



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.

# 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 ( $W_{\infty}$ ), 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 ( $L_{\infty}$ ) . . . . . | 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.

Relatin the age with lengths of captures, for the years 1973 and 1974, the 4 years old age groups were found to predominat 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 estereoscopio, 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<br>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:

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

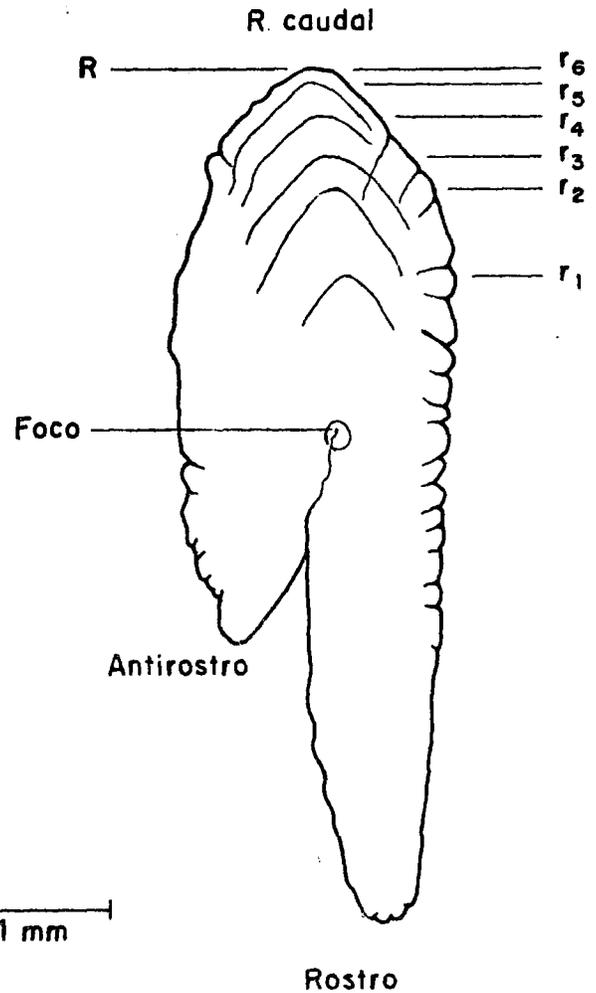


Fig. 1. Estructura de un otolito de *Sardinops sagax sagax* (J), hembra de 34 cm con 6 anillos de crecimiento.

que sirvió para el cálculo de K y  $L_\infty$ ; 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:

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

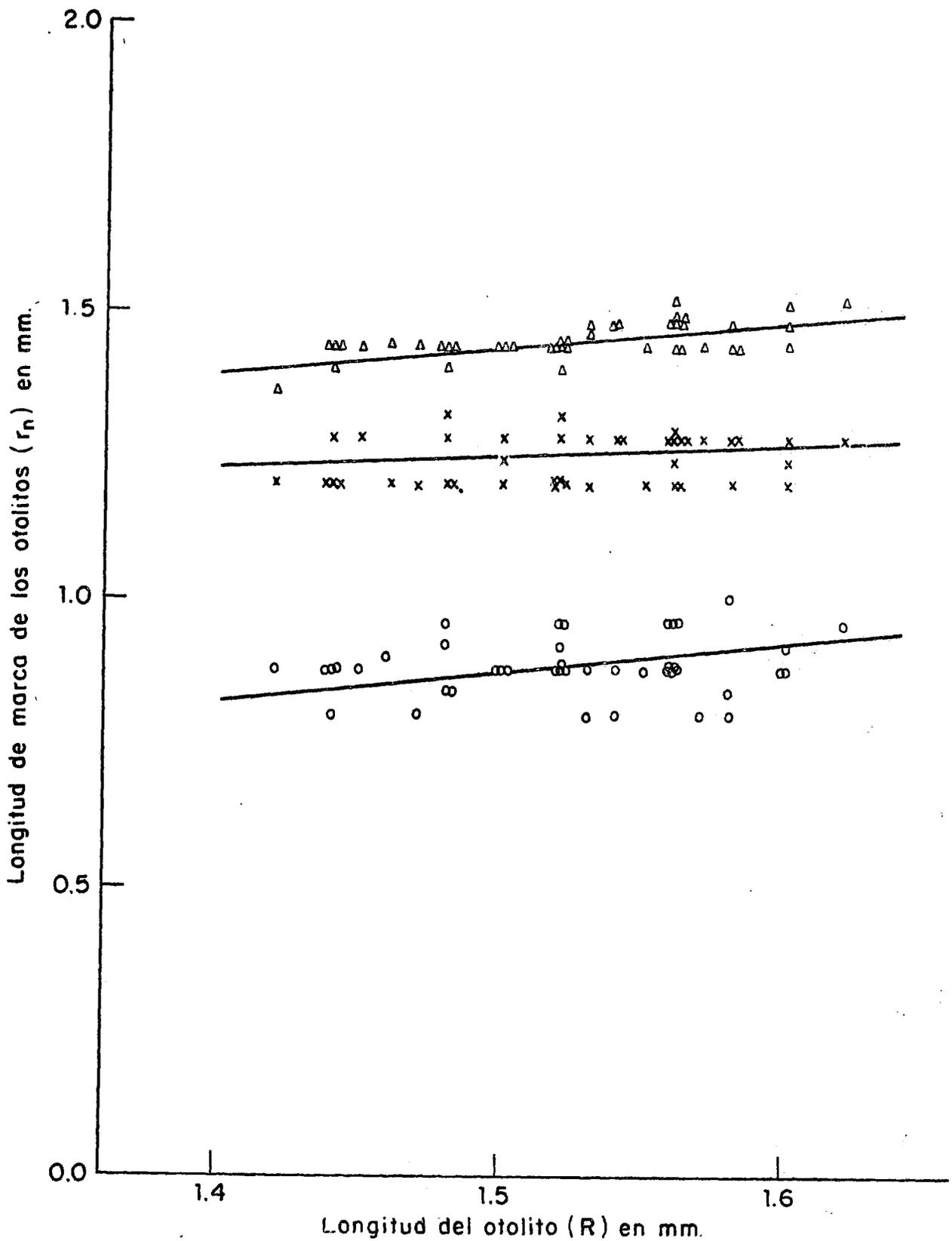


Fig. 2. Relación longitud del otolito (R) con sus respectivas marcas ( $r_n$ ). (43) ejemplares machos con tres anillos de crecimiento).

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.

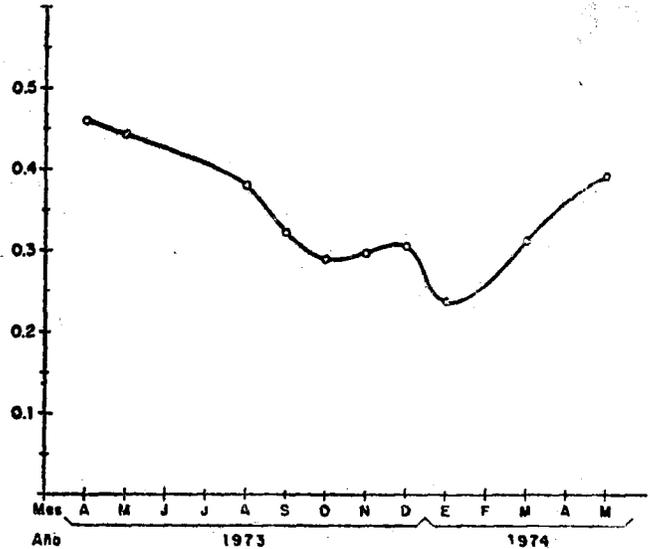


Fig. 3. Variación media mensual del incremento marginal de los otolitos de *Sardinops sagax sagax* (J), calculado con

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

**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 <sub>1</sub>         | r <sub>2</sub> | r <sub>3</sub> | r <sub>4</sub> | r <sub>5</sub> | r <sub>6</sub> |
| 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 <sub>n</sub>        |                  | 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 <sub>1</sub> | r <sub>2</sub> | r <sub>3</sub> | r <sub>4</sub> | r <sub>5</sub> | r <sub>6</sub> |
|-----------------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 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 <sub>n</sub>        |     | 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 ( $L_\infty$ )

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 ( $W_{\infty}$ ),  $b$  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.

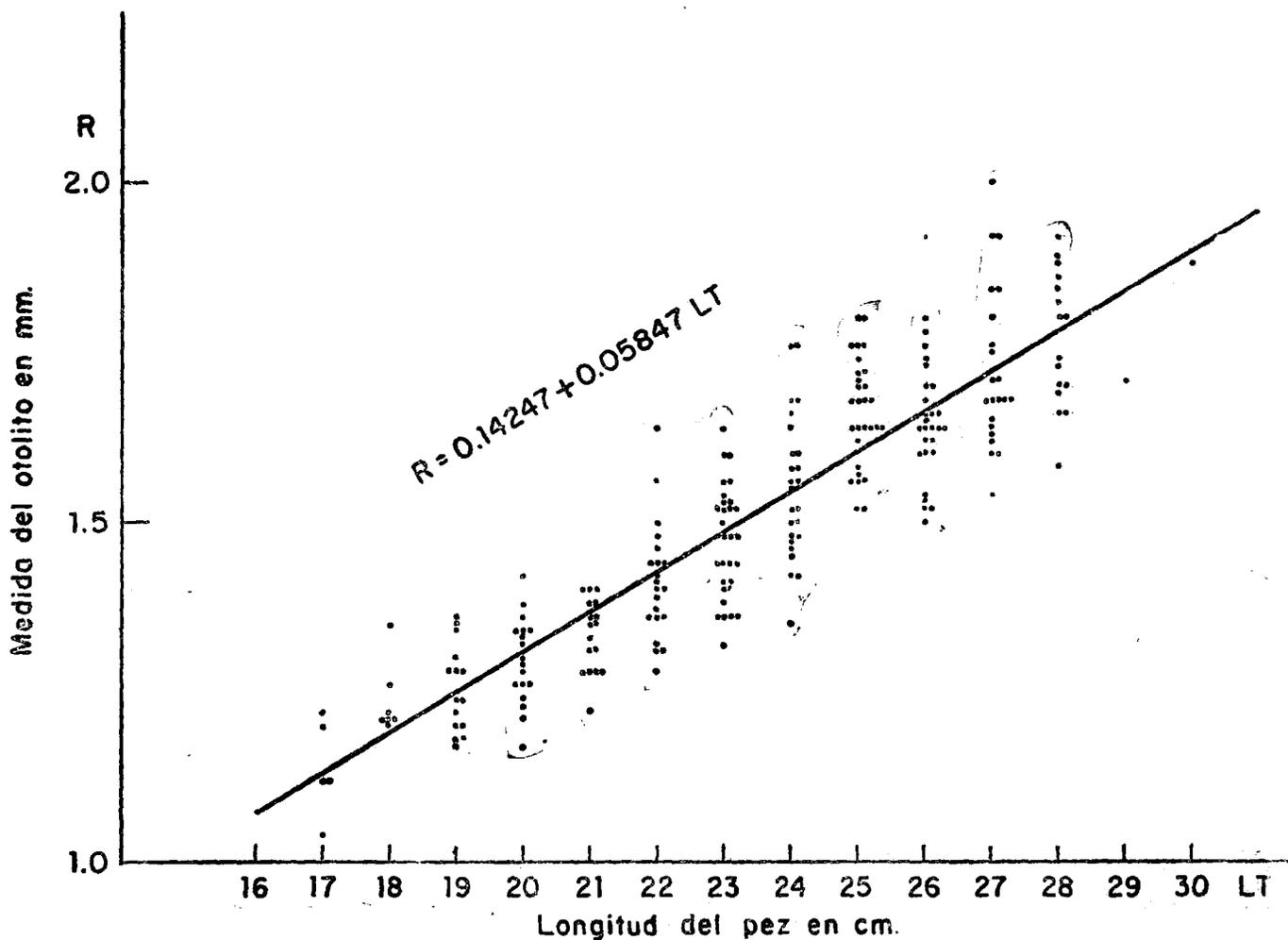


Fig. 4. Relación entre la longitud total del pez (LT) y la medida del otolito (R) para el total de ejemplares

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

| MACHOS<br>Grupo de Edad | Individuos<br>Nº de | LONGITUD DEL PEZ en cm. |                |                |                |                |                |
|-------------------------|---------------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                         |                     | L <sub>1</sub>          | L <sub>2</sub> | L <sub>3</sub> | L <sub>4</sub> | L <sub>5</sub> | L <sub>6</sub> |
| 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                 |                     | L <sub>1</sub>          | L <sub>2</sub> | L <sub>3</sub> | L <sub>4</sub> | L <sub>5</sub> | L <sub>6</sub> |
| 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.

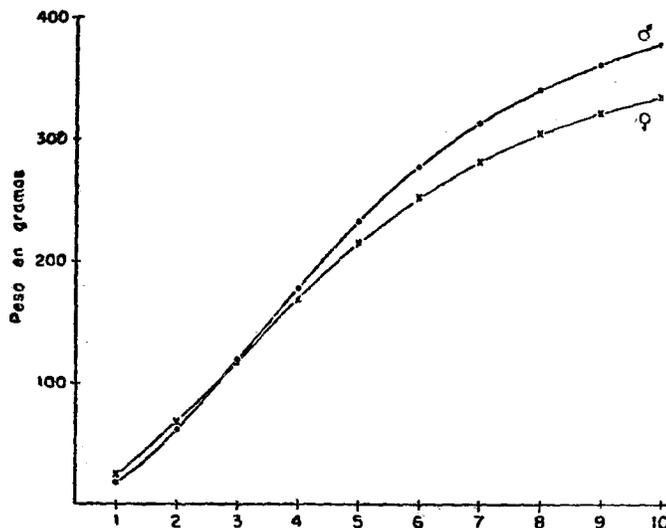


Fig. 5. Relación edad-peso por sexos de la sardina (*Sardinops sagax sagax* (J) del área del Callao

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-

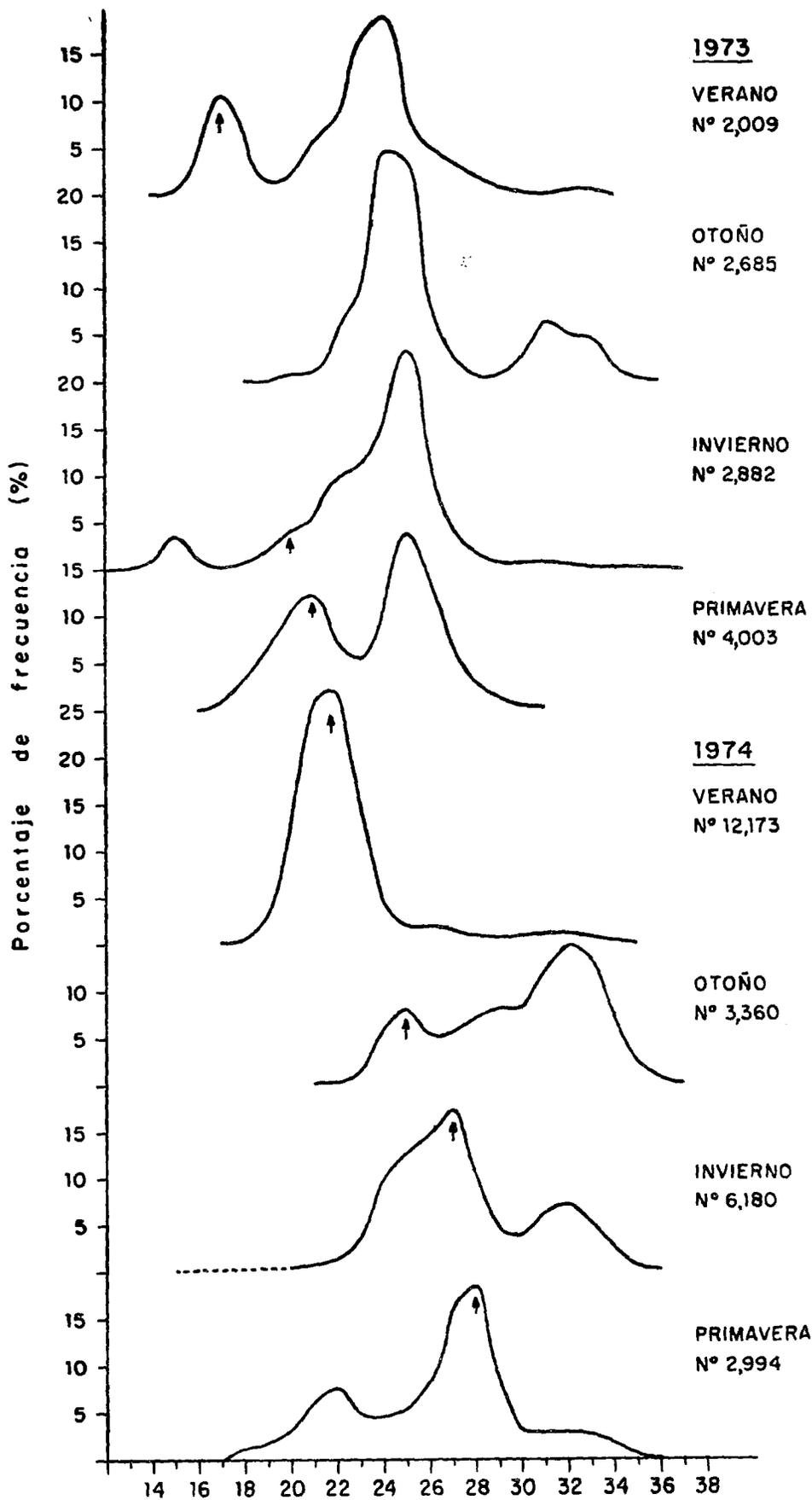


Fig. 6. Composición estacional por tallas y secuencia modal de *Sardinops sagax sagax* (J.). (Callao 1973-1974)

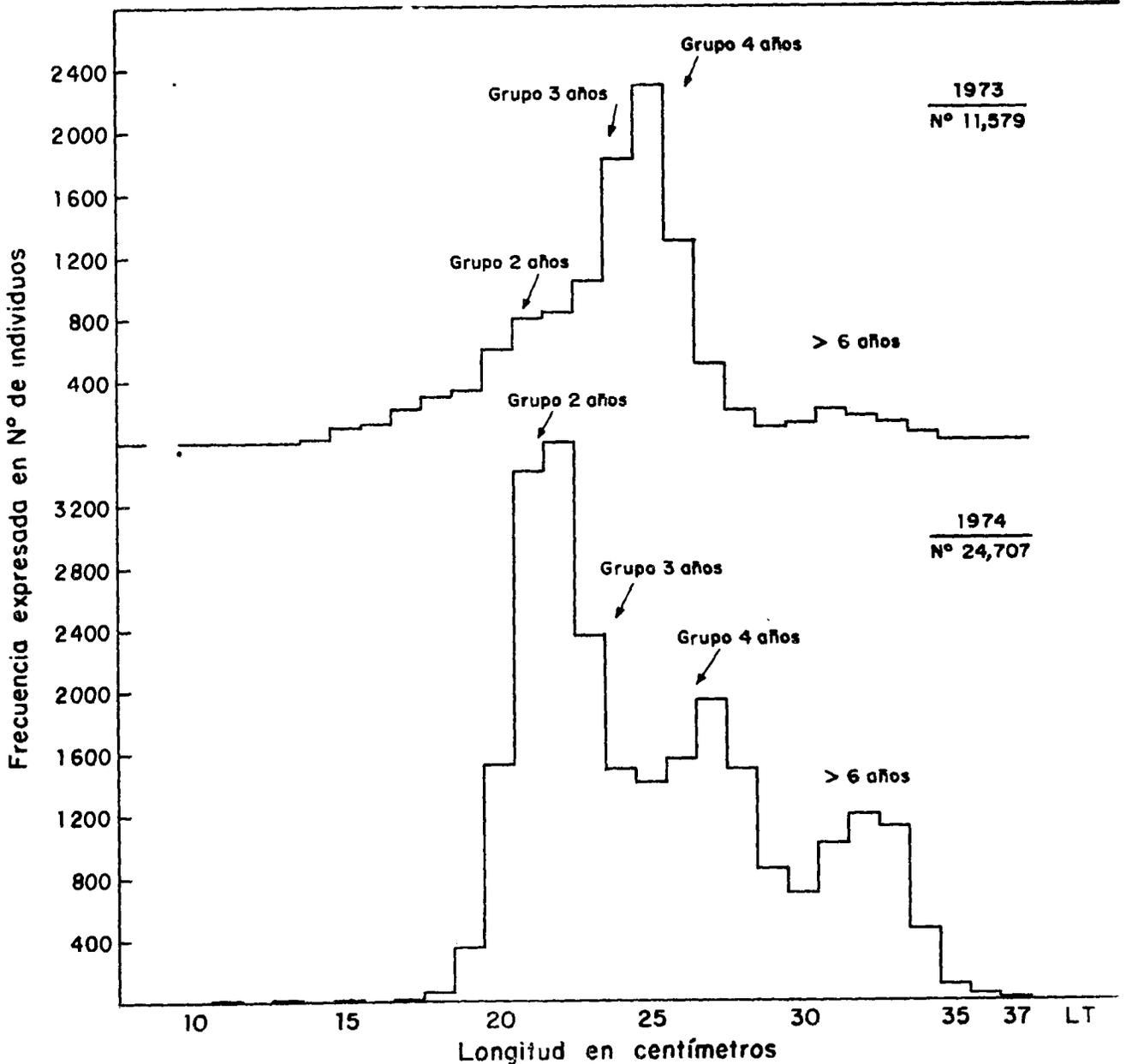


Fig. 7. Distribución por tallas de sardinas medidas en el Callao durante 1973 y 1974

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:

$$N_x = \sum_l PI_{(x)} N_l$$

en donde:

- x = edad  
 l = longitud  
 N<sub>x</sub> = número de individuos a la edad x  
 PI(x) = probabilidad de edad de los individuos con longitud l.  
 N<sub>l</sub> = 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 ( $L_{\infty}$ ) 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  $W_{\infty}$ , 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:

| Machos       |            | Hembras      |            |
|--------------|------------|--------------|------------|
| $L_{\infty}$ | = 33.79    | $L_{\infty}$ | = 32.39    |
| $K$          | = 0.32581  | $K$          | = 0.32208  |
| $t_0$        | = -0.38886 | $t_0$        | = -0.72417 |
| $W_{\infty}$ | = 424.19   | $W_{\infty}$ | = 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 Zeland 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<br>1973 | Mes | Nº de<br>Obser. | Nº de<br>anillos | MEDIDAS DE ANILLOS EN mm |                |                |                |                |                | R    | Long.<br>total<br>cm. | Peso del<br>ejemplar<br>en g. | Edad<br>años |
|-------------|-----|-----------------|------------------|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|-----------------------|-------------------------------|--------------|
|             |     |                 |                  | r <sub>1</sub>           | r <sub>2</sub> | r <sub>3</sub> | r <sub>4</sub> | r <sub>5</sub> | r <sub>6</sub> |      |                       |                               |              |
|             | 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 <sub>1</sub>           | r <sub>2</sub> | r <sub>3</sub> | r <sub>4</sub> | r <sub>5</sub> | r <sub>6</sub> |   |                 |                         |           |   |
| 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<br>1974 | Mes | Nº de<br>Obser. | Nº de<br>anillos | MEDIDAS DE ANILLOS EN mm |                |                |                |                |                | R    | Long.<br>total<br>cm. | Peso del<br>ejemplar<br>en g. | Edad<br>años |
|-------------|-----|-----------------|------------------|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|-----------------------|-------------------------------|--------------|
|             |     |                 |                  | r <sub>1</sub>           | r <sub>2</sub> | r <sub>3</sub> | r <sub>4</sub> | r <sub>5</sub> | r <sub>6</sub> |      |                       |                               |              |
|             | 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<br>1973 | Mes | Nº de<br>Obser. | Nº de<br>anillos | MEDIDAS DE ANILLOS EN mm |                |                |                |                |                | R    | Long.<br>total<br>cm. | Peso del<br>ejemplar<br>en g. | Edad<br>años |
|-------------|-----|-----------------|------------------|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|-----------------------|-------------------------------|--------------|
|             |     |                 |                  | r <sub>1</sub>           | r <sub>2</sub> | r <sub>3</sub> | r <sub>4</sub> | r <sub>5</sub> | r <sub>6</sub> |      |                       |                               |              |
|             | 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 <sub>1</sub>           | r <sub>2</sub> | r <sub>3</sub> | r <sub>4</sub> | r <sub>5</sub> | r <sub>6</sub> |      |                 |                         |           |
| 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<br>Obsér. | Nº de<br>anillos | MEDIDA DE ANILLOS EN mm |                |                |                |                |                | R    | Long.<br>total<br>cm. | Peso del<br>ejemplar<br>en g. | Edad<br>años |
|------|-----|-----------------|------------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|-----------------------|-------------------------------|--------------|
|      |     |                 |                  | r <sub>1</sub>          | r <sub>2</sub> | r <sub>3</sub> | r <sub>4</sub> | r <sub>5</sub> | r <sub>6</sub> |      |                       |                               |              |
| 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<br>Obsér. | Nº de<br>anillos | MEDIDA DE ANILLOS EN mm |                |                |                |                |                | R    | Long.<br>total<br>cm. | Peso del<br>ejemplar<br>en g. | Edad<br>años |
|------|-----|-----------------|------------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|-----------------------|-------------------------------|--------------|
|      |     |                 |                  | r <sub>1</sub>          | r <sub>2</sub> | r <sub>3</sub> | r <sub>4</sub> | r <sub>5</sub> | r <sub>6</sub> |      |                       |                               |              |
| 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 ( $W_{\infty}$ ), 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 ( $L_{\infty}$ ) . . . . . | 100  | 7. Apéndice . . . . .   | 108  |