

CRECIMIENTO DE PECES DEL PARANA MEDIO.  
I. "SABALO" (*PROCHILODUS PLATENSIS* HOLMBERG).  
(*PISCES, TETRAGONOPTERIDAE*)

por ELLY CORDIVIOLA DE YUAN \*

**SUMMARY:** Growth of the Middle Paraná River Fishes. I. « Sábalo » (*Prochilodus platensis* Holmberg). (*Pisces, Tetragonopteridae*).

Different aspects referred to the age and growth of this important species of *Tetragonopteridae* are considered. The *fork length/weight* relationships as well as the condition factor (*k*) are calculated for each sex. In order to determine the age a lepidological method has been employed, compared with the study of the opercular bones in the same specimens. The *total length/operculum radius* and the *total length/scale radius* relationships are calculated, establishing the total length of the species at each age.

#### INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por finalidad dar a conocer los resultados de investigaciones que se vienen desarrollando desde hace varios años sobre este importante aspecto de la biología pesquera del sábalo (*Prochilodus platensis* Holmberg). Al mismo tiempo la información que se proporciona amplía la dada a conocer por otros autores que han trabajado sobre esta especie en ejemplares provenientes de otras zonas del río Paraná, río de la Plata y río Uruguay.

#### MATERIAL INVESTIGADO

Los ejemplares estudiados proceden, en su gran mayoría, del lago del parque Belgrano de la ciudad de Santa Fe y del madrejón Don Felipe, ubicado en las proximidades de la localidad de Colastiné, provincia de Santa Fe. Se han registrado, asimismo, materiales provenientes de otros ambientes leníticos y lóticos: laguna El Alemán, río Gualeguaychú, río Carcarañá, etc. Es de destacar, igualmente, que fueron estudiados ejemplares de pequeñas dimensiones capturados en cuencas temporarias de reducido tamaño ubicadas en la isla

\* Miembro de la Carrera del Investigador Científico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina.

Instituto Nacional de Limnología (INALI). J. Macía 1933. Santo Tomé (Santa Fe).

Los Sapos (definida por el arroyo El Vado y el río Salado ya en su desembocadura en el Río Coronda), frente a las instalaciones del Instituto Nacional de Limnología.

Dentro de los distintos aspectos del trabajo serán considerados especialmente los datos obtenidos de ejemplares capturados en las dos cuencas citadas en primer término, debido a que se han efectuado muestreos periódicos a lo largo de varios años de trabajo.

#### METODOLOGIA GENERAL

Si bien la metodología general coincide con la ya dada a conocer en trabajos anteriores, se detallan aquí algunos aspectos que resultan de interés. Los peces de mediana y gran talla fueron capturados con red de arrastre (con copo) y/o con "tres telas" en tanto que la obtención de pequeños ejemplares hizo necesaria la utilización de red de tul con copo. Los individuos fueron agrupados y procesados teniendo en cuenta siempre la longitud total para facilitar las comparaciones con los valores obtenidos por otros autores que se refieren a dicha talla.

Las ecuaciones correspondientes a las relaciones: longitud *fork*/longitud total, longitud/peso, longitud/radio de la escama ( $\times 10$ ) y longitud/radio del opérculo, fueron calculadas por el método de cuadrados mínimos, estableciéndose los límites de confianza para una probabilidad del 95 %.

Las escamas a utilizar para la determinación de la edad fueron extraídas siempre en número de 10 y de la misma zona, ubicada en el flanco izquierdo del pez: 5 inmediatamente por encima de la línea lateral, tomadas de adelante hacia atrás a partir de una línea vertical que pasa por el origen de la aleta dorsal, y las otras 5 a la misma altura, pero correspondiendo a la segunda hilera entre la línea lateral y la aleta dorsal. Las escamas fueron colocadas en agua para facilitar la maceración de las partes blandas adheridas, siendo posteriormente lavadas con cepillo de cerdas blandas y secadas entre láminas de papel secante para ser montadas entre dos portaobjetos.

El estudio de las escamas se efectuó en un microscopio de proyección *Shadowgraph* Nikon trabajando, según los casos, con 10 ó 20 aumentos. Todas las escamas fueron medidas sobre una línea que forma un ángulo de  $38^\circ$  con el eje anteroposterior de la escama, tomando como vértice el centro de la misma (fig. 1). Sobre dicho eje fueron tomadas las medidas a los distintos anillos y al borde de la escama. Los datos así obtenidos fueron promediados por clases de longitud total para calcular las ecuaciones correspondientes. Los valores del radio de la escama a los distintos anillos fueron promediados y a partir de estas medias y de las ecuaciones calculadas, fueron estimadas las longitudes de la especie a las distintas edades.

Como no siempre la interpretación lepidológica parecía aportar resultados seguros para el registro de la edad de la especie, se decidió efectuar un estudio comparativo de la edad en escamas y opérculos de los mismos peces.

Siempre se extrajeron los dos opérculos de cada pez y, dentro de lo posible, fueron limpiados inmediatamente después de extraídos, por inmersión en agua hirviendo, desprendiendo las partes que hubieran podido quedar adheridas con cepillo de cerda dura y secados en estufa. En algunos casos fue necesario desengrasarlos, para lo cual fueron sumergidos en una solución de dos partes de éter y una de benzol durante varios días, dependiendo el tiempo de tratamiento de la cantidad de grasa a extraer.

Siempre se realizó el estudio del opérculo correspondiente al lado izquierdo, efectuándose su observación directamente sobre fondo negro, usándose xilol como clarificador sólo en aquellos huesos de muy difícil interpretación.

A fin de realizar las mediciones correspondientes, se consideró como radio del opérculo al radio inferior a partir del centro de la articulación del hueso. Sobre tal eje fueron medidos los segmentos a los distintos anillos y al borde.

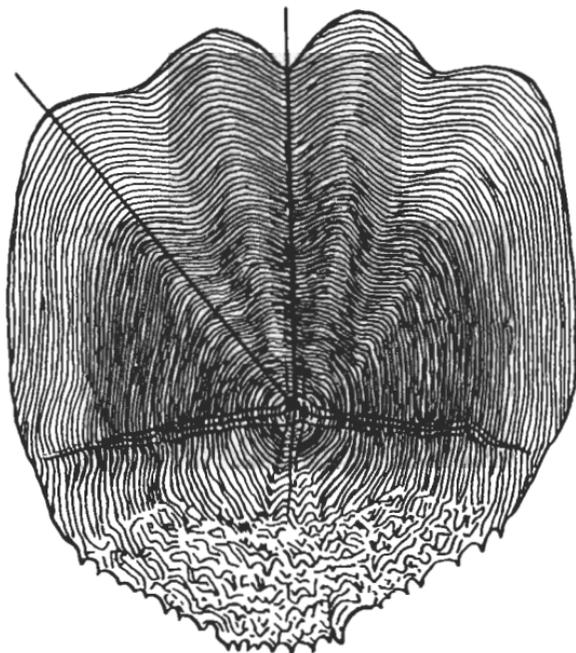


Fig. 1. — Escama de *Prochilodus platensis*, donde se ha indicado el radio (a  $38^{\circ}$  del eje anteroposterior) sobre el que se midieron los segmentos a los distintos anillos y al borde

## CRECIMIENTO

a) RELACIÓN LONGITUD *fork*/LONGITUD TOTAL:

Se han procesado los datos teniendo en cuenta la longitud total de los ejemplares. Por dicho motivo surgió el inconveniente de relacionar estos valores con los de aquellos ejemplares donde sólo se contaba con el largo *fork*, especialmente en materiales procedentes del parque Belgrano. Debido a ello se calculó la relación longitud *fork*/longitud total, a partir de los datos obtenidos en ejemplares del parque Belgrano, donde se habían consignado los dos largos. Gráficamente la confrontación de los valores evidenció que se relacionan conforme a una recta. La misma fue calculada, obteniéndose el siguiente resultado:

$$L.t. = 0,0471 + 1,0882 L.f.$$

siendo *L.t.* longitud total y *L.f.* longitud *fork*.

En la tabla 1 y figura 2 se detallan los valores reales promediados, sus frecuencias y los valores obtenidos teóricamente, que se ajustan a los primeros.

## b) RELACIÓN LONGITUD TOTAL/PESO:

Esta relación fue estudiada separadamente para cada sexo y cuenca considerada, es decir: lago del parque Belgrano y madrejón Don Felipe. Además se calculó la ecuación correspondiente a esta relación para un lote de pequeños ejemplares obtenidos en cuencas temporarias de la isla Los Sapos. Es-

tos últimos valores fueron procesados en forma conjunta para ambos sexos debido a la imposibilidad, en muchos casos, de determinar el sexo macroscópicamente dadas sus reducidas dimensiones.

En la tabla 2 se resumen los resultados obtenidos de la agrupación de individuos en clases de largo total, indicándose el número de individuos procesa-

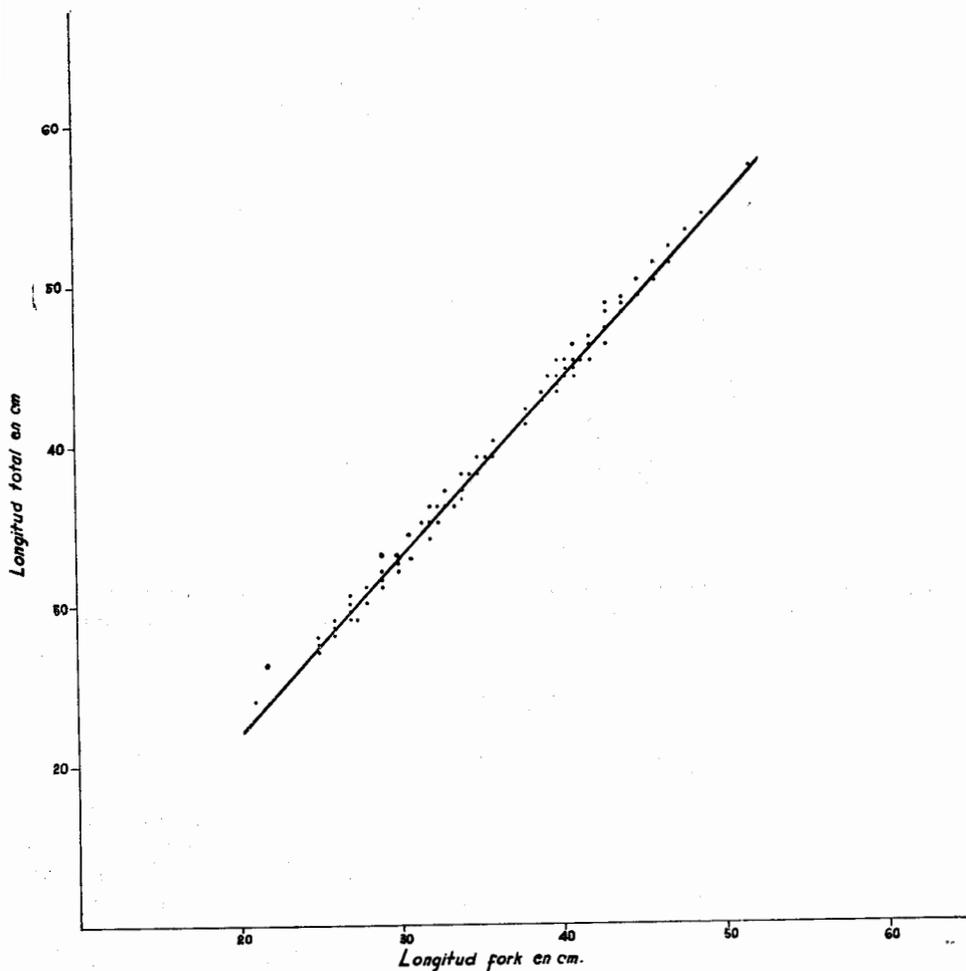


Fig. 2. — Relación *longitud fork/longitud total* para ambos sexos, del lago del parque Belgrano. Los puntos representan los valores reales, y la recta la ecuación calculada teóricamente

dos, número de clases, longitud media, longitudes extremas, peso medio, pesos extremos, así como también los valores de  $c$ ,  $n$  y  $S_n$  de la ecuación:

$$P = c L^n$$

siendo  $P$  peso en gramos;  $L$  longitud total y  $c$  y  $n$  las dos constantes calculadas por el método de cuadrados mínimos.

En las tablas 3, 4, 5, 6 y 7 se detallan los valores promediados por clase de longitud y los pesos obtenidos a partir de la ecuación en cada uno de los ambientes considerados y separadamente para cada sexo. Tales valores han sido graficados en las figuras 3, 4 y 5.

**TABLA 1.** — *Distribución de sábalo (Prochilodus platensis), ambos sexos, del lago del parque Belgrano, en clases de longitud fork.*

Longitud fork (cm)	Promedio long. total (cm)	Frecuencia	Longitud total calculada
21	24	1	23
22	26	1	24
25	27	8	27
26	28	21	28
27	29	25	29,5
28	30	25	30,5
29	31	18	31,5
30	32	23	32,5
31	33	30	34
32	35	28	35
33	36	6	36
34	37	8	37
35	38	5	38
36	39	2	39
37	—	—	40
38	41	3	41
39	42	7	42,5
40	44	23	43,5
41	44	13	44,5
42	46	8	46
43	47	11	47
44	48	3	48
45	49	4	49
46	50	3	50
47	51	2	51
48	53	2	52
49	54	1	53
52	57	1	57

**TABLA 2.** — *Relación longitud total/peso de Prochilodus platensis por sexo y ambiente considerado.*

Cuenca	Sexo	Ind. clases		Long. media (cm)	Long. extremos (cm)	Peso medio (g)	Pesos extremos (g)	c	n	Sn
		N	n							
Lago P....	M	375	21	43,0	13-55	993,4	32-2.120	0,01183	3,07651	0,08996
Lago P....	H	387	20	38,2	15-57	1.118,7	53-3.420	0,00634	3,25792	0,05968
Don Felipe.	M	107	21	33,1	13-55	668,5	33-1.632	0,01809	2,91865	0,09925
Don Felipe.	H	197	25	37,0	13-61	962,6	41-2.443	0,02310	2,85732	0,06014
Los Sapos..										
	amb. sex.	298	20	11,5	2-21	36,5	0,18-127,9	0,23830	2,90122	0,60604

**TABLA 3.** — *Distribución de sábalo (Prochilodus platensis), ambos sexos (N = 298) de cuencas de la isla Los Sapos, en clases de largo total.*

Clase	Longitud total (cm)	Promedio peso real (g)	F	Peso calculado (g)
I. ....	2	0,18	41	0,13
II. ....	3	0,32	10	0,42
III. ....	4	0,80	2	0,97
IV. ....	5	2,60	1	1,85
V. ....	6	2,96	11	3,13
VI. ....	7	4,52	29	4,90
VII. ....	8	6,51	50	7,21
VIII. ....	9	9,76	32	10,15
IX. ....	10	13,58	15	13,78
X. ....	11	16,97	5	18,17
XI. ....	12	21,99	7	23,39
XII. ....	13	27,60	5	29,50
XIII. ....	14	34,64	21	36,58
XIV. ....	15	43,26	19	44,68
XV. ....	16	52,81	16	53,88
XVI. ....	17	59,42	14	64,24
XVII. ....	18	96,00	4	75,83
XVIII. ....	19	97,61	6	88,71
XIX. ....	20	109,62	4	102,94
XX. ....	21	127,85	6	118,60

**TABLA 4.** — *Distribución de sábalo (Prochilodus platensis), machos (N=375), del lago del parque Belgrano, en clases de largo total.*

Clase	Longitud total (cm)	Promedio peso real (g)	F	Peso calculado (g)
I. ....	13	32	1	31
II. ....	15	—	—	—
III. ....	17	68	1	72
IV. ....	19	79	1	102
V. ....	21	175	1	138
VI. ....	23	188	6	183
VII. ....	25	223	27	236
VIII. ....	27	301	16	300
IX. ....	29	366	38	373
X. ....	31	426	36	458
XI. ....	33	545	42	555
XII. ....	35	664	29	666
XIII. ....	37	758	6	789
XIV. ....	39	1.158	5	928
XV. ....	41	1.226	16	1.083
XVI. ....	43	1.446	20	1.254
XVII. ....	45	1.619	31	1.442
XVIII. ....	47	1.698	32	1.649
XIX. ....	49	1.809	37	1.874
XX. ....	51	1.886	23	2.119
XXI. ....	53	2.274	5	2.385
XXII. ....	55	2.120	1	2.673
XXIII. ....	57	—	—	—

TABLA 5. — *Distribución de sábalo (Prochilodus platensis), hembras (N=387), del lago del parque Belgrano, en clases de largo total.*

Clase	Longitud total (cm)	Promedio peso real (g)	F	Peso calculado (g)
I.....	13	—	—	33
II.....	15	53	1	43
III.....	17	52	1	65
IV.....	19	—	—	93
V.....	21	—	—	129
VI.....	23	180	6	174
VII.....	25	230	16	228
VIII.....	27	292	22	293
IX.....	29	357	40	370
X.....	31	442	45	460
XI.....	33	542	38	564
XII.....	35	660	34	682
XIII.....	37	786	20	818
XIV.....	39	892	15	971
XV.....	41	1.219	5	1.143
XVI.....	43	1.519	9	1.335
XVII.....	45	1.653	17	1.548
XVIII.....	47	1.962	23	1.784
XIX.....	49	2.265	29	2.043
XX.....	51	2.308	32	2.327
XXI.....	53	2.326	26	2.639
XXII.....	55	2.703	7	2.977
XXIII.....	57	3.420	1	3.344

Para comparar los valores de  $n$  (pendiente), que son los que indican las variaciones del peso respecto de la longitud, se aplicó un intervalo de confianza a  $S_n$  (para un  $t = 95\%$  de probabilidad) confrontando los dos sexos en cada ambiente y, además, los mismos sexos en diferentes ambientes. En el lago del parque Belgrano los valores así obtenidos son sólo coincidentes en parte: 2,88886 a 3,26416 (machos) y 3,13301 a 3,38283 (hembras), siendo igualmente similares en el madrejón Don Felipe: 2,71092 a 3,12638 (machos) y 2,73320 a 2,98144 (hembras).

Comparando los mismos sexos en los dos ambientes, se observa que en el caso de los machos los valores de  $n$  se muestran coincidentes en parte, pero con tendencia a ser menores en el madrejón Don Felipe. Este hecho se acentúa aún más en el caso de las hembras, donde los valores caen dentro de un rango distinto, dándose para las hembras del madrejón Don Felipe cifras notoriamente más bajas que en el lago del parque Belgrano, es decir que presentarían un peso relativo menor para las mismas longitudes.

c) FACTOR DE CONDICIÓN  $k$ :

Como en los materiales del madrejón Don Felipe se dispone de información sólo de algunos meses, se hace referencia aquí solamente al lago del parque Belgrano, de donde se ha dispuesto de material a lo largo de todo el año, permitiendo observar las posibles variaciones según los meses. Este coeficiente fue calculado individualmente, promediándose los valores por sexo y mes (tabla 8).

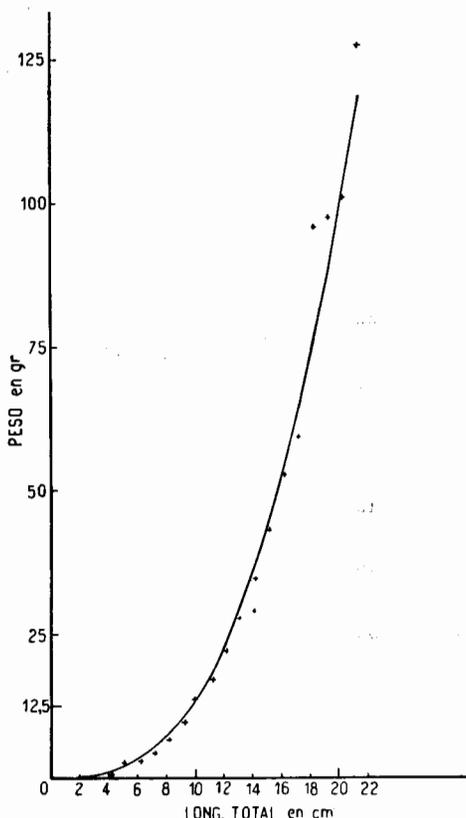


Fig. 3. — Relación *longitud total/peso* para ambos sexos, de pequeño tamaño, de cuencas de la Isla Los Sapos. Las cruces representan los promedios de los valores que sirvieron de base al cálculo de la ecuación, y la curva los valores estimados teóricamente.

En los ejemplares de este ambiente se aprecian dos valores máximos: en abril y en noviembre. Estos picos se observan tanto para hembras como para machos, con un máximo descenso en junio y febrero. Teniendo en cuenta que las épocas de reproducción de la especie se dan de octubre a diciembre y de marzo a junio (Pignalberi: 8), tales elevaciones del factor  $k$  vienen a ser coincidentes con dichos períodos.

## d) CRECIMIENTO OPERADO EN LAS PRIMERAS ETAPAS DE VIDA:

Con el propósito de controlar el crecimiento de la especie en los primeros meses de vida, en forma experimental, fue colocado un lote de pequeños ejemplares ( $n = 80$ ) en una de las piletas de crianza del Instituto Nacional de Limnología el 5-XII-1969. El registro de longitud y peso iniciales de los individuos

fue hecho sobre un lote testigo, obtenido en la misma redada, con el propósito de no dañar a los ejemplares motivo de la experiencia. La longitud media del lote fue de 2,3 cm, en tanto que el peso medio fue de 0,200 g. El grupo de peces incorporado a la pileta fue controlado periódicamente: el 2-I-1970; 20-I-

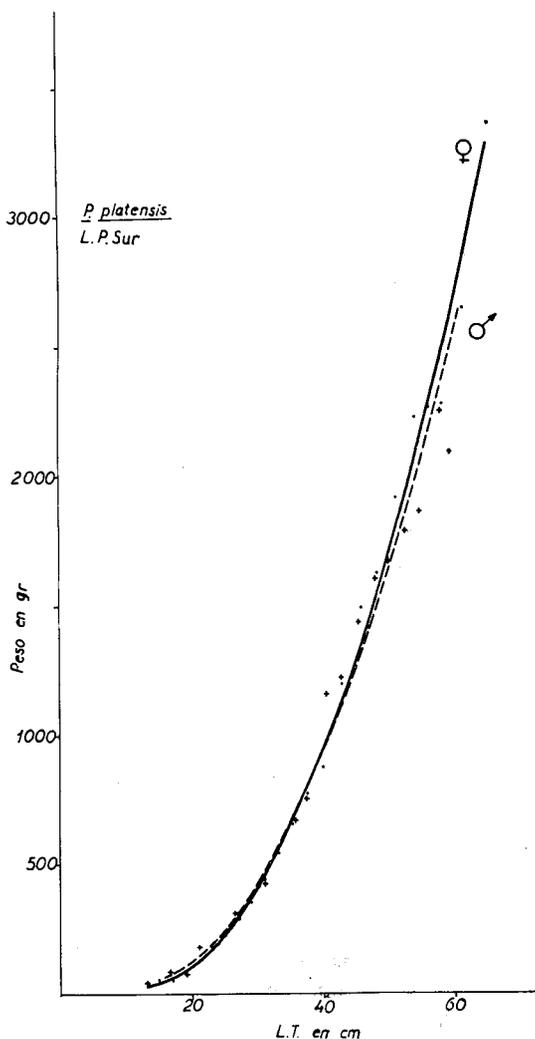


Fig. 4. — Relación longitud total/peso para machos y hembras del lago del parque Belgrano o Sur. Los puntos y cruces representan los promedios de los valores que sirvieron de base al cálculo de la ecuación para hembras y machos, respectivamente y las curvas los valores calculados teóricamente (línea interrumpida, machos; línea continua, hembras).

1970 y con posterioridad a esa fecha quincenalmente durante seis meses, registrándose longitud y peso individual.

Los datos de longitud obtenidos en cada control fueron agrupados en clases de talla con un intervalo de  $i = 1$  cm, calculándose el porcentaje de cada uno sobre el total del material.

Analizando los valores obtenidos en oportunidad de efectuarse los dos primeros controles, se aprecia claramente que durante esta etapa inicial los peces crecieron a un ritmo bastante rápido, incrementando su longitud media de 2,3

TABLA 6. — *Distribución de sábalo (Prochilodus platensis), macho (N = 107), del madrejón Don Felipe, en clases de largo total.*

Clase	Longitud total (cm)	Promedio peso real (g)	F	Peso calculado (g)
I.....	13	33	4	32
II.....	15	43	4	49
III.....	17	65	10	71
IV.....	19	73	3	98
V.....	21	127	2	131
VI.....	23	182	3	171
VII.....	25	237	5	218
VIII.....	27	284	5	272
IX.....	29	405	2	336
X.....	31	425	3	407
XI.....	33	667	4	485
XII.....	35	741	7	576
XIII.....	37	891	6	677
XIV.....	39	759	7	789
XV.....	41	795	9	912
XVI.....	43	1.069	10	1.057
XVII.....	45	1.049	11	1.197
XVIII.....	47	1.319	6	1.358
XIX.....	49	1.995	4	1.533
XX.....	51	1.247	1	1.723
XXI.....	53	—	—	—
XXII.....	55	1.632	1	2.165
XXIII.....	57	—	—	2.403
XXIV.....	59	—	—	—
XXV.....	61	—	—	—

a 14,9 cm en 46 días. A partir de esa fecha (20-I-1970) pareciera que los peces no hubieran aumentado ostensiblemente su longitud. Si bien, como es lógico suponer, y como se aprecia en la curva de la relación longitud/peso calculada para las primeras etapas de vida, en un principio se produce un incremento en longitud relativamente elevado en relación al incremento en peso, lo que da como resultado que la parte inicial de la curva se incline más hacia el eje de las  $x$  (valores de longitud), y que a partir aproximadamente de los 12 cm comience a inclinarse más hacia el eje de las  $y$  (valores de peso), el estado de los peces en los controles posteriores puso en evidencia formas progresivas de enflaquecimiento.

Por todo lo expuesto y aprovechando el hecho de que en pequeños cuerpos de agua ubicados en la isla Los Sapos se desarrolla transitoriamente un cierto tipo de poblaciones de peces, donde predomina el sábalo en sus formas juveniles, se realizó un análisis de las tallas registradas a partir del muestreo inicial del cual se habían obtenido los ejemplares para criar en las piletas. Los resultados hallados se resumen en la tabla 9 donde primeramente se detallan los valores por cuenca y fecha de muestreo separadamente y se proporciona, además, una información global de distintas cuencas según fechas en que se

TABLA 7. — *Distribución de sábalo (Prochilodus platensis), hembras (N = 197), del madrejón Don Felipe, en clases de largo total.*

Clase	Longitud total (cm)	Promedio peso real (g)	F	Peso calculado (g)
I.....	13	41	1	35
II.....	15	45	4	53
III.....	17	63	9	76
IV.....	19	99	2	104
V.....	21	132	2	139
VI.....	23	172	6	180
VII.....	25	222	4	228
VIII.....	27	285	4	284
IX.....	29	335	1	384
X.....	31	430	10	422
XI.....	33	603	5	504
XII.....	35	797	6	596
XIII.....	37	779	11	699
XIV.....	39	844	32	813
XV.....	41	978	41	937
XVI.....	43	1.128	23	1.074
XVII.....	45	1.259	12	1.223
XVIII.....	47	1.465	6	1.385
XIX.....	49	2.023	3	1.560
XX.....	51	1.435	1	1.749
XXI.....	53	2.051	4	1.953
XXII.....	55	2.203	4	2.170
XXIII.....	57	1.908	3	2.404
XXIV.....	59	2.325	2	2.653
XXV.....	61	2.443	1	2.918

TABLA 8. — *Factor de condición k, en machos y hembras del lago del parque Belgrano.*

Mes	Machos		Hembras	
	k	N	k	N
I.....	1,576	42	1,593	40
II.....	1,354	49	1,399	39
III.....	1,518	68	1,582	94
IV.....	1,773	44	1,864	32
V.....	1,645	6	1,560	3
VI.....	1,530	18	1,531	11
VII.....	1,325	2	1,574	3
VIII.....	1,651	15	1,760	34
IX.....	1,818	18	2,004	7
X.....	1,689	27	2,132	29
XI.....	2,385	22	2,197	23
XII.....	1,549	65	1,600	79

efectuaron los registros. Además en la figura 6 se han representado los valores porcentuales de las distintas clases de longitud de los dos primeros controles en pileta y de los valores obtenidos en las cuencas según fechas, con sus correspondientes longitudes medias.

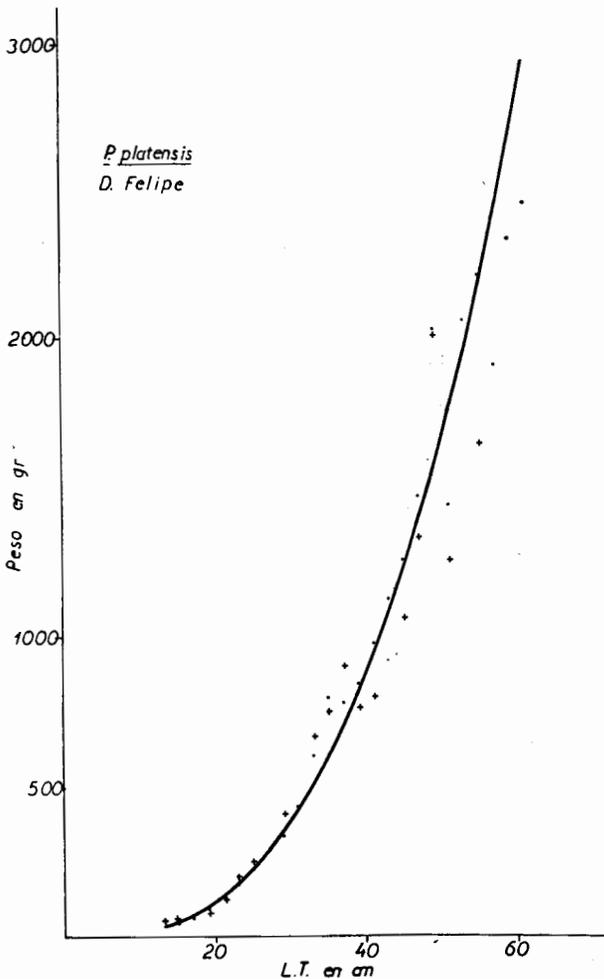


Fig. 5. — Relación longitud total/peso para machos y hembras del madrejón Don Felipe. Los puntos y cruces representan los promedios de los valores que sirvieron de base al cálculo de la ecuación para hembras y machos respectivamente.

El estudio de estos lotes permite expresar que esta especie, en sus primeras etapas de vida, presenta un crecimiento rápido, lo que le permite alcanzar en no más de 6 meses de vida, es decir desde fines de noviembre hasta principios de junio, una longitud promedio de 15 cm, valor éste en algunos casos superado, como sucede en los ejemplares de la cuenca 15 LS con 18,1 cm. De cualquier manera, lo interesante de estos controles es que han posibilitado registrar el crecimiento inicial de la especie y dar una base más segura a las determinaciones de edad efectuadas por métodos indirectos, cual es el estudio de escamas y opérculos.

TABLA 9. — *Registro periódico de longitud total de pequeños ejemplares de Prochilodus platensis capturados en cuencas de la isla Los Sapos.*

Procedencia	Fecha	Longitud total media (cm)	Tiempo transcurrido (días)	Incremento en longitud (cm)
Pileta .....	5-XII-69	2,30	—	—
Pileta .....	2-I-70	10,63	28	8,33
Charca 1 LS.....	5-I-70	15,59	31	13,29
» 4 LS.....	7-I-70	11,75	33	9,45
» 8 LS.....	12-I-70	13,94	38	11,64
» 15 LS.....	15-I-70	13,74	41	11,44
» 12 LS.....	15-I-70	12,18	41	9,88
» 1 LS.....	29-I-70	14,23	55	11,93
» 4 LS.....	4-II-70	13,97	59	11,67
» 8 LS.....	11-II-70	18,02	66	15,72
» 15 LS.....	12-II-70	13,78	67	11,48
» 12 LS.....	12-II-70	14,71	67	12,41
» 7 LS.....	8-V-70	13,39	153	11,09
» 12 LS.....	11-V-70	18,42	156	16,12
» 13 LS.....	11-V-70	18,57	156	16,27
» 15 LS.....	12-V-70	16,48	157	14,18
» 13 LS.....	16-VI-70	16,69	191	14,39
» 12 LS.....	16-VI-70	15,50	191	13,20
» 15 LS.....	16-VI-70	18,14	191	18,14

Promedios globales (por fecha) :

5 y 7-I-70	14,02	30	11,72
12 y 15-I-70	13,35	40	11,07
29-I y 4-II-70	14,19	60	11,89
11 y 12-II-70	14,71	66	12,41
8, 11 y 12-V-70	14,51	155	12,21
16-VI-70	16,91	191	14,61

## EDAD

### a) ESTUDIO COMPARATIVO DE ESCAMAS Y OPÉRCULOS:

La edad se determinó en general utilizando el método lepidológico, si bien para corroborar las lecturas efectuadas por dicha técnica, fueron efectuados estudios comparativos en opérculos y escamas de los mismos ejemplares sobre un total de 133 individuos procedentes de diversos ambientes y abarcando una amplia gama de longitudes.

**OPÉRCULOS:** En los opérculos, los anillos definidos como líneas más finas y opacas abarcando todo el hueso representan una marca anual o *annulus*, en tanto que otras marcas, especialmente aquellas no definidas a través de todo el hueso no fueron consideradas como anillos verdaderos. Los valores del radio opercular (desde el centro al borde), fueron agrupados según clases de longitud total con un intervalo de  $i = 2$  cm. A partir de dichos promedios fue calculada la ecuación de la recta separadamente para cada sexo, y asimismo para el lote en su totalidad (tabla 10, fig. 7 y 8). A los valores de  $b$  para cada

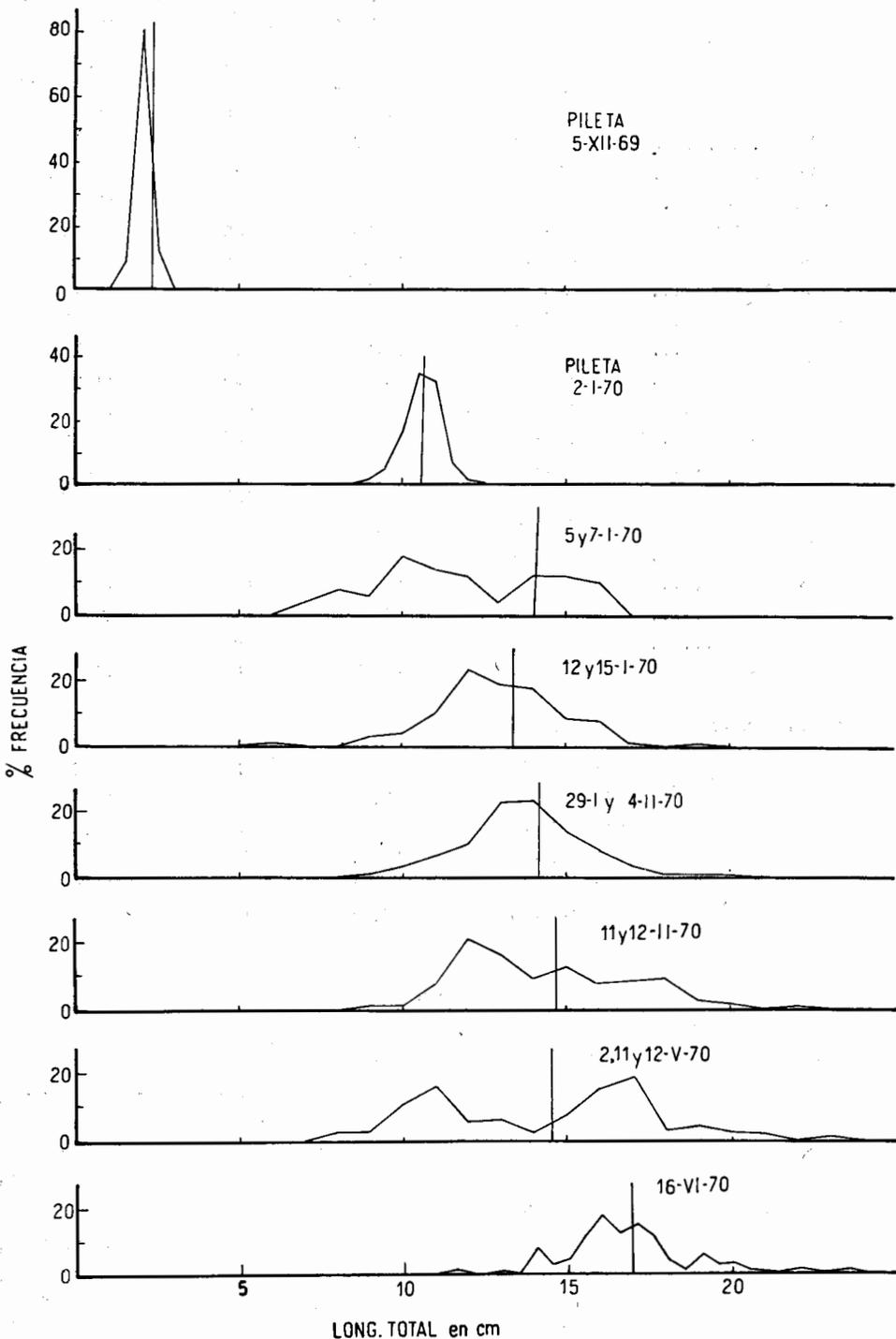


Fig. 6. — Polígonos de frecuencias de los distintos muestreos efectuados para el control del crecimiento en longitud en la isla Los Sapos. Las dos gráficas superiores representan los registros efectuados en piletas del INALI, y los restantes en los ambientes naturales.

sexo les fue aplicado un intervalo de confianza de  $S_b$  (para un  $t = 95\%$  de probabilidad) siendo los resultados prácticamente coincidentes, motivo por el cual para una primera estimación de la edad se tiene en cuenta el lote en su totalidad.

TABLA 10.—*Relación longitud total/radio opérculo de Prochilodus platensis por sexo y en forma conjunta.*

Sexo	Individuos N	Clases n	Long. total extremas	a	b	$S_b$
Ambos sexos . .	133	26	3-67	0,30416	0,07181	0,00089
Hembras . . . . .	70	20	9-67	0,33505	0,07139	0,00173
Machos . . . . .	35	17	9-59	0,36945	0,07179	0,00355

A fin de efectuar el cálculo de las longitudes del pez en la época de formación de cada anillo, fueron promediados los valores de los segmentos a cada anillo, tanto en la totalidad del lote como también separadamente por sexo. Los resultados se detallan en la tabla 11. Como era de suponer, dichos valores no difieren sustancialmente, y teniendo en cuenta que al considerar el grupo de *ambos sexos* se han incluido también pequeños ejemplares en los que no fue posible determinar el sexo, resultan en principio más ajustados para tener en cuenta estos valores como índice de crecimiento en longitud a cada año de vida de la especie.

TABLA 11.—*Longitud total de Prochilodus platensis, según interpretación de opérculos y escamas.*

Anillo	Radio opérculo, long. calculadas			Radio escamas $\times 10$ , long. calculadas		
	Ambos sexos	Machos	Hembras	Ambos sexos	Machos	Hembras
I . . . . .	19,7	19,4	19,3	19,2	21,5	22,9
II . . . . .	29,7	29,5	29,0	31,2	33,0	32,2
III . . . . .	36,2	36,8	35,3	37,7	38,8	38,2
IV . . . . .	41,0	42,2	40,4	41,8	43,1	43,0
V . . . . .	44,6	42,9	44,6	45,3	45,3	46,6
VI . . . . .	49,5	47,4	49,5	47,7	46,0	49,5
VII . . . . .	51,8	—	51,6	50,3	—	50,2
VIII . . . . .	51,8	—	51,6	53,3	—	52,8
IX . . . . .	57,0	—	56,9	— <sup>1</sup>	—	— <sup>1</sup>
X . . . . .	58,4	—	58,3	— <sup>1</sup>	—	— <sup>1</sup>

ESCAMAS: En los mismos individuos se efectuó el estudio lepidológico, procesándose los datos, al igual que para los opérculos, en forma conjunta para todo el lote, y separadamente para cada sexo. Los valores de las ecuaciones calculadas, número de clases, etc. se detallan en la tabla 12. Al aplicar un intervalo de confianza de  $S_b$  (para un  $t = 95\%$  de probabilidad) se observa que los valores de los machos comprenden a los de las hembras, resultando así en gran parte coincidentes. En la tabla 11 se resumen los resultados obtenidos del cálculo de regresión para cada año de vida.

<sup>1</sup> La ausencia de información es debida a la carencia de escamas factibles de ser interpretadas dentro de las muestras obtenidas. Los valores estimados en los ejemplares de mayor talla resultan un tanto inexactos debido a la poca representación de tales edades.

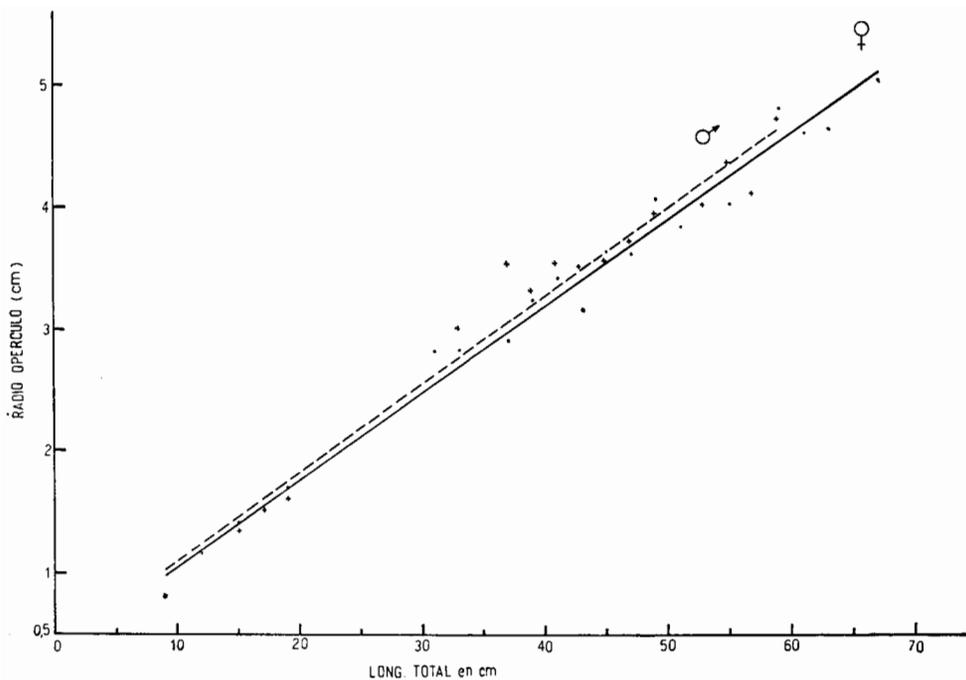


Fig. 7. — Relación *longitud total/radio del opérculo* para machos y hembras. Los puntos y cruces representan los promedios de los valores que sirvieron de base al cálculo de la ecuación para hembras y machos, respectivamente, y las rectas los valores calculados teóricamente (línea interrumpida, machos; línea continua, hembras).

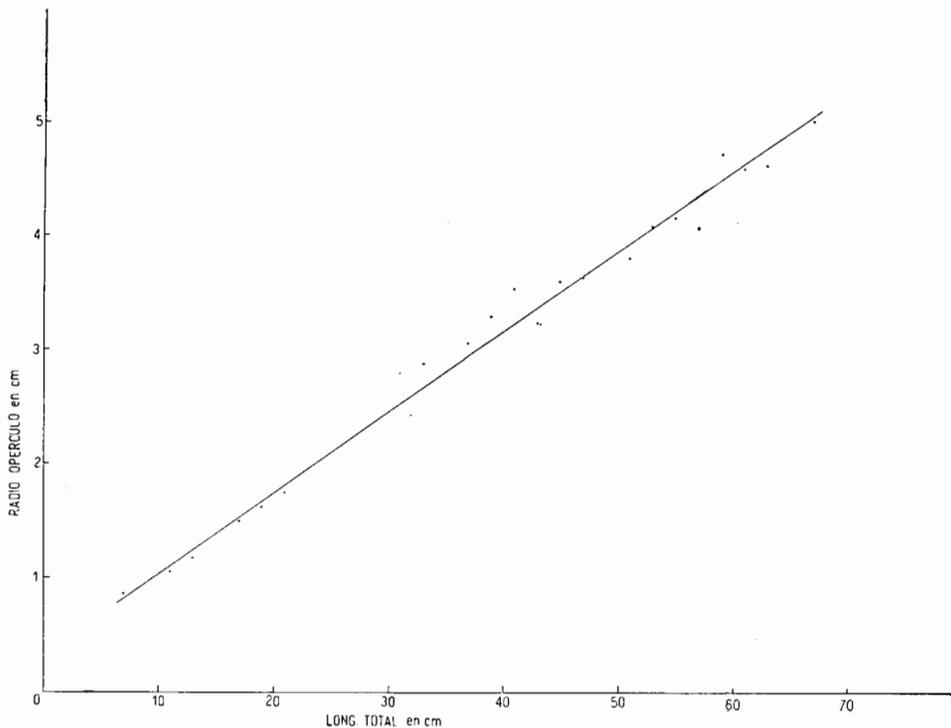


Fig. 8. — Relación *longitud total/radio del opérculo* para ambos sexos. Los puntos representan los promedios de los valores que sirvieron de base al cálculo de la ecuación y la recta los valores estimados teóricamente.

TABLA 12. — *Relación longitud total-radio de la escama  $\times 10$  de Prochilodus platensis por sexo y en forma conjunta.*

Sexo	Individuos N	Clases n	Long. total extremas	a	b	Sb
Ambos sexos ..	127	23	3-61	0,0205	0,19465	0,04310
Hembras .....	60	19	9-61	0,33156	0,20228	0,01220
Machos.....	28	14	9-55	0,15835	0,1863	0,05320

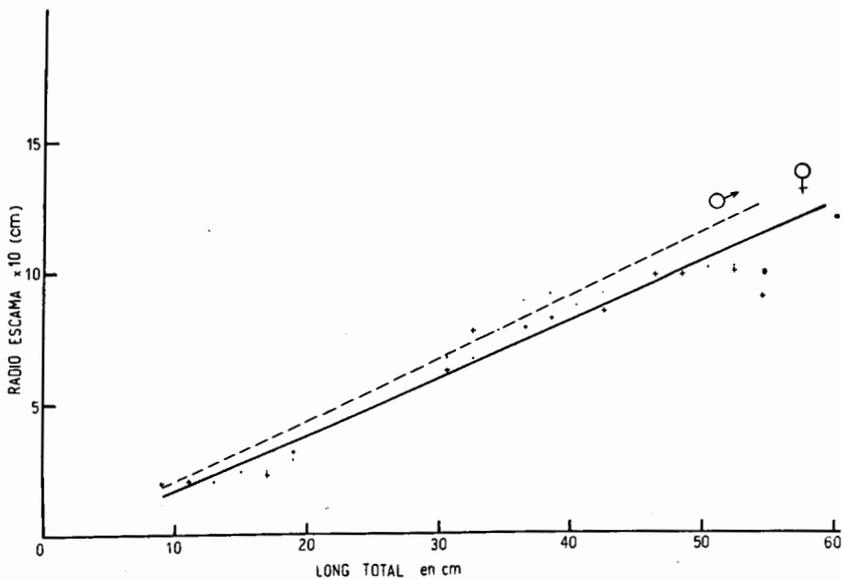


Fig. 9. — *Relación longitud total/radio de la escama ( $\times 10$ ) para machos y hembras. Los puntos y cruces representan los promedios de los valores que sirvieron de base al cálculo de la ecuación para hembras y machos, respectivamente, y las rectas los valores calculados teóricamente (línea interrumpida, machos; línea continua, hembras).*

Considerando los resultados obtenidos por medio de la investigación lepidológica y de la interpretación y estudio de los opérculos en los mismos ejemplares, podemos decir que, en términos generales, no se aprecian diferencias mayores entre sexos en ninguna de las dos relaciones consideradas. Además los resultados obtenidos en forma global para ambos sexos e indeterminados, calculados en base al estudio de los opérculos, podrían tenerse en cuenta como base para estudios futuros, ya que son valores bastante constantes y que han sido calculados a partir de datos obtenidos en ejemplares que abarcaron una gama bastante amplia de longitudes, desde pequeños especímenes hasta aquéllos de gran porte.

#### b) ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE ESTRUCTURAS DE LAS ESCAMAS:

En general podemos decir que si bien se presentan diversas formas de anillos de crecimiento, dos fueron los más notables: a) *annulus* que denominaremos verdaderos, y que corresponderían a una marca anual, que se continúan a través de todo el campo anterior de la escama, y que pueden o no estar acompañados por desgaste; b) otro tipo de anillo que se acentúa en la parte anterior de la escama, en tanto que en las porciones laterales no hay interrup-

ción de *circuli*. Estos anillos aparecen justamente a partir del segundo año de vida y probablemente corresponderían a fenómenos reproductivos, que en estos peces se inician a partir del segundo año de vida (Pignalberi <sup>8</sup>).

El estudio de los bordes de las escamas procedentes de individuos capturados en diferentes épocas del año, permite tener una primera idea sobre el período en que *Prochilodus platensis* registra sus marcas anuales. Además, el

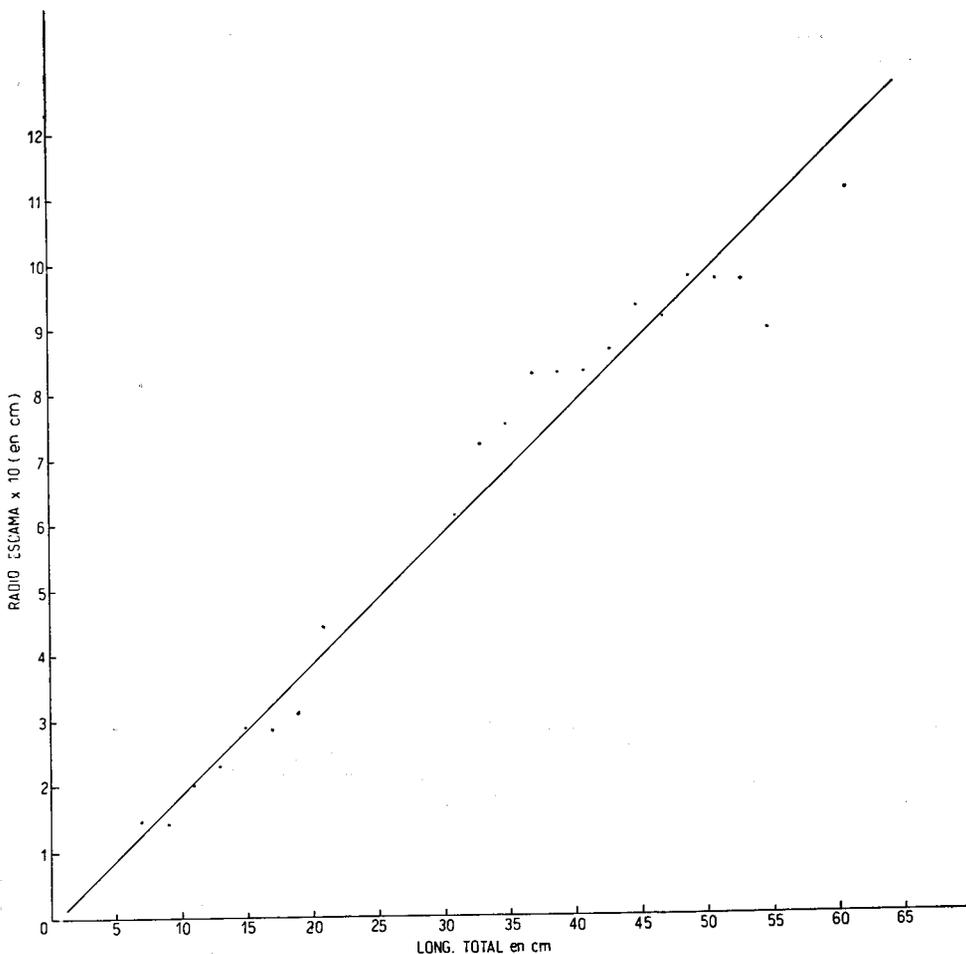


Fig. 10. — Relación *longitud total/radio de la escama* ( $\times 10$ ) para ambos sexos. Los puntos representan los promedios de los valores que sirvieron de base al cálculo de la ecuación y la recta los valores estimados teóricamente.

estudio de peces mantenidos en condiciones ambientales desfavorables, tal el caso de ejemplares de mediana talla criados en piletas del Instituto Nacional de Limnología, ha posibilitado reunir mayores elementos de juicio a este respecto.

De todo lo analizado se puede expresar que esta especie forma su marca anual o *annulus* verdadero en invierno, más precisamente con los primeros fríos. Además se ha observado que la alimentación resulta un factor de primordial importancia en el crecimiento y reabsorción de las escamas. En efecto, el estudio de las escamas de individuos mantenidos en condiciones artificiales desfavorables (especialmente por falta de alimento) reveló que las mismas

presentan los bordes con evidentes signos, no sólo de detención del crecimiento, sino también de reabsorción de los mismos.

Por otra parte, el estudio de ejemplares de pequeña talla procedentes de charcas temporarias de la isla Los Sapos ha puesto de manifiesto la presencia de anillos que no corresponden a una marca invernal o "anillo verdadero", sino que parecen corresponder al momento en que los peces ingresan desde el río a tales cuerpos de agua y se ambientan en los mismos. Estos anillos pueden llevar a determinaciones falsas si se consideran como primer anillo al estudiar estos ejemplares cuando ya han alcanzado mayor talla y al hacer los correspondientes cálculos de regresión a partir del estudio lepidológico.

Otro hecho de destacar es la presencia en la parte central (en un elevado porcentaje dentro de las escamas estudiadas en ejemplares capturados aún en diversos ambientes) de zonas desgastadas o corroídas, que parecen desarrollarse desde el centro a la periferia. Estas anomalías, cuyo origen resulta desconocido, dificultan muchas veces la observación del primer anillo anual, y algunas aún se presentan muy desarrolladas, imposibilitando la utilización de la escama para la determinación de la edad del ejemplar.

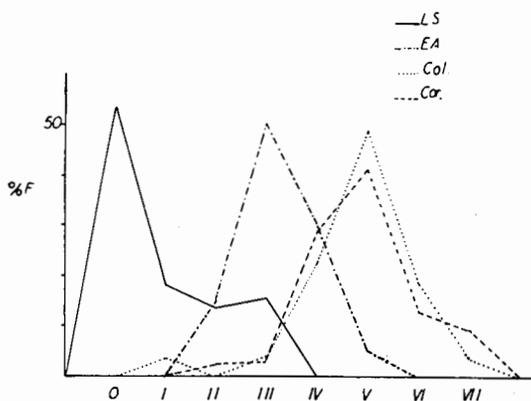


Fig. 11. — Polígonos de frecuencias según grupos de edad. (L. S., cuencas de la isla Los Sapos; E. A., El Alemán; Col., río Colastiné; Cor., río Coronda).

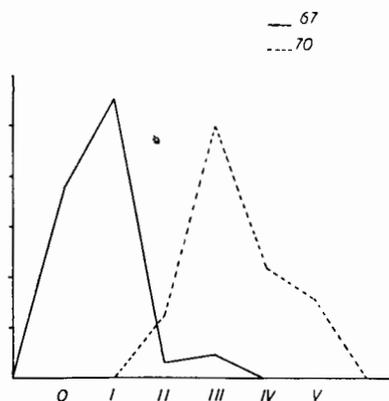


Fig. 12. — Polígonos de frecuencias para el madrejón Don Felipe, según grupos de edad. La línea llena corresponde al año 1967 y la interrumpida al 1970.

#### INTEGRACION DE LAS POBLACIONES DE *PROCHILODUS PLATENSIS* EN LOS DISTINTOS AMBIENTES CONSIDERADOS, SEGUN GRUPOS DE EDAD

Para este aspecto del trabajo se consideran cinco ambientes, que incluyen los típicamente lóticos: río Coronda y río Colastiné, así como también los de carácter lenítico: cuencas temporarias de la isla Los Sapos, El Alemán y madrejón Don Felipe. En total fueron estudiadas escamas de unos 300 ejemplares, que fueron agrupados en cada ambiente según grupos de edad, designándose como grupo 0 a aquel integrado por individuos que no presentaban marca alguna en las escamas, como grupo I (con una sola marca) y así sucesivamente. En la figura 11 se han trazado los polígonos de frecuencias en base a dichos grupos de edad y a los porcentajes de representación de los mismos en las muestras estudiadas.

Analizando dicha gráfica se observa que en los pequeños cuerpos de agua temporarios de la isla Los Sapos, se dan poblaciones de esta especie de ejemplares muy jóvenes, que en su mayoría no han cumplido su primer año de

vida, estando los grupos de edad I, II y III representados con porcentajes mucho menores. En un ambiente típicamente isleño (permanente) como en el caso de la laguna El Alemán, se aprecia que las máximas frecuencias se dan en la clase de edad III, en tanto que en aquellos ambientes claramente lóticos se observa un predominio de clases de mayor edad: grupo V, cual es el caso del río Coronda y del río Colastiné.

Separadamente (fig. 12) se han graficado los datos correspondientes al madrejón Don Felipe, según dos períodos de trabajo: en XII-1967 y en V-1970, a los fines comparativos. Para el primer muestreo se observa la máxima elevación en la clase de edad I, en tanto que dentro del muestreo del año 1970 tal pico se ve desplazado al grupo de edad III. Lo expresado vendría a indicar que puede tratarse de la misma población que habría evolucionado dentro de este ambiente, probablemente debido a la existencia de ciclos hidrológicos anormales durante el período considerado, con crecientes de reducida magnitud, que hubieran imposibilitado la migración de los peces desde el madrejón a aguas abiertas cercanas.

#### RESUMEN Y CONCLUSIONES

a) Existe una definida relación entre la longitud *fork* y la longitud total en ejemplares de ambos sexos, que responden a una recta cuya ecuación fue calculada.

b) El incremento en peso a través de las distintas longitudes —estudiado en la relación longitud/peso— puso de manifiesto que las diferencias según los sexos, resultan variables de acuerdo al ambiente que se considere.

c) El factor de condición, promediado por mes y sexo para los individuos del parque Belgrano, muestra valores máximos en otoño y primavera, coincidiendo con los períodos de mayor actividad metabólica de la especie.

d) El crecimiento de *Prochilodus platensis* durante los primeros meses de vida fue comprobado experimentalmente, y a través de controles de longitud y peso en ambientes naturales. A través de los mismos pudo establecerse que en las primeras etapas de crecimiento el desarrollo en longitud es muy rápido, pasando de 2,3 a 15 cm en 180 días (valores promedio).

e) El estudio comparativo de escamas y opérculos en los mismos individuos permite expresar que los elementos nombrados en segundo término resultan los más indicados para la determinación de la edad, no revelando diferencias de consideración según los sexos. No obstante ello, en caso de no contar con los mismos, las escamas pueden proveer buenos resultados.

f) Tomando como base los valores promedio de longitud obtenidos a partir del estudio de los huesos operculares (ambos sexos) a cada año de vida, fue aplicada la ecuación de von Bertalanffy, con el siguiente resultado:

$$l. t. = 62,63 (1 - e^{-0,2415 (t + 0,5714)})$$

donde l. t. es el largo total del pez en un tiempo cualquiera t.

A partir de la misma fueron estimadas las longitudes para cada año de vida, obteniéndose los siguientes valores:

I.....	19,8	V .....	49,9
II.....	28,9	VII.....	52,5
III.....	36,1	VIII.....	54,7
IV.....	41,8	IX.....	56,4
V.....	46,2	X.....	57,7

El valor 62,63, que representaría la máxima medida a la cual tiende la longitud del pez, resulta quizá, un tanto bajo, pero debe tenerse en cuenta que es el resultado de los valores utilizados para el cálculo de la ecuación, que en este caso correspondieron a ejemplares que no alcanzan las tallas extremas de la especie.

g) Comparando los resultados obtenidos en el presente trabajo y los hallados por otros autores respecto a la longitud que alcanza la especie en el momento de la formación de cada anillo, debemos expresar que los valores dados por Cabrera y Candia (3) oscilan dentro de un rango muy amplio lo que dificulta la comparación de los mismos.

No ocurre de igual modo con los resultados dados por Vidal (12) quien detalla claramente la longitud del pez para cada año de vida. Lo expresado por este autor, en el sentido de que la dificultad de interpretar escamas de peces de más de 5 años de vida puede llevar a resultados arbitrarios, coincide con lo observado por nosotros para los peces del Paraná medio. Si bien dicho autor trabajó con un número elevado de ejemplares ( $n = 1.500$ ), los resultados obtenidos respecto de la longitud de la especie para cada año de vida resultan bastante dispares. Estas diferencias (para algunos años muy notoria: II, III, IV) puede ser atribuida a la distinta metodología empleada en la obtención de dichos valores. En efecto, tal autor obtiene promedio de longitud contando los anillos de las escamas y de esta manera queda omitido el crecimiento operado desde el último anillo al borde de la escama, distancia ésta que resulta variable según la fecha de captura del ejemplar: será mínimo o nulo en ejemplares capturados en invierno (época de formación del anillo) y máximo en aquellos ejemplares capturados al final de la temporada de crecimiento (verano). Por todo lo expuesto, se estima que las diferencias halladas no son debidas a un ritmo de crecimiento distinto para los ambientes considerados, sino más bien a las diferencias metodológicas apuntadas.

Comparando los resultados obtenidos por Pereira de Godoy (7), quien ha estudiado el "curimbatá" (*Prochilodus scrofa*), especie muy próxima al sábalo (*P. platensis*) respecto de las longitudes promedio de la especie para cada año de vida, surgen diferencias en el sentido de que los valores por él obtenidos, resultan inferiores para todas las edades.

h) Por lo que hace a la integración de las poblaciones según grupos de edad en diferentes ambientes leníticos y lóticos, puede expresarse que en pequeños cuerpos de agua transitorios, fácilmente alcanzables por las aguas de inundación, existe un predominio de ejemplares jóvenes que no han alcanzado su primer año de vida, en tanto que los ambientes lóticos están habitados por poblaciones adultas (máximas frecuencias en el grupo V), dándose, en ambientes isleños típicos, poblaciones intermedias con máximas frecuencias en los grupos de edad III.

#### AGRADECIMIENTO

La autora se hace un deber agradecer al Dr. William F. Sigler (College of Natural Resources, Utah State University) por las valiosas sugerencias recibidas para la realización del presente trabajo, especialmente aquellas relativas al estudio lepidológico.

## BIBLIOGRAFIA

1. BACHMANN, A. 1953. Sábalo. *Prochilodus lineatus* Val. (fam. Anostomidae). *Ichthys* I (3) : 119-123.
2. CABRERA, S. A. y CANDIA, C. 1961. Algunos aspectos de la biología del sábalo en el Río de la Plata (Resumen). *Physis* XXII (63) : 203-208.
3. — 1964. Contribución al conocimiento de la biología del sábalo (*Prochilodus platensis* Holmberg) del Río de la Plata. B. Estudio bio-ecológico. III Análisis del crecimiento. C. Estudio bio-económico. *Rev. Inv. Agropec.* I (4) : 57-83.
4. CORDIVIOLA, E. 1966. Edad y crecimiento del dorado (*Salminus maxillosus* Cuv. y Val.) en el Paraná medio. *Physis* XXVI (72) : 293-311.
5. HILE, R. 1970. Body-scale relation and calculation of growth in fishes. *Trans. Amer. Fish. Soc.* XCIX (3) : 468-474.
6. LE CREN, E. D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecology* XX (2) : 201-219.
7. PEREIRA DE GODOY, M. 1959. Age, growth, sexual maturity, behavior, migration, tagging and transplantation of the Curimbatá (*Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881) of the Mogi Guassu River, São Paulo State, Brasil. *An. Acad. Brasil. Cien.* XXXI (3) : 447-477.
8. PIGNALBERI, C. 1965. Evolución de las gonadas en *Prochilodus platensis* y ensayo de clasificación de los estados sexuales. (*Pisces, Characidae*). *An. II Cong. Lat. Amer. Zool.* II : 203-208. São Paulo.
9. RISSO, F. 1949. Contribución al conocimiento del «sábalo» en la Cuenca del Plata (*Characiniidae, Prochilodontinae*). Tesis Doctoral presentada ante la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata. (Inédita).
10. SNEDECOR, G. 1962. *Métodos estadísticos aplicados a la investigación agrícola y biológica* : 626 pág. México. Cía. Edit. Continental, S. A.
11. TESCH, F. W. 1968. Age and growth. In : RICKER. *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. I.B.P. Handbook* (3) : 93-123.
12. VIDAL, J. C. 1967. *Contribución al estudio biológico del Sábalo de los ríos Paraná y Uruguay* : 1-51. Dir. Gral. Pesca y Cons. Fauna.

# **ProBiota**

*(Programa para el estudio y uso sustentable de la biota austral)*

Museo de La Plata  
Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP  
Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Argentina

## **Directores**

Dr. Hugo L. López  
hlopez@fcnym.unlp.edu.ar

Dr. Jorge V. Crisci  
crisci@fcnym.unlp.edu.ar

**Versión Electrónica**  
**Diseño, composición y procesamiento de imágenes**

**Justina Ponte Gómez**

**División Zoología Vertebrados**  
**FCNyM, UNLP**

**[jpg\\_47@yahoo.com.mx](mailto:jpg_47@yahoo.com.mx)**

<http://ictiologiaargentina.blogspot.com/>

<http://raulringuelet.blogspot.com.ar/>

Indizada en la base de datos ASFA C.S.A.