

Crecimiento del pejerrey, *Odontesthes bonariensis* (Pisces, Atheriniformes) en el embalse La Florida, San Luis, Argentina.

Sara Beatriz SVERLIJ (1),
José Pedro MESTRE ARCEREDILLO (1)

RESUMEN

Se estudió el crecimiento del pejerrey, *Odontesthes bonariensis*, en el embalse La Florida, a partir de muestras obtenidas con redes agalleras de varios tamaños de malla. La edad fue determinada a través de la lectura de escamas. Los anillos de crecimiento, anuales, se marcan en primavera, coincidiendo con el periodo de maduración de las gonadas y el desove. Se observaron individuos de hasta 5 años. Se retro calcularon las tallas a cada edad. Se observó sobreestimación de las longitudes medias de las edades 1 y 2, probablemente por la selectividad de las artes de pesca; por esta razón, la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy se calculó con las longitudes retrocalculadas de los individuos de 3 a 5 años de edad, siendo: L_t (machos) = 350 mm ($1 - e^{-0.384(t + 0.570)}$) y L_t (hembras) = 388 mm ($1 - e^{-0.304(t + 0.678)}$). El crecimiento calculado en este embalse fue el más bajo de los determinados en ambientes semejantes, lo cual puede ser explicado por la ausencia de macrozooplancton u otro alimento de tamaño adecuado. Sin embargo, el índice cefálico, que es un indicador del crecimiento, concuerda con los valores normales reportados para esta especie, en los rangos de tallas considerados.

PALABRAS CLAVE : Peces — Agua dulce — Pejerrey — *Odontesthes bonariensis* — Edad — Crecimiento — Maduración — Alimentación.

ABSTRACT

GROWTH OF THE ARGENTINE SILVERSIDE, *ODONTESTHES BONARIENSIS*, PISCES, ATHERINIFORMES, IN LA FLORIDA RESERVOIR (SAN LUIS, ARGENTINA)

The growth and reproduction of the argentine silverside, was studied through samples taken with a mixed fleet of gill nets of different mesh sizes, between October 1980 and November 1981. Ageing on scales was validated through marginal increment analysis; annulus formation was proved to occur once a year in spring. Maximum observed age was five years. Sizes at each age were back calculated and Lee's phenomenon at ages 1 and 2 was observed, probably due to gear selectivity. Therefore growth was back calculated in fishes from 3 to 5 years old. The von Bertalanffy equations based on back calculated total lengths were L_t (males) = 350 mm ($1 - e^{-0.384(t + 0.570)}$) and L_t (females) = 388 mm ($1 - e^{-0.304(t + 0.678)}$). The growth of *O. bonariensis* in the reservoir is one of the lowest reported for different environments, particularly between ages 3 and 5. This can be explained by the absence of suitable food (big size zooplankton or alternative preys). However the cephalic

(1) Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Santa Fe 1548, piso 7°, CP 1060 Buenos Aires, Argentina.

indexes recorded agree with the normal values reported for this species in the size range considered. Maturation and spawning were observed in spring.

KEY WORDS : Fish — Fresh waters — South America — *Odontesthes bonariensis* — Age — Growth — Maturation — Feeding.

RÉSUMÉ

CROISSANCE DU PEJERREY, *ODONTESTHES BONARIENSIS*, PISCES, ATHERINIFORMES, DU LAC DE BARRAGE LA FLORIDA (SAN LUIS, ARGENTINE)

La croissance du pejerrey *Odontesthes bonariensis* d'un lac de barrage de la zone néotropical (33° 08' S, 66° O) est décrite à partir d'échantillons obtenus avec des filets maillants de diverses mailles. L'âge a été déterminé par lecture des écailles, dans lesquelles les anneaux de croissance se marquent au printemps, en coïncidence avec la période de maturation des gonades et la ponte. On a observé des individus jusqu'à 5 ans. Le rétrocalcul des tailles à chaque âge surestime la longueur des âges 1 et 2, probablement en raison de sélectivité de l'engin de pêche. L'équation de von Bertalanffy a donc été calculée avec les exemplaires âgés de 3 à 5 ans : L_t (mâles) = 350 mm $(1 - e^{-0,384(t + 0,570)})$ et L_t (femelles) = 388 mm $(1 - e^{-0,304(t + 0,878)})$. La croissance calculée pour le lac La Florida est plus basse que dans d'autres milieux semblables, ce qui peut s'expliquer par l'absence de macrozooplancton ou d'autres aliments de taille convenable. Cependant, l'index céphalique, qui est un indicateur de croissance, concorde avec les valeurs normales rapportées pour cette espèce dans les gammes de taille considérées.

MOTS CLÉS : Poissons — Eau douce — Amérique du Sud — *Odontesthes bonariensis* — Âge — Croissance — Maturation — Alimentation.

1. INTRODUCCION

El presente trabajo se realizó por requerimiento de la Dirección de Recursos Naturales Renovables de la Provincia de San Luis, debido a la preocupación por las bajas tallas de los pejerreyes capturados por los pescadores deportivos en el embalse La Florida, atribuidas a deficiencias en el crecimiento. En el mismo se describe el crecimiento individual en la población de *O. bonariensis*, comparándolo con el comunicado para la misma especie en otros ambientes (BOSCHI y FUSTER DE PLAZA, 1959; FREYRE *et al.*, 1966; BURBIDGE *et al.*, 1974; FREYRE *et al.*, 1983), y se analizan además algunos aspectos referidos a la alimentación y la reproducción, que permitirían explicar el crecimiento de la especie en este embalse.

El embalse está ubicado entre los 33° 08' de latitud Sur, y los 66° de longitud Oeste, en la Sierra de San Luis, a 47 km de la capital de la provincia del mismo nombre. Es un lago artificial que desagota por el Río Quinto, y cuyos principales afluentes son los ríos Grande y Trapiche (figura 1). Tiene una superficie de 840 ha; embalsa a cota máxima un volumen de 101.10⁶ m³; su profundidad media es de 12 m, y la máxima profundidad registrada es de 45 m.

La cuenca tributaria es de tipo torrencial, con precipitaciones de alrededor de 700 mm anuales (SANTA, 1980). El embalse es de tipo monomítico templado, con un único período anual de circulación, entre marzo y octubre, y su temperatura nunca desciende de 4 °C. La temperatura de superficie mínima registrada durante el período de estudio, fue de 9 °C en el mes de julio, en invierno, y la temperatura máxima de superficie en el mismo período, se produjo en el mes de diciembre, en verano, y fue de 26 °C (MENU MARQUE *et al.*, 1983). No existen registros de temperaturas medias estacionales.

La fauna íctica está compuesta por carpa común, *Cyprinus carpio*, perca bocona, *Percichthys colhuapensis*, trucha arco iris, *Salmo gairdneri*, gold fish, *Carassius auratus*, y pejerrey, todas especies introducidas. El pejerrey fue introducido poco tiempo después de finalizadas las obras del dique, en 1953, por siembras de alevinos efectuadas por la Dirección Nacional de Pesca Continental.

Siguiendo a Campos, 1982, adoptamos para el pejerrey el nombre de *Odontesthes bonariensis*, en reemplazo de *Basilichthys bonariensis*, utilizado por otros investigadores.

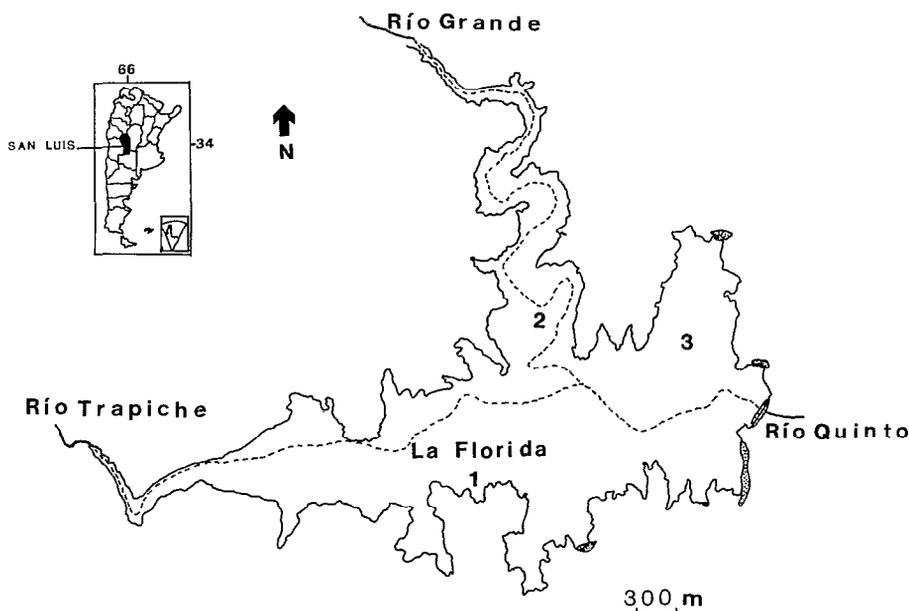


FIG. 1. — Mapa del Embalse La Florida. 1, 2 y 3 : zonas de pesca con redes.
 Situation et carte du Lac de Barrage «La Florida». 1, 2 et 3 : zones de pêche avec des filets maillants.

2. MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron 776 pejerreyes obtenidos entre octubre de 1980 y noviembre de 1981, en 8 campañas de muestreo de 4 días de duración cada una, y en capturas realizadas en 3 concursos de pesca deportiva.

En las campañas de muestreo se utilizó una batería de redes agalleras de 50 m de longitud cada una, coeficiente de armadura de 0.5, y las siguientes aberturas de malla (longitud entre nudos consecutivos) y altura :

Abertura de malla (mm)	25	30	35	40	45	52	60
Altura (m)	2.0	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5	2.7

Las redes se calaban durante la noche en zonas bajas (figura 1), donde ocupaban toda la columna de agua, en forma perpendicular a la línea de costa, y se recogían a la mañana. Los pescadores deportivos utilizaban anzuelos de 8 mm de abertura, cuyo uso es común en todos los ambientes del país en que se halla esta especie, pues permiten capturar las mayores tallas conocidas. Durante el desarrollo de los concursos de pesca, se obtuvieron ejemplares en toda la extensión del embalse, incluyendo las zonas de mayor profundidad, dado que los pescadores deportivos se trasladan en embarcaciones a motor, buscando las zonas de mayor concentración de peces.

A cada ejemplar se le midieron las longitudes total, standard y de la cabeza al milímetro inferior, peso entero en gramos, se consignó sexo y estadio gonadal y se le extrajeron escamas. La longitud total se midió desde el extremo anterior del hocico hasta una línea tangente al extremo de ambos lóbulos caudales en posición natural. La longitud de la cabeza se consideró desde la vertical que pasa por el borde anterior del hocico hasta la que pasa por el borde posterior del opérculo, incluyendo la membrana branquiostega.

Los estadios de desarrollo gonadal se identificaron macroscópicamente; se utilizó una escala de madurez sexual de 6 estadios, similares a los descritos por BOSCHI y FUSTER de PLAZA (1969) y LOUBENS y OSORIO (1988) cuya descripción puede resumirse de la siguiente manera :

Estadio I : Inmaduro. Hembras con ovarios como finas cintas transparentes o ligeramente rosadas. Machos con testículos muy delgados, transparentes o algo blancuzcos en las partes gruesas.

Estadio II : En reposo. Ovarios como cordones más voluminosos, de sección redondeada, menos transparentes, toman un tono amarillo-rosado. Testículos de mayor grosor y opacidad, de sección triangular, blanquecinos.

Estadio III : En maduración. Ovario amarillo claro, con oocitos visibles a simple vista. Testículos opacos, con bordes irregulares, blanco-grisáceos.

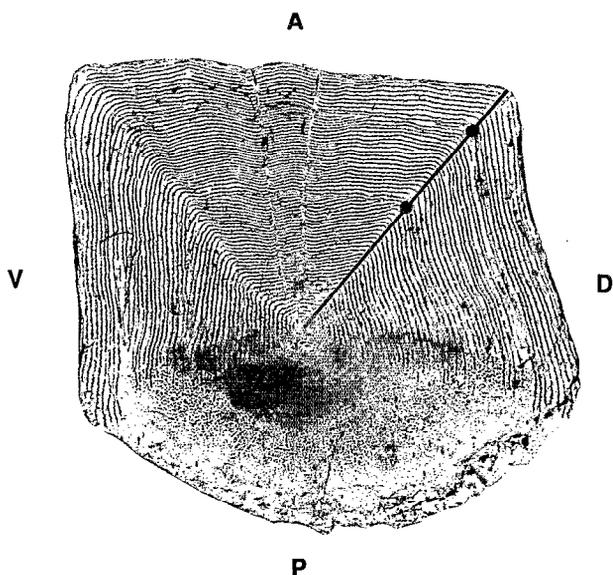


FIG. 2. — Escama de pejerrey, *Odontesthes bonariensis* de 2 años de edad. A : campo anterior o craneal; P : campo posterior o caudal; D : campo dorsal o lateral; V : campo ventral o lateral.

Écaille de pejerrey, *Odontesthes bonariensis*, de 2 ans d'âge. A : champ antérieur; P : champ postérieur; D : champ dorsal; V : champ ventral.

Estadio IV : En maduración avanzada. El ovario, de aspecto similar al estadio III, ocupa casi toda la cavidad general. El testículo abarca también casi toda la cavidad del cuerpo, engrosa sus paredes y se torna más grisáceo.

Estadio V : Freza. Ovario amarillo claro, con ovas translúcidas libres, de color ámbar. En los machos la gonada llena toda la cavidad general, hay esperma abundante, que fluye, al igual que los oocitos en esta etapa, ante una suave presión del vientre.

Estadio VI : Post-freza o recuperación. Ovarios y testículos flácidos y muy irrigados.

Las escamas se extrajeron de la zona ubicada por arriba de la línea lateral, y por debajo de las dos aletas dorsales, se lavaron en una solución de detergente sintético con enzimas, y se montaron entre dos vidrios 4 a 6 escamas de cada ejemplar.

Para la determinación de edad se observaron escamas de 653 individuos, con un microscopio binocular con 12.5 aumentos e iluminación diascópica. Mediante un ocular micrométrico se midió la distancia al borde de la escama y a cada uno de los anillos, en el radio cráneo-dorsal (figura 2); las medidas se expresaron en divisiones del ocular micrométrico. Las escamas de cada pez fueron

leídas dos veces independientemente; cuando hubo discrepancia en ambas lecturas, o dificultad en la discriminación entre anillos verdaderos y falsos, se hicieron nuevamente dos lecturas. En el caso de persistir la discordancia, se desecharon las escamas de ese pez por ilegibles. Se consideraron anillos falsos a aquellos cuyo recorrido no se podía seguir claramente en todo el campo anterior, los que no se presentaban en todas las escamas de un individuo o aquellos cuya distancia con otros *annuli* era demasiado próxima. En general la identificación de los mismos no presentó mayores dificultades, y sólo debió descartarse un 7.5 % de las muestras.

Se determinó la relación entre el crecimiento del cuerpo del pez y el de la escama, por el método de regresión funcional (RICKER, 1975). Para ello se midió la longitud del radio (S) de 5 escamas por cada ejemplar, en promedio, y se graficaron todas estas medidas contra la longitud total del pez (L_T). La pendiente de la recta así obtenida, del tipo $L_T = a + b * S$, se utilizó en la ecuación de Fraser (1916) y Lee (1920) (en Chugunova, 1959) para efectuar el retrocálculo, de tal manera que :

$$L_n = \frac{S_n}{S} (L - a) + a$$

L_n = longitud total del pez a la edad n (mm)

S_n = radio de la escama al n-ésimo anillo (divisiones del ocular micrométrico).

S = radio total de la escama.

L = longitud del pez observada.

a = ordenada al origen de la recta de regresión funcional longitud pez-longitud escama.

Se ajustó la curva de crecimiento de von Bertalanffy a las tallas retrocalculadas y se calcularon los parámetros de las ecuaciones para machos y para hembras por separado. A fin de comparar nuestros resultados con los de otros autores, se calcularon también para ambos sexos en conjunto, así como la ecuación que permite conocer la longitud standard (L_{ST}) a partir de la longitud total (L_T) mediante la regresión funcional del tipo $L_{ST} = a + L_T * b$.

Para validar las lecturas de edades se estudió la periodicidad en la marcación de los *annuli*, calculando el porcentaje de ejemplares con anillo en el borde en cada mes, durante un ciclo anual.

Con los datos de los peces capturados con red se calculó la ecuación que relaciona la longitud de la cabeza y la longitud del cuerpo, por medio de la regresión funcional de RICKER (1975), y el índice cefálico para cada intervalo de longitud standard de 10 mm de amplitud, dentro del rango de tallas muestreadas :

$$IC = \frac{\text{long. cabeza (mm)}}{\text{long. standard (mm)}} \cdot 100$$

TABLA I

Frecuencias absolutas por intervalos de longitud total de pejerreyes, *Odontesthes bonariensis*, capturados con redes agalleras de diferentes tamaños de malla, y con anzuelos. H : hembras; M : machos; T : total (incluyendo ejemplares de sexo no identificado)
Fréquences absolues par classes de longueur totale des pejerreys, Odontesthes bonariensis, capturés avec des filets maillants de diverses longueurs de maille et avec des hameçons. H : femelles; B : mâles; T : total

Longitud total (mm)	Batería de redes			Anzuelo		
	T	H	M	T	H	M
130 - 139				1		
140 - 149				6		
150 - 159				2		
160 - 159				10		2
170 - 179				7	3	
180 - 189				5	4	
190 - 199				7	3	2
200 - 209	1		1	5	2	3
210 - 219				5	1	3
220 - 229				6	3	3
230 - 239	1		1	10	5	5
240 - 249	9	6	3	22	13	9
250 - 259	53	28	25	17	9	8
260 - 269	94	56	38	13	8	5
270 - 279	88	43	45	17	9	8
280 - 289	117	54	63	17	10	7
290 - 299	83	41	42	7	4	3
300 - 309	63	31	32	4	1	3
310 - 319	32	17	15	4	1	3
320 - 329	30	18	12			
330 - 339	14	12	2	4	2	2
340 - 349	11	7	4			
350 - 359	3		3	2	1	1
360 - 369	4	2	2	1		1
370 - 379						
380 - 389	1		1			
390 - 399	1	1				
400 - 409	1	1				
TOTAL	606	317	289	170	79	68

Esto nos permitió comparar los valores observados y los esperados, y determinar si las pequeñas tallas capturadas correspondían a formas de inanición, como las describen RINGUELET (1942b) y RINGUELET *et al.* (1967).

3. RESULTADOS — Composición de tallas de la captura, proporción de sexos y estadio gonadal.

Del total de los ejemplares muestreados, el 78 % fue capturado con redes y el 22 % con anzuelos. Las tallas capturadas con anzuelos se hallaron comprendidas entre 130 mm y 360 mm de longitud total, y con redes entre 200 y 400 mm (tabla I). Con la batería de redes utilizada no se pudo evitar el problema de selectividad de las agalleras para las tallas pequeñas, dado que no se contó con mallas menores de 25 mm, por lo que no se capturaron ejemplares de menos de 230 mm de longitud total, que si se pescaron con anzuelo, menos selectivo para esta especie (tabla I). Se considera en cambio que las

tallas grandes están bien representadas en la muestra, ya que como fuera anteriormente expresado, el anzuelo se utilizó en todos los ambientes del embalse y permite pescar un amplio rango de longitudes.

La ecuación obtenida para la relación entre la longitud total y la longitud standard fue la siguiente :

$$L_{ST} \text{ (mm)} = -3.295 + L_T \text{ (mm)} * 0.86 \\ (r = 0.99 \quad N = 582)$$

Se determinó el sexo en 718 individuos de los cuales 52 % son hembras y 48 % machos. En 58 ejemplares no se pudo identificar el sexo por ser 33 de ellos juveniles cuyas longitudes totales estaban comprendidas entre los 138 mm y los 218 mm, con gonadas muy delgadas y transparentes, y en los demás por estar las gonadas maceradas. La composición por edades y por sexos de la captura se ve en la tabla II; en la misma están además los resultados de los tests de CHI-cuadrado, por los cuales se probó la hipótesis de igualdad en la proporción de sexos, por clase de edad.

TABLA II

Composición de sexos de pejerrey, *Odontesthes bonariensis*, por clases de edad (* $P < 0.05$; g.l. : grados de libertad)
 Composition en sexes de pejerreys, *Odontesthes bonariensis*, par classe d'âge (* $P < 0.05$; g.l. : degrés de liberté)

EDAD	H	M	g.l.	X ²
I	75	67	1	0.45
II	60	91	1	6.36*
III	80	78	1	0.025
IV	49	55	1	0.35
V	7	5	1	0.33

Sólo en la edad II se encontraron diferencias significativas, con un nivel de significación del 95 %.

En la tabla III se muestran las distribuciones mensuales de estadios gonadales; la misma se construyó con los individuos en los cuales se pudo distinguir el sexo, todos adultos mayores de 1 año de edad, que es aquella a la cual el pejerrey es capaz de reproducirse (RINGUELET *et al.*, 1967; HUET, 1970). Se observó un alto porcentaje de ejemplares con sus gonadas en maduración en septiembre y algunos en puesta. A partir de octubre las gonadas se presentaron totalmente maduras y en freza; las puestas continuaron de manera más reducida en noviembre y en diciembre. Por lo antedicho se concluye que en el embalse estudiado se repite el esquema conocido para otros ambientes geográficamente cercanos, en

TABLA III

Distribución de frecuencias porcentuales mensuales de estadio gonadal de pejerrey, *Odontesthes bonariensis*. H : hembras, M : machos
 Distribution de fréquences mensuelles d'état sexuel du pejerrey, *Odontesthes bonariensis*. H : femelles; B : mâles

Mes	Sexo	Estadio sexual											
		I		II		III		IV		V		VI	
		%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Enero	H			70.0	7	10.0	1	20.0	2				
	M			43.0	3	57.0	4						
Febrero	H			76.0	19	20.0	5	4.0	1				
	M			64.7	11	35.3	6						
Marzo	H												
	M												
Abril	H			66.7	14	23.8	5	4.8	1	4.8	1		
	M	33.3	8	58.3	14	8.3	2						
Mayo	H	28.6	4	64.3	9	7.1	1						
	M	62.5	5	37.5	3								
Junio	H			100.0	19								
	M	18.4	7	68.4	26	13.2	5						
Julio	H	55.6	5	22.2	2	22.2	2						
	M	33.3	3	33.3	3	33.3	3						
Agosto	H	25.0	2					25.0	2	50.0	4		
	M					100.0	1						
Septiembre	H	2.5	2			32.5	26	52.5	42	11.2	9	1.3	1
	M	1.4	1			56.2	41	39.7	29	2.7	2		
Octubre	H			4.3	3			7.0	5	76.0	54	12.7	9
	M			14.5	11	3.9	3	10.5	8	69.7	53	1.3	1
Noviembre	H	1.4	1	1.4	1	9.6	7	31.5	23	52.0	38	4.1	3
	M					70.8	34	25.0	12			4.2	2
Diciembre	H	1.9	1	7.5	4	9.4	5	22.6	12	20.8	11	37.7	20
	M	2.7	1	18.9	7	35.1	13	13.5	5	13.5	5	16.2	6

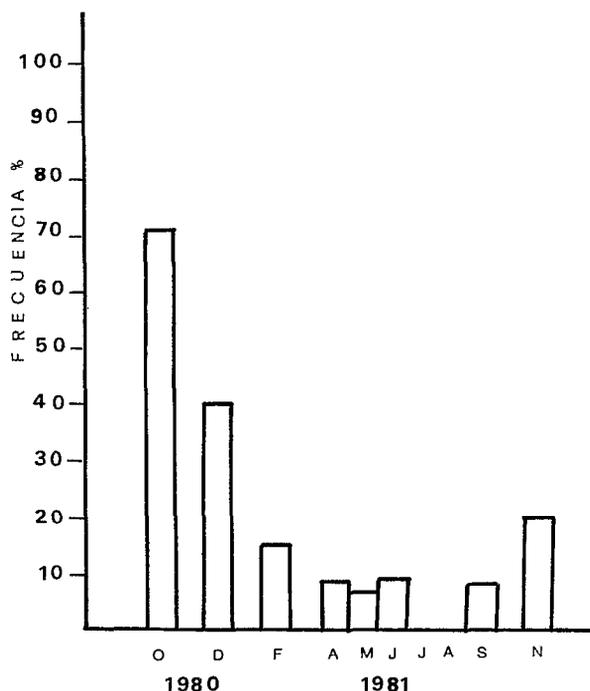


FIG. 3. — Frecuencia porcentual mensual de pejerreyes *Odontesthes bonariensis*, con *annulus* en el borde de la escama. *Fréquence en pourcentage d'accroissement marginal mensuel de pejerrey, Odontesthes bonariensis.*

escama o que lo han formado recientemente, muestra que el porcentaje es máximo en octubre (71 %), continúa alto en noviembre y diciembre y es mínimo durante el otoño y el invierno (figura 3). Por otro lado en muestreos realizados entre marzo y agosto, se observaron 38 pejerreyes de longitudes totales entre 138 y 218 mm, cuyas escamas no tenían ninguna marca de crecimiento. Esto permite suponer que los *annuli* se marcan durante la primavera.

(b) RETROCÁLCULO

La ecuación obtenida para la relación entre la longitud total del pez y la longitud de la escama es la siguiente :

$$L_T \text{ (mm)} = 51.816 + S * 4.525 \quad (r = 0.81)$$

Se retrocalcularon las tallas totales a cada *annulus* para los grupos de edades I a V, en 296 machos y 217 hembras, y se calcularon las longitudes medias para cada grupo de edad, y el incremento anual entre ellas (tabla IV). El incremento entre las tallas medias a edades 2 y 3 tanto en machos como en hembras es bajo. En las escamas de la mayoría de los individuos de edad 3 ó mayores, se observó que la distancia entre el segundo y tercer anillo era muy próxima, hecho que se presentó en todas las cohortes muestreadas.

Con las longitudes retrocalculadas se graficaron las curvas de crecimiento para las diferentes clases de edad (figura 4).

Se realizó un análisis de la varianza de un factor en cada edad para ambos sexos, y se probaron las diferencias en las tallas retrocalculadas a cada anillo de crecimiento, a partir de individuos de distintas clases de edad (tabla V). Se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) en las edades 1 y 2, tanto en machos como en hembras; esto indica la presencia del fenómeno de Lee en estas clases. Por lo contrario, para las edades 3, 4 y 5 no se encontraron diferencias significativas en las longitudes retrocalculadas.

La selectividad de las redes agalleras utilizadas, impidió muestrear correctamente las clases de edad I y II, pues se capturaron sólo los ejemplares más grandes de las mismas, cuyas tallas medias son mayores que las retrocalculadas correspondientes a estas clases de edad.

Este sesgo en el muestreo es una de las causas del fenómeno de Lee. Por el contrario, los individuos de longitudes superiores, de clase de edad III o más, se consideran bien representados, pues en los tamaños mayores de red no se produjeron capturas, ni tampoco se tienen registros de capturas de ejemplares mayores con anzuelo. Para evitar el error introducido por la selectividad en el muestreo, en el cálculo de los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy, se utilizaron las tallas retrocalculadas a

cuanto a la existencia de un período de reproducción en primavera (RINGUELET, 1942 b; BOSCHI y FUSTER de PLAZA, 1959; CALVO y MORRICONI, 1972; IWASAKI y FREYRE, 1980).

No se pudo identificar el desove de otoño descrito en la literatura citada más arriba, por carecerse de muestras de fines de marzo, pero en enero y febrero se encontraron algunos ejemplares en maduración y en maduración avanzada, que podrían estar preparándose para el desove otoñal.

Edad y crecimiento

Las escamas de pejerrey son cicloides, las de la zona estudiada son subcuadradas y simétricas. Los *circuli* están bien marcados en el campo anterior y son paralelos a los bordes del mismo; en el campo posterior se vuelven borrosos y en la zona de los *annuli* se hacen discontinuos, hecho que se visualiza en el campo anterior y con menor intensidad en los campos laterales.

(a) ÉPOCA DE MARCACIÓN DEL ANILLO DE CRECIMIENTO

El análisis de las distribuciones de frecuencias de ejemplares con anillo de crecimiento en el borde de la

TABLA IV

Longitudes totales en milímetros, de pejerrey, *Odontesthes bonariensis*, retrocalculadas por clase de edad. H : hembras, M : machos, H + M : ambos sexos. * : retrocálculo en individuos de edad 1 a 5. ** : retrocálculo en individuos de edad 3 a 5
 Longueurs totales (mm) de pejerrey, *Odontesthes bonariensis*, rétrocalculées par classe d'âge. H : femelles; B : mâles; H + M : les deux sexes. * : rétrocalcul en individus d'âge 1 à 5; ** : rétrocalcul en individus d'âge 3 à 5

Clase de edad	Sexo	N	LT (mm) a sucesivos annuli				
			1	2	3	4	5
I	H	75	198.2				
	M	67	193.3				
	H+M	142	195.9				
II	H	60	178.6	248.2			
	M	91	183.6	253.5			
	H+M	151	181.6	251.4			
III	H	80	154.3	221.9	259.3		
	M	78	161.2	225.1	261.5		
	H+M	158	157.7	223.5	260.4		
IV	H	49	152.8	218.6	251.6	295.9	
	M	55	155.1	221.9	253.7	292.6	
	H+M	104	154.0	220.3	252.7	294.3	
V	H	7	157.7	220.5	266.0	300.6	331.4
	M	5	142.3	212.9	250.1	283.5	321.2
	H+M	12	151.3	217.3	259.4	293.5	327.1
Longitud media *	H		171.6	229.1	256.9	296.5	331.4
	M		174.1	235.7	258.0	292.1	321.2
	H+M		172.8	232.5	257.5	294.3	327.1
Incremento anual *	H		171.6	57.5	27.8	39.6	34.9
	M		174.1	61.6	22.3	34.1	29.1
	H+M		172.8	59.7	25.0	36.8	32.9
Longitud media **	H		153.9	220.7	256.9	296.5	331.4
	M		153.0	223.3	258.0	292.1	321.2
	H+M		156.0	222.0	257.5	294.3	327.1
Incremento anual **	H		153.9	66.7	36.2	39.6	34.9
	M		153.0	65.3	34.6	34.1	29.1
	H+M		156.0	66.0	35.4	36.8	32.9

partir de los individuos de clase de edad III en adelante (136 hembras y 138 machos). No se pudieron utilizar sólo los individuos capturados con anzuelos (no selectivos para las clases pequeñas), dado que por tratarse de piezas cobradas en concursos de pesca, sólo en algunas pocas se pudieron tomar muestras de escamas (tabla I). En la tabla VI se observan los valores obtenidos para dichos parámetros, con sus correspondientes desvíos standard. Las curvas de crecimiento de machos y hembras, construidas con estos valores, se en la figura 5.

Se compararon las tallas medias retrocalculadas a cada edad entre machos y hembras, mediante tests de Student, con $P < 0.05$. No se encontraron diferencias significativas en ningún grupo de edad (tabla VII).

Se observó que el crecimiento del pejerrey en La

Florida es el más bajo de los reportados para esta especie en otros ambientes (BOSCHI y FUSTER de PLAZA, 1959, para el Embalse Río Tercero; FREYRE *et al.*, 1966, para la laguna de Chascomús, Buenos Aires; BURBIDGE *et al.*, 1974, para el lago Peñuelas, de Chile; FREYRE *et al.*, 1983, también para el Embalse Río Tercero) (figura 7). Para el lago Titicaca, si bien no se confeccionó una clave largo-edad, constataron que el primer *annulus* aparece a los 320 mm de longitud standard (LOUBENS y OSORIO, 1988) talla muy superior a la calculada en La Florida para los individuos de 5 años, los de mayor edad encontrados, que es de 278 mm.

(c) INDICE CEFÁLICO

En esta especie se utiliza el índice cefálico para caracterizar formas de «inanición». En general

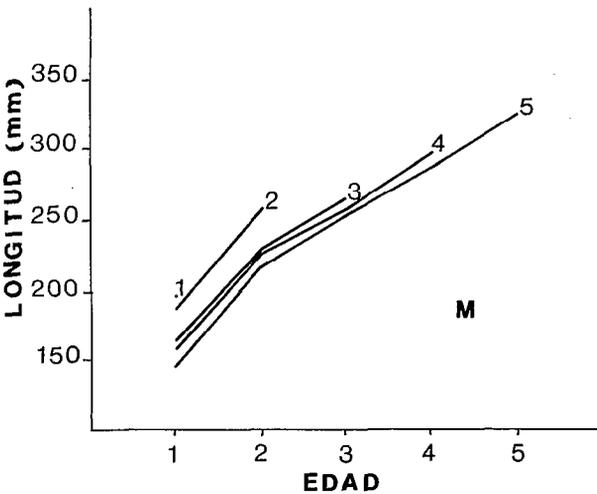
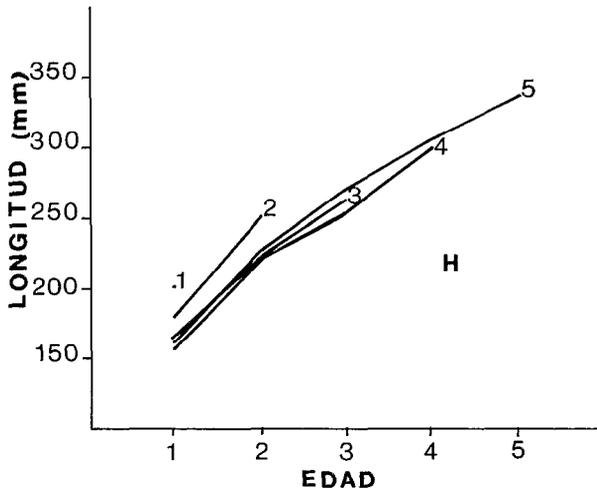


FIG. 4. — Curvas de crecimiento de *Odontesthes bonariensis* retrocalculadas por clase de edad, construidas con los datos de la tabla IV. H : hembras ; M : machos.

Courbes de croissance de pejerrey, Odontesthes bonariensis, rétrocalculées par classe d'âge, construites avec les données du tableau IV. H : femelles ; B : mâles.

valores mayores del 22 % indican deficiencias en el crecimiento (RINGUELET, 1942 b; RINGUELET *et al.*, 1967) que se traducen en formas de cuerpo largo y delgado y cabeza muy grande en relación al mismo.

La recta de regresión obtenida entre la longitud de la cabeza y la longitud standard fue :

$$L_{cab} \text{ (mm)} = - 12.559 + L_{ST} \text{ (mm)} * 0.269$$

TABLA V

Análisis de la varianza de un factor entre longitudes retrocalculadas a cada edad (** P < 0.01)

*Analyse de la variance entre longueurs de pejerrey, Odontesthes bonariensis, rétrocalculés à chaque âge (** P < 0.01)*

Grupo de edad	Hembras		Machos	
	g.l.	F	g.l.	F
I	4;266	52.76**	4;292	35.13**
II	3;192	25.96**	3;226	37.52**
III	2;133	1.75	2;135	2.43
IV	1;54	0.29	1;58	1.09

En la figura 6 se graficaron los valores de índice cefálico calculados a partir de las longitudes de cabeza obtenidas de la regresión precedente, junto con los valores medios observados para cada intervalo de talla. Este índice, en el rango de tallas considerado, presentó valores normales para la especie, con una ligera tendencia a incrementar con la longitud del pez, y similares a los de los pejerreyes del Embalse Río Tercero (FREYRE *et al.*, 1983).

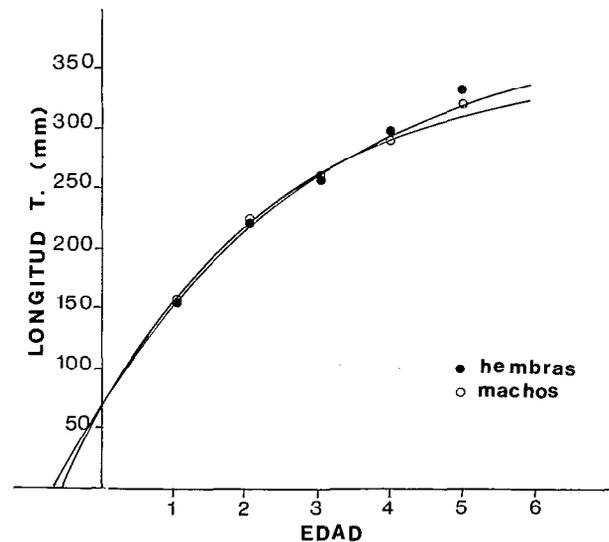


FIG. 5. — Curvas de crecimiento de von Bertalanffy para pejerrey, *Odontesthes bonariensis*, retrocalculadas a partir de individuos de edad 3 a 5.

Curbes de croissance de von Bertalanffy rétrocalculées pour le pejerrey, Odontesthes bonariensis.

TABLA VI

Parámetros de la ecuación de von Bertalanffy para pejerrey, *Odontesthes bonariensis*, obtenidos por retrocálculo, a partir de ejemplares de edad 3 a 5. S : desvío standard

Paramètres de l'équation de von Bertalanffy pour le pejerrey, *Odontesthes bonariensis*, obtenus par rétrocalcul. s : écart-type

	Machos	Hembras	Ambos sexos
L_{∞} (mm)	350.548	388.343	368.065
S (L_{∞})	13.980	22.680	12.618
t_0	-0.570	-0.679	-0.628
S (t_0)	0.144	0.131	0.087
K	0.380	0.304	0.342
S (K)	0.045	0.043	0.031

4. DISCUSION

Si bien no se pudo hacer un estudio del incremento marginal por clases de edad, ya que todas no eran suficientemente numerosas en cada fecha de muestreo, del análisis de la frecuencia de escamas con anillo en el borde puede concluirse que la periodicidad en la aparición de los mismos es anual; se producirían en invierno, y comienzos de la primavera, cuando la temperatura superficial del agua es muy baja, pero se evidenciarían en primavera, cuando se activa el crecimiento del pez, lo que concuerda con el aumento de la temperatura de las aguas del embalse (MENU MARQUE *et al.*, *op. cit.*) y con el período de reproducción. Esto coincide con lo hallado por FORCINITI, 1984, para la carpa común,

Cyprinus carpio, en el mismo ambiente. El hallazgo en otoño e invierno de ejemplares de clase de edad 0, sin anillos de crecimiento, refuerza la idea de la marcación de un único anillo en primavera, ya que como se expresara anteriormente, habrían nacido en la primavera anterior, y no han completado su primer año de vida. Aunque se encuentran durante todo el año ejemplares con un anillo en el borde, su porcentaje durante el invierno es mínimo, y esta detención en el crecimiento podría obedecer a fenómenos ambientales desfavorables y puntuales, que afectan sólo a algunos individuos. La periodicidad anual en la formación de los anillos, junto a la disminución gradual de los incrementos de las longitudes medias con la edad, son dos de los criterios habituales de validación en la determinación de edades que se cumplen en el pejerrey.

Si bien las máximas longitudes muestreadas son pequeñas, son similares a las reportadas por FREYRE *et al.* (1983) también con una batería de agalleras parecida a la nuestra, para el Embalse Río Tercero, un ambiente de características parecidas y muy próximo en su ubicación al embalse La Florida.

El retrocálculo reveló la presencia del Fenómeno de Lee en las edades 1 y 2. Este se debería fundamentalmente a sesgos en el muestreo (RICKER, 1969) debido a la selectividad de las artes de pesca que capturan a los ejemplares más grandes de las clases I y II. Las tallas medias así obtenidas son mayores que aquellas retrocalculadas a partir de individuos de clases de edad mayores, que están totalmente reclutadas al arte de pesca utilizado.

El pejerrey tiene una gran capacidad de adaptarse a distintos tipos de ambientes, con diferencias marcadas de salinidad, pH, temperatura, profundidad y tipo de costa, así como puede variar su régimen alimenticio según, las posibilidades que le ofrece el medio en que vive. En el ambiente

TABLA VII

Comparación de longitudes medias de machos y hembras a cada clase de edad (A : hembras ; M : machos ; g.l. : grados de libertad ; $P < 0.05$)

Comparaison des longueurs moyennes des femelles et des mâles, à chaque âge (H : femelles ; B : mâles ; g.l. : degrés de liberté ; $P < 0.05$)

	Machos		Hembras		T	T (tablas)
	LT (mm)	N	LT (mm)	N		
Edad 1	174.06	297	171.64	271	0.69	1.653
Edad 2	235.68	230	229.10	196	1.87	1.653
Edad 3	257.99	138	256.89	136	0.25	1.645
Edad 4	292.11	60	296.53	56	-0.82	1.671
Edad 5	321.19	5	331.40	7	-0.34	1.796

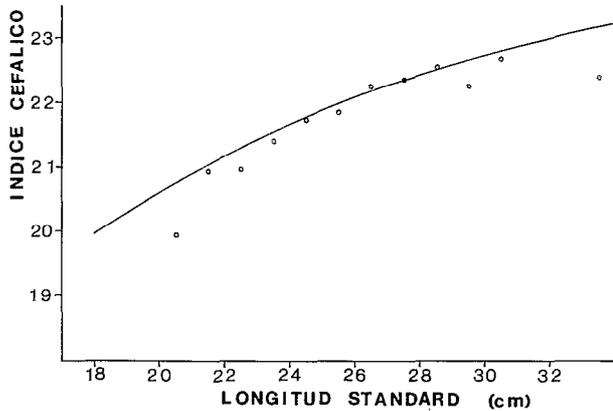


FIG. 6. — Índice cefálico de pejerrey, *Odontesthes bonariensis*, a partir de la regresión longitud cabeza-longitud standard. o : valores observados.

Indice céphalique de pejerrey, *Odontesthes bonariensis*, à partir de la régression longueur tête-longueur standard. o : valeurs observées.

estudiado, los ejemplares hasta los 30 cm de longitud total, comen microcrústaceos, los de tamaño intermedio, entre 30 y 40 cm, se alimentan de una dieta mixta de insectos terrestres y zooplancton, mientras que los mayores de 40 cm se convierten en caníbales casi exclusivos (MENU MARQUE, 1979). Estas etapas en la alimentación son similares a las citadas para otros ambientes, diferenciándose sólo en la etapa intermedia, donde se pueden alimentar con pequeños gasterópodos (especialmente *Littoridina*) y crustáceos como *Palaemonetes* (RINGUELET, 1942 a; CABRERA, 1962; Cabrera *et al.*, 1973; RINGUELET *et al.*, 1980) y en las tallas superiores a 40 cm, cuando devienen ictiófagos. En este lago no existen estos moluscos y crustáceos, ni pequeños peces que puedan ser presas alternativas.

Esta capacidad de adaptarse a distintas condiciones ambientales y tróficas, se traduce en formas de crecimiento y desarrollo que varían mucho según los ambientes. En este embalse, el crecimiento es de los más bajos registrados para la especie (figura 7), comparable al reportado para el embalse Río Tercero (FREYRE *et al.*, 1983), que tiene características limnológicas similares. Estas diferencias en el crecimiento se asocian a diferencias en la cantidad y calidad del alimento disponible. En los ambientes más favorables, como son por ejemplo las lagunas de la provincia de Buenos Aires, el zooplancton es de gran eficiencia trófica, con alta densidad de copépodos calanoideos de tamaño grande, mayor de 1 mm (RINGUELET *et al.*, 1980) mientras que en La Florida hay escasa cantidad de copépodos calanoideos y predominio de cladóceros de menor tamaño, y

pequeñas larvas de copépodos (MENU MARQUE *et al.*, *op. cit.*).

La disminución en el crecimiento entre los 2 y 3 años de edad que se puede observar en las escamas de casi todos los individuos de edad 3 o mayores, es atribuible a la falta de alimento apropiado para las tallas alcanzadas. En estas clases de edad, las longitudes medias se encuentran entre los 222 mm y los 257 mm, rango en el cual, según los estudios de MENU MARQUE, *op. cit.*, en el embalse La Florida, se alimentan de microcrústáceos. Es importante tener en cuenta que este hecho se observó en las clases de edad III, IV y V, muestreadas durante dos años diferentes, 1980 y 1981, lo que implica que este fenómeno se presentó en las cohortes de 1976 a 1979, es decir en cuatro años diferentes. Esto permitiría

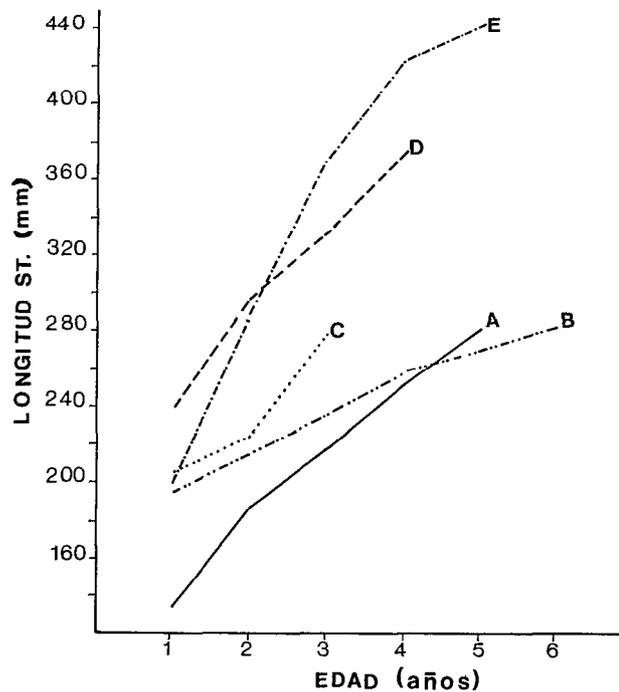


FIG. 7. — Curvas de crecimiento de pejerrey, *Odontesthes bonariensis*, en diferentes ambientes. A : Embalse La Florida; B : Embalse Río Tercero (FREYRE *et al.*, 1983); C : Laguna de Chascomús (FREYRE *et al.*, 1966); D : Embalse Río Tercero (BOSCHI y FUSTER de PLAZA, 1959); E : Lago Peñuelas, Chile (BURBIDGE *et al.*, 1974).

Courbes de croissance de pejerrey, *Odontesthes bonariensis*, dans des milieux différents. A : Lac de barrage La Florida; B : Lac de barrage Río Tercero (FREYRE *et al.*, 1983); C : lagune Chascomús (FREYRE *et al.*, 1966); D : Lac de barrage Río Tercero (BOSCHI y FUSTER de PLAZA, 1959); E : Lac Peñuelas, Chili (BURBIDGE *et al.*, E 1974).

descartar la hipótesis de la influencia ocasional de factores ambientales.

Las diferencias observadas en el crecimiento con respecto a otros ambientes más favorables, no se reflejan en el índice cefálico, lo que indicaría que los pejerreyes de pequeña talla capturados en este ambiente serían de crecimiento lento y no formas de inanición, y que la ligera tendencia del mismo a incrementar con la longitud del pez es una alometría de crecimiento.

CONCLUSIONES

- Los anillos de crecimiento se marcan una vez al año, durante la primavera.
- La época de reproducción, en primavera, coincide con la observada en otros ambientes.
- Se observa un crecimiento bajo entre las edades 2 y 3, posiblemente por deficiencias tróficas.
- El retrocálculo reveló la presencia del fenómeno de Lee en las clases de edad I y II, explicable por sesgos en el muestreo.

- No se hallaron diferencias significativas en las tallas medias a cada edad de machos y hembras. El crecimiento de ambos sexos es similar.
- Los individuos más grandes registrados en el embalse, no superan los 400 mm de longitud total.
- El crecimiento del pejerrey en La Florida se encuentra entre los más bajos observados para la especie. Esto se debería a la falta de alimento apropiado : zooplankton de mayor tamaño o presas alternativas.

AGRADECIMIENTOS

Al personal del Departamento De Caza y Pesca de la Dirección de Recursos Naturales Renovables de la Provincia de San Luis, en especial a los técnicos de la Estación de Piscicultura La Florida, y a nuestros compañeros del Inidep, que colaboraron activamente en los muestreos.

Al lic. A. Espinach Ros y al Dr. M. Haimovici por la lectura crítica de los originales y por sus valiosos comentarios.

Manuscrit accepté par le Comité de rédaction le 15 mars 1991.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN (K. R.), 1966. — A method of fitting growth curves of the von Bertalanffy type to observed data. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 23 (2) : 163-179.
- BOSCHI (E. E.) y FUSTER DE PLAZA (M. L.), 1959. — Estudio biológico pesquero del pejerrey del Embalse del Río III (*Basilichthys bonariensis*). Depto. Investig. Pesqueras, Secretaría Agric. y Ganad., Buenos Aires, Publ. n° 8, 61 p.
- BURBIDGE (R. G.), CARRASCO (M. C.), BROWN (P. A.), 1974. — Age, growth, length-weight relationship, sex ratio and food habits of the Argentine pejerrey (*Basilichthys bonariensis*). (Cuv. and Val.) from Lake Peñuelas, Valparaiso, Chile. *J. Fish. Biol.* 6 : 299-305.
- CABRERA (S. E.), 1962. — La alimentación natural del pejerrey del Río de la Plata. Direc. Gral. de Pesca. Secr. Est. Agric. Ganad. de la Nac., Buenos Aires, 28 p.
- CABRERA (S. E.), BAIZ (M. L.), CHRISTIANSEN (H. E.), CANDIA (C. R.), 1973. — Algunos aspectos biológicos de las especies de la ictiofauna de la zona de Punta Lara (Río de la Plata). 1a. parte. Alimentación natural del pejerrey (*Basilichthys bonariensis*). Serv. Hidrogr. Naval, Buenos Aires, 29 p.
- CALVO (J.), MORRICONI (E. R.), 1972. — Fenómenos reproductivos en el pejerrey (*Basilichthys bonariensis*). III) Estudio de la fecundidad, época y número de desoves. *An. Soc. Cient. Arg.*, 193(1/2) : 75-84.
- CAMPOS (H.), 1982. — Los géneros de Atherinidos (Pisces : Atherinidae) del sur de Sudamérica. *Rev. Mus. Argent. Cs. Nat. e Inst. Nac. Inv. Cs. Nat. Zoología*, tomo XIII, n° 6 : 71-84.
- CHUGUNOVA (N. I.), 1959. — Age and growth studies in fish. National Science Foundation, Washington, 132 p.
- FORCINITI (L.), 1984. — Edad y crecimiento de la carpa común *Cyprinus carpio* Linné 1784 en el embalse La Florida, provincia de San Luis. Seminario de licenciatura en Ciencias Biológicas, Fac. de Cs. Exact. y Natur. Universidad de Buenos Aires, 46 p. (*multigr.*).
- FREYRE (L.), IRIART (N. R.), TOGO (C.), ZETTI (J.), 1966. — Estudios ictiológicos. (Ictiometría básica. Obtención de datos numéricos y merísticos. Cálculo de numerosidad de poblaciones de peces. Edad y crecimiento del pejerrey. Distribución ecológica de la ictiofauna de Chascomús). En : Trabajos Técnicos, 1a. etapa (1965) Convenio Riqueza Ictícola. La Plata : 139-176 (*multigr.*).

- FREYRE (L. R.), PROTOGINO (L. C.), IWASKIW (J. M.), 1983. — Demografía del pejerrey. Descripción de las artes de pesca. *Biología Acuática* (La Plata, Argentina) nº 4, 40 p.
- HUET (M.), 1970. — Textbook of Fish Culture. Breeding and cultivation of fish. Fishing News (Books) Ltd. London, 436 p.
- IWASKIW (J. M.), FREYRE (L. R.), 1980. — Fecundidad del pejerrey *Basilichthys bonariensis bonariensis* (Pisces, Atherinidae) en el Embalse Río Tercero, Córdoba. *Limnobiós*. La Plata 2 (1) : 36-49.
- LOUBENS (G.), OSORIO (F.), 1988. — Observations sur la partie bolivienne du lac Titicaca. III. *Basilichthys bonariensis* (Valenciennes, 1835) (Pisces, Atherinidae) *Rev. Hydrobiol. trop.* 21 (2) : 153-177.
- MENU MARQUE (S. A.), 1979. — Relaciones tróficas de los peces del embalse «La Florida» (Provincia de San Luis. En : Resúmenes VII Reunión Argentina de Ecología. Mendoza : 52-53.
- MENU MARQUE (S. A.), FERNANDEZ (H. F.), MIGUEL DE GONZALEZ (M. B.), 1983. — Estudio limnológico del embalse La Florida, San Luis. Publ. de la Subsecr. Est. Asuntos Agrar., Direcc. Rec. Natur. Renov., Prov. de San Luis, 29 p.
- RICKER (W. E.), 1969. — Effects of size selective mortality and sampling bias on estimates of growth, mortality, production and yield. *J. Fis. Res. Bd. Canada*, 26 (3) : 479-541.
- RICKER (W. E.), 1975. — Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada* nº 191, 382 p.
- RINGUELET (R. A.), 1942a. — Ecología alimenticia del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) Con notas limnológicas sobre la laguna de Chascomús. *Rev. Mus. La Plata (n.s.)* II Zool. 17 : 427-461.
- RINGUELET (R. A.), 1942b. — El pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) del Embalse Anzulón (La Rioja). *Notas Mus. La Plata*, VII Zool. (58) : 177-200.
- RINGUELET (R. A.), ARAMBURU (R. H.), ALONSO DE ARAMBURU (A.), 1967. — Los peces argentinos de agua dulce. Comisión de Investigaciones Científicas. Pcia. de Buenos Aires, 602 p.
- RINGUELET (R. A.), IRIART (N. R.), ESCALANTE (A. H.), 1980. — Alimentación del pejerrey (*Basilichthys bonariensis*, Atherinidae) en Laguna Chascomús (Buenos Aires) Argentina. Relaciones ecológicas de complementación y eficiencia trófica del plancton. *Limnobiós*, 1 (10) : 447-460.
- SANTA (J. A.), 1980. — Estudio batimétrico «Dique La Florida». Centro de Investigaciones Hídricas de la Región Semiárida, V. Carlos Paz, Córdoba, Argentina, 32 p. (*mulligr.*).