1.32	1.44				1.52	25	174	3
	5	11	3	0.88	1.28	1.44				1.44	23	133	3
	5	12	3	0.96	1.28	1.44				1.56	23	124	3
	5	13	3	0.88	1.24	1.44				1.60	23	136	3
	5	16	4	0.88	1.20	1.44	1.64			1.76	25	160	4
	8	17	2	0.96	1.28					1.36	21	90	2
	8	18	2	0.88	1.20					1.32	23	110	2
	8	19	3	0.88	1.20	1.40				1.44	23	120	3
	8	21	4	0.88	1.32	1.48	1.64			1.68	24	155	4
	8	22	3	0.96	1.20	1.40				1.52	24	160	3
	8	23	4	0.88	1.28	1.48	1.68			1.76	24	140	4
	8	24	4	0.88	1.20	1.44	1.60			1.64	25	170	4
	8	27	4	0.80	1.16	1.40	1.60			1.64	26	185	4
	8	28	4	0.84	1.24	1.44	1.56			1.64	26	180	4
	9	32	2	0.96	1.32					1.44	22	107	2
	9	33	2	0.88	1.28					1.36	23	134	2
	9	37	4	0.84	1.24	1.44	1.60			1.64	24	155	4
	9	39	4	0.88	1.28	1.48	1.64			1.68	25	180	4
	9	40	4	0.88	1.20	1.48	1.64			1.72	25	184	4
	9	42	4	0.88	1.28	1.48	1.68			1.76	26	181	4
	9	47	2	0.96	1.24					1.28	20	73	2
	9	48	2	0.88	1.20					1.32	20	69	2
	9	50	2	0.96	1.20					1.28	21	78	2
	9	52	3	0.88	1.20	1.48				1.56	22	110	3
	9	54	3	0.96	1.20	1.44				1.52	23	123	3
	9	55	2	1.00	1.28					1.36	23	119	2
	9	57	3	0.92	1.32	1.44				1.48	24	138	3
	9	58	3	0.88	1.28	1.48				1.54	24	138	3
	9	60	4	0.96	1.28	1.44	1.60			1.64	25	140	4
	9	61	3	0.88	1.24	1.48				1.56	25	154	3
	9	63	4	0.80	1.20	1.48	1.64			1.70	26	179	4
	9	64	5	0.88	1.20	1.44	1.64	1.76		1.80	26	168	5
	9	66	4	0.88	1.20	1.44	1.64			1.68	27	190	4
	9	70	4	0.80	1.20	1.44	1.60			1.66	28	211	4
	10	71	3	0.96	1.28	1.48				1.56	23	124	3
	10	72	3	0.80	1.28	1.48				1.54	23	128	3
	10	73	3	0.80	1.28	1.44				1.58	24	154	3
	10	74	4	0.88	1.20	1.48	1.62			1.66	24	138	4
	10	77	4	0.88	1.20	1.44	1.60			1.68	25	168	4
	10	81	4	0.88	1.18	1.44	1.60			1.68	27	189	4
	10	84	2	0.80	1.20					1.33	21	93	2
	10	87	2	0.88	1.28					1.36	22	109	2
	10	88	3	0.88	1.20	1.44				1.52	23	123	3
	10	92	3	0.88	1.28	1.44				1.45	24	132	3
	10	93	4	0.88	1.12	1.44	1.68			1.74	25	174	4
	10	94	4	0.80	1.20	1.44	1.60			1.70	25	160	4
	10	95	4	0.88	1.24	1.44	1.72			1.80	25	174	4
	10	98	4	0.88	1.28	1.48	1.60			1.65	26	172	4
	11	115	2	0.96	1.24					1.26	20	80	2
	11	117	2	0.96	1.28					1.32	22	111	2
	11	119	2	0.88	1.28					1.36	22	119	2
	11	120	3	0.96	1.20	1.40				1.48	23	140	3

Continuación Apéndice TABLA 1.1

Año	Mes	Nº de Obser.	Nº de anillos	MEDIDAS DE ANILLOS EN mm						R	Long. total cm.	Peso del ejemplar en g.	Edad años	
				r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆					
1973		11	121	3	0.80	1.20	1.48				1.53	23	149	3
		11	122	3	0.92	1.20	1.48				1.60	24	170	3
		11	123	3	0.84	1.20	1.44				1.58	24	168	3
		11	124	3	0.88	1.28	1.52				1.56	24	151	3
		11	125	3	1.04	1.28	1.48				1.58	25	186	3
		11	126	3	0.88	1.28	1.48				1.56	25	200	3
		11	128	4	0.88	1.24	1.44	1.64			1.73	26	219	4
		11	132	5	0.80	1.20	1.40	1.63	1.74		1.74	28	255	5
		11	133	5	0.88	1.28	1.48	1.68	1.80		1.88	28	241	5
		11	136	4	0.80	1.20	1.44	1.64			1.68	25	165	4
		11	137	4	0.88	1.20	1.44	1.60			1.64	25	165	4
		11	138	4	0.96	1.20	1.44	1.64			1.64	25	164	4
		11	140	4	0.80	1.20	1.44	1.60			1.62	26	188	4
		11	141	3	0.88	1.20	1.44				1.52	26	186	3
		12	147	1	0.96						1.12	17	51	1
		12	149	2	0.80	1.20					1.20	17	50	2
		12	154	2	0.88	1.20					1.24	20	85	2
		12	155	2	0.80	1.20					1.33	20	80	2
		12	157	2	0.80	1.20					1.40	21	92	2
		12	158	2	0.96	1.20					1.28	21	97	2
		12	160	3	0.80	1.20	1.44				1.47	24	141	3
		12	161	3	0.88	1.20	1.44				1.55	24	145	3
		12	162	3	0.88	1.20	1.44				1.50	24	134	3
		12	163	3	0.80	1.28	1.44				1.57	25	162	3
		12	164	3	0.96	1.28	1.52				1.62	25	181	3
		12	165	4	0.88	1.20	1.44	1.60			1.70	26	175	4
		12	166	4	0.80	1.20	1.44	1.60			1.66	26	191	4
		12	167	4	0.88	1.28	1.52	1.68			1.78	26	170	4
		12	169	4	0.88	1.20	1.44	1.60			1.71	27	206	4
1974	1	172	2	2	0.80	1.20					1.30	19	77	2
	1	173	2	2	0.88	1.20					1.29	20	90	2
	1	174	2	2	0.80	1.20					1.38	20	90	2
	1	181	2	2	0.88	1.20					1.41	22	131	2
	1	186	2	2	0.88	1.24					1.36	20	85	2
	1	187	2	2	0.80	1.20					1.31	20	79	2
	1	190	2	2	0.88	1.20					1.37	21	89	2
	1	193	3	3	0.80	1.20	1.44				1.44	22	109	3
	1	194	3	3	0.88	1.20	1.44				1.44	23	118	3
	1	199	2	2	0.88	1.20					1.28	21	86	2
	1	200	2	2	0.96	1.28					1.31	22	100	2
	1	201	2	2	0.88	1.24					1.31	22	88	2
	1	202	2	2	1.00	1.32					1.38	23	122	2
	3	203	2	2	0.94	1.28					1.35	18	76	2
	3	204	2	2	0.75	1.24					1.34	20	87	2
	3	206	2	2	0.72	1.24					1.34	20	85	2
	3	207	2	2	0.88	1.28					1.38	21	94	2
	3	208	2	2	0.88	1.28					1.39	21	100	2
	3	209	2	2	0.88	1.22					1.35	21	105	2
	3	210	3	3	0.88	1.24	1.44				1.50	22	115	3
	3	211	3	3	0.84	1.20	1.44				1.48	22	118	3
	3	213	3	3	0.88	1.28					1.42	22	134	2
	3	212	2	2	0.84	1.28	1.44				1.48	23	112	3
	3	214	2	2	0.88	1.24					1.36	23	121	2
	3	215	2	2	0.88	1.28					1.35	24	123	2
	3	217	2	2	0.80	1.24					1.41	23	130	2
	3	218	3	3	0.88	1.28	1.44				1.50	23	129	3
	3	219	3	3	0.88	1.28	1.46				1.53	23	125	3

Continuación Apéndice TABLA 1.1

Año 1974	Mes	Nº de Obser.	Nº de anillos	MEDIDAS DE ANILLOS EN mm						R	Long. total cm.	Peso del ejemplar en g.	Edad años
				r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆				
	3	220	3	0.90	1.20	1.44				1.46	24	164	3
	3	221	3	0.88	1.20	1.36				1.42	24	146	3
	3	222	3	0.96	1.28	1.48				1.56	25	174	3
	3	225	4	0.88	1.20	1.48	1.64			1.74	26	211	4
	3	226	4	0.80	1.16	1.44	1.66			1.75	27	217	4
	3	227	4	0.80	1.28	1.52	1.64			1.64	27	232	4
	5	234	4	0.80	1.16	1.44	1.60			1.71	27	186	4
	5	236	4	0.88	1.20	1.44	1.60			1.70	28	216	4

Apéndice TABLA 1.2 HEMBRAS: DATOS UTILIZADOS EN LA DETERMINACION DE LA EDAD DE LA SARDINA

Año 1973	Mes	Nº de Obser.	Nº de anillos	MEDIDAS DE ANILLOS EN mm						R	Long. total cm.	Peso del ejemplar en g.	Edad años
				r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆				
	4	1	3	0.88	1.28	1.52				1.64	22	121	3
	4	3	3	0.88	1.20	1.52				1.64	23	129	3
	4	7	4	0.84	1.20	1.44	1.68			1.76	24	163	4
	4	9	3	0.88	1.20	1.52				1.64	25	163	3
	5	10	2	0.92	1.32					1.40	22	96	2
	5	14	4	0.84	1.20	1.44	1.60			1.64	25	156	4
	5	15	4	0.84	1.20	1.48	1.68			1.80	25	152	4
	8	20	3	0.80	1.20	1.40				1.40	23	115	3
	8	25	4	0.88	1.20	1.44	1.68			1.76	25	180	4
	8	26	4	0.84	1.28	1.48	1.60			1.68	25	155	4
	8	29	4	0.80	1.16	1.40	1.60			1.60	26	165	4
	8	30	4	0.88	1.16	1.44	1.60			1.68	27	195	4
	8	31	5	0.88	1.28	1.48	1.68	1.80		1.92	27	220	5
	9	34	3	0.88	1.20	1.44				1.52	23	131	3
	9	35	3	0.88	1.20	1.40				1.40	23	117	3
	9	36	4	0.84	1.24	1.44	1.60			1.68	24	149	4
	9	38	4	0.88	1.28	1.44	1.60			1.60	24	144	4
	9	41	4	0.84	1.28	1.44	1.60			1.60	25	185	4
	9	43	4	0.84	1.36	1.52	1.68			1.68	26	181	4
	9	44	4	0.80	1.28	1.52	1.68			1.76	27	209	4
	9	45	5	0.88	1.28	1.52	1.68	1.76		1.80	28	249	5
	9	46	6	0.88	1.28	1.44	1.64	1.76	1.88	1.92	28	249	6
	9	49	2	0.88	1.28					1.36	21	84	2
	9	51	2	0.88	1.28					1.40	21	80	2
	9	53	3	0.88	1.28	1.44				1.48	23	104	3
	9	56	3	0.92	1.28	1.48				1.48	24	138	3
	9	59	4	0.88	1.20	1.44	1.68			1.70	25	161	4
	9	62	5	0.88	1.28	1.48	1.68	1.80		1.92	26	160	5
	9	65	5	0.88	1.20	1.44	1.68	1.80		1.84	27	179	5
	9	67	4	0.88	1.20	1.44	1.60			1.65	27	183	4
	9	68	4	0.88	1.28	1.44	1.60			1.69	28	201	4
	9	69	5	0.88	1.20	1.44	1.68	1.84		1.89	28	200	5
	10	75	4	0.96	1.28	1.48	1.68			1.71	25	191	4
	10	76	4	0.88	1.20	1.48	1.68			1.76	25	194	4
	10	78	4	0.80	1.28	1.48	1.60			1.64	26	203	4
	10	79	4	0.80	1.20	1.44	1.60			1.66	26	174	4
	10	80	4	0.88	1.20	1.44	1.60			1.64	26	202	4
	10	82	5	0.88	1.28	1.48	1.68	1.84		1.92	27	210	5

Continuación Apéndice TABLA 1.2

Año	Mes	Nº de Obser.	Nº de anillos	MEDIDAS DE ANILLOS EN mm						R	Long. total cm.	Peso del ejemplar en g.	Edad años
				r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆				
1973	10	83	2	0.88	1.20					1.34	20	75	2
	10	85	2	0.88	1.28					1.39	22	105	2
	10	86	2	0.96	1.28					1.39	22	97	2
	10	89	3	0.80	1.12	1.36				1.42	23	113	3
	10	90	2	0.88	1.28					1.36	23	133	2
	10	91	3	0.80	1.16	1.38				1.50	24	141	3
	10	96	4	0.88	1.12	1.40	1.54			1.54	26	194	4
	10	97	4	0.96	1.28	1.44	1.60			1.66	26	205	4
	10	99	5	0.88	1.28	1.48	1.64	1.76		1.80	27	221	5
	10	100	4	0.88	1.20	1.44	1.64			1.68	27	204	4
	11	116	2	0.96	1.28					1.31	21	98	2
	11	118	2	0.88	1.28					1.36	22	120	2
	11	127	4	0.96	1.20	1.44	1.68			1.72	25	194	4
	11	129	6	0.80	1.20	1.48	1.65	1.97	1.92	2.00	27	227	6
	11	130	5	0.88	1.28	1.52	1.68	1.80		1.84	27	234	5
	11	131	5	0.88	1.20	1.44	1.62	1.76		1.84	28	254	5
	11	134	3	0.80	1.28	1.44				1.44	23	123	3
	11	135	3	0.80	1.20	1.44				1.48	23	122	3
	11	139	3	0.88	1.20	1.46				1.50	26	196	3
	11	142	4	0.88	1.20	1.44	1.60			1.68	27	188	4
	11	143	4	0.88	1.20	1.44	1.60			1.60	27	182	4
	11	144	4	0.80	1.20	1.44	1.60			1.60	27	196	4
	11	145	5	0.92	1.28	1.44	1.64	1.76		1.80	28	206	5
	12	146	1	0.88						1.00	16	43	1
	12	148	2	0.88	1.16					1.22	17	51	2
	12	150	2	0.80	1.20					1.26	18	61	2
	12	151	2	0.80	1.16					1.18	19	82	2
	12	152	2	0.80	1.16					1.24	19	70	2
	12	153	2	0.88	1.20					1.36	19	71	2
	12	156	2	0.88	1.20					1.26	20	87	2
	12	159	2	0.88	1.20					1.36	21	85	2
	12	168	4	0.88	1.28	1.48	1.62			1.62	27	216	4
1974	1	170	2	0.88	1.20					1.20	19	69	2
	1	171	2	0.88	1.20					1.34	19	74	2
	1	175	2	0.88	1.28					1.42	20	93	2
	1	176	2	0.80	1.28					1.40	21	116	2
	1	177	2	0.88	1.28					1.38	21	113	2
	1	178	2	0.80	1.20					1.28	21	105	2
	1	179	2	0.80	1.20					1.40	22	123	2
	1	180	3	0.88	1.28	1.46				1.46	22	117	3
	1	182	2	0.88	1.22					1.22	19	68	2
	1	183	2	0.88	1.20					1.24	19	74	2
	1	184	2	0.88	1.20					1.28	19	63	2
	1	185	2	0.80	1.20					1.23	20	71	2
	1	188	2	0.88	1.20					1.31	21	99	2
	1	189	2	0.80	1.12					1.22	21	95	2
	1	191	2	0.80	1.20					1.28	22	108	2
	1	192	3	0.80	1.20	1.44				1.44	22	103	3
	1	195	2	0.80	1.20					1.20	19	75	2
	1	196	2	0.80	1.12					1.17	20	70	2
	1	197	2	0.88	1.28					1.30	20	75	2
	1	198	2	0.88	1.20					1.35	21	95	2
	3	205	2	0.84	1.22					1.32	20	76	2
	3	216	2	0.80	1.28					1.42	24	127	2
	3	223	4	0.92	1.24	1.49	1.64			1.64	26	199	4
	3	224	3	0.80	1.20	1.44				1.52	26	198	3

Continuación Apéndice TABLA 1.2

Año	Mes	Nº de Obsér.	Nº de anillos	MEDIDA DE ANILLOS EN mm						R	Long. total cm.	Peso del ejemplar en g.	Edad años
				r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆				
1974	3	228	4	0.80	1.28	1.44	1.60			1.70	28	256	4
	3	229	4	0.88	1.24	1.48	1.65			1.66	28	263	4
	3	230	4	0.88	1.28	1.48	1.58			1.58	28	230	4
	3	231	5	0.96	1.36	1.52	1.68	1.81		1.88	30	290	5
	5	233	3	0.88	1.20	1.44				1.53	26	179	3
	5	235	4	0.88	1.28	1.48	1.60			1.73	28	231	4
	5	237	4	0.80	1.16	1.44	1.62			1.71	29	240	4

Apéndice TABLA 1.3 SEXUALMENTE INDETERMINADOS.—DATOS UTILIZADOS EN LA DETERMINACION DE LA EDAD DE LA SARDINA.

Año	Mes	Nº de Obsér.	Nº de anillos	MEDIDA DE ANILLOS EN mm						R	Long. total cm.	Peso del ejemplar en g.	Edad años
				r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆				
1973	10	101	1	0.96						1.12	17	53	1
	10	102	1	0.96						1.12	17	50	1
	10	103	1	0.96						1.04	17	45	1
	10	104	2	0.88	1.20					1.21	18	54	2
	10	105	2	0.92	1.20					1.22	18	61	2
	10	106	2	0.96	1.20					1.21	18	56	2
	10	107	2	0.88	1.16					1.20	18	58	2
	10	108	2	0.88	1.20					1.21	18	49	2
	10	109	2	0.88	1.20					1.20	18	59	2
	10	110	2	0.88	1.20					1.28	19	67	2
	10	111	2	1.04	1.28					1.28	19	75	2
	10	112	2	0.80	1.12					1.17	19	61	2
	10	113	2	0.96	1.20					1.26	20	71	2
	10	114	2	0.96	1.20					1.21	20	72	2
1974	5	232	4	0.80	1.20	1.48	1.60			1.60	26	181	4
	5	238	3	0.84	1.28	1.48				1.52	25	—	3
	5	239	3	0.92	1.28	1.48				1.60	26	—	3
	5	240	3	0.92	1.28	1.52				1.62	26	—	3
	5	241	5	0.96	1.36	1.56	1.72	1.84		1.86	28	—	5
	5	242	4	0.96	1.36	1.60	1.76			1.82	28	—	4
	5	243	3	0.88	1.28	1.48				1.54	27	—	3
	5	244	3	0.88	1.20	1.48				1.63	27	—	3

(Figuras 1-7 Tablas 1-5 y apéndices)

	Pág.		Pág.
1. Introducción	96	3.2.1.2 Cálculo de K y t_0	100
2. Material y Métodos	96	3.2.1.3 Cálculo del peso infinito (W_{∞}), b y K	101
3. Resultados	99	3.3 Cálculo de las tallas	101
3.1 Determinación de la edad	99	3.4 Cálculo de los pesos	103
3.1.1 Medida de marcas de otolitos	99	3.5 Relación edad-peso	103
3.1.2 Variación del incremento marginal	99	3.6 Relación de la edad con la talla de captura	105
3.1.3 Cálculo de crecimiento de los otolitos	99	3.7 Clave edad-longitud	106
3.1.4 Relación longitud pez-medida del otolito	99	4. Discusión	106
3.2 Crecimiento	100	5. Conclusiones	106
3.2.1 Cálculo de los parámetros de crecimiento	100	6. Bibliografía citada	107
3.2.1.1 Cálculo de la longitud infinita (L_{∞})	100	7. Apéndice	108