

UCH-FC  
LIC-B  
5818

UNIVERSIDAD DE CHILE  
Facultad de Ciencias  
Departamento de Biología

**Edad, crecimiento y ciclo reproductivo de  
BASILICHTHYS AUSTRALIS. Eigenmann  
1927 en el Embalse Rapel, Chile  
(Pisces, Atherinidae)**

DIRECTOR DE TESIS: PROF. IRMA VILA PINTO

TESIS DE PRUEBA PARA OPTAR AL  
GRADO DE LICENCIADO EN CIENCIAS  
CON MENCIÓN EN BIOLOGÍA

*Doris Isabel Soto Benavides*



SANTIAGO - CHILE

1978



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS  
26 ENE. 1976  
BIB

Esta tesis se realizó en el  
Laboratorio de Limnología del De-  
partamento de Biología de la Fa-  
cultad de Ciencias, Universidad  
de Chile, Santiago.



Dedico a mis padres, este paso en el camino  
que ellos me han mostrado.



Toda mi gratitud a la Profesora Irma Vila, quienha sido maestra, guía y amiga. A ella debo mis primeros pasos en el camino de la ciencia, y mucho en lo humano; gracias por el tiempo de su vida que me ha dedicado.

También agradezco sinceramente los consejos y enseñanzas del querido maestro Profesor Nibaldo Bahamonde; especialmente las sugerencias y correcciones a esta tesis.

No puedo dejar de mencionar el gran apoyo y ayuda de la Profesora Vivian Montecino, de mis compañeros Ingrid Bahamondes, Ilse Barends, Juan Acuña, Ricardo Rodríguez y Marta Cariceo, en fin todos los profesores y compañeros de Hidrobiología, va para ellos un ¡gracias! muy grande.



## INDICE

1. Introducción
2. Antecedentes
  - 2.1 Nomenclatura
    - 2.2.1 Sinonimia
  - 2.2 Distribución geográfica
  - 2.3 Descripción
  - 2.4 Antecedentes biológicos
  - 2.5 Crecimiento en peces
  - 2.6 Lepidometría
3. Materiales y Métodos
4. Resultados
  - 4.1 Ciclo reproductivo
  - 4.2 Edad y crecimiento
    - 4.2.1 Lectura de escamas en B. australis
    - 4.2.2 Frecuencia de talla
    - 4.2.3 Curvas de crecimiento
5. Discusión
6. Conclusiones
7. Referencias



Edad, crecimiento y ciclo reproductivo de Basilichthys australis  
(Pisces, Atherinidae) Eigenmann 1927 en el Embalse Rapel  
Chile.

1. Introducción

Los pejerreyes constituyen uno de los recursos ícticos más abundantes en los ambientes límnicos chilenos. A la vez son especies muy apetecidas en la pesca deportiva y alimentación humana, especialmente el "pejerrey chileno" Basilichthys australis.

La información básica relacionada con la biología de esta especie se ha referido principalmente a descripciones taxonómicas y de distribución. Eigenmann (1927) y Fowler (1951) citan y describen los representantes de la familia Atherinidae en Chile, presentan algunos datos sobre su distribución geográfica y claves de identificación. De Buen (1954, 1955) revisa los géneros de esta familia.

Desde 1971 a la fecha, la información acerca de la biología de B. australis se amplía. El trabajo realizado por Duarte y col. (1971) describe la ictiofauna en el sistema hidrográfico del río Maipo y reseña brevemente algunas características de los hábitos alimentarios y reproductivos de esta especie. Moreno y col. (1976) estudian el período reproductivo. Urzúa y col. (1977) describen la alimentación natural de B. australis en el curso inferior del río Maipo, localidad de Tejas Verdes.



Los estudios relacionados con la biología de la fauna íctica de las aguas continentales son escasos, especialmente los que se refieren a fauna autóctona. Siendo B. australis una de las especies más frecuentes en la zona central del país, es fundamental conocer su biología en los sistemas acuáticos continentales chilenos.

Este trabajo enfatiza el estudio de edad, crecimiento y ciclo reproductivo con el objeto de ampliar y complementar los trabajos realizados y contribuir al conocimiento de la dinámica de las poblaciones ícticas continentales. Se investiga también el uso del método de lectura de escamas para determinar la edad de la especie, con lo cual se establecen precedentes para utilizar este método en otras especies de agua dulce, lo que no se ha desarrollado aún en Chile.

El Embalse Rapel fue elegido para realizar este estudio por encontrarse en la zona central, cercano a Santiago, se cuenta además con una estación de Hidrobiología (Facultad de Ciencias, Universidad de Chile) estas condiciones permitieron al investigador obtener directamente las muestras.

Es importante señalar que este no es un proyecto aislado, sino que forma parte de un estudio integral de este cuerpo de agua, el cual incluye: características físicas y químicas del agua, análisis del plancton, productividad primaria, alimentación y nicho trófico de las tres especies de atherinidos que se encuentran en el embalse; Odontesthes bonariensis, Odontesthes sp. y B. australis.



Por lo tanto este aporte al conocimiento de la biología del "pejerrey chileno" complementa el estudio del ecosistema del Embalse Rapel.

Se consignan los resultados del análisis de edad, crecimiento y ciclo reproductivo de B. australis en el Embalse Rapel durante los años 1976, 1977.

## 2. Antecedentes

### 2.1 Nomenclatura

Nombre común: "pejerrey chileno".

El nombre científico actualmente válido es Basilichthys australis Eigermann 1927.

Localidad tipo: Mercado de Santiago.

#### 2.1.1 Sinonimia (Duarte y col. 1971).

Basilichthys australis Eigermann 1927:59; Fowler 1944:52; De Buen 1955:117.

Basilichthys microlepidotus (no Jenyns) Girard 1854:98; Girard 1855:238.

Atherina laticlavia Valenciennes 1835:473.

Chirostoma laticlavia Steindachner 1898:312.

Basilichthys laticlavia Regan 1914:237.



## 2.2 Distribución geográfica

En Chile; Lloleco, Peñaflor, Hospital, San Javier, Río Maipo, Coigüe, Lautaro, Valdivia, Lago Rífigue, Osorno (Eigenmann 1927). En los alrededores de Santiago; en el río Maipo; desde Tejas Verdes hasta los Cerrillos del Maipo. Estero Angostura, Pudahuel, río Mapocho desde Peñaflor hasta la confluencia con el Maipo (Duarte y col. 1971), Embalse Rapel, Estero Alhué.

## 2.3 Descripción de la especie

Cuerpo fusi forme, alargado y comprimido lateralmente. Escamas pseudocicloídeas pequeñas, 97 a 111 sobre la línea lateral, en sentido transversal en el alto máximo 20 a 30. Cabeza de perfil agudo, boca terminal subínfera de maxilares no protráctiles.

El pescado fresco tiene una coloración en tonos plateados; el dorso de color oscuro (pardo, verdoso azulado), el vientre casi blanco. A lo largo de los flancos del cuerpo resalta una estola plateada amarillenta que en el borde superior presenta una línea oscura en tonos azules (Mann 1964; Schultz 1948; cit. por Urzúa y col. 1977).

Longitud de la cabeza contenida de 3.9 a 5.4 veces en la longitud total. Diámetro orbitario contenido cuatro a siete veces en la longitud de la cabeza.



Alto máximo contenido aproximadamente, seis veces en la longitud total.

Aletas: D1 : IV-VI; D2 : 7-13; P : 7-13; P : 10-17; V : 5-7; A : 10-17.

Las aletas ventrales tienen implantación abdominal, la anal está entre la primera y la segunda dorsal; el origen de la primera dorsal está a la altura del extremo anterior de la abertura anal y el origen de la segunda dorsal a la altura del primer tercio de la base de la anal (Urzúa y col. op.cit) (Fig. 1 ).

#### 2.4 Antecedentes biológicos-

B. australis es una especie pelágica que se encuentra generalmente en las zonas de mayor productividad de los recursos acuáticos (epilimnion), Campos (1973) sitúa a este pejerrey en la categoría de peces dulcícolas periféricos, debido a que se encuentran en aguas dulces y tienen estrecha relación con el mar tanto por su origen como por su comportamiento a lo largo de su ciclo de vida.

#### 2.5 El crecimiento en peces

Es esencial determinar la edad de los peces para conocer la tasa de crecimiento, longevidad, edad a la cual se logra la primera madurez sexual y seguir los cambios en abundancia de las poblaciones, esto último es muy útil en relación con la actividad pesquera.



Muchos investigadores han buscado métodos que logren una estimación más ajustada de la edad y el crecimiento de los peces. Las primeras determinaciones confiables de edad, fueron realizadas por Hans Hederström (1959; versión original 1759, cit. por Ricker 1975). Por conteo de vertebras el determinó la edad del "lucio" Esox lucius. Sin embargo, las investigaciones acerca de este tema se iniciaron propiamente tal, a fines del siglo XIX con el método de distribución de frecuencias de tallas (Petersen, 1892). Los primeros trabajos que se basaron en la lectura de escamas y otras estructuras duras fueron realizados por Hoffbauer (1898), Reibich (1899) y Heincke (1905), (cit. por Ricker (op.cit.)).

Diversas técnicas para la determinación de la edad han sido revisadas por Rounsefell y Everhart (1953), Tesch (1971) y para el caso de especies en particular por diversos autores entre los más importantes Creaser (1926), Van Oosten (1929) y Chugunova (1959).

El crecimiento en peces es diferente al de los animales de sangre caliente, aunque las características generales de las curvas que representan crecimiento son similares, la gran diferencia es que los peces continúan creciendo hasta muy viejos y tienden en forma asintótica a una longitud y/o peso máximo que es característico de cada especie. Por esta razón suele hablarse de crecimiento indeterminado (Rounsefell y Everhart op.cit.).



Por ser los peces animales poikiloterms la tasa de crecimiento está directamente relacionada con la temperatura ambiental. Ciertamente esta influencia es variable entre especies pero, generalmente se atiene a un mismo patrón, que corresponde a una disminución de la tasa de crecimiento en los meses de otoño e invierno; cuando se producen las temperaturas más bajas del año en el agua. Los diversos órganos y partes del cuerpo del pez tienen su propia tasa de crecimiento pero, la razón entre estas tiende a ser constante dentro de un organismo y para cada especie; así la forma del pez es normalmente regular y constante y depende de esas tasas relativas de crecimiento y su interrelación (Rounsefell y Everhart 1953).

En general para estudiar el crecimiento de una especie se trabaja en base a los promedios poblacionales, aunque individualmente, se obtiene a veces resultados un tanto alejados de estos promedios; por razones fisiológicas de cada individuo (Lagler 1952 ).

El estudio de este aspecto de la biología de los peces resulta ser normalmente una aproximación al fenómeno real a excepción de los resultados que se obtienen trabajando con acuarios controlados, pero en estos casos rara vez se tienen las condiciones naturales.



## 2.6 Lepidometría (\*)

Las escamas de los teleósteos están compuestas de una lámina basal transparente y de una capa externa mineralizada. La primera esta formada por láminas fibrilares estrechamente dispuestas y la externa de tipo óseo. Klaatsch (1890), Hase (1907, 1911), Paget (1920), Pevsner (1926), Setna (1934), Fach (1936), Neave (1943), Dietrich (1953), Yamada y Saito (1953) (cit. por Wallin 1957) dan los primeros y más importantes aportes al conocimiento de la histología de la formación de la escama; conocimiento que incide fundamentalmente en la comprensión e interpretación del crecimiento de los teleósteos a través de esta estructura.

Hay acuerdo entre los investigadores que la formación de la escama ocurre en una papila dérmica, donde el depósito de calcio esta asociado con la presencia de osteoblastos. Wallin (op.cit.) hace una recopilación de trabajos referentes a este tema.

Las primeras papilas (papilas primarias) aparecen a lo largo de la línea lateral en la región posterior del cuerpo; estas originan papilas secundarias que alcanzan las regiones adyacentes y finalmente todo el cuerpo, pasando a ser verdaderos bolsillos (Neave (op.cit.)).

Las primeras escamas se forman en las papilas primarias; por esta razón para analizar el crecimiento, como regla general se toman muestras de la parte posterior del cuerpo, sobre o debajo de la línea lateral.

(\*) Se incluye esta recopilación acerca del método de lectura de escamas para ayudar a una mejor comprensión del mismo, y del posterior análisis del crecimiento. Para lo cual se ha intentado reunir la información fundamental existente.



Las escamas aparecen como tejido óseo o matriz ósea dentro de una cerca de osteoblastos; este tejido es principalmente colágeno y materia orgánica: no llega hacer definitivamente óseo hasta que el proceso de calcificación se completa. La capa ósea se forma solamente en los márgenes de la escama, por la actividad de los osteoblastos que se sitúan en la periferia del bolsillo donde se encuentra. Así, a medida que la escama va creciendo se deposita la capa ósea de los márgenes.

La lámina fibrilar aparece como una delgada capa en inmediato contacto con la parte ósea, aumenta su grosor y ancho por la adición de delgadas hojas de tejido conectivo desde el piso del "bolsillo". Esta capa fibrilar tanto como la ósea, está constituida en un comienzo por colágeno, comienza hacer infiltrada luego por "ictilepídina", Green y Tower (1921), sustancia orgánica que ha sido reconocida en escamas de teleósteos. La capa fibrilar se deposita hasta más allá de la capa ósea. El término hialodentina se ha aplicado mucho para la capa ósea. Algunos autores han sostenido erróneamente según Wallin (op.cit.) y Lagler (1952) que este indique un depósito de calcio producido por una sola capa de osteoblastos, en un lado de la escama haciéndola comparable con la formación de los dientes, entre estos investigadores (Chugunova (1959) autor de varios trabajos referentes a escamas y crecimiento, habla de una primera capa basal; bajo ésta se depositará otra más ancha en cuyos márgenes aparecerían formaciones de hialodentina (escleritos) y así sucesivamente se irían depositando capas cada vez más anchas.



La escama puede ser descrita como un verdadero cono aplastado, y más gruesa en el centro que en los márgenes. Esta posición ha sido muy discutida, Creaser (1926) y Lagler (op.cit.) aseguran que los escleritos no son el borde periférico de láminas superpuestas. Wallin (op.cit.) con aportes propios apoya con mucha evidencia esta última posición, de hecho es la más aceptada actualmente.

Las estrías o escleritos de la escama forman en general círculos más o menos concéntricos paralelos al contorno de la misma, son el resultado de la elevación ósea marginal, estos círculos crecen en altura y grosor durante el proceso de calcificación y se desarrollan a partir de escleroblastos, Paget, Pevsner (op.cit.), su formación depende probablemente de la presencia extra de materias primas de la calcificación en los fluidos intracelulares. Estas pueden ser utilizadas en el crecimiento marginal de la escama; los escleritos se forman por acumulación y calcificación en el borde al obstruirse el crecimiento, a causa de presión mecánica externa ejercida por la disposición de los tejidos del bolsillo en el cual crece la escama, (tejidos cuyas células crecen y se multiplican a su vez).

En las partes expuestas de la escama, donde el aumento de superficie es rápido (habría menos presión mecánica externa), las estrías son bajas y hay gran distancia entre ellas, en cambio la parte "cefálica" que permanece en el bolsillo dérmico, donde el aumento superficial es más lento está cubierta por estrías más marcadas y más cercanas unas de otras, Neave (op.cit.).



Los radios que se presentan a intervalos regulares y con cierta simetría en torno al eje longitudinal contribuyen a la flexibilidad de las escamas, esto es muy importante ya que se trata de estructuras duras.

Se entiende por anillos bandas más densas de escleritos (Fig. 3 ) cuando la distancia entre uno y otro disminuye en muchos casos se fusionan y solo se puede distinguir el número de escleritos que componen un anillo al observar las escamas con gran aumento y/o tinciones especiales. Stoeltzner (1905), Cambio brusco del crecimiento es indicado en el anillo por el annulus.

En general los anillos son más notorios en la parte cubierta de la escama. Las irregularidades en los escleritos de las escamas son reflejos de algunos cambios del medio ambiente que tienen alguna acción sobre los procesos fisiológicos del pez, se piensa que la temperatura sería un factor fundamental; una baja de temperatura resultaría en una disminución de la tasa metabólica por el cese de la alimentación efectiva, temperaturas demasiado altas causarían el mismo efecto.

Debe tenerse en cuenta que cualquier cambio en la tasa de crecimiento puede provocar irregularidades en los escleritos; por esta razón hay que evitar confundir falsas marcas con anillos de invierno; en períodos de desove por ejemplo, en general, hay detención del crecimiento. En muchos casos estos anillos particulares se pueden distinguir perfectamente. Por lo general no presentan annulus.

Se conoce que el crecimiento rápido del pez durante las estaciones cálidas permite grandes intervalos entre escleritos, cuando



el crecimiento disminuye en otoño e invierno, los escleritos se juntan o son incompletos y forman el anillo de invierno que en última instancia es la característica que permite analizar crecimiento año a año.

Durante las épocas de desarrollo del pez, la matriz ósea aumenta y hay cierto retardo en la calcificación periférica, a la inversa, en invierno o épocas de poco crecimiento hay principalmente calcificación, formándose escleritos muy cercanos y así los anillos ya mencionados. En la mayoría de los casos estos sólo se hacen notorios cuando el crecimiento se recupera, o sea en primavera o después del desove. Beckman (1942), Jones (1953), Tesch (1955, 1971).

La forma y periodicidad de las estrías permite correlacionar con la tasa de crecimiento. Los intervalos amplios entre escleritos en la escama corresponden a intervalos de crecimiento de longitud corporal en el pez. Conocer esta relación es la base para conocer y calcular la historia de crecimiento anterior.

Se puede determinar: edad del pez en años, longitud alcanzada en cada año de vida y la correspondiente tasa de crecimiento.

Los primeros intentos en esta línea los hicieron Lea y Krut, Dahl en 1909 y 1910, quienes asumieron la existencia de una relación directamente proporcional entre la longitud del pez y la longitud de la escama. Las bases de esta proposición y de otras posteriores son: se conoce que el pez puede variar en tamaño, pero conserva aproximadamente el mismo contorno, asimismo las escamas tanto de un pez



pequeño como de uno grande presentan la misma forma y a lo largo de toda la vida conserva idéntica relación de crecimiento en las tres dimensiones. El método de Dahl Lee ha sido objetado por sobre estimar en muchos casos las edades reales de los peces. Rosa Lee (1920) trabajando con arenques del mar del Norte, llegó a la conclusión que el largo de los peces y de sus escamas no son directamente proporcionales, sino los incrementos en longitud de ambas variables en el mismo período de tiempo. Esto ocurre porque en la mayoría de los peces, las escamas se depositan solo cuando estos ya tienen cierta longitud, el pez no nace con escamas. Otros investigadores han aportado métodos de corrección de estas variables o han corregido los métodos descritos, Catherine Sheriff (1922), K.A. Kislevich (1923) G.H. Monastyrsky (1930), aunque el más aceptado hasta ahora es el de Rosa Lee, Rounsefell y Everhart (1953) Chuganova (1959).

Algunas condiciones primarias de seguridad del método de lectura de escamas fueron descritas por Van Oosten (1929), Hile (1941).

Las escamas deben permanecer constantes en número e identidad a través de la vida del pez. Las regeneradas deberían ser fácilmente distinguibles y no deben usarse.

El crecimiento de las escamas debe ser proporcional al crecimiento del cuerpo del pez, aunque rara vez se da una relación estrictamente lineal, sin embargo, debe haber acuerdo en la historia de crecimiento para una misma clase de edad y entre las distintas clases.



El anillo se debe formar anualmente y aproximadamente en la misma época cada año. Debe tener una correlación definitiva entre la edad medida en las escamas y el crecimiento real. Un método para comprobar esto es el uso de modas de frecuencia de longitud sobre todo en los peces jóvenes; cada grupo de edad estará representado en grupos modales de talla y debe coincidir con la lectura de escamas.

Deben ser distinguibles los anillos super numerarios o falsos. En general la designación acertada del anillo anual depende de la pericia y experiencia del investigador, esta se logra a través del examen minucioso y reiterado de las escamas finalmente se puede leer como en un libro abierto.



### 3. Materiales y Métodos

#### 3.1 Muestreos

Se realizaron muestreos mensuales entre septiembre de 1975 y junio de 1977, en la localidad de Las Balsas, Embalse Rapel ( $34^{\circ}10'S$ .  $71^{\circ}29'W$ .), lugar donde se encuentra la Estación de Hidrobiología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile. Se efectuaron otros tres muestreos en el Estero Alhué, afluente del embalse, entre agosto de 1976 y junio de 1977 (fig. 2, Cuadro 1).

#### 3.2 Artes de pesca

En Las Balsas se utilizaron las siguientes redes de enmalle:

Una red con 1.5 cm de distancia entremudo (malla estirada) 80 cm de alto, 10 m de largo (alevinera).

Una red con 2.5 cm de distancia entremudo, 1.5 m de alto, 25 m de largo.

Una red con 2.5 cm de distancia entremudo, 2 m de alto, 30 m de largo.

Las redes se dispusieron perpendicularmente a la ribera, a una distancia de 100 a 200 m una de otra, y con un extremo en tierra o muy cercano a la orilla dependiendo del nivel del lago, ya que deben



quedar estiradas en todo su alto. Fueron caladas aproximadamente a las 21 hrs, y permanecieron entre 36 y 48 horas por muestreo, se revisaron cada ocho horas.

Se capturó un total de 305 pejerreyes, 189 hembras, 109 machos y 7 indeterminados.

En el Estero Alhué se utilizó pesca eléctrica con un equipo electrógeno HONDA de 220 V. y 300 A. Este equipo genera en el agua un potencial de 4.5 a 5.0 V. En este lugar se capturó un total de 33 ejemplares 5 hembras, 15 machos y 13 indeterminados.

Como unidad arbitraria de esfuerzo de pesca se designó las dos redes de 2.5 cm de distancia entrenudo y la alevinera caladas durante 36 horas.

### 3.3. Parámetros observados

Se controló temperatura superficial del agua en el lugar de muestreo, aproximadamente al mediodía.

Se retiraron los peces de las redes, observando posición y sentido en que se encontraban emmallados.

Se pesaron en una balanza Ohaus de 0.1 g de precisión.

Se midió longitud total, desde la punta del hocico hasta el extremo de la aleta caudal, extendida, con un ictiómetro graduado en mm.



Se determinó sexo y estados de madurez sexual, practicando una incisión a lo largo del vientre desde el ano hasta las aletas pectorales. Los distintos estados de madurez sexual se determinaron según escala internacional FAO (Laevastu 1971). La modificación de esta escala diferencia seis estados que se basan en la observación macroscópica.

- Estado I. Inmaduros.  
Individuos jóvenes todavía no reproductores. Gónadas de muy pequeño tamaño.
- Estado II. Descanso.  
Productos sexuales no desarrollados. Gónadas de muy pequeño tamaño. Huevos no distinguibles a simple vista.
- Estado III. Maduración.  
Huevos distinguibles a simple vista. Rápido incremento de peso de las gónadas. Testículos color rosado pálido.
- Estado IV. Madurez.  
Productos sexuales maduros. Gónadas de peso máximo. Los productos no se desprenden al aplicar presión.
- Estado V. Desove.  
Productos sexuales se desprenden con ligera presión. El peso de las gónadas disminuye rápidamente.



Estado VI. Desovado.

Productos sexuales descargados. Apertura genital inflamada. Gónadas como sacos desinflados. Ovarios con pocos huevos residuales. Testiculos con algo de esperma.

Las gónadas en Estado IV y V se conservaron en una solución alcohol-formalina al 10% para contar el número de huevos.

Se obtuvieron muestras de escamas de los flancos del cuerpo, sobre la línea lateral, entre la primera y la segunda aleta dorsal. Se guardaron previamente etiquetadas en sobres plásticos. En el laboratorio, se lavaron con detergente, luego se introdujeron en agua oxigenada de 10 vol. durante 24 horas. Se lavaron nuevamente y se montaron 10 a 20 escamas por ejemplar entre dos portaobjetos, estos fueron sellados en ambos extremos con cinta adhesiva.

Para el análisis de las escamas se utilizó un proyector Nikon modelo 6C, con tres aumentos: 10, 25, 50. Se revisó cada preparación con aumento de 25 y 50, se descartaron las escamas regeneradas y se eligieron tres al azar por placa, en cada una se midió diámetro total (Dt), longitud foco-borde (LFb), diámetro de cada anillo (Da) y longitud foco-anillo (Lfa) (Fig. 4). Se contó el número de escleritos y el número de radios. No fueron consideradas las preparaciones dudosas en el análisis posterior.

En la población de Las Balsas se analizaron escamas de 162 pejerreyes; 55 machos y 107 hembras en los cuales estuvieron representados todos los muestreos excepto diciembre 1975, febrero y marzo de 1976.



### 3.4 Análisis de datos

#### 3.4.1 Ciclo reproductivo

Mediante un test de Ji cuadrado se analizó la proporción sexual de la muestra. Para determinar la época de reproducción, se utilizó la variación de los estados de madurez sexual en el tiempo, las cuales se graficaron.

Se calculó el índice de condición para machos y hembras en cada muestreo

$$K = \frac{P \cdot x}{LT^3} \quad \text{Lagler (1956)}$$

P : peso en gramos.

LT : longitud total en mm.

Este índice, además de dar una medida del "bienestar del pez", (Rounsefell y Everhart op.cit.), suele ser considerado en la determinación del período de desove, pero solo como información suplementaria, se sabe que en muchos casos los menores valores de K se obtienen inmediatamente después del desove (Lagler 1956, cit. por Moreno 1976).

#### 3.4.2 Edad y crecimiento

Para reconocer y analizar los grupos de edad se utilizó el método de distribución de frecuencias de tallas (Petersen, 1912). Este



método se basa en la tendencia de las longitudes de los peces de diferente edad a formar una distribución normal. De esta manera, las edades pueden ser estimadas contando las diferentes modas de las curvas, para este efecto los datos de longitud total fueron distribuidos en intervalos de 10 mm y graficados mensualmente. Los meses con bajo número de ejemplares capturados fueron agrupados, pero sólo aquellos que presentaron distribuciones de tallas similares, sin grandes variaciones entre uno y otro mes.

Conjuntamente se leyeron escamas, para conocer la edad actual de los ejemplares y determinar su tasa de crecimiento. Para detectar la época de formación del anillo, se controló la frecuencia de aparición de éste en el borde de la escama.

Se determinaron los grupos de edad contando los anillos presentes en las escamas, incluyendo crecimiento marginal. Se graficó mensualmente su distribución por clases de talla, para machos y hembras separadamente. Se agruparon también los meses con pocos ejemplares, con la salvedad ya mencionada.

Se compararon estadísticamente los promedios de longitud de cada edad, para machos y hembras con un test de Student para igualdad de medias.

Para calcular longitudes a edades pretéritas y la longitud que tenía el pez al completar el último anillo, se utilizó el método de Lee (1920). Este método asume que existe una correlación di-



recta entre los incrementos de longitud corporal del pez e incrementos de longitud de las escamas, expresado en la siguiente ecuación:

$$L = C + as \quad (1)$$

donde: L es longitud total, S radio o diámetro de la escama, a la pendiente y C un valor constante que se ha interpretado como la longitud del pez a la cual aparece la escama (Lee op.cit.).

Si existe esta correlación se puede conocer crecimiento anterior para una edad "X".

$$L_x = aS_x + C \quad (2)$$

reemplazando en la ecuación 1

$$L_x = C + \frac{S_x}{S} (L - C) \quad (3)$$

donde:  $L_x$  longitud total a la edad x,  $S_x$  diámetro del anillo x, S diámetro actual de la escama, L longitud actual del pez.

Para calcular y graficar las curvas de crecimiento de la población solo se utilizaron longitudes correspondientes al último anillo marcado. Se usó además, la información obtenida de la lectura de todos los anillos en los individuos más viejos como medida comparativa.

Las longitudes calculadas para cada edad se distribuyeron en intervalos de talla, se ajustó a curvas normales con test de Ji cuadrado para testear normalidad y se trazaron curvas de crecimiento, graficando el promedio de longitud total versus tiempo en años.



Como expresión matemática del crecimiento se usó el modelo de Von Bertalanffy (1934, 1938) que toma en cuenta la fisiología del incremento en longitud y en peso de los peces. En la mayoría de las especies existen dos períodos; uno de crecimiento rápido, seguido de otro lento (Brody, 1927, 1945) ambos períodos separados por un fenómeno fisiológico que podría ser la primera madurez sexual (Hureau, 1972), la curva experimental presenta aquí un punto de inflexión. Ambos períodos son importantes y deberían ser estudiados separadamente, pero para efectos matemáticos y prácticos se utiliza sólo la segunda parte (Ricker, 1975) ya que ésta puede ser medida con un error menor y se constata normalmente, a partir del primer año. Durante este período la curva tiende a una asíntota que indica la longitud máxima teórica.

Las expresiones matemáticas correspondientes a los dos períodos son:

$$l_t = ae^{Kt} \quad (4)$$

$$l_t = b - Ce^{-Kt} \quad (5)$$

$l$  es longitud,  $t$  tiempo (en años, meses, etc.),  $a, b$  y  $c$  constantes. Faberns (1965) ha dado un buen significado a los términos de la última ecuación (Ricker, 1975), cuando  $t$  aumenta indefinidamente  $l_t$  tiende a  $b$ , este valor es la longitud asíntótica o infinita  $L_\infty$ , cuando  $t$  se iguala a 0,  $l_t = L_\infty - C$ , longitud hipotética a tiempo 0.



K no representa una constante de crecimiento propiamente tal, en la realidad indica la disminución exponencial de la diferencia entre la longitud del pez en un determinado instante y la longitud infinita o máxima. Este término se ha denominado "coeficiente de crecimiento de Brody" o coeficiente de catabolismo (Hureau, op.cit.)

La ecuación (5) puede reordenarse como lo ha sugerido Von Bertalanffy (op.cit.).

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t - t_0)}) \quad (6)$$

Para conocer L se utilizó el método de Walford, (Ricker, 1958) quien demostró que al graficar  $L_t$  versus  $L_t + 1$  se obtiene una recta cuya ecuación es:

$$L_t + 1 = L_{\infty} (1 - e^{-K}) + e^{-K} L_t \quad (7)$$

El punto de intersección de esta recta con la bisectriz de los ejes de coordenadas es  $L_{\infty}$  en el momento en que  $L_t = L_t + 1$ . Con este método es posible también determinar K. Sin embargo se prefirió utilizar el método de regresión logarítmica, para conocer K y  $t_0$  a la vez (Ricker, op.cit.) resolviendo mediante mínimos cuadrados la ecuación de Bertalanffy expresada en logaritmos naturales.

$$C = L_{\infty} e^{Kt_0}$$

$$\ln(L_{\infty} - l_t) = \ln L_{\infty} + Kt_0 - Kt$$

$$\ln(L_{\infty} - l_t) = \ln C - Kt$$

$$y = a + bx$$



La regresión se calcula con los valores promedio de longitud total ( $lt$ ) y el tiempo ( $t$ ) expresado en años.

Con los datos obtenidos en el Estero Alhué, solo se construyó histograma de frecuencias de talla y ninguna curva de crecimiento debido a la escasa información.

#### 4. Resultados

##### 4.1. Ciclo reproductivo

La proporción sexual en cada muestreo aparece en el Cuadro 2. Se encontró diferencia significativa entre el número de hembras y machos en la población muestrada ( $p < 0.05$ ). En general las hembras fueron más frecuentes excerto en septiembre, octubre de 1975, febrero de 1976, marzo de 1977 cuando la proporción se aproximó a uno. En agosto, septiembre de 1976 fueron más abundantes los machos (Fig. 5).

La talla mínima de madurez sexual para machos y hembras fue de 190 mm.

Un ciclo reproductivo completo puede observarse en la Fig. 6 entre diciembre de 1975 y diciembre de 1976 para machos y hembras, y el avance de otro hasta mayo de 1977. La aparición en las capturas de ejemplares en estado I (Fig. 6A) que no han alcanzado la pri-



mera madurez sexual en diciembre de 1975, enero de 1976 y de noviembre a enero de 1977 indican el comienzo del ciclo. En estos mismos meses se observó un alto porcentaje de pejerreyes en estado II; en marzo-abril de 1976 fue reemplazado por el estado III, lo mismo sucedió en mayo de 1977. En 1976 se observó el estado IV en mayo, en junio los ejemplares se encontraban listos para desovar.

En 1975 el período de reproducción se prolongó hasta diciembre con algunas hembras aún desovando en enero de 1976. Este año comenzó nuevamente en agosto y se prolongó hasta noviembre; el más alto porcentaje de individuos en desove se presentó en octubre (Fig. 6A). En diciembre el 70% de los ejemplares ya habían evacuado sus gametos. En diciembre de 1975 y noviembre de 1976 llama la atención el predominio de los estados II y V, que indican principio de un ciclo sexual, y fin de otro respectivamente.

La temperatura del agua en el lugar de muestreo varió entre 10°C en junio de 1976 y 25°C en enero de 1977. El aumento de temperatura que se observó al final del invierno, (Fig. 7) coincide con el comienzo del período de desove tanto en 1975 como en 1976. El índice de condición K promedio total para las hembras fue: 0.708 y machos: 0.713. Los promedios mensuales no presentaron una tendencia clara, más bien oscilaron en torno al promedio total (Fig. 8). Los valores mínimos en las hembras se encontraron en septiembre, octubre de 1975; diciembre de 1976, enero y junio de 1977 con un máximo notorio en junio



de 1976. El índice de condición de los machos, mostró variaciones más bruscas, con valores mínimos en septiembre de 1975, agosto de 1976, enero de 1977 y valores máximos en enero, abril, septiembre de 1976 y mayo de 1977.

#### 4.2 Edad y crecimiento

##### 4.2.1 Lectura de escamas en B. australis

Las escamas de los pejerreyes son pequeñas y pseudocicloides. Están en número de 95 a 110 sobre la línea lateral.

El foco se encuentra situado en el eje central longitudinal, algo desplazado hacia la región posterior. Los escleritos son más marcados en la región anterior algunos no se continúan posteriormente, por lo general estos desaparecen en las esquinas u hombros de la región anterior. (Fig. 3).

El ejemplar más pequeño recolectado en Las Balsas de 170 mm de longitud total, presenta escamas con 30 escleritos en la región anterior y 12 en la parte posterior. Los ejemplares de mayor tamaño colectados con 280 mm de longitud total, presentan hasta 60 escleritos en la región anterior.

El número de radios es variable, en general aumentan con el tamaño; individuos pequeños de un año presentan entre seis y ocho, los de tres años entre ocho y 12 (Cuadro 3 ).



La disposición y distancia entre los escleritos es muy regular, los anillos son leves; sólo se han logrado identificar después de un minucioso y reiterado examen de numerosas escamas. Se manifiestan en un estrechamiento de cinco a ocho escleritos en la región anterior (Fig. 9A), en algunos casos dos o tres, anchos y muy marcados, lo cual indica posible fusión. Se continúan en la región posterior sólo en dos o tres escleritos gruesos y de trayecto irregular (Fig. 9A). Esta descripción es típica para los anillos correspondientes a I y II años.

En todas las muestras analizadas se da una completa gama de intensidad de formación de anillo pero, el annulus permanece constante y en el centro del anillo (Fig. 3). Generalmente se forma entre julio y agosto. Los casos más extremos en que no fue posible distinguir irregularidades de ningún tipo en las escamas, siempre se presentó una línea de distinta refringencia en el sector donde debería estar el annulus, esta zona resalta al observar con el máximo aumento del proyector y con leves movimientos del micrométrico, es sobretodo notable en las regiones laterales de la escama.

El cuadro 4 muestra la frecuencia de aparición de anillo en el borde, en los meses de muestreo. En abril y mayo de ambos años se notó una disminución de la distancia entre escleritos en el borde de la escama, situación que fue más notoria en los ejemplares de mayor tamaño, en junio y julio de 1976. Todos presentaban anillo en el borde, con la correspondiente zona refringente alrededor de la escama. En agosto y septiembre ya se observó en algunos casos escleritos de crecimiento marginal.



En octubre y noviembre los pejerreyes que presentaron anillo en el borde, se encontraban en la etapa de evacuación de gametos o acababan de hacerlo (estados V y VI). También coincide la existencia de anillo en el borde, con casos de desove tardío en diciembre y enero (Cuadro 5). En estos anillos el último o los dos últimos escleritos se observan cortados y discontinuos, característica bastante distinguible en algunas escamas.

Muchas de las escamas que presentaron anillo en enero, abril, mayo y diciembre de 1976, enero, abril y mayo de 1977 correspondieron a individuos grandes sobre 250 mm de longitud total. Estos anillos mostraron una peculiaridad común; una disminución gradual hacia el borde de la distancia entre escleritos, generalmente a partir del segundo anillo. Como los escleritos son muy finos (8 a 12) pueden enmascarar a uno o más anillos (Fig. 10), lo cual puede ser origen de confusiones sobre todo en los meses de verano. Después de larga revisión se identificaron los annulus como uno o dos escleritos más gruesos, que en el contorno posterior de la escama presentan las irregularidades típicas de todos los anillos. En estos casos, las escamas con dos o tres escleritos marginales de crecimiento no se consideraron como anillo en el borde.

La mayoría de los ejemplares sobre 240 mm de longitud total, muestran detención de crecimiento en el borde de la escama antes que las tallas inferiores en abril, mayo de ambos períodos (Cuadro 6).



Inversamente los primeros indicios de crecimiento marginal se presentaron en las tallas menores en octubre y noviembre de 1976.

#### 4.2.2 Frecuencia de talla

El número de pejerreyes capturados por unidad de esfuerzo de pesca, fue variable, los valores mínimos se obtuvieron en mayo, junio de 1976 y de marzo a junio de 1977. Los máximos en septiembre, octubre de 1975, enero y noviembre de 1976, (Fig. 21).

Las tallas de las hembras fluctuaron entre 170 y 262 mm y los machos entre 180 y 265 mm de longitud total.

La distribución mensual de frecuencia de tallas (Fig. 11) señaló 2 clases modales predominantes y una tercera ocasional, éstas aparecen más notorias en las hembras. Se observó el desplazamiento de estas clases modales; a través de los meses de muestreo excepto algunos períodos como marzo, agosto y septiembre de 1976 donde las modas se confunden.

En septiembre y octubre de 1975 la distribución de tallas de los machos señaló dos modas, en 190 y 220 mm; ya en febrero de 1976, estas se presentaron en los intervalos 210 y 240 mm. En diciembre de 1975 la primera clase modal en las hembras, fue de 210 mm, y se desplazó hasta 230 mm en marzo de 1976, algo similar ocurrió entre octubre del mismo año y abril, mayo de 1977. En los mismos períodos la segunda clase modal, se desplazó entre los intervalos 230-240 mm y 250-260 mm.



El mayor desplazamiento de ambas modas, fue entre septiembre y marzo, durante los dos años muestreados y más notorio para la primera clase modal (Fig. 12A).

En septiembre, octubre de 1975 se agregaron las tallas menores de hembras y machos a la población capturable, al año siguiente entre agosto y noviembre se agregaron machos, en octubre y noviembre hembras (Fig. 11).

La lectura de escamas reveló la presencia de tres grupos de edad: I, II y III (Fig. 9B), los cuales estuvieron presentes en casi todos los muestreos; igualmente representados los grupos I y II y el grupo III en menor proporción sobre todo en los machos.

El Cuadro 7 muestra la distribución mensual por tallas de grupos de edad basado en el número de anillos presentes en las escamas. Se observó una gran similitud con la distribución de frecuencias de tallas obtenidas en las capturas, coincidiendo en la mayoría de los casos las clases modales de ambas distribuciones (Fig. 13). Las diferencias se dieron principalmente en los meses en que fue menor el número de escamas utilizadas en relación con la muestra total, por ejemplo septiembre, octubre de 1975; octubre y noviembre de 1976.

En una distribución por tallas de los grupos de edad, donde se agruparon los datos del período septiembre de 1975 y noviembre de 1976, con un total de 45 machos y 78 hembras, el grupo de edad I se mostró fraccionado en las tallas menores (Fig. 14A). Se observó una clase



modal en 220 mm en machos y hembras, el grupo de edad II presentó una distribución prácticamente normal con una clase modal en 240 mm las hembras y en 230 mm los machos. El grupo III apareció en menor proporción en relación a la contribución de los grupos I y II (aproximadamente un 20%) y representado en frecuencias similares en tres clases de tallas de 250 a 270 mm (Cuadro 8 ). No existe diferencia significativa entre los promedios de longitud total correspondientes a cada edad de machos y hembras, (Cuadro 11A).

#### 4.2.3 Curvas de crecimiento

Existe correlación positiva entre los incrementos en longitud de los peces analizados y de sus escamas ( $p < 0.05$ ) (Fig. 15B), el valor de la constante  $C$  fue de 64.99 mm; el intervalo de confianza para este valor fue 35.95, con una  $t$ -Student de 1.97 ( $p < 0.05$ ) y  $S = 15.27$ , por lo tanto el valor de  $C$  podría variar entre 35 y 25 mm siendo 64.99 mm el punto medio, valor que se usó en este trabajo.

El cuadro 9 muestra la distribución por tallas de los grupos de edad con longitudes correspondientes al momento de formarse el último anillo (Lee, 1920). El promedio de longitud para los machos de un año fue mayor que el de las hembras y existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ). No ocurre lo mismo para los otros grupos de edad (Cuadro 11B). (Fig. 14B).



La desviación standard en machos y hembras es mayor para el grupo I y disminuye hacia el grupo III. La longitud infinita dio valores de 293 mm para las hembras y 295 mm para los machos, usando los promedios de longitud calculada para cada edad, tratándose de solamente de dos puntos en un gráfico (I versus II, II versus III); se utilizaron los valores obtenidos con todos los anillos de cada pez, se obtuvo una longitud teórica máxima para las hembras de 293 mm y 275 mm para los machos, (Fig. 16).

Las ecuaciones de crecimiento con los promedios correspondientes a cada grupo de edad son:

$$\text{♀ } L_t = 293 (1 - e^{-0.657 (t + 0.365)})$$

$$\text{♂ } L_t = 275 (1 - e^{-0.779 (t + 0.4)})$$

La curva teórica de crecimiento es similar a la que se grafica con los datos experimentales (Fig. 17). La edad teórica máxima que se calcula (Taylor 1958 cit. por Zúñiga 1967) es cuatro punto ocho años; tiempo en que se alcanza el 95% de la longitud máxima teórica (hembras) y tres punto tres años (machos).

La distribución por tallas calculadas basándose en la lectura de los anillos de los peces de tres años, presentó promedios de tallas mayores para I y II años en relación a los obtenidos con todos los grupos de edad separadamente (lectura del último anillo, Pág. 20) la diferencia es significativa en el caso de las hembras ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 10, Cuadro 11D).



La curva de crecimiento presentó a su vez una pendiente menor (Fig. 19), y las ecuaciones correspondientes son:

$$\text{♀ } L_t = 230 (1 - e^{-0.81 (t + 0.4)})$$

$$\text{♂ } L_t = 230 (1 - e^{-0.695 (t + 0.7)})$$

En el Estero Alhue la lectura de escamas reveló dos grupos de edad dudosos (Cuadro 12 ) debido a la escasa muestra no se hicieron pruebas de significación. Se diferenciaron dos grupos principales, machos e indeterminados, el primero presentó un promedio de tallas mayor que el segundo para el grupo de edad I; los promedios para los grupos I y II de edad fueron mucho menores que los obtenidos en los peces de Las Balsas.



## 5. Discusión

El análisis del ciclo reproductivo de B. australis en Las Balsas, (Fig. 6A) revela un período de fresa prolongado que abarca por lo menos cuatro meses (agosto a diciembre). Nunca se han encontrado posturas en este lugar.

Al hacer una revisión de los antecedentes sobre hábitos reproductivos de algunos atherinidos se ha constatado que los sitios de puesta muestran características particulares. Así, Duarte y col. (1973) que se han referido al período reproductivo de B. australis en el río Maipo, señalan que en la época de fresa, se forman grandes cardúmenes de peces adultos en áreas donde la corriente es lenta. Las crías se ubican cerca de plantas acuáticas en aguas poco profundas, manteniéndose probablemente cerca del lugar en que nacieron. Para el "pejerrey argentino" (Odontesthes bonariensis) se describen posturas en forma de grandes racimos de huevos, los que son fijados en tallos y hojas de plantas acuáticas, y en raíces de algunas terrestres ribereñas (Embalse Peñuelas, comunic. pers. I. Vila).

Investigaciones realizadas en Labidesthes un Atherinidae de Norte América permitió a Hubbs (1921) y Nelson (1968) describir sus hábitos reproductivos, que son muy similares a los de las especies recién citadas, estos peces ponen sus huevos solo en determinadas especies de plantas acuáticas.

Por las características enunciadas podría incluirse estas especies en la categoría de peces "fitófilos" por desovar en plantas su-



mergidas y/o ribereñas, cuyas hojas o raíces están en contacto con el agua, y esto ocurre en las zonas de baja profundidad (Nikolsky, 1959).

El sector del embalse correspondiente a la localidad de Las Balsas no presenta vegetación ribereña ni plantas acuáticas, y la profundidad del agua es muy variable ya que en este lugar son notables los cambios de nivel del embalse, por el régimen propio del sistema. Es probable que B. australis desove en los esteros o en los ríos que desembocan en el embalse y/o en sus proximidades. Estos lugares muestran características favorables para el desove de aterínidos.

Al analizar las frecuencias de las diversas fases del ciclo reproductivo, llama la atención que en Las Balsas no hay ejemplares inmaduros (estado I) del grupo de edad 0 y son muy pocos los de un año, estos últimos sólo aparecen de Enero en adelante (Fig. 6B). Esto podría atribuirse a migraciones diferenciadas por grupo de edad. Es posible que, como se señaló anteriormente durante el primer año de vida, los juveniles permanezcan durante un tiempo cerca del lugar en que nacieron. Con la red alevinera sólo se capturaron juveniles de O. bonariensis y otra especie no identificada del mismo género de 70 a 150 mm; por lo cual no puede atribuirse la ausencia de B. australis pequeños a selectividad de las mallas, sino más bien a que no se encontrarían en Las Balsas.

En diciembre de 1975 y noviembre de 1976 se observaron porcentajes altos de individuos en estado II de desarrollo gonádico (Fig. 6A) que correspondieron en su mayor parte a peces de una año (Fig. 6B). Probablemente los nacidos al final del período reproductivo del año anterior inician por primera vez un ciclo sexual.



Las hembras de dos y tres años forman el primer grupo de desove para lo cual a fines de junio de 1976 se alejarían de Las Balsas en migración de reproducción (Fig. 6B). Nikolsky (op.cit.) quien ha investigado especialmente el comportamiento y adaptaciones de los peces, señala que las hembras de mayor edad tienden a llegar primero al lugar de desove, y producen los huevos más viables. Este podría ser el caso pero es necesario contar con mayor y mejor información acerca de los ejemplares de un año en esos meses para asegurarlos ya que algunos de estos podrían haber desovado por primera vez antes de llegar a Las Balsas.

La desproporción sexual que se observa en las muestras, coincidente con la citada por Moreno et al (1976), puede estar indicando migraciones diferenciadas ya que por lo general machos y hembras solo se encuentran en proporción 1:1 en el período de reproducción (septiembre a noviembre; Fig. 5 ). La amplitud del período reproductivo podría influir en la ausencia prolongada de los machos de Las Balsas. Estos podrían permanecer mayor tiempo en los sitios de desove, como se ha detectado en otras especies: algunos salmónidos, ciprínidos, percoídeos y otros, cuyos machos se quedan allí durante un largo período, ya que fertilizan los huevos de varias hembras (Nikolsky 1959). Sin embargo, este argumento parece no ser suficiente para explicar la desproporción sexual en el período marzo-junio.



En la mayoría de los peces, el período y lugar de desove está en estrecha relación con la existencia de condiciones bióticas y abióticas favorables para el desarrollo exitoso de huevos, larvas y alevines. En esta especie el inicio del período reproductivo coincide con el aumento de temperatura al comienzo de la primavera (Fig.7) y con un aumento de la biomasa fitoplanctónica en el brazo del lago adyacente al Estero Alhué, y frente a la localidad de Las Piedras, (Fig.2) lo cual sucede en septiembre y octubre (comunicación personal I. Barends). Coincidentemente la alimentación de los alevines en gran parte fitoplanctónica (comunicación personal I. Bahamondes). Sin embargo, no puede establecerse una relación causa-efecto entre el incremento de la temperatura del agua y el comienzo del desove, sin tomar en cuenta la influencia de otros factores. Así por ejemplo las variaciones de la luz, que no han sido controladas en este lugar, tienen según Nikolsky (op. cit.) importancia preponderante en la regulación hormonal de los peces. El alza de la temperatura del medio, puede ser sólo una señal para iniciar migraciones de desove. Estas migraciones de reproducción influyen sobre el número de individuos capturados por unidad de esfuerzo de pesca. Por otra parte en los meses de invierno debería sumarse la gran turbiedad del agua (Fig.21), que los alejaría probablemente hacia otros sectores del embalse, y/o Estero Alhué. Este hecho podría afectar también a los pejerreyes argentinos cuyo número disminuye en las capturas. Moreno (op. cit.) señala para B. australis del río Maipo migraciones que coinciden con la turbiedad del río en verano, cuando se derriten las nieves y



La turbiedad aumenta, entonces, los peces migrarían al mar. Esta situación no puede darse aquí, por la existencia de la presa.

Sería importante continuar observando migraciones, sus causas y características. Además, determinar los sitios de desove, para conocer el comportamiento y adaptaciones de esta especie durante el período de reproducción, el cual influye sobre algunas características del crecimiento.

Para determinar edad y crecimiento con la metodología descrita, el principal problema fue diferenciar los anillos anuales en las escamas. Su formación está directamente relacionada con la temperatura (Fig.9C). El porcentaje más alto de escamas con anillo en el margen, coincide con los períodos de menor temperatura en el embalse. Sin embargo, hay en las muestras una alta incidencia de este tipo de escama durante gran parte del período de muestreo (Cuadro 4 ), lo cual se debe al predominio de especímenes de dos, tres o más años. En estos ejemplares es más marcada la detención del crecimiento marginal (Cuadro 6 ).

Al annulus que se marca principalmente en agosto, indica probablemente el momento en que se produce un cambio en la tasa metabólica y se reinicia el crecimiento. La aparición del annulus coincide en muchos casos con el comienzo del desove, por lo cual este puede ser un buen indicador de la edad, de la población. Las huellas que se relacionan con el desove tales como discontinuidad de uno o dos escleritos cercanos al annulus, han sido atribuidas por algunos ictiólogos (Wallin, 1957) a reabsorción de calcio de las estructuras óseas del pez, lo cual



sucede durante las últimas etapas de desarrollo de los gametos. Este fenómeno es muy común en algunos salmónidos, grupo que ha sido uno de los más estudiados, como Salmo trutta y Salmo salar. En general, estas huellas no son regulares en la misma población (Chugunova, 1959), como sucede en este caso, no pudiendo establecerse un patrón general para todas las escamas analizadas. Es importante identificar con seguridad este tipo de huella, ya que irregularidades de los escleritos pueden adquirir una forma similar al annulus lo que lleva a falsas interpretaciones.

Fue muy difícil identificar el tercer anillo, anual y más aún el cuarto cuando existe. No fue posible ayudarse con la distribución por tallas, ya que como se trata de individuos viejos el crecimiento es mínimo y las modas se superponen. Por lo tanto hay cierto grado de incertidumbre en la determinación de edad en estos ejemplares, pero el error debe considerarse muy poco significativo ya que el crecimiento se detiene claramente al final del segundo año de vida y allí se alcanzan longitudes cercanas a la máxima teórica.

Sobre la base de estos resultados es posible afirmar que la lectura de escamas permite en esta especie determinar la edad y se cumplen las consideraciones prescritas por Van Oosten (1929) y Hile (1941).

La forma y constancia del anillo anual son características poblacionales que están estrechamente relacionadas con las condiciones ambientales. En algunos grupos a veces no se marca el primer anillo anual, fenómeno que también fue observado para esta misma especie en el río Mai-



po (comunicación personal C. Moreno). Sería interesante obtener muestras de otros lugares del embalse e identificar posibles diferencias poblacionales según este carácter.

Las edades detectadas por la lectura de escamas se confrontaron con los resultados obtenidos con el método de Petersen (1912). Debido al efecto selectivo de las redes y principalmente a que en el lugar de muestreo sólo se encuentran los adultos de la población, la distribución por tallas resulta poco amplia, con rangos entre 200 y 270 mm de longitud total salvo algunas excepciones. Allí se identifican dos o tres modas cuyos desplazamientos pueden seguirse en el tiempo, lo cual no es siempre fácil, (Fig. 11).

Debe advertirse, sin embargo que no ha sido posible cumplir con la condición fundamental que exige el método de Petersen para obtener resultados confiables (Ricker, 1973), que se refiere a la necesidad de contar con una muestra representativa de todas las tallas. Por otra parte debemencionarse que este método se ha considerado preferentemente válido para la estimación de edades de individuos jóvenes, cuando no existe gran sobreposición de tallas de los grupos de edad (Tesch 1971, Chugunova, 1958).

En el caso de B. australis en la mayoría de los meses muestreados las modas de longitud coinciden con los grupos de edad observados por la lectura de escamas. Esta metodología se ha usado con buenos resultados para otras especies (Zúñiga, 1967; Aguayo, 1976).



En Las Balsas solo se capturan los ejemplares de un año, de mayor tamaño lo cual corresponde sólo a una fracción del grupo I, (Fig. 14A). Así lo confirma la distribución calculada aplicando el método de Lee (1920). El promedio de longitud total calculado para el primer año, es claramente menor que los promedios experimentales (Fig. 14B). Aunque el crecimiento de este grupo de edad fuese muy rápido, se esperaría que las distribuciones calculadas y las observadas en agosto y septiembre fuesen parecidas, ya que aún no se ha recuperado la tasa máxima de crecimiento. Pero como en ninguna época del año se observan promedios semejantes al calculado, es probable que las modas asignadas mensualmente al grupo I, no sean realmente representativas de este grupo de edad. En gran parte podrían ser el resultado de un artificio causado por la selectividad de las redes y, eventualmente, por efecto de las migraciones. Por las mismas razones y confirmando lo dicho, en las muestras de junio a agosto no aparece el grupo I, en septiembre comienzan a agregarse algunos machos de este grupo (Fig. 13) y en el resto del año van incrementando las capturas a medida que los ejemplares (ambos sexos) llegan al lugar de muestreo y han alcanzado la talla mínima de enmalle para las redes utilizadas. En mayo de 1976 y 1977 cuando se encuentran próximos a cumplir dos años son mucho más abundantes (Fig. 12B) y algunos ya han alcanzado tallas correspondientes al grupo de edad II.

La amplia distribución de tallas (basándose en datos calculados) del grupo I, que se traduce en una desviación standard relativamente grande (Cuadro 9), puede ser explicada en gran parte por el



prolongado desove. En el mismo grupo de edad deben existir peces con diferencias en tiempo de vida de hasta cuatro o cinco meses, lo cual implica también diferencias notables en su tamaño actual. Un pez nacido en agosto, tiene una ventaja de cuatro meses en período de alimentación y crecimiento sobre uno que nace en diciembre del mismo año.

Es posible que la desviación standard se reduzca en las edades siguientes por la existencia de crecimiento compensatorio. Este fenómeno ha sido tratado en forma matemática por Taylor (1962; cit. por Zúñiga, 1967), y explicaría el rápido crecimiento de los peces adultos que presentaron crecimiento lento en sus primeras etapas de vida, alcanzando así junto con el resto de la población el límite de longitud propia de la especie. Esta hipótesis puede ser controvertida, ya que sería fácil explicar mortalidad de los ejemplares que crecen más lento y son más pequeños, en general estos serían los que nacieron al final del período reproductivo y tienen una etapa muy corta de crecimiento rápido. De esta manera podría explicarse también la reducción de la dispersión en los grupos de edad siguientes.

La escasez de ejemplares de tres o más años en los muestreos, que coincide además con una distribución de tallas poco amplia del grupo (Fig. 14) podría estar revelando alta mortalidad en estos grupos de edad. Podría tratarse de mortalidad natural, ya que la edad máxima teórica calculada para esta especie es alrededor de cuatro años (4.8 y 3.3 años). Por otra parte la presión de pesca sobre las tallas mayores podría ser alta, Moreno (1976) atribuye a este factor la ausencia de tallas mayo-



res (sobre 250 mm) de B. australis en el río Maipo. Habría que descartar la selectividad de las redes como factor influyente, ya que éstas capturan ejemplares de tallas superiores de otras especies tales como pejerrey argentino Odontesthes bonariensis, y no se han obtenido ejemplares de B. australis sobre 290 mm ni aún en las capturas de los pescadores deportivos de los que se tiene información, lo cual favorece la hipótesis sobre mortalidad natural.

Los valores calculados para cada edad con el método de Lee, cuya distribución en clases de tallas se ha comentado, tendrían teóricamente un rango de variación de un cm, debido al intervalo de confianza calculado para la constante C (ver pág.21) cuyo valor experimental 65 mm puede exceder el valor real, en el supuesto que éste indicará la longitud a la cual aparece la escama en el pez. Sin embargo, este significado biológico sería discutible, muchos investigadores han considerado que el valor de C es una buena aproximación a su valor real, el que normalmente se obtiene por observación directa (Rounsefell y Everhart, 1953). En este entendido, es muy probable que la constante exceda el valor real en el caso de B. australis en Las Balsas. Los valores calculados para otras especies de peces rara vez sobrepasan los 60 mm; en uno de los grupos más estudiados, los salmónidos el valor más alto se ha encontrado para el "salmón rey", Onchorhynchus tshawytscha, 50 mm (Rounsefell y Everhart op.cit.). Otros autores niegan un significado biológico preciso a esta constante. Zúñiga (1967) se refiere a este punto, haciendo una breve recopilación de hechos en favor de esta teoría, basados principalmente



en resultados contradictorios en cuanto a los valores de la constante, ya que a veces son muy distintos a los encontrados por observación directa. Algo similar ocurre en el caso de B. australis, aunque los datos provenientes de la población del Estero Alhué no se pueden relacionar aún con los de Las Balsas, allí se encontraron peces de 60 mm, que ya tenían escamas.

El valor que toma la constante C, en la muestra de Las Balsas puede variar mucho, ya que los puntos del gráfico longitud escama vs. longitud del pez, están acumulados en un estrecho rango y lejos del origen del sistema de coordenadas, pequeñas variaciones en la pendiente de la recta estimada pueden acusar grandes variaciones al extrapolar lejos de la nube de punto (Fig.15); por esta razón se estimó el intervalo 35-95 mm.

Lea(1910) y Weese (1949) calcularon regresiones por el método de Lee en algunas especies de peces, tomando cada grupo de edad separadamente y encontraron que los valores de C aumentaban con la edad (Lagler op.cit.). Esto corrobora lo anteriormente mencionado, y se podría concordar con Záñiga (op.cit.) en cuanto a que esta constante tendría sólo un significado matemático. Por otra parte la regresión hecha con 25 pares de datos del Estero Alhué da un valor para C de 9.43 mm (Fig.15) pero, en este caso la nube de puntos se distribuye en forma amplia y con puntos cercanos al origen de coordenadas; sin embargo, existe diferencia significativa entre las regresiones de ambas muestras con un valor de  $t = 3.41$  y  $t$  tabulado de 1.97 y 95% de confiabilidad (según test de Student para comparar regresiones). Los ejemplares presentaron tallas inferiores a 170 mm



(Fig. 20) y la lectura de escamas revela también crecimiento individual mucho menor. Aunque la escasez de datos impide establecer por el momento el crecimiento en la población de Alhué, por las razones antes dichas podría tratarse de otra población. (Cuadro 12).

De los métodos de ajuste de la relación longitud escama, longitud pez se eligió el método de Lee, por haber dado el mejor coeficiente de correlación, aunque datos correspondientes a todas las tallas, podrían ajustarse a otro tipo de curva por ejemplo una parábola, o usarse dos métodos combinados lo que suele dar resultados (Hile y Jobes, 1941; Tesch, 1971).

Para estimar el crecimiento de un pez suele utilizarse un determinado grupo de edad al cual se determine sus longitudes a edades pretéritas. En esta forma se asegura aproximadamente idénticas condiciones ambientales e idénticas modificaciones del crecimiento (Ricker, 1973; Tesch, 1971). En el caso de los pejerreyes con ciclo de vida corto y pocos ejemplares que alcanzan tres años, se consideró más confiable utilizar los tres grupos de edad capturados en el transcurso de 19 meses, para calcular el crecimiento ya que la distribución de tallas calculadas (Fig. 14B), se ajustan bien a curvas normales ( $p < 0.05$ ).

La estimación del crecimiento con la ecuación de Bertalanffy (Beverton 1957 cit. por Ricker 1973) resultó muy adecuada para los datos de longitud calculadas. La longitud infinita (Walford, 1946) puede ser algo inferior al valor real, pues las regresiones  $L_t$  vs  $L_t + 1$ , presentan una ligera concavidad en la parte final derecha del gráfico. Este fenómeno



es común cuando se usan las tallas menores de los peces más viejos (Fig.16) pero, el error no es tan grande para producir un efecto notable (Ricker op.cit.). Es posible, que este no se deba precisamente al uso de las tallas menores del grupo III, sino a un error en la lectura de escamas y que por ser el tercer anillo muy poco claro, puede subestimarse la longitud real que tiene el pez al completar este tercer año de vida.

En Basilichthys australis la fase de crecimiento lento ocurre a partir del primer año de vida, lo cual está muy bien descrito por la ecuación de Bertalanffy, pudiendo observarse que la curva se aproxima rápidamente a la asíntota, la fase de crecimiento rápido se lograría antes de alcanzar la primera madurez sexual, lo cual sucede normalmente al final del primer año de vida, se alcanza un tamaño que corresponde a un 58% de la longitud asíntótica en las hembras y un 66.7% en los machos. Nelson (op.cit.) encuentra resultados similares una alta tasa de crecimiento y vida corta en un Atherinidae Labidesthes sicculus del Hemisferio Norte, la velocidad con que se alcanza el tamaño máximo, lo que ocurre en el primer año, excede a casi la totalidad de las especies incluidas en la lista presentada por Beverton y Holt (1959). Nelson encuentra que algunos jóvenes de sólo tres meses alcanzan la talla modal de los ejemplares de 12 meses, que ya están desovando, existiendo gran influencia de las condiciones ambientales sobre el crecimiento.

La obtención de promedios de longitud mayores para I y II años a partir de los individuos viejos (III o más años) (Cuadro 10), (Fig. 19).



que resulta en una curva de crecimiento con mayor pendiente puede ser el resultado de un fenómeno corriente, conocido como fenómeno de Lee. No hay un total acuerdo entre los investigadores con respecto a las causas de éste, Kiselevich (1923) al estudiar la edad de los arenques notó que las curvas de crecimiento calculadas a partir de individuos jóvenes y de grupos de más edad, diferían. Explica esta diferencia principalmente por factores ambientales que influyen sobre el crecimiento durante el primer año de vida, tales como diferencias en las condiciones de varios ambientes, desove prolongado, etc. Otros investigadores lo atribuyen a error metodológico, ocasionado por la falta de concordancia entre la velocidad de crecimiento corporal, y el crecimiento de las escomas. Ricker (1969) hace una revisión bibliográfica sobre este tema.

En el caso de B. australis podría tratarse de selección natural sobre los ejemplares más pequeños de cada grupo de edad, aunque en la mayoría de los trabajos, citados en la bibliografía, se presenta la situación a la inversa, los que crecen más rápido, desovan antes y mueren pronto (Gerking, 1957 cit. por Ricker, 1973). Sin embargo, hay evidencia que los pejerreyes pequeños son más susceptibles a la predación (comunicación personal I. Bahamondes). La predación puede darse incluso en el segundo año de vida, especialmente por parte del pejerrey argentino Odontesthes bonariensis. Momentaneamente, se descarta la posibilidad de detectar variaciones en las condiciones ambientales que pudieran afectar el crecimiento ya que no hay diferencias notables.



de longitud entre grupos de la misma edad capturados en 1977, 1976 y fines de 1975 respectivamente (Cuadro 7 ).

Cualquiera explicación es tentativa pues nada se puede concluir definitivamente sobre este fenómeno debido a la pequeña cantidad de individuos viejos analizados, y al estrecho rango de longitud de la muestra, lo cual posibilita en gran medida un error metodológico en la relación longitud pez - longitud escama. Como se explicó antes podría no ser expresada en una línea recta. Pero, por otra parte como las curvas de crecimiento se construyeron con el aporte de cada grupo de edad separadamente, se obvia en gran medida errores de interpretación por causa de este fenómeno.

En cuanto al crecimiento de machos y hembras, es posible encontrar diferencias que pueden ser importantes para el conocimiento del ciclo de vida de esta especie. El crecimiento es significativamente más rápido en los machos durante el primer año de vida (Cuadro 11B). Son pocos los casos que se conocen de crecimiento mayor en los machos el primer año de vida, si es muy corriente que las hembras vivan más tiempo y crezcan más (Nikolsky, 1959), lo cual explicaría la evidente escasez de machos de tres años en las muestras. Se podría postular que los machos crecen más rápido el primer año, estabilizan su crecimiento en el segundo y mueren antes que las hembras, este fenómeno ya ha sido mencionado por varios autores entre ellos Ricker (1973) pero para ambos sexos de algunas especies. Esta hipótesis podría contribuir a explicar la desproporción sexual en la muestra, si fuera mayor la mortalidad de los machos a partir del segundo año.



## 6. Conclusiones

- 1.- Las tallas de la población de Basilichthys australis controlada en Las Balsas fluctuaron entre 170 y 230 mm de longitud total.
- 2.- Las hembras fueron predominantes en número, en la mayoría de los meses muestreados excepto al comienzo del período de desove, el cual es prolongado y se produce entre agosto y diciembre. El más alto porcentaje de ejemplares en desove está en septiembre, octubre (entre 60 y 80%).
- 3.- Existen migraciones de reproducción que en parte inciden en la prolongada ausencia de machos de Las Balsas. Por otra parte en este lugar sólo se capturaron los ejemplares de mayor tamaño de un año de edad; de lo cual pueden inferirse migraciones diferenciadas por grupos de edad. Los alevines y juveniles probablemente permanecen cerca de los lugares de nacimiento, en áreas protegidas, allí cumplen su primer etapa de crecimiento, para luego migrar al embalse donde se alimentan activamente.
- 4.- Es factible usar el método de lectura de escamas para determinar la edad y crecimiento, pues existe correlación entre los incrementos de longitud de estos peces y de sus escamas. Se diferencia el anillo anual de otras huellas lepidológicas. Este se forma por la disminución de la tasa de crecimiento en otoño e invierno.



La lectura de escamas es muy útil, si se cuenta con una buena muestra y se controlan algunos parámetros tales como temperatura, migraciones y período de reproducción. Así fue posible distinguir con seguridad el anillo anual de crecimiento de otras huellas adicionales.

5.- Con el método lepidológico se detecta la existencia de por lo menos tres grupos de edad: I, II y III años. El primer grupo presenta la distribución de tallas más amplia (130 a 210 mm), debido en parte al prolongado desove. En los grupos siguientes disminuye la amplitud de las distribuciones (grupo II, 200 a 250 mm; grupo III, 250 a 280 mm) por mortalidad natural y otros factores como la pesca deportiva que afecta las tallas mayores y finalmente por la posible existencia de crecimiento compensatorio.

6.- Basilichthys australis en Las Balsas es una especie de crecimiento muy rápido y vida corta, las longitudes máximas teóricas son: 293 mm para las hembras y 275 mm para los machos, que aparentemente viven menos. El crecimiento ajustado al modelo de Von Bertalanffy se describe en las siguientes ecuaciones:

$$\text{♀ } L_t = 293 (1 - e^{-0.657 (t + 0.365)})$$

$$\text{♂ } L_t = 275 (1 - e^{-0.779 (t + 0.4)})$$



La tasa máxima de crecimiento se logra durante el primer año de vida, los incrementos en los años sucesivos son menores, por esta razón las modas en la distribución de frecuencias de tallas tienden a traslaparse. El crecimiento se detiene pronto, generalmente a partir del segundo año de vida. Esto contribuye a una distribución poco amplia de tallas del tercer grupo de edad.

7.- En este trabajo se demuestra claramente, que es indispensable tener en cuenta migraciones ciclo reproductivo y selectividad del método de muestreo, para conocer el crecimiento de una especie cualquiera sea el método que se utilice para esto. Aunque la muestra es pequeña este es un primer paso que abre las puertas al conocimiento de la biología de B. australis. Posteriormente podrán conocerse las fluctuaciones de la población y las inter-relaciones de esta especie con otras, por ejemplo con O. bonariensis, pejerrey introducido en la zona Central.



## 7. Referencias

- AGUAYO, M. 1971. Determinación de la edad en la merluza (Merluccius gavi (Guichenot, 1948), mediante la lectura de otolitos. Bol. Cient. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile, 16:49.
- AGUAYO, M. 1976. Edad y crecimiento de la anchoveta (Engraulis ringens, Jenyns) del Norte de Chile (Arica - Iquique). Ser. Invest. Pesq. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile, 23 : 27.
- ANDREWARTHA, H.G. 1963. Introduction to the study of animal populations. Phoenix Science Series.
- AMERICAN PUBLIC. Health Association, Inc. 1965. Standar Methods for the examination of water and wastewater. Twelfth Edition. A.P.H.A., A.W.W.A., W.P.C.F.



- BAHAMONDE, N. y G. FEQUEÑO. 1975. Peces de Chile. Lista sistemática. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile. Publ. Ocasional Nº 21.
- BEVERTON, R.J. y S.J. HOLT. 1957. On the dynamics of exploited Fish Populations. Fishery investigations. Series II. Vol. XIX.
- BROWN D. MILLER. E. VON. GELDERN, C.E. 1977. Detection of delayed annulus formation among blue gill; Lepomis macrochirus, populations at Lake Nacimiento, California. Calif. Fish and Game 63(1):29-42.
- BUEN, F. DE 1959. Los peces exóticos en las aguas dulces de Chile. Inv. Zool. Chilenas 5:103-137.
- BURBIDGE, R.; CABRILASCO, N. y BROWN, P. 1973. Age, growth, length-weight relation ship, sex ratio and food habits of the argentine pejerrey, Basilichthys bonariensis (cuv. and val.) from lake Peñuelas, Valparaíso, Chile. I. Fish. Biol. (1974) 6:299-305.
- CABRERA, S.E. 1959. Estudio sobre el crecimiento del pejerrey del río de la Plata. Separado de Actas y Trabajos del Primer Congreso Sudamericano de Zoología la Plata. Argentina. Tomo IV.
- CAMPOS, H. 1970. Introducción de especies exóticas y su relación con peces de agua dulce de Chile. Not. Men. Mus. Hist. Nat. (Chile) 14(162):3-9.
- CAMPOS, H. 1973. Lista de peces de aguas continentales de Chile. Not. Men. Mus. Hist. Nat. (Chile). (198-199).



- CHUGUNOVA, N.I. 1959. Age and growth studies in Fish. A systematic guide for Ichthyologists. (Translated from Russian).  
Published for the National Science Foundation, Washington, D.C. by the Israel Program for Scientific Translations.  
Jerusalem, 1963. 132 p.
- DUARTE, W.; R. PEITE; C. JARA; C. MORENO; ANA E. ORELLANA. 1971. Ictiofauna del sistema hidrográfico del río Maipo. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile 32:227-268.
- EIGENMANN, C.H. 1928. The Freshwater Fishes of Chile. Mem. Nat. Acad. Sci. Vol. XX, U.S. Govt. Printing Office Washington.
- FABENS, A.J. 1965. Properties and fitting of the Von Bertalanffy Growth curve. Growth, 29:265-289.
- FINLAY, H.J. 1931. Report on the examination of the scales of quinnat salmon Oncorhynchus tshawytscha for the determination of age and growth-rate. Fish. Tec. Rep. 66 New Zealand Marine Department.
- FOWLER, HENRY W. 1945. Fishes of Chile. Systematic Catalog. Ap. Rev. Chil. Hist. Nat. Parts I and II, 36-171 pp.
- GONZALEZ R., TOMAS. 1948. Enemigos del pejerrey. En Folleto de Biología N° 897. pp. 3-4. Bih. IFOP.
- HUBBS, CARLL. 1921. An ecological study of the life-history of the freshwater Atherine Fish Labidesthes sicculus. Ecol. 2 N° 4 pp. 262-76, figs. 1-4.
- HUREAU, J.C. 1970. Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Nototheniidae). Bull. Inst. Océanogr. Monaco. 68(1391). 1-244.



- LAUVASTU, 1971. Manual de métodos de biología pesquera. FAO; Acribia.  
175-233.
- LACHER, F. KARL. 1956. Freshwater Fishery Biology. W.M.C. Brown Company  
Dubuque. IOWA. 421 pp.
- LEA, BIRAR. 1910. On the method used in the herring investigations.  
Cons. Permanent pour l'exploration de la Mer. Publications.
- LUX, FRIEDE. 1971. Age determination of fishes (revised). United States  
Department of Commerce. Fishery Leaflet 637.
- MEYER, P.F. 1957. La pesca con electricidad manual. Colección FAO N° 7.  
Estudio de Pesca. Roma. 80 pp.
- MORENO, C.; R. URZUA and N. BAHAMONDE. 1976. Breeding Season, Sexual  
Rate and Fecundity of Basilichthys australis Eigenmann  
1927, from Maipo River, Chile. (Atherinidae, Pisces).  
Studies on Neotropical Fauna and Environment 12 (1977),  
pp. (in press).
- NELSON, J.S. 1968. Life history of the brook silverside Lobidesthes  
sicculus in crooked lake, Indiana. Trans. Amer. Fish.  
Soc. 97(3):293-296.
- NICHOLSKY, G.V. 1963. The ecology of fishes. (Translated from Russian).  
Academic Press. London and New York. 352 p.
- NION HERBERT, C. 1971. Distribución de la longitud total del pejerrey  
(Odontesthes bonariensis) capturado con arte de emalle.  
En Carpas 5. Documentos técnicos Internacional (24):1-21.



- RICKER, W.E. 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. J. Fish. Res. Bd. Canada, 119-300.
- RICKER, W.E. 1973. Linear regression in fishery research. J. Fish. Res. Bd. Canada, 30:409-434.
- RICKER, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. of Fish. Res. Board of Canada. Ottawa 191 pp.
- RINGUELET, R.A. 1942. Ecología alimenticia del pejerrey. Rev. del Museo de la Plata. (Nueva Serie) II, 427-461.
- ROUNSEFELL, GEORGE A., and W. HARRY EVERHART. 1953. Fishery science, its methods and applications. John Wiley & Sons, Inc. New York, 444 pp.
- RUIZ, O.; H. ARENAS O.Y. 1970. Líneas de crecimiento en escamas de algunos peces de México. Inst. Nac. de Invest. Biol. Pesq. Serie Investigación Pesquera. Estudio 2, 100 pp.
- TESCH, F.W. 1971. Methods for assesment of fish production in fresh waters. W.E. Ricker (Ed.) I.B.P. Handbook N° 3.
- URZUA, R.; C. DIAZ, B. KARMY, C. MORENO. 1977. Alimentación natural de Basilichthys australis (Eigermann) en Tejas Verdes, Chile (Atheriniformes, Atherinidae). Biol. Pesq. Chile, 2:45-61.
- WALLIN, O. 1957. On the growth structure and developmental physiology of the scale of fishes. Inst. Freshw. Res. Drottningholm, Rept. 38:385-447.



MELCH, PAUL S. 1948. Limnological methods Mc. Graw-Hill Book Co.

Inc. I-XVIII t:1-381. N. York.

ZUÑIGA, L.R. 1967. Estudio del crecimiento de Boops boops (L.)

del Levante Español. Inv. Pesq. Barcelona, 31(3):383-418.



CUADRO 1

Fechas de muestreo en la localidad de Las Balsas, loc. Alhué

Muestras	Fecha
1	8, 10 Septiembre 1975      4 Agosto 1976
2	22, 23 Octubre              30 Octubre
3	3, 4 Diciembre
4	17, 18 Diciembre
5	14, 15 Enero              1976
6	14, 16 Febrero
7	4, 5 Marzo
8	5, 6 Abril
9	26 Mayo
10	8 Junio
11	3, 6 Agosto
12	6, 7 Septiembre
13	14, 15 Octubre
14	1 Noviembre
15	8, 10 Noviembre
16	21, 22 Diciembre
17	26, 27 Enero              1977
18	9, 10 Marzo
19	11, 12 Abril
20	25, 26 Mayo
21	22, 23 Junio



CUADRO 2

Proporción mensual de machos y hembras

Meses	Nº ♂	%	Nº ♀	%	Total
Septiembre (1975)	14	50.0	14	50.0	28
Octubre	16	55.0	13	45.0	29
Diciembre	4	33.0	8	66.0	12
Diciembre	4	30.0	9	70.0	13
Enero (1976)	2	9.3	31	90.6	33
Febrero	7	47.0	8	53.0	15
Marzo	4	28.5	10	71.4	14
Abril	2	11.7	15	88.2	17
Mayo	0	0.0	3	100.0	3
Junio	2	33.3	4	66.6	6
Agosto	17	70.8	7	29.2	24
Septiembre	5	100.0	0	0.0	5
Octubre	4	28.6	10	71.4	14
Noviembre	6	50.0	6	50.0	12
Noviembre	13	37.1	22	62.9	35
Diciembre	2	20.0	8	80.0	10
Enero	5	29.4	12	70.6	17
Marzo	2	50.0	2	50.0	4
Abril	0	0.0	7	100.0	7
Mayo	2	28.5	5	71.5	7
Junio	0	0.0	3	100.0	3



CUADRO 3

Características de las escamas de B. australis

Longitud total del pez Clase talla (mm)	Nº de individuos	Diámetro escamas ( $\bar{x}$ ) (mm)	Nº de escleritos ( $\bar{x}$ )	Nº de radios ( $\bar{x}$ )
18 *	5	2.6	29	7
230	5	2.8	40	8
250	5	3.1	45	10

18 . 180



CUADRO 4

Frecuencia de aparición de anillo en el borde de la escama

	F (%)
Septiembre 1975	91.7
Octubre	71.7
Enero 1976	21.4
Febrero	0.0
Abril - mayo	46.2
Junio - julio	100.0
Agosto - septiembre	72.2
Octubre - noviembre	34.0
Diciembre	42.9
Enero 1977	0.0
Marzo	0.0
Abril - mayo	55.5



CUADRO 5

Frecuencia de los estados V y VI entre los peces que presentan anillo en el borde de la escama

	F (%)
Septiembre 1975	100.0
Octubre	100.0
Enero 1976	80.0
Abril - mayo	0.0
Junio - julio	0.0
Agosto - septiembre	33.0
Octubre - noviembre	88.0
Diciembre	100.0
Marzo	0.0
Abril - mayo	0.0



CUADRO 6

Características del borde de la escama en peces capturados  
en Abril-Mayo 1976, 1977

Clase talla (mm)	Borde en crecimiento rápido	Borde en crecimiento lento
190		
200		
210	3	
220	3	
230	4	
240	7	5
250		6
260		4
270		
280		
n	17	15



CUADRO 7

Distribución de edad por tallas machos y hembras Basilichthys australis

Septiembre - Octubre (1975)

Edad (años)	I					II					III				
	♀	♂	♀	♂	T	♀	♂	♀	♂	T	♀	♂	♀	♂	T
200															
210	1 <sup>0</sup> 8.33	1 10.0	2 9.1												
220	2 16.66	3 30.0	5 22.5												
230	1 8.33	1 10.0	2 9.1	1 8.3	1 10.0	1 4.9									
240				1 8.3	2 20.0	3 13.5									
250				4 33.3	1 10.0	5 22.5									
260				1 8.3		1 4.5	1 8.3							1 4.5	
270															
280															
n	4	5	9	7	5	12	1								1
$\bar{x}$	220.0	220.0	220.0	247.1	236.0	242.5	260.0								260.0
$d_s$	8.1	7.0	7.0	9.5	11.4	11.1									

♀ 12 = 100 %  
♂ 10 = 100 %



Enero (1976)

Edad (años)	I			II			III		
	♀	♂	%	♀	♂	%	♀	♂	%
200									
210	4	1	17.9	5					
220	4		16.0	4	1	16.0	4		16.0
230	3		12.0	3		10.7	2	2	7.1
240	1		4.0	1	2	3.6	2	2	7.1
250					1	4.0	1	2	7.1
260								2	8.0
270							3		12.0
280									
n	12	1	13	8	2	10	5	5	
$\bar{x}$	220.0	210.0	230.0	231.0	235.0	232.0	266.0	266.0	
$s_d$	9.9		10.0	162.0		12.0	5.47	5.47	

♀ 25  
♂ 3







Junio - Julio

Edad (años)	I			II			III		
	♀	♂	T	♀	♂	T	♀	♂	T
170									
180									
190									
200									
210				1		1			
220				1		1			
230									
240									
250						1			1
260									
270									
280									
n				2		2			2
$\bar{x}$				215.0		215.0			250.0
$d_s$									



Agosto - Septiembre

Edad (años)	I		II		III	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Clase talla (mm)	%	%	%	%	%	%
170						
180	1	5.26				
190	1	5.26				
200						
210	1	5.26	1	5.3	1	4.3
220	2	10.5	2	5.3	2	8.7
230			1	4.2	9	38.7
240			4	21.2	4	17.2
250			1	5.3	1	4.3
260			2	8.7	2	8.7
270			1	5.3	1	4.3
280			1	5.3	1	4.3
n	5	3	2	14	16	4
$\bar{x}$	204.0	204.0	240.0	233.5	234.3	260.0
s	18.16		14.1	7.44	8.1	8.1











Marzo

Edad (años)	I			II			III		
	♀	♂	T	♀	♂	T	♀	♂	T
190									
200	1		1						
210	1		1						
220									
230		1	1						
240				1		1			
250					1	1			
260									
270									
280									
n	2	1	3	1	1	2			
$\bar{x}$	205.0	230.0	213.3	240.0	250.0	245.0			
$d_s$	7.1		15.0						

♀ 3

♂ 2



April - Mayo

Edad (años)	♀		♂		I		♀		♂		II		♀		♂		III		
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
190																			
200																			
210	1	9.1			1	6.6													
220	2	18.2			2	13.2													
230	2	18.2	1		3	19.8													
240	3	27.3	1		4	26.4													
250							1	9.1	1		1	6.6	2	13.2					
260							2	18.1			2	13.2							
270																			
280																			
n	8		2		10		3		2		5								
$\bar{x}$	229.0		235.0		233.0		256.6		245.0		252.0								
$s_d$	11.3		7.1		10.7		5.8		7.1		8.4								

♀ 11  
♂ 4



CUADRO 8

Distribución de edad (Nº de anillos) por tallas

Total de individuos analizados entre Septiembre 1975 y Noviembre 1976

Edad (años)	♀			♂		
	I	II	III	I	II	III
Clase talla (mm)	Nº %	Nº %	Nº %	Nº %	Nº %	Nº %
170	1 1.3					
180						
190	1 1.3					
200	1 1.3					
210	8 10.2	1 1.3		5 11.5	1 2.3	
220	9 11.5	4 5.1		6 13.8	4 9.3	
230	6 7.7	6 7.7		1 2.3	9 20.7	
240	4 5.1	12 15.4			6 13.8	
250		8 10.2	5 6.4		4 9.3	3 6.9
260		2 2.6	5 6.4			2 4.65
270			5 6.4			1 2.3
280						1 2.3
$\bar{n}$	30.0	33.0	15.0	12.0	24.0	7.0
$\bar{x}$	218.6	238.0	260.0	216.0	233.0	260.0
$d_s$	15.2	12.0	10.0	6.5	10.9	11.5
Total ♀	78					
Total ♂	43					



CUADRO 9

Distribución de edad por tallas (longitud total) (Lectura de escamas)

Datos totales período Septiembre 1975 - Mayo 1977

Edad (años)	♀			♂		
	I	II	III	I	II	III
Clase talla (mm)	Nº %	Nº %	Nº %	Nº %	Nº %	Nº %
130	1 1.2					
140	1 1.2					
150	4 4.6			1 1.9		
160	5 5.8			1 1.9		
170	11 12.8			3 5.8		
180	5 5.8			3 5.8		
190	5 5.8			4 7.7		
200	2 2.3	3 3.5		3 5.8	1 1.9	
210	2 2.3	3 3.5		2 3.8	2 3.8	
220		5 5.8			4 7.7	
230		9 10.5			11 21.1	
240		9 10.5			9 17.3	
250		6 7.0	3 3.5		2 3.8	2 3.8
260			8 9.3			3 5.8
270		1 1.2	2 2.3			1 1.9
280			1 1.2			
290						
n	36.0	36.0	14.0	17.0	29.0	6.0
$\bar{x}$	172.5	231.0	260.7	184.7	230.7	258.3
$d_s$	18.6	16.2	8.28	16.9	11.6	7.5
♀	86					
♂				52		



CUADRO 10

Distribución de tallas obtenidas por lectura de escamas  
ejemplares de 3 años

Edad (años)	♀			♂		
	I	II	III	I	II	III
Clase talla (mm)	Nº %	Nº %	Nº %	Nº %	Nº %	Nº %
160	1 7.1					
170	2 14.3					
180	2 14.3					
190	4 28.6			4 66.6		
200	2 14.3			2 33.3		
210	3 21.3					
220		1 7.1				
230		2 14.3			2 33.3	
240		7 49.7			3 49.8	
250		3 21.3	3 21.3		1 16.6	2 33.3
260		1 7.1	8 57.2			3 49.8
270			2 14.3			1 16.6
280			1 7.1			
<u>n</u>	14.0	14.0	14.0	6.0	6.0	6.0
<u>x</u>	189.2	240.7	260.7	193.3	238.3	258.3
<u>d<sub>s</sub></u>	15.9	9.97	8.28	5.16	7.52	7.52



CUADRO 11A

Test de Student (t) para la significación estadística de las diferencias de promedios calculadas para cada edad entre machos y hembras (datos agrupados Septiembre 1975 - Noviembre 1976).

Años	♀			♂			G°L	t obs.	t tab.	P
	n	$\bar{x}$	$d_s$	n	$\bar{x}$	$d_s$				
I	30	218.6	15.2	12	216.0	6.5	40	0.57	2.02	0.05
II	33	238.0	12.0	24	233.0	10.9	55	1.61	2.00	0.05

CUADRO 11B

Test de Student (t) para la significación estadística de las diferencias entre los promedios de longitud total calculados para cada edad entre machos y hembras de Las Balsas.

Años	♀			♂			G°L	t obs.	t tab.	P
	n	$\bar{x}$	$d_s$	n	$\bar{x}$	$d_s$				
I	36	172.5	18.6	17	184.7	16.9	51	2.33	2.01	0.05 *
II	36	231.0	16.2	29	230.7	11.6	63	0.09	1.99	0.05
III	14	260.7	8.3	6	258.3	7.5	18	0.61	2.1	0.05

\* Hay diferencia significativa.



CUADRO 11C

Diferencia entre promedios de longitud total calculados para cada edad, entre machos y hembras, por la lectura de todos los anillos, ejemplares de tres años.

Años	♀			♂			G°L	t obs.	t tab.	P
	n	$\bar{x}$	$d_s$	n	$\bar{x}$	$d_s$				
I	14	189.2	15.9	6	193.3	5.16	18	6.75	2.1	0.05
II	14	240.7	9.9	6	238.3	7.52	18	0.12	2.1	0.05
III	14	260.7	8.3	6	258.3	7.52	18	0.61	2.1	0.05

CUADRO 11D

Diferencia entre promedios de longitud total calculados para cada grupo de edad (Cuadro 11B) y los calculados por la lectura de los anillos de los ejemplares de tres años (Cuadro 11C).

Años	♀			♂			G°L	t obs.	t tab.	P
	n	$\bar{x}$	$d_s$	n	$\bar{x}$	$d_s$				
I	36	172.5	18.6	14	189.2	15.9	48	2.98	2.01	0.05 *
II	36	231.0	16.2	14	240.7	9.9	48	2.08	2.01	0.05 *

\* Hay diferencia significativa.

Años	♀			♂			G°L	t obs.	t tab.	P
	n	$\bar{x}$	$d_s$	n	$\bar{x}$	$d_s$				
I	17	184.7	16.9	6	193.3	5.16	21	1.21	2.07	0.05
II	29	230.7	11.6	6	238.3	7.52	33	1.53	2.03	0.05



CUADRO 12

Grupos de edad Estero Alhué

(Método de Lee, 1920).

Edad (años)	♂				i		T			
	I	%	II	%	I	%	I	%	II	%
60					2	22.2	2	11.8		
70	1	12.5			4	44.4	5	29.4		
80	1	12.5			1	11.1	2	11.8		
90					1	11.1	1	5.8		
100	1	12.5			1	11.1	2	11.8		
110	4	50.0					4	23.5		
120										
130			1	20.0					1	16.7
140	1	12.5					1	5.8	1	16.7
150			2	40.0					2	33.3
160										
170			1	20.0					1	16.7
180			1	20.0					1	16.7
190										
n	8		5		9		17		6	
$\bar{x}$	96.7		152.5		74.4		88.2		153.3	
$d_s$	17.5		20.6		13.3		18.9		18.6	



Fig. 1. Basilichthys australis Eigermann

Urzúa y col. (1977).

5 cm

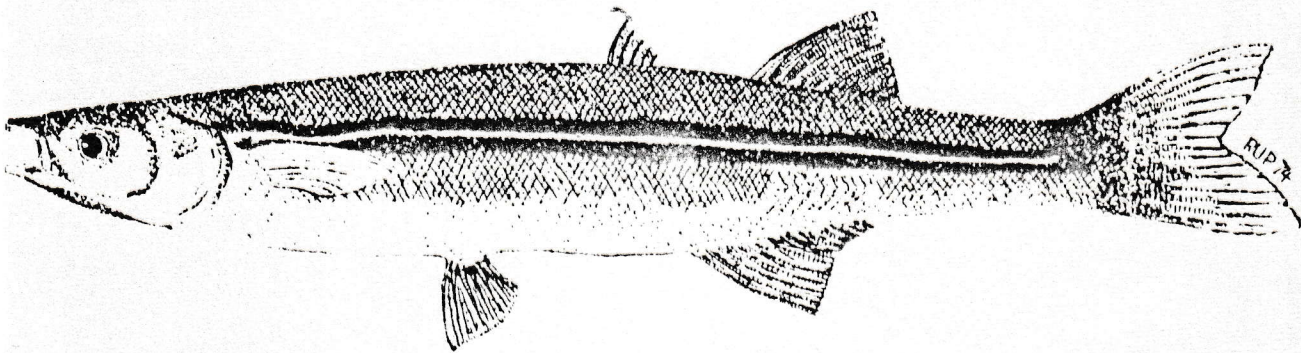






FIG. 2. Embalse Papel.

- 1; Las Balsas, (Estación Hidrobiología), 2; Las Piedras, 3; Estero Alimé,  
4; Río Cachapoa, 5; Río Tinguiririce, 6; Represa.

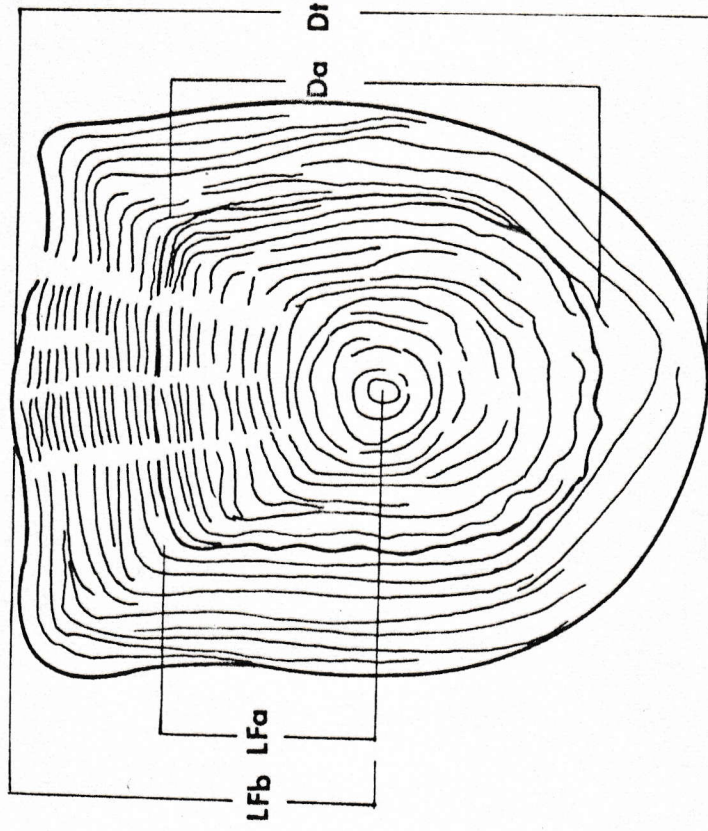




Fig. 3. A; anillos correspondientes al primero y segundo año  
a; annulus, f; foco, h; hombros de la escama;  
r; radios o rayos, e; escleritos.  
La escama mide 2.9 mm de diámetro, fotografía con  
129 aumentos, corresponde a un pez de 235 mm de  
longitud total.



Región Anterior



Región Posterior

Fig. 4. Da; diámetro anillo, Dt; diámetro total de la escana, Lfa; longitud foco-anillo, Lfb; longitud foco-borde de la escana.



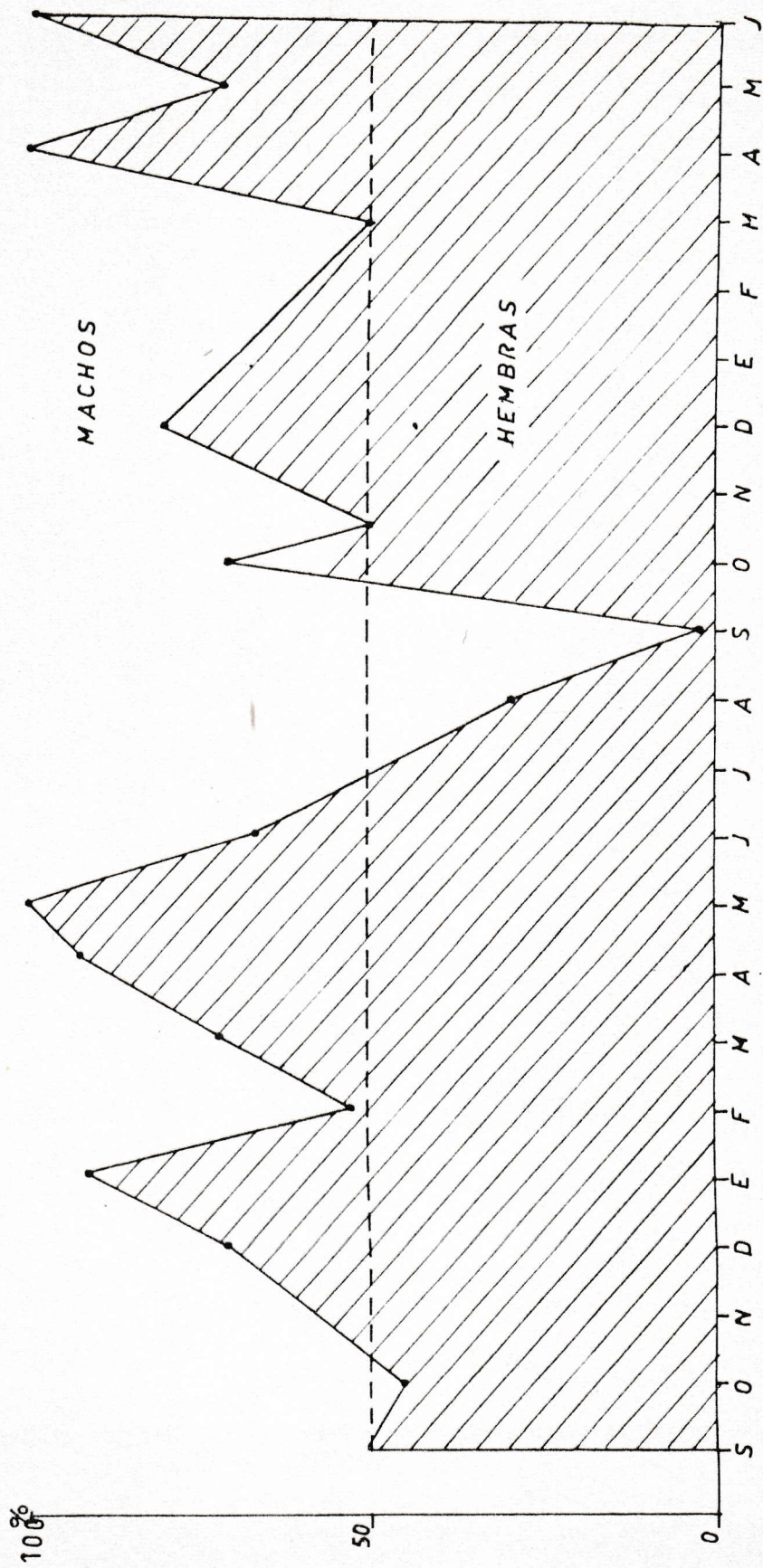


Fig. 5. Proporción sexual de la población de *B. australis* controlada en Las Balsas.  
 En el período septiembre de 1975 - junio de 1977.



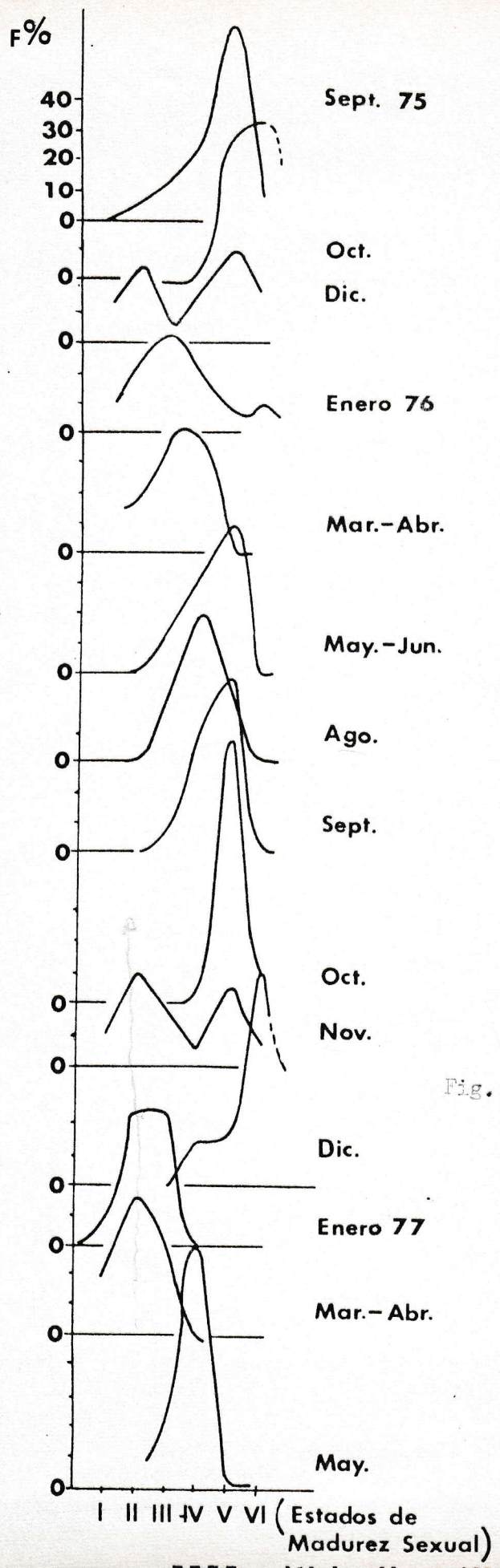


Fig. 6A. Variación de los estados de madurez sexual (machos y hembras).



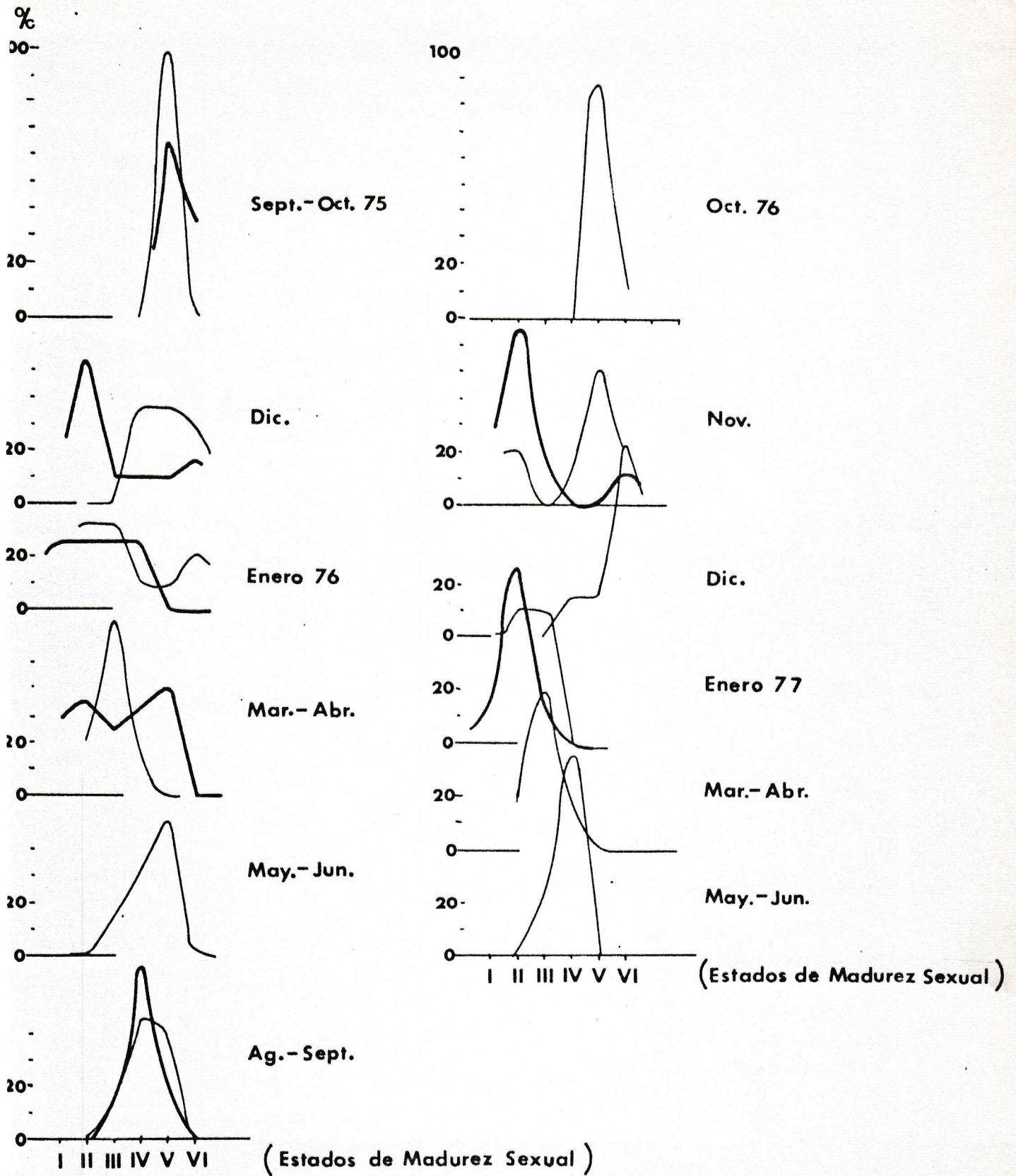


Fig. 6B. Variación de los estados de madurez sexual (machos y hembras) línea gruesa corresponde a ejemplares de un año, línea delgada ejemplares de dos y más años.



Frec. %  
estado V

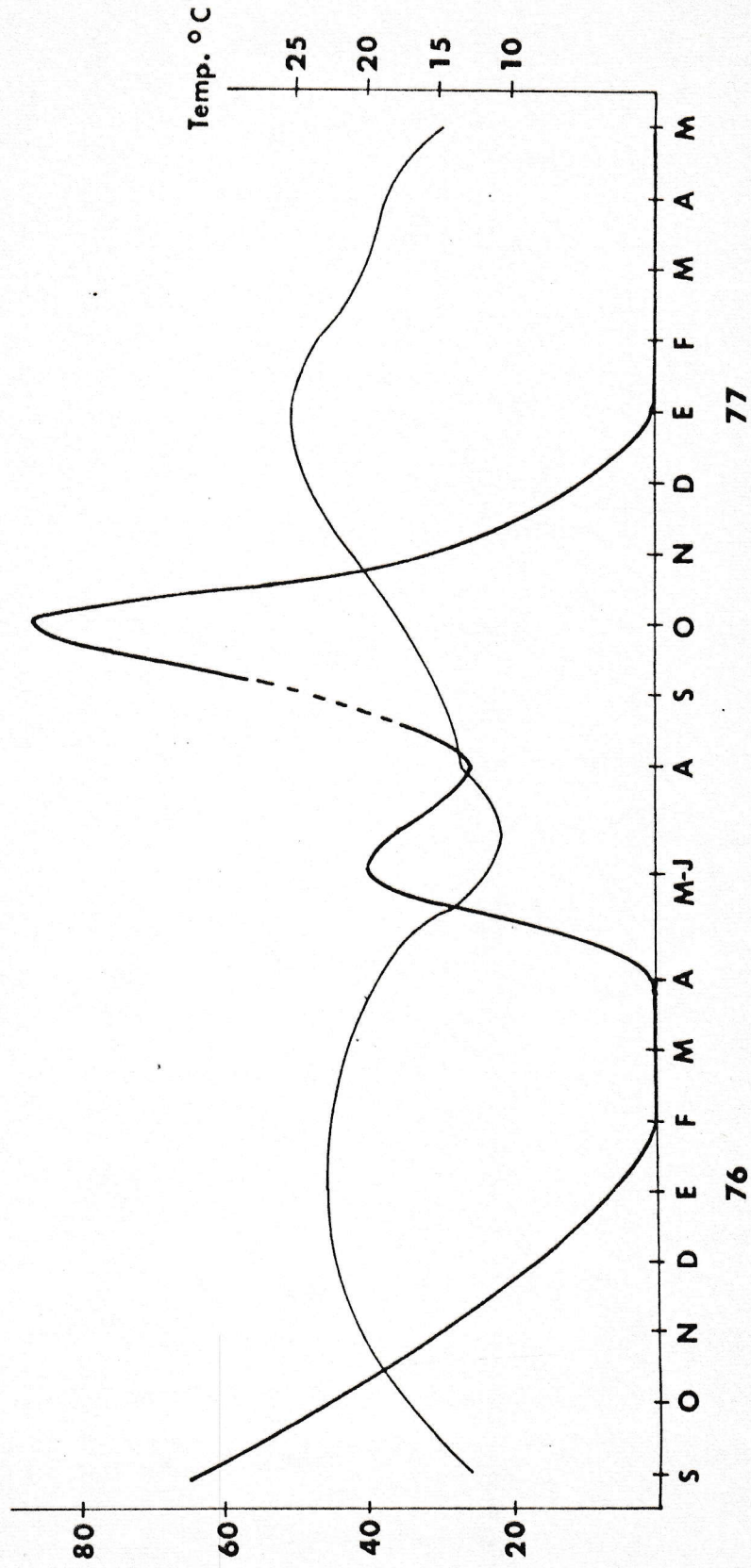


Fig. 7. Frecuencia de ejemplares en estado V (desove) a través del período de muestreo (línea gruesa). Temperatura del agua en Las Balsas, (línea delgada).



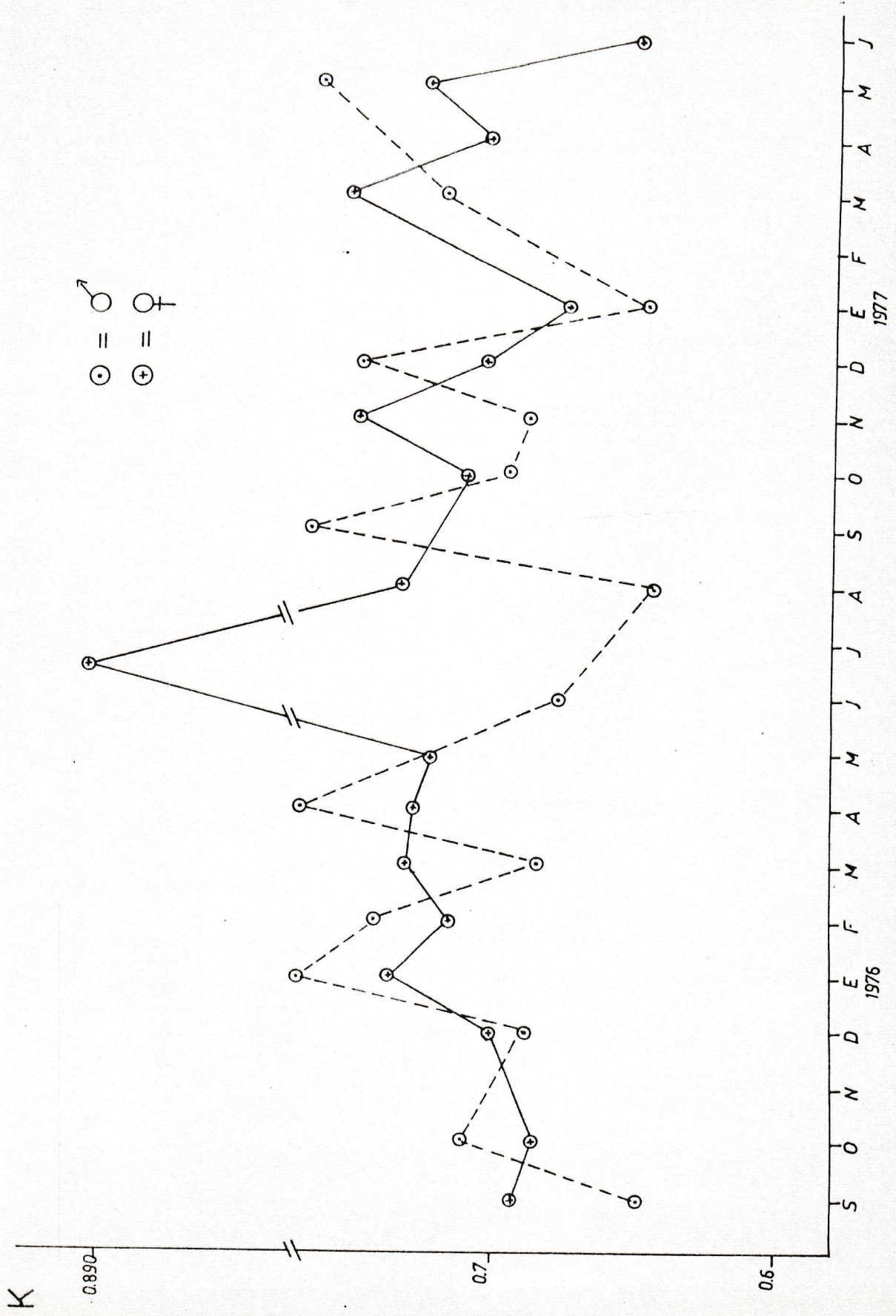


Fig. 6. Índice de condición.



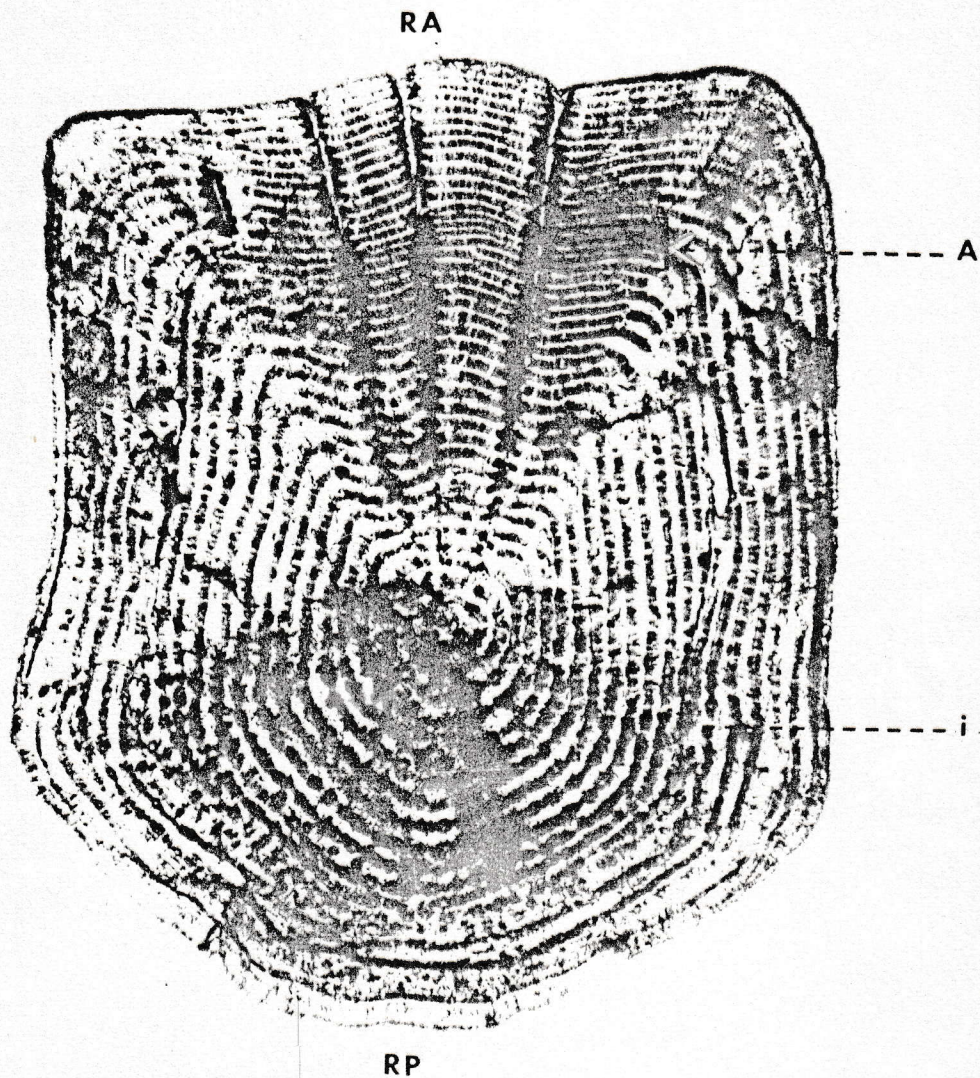


Fig. 9A. RA; región anterior, RP; región posterior  
A; anillo correspondiente al primer año  
i; irregularidades que presenta el anillo  
en la región posterior de la escama.  
La escama mide 2.8 mm de diámetro, fotografía con 45 aumentos corresponde a un ejemplar de 230 mm de longitud total.



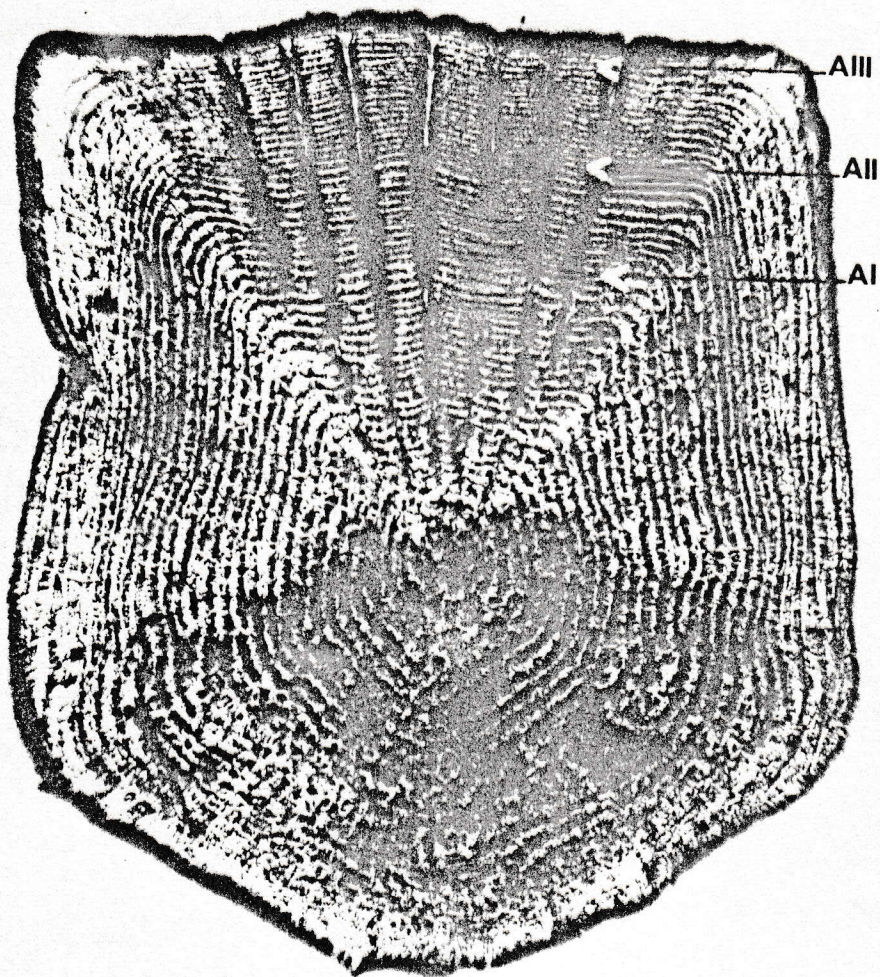


Fig. 9B. AI; anillo correspondiente al primer año  
AII; anillo correspondiente al segundo año  
AIII; anillo correspondiente al tercer año  
La escama mide 3.6 mm de diámetro, la fotografía es de 40 aumentos, corresponde a un pez de 265 mm de longitud total.



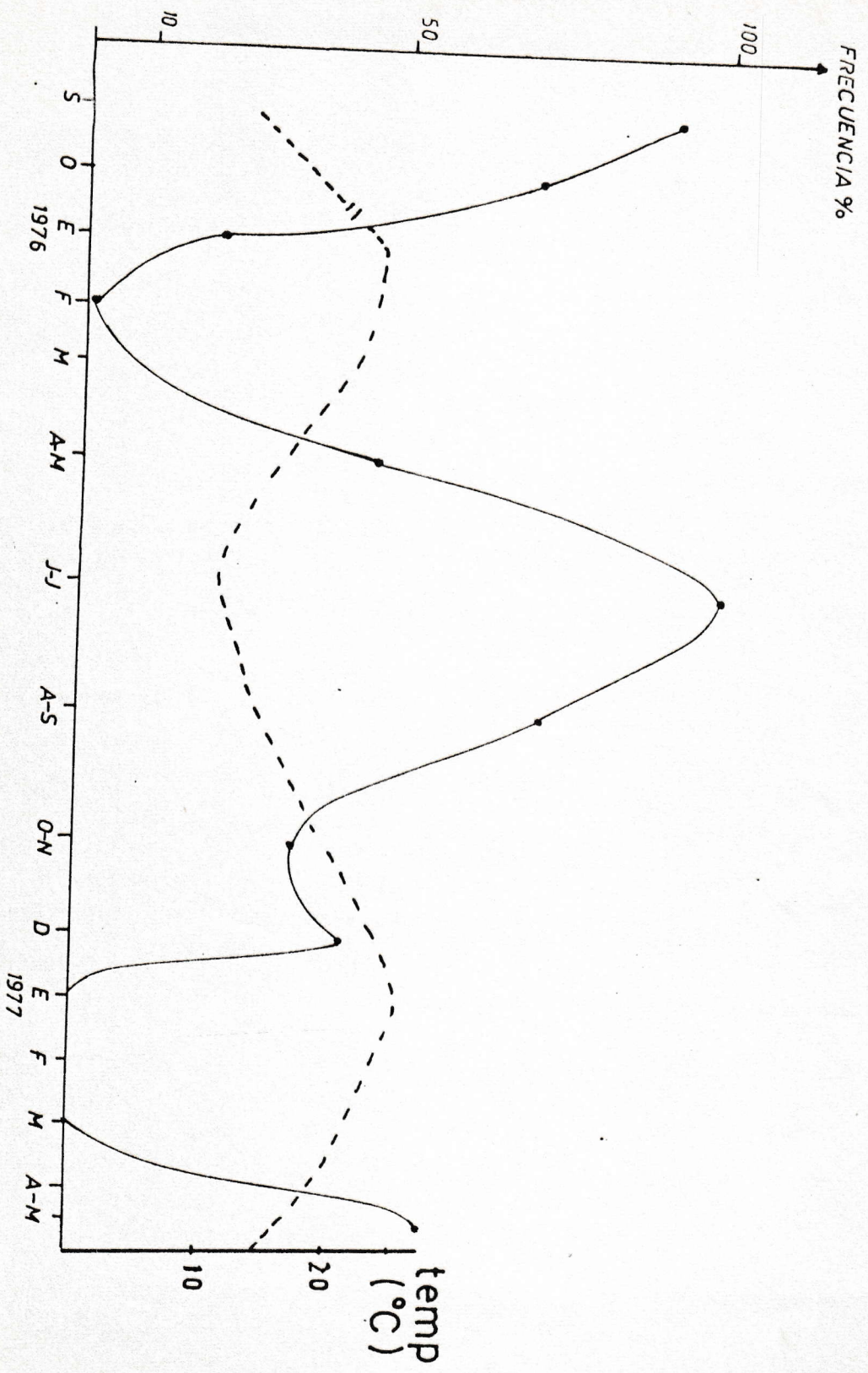


Fig. 90. Frecuencia de aparición de anillo en el borde de la escama (línea continua), y variaciones de la temperatura del agua en las Balsas (línea discontinua).



RA

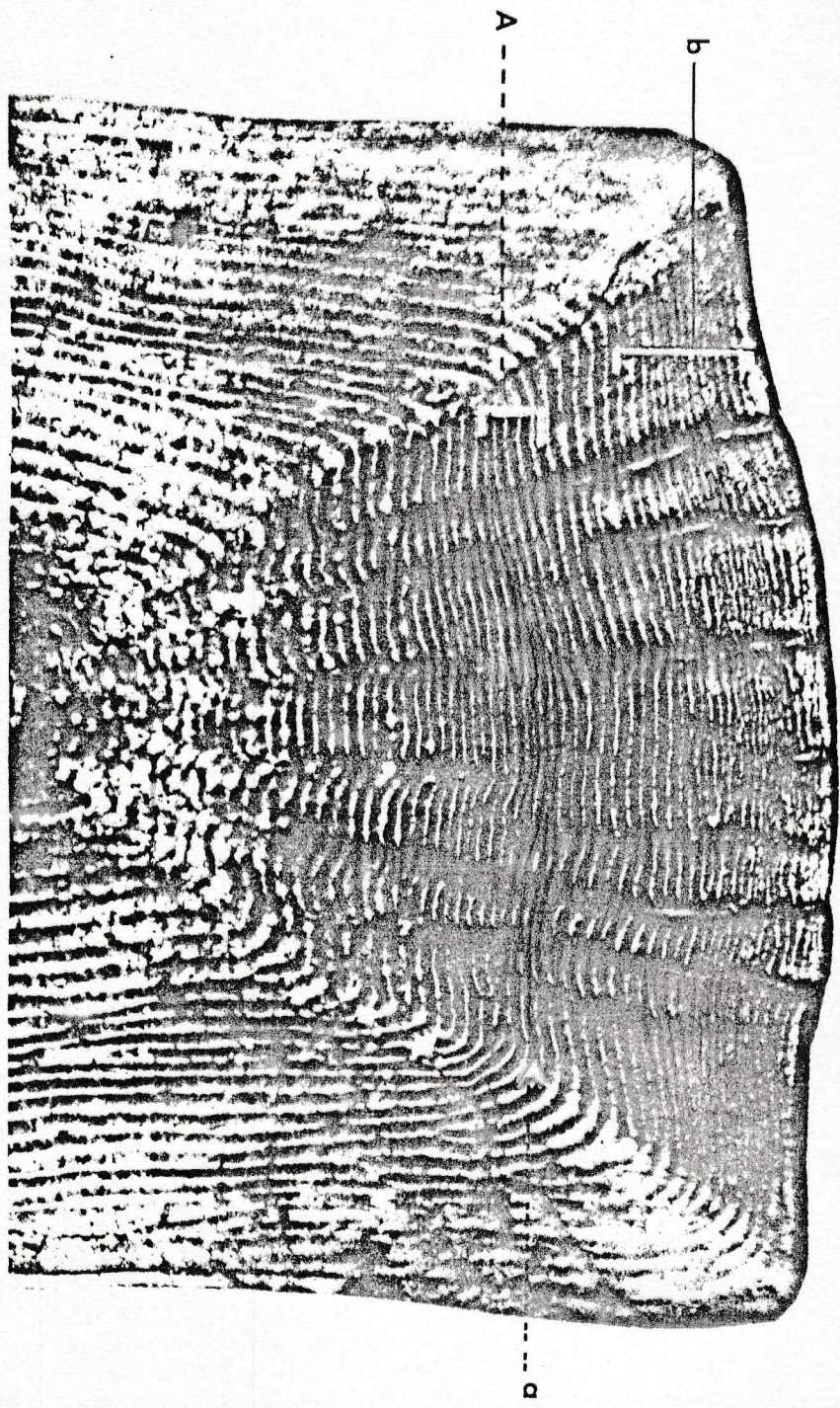


Fig. 10. IM; región anterior. A; anillo correspondiente al primer año, a; anillos b; segundo y tercer anillo (o más), nótese el estrechamiento entre los escleritos. Discama mide 3.5 mm de diámetro está aumentada 86 veces corresponde a un pez de 260 mm de longitud total.



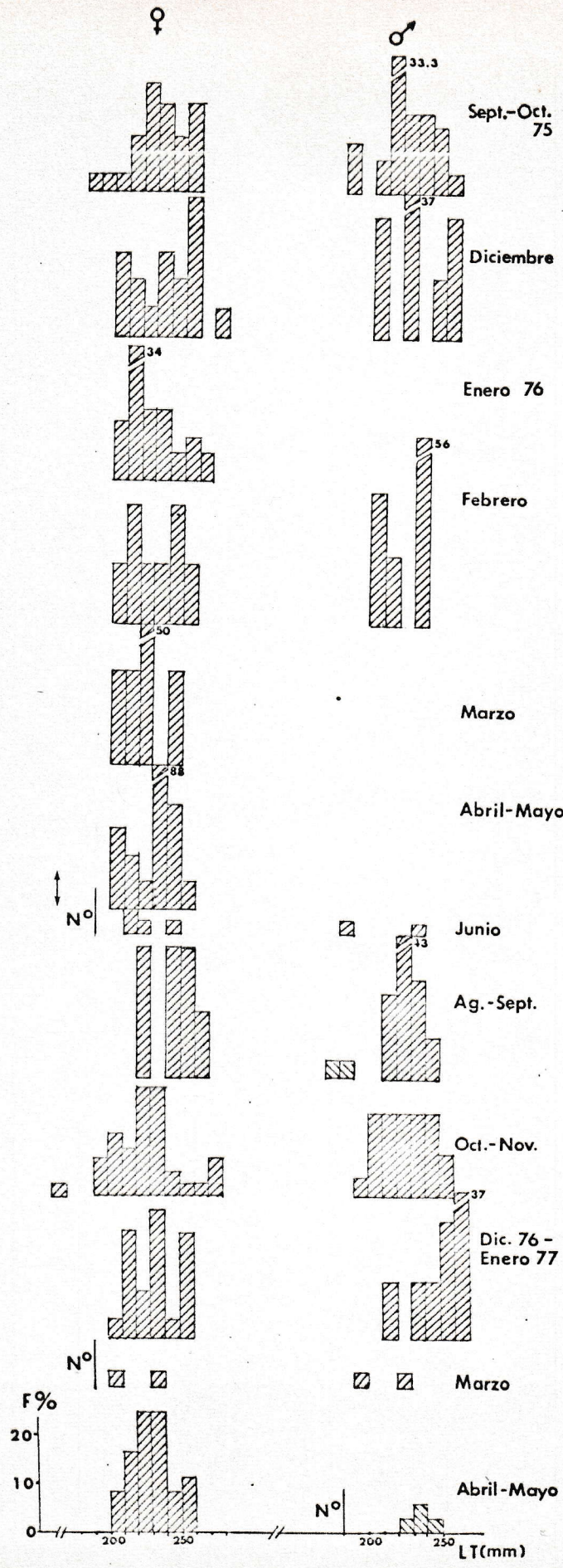


Fig. 11. Frecuencias de tallas (longitud total).



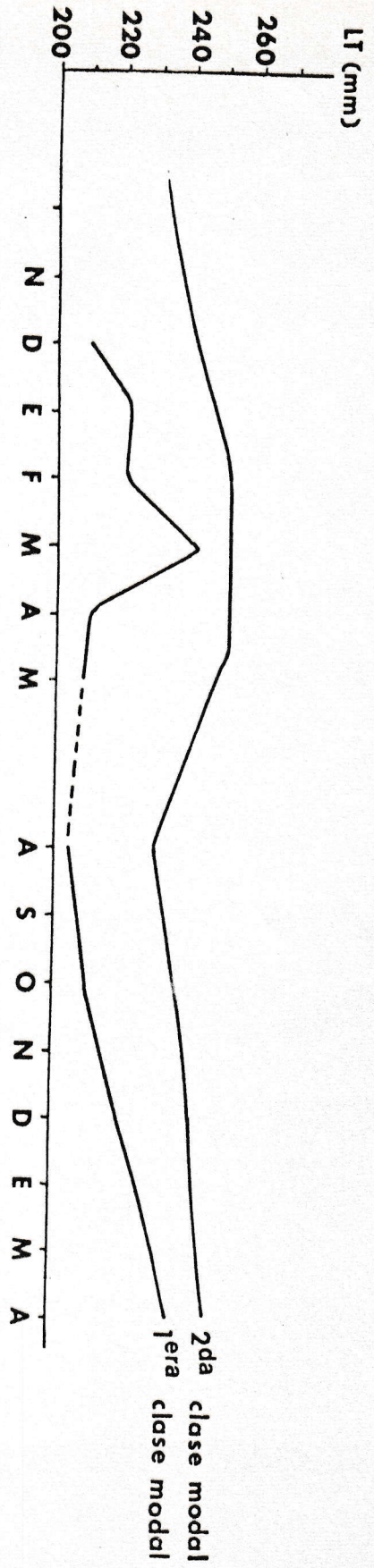
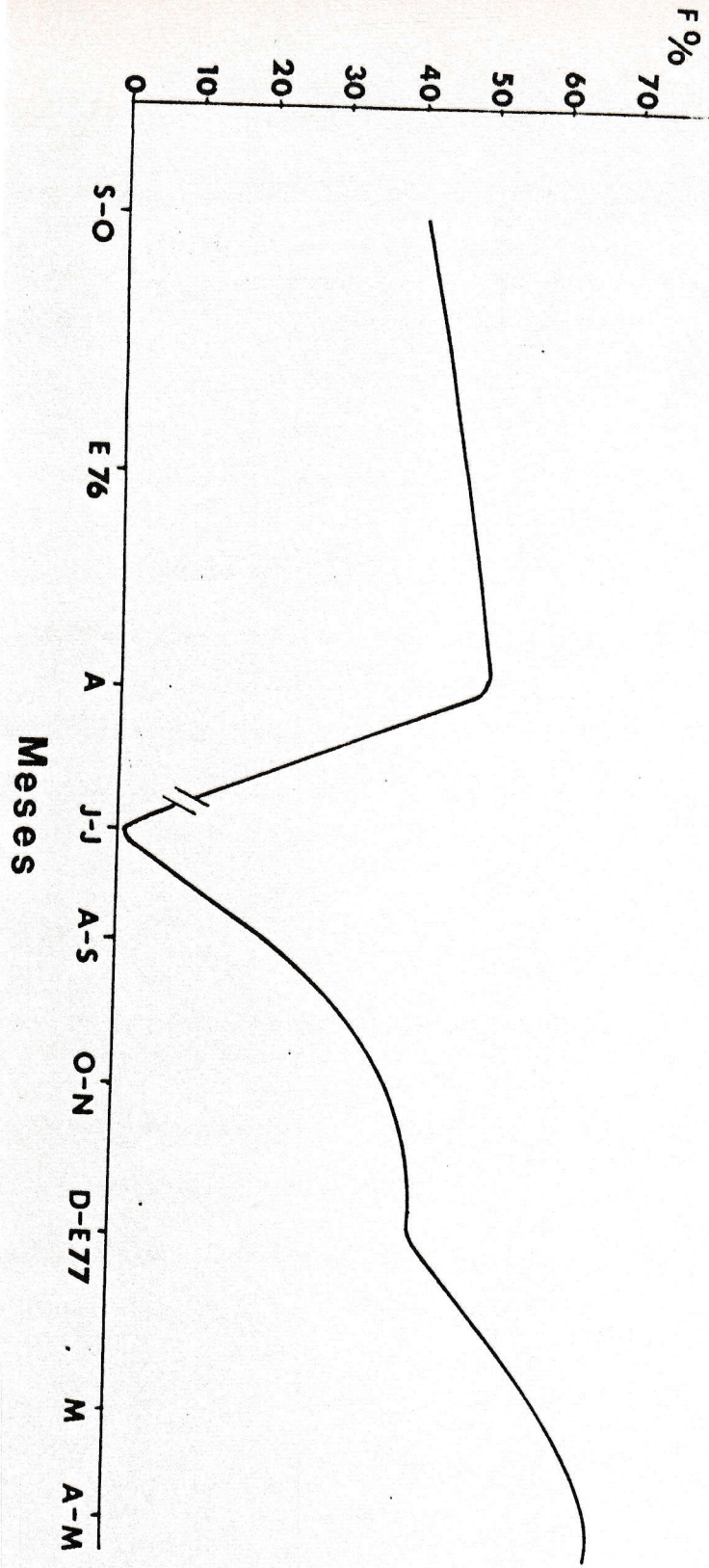


FIG. 12A. Desplazamiento de las clases modales predominantes (longitud total) en el tiempo.



Meses



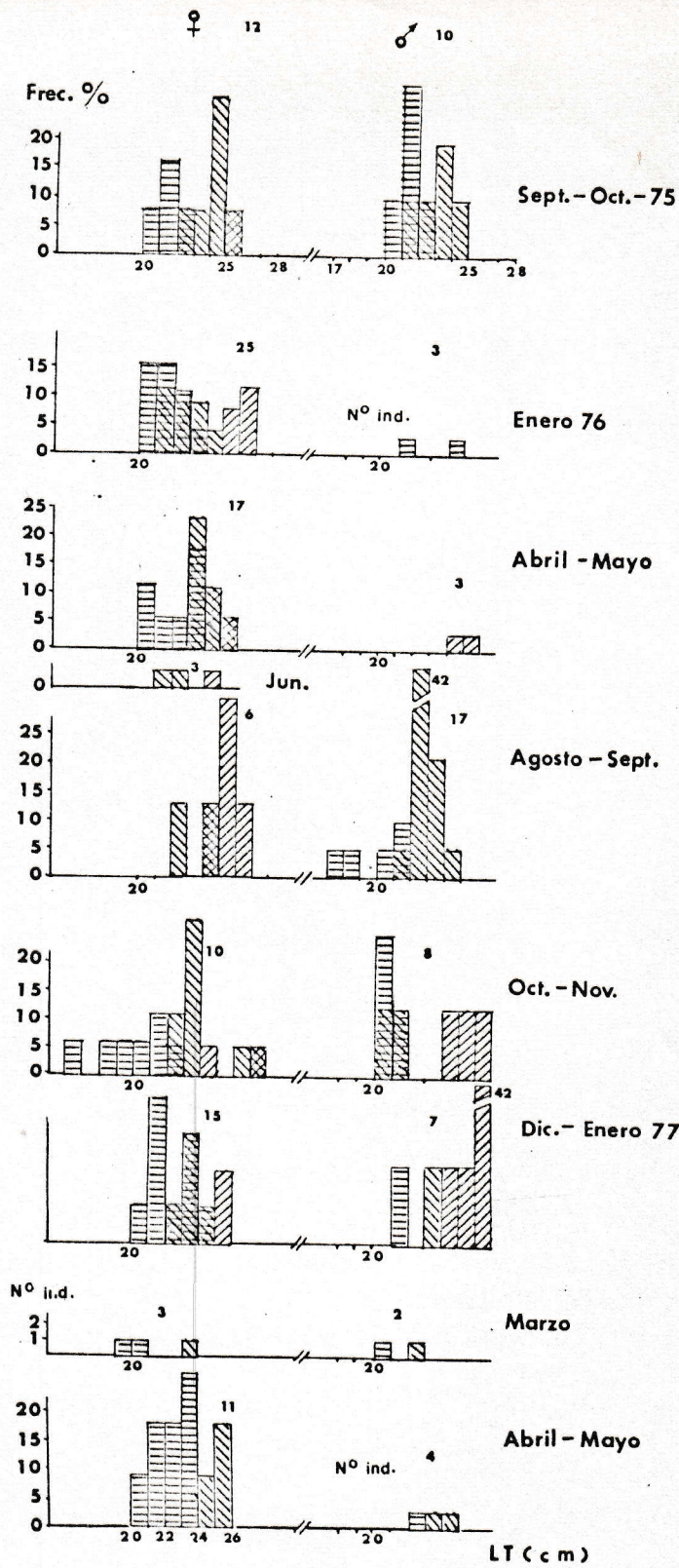


Fig. 13. Distribución por talla de los grupos de edad observados.



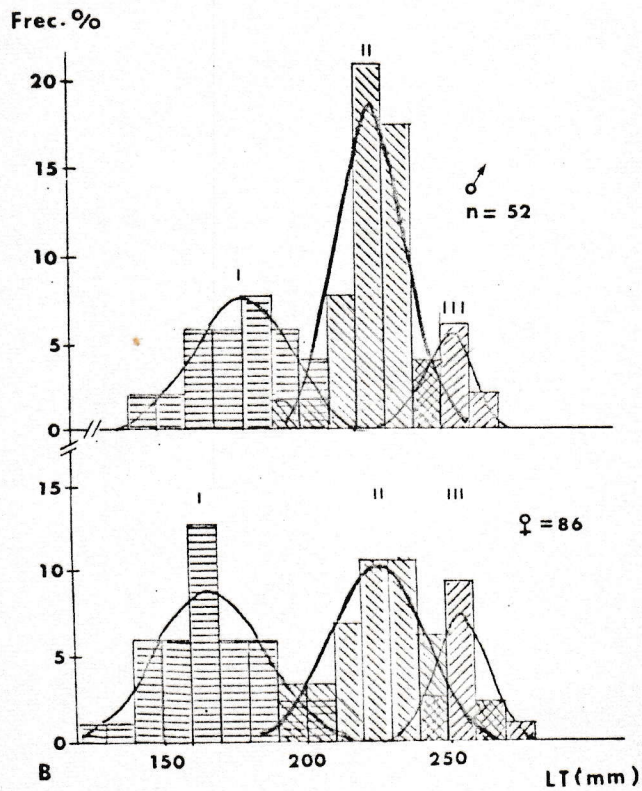
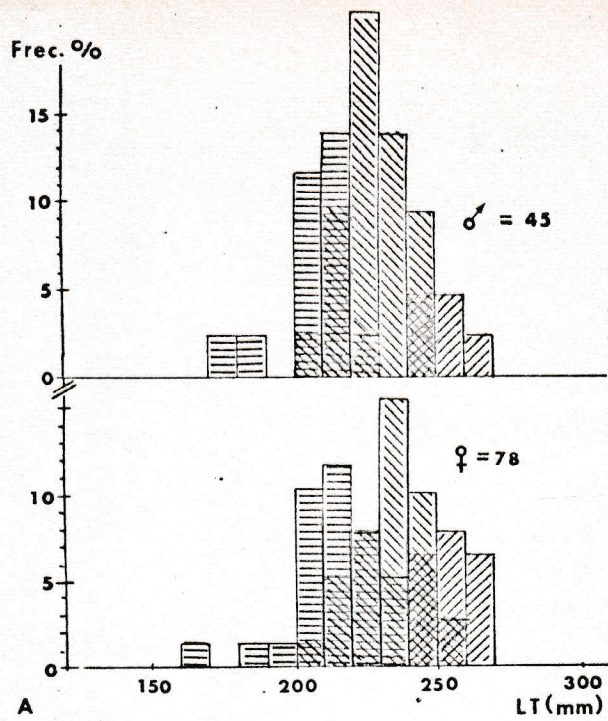


Fig. 14. A; distribución por tallas de los grupos de edad observados, entre septiembre de 1975 y noviembre de 1976.

B; distribución por tallas calculadas para cada grupo de edad (Lee 1920), y curvas ajustadas (línea gruesa).



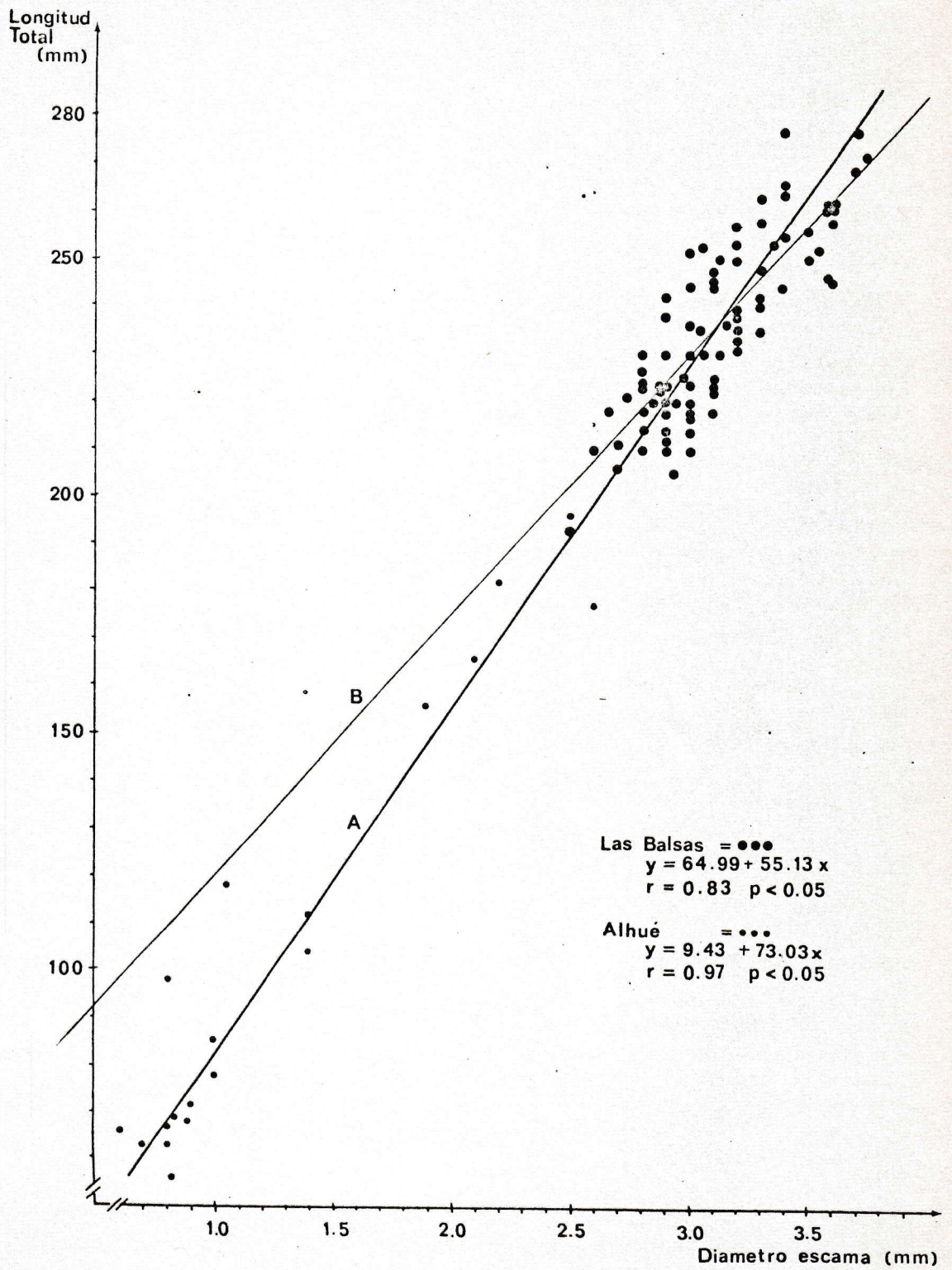


Fig. 15. Regresión longitud total del pez-díámetro escama.  
 Población de Las Balsas (B), población Alhué (A).



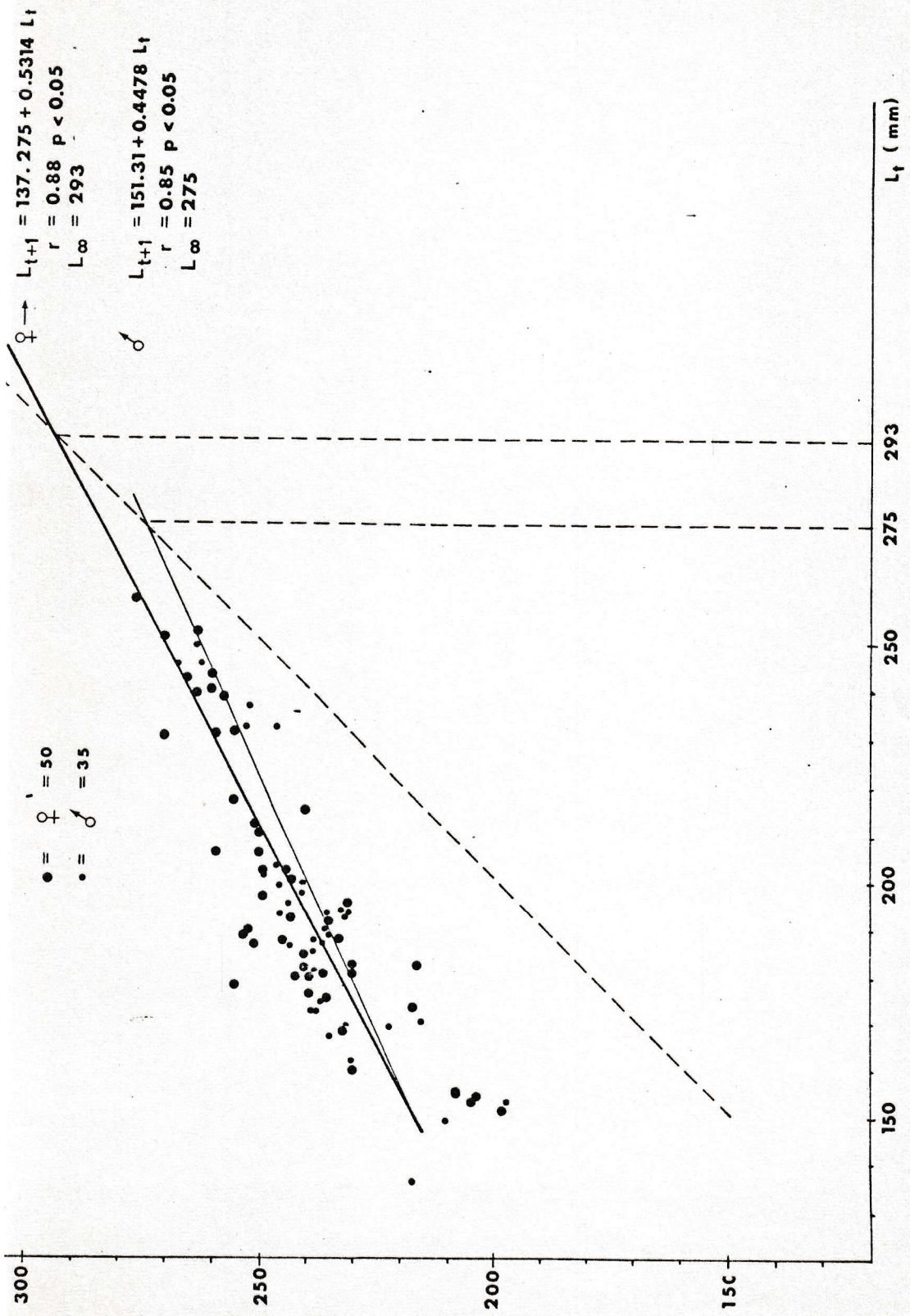


Fig. 16. Gráfico de Walford (1946) ajustado para los datos de crecimiento de B. australis en Las Balsas.



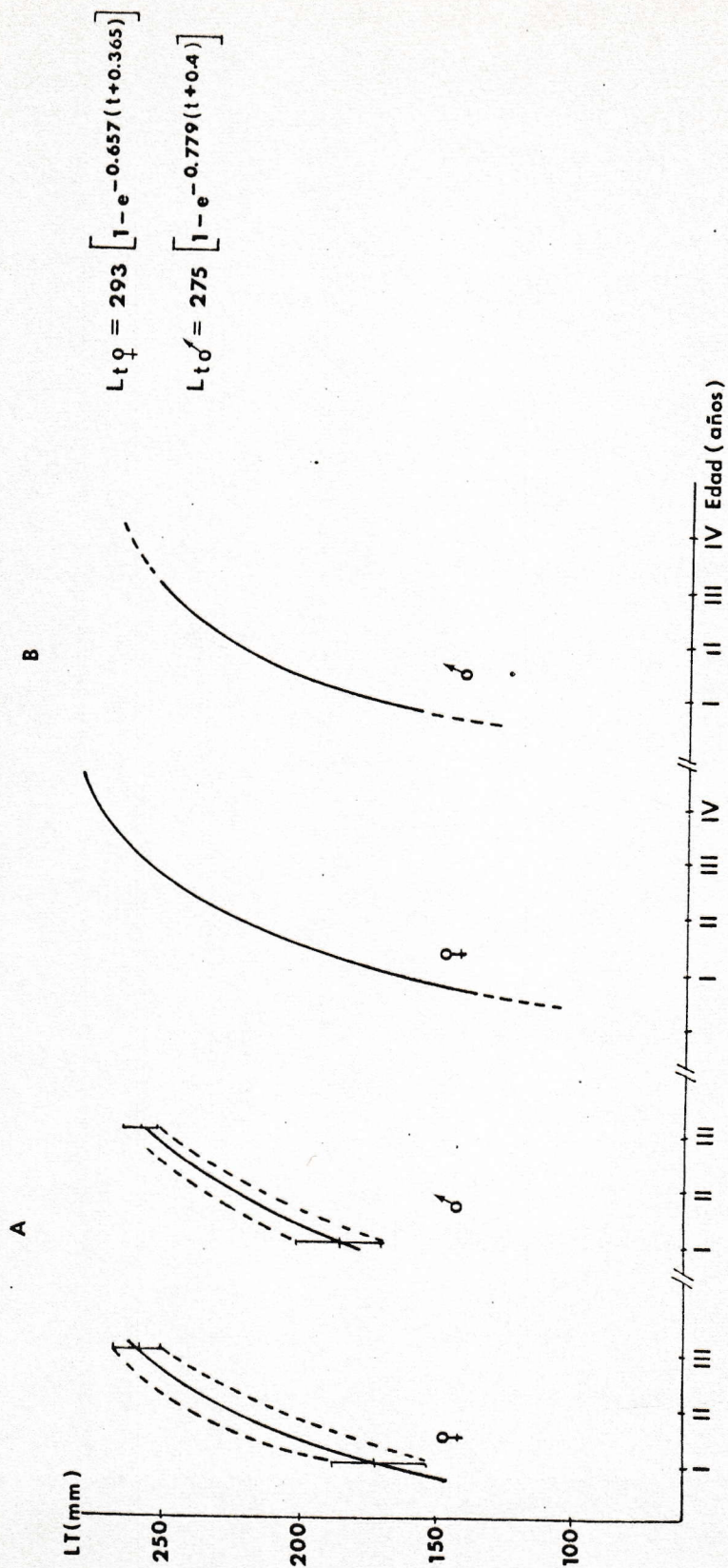


Fig. 17. Curvas de crecimiento de *B. australis* de Las Balsas (lectura del último anillo).  
 A; curvas experimentales, línea punteada, de desviación standard.  
 B; curvas teóricas (Bertalanffy 1934).



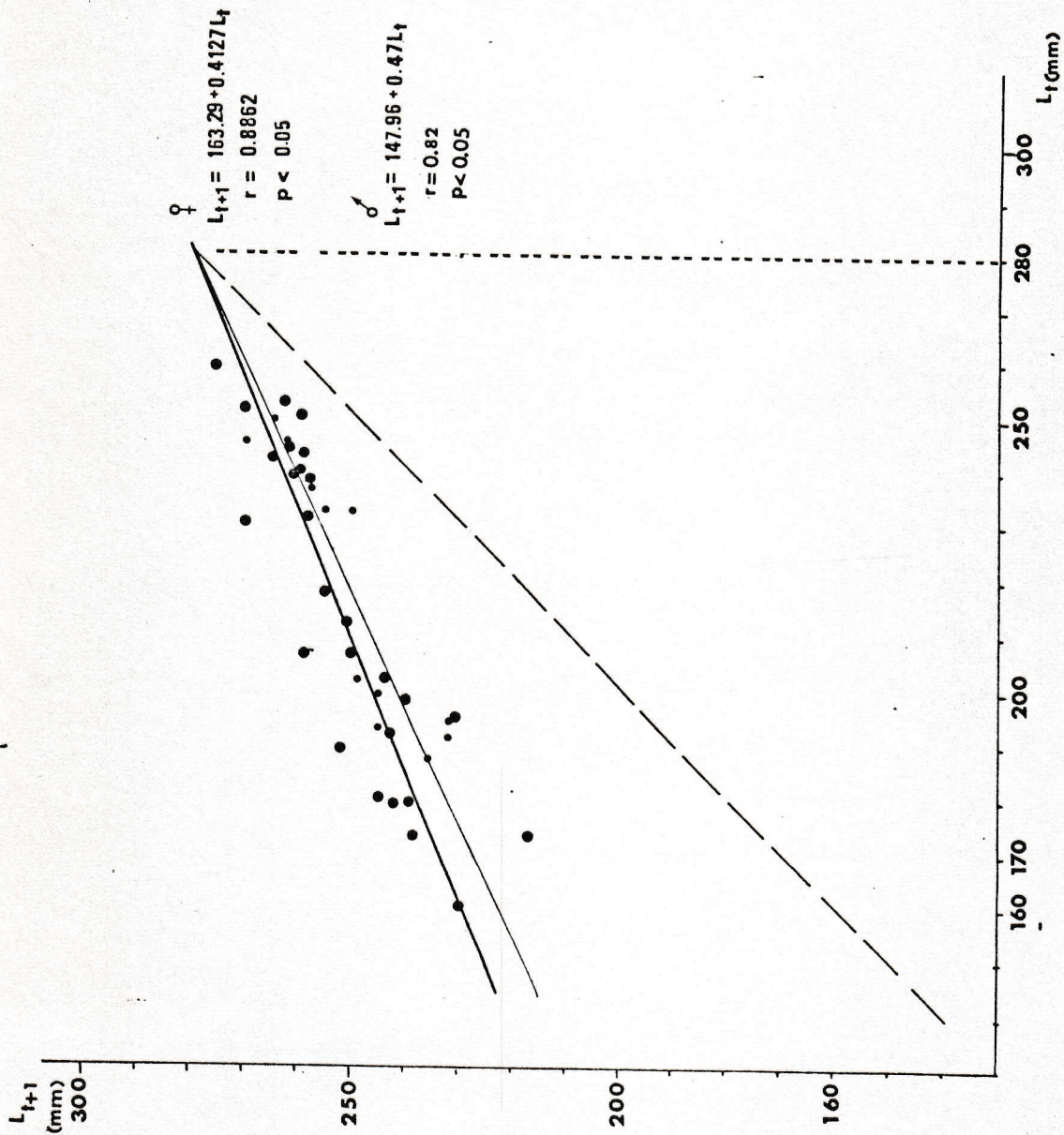


Fig. 18. Gráfico de Walford (1946) ajustado para los datos de crecimiento de los peces de tres años. (lectura de todos los anillos).



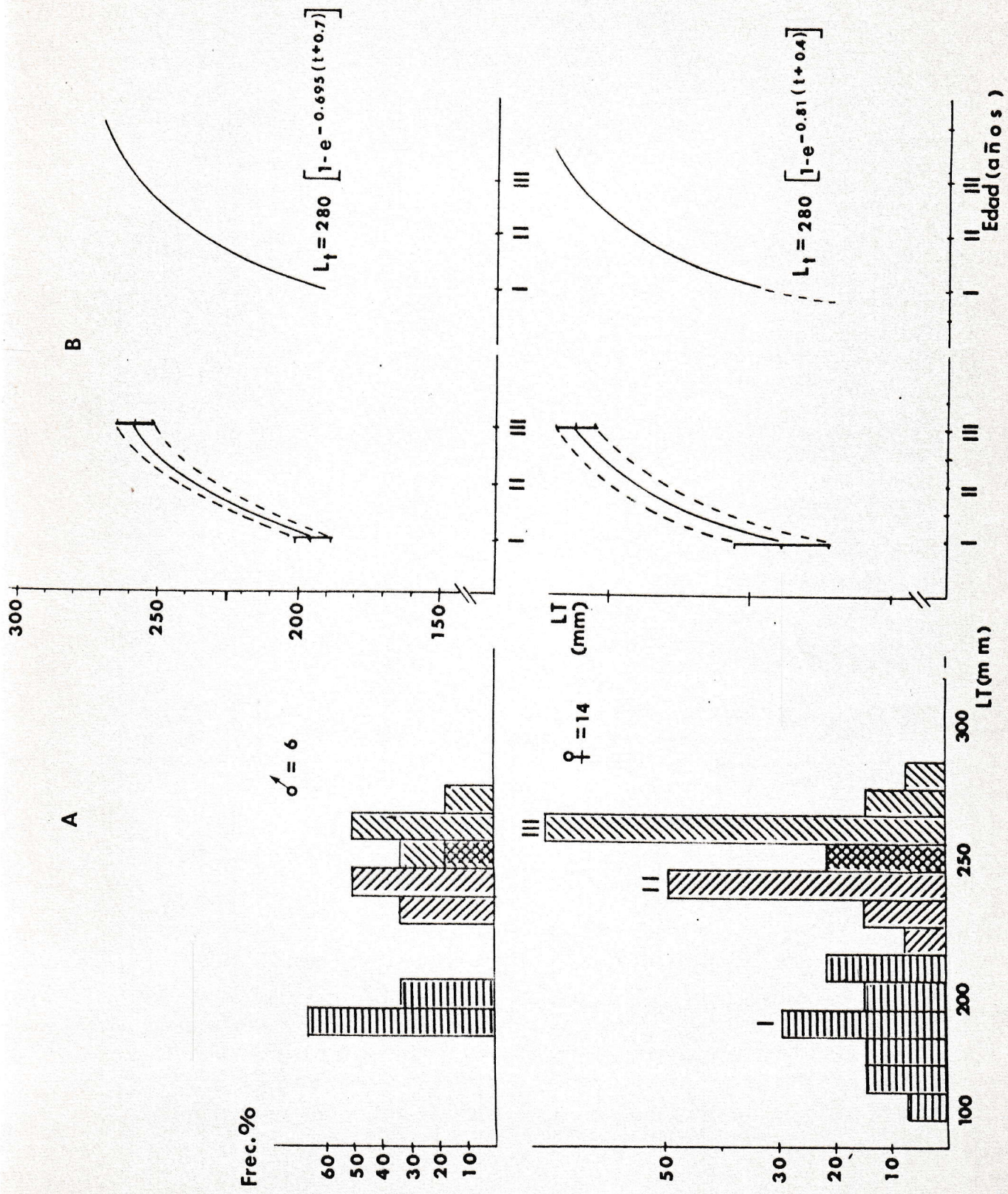


Fig. 19. A; distribución por frecuencia de talla calculada de los peces de tres años. B; curvas de crecimiento real y teórica correspondientes a estos datos.



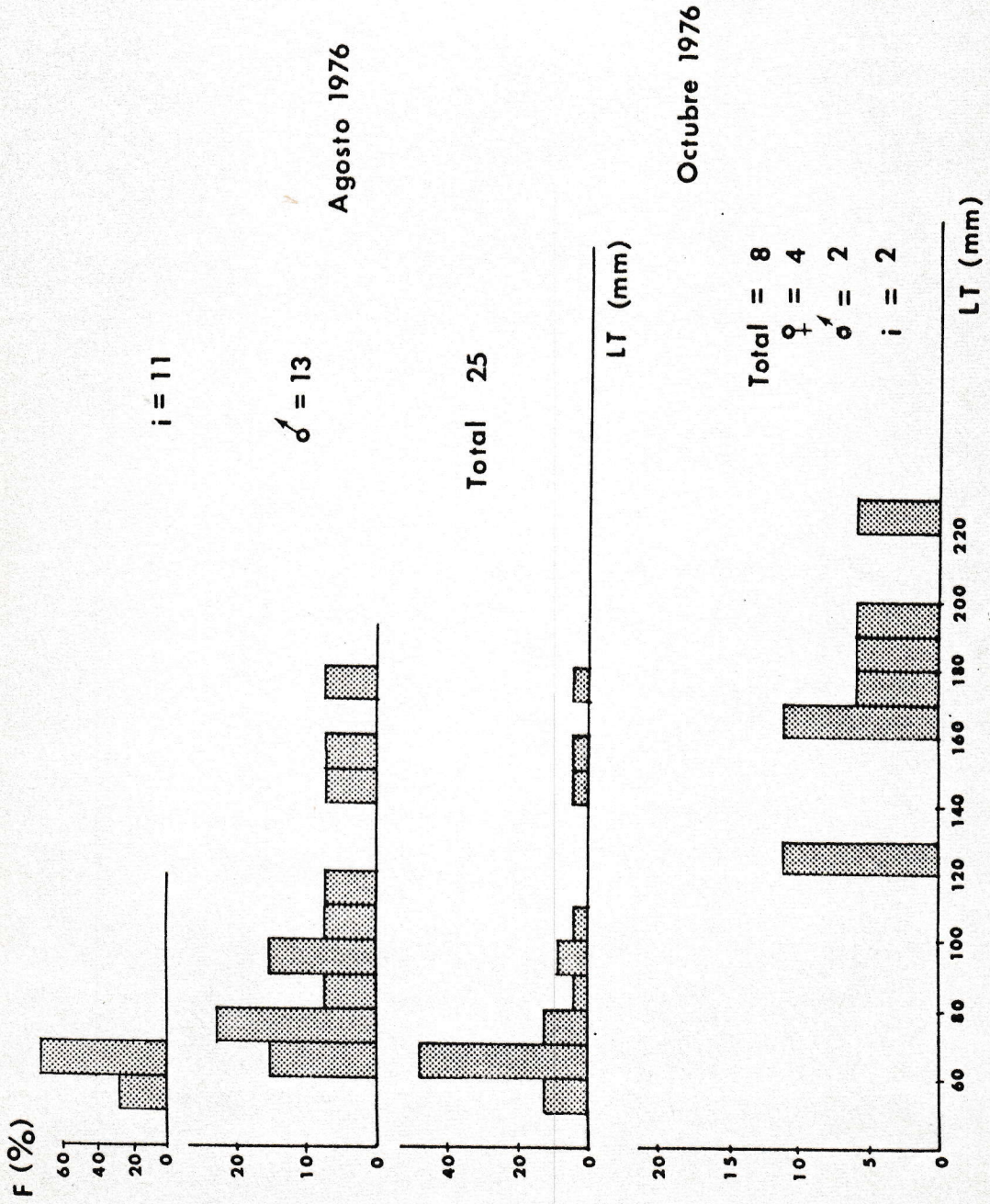


Fig. 20. Distribución de frecuencias de talla *B. australis* del Estero Alhué.



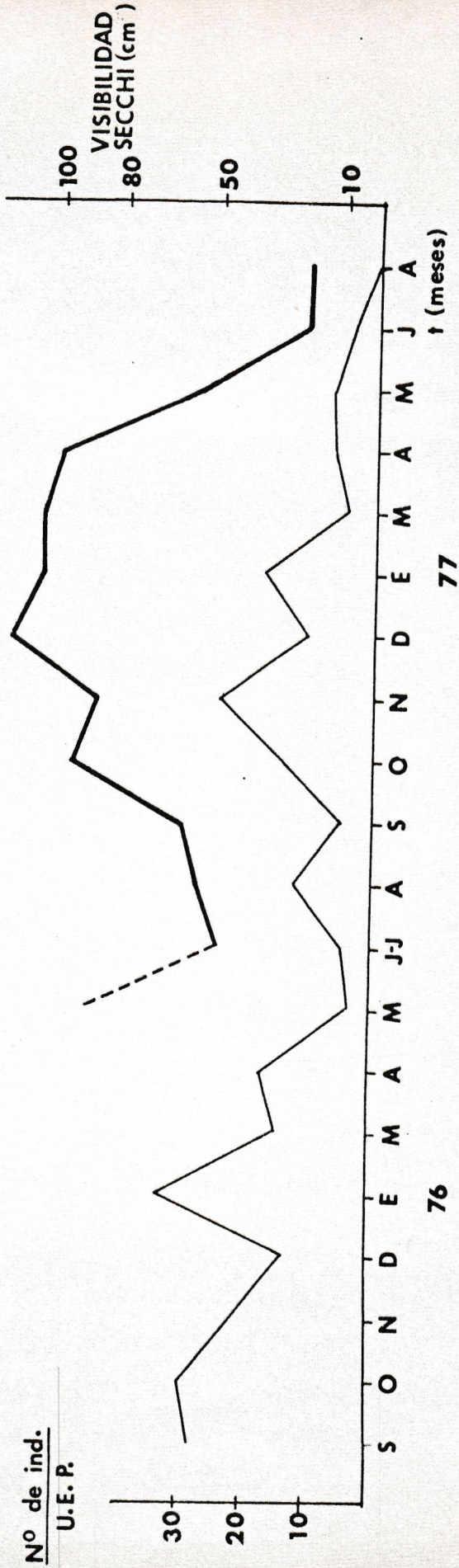


Fig. 21. Número de individuos capturados por unidad de esfuerzo de pesca (línea delgada) y turbiedad del agua medida por la visibilidad del disco Secchi (medida arbitraria) (línea gruesa).