



INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

Boletín

ISSN-0378-7699
VOLUMEN 11 N° 1

**EDAD Y
CRECIMIENTO DE UNA ESPECIE DE
CACHEMA *Cynoscion analis*
DE LA ZONA FRENTE A PAITA**

J. Mendo

**Publicación N° 40 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° 1, 1 - 39 , 1987.

CONTENIDO

Resumen	5
Abstract.....	5
Agradecimientos.....	5
1. Introducción.....	6
2. Material y Métodos.....	7
3. Resultados.....	8
3.1. Relación peso-longitud.....	8
3.2. Descripción del otolito.....	8
3.3. Relación diámetro del otolito - longitud del pez.....	9
3.4. Descripción e interpretación de las zonas de crecimiento.....	9
3.5. Determinación de la edad y crecimiento.....	10
3.5.1. Epoca de formación de los anillos anuales.....	10
3.5.2. Relación radio del otolito - longitud pez.....	11
3.5.3. Cálculo de la longitud media del pez para cada zona de crecimiento.....	11
3.5.4. Formación de las zonas de crecimiento durante "El Niño".....	12
3.5.5. Cálculo de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy.....	13
4. Discusión.....	13
5. Literatura citada.....	17

RESUMEN

La edad y el crecimiento de Cynoscion analis son determinados mediante el análisis de otolitos (sagittae) colectados durante marzo de 1964-marzo 1965 y febrero 1972-febrero 1973, por personal del IMARPE en el laboratorio costero de Paita, Perú. Se comparan resultados para ambos años y se discute el efecto del fenómeno de El Niño 1972 en la formación de las zonas de crecimiento. Los parámetros de crecimiento obtenidos para las muestras 1964-65 son $K = 0.267$ y $L_{\infty} = 43.1$ cms y para las muestras 1972-73 $K = 0.252$ y $L_{\infty} = 44.0$ cms. Se discuten las diferencias encontradas entre los parámetros de crecimiento estimados en este estudio y por otros autores.

ABSTRACT

The age and growth of Cynoscion analis were determined through the analysis of otoliths (sagittae) collected during March 1964-March 1965 and February 1972- February 1973, by IMARPE staff in Paita, Peru.

The results from both years are compared and discussed in relation to El Niño phenomenon 1972-73 and its effect on the rings formation.

The growth parameters obtained for the years 1964-65 were $K = 0.267$ and $L_{\infty} = 43.1$ cm and for 1972-73 were $K = 0.252$ and $L_{\infty} = 44.0$ cm.

Differences between these results and from other authors are discussed also.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento al Dr. Horst Salzwedel, Co-Director del PROCOPA (Programa Cooperativo Peruano-Alemán de Investigación Pesquera), por su apoyo en la publicación de este trabajo.

Al Dr. Manuel Samamé, ex Jefe del Area de Recursos Demersales, por haberme proporcionado el material para este estudio y por sus valiosas sugerencias.

Asimismo, debo mi agradecimiento al Blgo. Julio Castillo por su colaboración en la proporción de algunos datos básicos para este estudio.

Al Dr. Daniel Pauly (ICLARM) y al Dr. Antonio Landa por la revisión y corrección de este trabajo.

Al Sr. Edgardo Carrasco por su colaboración en la toma de fotos de los otolitos.

Por último, mi agradecimiento a la Srta. Rosela Calisto por el tipeado de esta publicación.

1. INTRODUCCION

Los estudios de determinación de la edad nos proporcionan información acerca de la edad, longevidad, edad de reclutamiento, mortalidad, estructura por edades y producción de un stock (Carlander, 1973). Es por esta razón que se considera a este aspecto del estudio biológico de una especie como un punto clave en la aplicación de métodos analíticos poblacionales usados en la Dinámica de Poblaciones.

La "cachema" como se llama comunmente a la especie Cynoscion analis como a otras del mismo género, se distribuye en casi toda la costa peruana. Aproximadamente 50-80% de sus desembarques se llevan a cabo en la zona norte, especialmente en el Puerto de Paita (05°05'S) y en la caleta Santa Rosa (06°53'S) (Fig. 1).

Esta especie es capturada tanto por embarcaciones artesanales usando redes cortineras y pequeñas de cerco como por las embarcaciones comerciales provistas de redes arrastreras y de cerco de mayor magnitud. El uso de estas últimas embarcaciones aumentó a comienzos de la década del 70 (Samamé, 1973) y ha colocado a esta especie en el cuarto lugar en los desembarques totales por especies demersales de importancia para el consumo humano (Tabla 1).

Estudios de edad y crecimiento de C. analis han sido llevados a cabo por Samamé y Okada (1973). Sin embargo el presente estudio tiene como objetivo también observar el efecto del fenómeno de El Niño en la formación de las diferentes zonas de crecimiento.

2. MATERIAL Y METODOS

El material analizado en el presente trabajo proviene de los muestreos biológicos, llevados a cabo regularmente por el personal del IMARPE (Instituto del Mar del Perú) en su laboratorio costero de Paita durante marzo 1964 a marzo 1965 y febrero 1972 a febrero 1973. Dicho material fue cordialmente puesto a mi disposición por el Dr. Manuel Samamé y el Blgo. Julio Castillo.

Los otolitos (sagittae) provienen de una muestra estratificada tomada de los desembarques procedentes de embarcaciones arrastreras y bolicheras, principalmente. El total de ejemplares muestreados en 1964-65 fue de 1,111 y en 1972-73 fue de 916. Antes de proceder a determinar la edad se procedió a observar los otolitos con el objeto de descartar aquellos pertenecientes a la especie Cynoscion altipinnis de mucha similitud exterior con C. analis (Mendo y Vélez, 1986).

Para la observación y análisis de los otolitos se utilizó un fondo oscuro y como líquido de inmersión el agua. Esto fue suficiente para la visualización buena de las diferentes zonas de crecimiento.

Los otolitos difíciles de leer se separaron para incluirlos en resina con el fin de obtener secciones transversales. Para esto se utilizó una máquina desarrollada por Rauck (1975) y las secciones se montaron de la misma forma como para la caballa peruana (Mendo, 1984).

Los otolitos enteros y secciones transversales fueron analizados con luz reflejada bajo un estereoscopio WILD a 16 y 40 aumentos respectivamente. Asimismo se tomaron fotos de algunos otolitos con el sistema fotográfico automático WILD.

El método usado en el cálculo de las longitudes medias por edad fue el retrocálculo para lo cual se obtuvieron, con ayuda del ocular micrométrico, el radio del otolito (R) que es la distancia del núcleo al borde y el radio de cada anillo (r_1) que es la distancia del núcleo a cada anillo de crecimiento (parte final de la zona hialina). Asimismo se obtuvo el diámetro de cada otolito (D) es decir la distancia del borde posterior al borde anterior (Fig. 2).

Mediante la relación entre la longitud del pez (L) y el radio del otolito (R): $L = a + bR$ se calcularon las longitudes medias para cada anillo de crecimiento.

Los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy se estimaron de acuerdo al Ford-Walford-plot (Walford, 1946) en base a los datos de longitud-edad obtenidos mediante el retrocálculo.

3. RESULTADOS

3.1. Relación peso-longitud

Teniendo como antecedente los resultados obtenidos por Samamé (1973), Alvitres (1979) y Gonzáles (1981) en cuanto se refiere a la similitud en la relación peso-longitud para ejemplares de C. analis machos y hembras, se optó por tratar en esta oportunidad a estos en forma conjunta.

Las relaciones obtenidas tienen la forma:

$$W = 0.006564 L^{3.0973} \text{ para } 1964-65 \text{ (N = 1,197, } r = 0.985)$$

$$W = 0.027093 L^{2.6616} \text{ para } 1972-73 \text{ (N = 916, } r = 0.930)$$

con la longitud total en centímetros y el peso en gramos.

3.2. Descripción del otolito

Los otolitos de C. analis son alargados antero-posteriormente, aplanados y ligeramente cóncavos en su parte externa y convexa en su parte interna. Son de forma casi rectangular y la parte posterior termina en punta especialmente en otolitos de peces adultos (Fig. 2). La cara externa permite una mejor visualización del núcleo y de las zonas hialinas y opacas. Una zona opaca densa rodea el núcleo y las zonas hialinas anchas se presentan entre las zonas opacas. Sin embargo, anillos hialinos tenues pueden ser observados dentro de las zonas opacas lechosas y anillos opacos angostos se hacen presentes asimismo con frecuencia dentro de las zonas hialinas (Lamina 1).

3.3. Relación diámetro del otolito - longitud pez

Los diámetros promedios (D) y sus desviaciones estándar por longitud (total) para ejemplares machos y hembras por separado para el año 1964-65 se presentan en la Tabla 2. En ésta se puede observar ligeras diferencias en los diámetros promedios comparando ambos sexos. Sin embargo, analizando estas diferencias estadísticamente mediante el test de Student se determinó que no eran significantes ($t_{0.05}(20)=2.086$; $t_{calc}=0.9034$).

La Tabla 3 ofrece de igual manera los diámetros promedios por longitud para individuos de ambos sexos juntos para los años 1964-65 y 1972-73. Las diferencias entre los promedios de uno y otro año no difieren estadísticamente, tal como lo demuestra el test Student ($t_{0.05}(20)=2.086$; $t_{calc}=0.9876$).

Los resultados de las relaciones entre el diámetro del otolito y la longitud del pez son presentados en la Tabla 4 y Figura 3 (A y B). Como se puede apreciar estas relaciones obedecen a la de una línea recta.

3.4. Descripción e interpretación de las zonas de crecimiento

Empleando un fondo oscuro y luz reflejada en las observaciones del otolito entero y en las secciones transversales (Lamina 2 A y B) las zonas hialinas translúcidas se ven oscuras y las zonas opacas lechosas aparecen de color blanco bajo luz reflejada. La apariencia óptica de las zonas es opuesta cuando se utiliza luz transmitida.

Generalmente en peces de aguas templadas las zonas hialinas son formadas en períodos de crecimiento lento y están generalmente asociadas con el invierno y las zonas opacas son formadas en períodos de crecimiento rápido y están asociadas al verano (FAO, 1982).

Los otolitos de cachema generalmente presentan dos anillos hialinos tenues rodeando al núcleo que se encuentran antes del primer anillo anual (Lamina 3). Estos son considerados por algunos autores como anillos "pelágico" (AP) y "demersal" (AD) en el caso de la

merluza del Atlántico Sud-Oriental (ICSEAF, 1983; HUNT, 1979). Muchas veces estos anillos se presentan tan notorios que se podría confundir con el primer anillo de invierno o anual. La zona opaca o lechosa que se encuentra entre el núcleo y el anillo demersal es llamada "zona pelágica" (ZP) por HUNT (1979).

3.5. Determinación de la edad y el crecimiento

3.5.1. Epoca de formación de los anillos anuales

La determinación del tiempo de formación de la zona hialina y opaca tiene el objeto de establecer si estas se forman una o más veces al año.

La presencia de anillos hialinos tenues en las zonas opacas y la presencia de material opaco en las zonas hialinas, dificultó en un principio la clasificación de los bordes en opacos y hialinos. Sin embargo, observando estos en varias partes del otolito se llegó a establecer un patrón de formación de los anillos hialinos y opacos para otolitos de ejemplares muestreados en 1964-65 y 1972-73 (Fig. 4).

En la Figura 4 se puede notar la formación de una zona hialina por año y que en general esta formación ocurre durante los meses de invierno. Asimismo se puede observar de que los patrones de formación no difieren en los diferentes años analizados.

Los otolitos con bordes hialinos muy angostos se observaron frecuentemente en los meses de marzo-abril cuando la formación de la zona opaca no estuvo claramente completa y los bordes hialinos anchos se observaron frecuentemente en los meses de julio y agosto.

En el contexto de este trabajo, un anillo anual estará representado por el anillo hialino ancho que corresponde a la época de crecimiento lento del pez.

3.5.2. Relación radio del otolito - longitud pez

El método del retrocálculo para la determinación de las longitudes medias por edad requiere además del radio a cada anillo anual, la relación radio del otolito - longitud pez. Los radios promedios por longitud empleados para obtener dicha relación se presentan en las Tablas 2 y 3 y los resultados de ésta se pueden observar en la Tabla 4.

La Figura 5 muestra las relaciones para ejemplares machos y hembras de 1964-65. Como se pueden ver las relaciones obedecen a una línea recta. Diferencias significativas entre los radios promedios por longitud entre machos y hembras no se constataron por medio del t-test ($t_{0.05}(20)=2.086$; $t_{calc}=0.8505$).

Tratando los datos de ejemplares machos y hembras en conjunto para 1964-65 y 1972-73 no se registraron diferencias significativas en los radios promedios por longitud aún cuando planteando estos (Fig. 6) se nota una ligera diferencia especialmente en la parte correspondiente a ejemplares mayores de 33 cms.

3.5.3. Cálculo de la longitud media del pez para cada zona de crecimiento observada.

Los radios promedios en unidades micrométricas (u.m.o.) para cada anillo de crecimiento obtenidos para el cálculo de las longitudes medias de ejemplares machos y hembras por separado (1964-65) y de ejemplares de ambos sexos en conjunto (1964-65 y 1972-73) se dan en las Tablas 5 y 6.

Las relaciones entre la longitud del pez (L) y el radio promedio (R) ($L=a+bR$) se obtuvieron para el cálculo respectivo de las longitudes medias por anillo de crecimiento.

Estas para hembras y machos en conjunto tomaron la forma:

$$L = -3.87 + 0.721 R \text{ para } 1964-65 \text{ (N=1111)}$$

$$L = -5.52 + 0.769 R \text{ para } 1972-73 \text{ (N= 980)}$$

La Tabla 7 muestra las longitudes medias por anillo de crecimiento para ejemplares machos y hembras del año 1964-65 y para machos y hembras juntos de 1964-65 y 1972-73.

Diferencias significativas en las longitudes medias obtenidas para ejemplares machos y hembras del año 1964-65 no se encontraron según el test de Student ($t_{0.05}(6)=2.447$; $t_{calc}=0.8572$).

Lo mismo se encontró cuando se compararon las longitudes medias de ejemplares hembras y machos juntos del año 1964-65 y 1972-73 ($t_{0.05}(7)=2.365$; $t_{calc}=0.4413$).

3.5.4. Formación de las zonas de crecimiento durante "El Niño"

Es sabido en la actualidad que cambios en el ambiente afectan la formación de zonas de crecimiento en otolitos (FAO, 1982; Radtke, 1984). Estos cambios se trataron de observar en los otolitos de ejemplares muestreados en un año normal (1964-65) y en años con alteraciones ambientales (1972-73 y 1982-83).

Observaciones directas de otolitos enteros tanto de ejemplares juveniles (clase anual 72 ú 82) como de adultos fueron llevados a cabo con el fin de determinar alguna anomalía en la formación de las zonas opacas como hialinas.

Algunos otolitos de la clase anual 72 ú 82 (15-18 cms de longitud) presentaban la zona opaca lechosa que rodea al núcleo un poco translúcida como se puede observar en la Lamina 4 A. Esto probablemente se debe a una deficiencia en la deposición de calcio en los otolitos durante los

primeros meses de vida pelagica del pez, causada por condiciones ambientales adversas (como temperatura, alimento, etc).

Por otro lado en otolitos de ejemplares más viejos (4-5 años de edad) las zonas opacas cuya formación había tenido lugar en 1972, eran más anchas que las que antecedían a estas (Lam. 4 B).

3.5.5. Cálculo de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy

En base a las longitudes promedios por edad y mediante el Ploteo de Ford-Walford (Walford, 1946) se obtuvieron los valores de K , L_{∞} y t_0 para la cachema muestreada en 1964-65 y 1972-73 (tabla 8) y la ecuación de crecimiento en longitud toma la forma:

$$L_t = 43.1(1 - e^{-0.267(t+0.547)}) \text{ para } 1964-65$$

$$L_t = 44.0(1 - e^{-0.254(t+0.596)}) \text{ para } 1972-73$$

Usando la relación peso-longitud como isométrica (con $b = 3$ y $a = 0.0103$, ver Tab. 10) para la obtención del peso infinito (W_{∞}) la ecuación de crecimiento en peso de von Bertalanffy toma la forma:

$$W_t = 825(1 - e^{-0.267(t+0.547)})^3 \text{ para } 1964-65$$

$$W_t = 877(1 - e^{-0.254(t+0.596)})^3 \text{ para } 1972-73$$

Las longitudes y pesos medios por edad fueron calculados mediante las longitudes y pesos observados y las ecuaciones de crecimiento en longitud y peso (Tabla 9) y graficados (Fig. 7 A y B) para 1964-65 y 1972-73.

4. DISCUSION

Los otolitos de C. analis son relativamente fáciles de leer. Sin embargo se deben tener en cuenta la presencia de anillos falsos como los anillos "pelágico" y "demersal". Una

falsa interpretación de estos anillos podrían dar lugar a una sobreestimación de la edad.

La formación de estos anillos falsos está ligada a los cambios de ambiente que experimentan los peces demersales en los primeros 6 meses de vida (Hunt, 1979). Los peces juveniles son pelágicos hasta aproximadamente dicha edad y luego migran, bajo la influencia de la temperatura y disponibilidad de alimento, al fondo donde adquieren vida demersal. Se asume que este cambio de ambiente causa la formación de zonas hialinas que en muchos casos se presentan muy claras como un anillo anual (Lam. 3). La identificación de las zonas pelágicas y demersales se determina por el tamaño de sus radios menores que las del primer anillo anual (Tablas 5 y 6).

En general casi todas las zonas opacas presentan anillos hialinos tenues que dificultan algunas veces la determinación de la edad del pez. Esta característica parece ser casi común en los otolitos de varias especies peruanas como son de la caballa, Scomber japonicus (Mendo, 1984), del jurel Trachurus murphy, de la sardina Sardinops sagax y de la merluza, Merluccius gavi peruanus (com. pers. de Cardenas y Dioses).

Las diferencias en las relaciones peso-longitud, la distribución de frecuencias de longitudes, las relaciones entre el tamaño del pez y el tamaño del otolito y las longitudes medias por edad determinadas para ejemplares machos y hembras nos permite afirmar que esta especie no presenta dimorfismo sexual como se presenta en el caso de la merluza (Dioses, 1984). Esta conclusión es concordante con lo reportado para C. analis por Samamé y Okada (1973), Alvitres (1979) y González (1981).

Las relaciones peso-longitud encontradas para los años 1964-65 y 1972-73 (♂♀) difieren ligeramente. Haciendo una comparación entre las relaciones obtenidas por diferentes autores y calculando con estas el peso para una misma longitud, observamos igualmente alguna diferencia (Tabla 10). Según estos datos la cachema de Sta. Rosa ofrece una mejor condición que la cachema de Paita. Sin embargo, esto podría deberse a las épocas en que se realizó el muestreo.

Haciendo una prueba "t" entre las longitudes medias por anillo de crecimiento de la cachema de 1964-65 y la de 1972-73 (Tabla 7) no se registraron diferencias significativas ($t_{calc}=0.441$; $t_{0.05}(7)=2.365$). Sin embargo, las longitudes medias de las zonas pelágica y demersal son menores para 1972-73 que para 1964-65. Estas diferencias podrían tener su origen en las diferentes condiciones ambientales que rigieron durante dichos años, el año 1964-65 caracterizado por ser de tendencia normal y el de 1972-73 con la presencia del fenómeno de El Niño. Un adelanto en el cambio de la vida pelágica a la demersal durante 1972-73 nos sugiere el tamaño de la zona pelágica y demersal con respecto a 1964-65.

Por las observaciones directas de los otolitos podríamos concluir que durante el fenómeno de El Niño la cachema (ejemplares mayores de 4 años) se ve ligeramente favorecida. Esta conclusión está reforzada además por la mejor relación peso-longitud encontrada para 1972-73 que en 1964-65 y que la determinada por Samamé y Okada (1973) para la cachema de Paita colectada en 1967. Las condiciones favorables para la cachema durante El Niño estarían relacionadas al aumento de volúmenes de oxígeno en el fondo (Espino et al., 1985) al incremento de la fauna macrozoobentónica (Salzwedel et al., in prep.) y por ende a una mayor disponibilidad de alimento (Sánchez et al., 1985).

La descripción del crecimiento en longitud de una especie mediante una curva está influenciada por las longitudes medias por edad obtenidas mediante una determinada interpretación de las zonas de crecimiento y un determinado método y por el rango de edades encontradas en una muestra. Los métodos más comunes utilizados para calcular las longitudes promedias por edad son el método de retrocálculo y el método del conteo de anillos. En principio ambos métodos son similares ya que se basan en una misma interpretación de las zonas de crecimiento; sin embargo, el método de conteo de anillos es menos tedioso que el del retrocálculo. Existe una justificación para el uso del método del retrocálculo cuando no se tienen muestras para todos los grupos de edades y cuando las muestras tomadas presentan sesgos.

En la literatura existe sólo un trabajo sobre determinación de la edad de la cachema que corresponde a Samamé y Okada (1973). Sus resultados no coinciden con el de este estudio por lo que se tratarán de comparar y discutir.

Las longitudes medias por edad y los parámetros de crecimiento publicados por los autores son muy diferentes a los encontrados en este estudio. Así mismo, tomando los radios promedios por anillo anual y las relaciones longitud pez - radio del otolito reportados por ellos y calculando las longitudes medias por edad, estas también difieren significativamente con las de este estudio (Tabla 11). Sin embargo, los valores de los parámetros de crecimiento obtenidos en base a estas longitudes medias ($K = 0.246$, $L_{\infty} = 43.7$ para machos y $K = 0.242$, $L_{\infty} = 43.5$ para hembras) se semejan a los de este estudio ($K = 0.252$, $L_{\infty} = 44.0$). Parece ser que se trata de un error en los cálculos o de las longitudes medias por edad o de los parámetros de crecimiento.

El valor de la longitud asintótica $L_{\infty} = 61.8$ cms. obtenido por Samamé y Okada (1973) se acerca más a la longitud máxima observada para el año 1970 (68 cms) que la obtenida en el presente estudio. Sin embargo, se deben tener en cuenta posibles errores en la identificación de C. análisis de mucha similitud con otras especies del mismo género como por ejemplo C. altipinnis llamadas también "cachemas" (Mendo y Vélez, 1986).

Esto es confirmado por un análisis de los datos de frecuencia de longitudes dados en la Tabla 12 usando el método de Wetherall (1986), implementado por Brey y Pauly (1986), y que provee un estimado de $L_{\infty} = 43.8$ cms., sugiriendo que los pocos peces grandes (40-68 cms.) pertenecen a otra especie de cachema, como por ejemplo a C. altipinnis.

Por otro lado calculando el índice de rendimiento en crecimiento desarrollado por Pauly and Munro (1984) mediante:

$$\phi = \log K + 2 \log L_{\infty}$$

con valores obtenidos en este estudio y Samamé y Okada (1973) obtenemos resultados similares (ver Tabla 13). Tomando el promedio de los valores de ϕ y el valor de L_{∞} obtenido

mediante el ploteo de Wetherall obtenemos una estimación de $K = 0.249$ que es muy similar a los valores obtenidos en este estudio como se puede apreciar en la Tabla 13.

De tal manera que los diferentes caminos usados en este estudio convergen en valores de L_{∞} entre 43.1 y 44.0 y en valores K entre 0.249 y 0.267.

6. LITERATURA CITADA

- ALVITRES, V. 1979. Madurez sexual y relación peso-longitud de Cynoscion analis J. "cachema" durante el verano de 1974, Caleta Santa Rosa - Lambayeque. Rev. Científica N° 1. Univ. Nac. "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque-Perú.: 43-52.
- BREY, T. and D. PAULY. 1986. A User's Guide to ELEFAN 0, 1 and 2 (revised and expanded version) Ber. Inst. f. Meeresk. Univ. Kiel N° 149, 77 pp.
- CARLANDER, K.D. 1974. Difficulties in aging fish in relation to inland fisheries management.: 200-205. In: T.B. Bagenal (ed.) Ageing of Fish. Unwin. Bros. Ltd., England.
- DIOSES, T. 1985. Edad y crecimiento de la merluza peruana Merluccius gayi peruanus (G). Anales I Congreso Nacional de Biología Pesquera, Trujillo-Perú.
- ESPINO, M., C. BENITES y M. MALDONADO. 1985. Situación de la población de merluza (Merluccius gayi peruanus) durante "El Niño". En: W. Arntz, A. Landa y J. Tarazona (Eds.), "El Niño", Su Impacto en la Fauna Marina. Bol. Extr. Inst. Mar Perú, Callao-Perú. 222 pp.
- FAO, 1982. Métodos de recolección y análisis de datos de talla y edad para la evaluación de poblaciones de peces. FAO. Fish. Circ., (736):100 pp.
- GONZALES, F. 1981. Madurez sexual y fecundidad de Cynoscion analis (J), 1842 "cachema" Tesis. Lic. Biol. Pesq. Univ. Nac. "Pedro Ruiz Gallo" Lambayeque-Perú, 61 pp.

-
- HUNT, J. 1979. Age and Growth Studies of Silver Hake (Merluccius bilinearis) in the Northwest Atlantic. ICNAF Res. Doc. 79/VI/42.
- ICSEAF, 1983. ICSEAF Otolith Interpretation Guide Hake int. Comm. SE. Atl. Fish. 1:70 pp.
- MENDO, J. 1984. Edad, crecimiento y algunos aspectos reproductivos y alimentarios de la caballa (Scomber japonicus peruanus). Bol. Inst. Mar Peru, Vol. 8 N° 4.: 101-156.
- , VELEZ. 1986. Contribución a la identificación de dos especies de cachema, Cynoscion analis y Cynoscion altipinnis (PISCES: SCIAENIDAE) de la costa norte del Perú. Bol. Inst. Mar Perú, Callao-Perú. Vol. 10 N° 6: 140-164.
- PAULY, D. and J.L. MUNRO. 1984. Once more of the comparison of growth in fishes and invertebrates. Fishbyte 2(1):21-25.
- RADTKE, R.L. 1984. Cod. Fish Otoliths: Information storage Structures. In: E. Dahl, D.S. Danielssen, E. Morkness and P. Solemdal (Eds.), The Propagation of Cod Gadus morhua L. Flødevigen Rapportser, 1, 1984: 273-298.
- RAUCK, G. 1975. A new technique of sawing otoliths. ICES C.M. 1975 F: 23, Dem. Fish Cttee., 5 pp.
- SALZWEDEL, H., L.A. FLORES, E.CH. DE FLORES Y A.Z. DE MORENO. (in prep.) Spacial distribution of the macrozoobenthos and filamentous bacteria on the northern continental shelf off Peru during and after El Nino 1982-83. Presentado en la Conferencia Chapman sobre El Nino, 27-31 Octubre, 1986. Guayaquil, Ecuador.
- SAMAME, M. y K. OKADA, 1973. Determinación de la Edad, Crecimiento y Dinámica de la Población de Cachema, Cynoscion analis, JENYNS, de la costa norte del Perú. Bull. Tokai. Reg. Fish. Res. Lab., N° 73: 48 pp.
- SANCHEZ DE BENITES, G., A. ALAMO y H. FUENTES. 1985. Alteraciones en la dieta alimentaria de algunos peces comerciales por efecto del Fenómeno "El Niño". En: W.

Arntz, A. Landa y J. Tarazona (Eds.), "El Niño", Su Impacto en la Fauna Marina. Bol. Extr. Inst. Mar Perú, Callao-Perú, 222 pp.

WALFORD, L.A. 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. Biol. Bull. 90(2):141-147.

WETHERALL, J.A. 1986. A new method for estimating growth and mortality parameters from length-frequency data. Fishbyte 4(1):12-14.

TABLA 1 . Desembarque mínimo, máximo y promedio de peces demersales de importancia comercial en la costa peruana durante 1970-1982.

ESPECIE	DESEMBARQUE 1970-1982 (tón x 1000)*			
	MIN	MAX	PROMEDIO	CVx100**
Merluccius gayi peruanus	12.6	303.5	102.1	75
Mustelus whitneyi	3.5	19.2	10.2	38
Paralonchurus peruanus	3.0	7.8	5.6	25
Cynoscion analis	1.8	7.9	3.6	52
Paralabrax humeralis	1.4	4.5	2.1	50

* Fuente: Oficina de Estadística y Estudios Económicos Pesqueros (IMARPE)

** Coeficiente de variación

TABLA 2 . Radios (R) y diámetros (D) promedios de los otolitos por longitud para ejemplares machos y hembras colectados en 1964-65.

Long. media (cm)	♂ ♂					♀ ♀				
	N	R ^a	sd ^b	D ^a	sd ^b	N	R ^a	sd ^b	D ^a	sd ^b
15.5						1	28.0	-	50.0	-
16.5						1	28.0	-	51.0	-
17.5	4	28.9	0.85	53.6	1.38	4	29.6	1.11	54.4	2.50
18.5	10	31.1	0.99	58.0	1.64	8	31.8	1.69	58.3	3.00
19.5	32	33.5	1.49	62.4	2.74	38	32.5	1.34	61.4	2.17
20.5	72	34.1	1.20	63.9	2.23	71	34.1	1.45	64.5	2.50
21.5	81	35.7	1.57	67.1	2.32	92	35.5	1.35	66.8	2.46
22.5	60	36.7	1.52	68.9	2.38	82	36.4	1.72	68.7	3.21
23.5	47	37.4	1.69	70.5	3.14	51	37.9	1.87	71.1	3.50
24.5	37	39.1	1.86	73.7	3.35	27	39.8	2.20	74.1	2.03
25.5	22	40.5	2.02	77.1	4.04	33	40.5	2.01	76.7	3.35
26.5	26	41.3	2.49	79.1	3.01	35	41.8	1.26	80.0	2.82
27.5	20	43.4	1.64	82.6	3.91	28	42.4	1.47	81.0	2.31
28.5	17	44.2	1.45	84.2	2.32	25	43.9	1.37	83.7	1.94
29.5	26	46.2	1.59	88.1	2.89	25	46.0	1.61	87.5	3.34
30.5	11	48.3	2.12	91.9	2.78	17	46.6	1.56	89.1	3.13
31.5	13	48.9	2.03	92.3	4.23	8	48.1	2.43	91.9	4.26
32.5	13	50.7	1.72	97.2	3.72	10	51.1	1.95	98.5	2.88
33.5	19	51.7	1.63	98.0	2.77	12	52.3	1.92	100.3	2.63
34.5	8	52.7	1.47	100.4	2.23	3	53.7	2.88	101.2	1.04
35.5	5	53.9	2.51	101.7	3.42	8	54.2	2.10	103.3	2.99
36.5	4	54.9	1.65	104.1	3.75	5	55.6	1.30	104.8	5.89
37.5	1	56.0	-	106.0	-	3	59.3	4.16	108.7	3.05
38.5	1	60.0	-	111.5	-	-				

^a en unidades micrométricas (1 u. m. o. = 0.15 mm.)

^b desviación estandar

TABLA 3 . Radios (R) y diámetros (D) promedios de los otolitos por longitud para ejemplares machos y hembras colectados en 1964-65 y 1972-73.

Long. media (cm)	1964-65 ♂+♀					1972-73 ♂+♀				
	N	R ^a	sd ^b	D ^a	sd ^b	N	R ^a	sd ^b	D ^a	sd ^b
15.5	1	28.0	-	50.0	-	1	26.0	-	49.0	-
16.5	1	28.0	-	51.0	-	12	28.3	1.30	52.8	1.54
17.5	8	29.3	1.00	54.0	1.91	30	29.7	1.25	55.0	2.18
18.5	18	31.3	1.49	57.8	2.05	50	30.7	1.15	57.5	1.80
19.5	70	33.0	1.48	61.9	2.49	55	32.4	1.58	60.6	2.01
20.5	143	34.1	1.33	64.2	2.36	39	33.9	1.34	63.9	2.18
21.5	173	35.6	1.46	66.9	2.38	60	35.1	1.12	66.1	1.99
22.5	142	36.5	1.63	68.8	2.87	41	36.4	1.08	68.9	2.22
23.5	98	37.6	1.79	70.8	3.33	52	38.7	1.31	72.6	2.41
24.5	63	39.3	1.96	73.9	2.85	50	39.4	1.26	74.9	2.60
25.5	55	40.5	2.03	76.8	3.61	55	41.3	1.22	77.9	2.44
26.5	61	41.6	1.85	79.7	2.85	58	42.0	1.43	80.6	1.93
27.5	48	42.8	1.60	81.8	3.18	69	43.4	1.47	82.5	2.68
28.5	42	44.1	1.42	83.9	2.10	56	45.2	1.88	85.1	2.97
29.5	50	46.0	1.59	87.8	3.06	47	45.9	1.53	87.0	2.18
30.5	28	47.3	1.95	90.3	3.22	59	46.9	1.68	89.6	2.56
31.5	21	48.4	2.20	91.6	4.80	44	48.0	1.66	91.2	2.61
32.5	23	50.8	1.78	97.4	3.49	37	49.9	1.94	94.0	2.56
33.5	31	51.9	1.74	98.9	2.90	46	50.6	1.87	97.2	3.57
34.5	11	52.9	2.46	100.6	1.99	30	52.2	1.87	99.2	3.16
35.5	13	54.1	2.17	102.7	3.12	22	52.5	2.08	101.6	2.65
36.5	9	55.3	1.42	104.5	4.77	27	54.9	1.79	104.8	2.47
37.5	4	58.5	3.79	108.0	2.82	18	55.5	2.16	106.4	3.36
38.5	1	60.0	-	111.5	-	10	56.5	3.15	108.9	4.49
39.5						6	57.4	2.01	110.8	2.77

^a en unidades micrométricas (1 u.m.o. = 0.15 mm.)

^b desviación estandar

TABLA 4 . Parámetros de las relaciones directas entre el radio del otolito promedio (en unidades micrométricas) y la longitud total (cm) [R - L] y entre el diámetro del otolito promedio (en unidades micrométricas) y la longitud total (cm) [D - L] de la cachema de la zona de Paita para los años 1964-65 y 1972-73.

Año	Sexo	N	R - L			D - L		
			a	b	r ²	a	b	r ²
1964-65	♂	528	5.87551	1.36385	0.99500	10.05690	2.61511	0.995
	♀	583	5.59603	1.37880	0.99400	8.07617	2.69225	0.996
	♂+♀	1111	5.50507	1.38097	0.99630	8.58650	2.66760	0.998
1972-73	♂+♀	980	7.31396	1.29456	0.996	11.14317	2.55880	0.998

TABLA 5 . Valores medios de los radios de cada zona de crecimiento presentes en los otolitos de cachema (♂♂ y ♀♀) del área de Paita, 1964-65.

ANILLO	♂♂			♀♀		
	Nro. Mediciones	R ^a	sd ^b	Nro. Mediciones	R ^a	sd ^b
"Pelágico"	127	11.65	1.493	148	11.42	1.440
"Demersal"	38	18.52	1.545	43	17.88	1.721
1	466	24.45	2.900	525	24.77	2.833
2	176	35.20	2.307	165	35.17	2.227
3	79	41.88	2.120	74	42.15	2.193
4	38	46.76	1.767	34	46.50	1.240
5	23	51.14	2.320	15	50.91	0.853
6	*	-	-	*	-	-

a en unidades micrométricas (1 u. m. o. = 0.15 mm.)

b desviación estandar

* muy pocas mediciones

TABLA 6 . Valores medios de los radios de las zonas de crecimiento presentes en los otolitos de cachema ($\sigma + \rho$) del área de Paita, 1964-65 y 1972-73

ANILLO	1964-65			1972-73		
	N	R ^a	sd ^b	N	R ^a	sd ^b
"Pelágico"	285	11.46	1.405	180	12.11	1.641
"Demersal"	81	18.19	1.402	138	17.20	1.611
1	987	25.74	2.773	760	26.34	2.440
2	312	35.39	2.074	491	35.14	1.869
3	149	41.82	1.879	403	41.32	1.728
4	55	46.95	1.731	198	46.00	1.780
5	39	51.38	1.374	92	50.26	1.974
6	24	54.85	1.460	29	53.60	1.450
7				8	56.00	2.053

^a en unidades micrométricas (1 u.m.o. = 0.15 mm.)

^b desviación estandar

TABLA 7 . Longitudes medias (cm) por anillo de crecimiento, calculadas en base a la rela-

ANILLO	1964-65			1972-73
	$\sigma \sigma$	$\rho \rho$	$\sigma + \rho$	$\sigma + \rho$
"Pelágico"	4.36	4.36	4.39	3.80
"Demersal"	9.49	9.02	9.25	7.72
1	14.50	13.96	14.70	14.75
2	21.54	21.48	21.66	21.52
3	26.41	26.51	26.30	26.27
4	29.97	29.65	30.00	29.87
5	33.02	32.86	33.20	33.15
6			35.70	35.74
7				37.57

TABLA 8 . Parámetros de crecimiento de la fórmula de von Bertalanffy en base a las longitudes promedio por edad (años) para la cachema ($\sigma^{\text{♂}} + \text{♀}$) del área de Paíta.

AÑO	a	b	r ²	K	L ∞	t ∞
1964-65	10.103	0.765	0.997	0.267	43.1	-0.547
1972-73	9.801	0.777	0.998	0.252	44.0	-0.596

TABLA 9 . Longitudes y pesos promedio por edad, observados (Obs.) y calculados (Cal.) mediante la ecuación de von Bertalanffy de la cachema de Paíta ($\sigma^{\text{♂}} + \text{♀}$).

EDAD (años)	1964-65				1972-73			
	Longitud (cms)		Peso (grs)		Longitud (cms)		Peso (grs)	
	Obs.	Cal.	Obs. ^a	Cal.	Obs.	Cal.	Obs. ^a	Cal.
1	14.70	14.58	32.72	31.96	14.75	14.59	33.05	32.47
2	21.66	21.27	104.67	99.10	21.52	21.15	102.65	98.71
3	26.30	26.38	187.37	189.21	26.27	26.25	186.73	188.33
4	30.00	30.30	278.10	286.64	29.87	30.21	274.50	286.63
5	33.20	33.29	376.92	380.47	33.15	33.28	375.22	382.89
6	35.70	35.59	468.64	464.75	35.74	35.67	470.22	470.86
7	-	37.35	-	537.08	37.57	37.53	546.21	547.70
8	-	38.69	-	597.30	-	38.97	-	612.73

^a calculado con $W = 0.0103 L^3$

TABLA 10 . Relaciones longitud-peso publicadas por varios autores para la cachema (Cynoscion analis), con una estimación del factor de condición promedio.

Nro.	"a"	"b"	Procedencia de la muestra	Long. (cms)		n	Sexo	Peso (grs) para L=30 cms	Autor
				[min-max]					
1	0.01107	2.9900	Santa Rosa	18.5-35.5		312	♂+♀	289	Alvitres (1979)
2	0.01430	2.9242	"	16.7-46.7		576	♂+♀	298	González (1981)
3	0.00960	2.9828	Paita	*	*	*	♂	245	Samamé y
4	0.00830	3.0313	"	*	*	*	♀	249	Okada (1973)
5	0.00656	3.0973	"	15.5-38.5		1197	♂+♀	246	este estudio
6	0.01246	2.9160	"	15.5-39.5		916	♂+♀	253	"
Promedio	0.01030	3	Sta.Rosa+Paita	15.5-46.7		3001	♂+♀	x = 263.3	"

* sin información

TABLA 11 . Radios promedios por anillo (r_i) determinados por Samamé y Okada (1973) y en el presente estudio.

anillo	Samamé (1973)			este estudio**	
	r_i (mm)	♂♂ *	♀♀ *	r_i (mm)	♂ ♀
1	3.45	13.6	13.8	3.95	14.75
2	4.81	20.4	20.4	5.3	21.52
3	5.78	25.3	25.2	6.2	26.27
4	6.52	29.0	28.8	6.9	29.87
5	7.18	32.3	32.1	7.54	33.15
6	7.71	35.0	34.7	8.0	35.74
7	8.10	36.9	36.6	8.4	37.57

* longitudes medias calculadas en este estudio en base a las relaciones $L=4.906 R-3.171$ para hembras y $L=5.001 R-3.642$ para machos, dadas por Samamé y Okada (1973).

** longitudes medias correspondientes a ejemplares de 1972-73

TABLA 13 . Valores de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy obtenidos en el presente estudio y por Samamé y Okada (1973). Los valores del índice de rendimiento en crecimiento (ϕ') fueron calculados según Pauly and Munro (1986).

K (1/año)	L_{∞} (cm)	ϕ'	Autor
0.267	43.1	2.70	presente estudio
0.254	44.0	2.69	"
0.117	62.0	2.65	Samamé y Okada (1973)
0.249*	43.8**	$\phi=2.68$	presente estudio

* calculado de antlog (2 log 43.8 - 2.68)

** obtenido del ploteo de Wetherall (Wetherall, 1986)

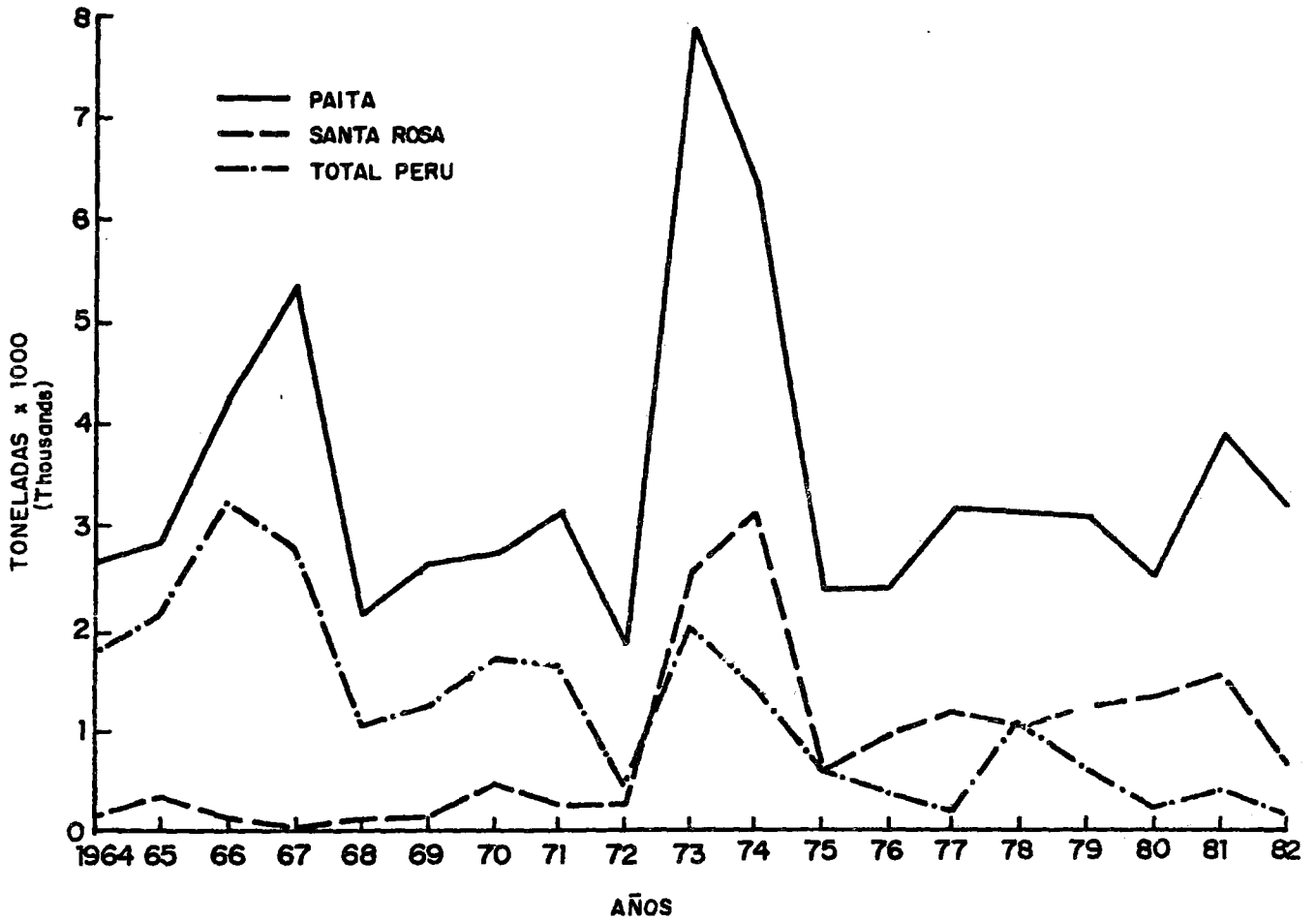


Fig. 1.- Desembarque anual de cachema en el Pto. de Paita, Caleta Santa Rosa y en todo el litoral peruano durante 1964-82.

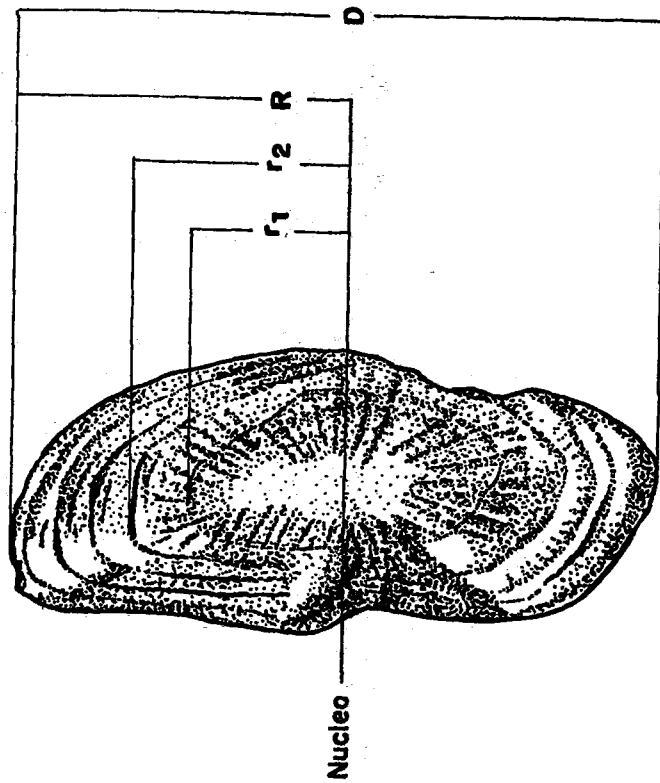


Fig. 2 Esquema del otolito de *C. analis* indicando las mediciones tomadas para este estudio.
 (D = diámetro , R = radio , r_{1,2} = anillos de crecimiento)

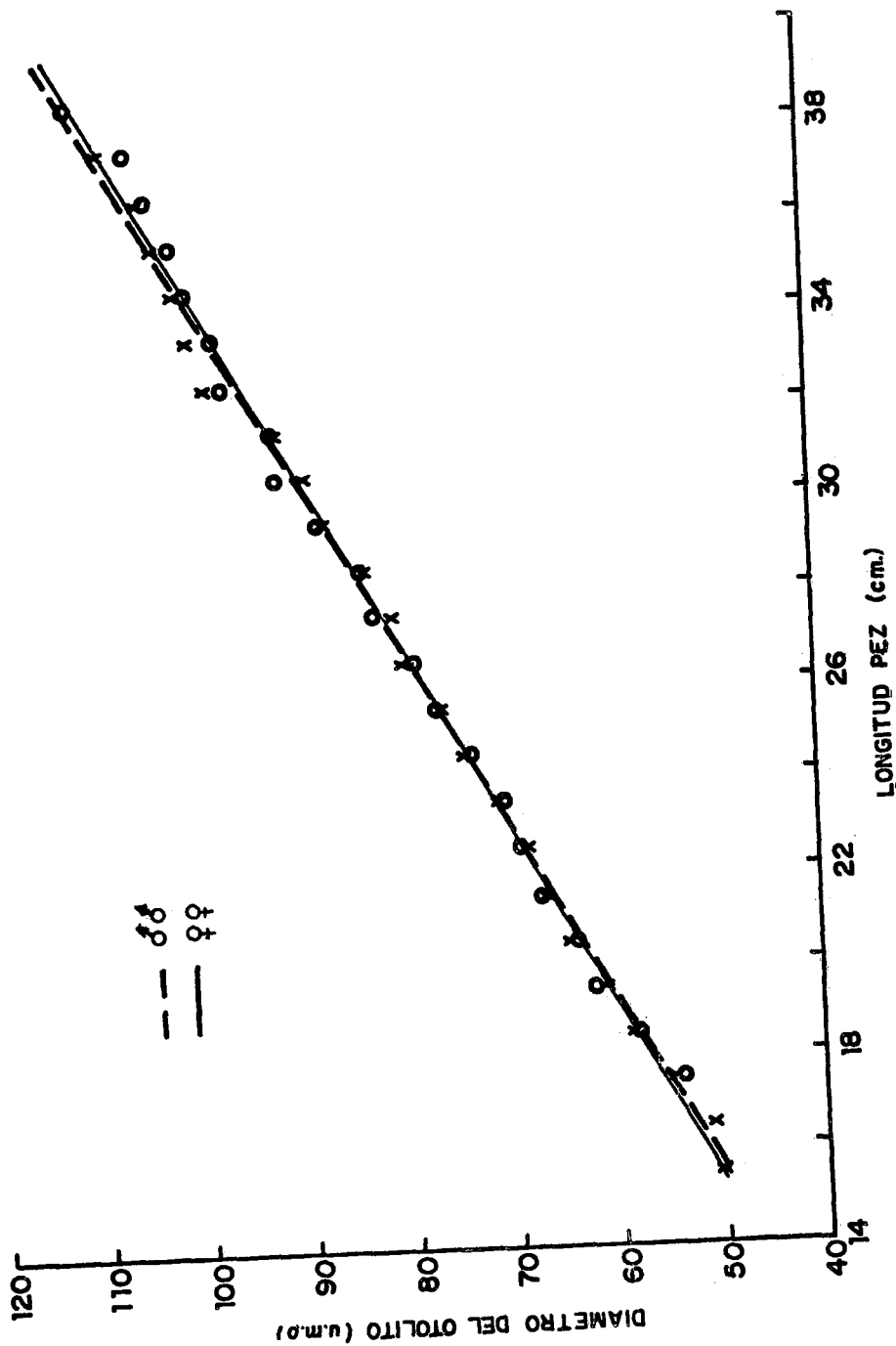


Fig. 3A.- Relación diámetro del otolito y la longitud del pez para ejemplares machos y hembras muestreados durante 1964-65 (1 u.m.o. = 0.15 mm).

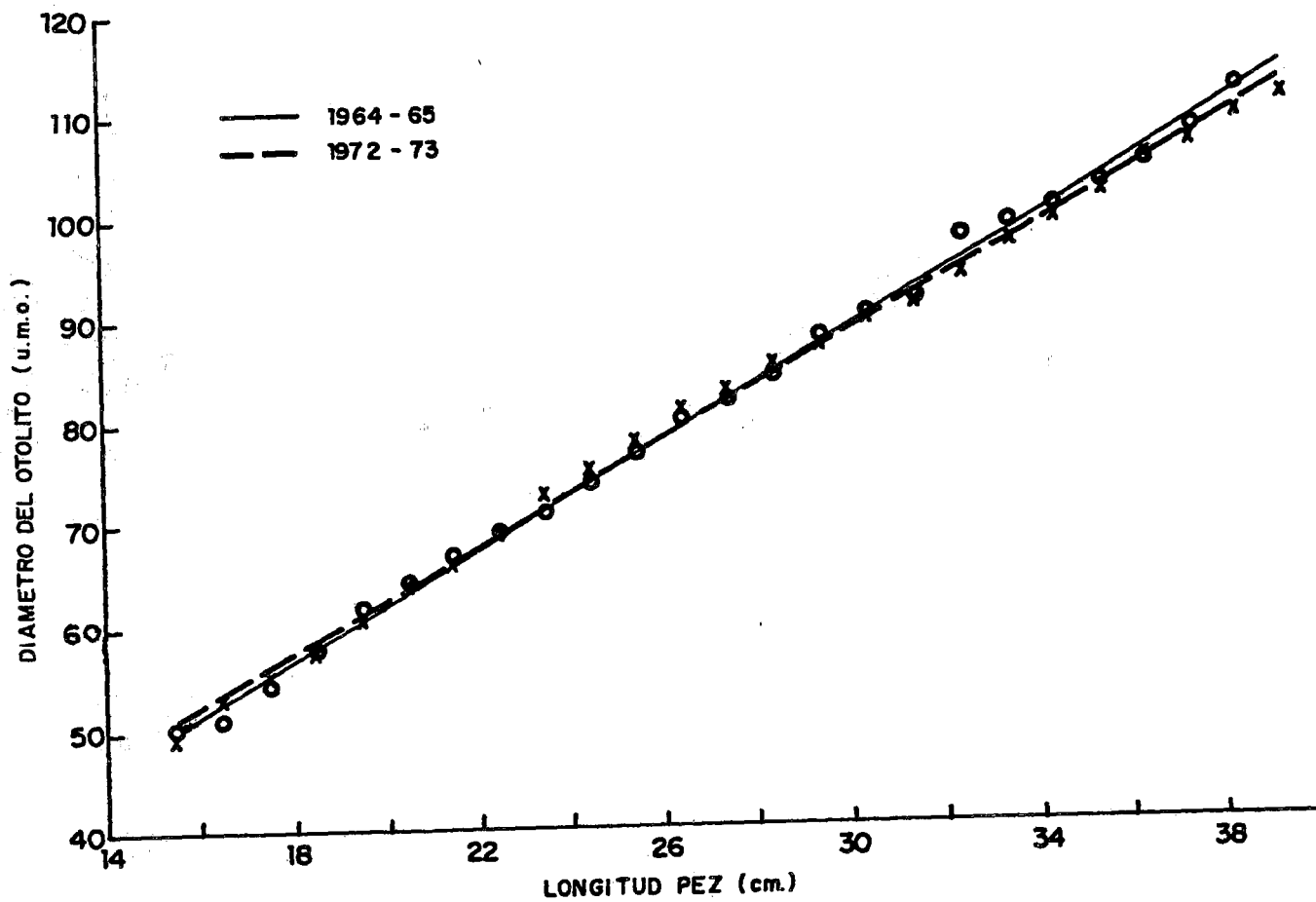


Fig. 3B.- Relación diámetro del otolito - longitud pez para ejemplares de ambos sexos muestreados durante 1964-65 y 1972-73 (1 u.m.o. = 0.15 mm).

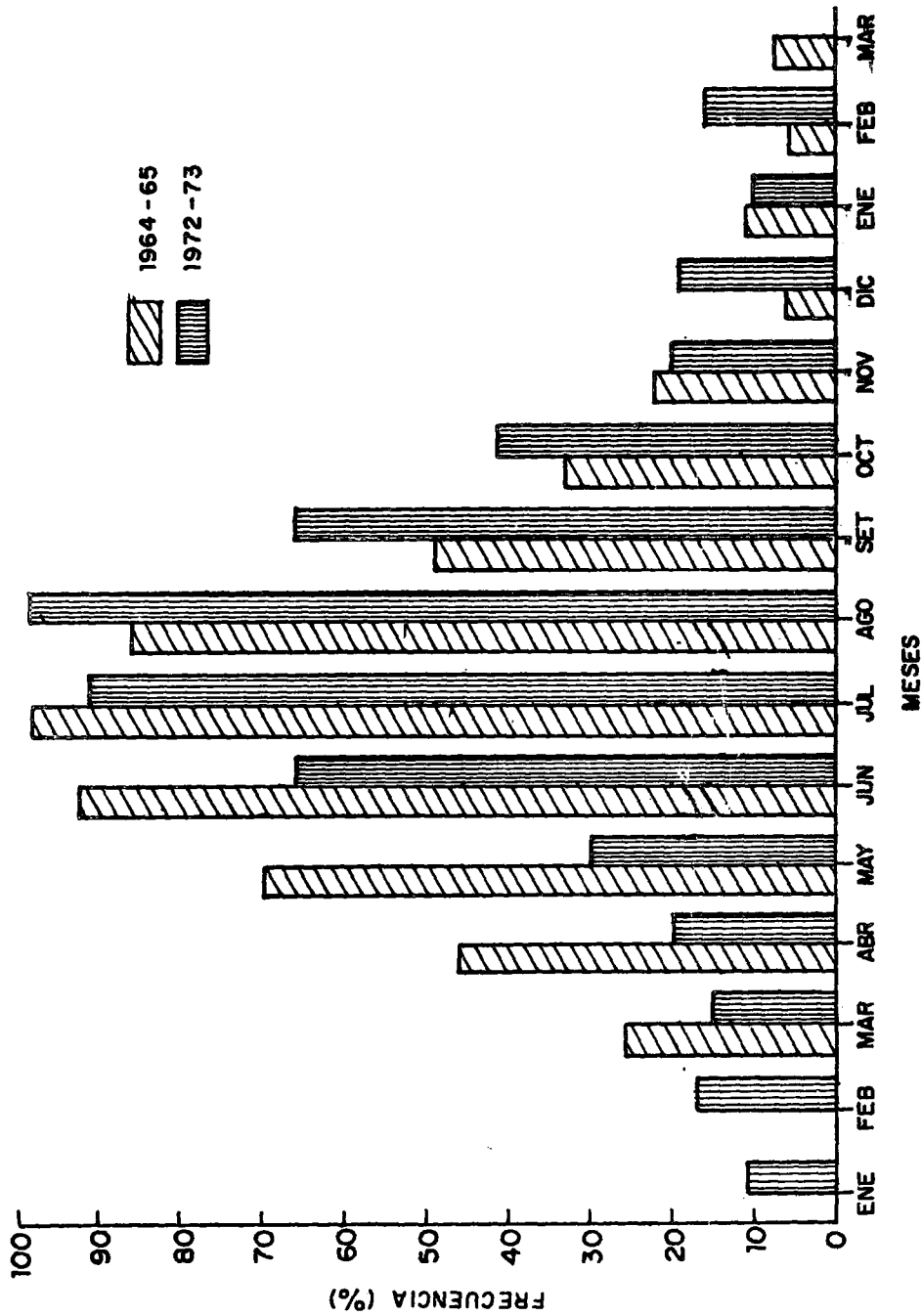


Fig. 4.- Frecuencia relativa mensual de los bordes hialinos presentes en otolitos de chachema colectados en 1964-65 y 1972-73.

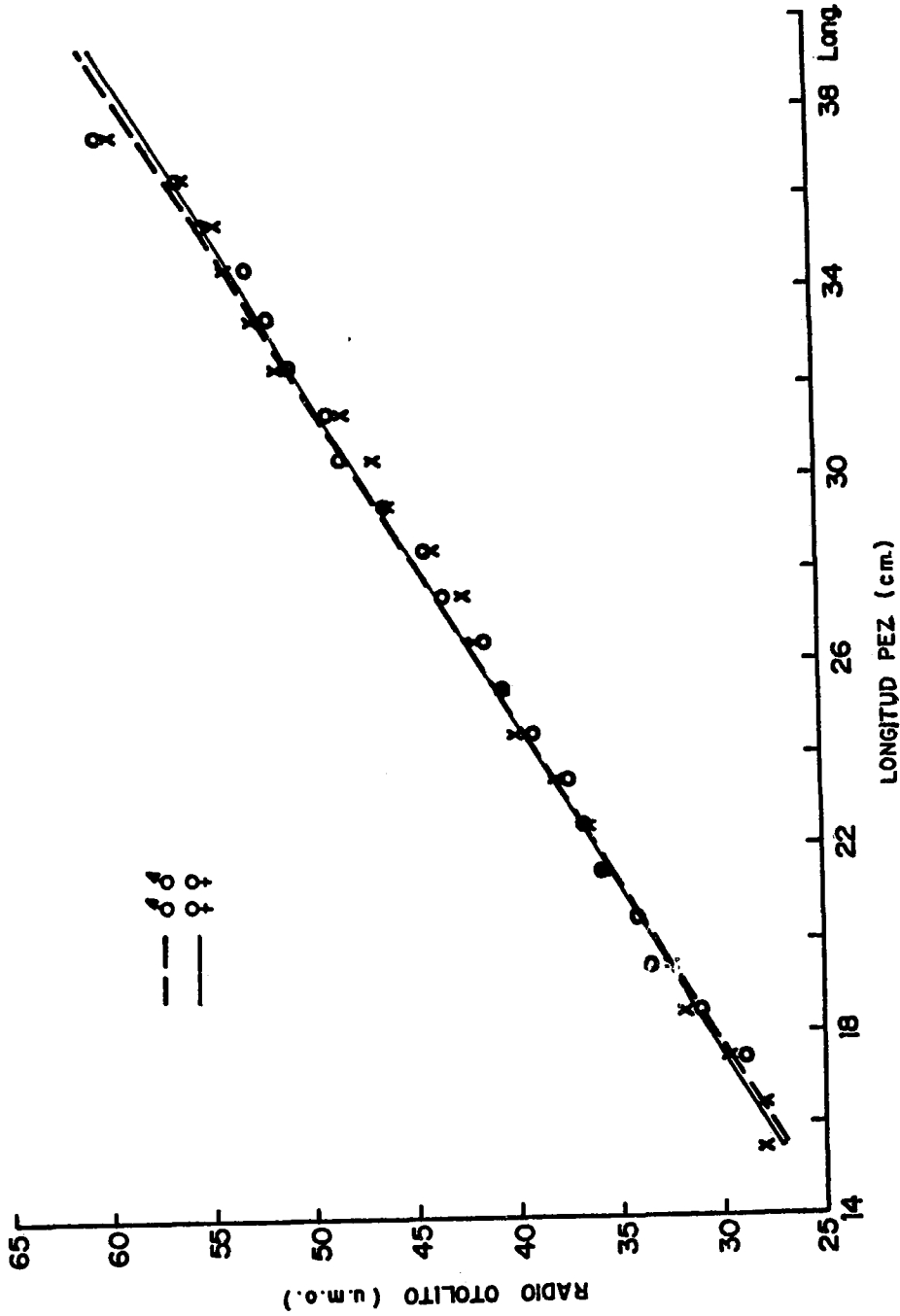


Fig. 5.- Relación radio del otolito y longitud pez para ejemplares machos y hembras de cachema colectados durante 1964-65 (1 u.m.o. = 0.15 mm).

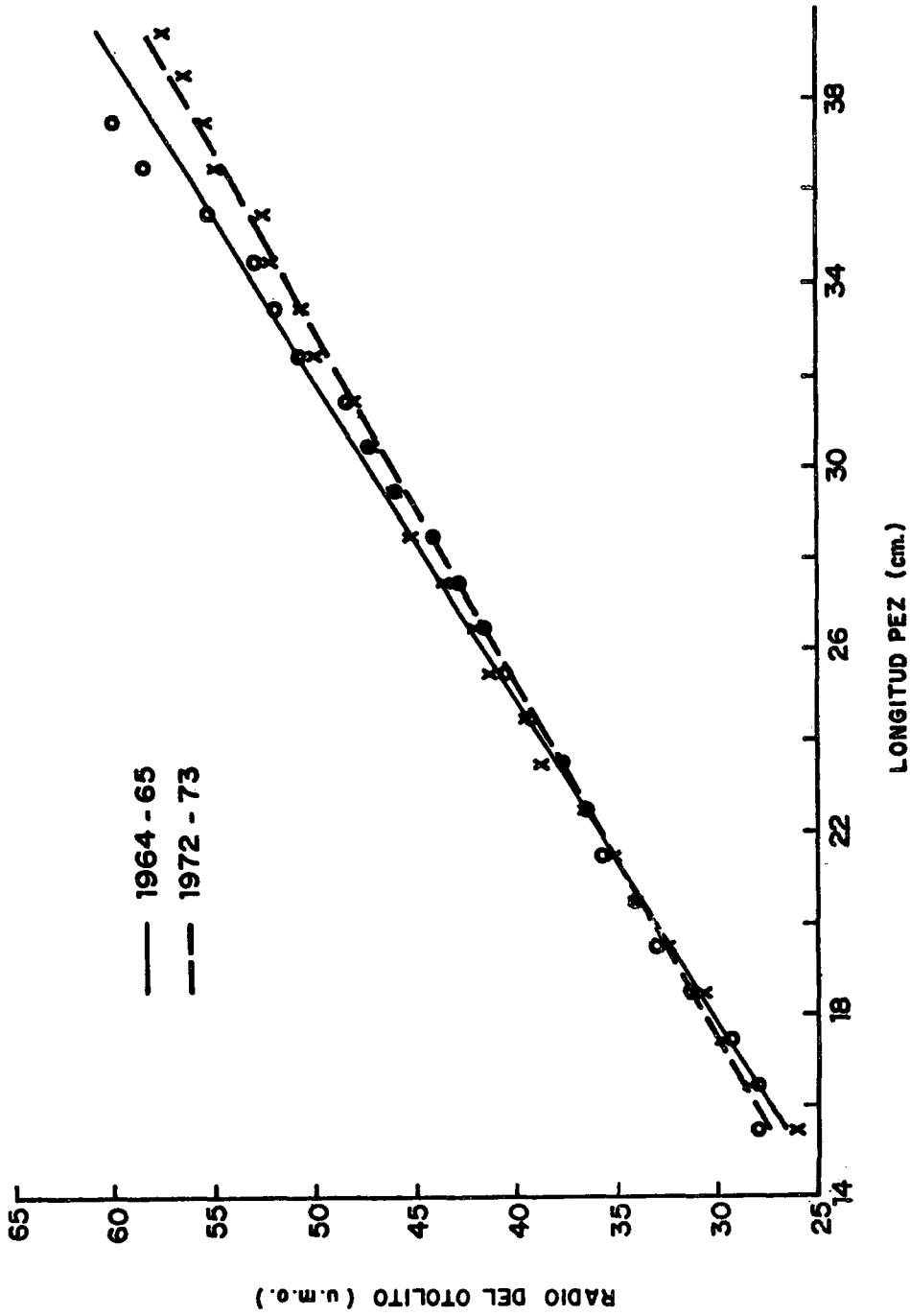


Fig. 6.- Relación entre el radio del otolito y la longitud del pez para ejemplares machos y hembras en conjunto para 1964-65 y 1972-73 (1 u.m.o. = 0.15 mm).

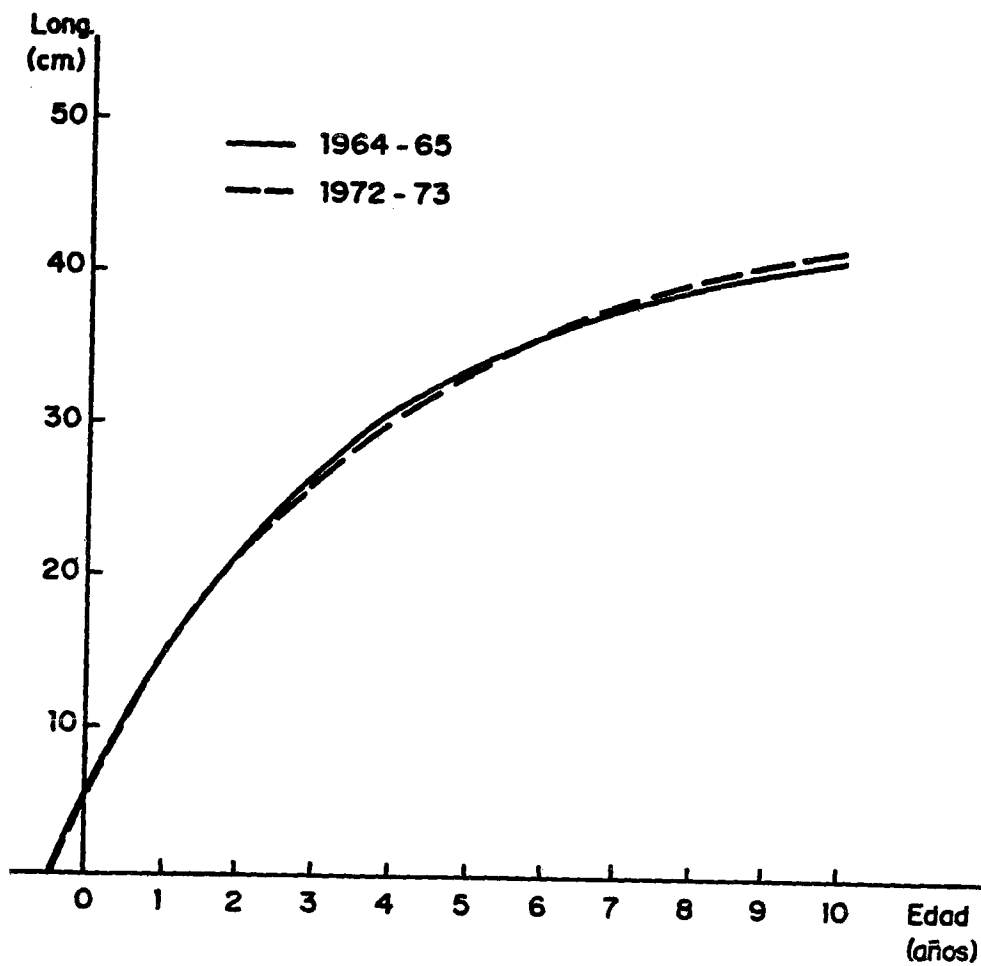


Fig. 7A.- Curva de crecimiento en longitud ajustada a la ecuación de von Bertalanffy para 1964-65 y 1972-73.

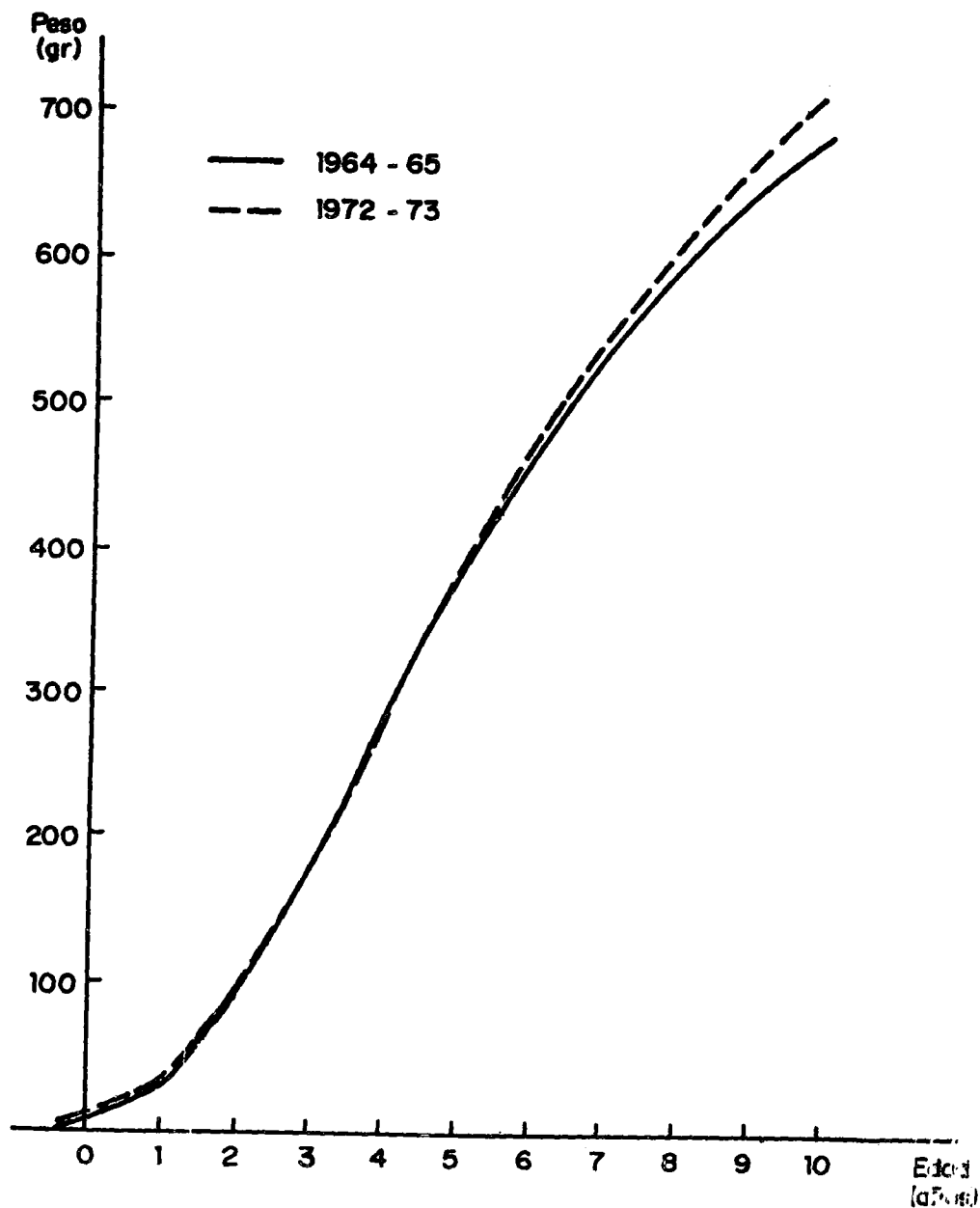
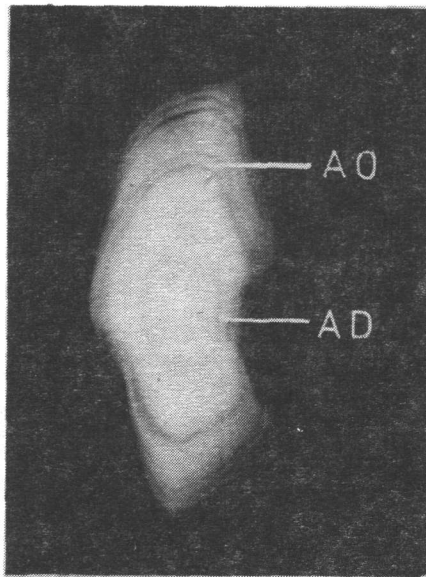


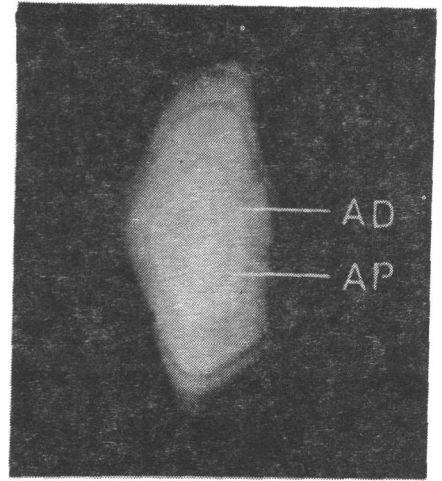
Fig. 7B.- Curva de crecimiento en peso ajustada mediante la ecuación de von Bertalanffy para 1964-65 y 1972-73.

-
- Lámina 1.- Otolito mostrando un anillo opaco (AO) dentro de la zona de hialina (Longitud pez = 20.5 cm; edad 2 + años). AD = anillo demersal.
- Lámina 2A.- Otolito de un ejemplar de 34 cm de longitud (5 + años) con sus zonas opacas (ZO) y hialinas (Z/t) bien diferenciadas. AP = anillo pelágico; AD = anillo demersal.
- Lámina 2B.- Sección transversal del otolito de un ejemplar de 27 cm de longitud (edad = 3 + años). AP = Anillo pelágico; AD = anillo demersal.
- Lámina 3.- Otolito de un ejemplar de 34.5 cm de longitud (edad = 5 + años) mostrando el anillo pelágico (AP) y el anillo demersal (AD).
- Lámina 4A.- Otolito de un ejemplar de 15 cm de longitud nacido en el verano 1973 (clase anual 1972).
- Lámina 4B.- Otolito de un ejemplar de 38 cm de longitud (7 años) mostrando una zona opaca gruesa formada durante el verano 1973.

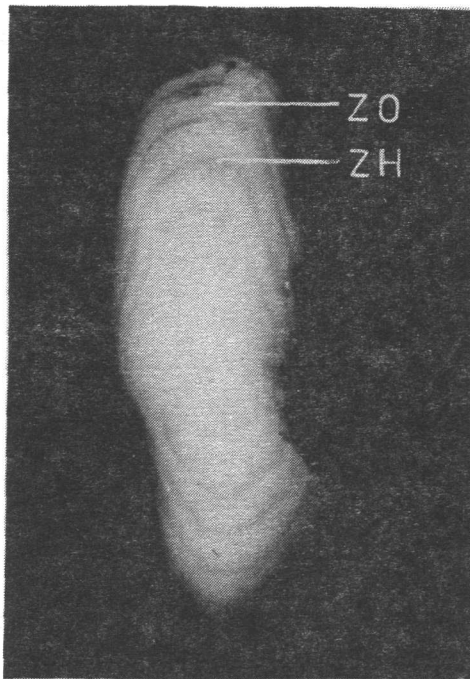
Lam. 1



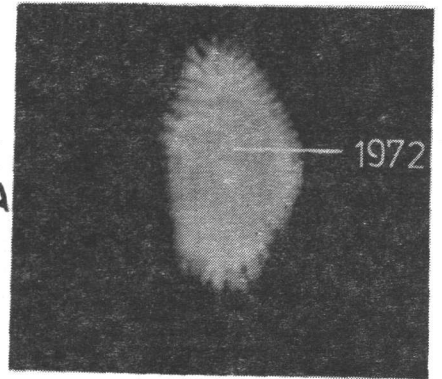
Lam.3



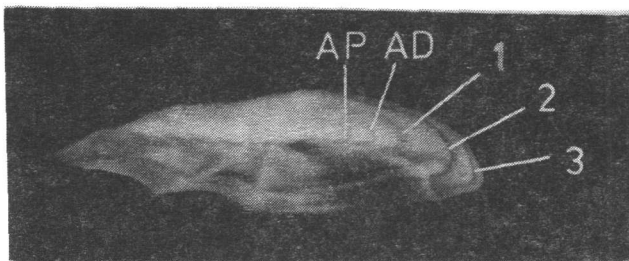
Lam. 2A



Lam.4A



Lam. 2B



Lam.4B

