



INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

Boletín

ISSN-0378-7699
VOLUMEN 11 N° 3

***ESTUDIOS DE LA EDAD Y
CRECIMIENTO DE LA SARDINA
Sardinops sagax sagax
DE LA REGION CENTRAL DEL PERU***

G. Cárdenas

**Publicación N° 48 de PROCOPA
auspiciada por la Deutsche Gesellschaft
für Technische Zusammenarbeit (GTZ)**

CALLAO-PERU, 1987

C Instituto del Mar del Perú
Esq. Gamarra y Gral. Valle s/n
Teléfono 297630
Apartado Postal 22
Callao, PERU

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

Impreso en el Perú
Improffset
Av. José Gálvez # 107
Teléfono 327052
Lima, PERU

Conducción editorial: Dr. Antonio Landa Cannon, Editor
Científico.

Bol. Inst. Mar Perú-Callao, Vol. 11 N° 3, 118 - 145, 1987.

CONTENIDO

Resumen.....	122
1. Introducción.....	123
2. Material y Métodos.....	123
3. Resultados.....	125
3.1 Determinación de la edad.....	125
3.1.1 Evolución de la naturaleza del borde del otolito.....	125
3.1.2 Medición de anillos de crecimiento.....	126
3.1.3 Relación longitud del otolito - longitud del pez.....	126
3.2 Crecimiento.....	127
3.2.1 Por contaje de anillos.....	127
3.2.1.1 Cálculo de los parámetros de crecimiento.....	127
3.2.1.2 Relación edad - longitud.....	127
3.2.1.3 Incremento anual en longitud.....	127
3.2.2 Por retrocálculo.....	128
3.2.2.1 Cálculo de los parámetros de crecimiento.....	128
3.2.2.2 Relación edad - longitud.....	128
3.2.2.3 Estudio de la variabilidad del crecimiento individual.....	128
3.3 Claves talla - edad.....	129
3.4 Composición por edades.....	129
4. Discusión.....	130
5. Conclusiones.....	131
Agradecimiento.....	133
Bibliografía.....	134

ESTUDIOS DE LA EDAD Y CRECIMIENTO DE LA SARDINA

Sardinops sagax sagax

DE LA REGION CENTRAL DEL PERU

Gladys Cárdenas

RESUMEN

En el presente trabajo se estima la edad y crecimiento de sardina, Sardinops sagax sagax en la región central del Perú durante 1980, mediante la lectura directa de otolitos por contaje de anillos de crecimiento y por retrocálculo en las medidas de las mismas estructuras.

Para determinar la edad, se ha seguido la evolución de la naturaleza del borde del otolito, así como también se realizaron mediciones de cada anillo de crecimiento y se estableció la proporcionalidad entre el incremento en longitud del otolito (R) y del pez (L), resultando la ecuación siguiente:

$$L = - 1.032 + 15.174 R$$

Las expresiones que describen el crecimiento en longitud, según el modelo de Von Bertalanffy, se señalan a continuación:

Por contaje de anillos:

$$L_t = 39.8 [1 - e^{-.22 (t + 0.04)}]$$

Por retrocálculo:

$$L_t = 37.49 [1 - e^{-.20 (t + 0.71)}]$$

La relación de la edad con las tallas de captura determinan que la pesquería de consumo durante 1980, estuvo constituida mayormente por ejemplares adultos de 4, 5 y 6 años de edad; análogamente en la pesquería industrial predominaron los individuos jóvenes (edades 0, 1 y 2).

Los resultados obtenidos permiten considerar las ventajas de los métodos utilizados en la determinación de la edad y crecimiento de la sardina.

1. INTRODUCCION

La sardina, Sardinops sagax sagax, constituye uno de los recursos pelágicos más importantes del Pacífico Suroriental, tanto por su biomasa como por la magnitud de sus capturas. En las costas de Perú y Chile antes de 1977 las capturas de esta especie oscilaron alrededor de doscientos mil toneladas anuales para luego incrementarse notablemente y alcanzar en estos últimos años un promedio del orden de un millón y medio de toneladas.

Las medidas de regulación y protección serán más eficientes mientras mayor sea el conocimiento de la estructura de la población; al respecto, la determinación de la edad y crecimiento son muy importantes porque permiten seguir los cambios en la abundancia de las poblaciones de peces y relacionarlos con la actividad pesquera. Por eso este problema ha preocupado a numerosos investigadores que han buscado métodos que permitan la estimación más ajustada de la edad y crecimiento de los peces y en especial de la sardina.

La edad de la sardina peruana se determinó por los métodos de contaje de anillos y retrocálculo por medición de los anillos de crecimiento en los otolitos; ambos métodos han sido aplicados con buenos resultados en la sardina europea, Sardina pilchardus Walb y en otras especies pelágicas y demersales de esas latitudes, aunque para nuestra sardina la latitud es diferente, los resultados obtenidos de esta investigación son satisfactorios y de utilidad en el campo de la dinámica poblacional del recurso.

2. MATERIAL Y METODOS

El material empleado consistió en 458 pares de otolitos, de los cuales, 375 correspondieron a los muestreos biológicos de sardina realizados en el área del Callao durante 1980; 37 de la Eureka XLIV del mismo año y 46 del crucero 8011. La muestra abarcó ejemplares con tallas entre 7 y 35 cm de longitud total. De otro lado con el objeto de conocer la evolución del borde del otolito, se analizaron 432 pares procedentes del área de Pisco durante 1980, con rango de tallas entre 13 y 23 cm.

Los otolitos fueron limpiados y luego montados sobre las placas especiales de plástico incluídas de eukitt (resina

sintética transparente) que una vez endurecida permite la conservación y lectura adecuadas.

La lectura de otolitos se hace en el estereo-microscopio NIKON SM-5, a 10 x 2 aumentos; en la iluminación se utiliza luz incidente o reflejada permitiendo de esta manera observar las zonas de mayor densidad, blancas u opacas por reflexión de la luz y las de menor densidad oscuras o hialinas por absorción de ésta. Al conjunto de una zona opaca y una hialina se denomina anillo de crecimiento.

Las mediciones del otolito se realizan en la cara externa y hacia la región caudal, desde el foco a cada anillo de crecimiento (rn) (Fig. 1) estas medidas se toman en líneas de micrómetro ocular y luego están convertidas a mm.

La técnica de montaje y preparación de otolitos para la lectura es la utilizada en Lowestoft y adaptada por los españoles para Sardina pilchardus Walb; según Bravo de Laguna et al (1976), Fernández et al (1978 a, 1978 b).

Para poder retrocalcular las tallas del ejemplar en el momento de la formación de cada anillo, fue necesario conocer la relación que existe entre la talla del individuo (L) y la longitud del otolito (R) en un momento dado, que obedece a la regresión:

$$L = a + b R \quad (1)$$

Donde:

R = longitud del otolito

a = ordenada en el origen

b = pendiente

L = longitud del pez

Después de conocer la distancia del centro del otolito a cada uno de los anillos, se pudo calcular la talla del ejemplar en el momento de la formación de los mismos, según la expresión (1).

De esta manera se obtienen tantas tallas por grupo de edad como anillos presenta el otolito; estos valores medios de L, se aplican en la regresión:

$$L + 1 = a + b L \quad (2)$$

Para la curva de crecimiento se adoptó la ecuación de Von Bertalanffy:

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t - t_0)}] \quad (3)$$

Donde:

L_t = Longitud a la edad t

k = coeficiente o tasa instantánea de crecimiento

t_0 = edad teórica a la cual la longitud es igual a 0

L_{∞} = longitud máxima teórica de la especie

Los parámetros de crecimiento, L_{∞} y k , fueron obtenidos por el método FORD-WALFORD y el t_0 promediando las estimaciones obtenidas de los grupos jóvenes completamente reclutados.

La tasa anual de incremento en longitud fue obtenida con la ecuación:

$$h_1 = \frac{L_t - L_{t-1}}{L_{t-1}} \quad (4)$$

h_1 = tasa anual de incremento en longitud

L_t = longitud a la edad t

L_{t-1} = longitud a la edad anterior

L_{t-1} = longitud a la edad inicial 1

Los cálculos matemáticos fueron realizados en la calculadora programable Hewlett Packard 9815-A.

3. RESULTADOS

3.1 Determinación de la edad

3.1.1 Evolución del borde del otolito

Con el fin de conocer el tiempo de formación de un anillo de crecimiento, constituido por una zona opaca y otra hialina, se examinó el borde de

los otolitos, de las muestras tomadas a lo largo del año 1980 en el puerto de Pisco (Tabla 1).

En la fig. 2, se presenta la evolución anual del borde del otolito en sardinas de 1, 2 y 3 años de edad, observándose que los otolitos muestran una variación estacional en la formación de sus bordes. El crecimiento empieza en el invierno continuado en el resto del año.

Este análisis sugiere que cada año se forma un anillo de crecimiento y que el 1º de julio se puede utilizar como fecha de cumpleaños para la sardina peruana, y si se considera que los picos de mayor intensidad del desove coinciden con el período de formación de los anillos, estaríamos frente a la fecha de cumpleaños arbitraria, biológica de esta especie.

3.1.2 Medición de anillos de crecimiento

De acuerdo a las mediciones de los anillos, el crecimiento es mayor durante el primer año de vida y disminuye gradualmente conforme el pez incrementa su edad, a la vez que los anillos incrementan su longitud con la edad desde $r_1 = 0.97$. Se observaron hasta 7 anillos de crecimiento, cuyas distancias promedios del centro del otolito (r_n) y los incrementos a cada edad, In (mm) se dan en la Tabla 2.

3.1.3 Relación longitud del otolito - longitud del pez

Para poder retrocalcular las tallas del ejemplar en el momento de la formación de cada anillo hay que conocer la relación entre la longitud del otolito y la del pez, y para obtener esta expresión se han utilizado 413 ejemplares. Esta relación se ajusta a la ecuación lineal siguiente:

$$L = - 1.032 + 15.174 R$$

con un coeficiente de correlación (r) de 0.97.

En la fig. 3 se representa gráficamente esta ecuación y los puntos utilizados en la obtención de la misma.

3.2 Crecimiento

3.2.1 Por contaje de anillos de crecimiento

3.2.1.1 Cálculo de los parámetros de crecimiento

Las longitudes medias del pez, por clase de edad obtenida por contaje de anillos en otolitos se dan en la Tabla 3.

A partir de estas longitudes medias se obtienen las constantes a , b y el coeficiente de correlación (r) de la ecuación de la recta obtenidas con la aplicación del método FORD-WALFORD, de donde se calculan los parámetros de crecimiento L_{∞} , K y el t_0 se ha obtenido de la media estimada de las edades 1 al 7.

Resultando que la ecuación de crecimiento lineal de Von Bertalanffy (3) queda expresada como:

$$L_t = 39.80 [1 - e^{-0.220(t + 0.64)}]$$

3.2.1.2 Relación edad - longitud

En la Fig. 4 (A) se observa que el crecimiento de la sardina durante el primer año de vida alcanza una longitud de 12.91 cm. El ritmo de crecimiento va disminuyendo progresivamente con la edad del pez, así tenemos que al sexto año teórico el incremento es de 2.20 cms.

3.2.1.3 Incremento anual en longitud

La variación que experimenta el incremento anual en longitud de sardina a través del tiempo; consiste en una reducción paulatina de la misma conforme el pez incrementa su edad. El crecimiento promedio anual es de 4.7 cm, siendo más alto al primer año de vida (entre las edades 0 y 1). Las tasas anuales de incremento en longitud, obtenidas con la ecuación (4), estarían confirmando la relación estrecha

existente entre el crecimiento del pez con la edad (Tabla 4).

3.2.2 Por retrocálculo

3.2.2.1 Cálculo de los parámetros de crecimiento

De la relación existente entre la longitud del pez (L) y longitud del otolito (R), expresión (1), se obtienen los siguientes valores:

$$\begin{aligned} a &= -1.032 \\ b &= 15.174 \\ r &= 0.97 \end{aligned}$$

A partir de a, b y las diferentes distancias promedios del centro del otolito al borde de cada anillo (rn), se calculan las longitudes medias del pez por grupo de edad (Tabla 5).

Tomando las longitudes medias por grupo de edad se establece la regresión $L + 1 = a + b L$. Con los valores de a y b se calculan los parámetros de crecimiento según la ecuación de Von Bertalanffy; obteniéndose la ecuación de crecimiento lineal siguiente:

$$L_t = 37.49 [1 - e^{-0.28 (t + 0.71)}]$$

3.2.2.2 Relación edad - longitud

En la Fig. 4 (B), se presenta la curva de crecimiento de la sardina, apreciándose que el crecimiento durante el primer año de vida es de 13.20 cm. Este ritmo de crecimiento se va haciendo menor conforme el pez incrementa en edad, así tenemos que el sexto año teórico este incremento será de 1.98 cm.

3.2.2.3 Estudio de la variabilidad del crecimiento individual

Para ver la variabilidad del crecimiento individual se ha realizado el retrocálculo del crecimiento en 59 individuos de 6 años de edad.

En la Tabla 6, se da el valor de k , de cada uno de ellos ordenados de mayor a menor que va desde 0.63 a 0.19 siendo el valor más frecuente alrededor de 0.38. Estos resultados muestran una gran variabilidad del crecimiento dentro de un mismo grupo de edad, lo que nos sugiere utilizar un mayor número de otolitos de individuos de 6 años de edad, de tal forma que éstos se encuentren bien representados y que a la vez permita obtener un valor real de la constante de crecimiento.

3.3 Claves talla - edad

Utilizando solamente aquellas lecturas en las que había acuerdo, se confeccionó la clave talla-edad, la cual consiste en repartir el número porcentual de ejemplares de cada edad, por intervalo de talla, encontrados en las muestras.

Se confeccionó una clave para la zona del Callao, durante 1980 (Tabla 7). En esta aparece el total de ejemplares leídos en cada intervalo de 1 cm repartidos en porcentajes correspondientes a cada edad y permite, una vez conocida la composición en longitud de la captura, inferir mediante el uso de esta clave a la composición por edad de la misma.

3.4 Composición por edades

Distribuyendo la frecuencia de tallas de los ejemplares muestreados a lo largo de todo el litoral peruano, utilizando los porcentajes calculados en la clave talla-edad, se obtiene el número de ejemplares capturados por intervalo de talla, correspondiente a cada clase de edad.

Así en la Tabla 8, en muestras combinadas de pescas industriales y de consumo, se observa que las clases jóvenes (0, 1 y 2) constituyen el mayor número de ejemplares capturados durante 1980 (59.49%) de éstos el grupo de edad 2 fue el más abundante; siguiéndoles en mayoría los individuos de 4, 5 y 6 años de edad (36.03%).

Analizando separadamente cada pesquería, se puede apreciar que en la pesca de consumo, Tabla 9, un predominio de ejemplares de 4, 5 y 6 años de edad (90.29%), con el grupo de edad 5 más abundante, y en menor porcentaje (2.38%) las de edades jóvenes.

En la pesquería industrial, Tabla 10, los ejemplares en edades (0, 1 y 2), estuvieron representados mayoritariamente (84.27%) y en menor porcentaje los de edades mayores (15.73%).

La diferencia encontrada, al analizar cada pesquería independientemente fue un predominio de ejemplares jóvenes en la pesquería industrial y adultos en las de consumo; esto podría atribuirse a la selectividad del tipo de aparejo de pesca empleado por cada flota y la accesibilidad de éstas a las zonas de pesca; ya que en el primer caso emplean generalmente el boliche anchovertero (tamaño de malla 13 mm), pescando cerca de la costa (dentro de las 20 millas); y la flota de consumo utiliza el boliche machetero (tamaño de malla \pm 38 mm), pescando lejos de la costa (fuera de las 20 millas).

4. DISCUSION

Este estudio ha permitido conocer la estructura por edades de la población y el crecimiento de la sardina del área del Callao, durante 1980, tanto por el método de lectura directa de otolitos, como el de retrocálculo.

La proporción de otolitos legibles fue de 89.6%, pudiéndose diferenciar claramente las zonas de crecimiento rápido y lento (opaco y hialino), mientras que Samamé, M. (1977) encontró un 75% de otolitos legibles, ya que el resto presentaba una excesiva acumulación de sales calcáreas lo que dificultó su lectura. Esta diferencia en porcentajes podría deberse a la técnica de montaje con eukitt empleado en el presente trabajo, la cual facilitó enormemente la lectura.

Se ha determinado de que en cada año se forma un anillo de crecimiento y que el 1° de julio, puede ser considerado como fecha de cumpleaños arbitraria biológica, siendo necesario confirmar este aspecto con mayor número de observaciones de individuos en edades 1 y 2 separadamente; ya que en el presente trabajo se incluyeron ejemplares de 1, 2 y 3 años respectivamente; por ser la muestra por edad muy reducida, de otro lado sería conveniente hacer un análisis minucioso por regiones de pesca de los cambios que se operan en la reproducción de tal forma de determinarse los picos de mayor intensidad del desove y poder fijar definitivamente la fecha de cumpleaños de la sardina en nuestro hemisferio, tal como sucede en la sardina europea, en la que su crecimiento empieza en invierno y la fecha de cumpleaños de esta especie es el 1ro. de enero, según Alvarez y Porteiro (1981).

Las longitudes medias por edad obtenidas por contaje de anillos, van incrementándose proporcionalmente con la edad y son similares a los obtenidos por retrocálculo y ligeramente mayores a partir de la edad 5; lo que podría atribuirse al método empleado, siendo imprescindible en el primer método, utilizar una muestra de tamaño más grande que en el caso del retrocálculo.

En la Tabla 11, se observa que las longitudes medias para las diferentes edades encontradas en el presente estudio no varían significativamente a los obtenidos por Samamé, M. 1977 y Serra, J. et al 1979. Pero las encontradas por Mejía, J. 1976, utilizando el Método de Petersen se muestran mayores en las tres primeras edades, pudiendo deberse fundamentalmente al método empleado por dicho autor.

En cuanto al crecimiento de Sardinops sagax sagax, los valores de los parámetros de crecimiento, obtenidos en esta oportunidad por ambos métodos estarían en función del mayor número de ejemplares en las muestras.

La obtención de los valores de los parámetros de crecimiento, depende fundamentalmente del número de grupos de edad y de la inclusión de ejemplares de tallas extremas máxima y mínima; por ejemplo la no inclusión de los grupos de edad 1 y 2 puede conllevar a una sobreestimación de la longitud asintótica, distorsionando así a los demás parámetros de crecimiento. En el caso de la constante de crecimiento (K) está fuertemente influenciado por la presencia de ejemplares pequeños y de crecimiento rápido, que van a ser los que definen su valor.

Para estudios futuros, de determinación de la edad y crecimiento de sardina, con fines de evaluación, se recomienda la utilización del método de contaje de anillos de crecimiento, que permitirá la lectura seriada de gran número de otolitos, siempre que las muestras sean representativas y sin problemas de selectividad.

El método de retrocálculo se utilizaría para confirmar los resultados obtenidos por el método anterior, trabajando con una muestra de menor tamaño, considerándose la dificultad de realizar mediciones de los anillos de crecimiento en otolitos, método que se adapta mejor para el estudio de escamas.

5. CONCLUSIONES

5.1 La formación de un anillo de crecimiento corresponde a un año. El 1º de julio puede ser considerado como fecha de cumpleaños para Sardinops sagax sagax.

- 5.2 La longitud del pez con la medida del otolito, guarda una relación directa, expresada en la regresión:

$$L = -1.032 + 15.174 R$$

con $r = 0.97$

- 5.3 La ecuación de crecimiento para ambos sexos, obtenida por contaje de anillos, para el área del Callao, durante 1980, fue:

$$L_t = 39.8 [1 - e^{-0.22 (t + 0.84)}]$$

- 5.4 La ecuación de crecimiento obtenida por retrocálculo fue:

$$L_t = 37.49 [1 - e^{-0.25 (t + 0.71)}]$$

- 5.5 El crecimiento de sardina durante el primer año de vida es de 12.91 cm, por contaje de anillos y 13.20 cm, por retrocálculo.
- 5.6 La sardina presenta un ritmo de crecimiento rápido, con un promedio anual de 4.7 cm.
- 5.7 La población de sardina durante 1980 estuvo constituida principalmente por individuos jóvenes en edades 0, 1 y 2 respectivamente (59.49%) y por ejemplares de 4, 5 y 6 años de edad (36.03%).
- 5.8 Las capturas de sardina, procedentes de la pesca de consumo durante 1980, estuvieron representadas mayormente por ejemplares adultos de 4, 5 y 6 años (90.29%) y en el caso de la pesca industrial fueron las de clases de edad jóvenes, 0, 1 y 2 las que predominaron (84.27%).

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis sinceros agradecimientos al Oficial de Recursos Pesqueros de la FAO, Blgo. Jorge Csirke y al Sub-Director de Evaluación de Recursos Demersales, Dr. Manuel Samamé, por sus observaciones y comentarios en la revisión del presente trabajo.

Finalmente mi reconocimiento al personal del Instituto del Mar del Perú, por la ayuda prestada en la colección de muestras analizadas y al Proyecto de Cooperación Peruano-Alemán por el apoyo brindado al Plan de Actividades Cooperativo y que hicieron posible la presente publicación.

BIBLIOGRAFIA

- AGUAYO, J. y S. SOTO. 1978. Edad y crecimiento de la sardina común (Clupea (strangomera) bentinckii), en Coquimbo y Talcahuano. Inst. Fom. Pesq. Chile Serie Invest. Pesq. N°28: 55 pp.
- ALVAREZ, F. and C. PORTEIRO. 1981. Growth studies of Sardina pilchardus Walb in Galician water (N. W. Spain) ICES. C. M. 1981/H: 29.
- BLACKER, R. 1974. Recent advances in otolith studies. In "Sea Fisheries Research" ed. F. R. Harden Jones: 67-70. J. Wiley and Sons, N.Y.
- BRAVO DE LAGUNA, M. A. R. FERNANDEZ, J. C. SANTANA 1976. The Spanish fishery on Sardina pilchardus Walb, off west Africa. ICES. C. M. 1976/J: 13.
- CECAF. 1978. Report of the working Group on standarization of Age determination of the Sardina pilchardus Walb) CECAF. Tech. Rep. 78/8 Dakar: 11 pp.
- HOLDEN, J. J. and D. F. S. RAITT. 1975. Manual de Ciencia Pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Doc. Téc. FAO- PESCA (115) Rev. 1. 211 pp.
- JORGE, I. M. and C. C. MONTEIRO. 1980. Preliminary results on age and growth of Sardina pilchardus Walb, in sub-área IX a. ICES/CM. 1980/H: 38.
- MEJIA, J. 1976. 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.
- PEREIRO, J. A. 1977. Estimaciones del crecimiento. En: ICCAT Curso práctico de adiestramiento sobre Dinámica de Poblaciones: 62-86.
- SAMAME, M. 1977. Determinación de la edad y crecimiento de la sardina Sardinops sagax sagax (J). Bol. Inst. Mar Perú. Vol. 3 (3): 95-112.
- SERRA, J., M. AGUAYO, O. ROJAS, F. INOSTROZA y J. CAÑON. 1979. Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bol. Inst. Fom. Pesq. Chile, Vol. I.: 6-14.
- TRAUTMANN, S. y M. AGUAYO. 1980. Edad y crecimiento de Sardina española (Sardinops sagax musica) En: Investigaciones del recurso sardina española. I Aspectos biológicos. Corporación de Fomento de la Producción (AP 80-5). Inst. Fom. Pesq. Chile. 24 pp.

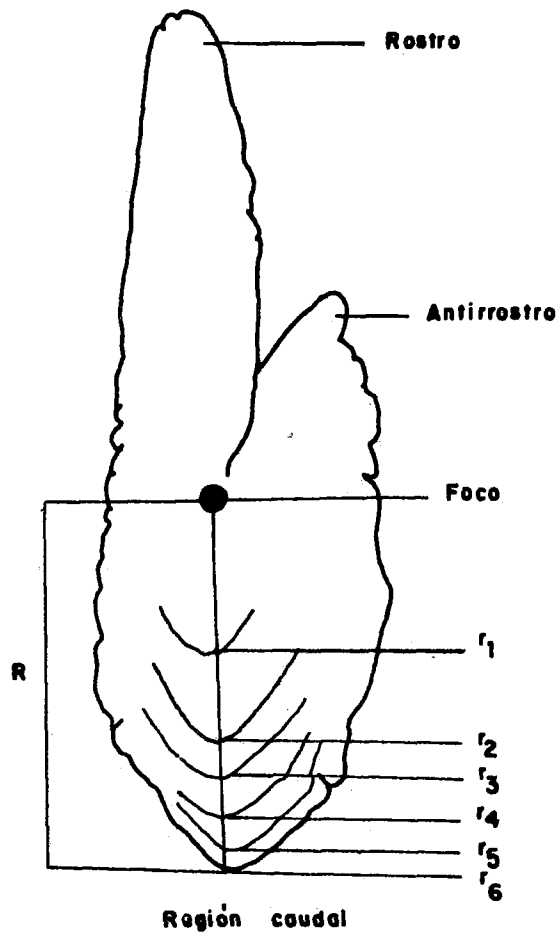


Fig. 1.- Esquema de la cara externa del otolito de la Sardina peruana, *Sardinops sagax sagax*.

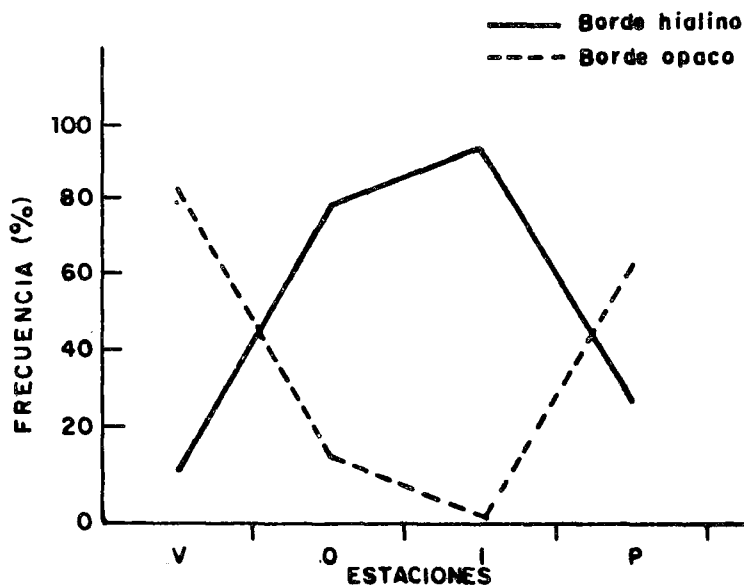


Fig. 2.- Evolución anual del borde del otolito de Sardina, del área de Pisco, durante 1980.

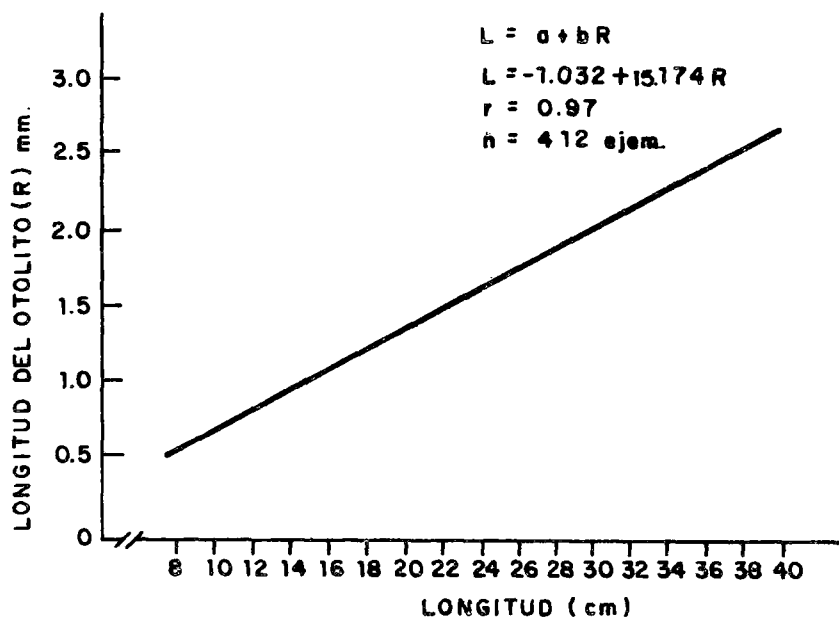


Fig. 3.- Relación longitud del pez-longitud del otolito (R) de Sardina *Sardinops sagax sagax* del área del Callao, durante 1980.

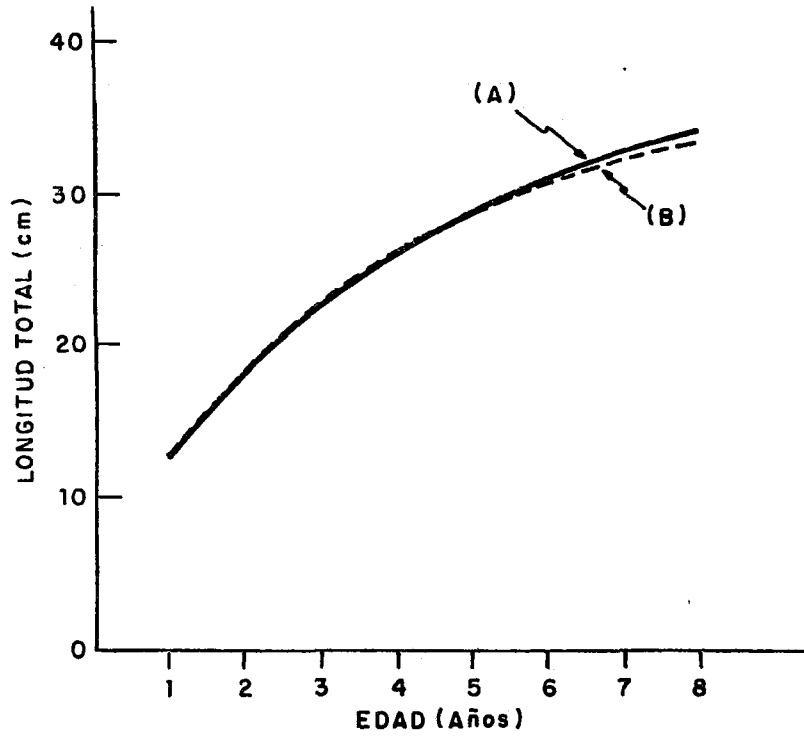


Fig.4.- Relación de crecimiento de Sardina *Sardinops sagax sagax* del area del Callao, durante 1980, obtenido por (A) lectura directa de otolitos y (B) por retrocálculo. (Ambos sexos).

TABLA 1. Evolución del borde del otolito de sardina.
del área de Pisco, durante 1980

Borde \ Estación	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Opaco	70	86.42	32	17.49	1	1.41	66	68.04
Hialiano	11	13.58	151	82.51	70	98.59	31	31.96
Σ	81	100.00	183	100.00	71	100.00	97	100.00

TABLA 2. Distancias promedio del centro del otolito (r_n)
y los incrementos a cada edad (I_n) de sardina,
del área de Callao, durante 1980.

Anillos	1	2	3	4	5	6	7
r_n	0.97	1.37	1.59	1.78	1.90	2.06	2.22
I_n (mm)	0.97	0.40	0.22	0.19	0.12	0.16	0.16

TABLA 3. Longitudes medias observadas para las diferentes edades
de sardina, obtenidas por contaje de anillos.

Edades	0	1	2	3	4	5	6	7
Long pez (\bar{L})	9.70	12.81	17.57	22.13	27.36	28.72	30.89	32.75

TABLA 4. Incrementos anuales en longitud de sardina, obtenidas por contaje de anillos.

Edad (años)	Long. (cm)	Incremento anual (cm)	Tasa anual de incremento en longitud (h_1)
1	12.91	12.91	/
2	18.31	5.40	0.42
3	22.63	4.32	0.33
4	26.07	3.44	0.27
5	28.83	2.76	0.21
6	31.03	2.20	0.17
7	32.79	1.76	0.14
\bar{X}	24.65	4.68	

TABLA 5. Longitudes medias observadas y calculadas para las diferentes edades de sardina, obtenidos por retrocálculo.

Edad (años)	Longitud Total (cm)	
	observada	calculada
1	13.69	13.20
2	19.76	18.66
3	23.09	22.89
4	25.98	26.17
5	27.80	28.71
6	30.23	30.69
7	32.65	32.21

TABLA 6. Variabilidad del crecimiento individual en ejemplares de 6 años de edad.

Nº serie	K	Nº serie	K
1	0.63	30	0.38
2	0.61	31	0.38
3	0.59	32	0.38
4	0.53	33	0.37
5	0.52	34	0.37
6	0.51	35	0.37
7	0.49	36	0.37
8	0.48	37	0.35
9	0.48	38	0.35
10	0.47	39	0.35
11	0.47	40	0.35
12	0.47	41	0.35
13	0.46	42	0.34
14	0.45	43	0.34
15	0.45	44	0.34
16	0.45	45	0.34
17	0.45	46	0.33
18	0.44	47	0.33
19	0.44	48	0.33
20	0.42	49	0.33
21	0.42	50	0.30
22	0.42	51	0.29
23	0.42	52	0.27
24	0.39	53	0.27
25	0.39	54	0.26
26	0.39	55	0.24
27	0.38	56	0.24
28	0.38	57	0.24
29	0.38	58	0.21
		59	0.19

TABLA 7. Clave talla-edad de sardina, *Sardinops sagax sagax* de la zona del Callao, durante 1980 (ambos sexos).

Long. (cm.)	GRUPOS DE EDAD																Nº totalitos leídos	
	0		I		II		III		IV		V		VI		VII+			
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%		
7	6	100.0															6	
8	8	100.0															8	
9	9	100.0															9	
10	15	100.0															15	
11	4	44.4	5	55.6													9	
12			16	100.0													6	
13			16	100.0													6	
14			15	100.0													5	
15			12	100.0													2	
16					9	100.0											9	
17					12	100.0											12	
18					11	100.0											11	
19					4	100.0											4	
20					2	66.7	1	33.3									3	
21					1	33.3	2	66.7									3	
22					1	33.3	2	66.7									3	
23							2	66.7	1	33.3							3	
24							4	33.3	8	66.7							12	
25							7	35.0	13	65.0							20	
26							1	2.1	40	87.0	5	10.9					46	
27							1	1.8	28	51.9	25	46.3					54	
28									15	27.3	38	69.1	2	3.6			55	
29									5	11.6	28	65.1	10	23.3			43	
30									4	12.5	11	34.4	16	50.0	1	3.1	32	
31									5	20.8	8	33.3	10	41.7	1	4.2	24	
32											5	20.0	16	64.0	4	16.0	25	
33											4	15.4	11	42.3	11	42.3	26	
34												1	16.7	4	66.6	1	16.7	6
35															1	100.0	1	
Σ	42		24		40		20		119		125		69		19		458	

TABLA B. Composición por edades de las capturas de sardina, Sardinops
saqax saqax de las pesquerías industrial y de consumo,
durante 1980 (ambos sexos).

Long. (cm)	Nº Ind. x10	GRUPOS DE EDAD								
		0	I	II	III	IV	V	VI	VII+	
6	6643	6643								
7	41305	41305								
8	135659	135659								
9	371454	371454								
10	554422	554422								
11	797021	353877	443144							
12	944048		944048							
13	715822		715822							
14	567402		567402							
15	351306		351306							
16	773768			773768						
17	1174064			1174064						
18	1062061			1062061						
19	541298			541298						
20	252784			168607	84177					
21	105938			35277	70661					
22	85182			28366	56816					
23	96492				64360	32132				
24	67246				22393	44853				
25	62000				21700	40300				
26	326088				6848	283696	35544			
27	892896				16072	463413	413411			
28	1099483					300159	759743	39581		
29	925061					107307	602215	215539		
30	641851					80231	220797	320926	19897	
31	478106					99446	159209	199370	20081	
32	373536						74707	239063	59766	
33	299636						46144	126746	126746	
34	123146						20565	82016	20565	
35	28210								28210	
36	3823								3823	
37	245								245	
38	1								1	
39	26								26	
Σ	13898023	1463360	3021722	3783441	343027	1451537	12332335	1223241	279360	
%	100.00	10.53	21.74	27.22	2.47	10.45	16.78	8.80	2.01	

TABLA 9. Composición por edades de las capturas de sardina.
Sardinops sagax sagax de la pesca de consumo,
 durante 1980 (ambos sexos).

Long. (cm)	N° Indiv. x10	GRUPOS DE EDAD						
		I	II	III	IV	V	VI	VII+
13								
14	7071	7071						
15	5700	5700						
16	3446		3446					
17	7228		7228					
18	24763		24763					
19	29716		29716					
20	12052		8039	4013				
21	12545		4177	8363				
22	30005		9992	20013				
23	59730			39840	19890			
24	51307			17085	34222			
25	51405			17992	33413			
26	312041			6553	271476	34012		
27	828904			14920	430201	383783		
28	897528				245025	620192	32311	
29	646860				75036	421106	150718	
30	400889				50111	137906	200445	12427
31	279648				58167	93123	116613	11745
32	253690					50738	162362	40590
33	202086					31121	85482	85483
34	71694					11973	47748	11973
35	14164							14164
36	2601							2601
37	215							215
38	1							1
39	26							26
Σ	4205315	12771	87361	128784	1217541	1783954	795679	179225
λ	99.99	10.30	12.08	3.06	28.95	42.42	18.92	4.26

TABLA 10. Composición por edades de las caoturas de sardina.
Sardinops sagax sagax de la pesquería industrial.
 durante 1980 (ambos sexos).

Long. (cm)	Nº Indiv. x10	GRUPOS DE EDAD							
		0	I	II	III	IV	V	VI	VII+
6	6643	6643							
7	41305	41305							
8	135659	135659							
9	371474	371454							
10	554422	554422							
11	797021	353877	443144						
12	944048		944048						
13	715822		715822						
14	560331		560331						
15	345606		345606						
16	770322			770322					
17	1166836			1166836					
18	1037298			1037298					
19	511582			511582					
20	240732			160568	80164				
21	93393			31100	62293				
22	55177			18374	36803				
23	36762				24520	12242			
24	15939				5308	10631			
25	10595				3708	6887			
26	14047				295	12221	1531		
27	63992				1152	33212	29628		
28	201955					55134	139551	7270	
29	278201					32271	181109	64821	
30	240962					30120	82891	120481	7470
31	198458					41279	66087	82757	8335
32	119846						23969	76702	19175
33	97550						15022	41264	41264
34	51452						8592	34267	8593
35	14046								14046
36	1222								1222
37	30								30
Σ	19692728	1463360	3008951	13696080	214243	233997	548380	1427562	100135
%	100.0	15.10	31.04	38.13	2.21	2.42	5.66	4.41	1.03

TABLA 11. Longitudes medias por grupo de edad para la sardina, calculados por diferentes autores.

Edad (años)	A		B	C	D	
	Machos	Hembras	Ambos sexos	Ambos sexos	Ambos sexos (a)	Ambos sexos (b)
	\bar{L}	\bar{L}	\bar{L}	\bar{L}		
1	12.30	13.80	12.4	15.9	12.91	13.20
2	18.27	18.92	17.5	20.7	18.31	18.66
3	22.59	22.63	21.7	24.2	22.63	22.89
4	25.70	25.32	25.1	26.6	26.07	26.17
5	27.95	27.26	28.0	28.4	28.83	28.71
6	29.58	28.68	30.3	29.7	31.03	30.69
7	30.75	29.70	32.3	30.5	32.79	32.21

A. Samané, M. 1977-Perú-Método de Retrocálculo

B. Serra, J. et. al. 1979-Chile-Retrocálculo

C. Mejia, J. 1976-Perú-Petersen

D. Presente estudio. Contaje de anillos (a) y Retrocálculo (b).