

**ESTUDIOS SOBRE EDAD Y CRECIMIENTO DE LA PALMA, *CALAMUS BRACHYSOMUS* (LOCKINGTON) (PISCES: SPARIDÆ) EN AGUAS ECUATORIANAS**

**JIMMY MARTINEZ**

Instituto Nacional de Pesca  
Casilla 5918  
Guayaquil - Ecuador

**Resumen.-** Para el presente trabajo se utilizaron 324 especímenes de *Calamus brachysomus* (Palma), capturados a bordo del B/I "Tohallí", en el crucero demersal de Abril-Mayo de 1983.

Se describen y analizan las diferentes técnicas utilizadas en otolitos y escamas.

Los otolitos fueron utilizados para el estudio de edad, aceptándose como válidos el 87% de las lecturas, considerándose los anillos observados como anuales.

Las longitudes promedio obtenidas para cada edad, se utilizaron para determinar los parámetros de crecimiento de la ecuación de Von Bertalanffy por el método de Ford-Walford, dando como resultado la siguiente ecuación:

$$L_t = 50.13 (1 - e^{-0.1473 (t + 2.0704)})$$

La curva de crecimiento encontrada es considerada como preliminar, debido a sesgos desconocidos en la interpretación de anillos, así como también por la selectividad en el arte de pesca.

**Abstract.-** 342 specimens of the sparid *Calamus brachysomus* "Palma", collected during a demersal trawl survey by the R.V. Tohallí in April and May 1983, were examined.

The different techniques used to prepare scales and otoliths for ageing are described and analysed.

The otoliths were determined to be the most reliable for ageing studies; 87% of otoliths were readable. The rings observed were assumed to be annual.

The mean lengths at age were used to determine the parameters of the Von Bertalanffy growth formula, giving:

$$L_t = 50.13(1 - e^{-0.1473(t + 2.0704)})$$

The growth curve obtained must be considered provisional due to possible biases in the interpretation of the otoliths, and also due to those arising from the selectivity of the fishing gear.

#### INTRODUCCION

La investigación que a continuación se expone se refiere a la "Palma", *Calamus brachysomus* (Lockington, 1880), una de las especies comerciales dentro de las pesquerías demersales de las aguas costeras ecuatorianas. Su apreciable disponibilidad observada en las capturas de los barcos arrastreros, ha motivado su inclusión en el Proyecto de Evaluación de los recursos demersales, que el Instituto Nacional de Pesca del Ecuador, lleva a cabo desde el año de 1980.

Entre los aspectos indispensables para evaluar el rendimiento potencial de este recurso se encuentra el estudio de edad y crecimiento para el análisis de la dinámica poblacional.

En la determinación de edad en peces es bien conocido el uso de estructuras como otolitos, escamas, espinas y algunos huesos (incluyendo vértebras), los cuales evidencian su crecimiento formando zonificaciones a través de "anillos" que permiten interpretar la edad cronológica. Algunos autores describen la aplicación de varios métodos como la técnica de observación directa (Holden y Raitt, 1974; Williams y Bedford, 1974), de tinción (Henning, 1974; Schneppenheim y Freytag, 1980) y quemado (Christensen, 1964) de acuerdo a las diferentes especies de peces.

En este trabajo se dan a conocer, los primeros datos obtenidos en el cálculo de la edad de la palma, así como también los ensayos realizados previos a la selección de la técnica adecuada para la visualización óptima de los anillos.

#### MATERIALES Y METODOS

El área investigada comprendió la plataforma continental del Ecuador desde 01° 26'N hasta 03° 24'S la que fue dividida para los efectos de estudio en cinco áreas I, II, III, IV y V. Con una profundidad máxima de 250 m.

Se utilizaron ejemplares de las áreas III y IV que comprenden desde los 01° 00'S hasta 02° 10'S y desde 02° 10'S hasta 03° 24'S respectivamente (Fig. 1), los cuales fueron capturados con una red de arrastre de fondo cuyo copo te-

nía un ojo de malla de 82 mm, en el crucero demersal abordo del B/I Tohallí durante los meses de Abril y Mayo de 1983.

Los especímenes fueron medidos al centímetro inferior (longitud total). Las submuestras para la obtención de los datos biológicos consistieron en 10 ejemplares de cada clase de longitud, con un intervalo de 1 cm. En todas las submuestras se determinó la longitud total de los especímenes al milímetro, peso total en kilos ( $\pm 0,010$  Kg), y se les extrajeron los otolitos, escamas y contenido estomacal.

Los otolitos ubicados en las cápsulas auditivas fueron separados a través de un corte vertical profundo, practicado desde la parte frontal superior hasta antes de llegar al preopérculo (Fig. 2). Luego fueron lavados con agua dulce, y guardados en sobres de papel debidamente etiquetados. El número de otolitos recolectados procedió de 252 especímenes.

Las escamas fueron obtenidas de la parte axilar del pez, por debajo de la aleta pectoral (Fig. 2), lugar en donde se las encuentra intactas y no regeneradas. Luego fueron lavadas con agua dulce y conservadas junto a los otolitos del mismo espécimen.

Tanto los otolitos como las escamas, fueron observadas con un microscopio estereoscópico Wild M5A, empleando un aumento de 6X o 12X.

### Otolitos

Los otolitos fueron sometidos a diferentes técnicas de laboratorio para seleccionar la más apropiada a los objetivos que se perseguían. Es decir, se aplicó la "noción de prueba circunstancial" (Peabody, 1961), citada por Meunir, Pascal y Loubens (1979), la cual establece que en ausencia de pruebas rigurosas se emplea un gran número de métodos para comparar los resultados, y si no hay contradicciones entre los diferentes métodos se pueden admitir como válidas las lecturas de edad efectuadas.

De cada par de otolitos se guardó uno como referencia, y el otro se lo colocó dentro de una cápsula de vidrio, de fondo oscuro, con la cara cóncava del otolito hacia arriba para posterior observación. Luego se lo sumergió totalmente en líquidos como el agua, alcohol al 10 - 30%, glicerina o xilol, observándolos en cada caso bajo el microscopio, con luz reflejada, y un ángulo de incidencia casi vertical. El tratamiento con agua y alcohol produjo los mejores resultados, particularmente cuando el otolito era delgado. Las zonas hialinas aparecieron como líneas negras, y las zonas opacas como líneas blancas.

Cuando se empleó la glicerina, se observó una apariencia nebulosa, causada por la refracción de la luz al atravesar el líquido. Este efecto desapareció, al prolongar en 5 o 10 minutos el tiempo de contacto del otolito con la glicerina. En el xilol, los otolitos pudieron ser observados, pero en cambio, experimentaron una clarificación indeseada.

En los otolitos gruesos, se aplicaron también otras técnicas de clarificación, las cuales consistieron en mantenerlos sumergidos ya sea en xilol por un espacio de 3 horas o 24 horas en glicerina. Después de este tratamiento, se los observó con luz reflejada, colocándolos previamente en una cápsula de fondo oscuro y sumergidos en glicerina. El proceso de clarificación deterioró los otolitos con menor o mayor intensidad.

En cuanto a la técnica de quemado, ésta se la realizó en otolitos partidos a través de su núcleo, o en otolitos enteros.

En el primero caso, la superficie partida se la quemó directamente, o sobre una malla de asbesto (el quemado debe ser uniforme), hasta que tomó una coloración amarilla oscura, después se la dispuso verticalmente sobre una base de plastilina, adicionando una gota de aceite de cedro sobre la superficie quemada. La observación se la realizó con luz transmitida. Esta técnica fue aplicada en otolitos gruesos.

Los otolitos enteros fueron quemados, preferentemente sobre una malla de asbesto, hasta que adquirieron una coloración café amarillo oscuro, dejándoles después enfriar, para luego colocarlos en una cápsula de fondo claro u oscuro conteniendo etanol al 10-30%. La observación se la realizó con luz reflejada. Esta técnica fue aplicada en otolitos delgados.

En los otolitos quemados, se logró un buen contraste entre la zona hialina y la zona opaca.

En los otolitos gruesos, la zona opaca presentó una coloración blanca ceniza intensa, mientras que la zona hialina se mostró de coloración amarillo oscuro, a veces con apariencia de dobles bandas, con intervalos enteros o entrecortados, de una coloración blanca ceniza débil.

En los otolitos delgados, pero enteros, se observó un resquebrajamiento del mismo, obstaculizando muchas veces la lectura. Las zonas opacas tomaron una coloración blanca ceniza; y las zonas hialinas una coloración amarillo oscuro.

Otra técnica empleada fue partiendo el otolito transversalmente a través de su núcleo, con los dedos en el caso de otolitos delgados o colocando una pinza transversalmente por su núcleo y ejerciendo presión con la mano libre hasta partirlo, para luego pulir dicha superficie. Es muy importante que el corte transversal atravesase el núcleo por la mitad para hacer una buena observación (Holden y Raitt, 1975).

Se dispuso el otolito verticalmente sobre una base de plastilina para ser observado con luz transmitida, colocando en la superficie superior (otolito) una gota de glicerina y luego ser sombreado con una lámina de metal a través de un rayo de luz dirigido lateralmente, alternando el grado de sombreado. Esta técnica por lo general se aplicó en otolitos gruesos de especímenes viejos.

Bedford (1983) desarrolló un método para preparar secciones de un gran número de otolitos embebidos en resina

poliester negra. Este método consiste en colocar cuidadosamente hileras de otolitos dentro de un molde que es llenado con resina poliester negra. Una vez endurecida la resina con los otolitos, son sacados los bloques de los moldes y llevados a una máquina que tiene una hoja de diamante de alta velocidad, donde son cortados por su núcleo trozos muy finos de otolitos. Los trozos son montados y fijados sobre placas de vidrio standard para microscopía, estando listos para sus respectivas lecturas.

Los otolitos que se utilizaron para el cálculo de la edad, fueron preparados en el laboratorio del Ministerio de Agricultura Pesquería y Alimentos de Inglaterra en Lowestoft con el método de Bedford (1983). Mediante este método fue posible comparar y probar la veracidad de las lecturas con otolitos enteros de los mismos especímenes. La luz empleada puede ser la reflejada con un ángulo de  $45^\circ$  y con fondo oscuro, o la transmitida sobre una platina transparente. Ambas técnicas dan buenos resultados, y la una puede corroborar o descartar las lecturas de la otra y viceversa. Por otro lado, el método de Bedford (1983), no facilita las lecturas de los otolitos tanto de especímenes "jóvenes" como de especímenes "viejos".

En todas las técnicas, el grado de incidencia del haz de luz es importante, lo que está de acuerdo con la posición que debe dársele al otolito para la observación de sus zonas de crecimiento.

En los otolitos de *C. brachysomus*, consideramos como un anillo, una zona hialina junto con una zona opaca hasta su borde con la próxima zona hialina. Es importante que en el momento del conteo de los anillos, las lecturas sean realizadas con ligereza, como para no concentrar la visualización hacia un determinado sector del otolito, ya que es posible encontrar entre una zona y otra innumerables anillos, que producirían cierta confusión en las lecturas (Figs. 3A y 3B).

Las técnicas descritas anteriormente fueron sometidas a diversas pruebas para conferir un criterio de validez al conteo de los "anillos anuales", mediante dos o tres lecturas realizadas separadamente, en un mismo otolito por dos o más personas, se seleccionó aquellas lecturas en la cual las opiniones coincidieron.

#### Escamas

Las escamas después de haber sido extraídas, fueron sometidas a la acción del agua y jabón. Una vez enjuagadas con agua y secas, se les aplicó clara de huevo con un pincel para adherirlas a un porta-objeto donde permanecieron bajo presión, por un espacio de 24 h. La observación se la realizó a continuación, empleando luz reflejada o transmitida. Los anillos detectados fueron numerosos y no bien definidos, por lo que se descartó el empleo de las escamas para este estudio.

#### Procesamiento de los datos

Para estimar una descripción matemática del crecimiento de la palma se usaron los datos obtenidos a través de las lecturas de los otolitos, se elaboró una clave longitud-edad, considerando que cada anillo representaba un año de edad. Mediante dicha clave se obtuvieron las longitudes totales promedios, y se calculó los parámetros  $L_\infty$  y  $K$  de la ecuación de Von Bertalanffy, con el método de Ford-Walford. En el cálculo de  $L_\infty$  y  $K$  se eliminaron las longitudes promedios de los grupos de edad XI, XII y XIII por el escaso número de especímenes en las muestras. Además, se obtuvo el parámetro  $t_0$  mediante la ecuación de Von Bertalanffy:

$$l_t = L_\infty(1 - e^{-K(t - t_0)})$$

Siendo:

$l_t$  = longitud a edad  $t$ .

$L_\infty$  = constante, que es la longitud asintótica, o la longitud máxima que el pez puede alcanzar cuando la edad  $t \rightarrow \infty$ .

$K$  = constante, conocida como coeficiente de crecimiento.

$t_0$  = constante, que representa la edad que supuestamente debe tener el pez para que su longitud sea igual a cero.

Se realizaron gráficos de frecuencias de tallas, por cada clase de edad, para relacionar sus modas de longitud. Además, se consideró para efectos de comparación la ecuación

$$\frac{\bar{L}_{\max}}{0.95} \approx L(\infty)$$

(Pauly, 1980) donde  $\bar{L}_{\max}$  es el valor promedio de longitud máxima calculada de un gran número de muestras.

#### RESULTADOS

Se examinaron un total de 252 pares de otolitos, pero solamente la lectura de 217 pares, o sea el 87% fue considerada como válida. De la clave longitud-edad (Tabla 1) se obtuvieron las longitud total promedio y la desviación

standard para cada grupo de edad, se comparan la longitud total observada (cm) y la longitud total calculada (cm) (Tabla 2).

Los valores estimados fueron  $L_{\infty}$  : 50.13 cm;  $K$ : 0.1473;  $t_0$ : -2.0704 años, siendo la ecuación de crecimiento calculada:

$$l_t: 50.13(1-e^{-0.1473(t + 2.0704)})$$

Con dichos valores se elaboró la curva de crecimiento (ver Figs. 4 y 5). De la relación de frecuencia de tallas de todos los especímenes investigados, se determinó que no se pueden identificar modas de longitud que estén relacionadas con las clases de edad. No obstante, se pudo observar que los gráficos de distribución de clases de edad fueron similares a la curva de crecimiento (Fig. 6).

La longitud total máxima encontrada en los muestreos fue 54.5 cm. El  $\bar{L}$  max calculado fue 51.63 cm que aplicado a la ecuación de Pauly (1980) nos da un  $L(\infty) \approx 54.35$  cm.

#### DISCUSION

Manooch (1982) en sus estudios concernientes a la determinación de edad en peces de arrecifes, manifestó que en determinadas circunstancias el conteo de los anillos resulta errado, como consecuencia de una interpretación defectuosa, causada por una calcificación en el centro del otolito. Esto podría suceder en la especie motivo del presente estudio, por lo cual fue necesario diseñar y utilizar diferentes técnicas para reducir la posibilidad de errar en el conteo de los anillos, inclusive a expensas del tiempo empleado en el proceso que se aplica para la identificación y conteo de los mismos.

Aunque las marcas de crecimiento identificadas, fueron consideradas como "anillos anuales", es menester expresar que los valores de los parámetros  $L_{\infty}$ ,  $K$  y  $t_0$  deben ser considerados preliminares a causa de los siguientes factores:

a) Se presentaron sesgos, de origen desconocido, al interpretar la formación de los anillos b) la selectividad del arte de pesca no permitió la captura de un número apreciable de especímenes con talla inferior a 26 cm; c) todos los peces fueron capturados en fondo arenoso, o cerca de las rocas, lo que mostró una selectividad por comportamiento; d) no existen cambios bruscos en la temperatura del mar (por estaciones), lo que determinaría zonas de crecimiento mejor definidas.

Los parámetros de crecimiento obtenidos, no pudieron ser comparados con los existentes en la literatura, ya que solamente se encontraron datos de los otros géneros de la familia Sparidae, ver Pauly (1978). Sin embargo, los valores de  $L_{\infty}$  encontrados en las dos ecuaciones, son similares a la longitud total máxima encontrada en los muestreos. En este trabajo, quedan establecidos los métodos a utilizarse para examinar los otolitos. En el futuro es necesario incrementar el número de muestreos para tener una mejor idea de la población en estudio, validar las estimaciones de crecimiento y por ende el rendimiento potencial de esta especie dentro de los recursos demersales.

#### AGRADECIMIENTO

El autor expresa su agradecimiento al Blgo. Douglas Herdson, por sus consejos y por la revisión crítica del manuscrito, y a Mrs. Wendy Dawson, por sus enseñanzas, discusión y comparación de las lecturas de otolitos; a los Drs. Andrew Menz, Lucía Solórzano y Angel Ansaldo, por sus críticas y comentarios del trabajo; a la tripulación y personal técnico que participó en los cruceros demersales abordo del B/I "Tohall", que de una u otra forma ayudaron en los muestreos.

#### BIBLIOGRAFIA

- Bedford, B.C., 1983.- A method for preparing sections of large numbers of otoliths embedded in black polyester resin. J. Cons. Int. Explor. Mer., 41: 4-12.
- Christensen, J.M., 1964.- Burning of otoliths, a technique for age determination of sales and other fish. J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer., 29, 73-81.
- Henning, H.F.K.O., 1974.- Cleanings and staining techniques for age material of South West African Pilchard, *Sardinops ocellata*, J.S.W.A. Wiss. Ges., 28: 53-65.
- Holden, M.J. y D.F.S. Raitt (Eds.), 1975.- Manual de Ciencia Pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. FAO, Doc. Téc. Pesca, (115) Rev. 1:211.
- Manooch, C.S., 1982.- Aging reef fishes in the Southeast Fisheries Center. En Huntsman, G.R.W.R. Nicholson, and W.W. Fox, Jr. (ed) "The biological bases for reef fishery management". Proceedings of a workshop held October 7-10, 1980 at St. Thomas, Virgin Islands of the United States. NOAA. Tec. Nem. NMFS-SEFC-80-24-43.
- Meunier, F.J., M. Pascal y G. Loubens, 1979.- Comparaison de methodes squelette-chronologiques et considerations fonctionelles sur le tissu osseux acellulaire d'un osteichtyen du lagon neo-caledonien, *Lethrinus nebulosus* (Forsskal, 1775). Aquaculture, 17: 137-157.
- Pauly, D., 1978.- A preliminary compilation of fish length growth parameters. Ber. Inst. Meereskd. Christian-Albrechts Univ. Kiel. (55): 200.

Pauly, D., 1980.- A new methodology for rapidly acquiring basic information on tropical fish stocks: growth, mortality, and stock recruitment relationships. En Saita, S. y P. Roedel (ed.). "Stock assessment for tropical small-scale fisheries". Proc. International Center Mar. Res. Dev. 154-172.

Schneppenheim, R. y G., Freytag, 1980.- Age determination by staining otoliths of *Notothenia rossii marmorata* with ninhydrin. *Cybius* 3e. serie, (8): 13-15.

Williams, T. y B.C. Bedford, 1974.- The use of otoliths for age determinations. En Bagenal, T.B. (ed) "Ageing of fish". Proc. Internat. Symp, Unwin Brothers, Old Working, England, 114-123.

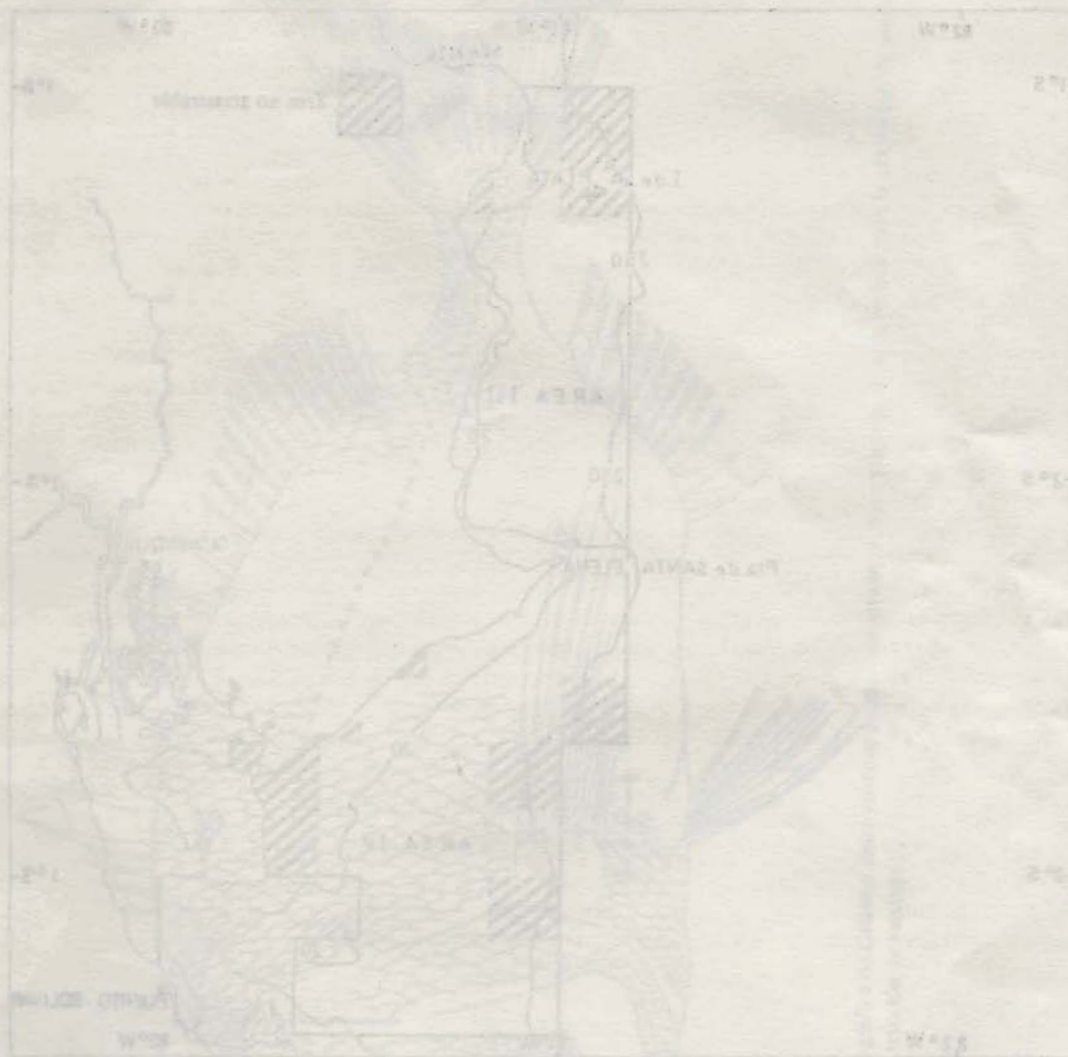


Fig. 1.- Mapa de la zona de estudio (zona III) (1974).

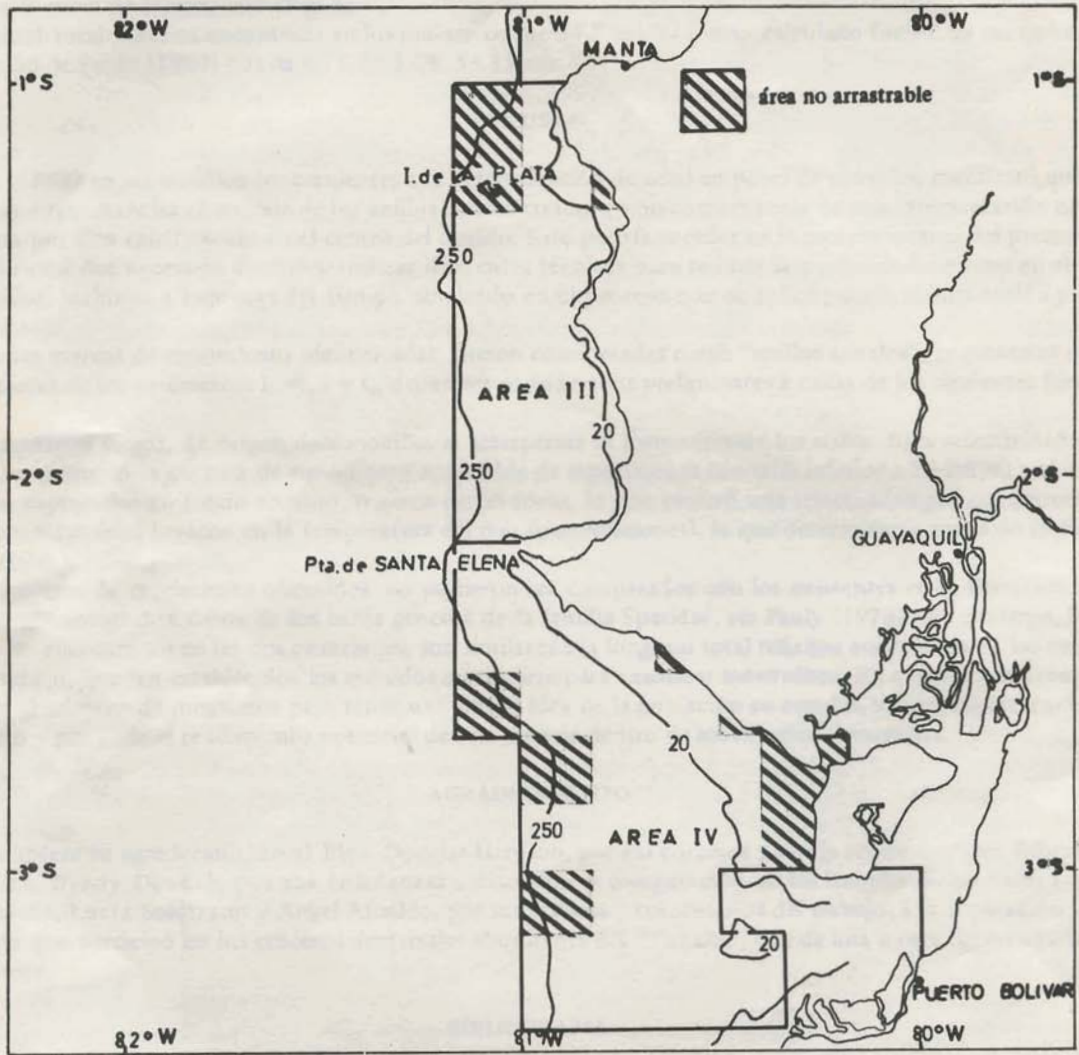


Fig. 1.- Parte de la plataforma continental del Ecuador mostrando las áreas de investigación (III y IV).

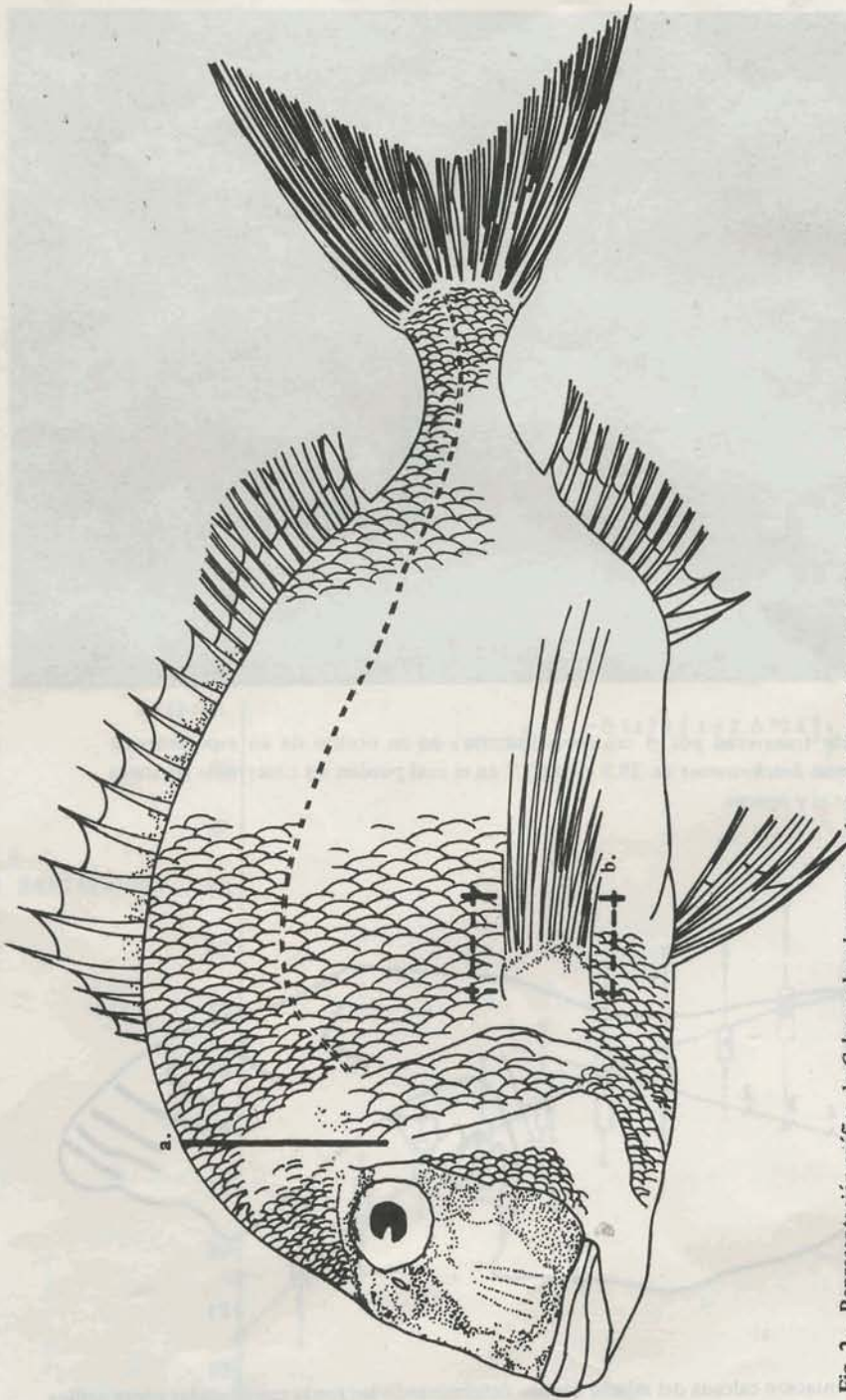


Fig. 2.- Representación gráfica de *Collemus brachysomus*, palma - corcovado: a. observándose el corte vertical para la extracción de otolitos y b. la zona de extracción de escamas..

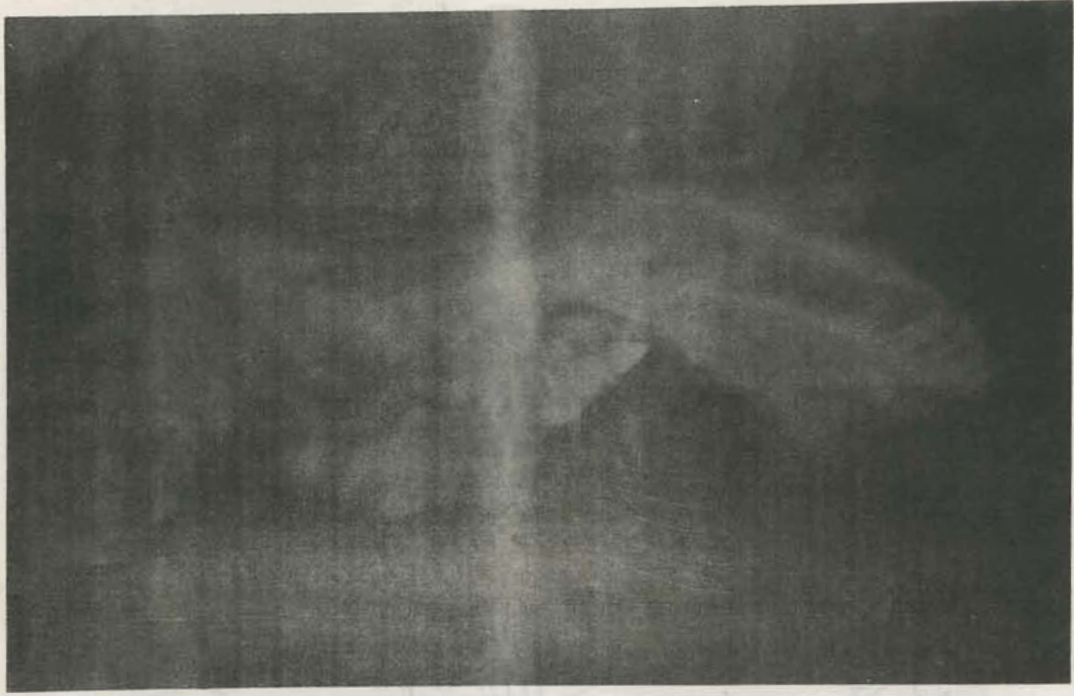


Fig. 3A.- Corte transversal por el centro (primordio) de un otolito de un espécimen de *Calamus brachysomus* de 39.9 cm de LT en el cual pueden ser observadas las zonas hialinas y opacas.

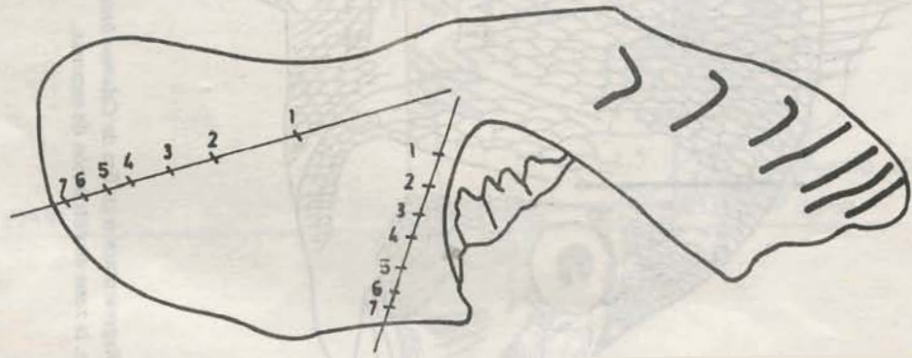


Fig. 3B.- Representación calcada del mismo otolito determinando las zonas consideradas como anillos anuales (7 años).

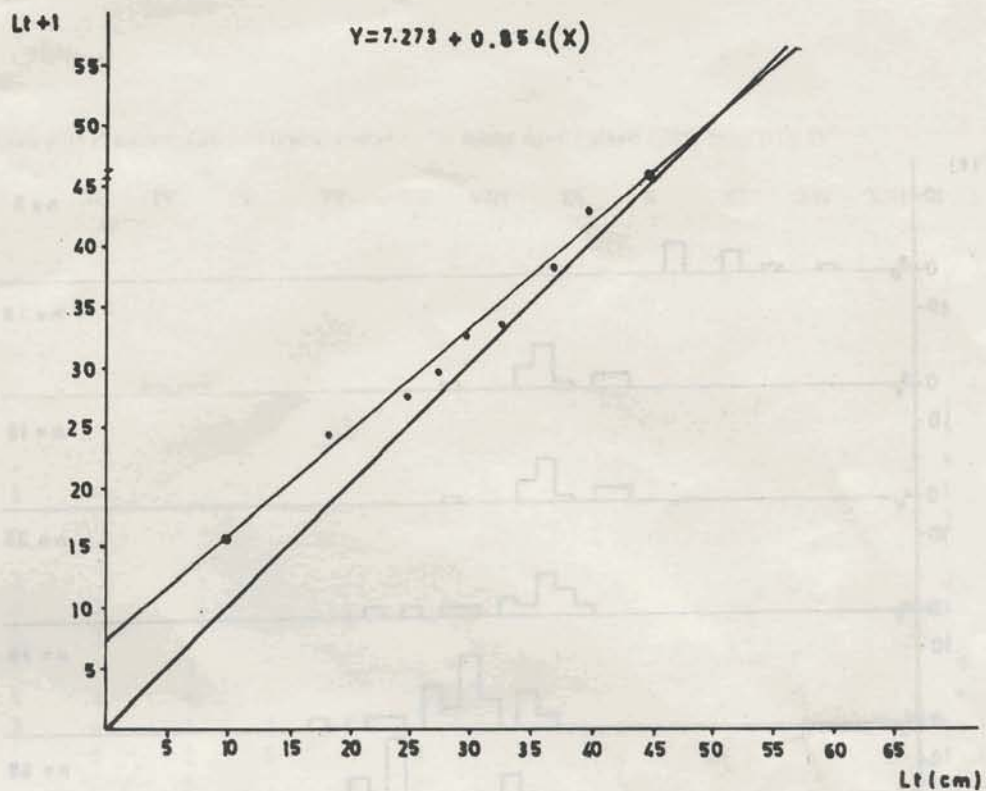


Fig. 4.- Ploteo Ford-Walford para *Calamus brachysomus*.

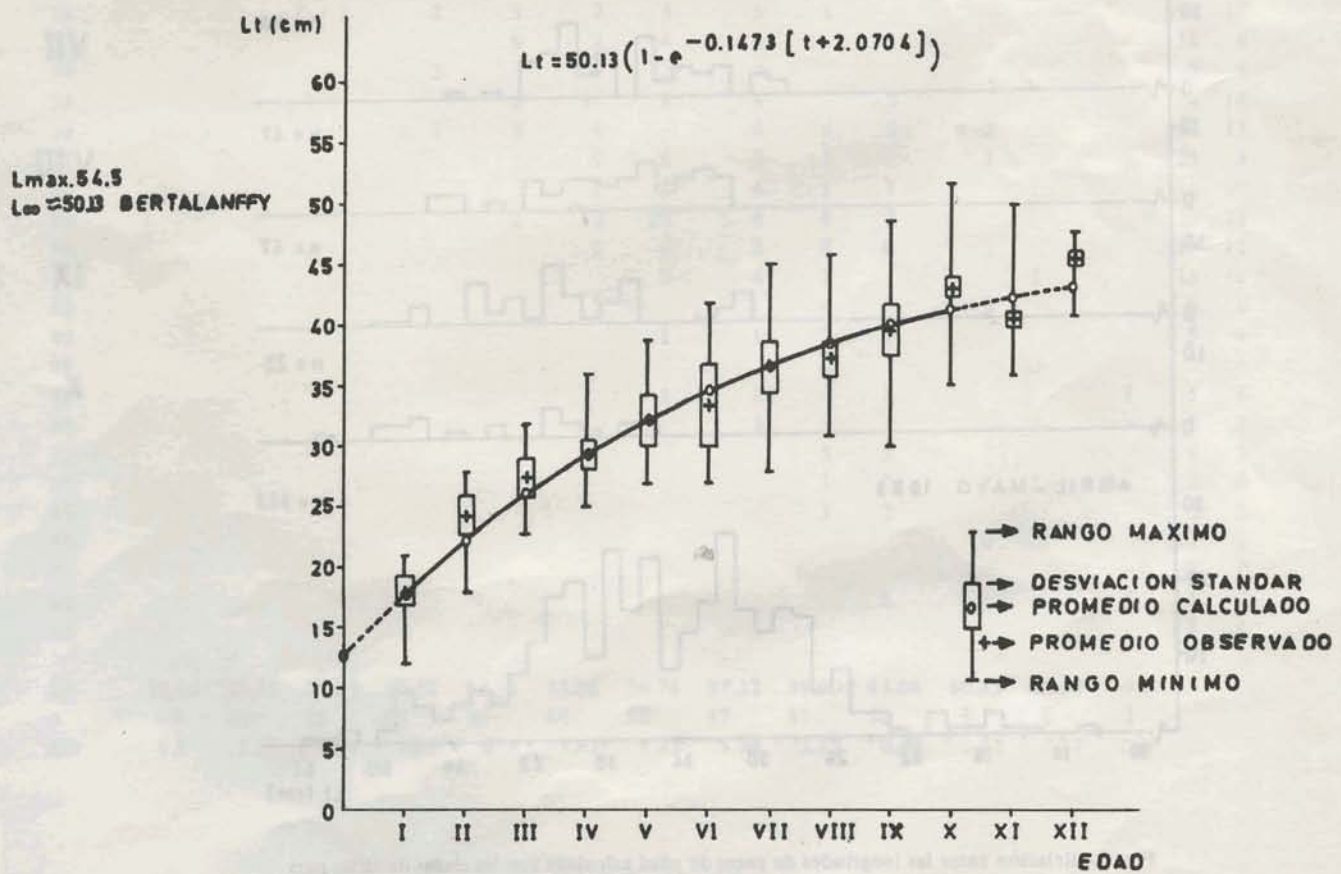


Fig. 5.- Curva de crecimiento de Von Bertalanffy para *Calamus brachysomus* en los meses de Abril y Mayo de 1983.

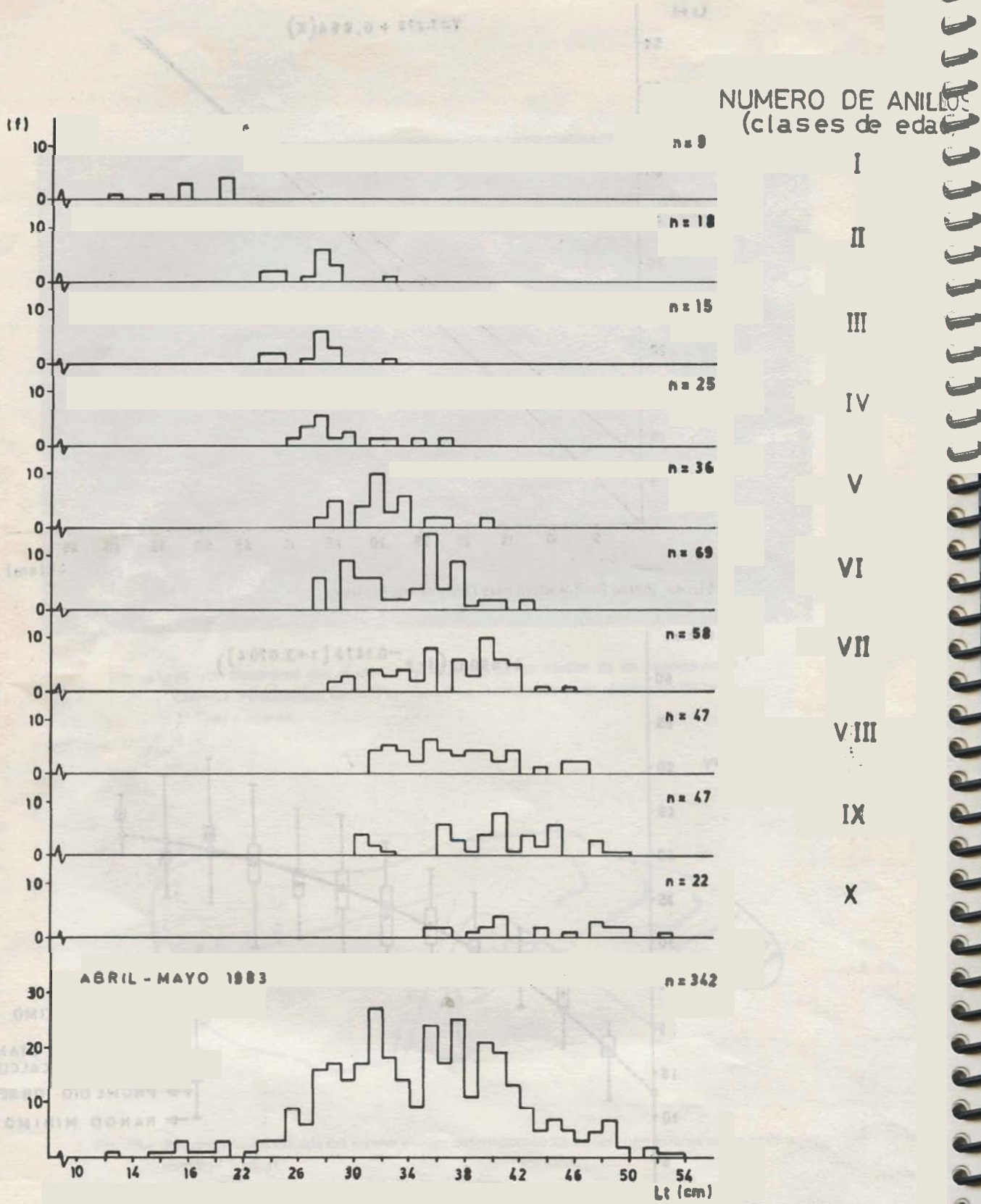


Fig. 6.-:Relación entre las longitudes de peces de edad calculada con las clases de tallas para *Calamus brachysomus* en los meses de Abril y Mayo de 1983.

Tabla 1.- Clave longitud - edad para la especie *Calamus brachysomus* en los meses Abril - Mayo 1983, áreas III y IV

LONGITUD (cm)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
12	1													1	1
13														/	/
14														/	/
15	1													1	1
16														1	/
17	3													3	1
18		1												1	1
19		1												1	1
20	4													3	2
21	0													/	1
22		2												1	2
23		2	2											3	2
24		2	2											3	2
25		6		2										9	4
26		1	1	4										6	6
27		2	6	6	2	6								16	11
28		1	3	2	5		2							17	13
29				3		9	3							14	5
30					4	6			4					17	7
31				2	10	6	4	4	2					27	14
32			1	2	3	2	3	5	1					18	17
33					6	2	4	4						14	8
34				2		4	2	2						9	5
35					2	14	8	6		2				24	16
36				2	2	4	4	4	6	2		2		17	11
37						9	6	3	3			3		25	8
38						1	3	4	1	1				11	10
39					2	2	10	4	4	2				21	12
40						2	6	2	8	4				19	11
41							5	4	1			1		13	11
42						2			4			2		9	4
43							1	1	2	2				5	6
44									6			2		7	4
45							1	2		1			1	5	5
46								2				2		3	2
47									3	3				5	2
48									1	2		2	1	7	6
49									1	2				2	3
50												0		/	1
51														2	/
52										1			1	1	2
53														1	/
$\bar{L}_t$	18.05	24.55	27.03	29.50	32.11	33.86	36.74	37.22	39.90	43.04	40.83	45.33	49.0		
n	9	18	15	25	36	69	58	47	47	22	9	6	2		
SD	1.5	1.58	1.87	1.39	2.53	3.57	2.53	1.34	2.12	0.89	0.50	0.57	0.0		

Tabla 2.- Longitud total observada - Longitud total calculada para cada grupo de edad (I - XII), para *Calamus brachysomus*

GRUPO DE EDAD	It OBSERVADA (cm)	It CALCULADA (cm)
0	-	13.17
I	18.05	18.23
II	24.55	22.60
III	27.03	26.37
IV	29.50	29.63
V	32.11	32.43
VI	33.86	34.86
VII	36.74	36.95
VIII	37.22	38.75
IX	39.90	40.31
X	43.04	41.66
XI	40.83	42.82
XII	45.33	43.82