



ISSN 0378 - 7702

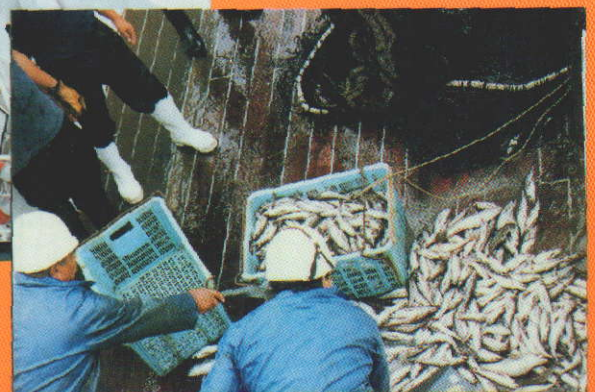
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

Nº 160

Abril, 2001

Crucero de evaluación de la merluza y otros recursos demersales BIC José Olaya Balandra 0004-05, de Huarmey (10°S) a Puerto Pizarro (3°29'S)



Callao, Perú

ESTUDIO SOBRE LA EDAD Y CRECIMIENTO DEL FALSO VOLADOR *PRIONOTUS STEPHANOPHRYS* (LOCKINGTON) BASADO EN LECTURAS DE OTOLITOS. OTOÑO 2000.

Sonia B. Arrieta¹

Niller A. Acha²

RESUMEN

ARRIETA, S. B. y N. A. ACHA. 2001. Estudio sobre la edad y crecimiento del falso volador *Prionotus stephanophrys* (Lockington) basado en lecturas de otolitos. Otoño 2000. Inf. Inst. Mar Perú 160: 69-77.

Las muestras fueron colectadas durante el Crucero de Evaluación de la Merluza y otros Recursos Demersales BIC José Olaya Balandra 0004-05, entre Huarmey (10°5'S) y Puerto Pizarro (3°29,8'S) y de 20 a 200 brazas. La relación entre la longitud total del pez (LT, cm) y el radio del otolito (Ro, mm) está dada por la correspondencia lineal: $Ro = 0,399 + 0,139 LT$ y su inversa para los efectos de retrocálculo es: $LT = -0,302 + 6,344 Ro$. Los parámetros de crecimiento de la ecuación de VON BERTALANFFY fueron calculados con los métodos No Lineal, ALLEN y FORD-WALFORD. El crecimiento en longitud del pez se expresa como: Método No lineal: $LT = 30,4(1 - e^{-0,413(t+0,63)})$; Método ALLEN: $LT = 30,4(1 - e^{-0,413(t+0,63)})$; Método de FORD-WALFORD: $LT = 29,3(1 - e^{-0,435(t+0,56)})$. El análisis de la estructura por edades muestra un predominio de individuos de un año en el área estudiada, esto fue más notorio entre 5°- 7°S; pero fue más amplio entre 3°- 5°S y 7°- 9°S pues se hallaron individuos de 1 a 5 años.

PALABRAS CLAVE: *Prionotus stephanophrys*, edad, crecimiento, otolitos, falso volador, vocador, mar peruano, otoño 2000.

ABSTRACT

ARRIETA, S. B. y N. A. ACHA. 2001. A study of the age and growth of the Lumptail searobin *Prionotus stephanophrys* (Lockington) based on otolith readings. Autumn 2000. Inf. Inst. Mar Perú 160: 69-77.

Samples were collected during the Peruvian hake and other demersal resources evaluation RV José Olaya Balandra 0004-05 Cruise, carried out from Huarmey (10°5'S) to Puerto Pizarro (3°29,8'S) at depths from 20 to 200 fathoms. The relation between the total length of the fish (TL, cm) and the radio of the otolith (Ro, mm) is given by the lineal correspondence $Ro = 0,399 + 0,139 TL$ and its inverse for retrocalculating is: $TL = -0,302 + 6,344 Ro$. The growth parameters of the VON BERTALANFFY equation were calculated by the No-lineal, ALLEN and FORD-WALFORD methods. The growth in length of the fish is expressed as: Non-Lineal Method: $TL = 30,4(1 - e^{-0,413(t+0,63)})$; ALLEN Methods: $TL = 30,4(1 - e^{-0,413(t+0,63)})$; FORD-WALFORD Method: $TL = 29,3(1 - e^{-0,435(t+0,56)})$. The age structure analysis shows predominance of individuals of one year old in the studied area, which was notorious at 5°- 7°S; at 3°-5°S and 7°- 9°S the age ranges were wider, finding individuals from one to five years old.

KEY WORDS: *Prionotus stephanophrys*, age, growth, otoliths, lumptail searobins, black fin gurnard, Peruvian sea, Autumn 2000.

INTRODUCCIÓN

El "falso volador", conocido también en el Perú como "vocador" *Prionotus stephanophrys* (Lockington, 1880) representa una especie importante en el sistema demersal y parte de la fauna acompañante de la merluza peruana *Merluccius gayi peruanus*. En el Perú se le registra sobre la plataforma continental hasta los 220 m de profundidad, siendo su principal área de distribución desde la frontera norte del Perú hasta Huarmey (MENDIETA y SAMAMÉ 1985). La importancia de esta especie fue sólo acompañante de la merluza durante muchos años, registrándose como "vocador" en el Puerto de Paita cuando era captura-

do incidentalmente. La explotación industrial de esta especie se inició a partir de 1997 a consecuencia de una disminución de la merluza y las vedas parciales a raíz de El Niño 1997-98. La intensidad de pesca se ha incrementado en los últimos años, alcanzando las 208.760 toneladas en 1999. La flota que opera sobre esta especie está conformada por bolicheras, arrastreras y embarcaciones artesanales (SAMAMÉ y FERNÁNDEZ 2000).

Las investigaciones realizadas en el Perú sobre esta especie son escasas. ARÉVALO (1978) comprobó la validez de los otolitos como estructuras útiles para determinar la edad del falso volador, por presentar una formación constante y alternada de una zona hialina más una zona opaca; esta autora,

¹ Unidad de Investigaciones de Peces Demersales Bentónicos y Litorales.DIRDyL.IMARPE

e-mail: sarrieta@imarpe.gob.pe

e-mail: sarriet@terra.com.pe

² e-mail: nillera@latinmail.com

con muestras correspondientes a 1976 y 1977 determinó 4 grupos de edad para machos y 5 para hembras y estimó el crecimiento en longitud y peso mediante la ecuación de VON BERTALANFFY, MENDIETA y SAMAMÉ (*op. cit.*), además de los aspectos reproductivos y tróficos, investigaron el crecimiento en longitud basados en la lectura de los otolitos.

GONZÁLEZ (1992) realizó un diagnóstico biológico-pesquero del falso volador entre 1978 y 1989. El material analizado en este caso corresponde a los muestreos biológicos de la pesquería que realiza rutinariamente el Laboratorio Costero de Paita del Instituto del Mar del Perú.

SAMAMÉ y FERNÁNDEZ (2000) han realizado una evaluación biológico-pesquera del falso volador en el área principal de su distribución (3°29' - 10°S) con información de los cruceros de investigación, de los muestreos en el Puerto de Paita y estadísticas de desembarques; la biomasa promedio fue estimada en 179.550 t.

SCHMITTER-SOTO y CASTRO-AGUIRRE (1991, 1994, 1996a y b) han investigado diversos aspectos de *P. stephanophrys* en México, e informan que la deposición de la banda opaca en los otolitos es anual, lo que permite utilizar a estas estructuras en la determinación de la edad. Para la equivalencia entre estos resultados con los métodos indirectos de determinación de edad utilizaron el trabajo de CASSIE-HARDING (HOLDEN y RAITT 1975).

En el presente trabajo se determina la edad y el crecimiento del falso volador *Prionotus stephanophrys* mediante la interpretación de los anillos de crecimiento de sus otolitos. Los resultados ayudarán a alcanzar un mayor conocimiento acerca de su dinámica poblacional, necesaria para establecer pautas seguras que permitan la extracción racional del recurso.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material de estudio fue colectado durante el Crucero de Evaluación de la Merluza y otros Recursos Demersales BIC José Olaya Balandra 0004-05, del 24 de abril al 20 de mayo del 2000, entre Huarmey (10°5'S) y Puerto Pizarro (3°29,8'S) a profundidades entre 20 y 200 brazas. Se establecieron siete subáreas: A (3°30'-4°S), B (4°-5°S), C (5°-6°S), D (6°-7°S), E (7°-8°S), F (8°-9°S) y (10°-11°S); se fijaron tres estratos de acuerdo a la profundidad: I (20-50 bz), II (50-100 bz) y III (100-200 bz). Los peces fueron capturados mediante la red de arrastre de fondo tipo Granton 420/120 de 90 mm de malla en el copo (SAMAMÉ *et al.* 2001).

Para el muestreo biológico se trató de colectar 10 ejemplares por rango de talla del pez, cada dos grados de latitud. Se analizó un total de 273 pares de otolitos sagitta de individuos entre 11,0 y 30,0 cm de longitud total, medida al cm inferior, identificándose además el sexo y estado sexual. Los otolitos fueron colectados en conjunto por grupos de talla y almacenados secos en cartones con sus respectivas anotaciones. De los 273 pares analizados, 11 fueron descartados por estar deteriorados o por problemas de identificación de las marcas.

Los otolitos fueron sumergidos en agua por aproximadamente 4 horas y colocados en inmersión, sobre fondo negro para la medición e interpretación de los anillos de crecimiento. Las mediciones de los radios se realizaron en la cara externa del otolito izquierdo, desde el foco hasta el borde posterior, con un estereoscopio utilizando luz reflejada. En la Fig. 1 se presenta un esquema de la cara externa del otolito sacular del falso volador. La terminología usada en este estudio está basada en MORALES-NIN (1991). En el otolito se puede distinguir:

La *cara externa*, cóncava, en donde se observa un *núcleo* de naturaleza opaca.

En la *cara interna* del otolito, de forma convexa, se localiza el *sulcus*.

Un borde anterior llamado también *rostrum*.

Un borde posterior conocido también como *cauda*.

Un borde dorsal.

Un borde ventral.

Los otolitos de falso volador vistos por su cara externa presentan por lo general una zona central opaca (foco). Se tomó en consideración que los peces demersales presentan un anillo pelágico y un anillo demersal antes del primer anillo anual de crecimiento. ARÉVALO (1978) detectó una serie de anillos juveniles que no son tomados en cuenta para el conteo de las zonas de crecimiento. Para la determinación de la edad del pez se comenzaron a contar los anillos de crecimiento presentes después del anillo demersal, los cuales presentaron diferente grado de legibilidad para su lectura. En general, los anillos de crecimiento de falso volador fueron bastante visibles por la cara externa del otolito.

Para los estudios de la proporcionalidad entre el incremento en longitud del pez y el radio del otolito y para el retrocálculo se utilizaron las ecuaciones:

$$R_o = a + b * L_t \quad (1)$$

$$L_t = a + b * R_o \quad (2)$$

donde:

R_o = radio del otolito (mm)

L_t = longitud total del pez (cm)

a y b = constantes de la ecuación.

La interpretación de los anillos de crecimiento de los otolitos se realizó basándose en diferentes autores (ARÉVALO 1978, JUNTA 1980, MENDIETA y SAMAMÉ 1985, WYSOKINSKI 1983, SCHMITTER-SOTO y CASTRO-AGUIRRE 1991, 1994).

Para la determinación de la edad en el falso volador se tomaron en cuenta los estudios de SCHMITTER-SOTO y CASTRO-AGUIRRE (1991, 1994), quienes validaron la deposición anual del anillo de crecimiento opaco en los otolitos de *P. stephanophrys*. Estos estudios llevaron a utilizar estas estructuras para la determinación de edad en el falso volador. Como criterio para la asignación de edad se consideró que una zona de mayor densidad (opaca) más una zona de menor densidad (hialina) representan un anillo de crecimiento (un año de edad) y como fecha de cumpleaños se fijó el 1° de enero, basándose en la época de reproducción de esta especie que ocurre entre primavera y verano (SAMAMÉ y FERNÁNDEZ 2000).

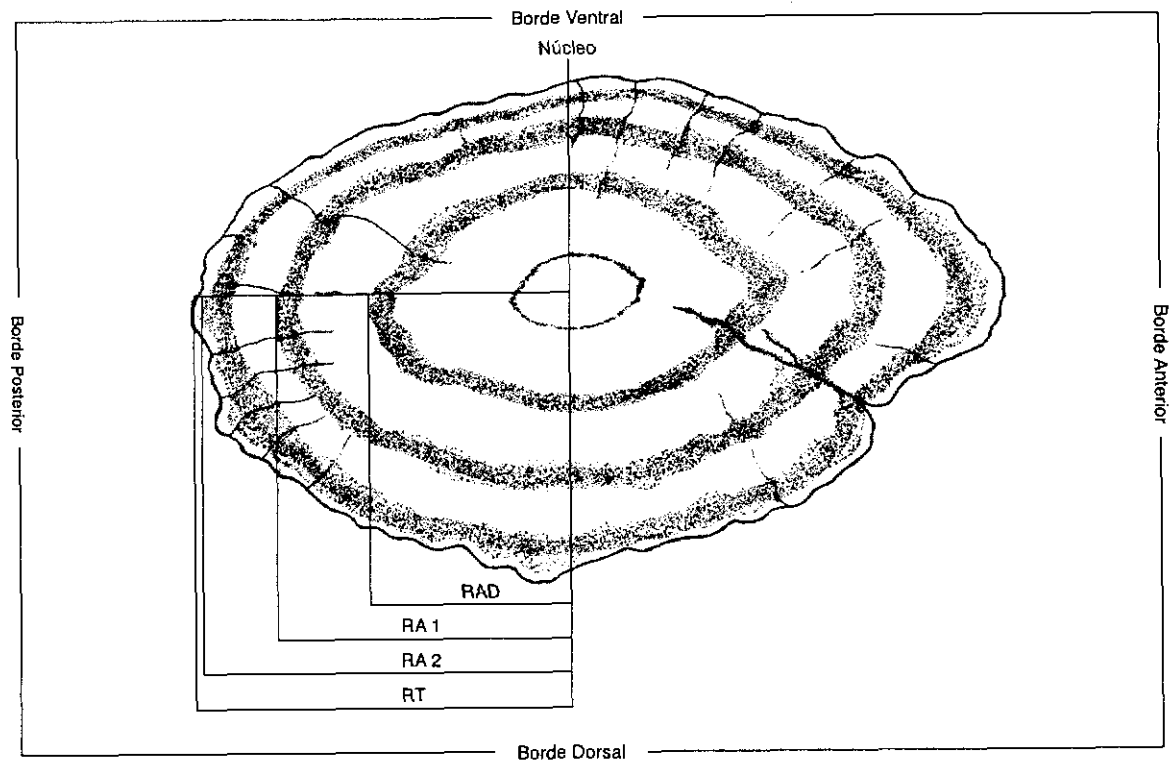


FIGURA 1. Esquema del otolito de *Prionotus stephanophrys* indicando las mediciones efectuadas. RAD: Radio al anillo demersal. RA1: Radio al primer anillo hialino. RA2: Radio al segundo anillo hialino. RT: Radio total del otolito.

Con los resultados de las determinaciones de edad se confeccionó una clave talla-edad y estos resultados fueron ponderados a la captura total de falso volador obtenida durante el crucero.

Para caracterizar el crecimiento en función de la edad, se aplicó el modelo de VON BERTALANFFY, que puede expresarse como:

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

donde L_{∞} = Longitud asintótica, K es la tasa a la cual L_t se acerca a su asíntota, L_t la longitud total del pez en el tiempo t , y t_0 es la edad hipotética a la longitud 0.

Los parámetros que lo caracterizan L_{∞} , K y t_0 , fueron estimados por el método No lineal, utilizando una rutina del FiSAT (GAYANILO, SPARRE y PAULY 1995), método de ALLEN (ALLEN 1966) y método de FORD (1933) y WALFORD (1946) citado por SPARRE y VENEMA (1992).

RESULTADOS

Proporcionalidad entre el incremento en longitud del pez y el radio del otolito

Una de las medidas de la relación en la observación del crecimiento de la estructura estudiada corresponde al incremento en talla del individuo. Esta correspondencia se encontró en una relación lineal, correlacionando la longi-

tud total del pez L_t (cm) con el radio del otolito R_o (mm). La ecuación calculada se expresa como:

$$R_o = 0,399 + 0,139 L_t \quad r=0,94 \quad n=262 \quad (4)$$

Esta proporcionalidad entre el incremento en longitud del pez y el radio del otolito es mostrada en la Fig. 2. Se comprueba que para cada incremento de la longitud del individuo existe un incremento en el crecimiento del otolito, por lo tanto al existir esta correspondencia los otolitos deben crecer con la edad. De esta forma, las marcas registradas como anillos constituyen edades diferentes que son tomadas en cuenta en el presente trabajo. Para los efectos de poder realizar el retrocálculo a las longitudes de formación de cada anillo la inversa de la ecuación (4) está dada por:

$$L_t = -0,302 + 6,344 R_o \quad r=0,94 \quad n=262 \quad (5)$$

Estimación de las tallas promedio del pez a edades diferentes

Para obtener por retrocálculo la longitud total del pez a edades pasadas, se empleó la distancia del radio del otolito en función de la longitud total del pez. La medición desde el foco del otolito a cada anillo hialino, se anota en la Tabla 1, la cual muestra los radios promedios por edad y puede observarse el crecimiento de los otolitos por grupo de edad. Las longitudes promedio por edad, obtenidas por retrocálculo, se presentan en la Tabla 2.

Tabla 1. Radios promedio (mm) de los anillos de crecimiento de los otolitos por grupos de edad para *Prionotus stephanophrys*

| Grupo de edad (años) | R1 (mm) | R2 (mm) | R3 (mm) | R4 (mm) | R5 (mm) | N° de ejs. |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|
| 1 | 2,03 | | | | | 126 |
| 2 | 2,11 | 2,78 | | | | 50 |
| 3 | 2,12 | 2,88 | 3,34 | | | 59 |
| 4 | 2,09 | 2,79 | 3,35 | 3,69 | | 24 |
| 5 | 2,14 | 3,03 | 3,55 | 4,08 | 4,34 | 3 |
| r promedio (mm) | 2,10 | 2,87 | 3,41 | 3,89 | 4,34 | 262 |

Tabla 2. Talla media (cm) por grupo de edad obtenida por retrocálculo para *Prionotus stephanophrys*

| Grupo de edad (años) | L1 (cm) | L2 (cm) | L3 (cm) | L4 (cm) | L5 (cm) | N° de ejs. |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|
| 1 | 12,6 | | | | | 126 |
| 2 | 13,1 | 17,3 | | | | 50 |
| 3 | 13,1 | 18,0 | 20,9 | | | 59 |
| 4 | 13,0 | 17,4 | 21,0 | 23,1 | | 24 |
| 5 | 13,3 | 18,9 | 22,2 | 25,6 | 27,2 | 3 |
| L promedio (cm) | 13,0 | 17,9 | 21,4 | 24,4 | 27,2 | 262 |

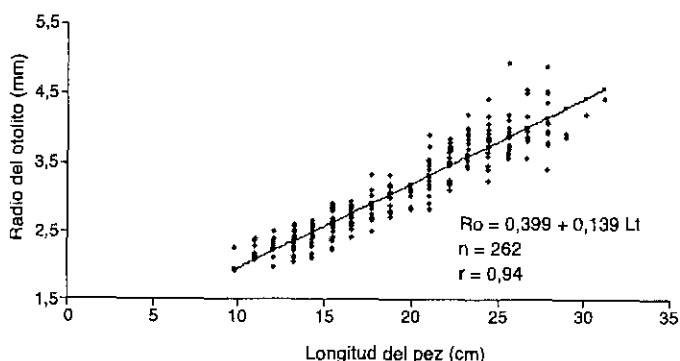


FIGURA 2. Relación entre la longitud del pez (cm) y el radio del otolito (mm) para *Prionotus stephanophrys* (Crucero de Evaluación de la Merluza y otros Recursos Demersales 0004-05).

El crecimiento se grafica en la Fig. 3, utilizando la ecuación (6). La comparación entre las curvas y los parámetros de la ecuación de crecimiento de VON BERTALANFFY para *Prionotus stephanophrys* obtenidas por diferentes autores se muestran en la Fig. 4 y en la Tabla 3.

Las longitudes medias por grupos de edad, observadas y calculadas por diferentes autores, se presentan en las Tablas 4 y 5 respectivamente.

Estimación de los parámetros de crecimiento

Con los resultados de la interpretación de los anillos de crecimiento en los otolitos de la muestra se elaboró la clave talla-edad para el falso volador, la cual fue ponderada a la captura total de éste durante el crucero. A partir de estas relaciones se estimaron las tallas medias por grupos de edad y los parámetros de crecimiento. Las ecuaciones de crecimiento en longitud de VON BERTALANFFY para *Prionotus stephanophrys*, cuyos parámetros que la caracterizan L_{∞} , K y t_0 fueron estimados por los métodos No-lineal, ALLEN y FORD -WALFORD quedaron conformadas como:

Método No-lineal:

$$LT = 30,4(1 - e^{-0,413(t+0,63)}) \quad (6)$$

Método de Allen:

$$LT = 30,4(1 - e^{-0,413(t+0,63)}) \quad (7)$$

Método de Ford-Walford:

$$LT = 29,3(1 - e^{-0,435(t+0,56)}) \quad (8)$$

Estructura por edades

La población de *Prionotus stephanophrys* en el área estudiada durante el otoño del 2000 muestra un alto porcentaje de individuos de edad 1, principalmente en las subáreas C-D (5°-7°S), mientras que en las subáreas A-B (3°30'-5°S) y E-F (7°-9°S) se observa un rango más amplio de tallas de 1 a 5 años, con mayor frecuencia de ejemplares de 3 años de edad en E - F (Fig. 5).

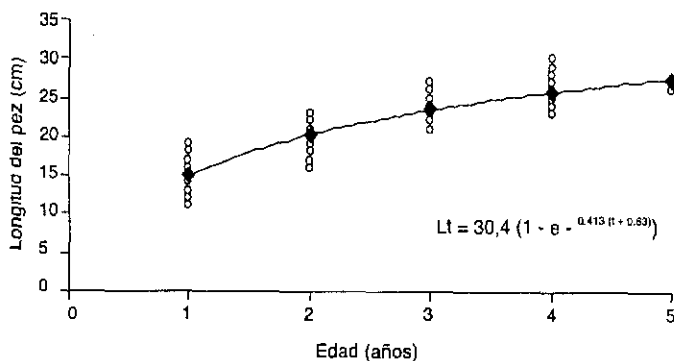


FIGURA 3. Curva calculada de crecimiento de von Bertalanffy (método No lineal) y datos talla-edad observados para *Prionotus stephanophrys* (Crucero de Evaluación de la Merluza y otros Recursos Demersales 0004-05)

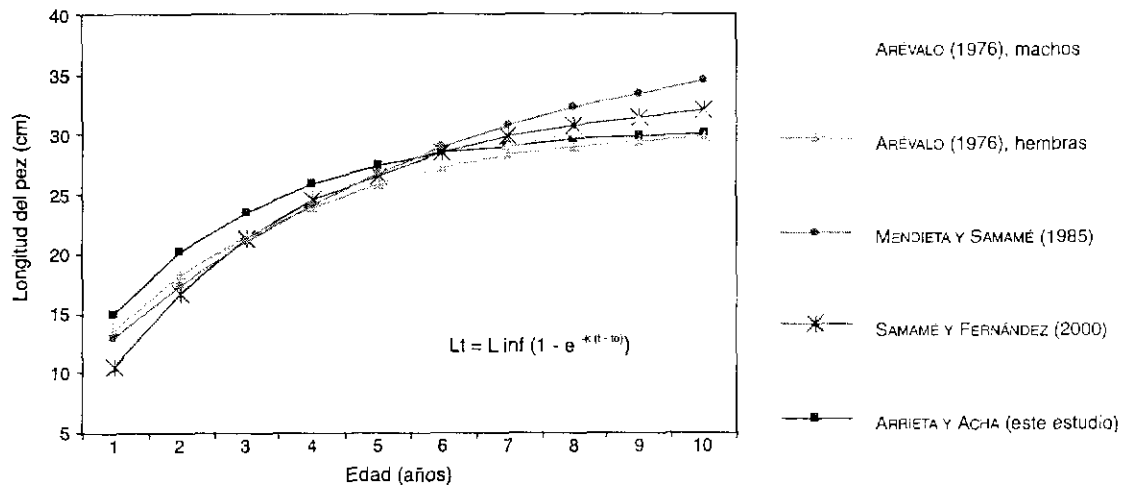


FIGURA 4. Comparación entre las curvas de crecimiento de VON BERTALANFFY para *Prionotus stephanophrys* estimadas en este estudio (método No Lineal) y aquellas obtenidas por otros autores.

Tabla 3. Parámetros de crecimiento de la ecuación de VON BERTALANFFY referidas para *Prionotus stephanophrys*, obtenidas por interpretación de los anillos de crecimiento de otolitos.

| Referencia | Área estudiada | Método de obtención de los parámetros de crecimiento | Modelo | L_{∞} (cm) | K (anual) | t_0 (anual) |
|---|--|--|---------------------------------|-------------------|-----------|---------------|
| ARÉVALO (1978) | Mar frente a la costa norte del Perú 03°42.9'S 11°42.05'S | FORD (1933) y WALFORD (1946) | VON BERTALANFFY machos | 35,0959 | 0,20581 | -1,52214 |
| | | | VON BERTALANFFY hembras | 31,01105 | 0,30673 | -0,86468 |
| MENDIETA Y SAMAMÉ (1985) | Mar frente a la costa norte del Perú | FORD (1933) y WALFORD (1946) | VON BERTALANFFY machos | 41,08 | 0,15376 | -1,59108 |
| | | | VON BERTALANFFY hembras | 37,74 | 0,22547 | -0,85805 |
| | | | Total | 40,30 | 0,1736 | -1,2476 |
| SCHMITTER-SOTO Y CASTRO-AGUIRRE (1994) | Mar frente a la costa occidental de Baja California Sur (México) | No lineal | VON BERTALANFFY | 32,5 | 0,217 | -0,044 |
| | | | Logística | 26,3 | 0,657 | 2,490 |
| | | | GOMPERTZ | 27,9 | 0,437 | 1,770 |
| | | | VON BERTALANFFY reparametrizada | 28,0 | 0,165 | |
| SAMAMÉ Y FERNÁNDEZ (2000) (Revisión actualizada de los datos de Arévalo 1978) | Mar frente a la costa norte del Perú | FORD (1933) y WALFORD (1946) | VON BERTALANFFY | 33,3 | 0,316 | -0,202 |
| ARRIETA Y ACHA (este estudio) (Cruce de Evaluación de la merluza y otros recursos Demersales 0004-05) | Frente a Puerto Pizarro (03°29.8'S) Costa Huarmey (10°05'S) | No lineal -rutina FISAT (GAYANILO, SPARRE Y PAULY, 1995) ALLEN (1966) FORD (1933) y WALFORD (1946) | VON BERTALANFFY | 30,4 | 0,413 | -0,63 |
| | | | | 30,4 | 0,413 | -0,63 |
| | | | | 29,3 | 0,435 | -0,55 |

Tabla 4. Longitudes medias (LT en cm) por edad observadas por diferentes autores para *Prionotus stephanophrys*, obtenidas por interpretación de los anillos de crecimiento de otolitos.

| Autor | Área estudiada | LT1 | LT2 | LT3 | LT4 | LT5 | LT6 |
|----------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| ARÉVALO (1978) | Mar frente a la costa norte del Perú 03°42,9'S - 11°42,05'S | 16,0 | 18,12 | 21,98 | 23,85 | 30,33 | |
| MENDIETA Y SAMAMÉ (1985) | Mar frente a la costa norte del Perú | 12,96 | 17,22 | 20,91 | 24,06 | 26,95 | 28,8 |
| SAMAMÉ Y FERNÁNDEZ (2000) | Mar frente a la costa norte del Perú | 10,6 | 17,2 | 20,9 | 24,0 | 26,9 | 28,8 |
| ARRIETA Y ACHA (este estudio) | Mar frente a Puerto Pizarro-Huarmey (Perú) | 14,2 | 19,0 | 23,7 | 25,3 | 26,6 | |

Distribución latitudinal y estructura por tallas del falso volador en el área de estudio

Se presenta la distribución latitudinal de *Prionotus stephanophrys* durante el crucero 0004-05 (Fig. 6). Las mayores capturas de esta especie (kg/lance) se localizaron en las subáreas A-B-C (3°30'-6°S), y estuvieron principalmente concentradas en el estrato II (50 -100 brazas).

La estructura de tallas del falso volador durante el período de estudio se presenta en la Fig. 7. La mayor presencia de individuos jóvenes en el área C-D (5°-7°S) es notoria (menores a la talla de desove, 20,2 cm); mientras que en las áreas A-B (3°30'-5°S) y E-F (7°-9°S) los rangos de longitudes son más amplios, principalmente en el área E-F (7°-9°S) con predominancia del grupo de 22-25 cm, correspondientes a las edades de 3-4 años, es decir de individuos adultos.

DISCUSIÓN

Los otolitos utilizados en esta investigación presentaron bandas de crecimiento claramente visibles, por lo que no fue necesario pulirlos por su cara interna como fue realizado en estudios previos (ARÉVALO 1978, MENDIETA y SAMAMÉ 1985). Unas horas de remojo en agua fue suficiente para poder visualizar las marcas de crecimiento. Este método permite ahorrar tiempo en la preparación de los otolitos, por lo que consideramos aconsejable la lectura al poco tiempo de ser colectados.

Las investigaciones realizadas, hasta la fecha, en los otolitos del falso volador en el mar peruano no habían validado completamente la frecuencia de formación de los anillos de crecimiento. ARÉVALO (*op. cit.*) realizó un cálculo del incremento marginal para los otolitos de esta

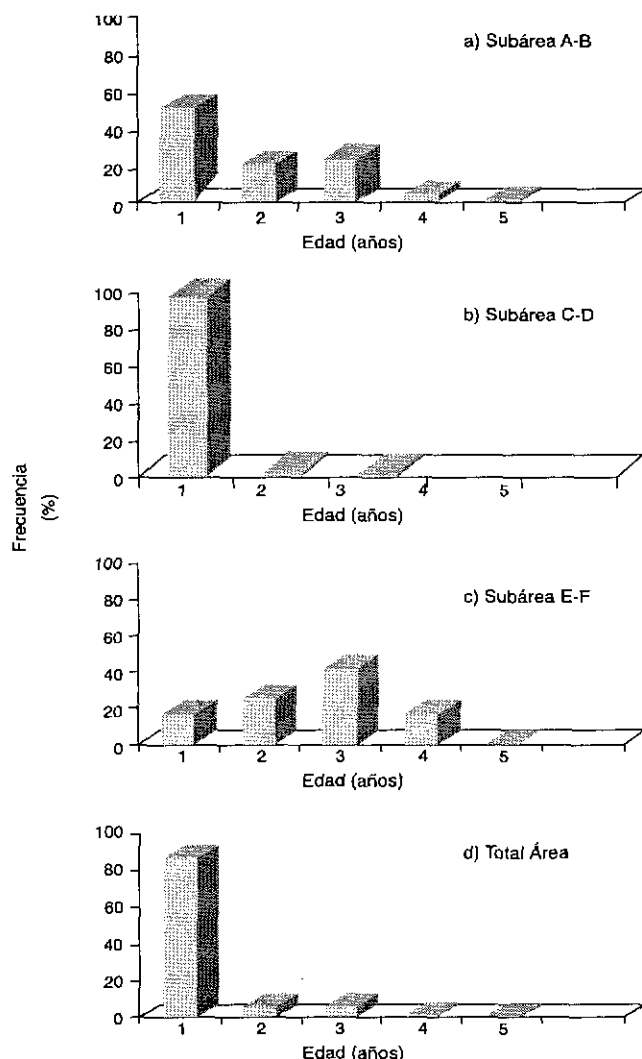


FIGURA 5. Estructura por edades de *Prionotus stephanophrys* durante el Crucero de Evaluación de la Merluza y otros recursos demersales 0004-05 para las subáreas: a) A-B, c) C-D y d) Total área.

especie en algunos meses de los años 1976 y 1977; estos resultados son presentados como referenciales, ya que no se dispuso de una secuencia completa de datos a través del tiempo. MENDIETA y SAMAMÉ (*op. cit.*) señalan que la etapa de formación del anillo opaco se observa con mayor frecuencia en verano. SCHMITTER-SOTO y CASTRO-AGUIRRE (1991) demuestran que la deposición del anillo de crecimiento opaco en los otolitos es anual, lo que nos ha permitido utilizar estas estructuras para las determinaciones de edad en *Prionotus stephanophrys*.

Tabla 5. Interpretación de los anillos de crecimiento de los otolitos. Longitudes medias (LT en cm) por edad calculadas por diferentes autores para *Prionotus stephanophrys*

| Autor | Arévalo (1978) | Mendieta y Samamé (1985) | Samamé y Fernández (2000) | Arrieta y Acha (este estudio) |
|-------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| Area | 03°42.9' S | 03°42.9' S | 03°42.9' S | 03°42.9' S |
| Estudiada | 11°42.05' S | 11°42.05' S | 11°42.05' S | 11°42.05' S |
| Método | Ford (1933) y Walford (1946) | Ford (1933) y Walford (1946) | Ford (1933) y Walford (1946) | Gayanilo, Sparre y Pauly (1995) |
| LT1 Machos | 14,21 | 13,50 | | |
| Hembras | 13,50 | 12,92 | | |
| Total | | | 10,5 | 14,9 |
| LT2 Machos | 18,10 | 17,43 | | |
| Hembras | 18,13 | 17,93 | | |
| Total | | | 16,7 | 20,1 |
| LT3 Machos | 21,26 | 20,80 | | |
| Hembras | 21,53 | 21,93 | | |
| Total | | | 21,2 | 23,6 |
| LT4 Machos | 23,83 | 23,89 | | |
| Hembras | 24,04 | 25,12 | | |
| Total | | | 24,5 | 25,9 |
| LT5 Machos | 25,93 | 26,18 | | |
| Hembras | 25,88 | 27,67 | | |
| Total | | | 26,5 | 27,4 |
| LT6 Machos | 27,63 | 28,29 | | |
| Hembras | 27,23 | 29,70 | | |
| Total | | | 28,6 | 28,5 |
| LT7 Machos | 29,02 | 30,11 | | |
| Hembras | 28,23 | 31,33 | | |
| Total | | | 29,9 | 29,1 |
| LT8 Machos | 30,15 | 31,68 | | |
| Hembras | 28,97 | 32,62 | | |
| Total | | | 30,8 | 29,6 |
| LT9 Machos | 31,07 | 33,02 | | |
| Hembras | 29,51 | 33,86 | | |
| Total | | | 31,5 | 29,8 |
| LT10 Machos | 31,82 | 34,17 | | |
| Hembras | 29,90 | 34,48 | | |
| Total | | | 32,0 | 30,0 |

Los parámetros de crecimiento, determinados mediante la lectura de otolitos, dados por diferentes autores para Perú y México son muy variables. En este estudio los valores de los parámetros, obtenidos por los métodos NO LINEAL, de ALLEN y FORD-WALFORD, son iguales en el caso de los hallados con los dos primeros y con ligeras diferencias en el caso del tercer método. En nuestro estudio, el método de FORD-WALFORD sólo es presentado por motivos de comparación, ya que en la mayoría de las investigaciones previas realizadas en *Prionotus stephanophrys* (ARÉVALO 1978, MENDIETA y SAMAMÉ 1985, SAMAMÉ y FERNÁNDEZ 2000) se ha utilizado este método para la estimación de los parámetros de crecimiento. Por esta razón, consideramos conveniente incluir en este trabajo los resultados hallados con este método, pero se asume que los métodos NO LINEAL y de ALLEN son superiores desde el punto de vista de estimación teórica. Este tipo de cálculos involucra una cantidad considerable de trabajo, pero en la actualidad, el uso de las computadoras permite realizar los procesos iterativos rápidamente.

El crecimiento en longitud del falso volador en el Perú ha sido descrito con la ecuación de crecimiento de VON BERTALANFFY, SCHMITTER-SOTO y CASTRO-AGUIRRE (1991, 1994) describieron el crecimiento utilizando los modelos

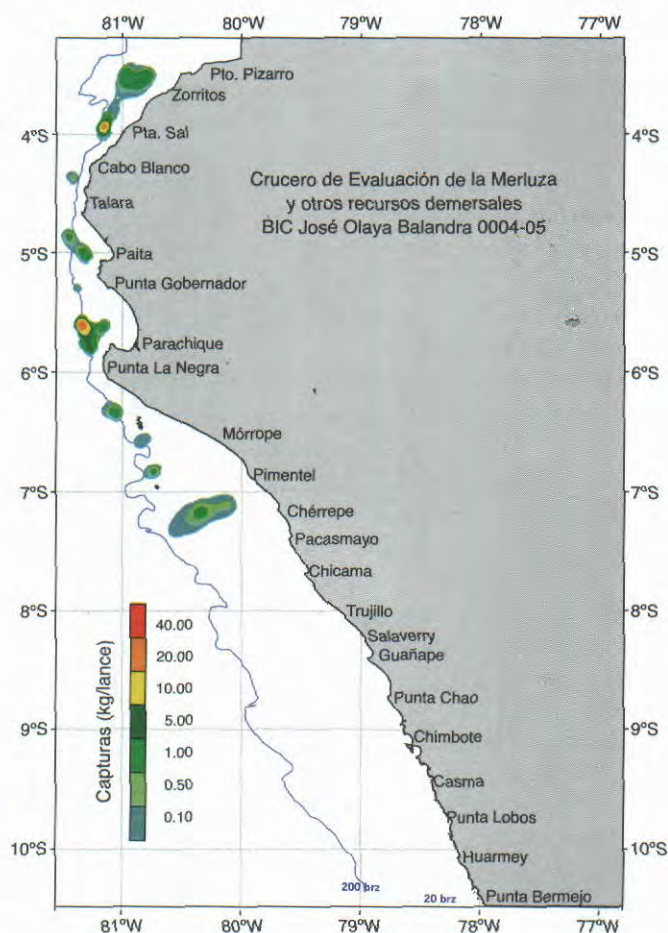


FIGURA 6. Capturas del Falso Volador durante el Crucero 0004-05.

Logístico, GOMPertz y VON BERTALANFFY reparametrizado. Los anteriores valores de L_{∞} para esta especie sobrepasan en gran magnitud a las máximas longitudes observadas (SCHMITTER-SOTO y CASTRO-AGUIRRE 1991). La longitud máxima asíntotica hallada por ellos ($L_{\infty}=37,8$ cm) rebasó por más de 10,0 cm a la mayor de las tallas encontradas para *P. stephanophrys*. Estos autores hallaron que de los 4 modelos utilizados para describir el crecimiento del falso volador, el que mejor se ajusta es el de VON BERTALANFFY y fue el que dio la mejor estimación de la longitud máxima observada.

Los valores de K estimados en la presente investigación son más altos que aquellos obtenidos por otros autores peruanos, pero están dentro de los rangos obtenidos por SCHMITTER-SOTO y CASTRO-AGUIRRE (*op. cit.*) para México y próxima al valor de K obtenido por SAMAMÉ y FERNÁNDEZ (*op. cit.*). Estos autores hicieron una revisión actualizada de la información de talla-edad de ARÉVALO (*op. cit.*) y MENDIETA y SAMAMÉ (*op. cit.*) y re-estimaron los parámetros de crecimiento de la ecuación de VON BERTALANFFY. El alto valor de K obtenido en el presente estudio podríamos atribuirlo a que la población de falso volador estuvo compuesta por un alto porcentaje de individuos jóvenes durante el período de estudio.

Sería prematuro afirmar cuáles de los parámetros de crecimiento serían los más apropiados para *Prionotus stephanophrys* principalmente porque la especie necesita ser más estudiada especialmente en los aspectos reproductivos, alimenticios, etc, y su relación con los cambios ambientales. Sin embargo, la utilidad de los otolitos para la determinación de la edad del falso volador es corroborada en este estudio. El análisis del incremento marginal, así como del borde del otolito a lo largo del año (que se ha realizado con muestras de Paita del año 1999 y cuyos resultados preliminares muestran que la formación del anillo hialino es anual) y el uso de la microestructura de los otolitos, son estudios necesarios para la validación de los anillos de crecimiento. Sería de utilidad la aplicación simultánea de otros métodos alternativos para la determinación de la edad.

Con relación a la estructura por tallas del falso volador, CASTILLO *et al.* (2001) observan una variación en la distribución latitudinal durante el presente crucero. Según varios investigadores* en los seis últimos años *Prionotus stephanophrys* había exhibido una evidente estratificación latitudinal por tallas de norte a sur que no ha sido evidenciada en el presente crucero. Según CASTILLO *et al.* (2001), en la subárea C-D se encontró la menor talla media (13,8 cm LT), incrementándose al norte de la subárea C (19,4 cm LT) y sur de la D (20,0 cm LT); además indican que el falso volador ha experimentado un decremento de su talla media poblacional, de 23,1 cm en 1994 hasta 15,5 cm durante el presente crucero. Cambios oceanográficos post-Niño podrían haber tenido efecto en la variación de la estratificación latitudinal de los indivi-

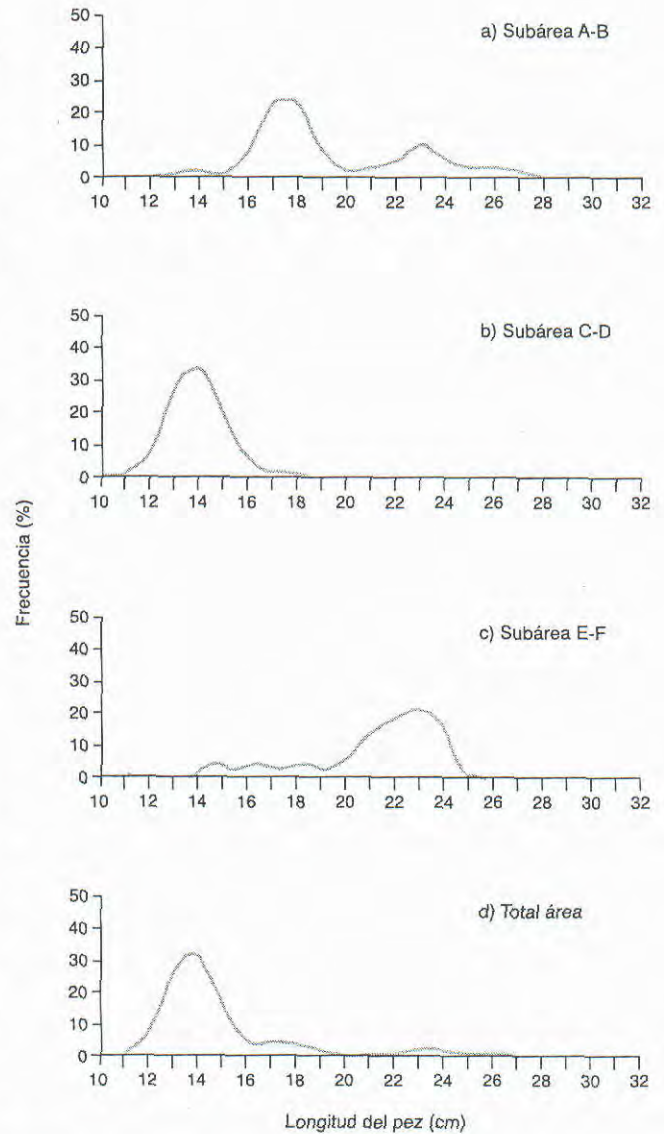


FIGURA 7. Distribución por tallas de *Prionotus stephanophrys* en el Crucero de evaluación de la merluza y otros recursos demersales 0004-05 para las subáreas: a) A - B, b) C - D, c) E - F y d) Total áreas.

duos. Durante el período de estudio la ESCC (Extensión Sur de la Corriente de Cromwell) se encontraba proyectada hacia el sur con mayor intensidad que lo encontrado en el verano de 1999 (SAMAMÉ 2001).

CONCLUSIONES

1. Se confirma que los otolitos sagitta de *Prionotus stephanophrys* Lockington son estructuras válidas para la determinación de la edad y las muestras colectadas durante el Crucero 0004-05 presentaron anillos de crecimiento legibles en un 95,8%.

* CASTILLO, com. per, CASTILLO *et al.* 1996, GONZÁLEZ y CASTAÑEDA 1997, GONZÁLEZ *et al.* 1997, WASIW y CASTAÑEDA 1998 y SAMAMÉ y MOLINA com. per., citado por CASTILLO *et al.* 2001.

2. La curva de crecimiento longitud - edad para ambos sexos, se describe con la ecuación de VON BERTALANFFY $LT = L_{\infty} (1 - e^{-k(t - t_0)})$ y los parámetros de crecimiento fueron calculados con los métodos NO-LINEAL, ALLEN y FORD-WALFORD, cuyos valores son:

Método NO LINEAL:

$L_{\infty} = 30,4$ cm, $K = 0,413$ y $t_0 = -0,63$

Método de ALLEN:

$L_{\infty} = 30,4$ cm, $K = 0,413$ y $t_0 = -0,63$

Método de FORD-WALFORD:

$L_{\infty} = 29,3$ cm, $K = 0,435$ y $t_0 = -0,56$

3. El otoño 2000 se caracterizó por una intensificación moderada de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC). En estas condiciones los estudios de edad nos muestran una predominancia de individuos de un año de edad en el área estudiada. En la subárea E-F (7°-9°S) predominaron los individuos adultos de 3 años de edad. La estratificación latitudinal por tallas, referidas por diferentes autores en años anteriores, no fue observada en este estudio.

Agradecimientos

Los autores expresan su profundo agradecimiento al Dr. MANUEL SAMAMÉ L. por facilitarnos bibliografía y sus trabajos no publicados de falso volador, así como por sus valiosos comentarios de la pesquería demersal en el Perú y revisión del trabajo. Asimismo, al Dr. J. J. SCHMITTER-SOTO por su gentileza de enviarnos oportunamente sus trabajos desde México. Al personal participante en el Crucero de Evaluación de la Merluza y Otros Recursos Demersales 0004-05, que realizaron los muestreos biométricos, biológicos y colectaron los otolitos de falso volador. Se hace extensivo este agradecimiento al Sr. GUILLERMO GRACEY, quien colaboró en la parte de dibujos.

Referencias

ALLEN, K. R. 1966. A Method of Fitting Growth Curves of the VON BERTALANFFY type to observed data J. Fish. Res. Bd. Canadá, 23 (2) : 163 - 173.

ARÉVALO, B. 1978. Determinación de la edad y crecimiento del *Prionotus stephanophrys* Lockington (falso volador) de la costa del Perú. Tesis para optar el grado de Bachiller en Ciencias Biológicas. Programa Académico de Biología Pesquera Universidad Nacional de Trujillo. 29 pp.

CASTILLO, R., V. BLASKOVIC', F. FERNÁNDEZ, y A. ALAMO. 1996. Características biológicas de la merluza y otras especies demersales en el otoño de 1995. Cr. BIC SNP-1 95-05-06. Inf. Inst. Mar Perú 117:99-109.

CASTILLO, C.R., J. CASTAÑEDA, P.R. CASTILLO y A. CABRERA. 2001. Situación de los diez principales recursos demersales durante el otoño del 2000. Inf. Inst. Mar Perú 160: 55-68.

FORD, E., 1933. An account of the herring investigations conducted at Plymouth during the years from 1924 to 1933. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 19 : 305 - 84.

GAYANILO, F. C.; Jr.; P. SPARRE y D. PAULY. The FAO - ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). N° 8. Rome, FAO. 1995. 126 p.

GONZÁLEZ, A. 1992. Diagnóstico biológico-pesquero en *Prionotus stephanophrys* "Falso Volador". Boletín de Lima, N° 81: 67 - 76.

GONZÁLEZ, A., R. CASTILLO y L. VÁSQUEZ. 1997. Otros recursos de importancia durante el crucero de evaluación de la merluza, BIC Humboldt 9705-06, Callao a Puerto Pizarro. Inf. Inst. Mar Perú 128:105-121.

HOLDEN, M. J. y D. F. S. RAITT. 1975. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Manual de ciencia pesquera. Parte 2. FAO, Roma. 123 p.

JUNT, J. J. 1980. Guidelines for Age Determination of Silver Hake, *Merluccius bilinearis*, using otoliths. J. Northw. Atl. Fish. Sci. Vol 1: 65-80

MENDIETA, A. y M. SAMAMÉ. 1985. Avances de las investigaciones del vocador *Prionotus stephanophrys* en el área de su distribución: 51 - 57. En : A. TRESIERRA (ed.) Anales del I Congreso Nacional de Biología Pesquera, 28 de Junio al 01 de Julio, 1984. Colegio de Biólogos Regional del Norte, Trujillo - Perú.

MORALES-NIN, B. 1991. Determinación de crecimiento de peces óseos en base a la microestructura de los otolitos. FAO Documento técnico de pesca. N° 322. Roma, FAO. 58 pp.

SAMAMÉ, M., R. GUEVARA-CARRASCO, P.R. CASTILLO, E. TELLO, C.R. CASTILLO y W. ELLIOTT. 2001. Evaluación de la merluza y otros recursos demersales durante el otoño 2000. Resultados Generales del Crucero BIC José Olaya Balandra 0004-05. Inf. Inst. Mar Perú 160: 7-22.

SAMAMÉ, M. y F. FERNÁNDEZ. 2000. Evaluación biológico pesquera del "falso volador" *Prionotus stephanophrys* Lockington, componente de la ictiofauna demersal del Perú. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 126. 28 pp.

SCHMITTER-SOTO, J. J. y J. L. CASTRO-AGUIRRE. 1991. Edad y crecimiento de *Prionotus stephanophrys* (Osteichthyes: Triglidae) en la costa occidental de Baja California Sur, México. Rev. Biol. Trop. 39 (1):23-29.

SCHMITTER-SOTO, J. J. y J. L. CASTRO-AGUIRRE. 1994. Age and growth of three searobins (Pisces: Triglidae) of the western coast of Baja California Sur, México. Rev. Biol. Trop. 42:271-274.

SCHMITTER-SOTO, J. J. y J. L. CASTRO-AGUIRRE. 1996a. Trophic Comparison among Triglidae (Pisces: Scorpaeniformes) off Baja California Sur, México. Rev. Biol. Trop. 44 (2) : 803-811.

SCHMITTER-SOTO, J. J. y J. L. CASTRO-AGUIRRE. 1996b. Fluctuaciones espacio-temporales del crecimiento en *Prionotus stephanophrys* (Scorpaeniformes: Triglidae) del Pacífico sudcaliforniano, México. Rev. Biol. Trop. 44 (1) : 213-223.

SPARRE, P., S. C. VENEMA, S. C. 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper N° 306.1 , Rev. 1. Rome, FAO. 376p.

WALFORD, L. A. 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole, 90 : 141- 7.

WASIW, J. y J. CASTAÑEDA. 1998. Características biológicas de las principales especies demersales acompañantes de la merluza en el área Puerto Pizarro a Huarney. Crucero BIC José Olaya Balandra 9806-07. Inf. Inst. Mar Perú 138: 71-86

WYSOKINSKI, A. 1983. Photographic guide for the determination from otoliths of the age of young hake *Merluccius capensis* from South West Africa (Namibia). S. Afr. J. Mar. Sci. 1:19-55.