



PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO PARA EL ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DEL PEJERREY *Odontesthes bonariensis bonariensis* DE LA LAGUNA DE SAN MIGUEL DEL MONTE, PROV. BUENOS AIRES, ARGENTINA

Eduardo Sendra y Darío Colautti

Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet". ILPLA.
C.C. 712 (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN. Se analizan las metodologías para la estimación del crecimiento en poblaciones naturales del pejerrey argentino de agua dulce, *Odontesthes bonariensis bonariensis*, comparándose dos técnicas utilizadas ampliamente en los estudios de edad y crecimiento: método lepidológico y el de progresión de las modas en distribuciones de tallas poblacionales. Para capturar los peces se utilizaron tres artes de pesca con diferente selectividad y eficiencia en función de la talla. Las distribuciones de tallas muestrales, se aproximaron a las poblacionales eliminando el efecto de la selectividad de las artes. Las distribuciones poblacionales estimadas fueron descompuestas en sus componentes modales y la edad asignada según el método de análisis de progresión de modas, discriminándose tres cohortes anuales. Para el análisis lepidológico, se tomó una submuestra de individuos que integrara diversas tallas y fechas de muestreo. La totalidad de los registros de los radios de anillos, configuran una distribución de frecuencias que fue separada en componentes unimodales para correlacionar el orden de la marca con la edad. La estimación de la edad por ambos métodos, es coincidente, si se separan los individuos de la submuestra por cohorte, individualizándose los según el radio del primer anillo. Este presenta una distribución trimodal, correspondiente cada una a las tres cohortes anuales discriminadas. Se destaca que la no validación de las determinaciones de edad, introduce serios sesgos a la estimación del crecimiento.

ABSTRACT. Methodological procedure for growth of the silverside *Odontesthes bonariensis bonariensis* from San Miguel del Monte lake, Prov. de Buenos Aires, Argentina.

Growth determination of natural populations of Argentine freshwater silverside *Odontesthes bonariensis bonariensis* is analyzed. Two techniques most often utilized in age and growth studies are compared as well, using capture data from Monte lake, pampasian region of central Argentina (35° 27' S 58° 47' W). Sampling in a maximum length range was assured using three types of gear e.i. small mesh beach seine, larger mesh and sized beach seine and a

gang of different meshed gillnets. Size selection bias for each gear type was accounted for and instantaneous size structure for population was obtained. Modal progression analysis of decomposed size frequency samples output three annual cohorts. Scales readings of subsampled individuals, based on the probability of occurrence of growth marks is used in order to validate the growth mark method with the modal progression method. Scale edge increment gave an indication to time of annulus formation which is long spanned and most likely to take place in the spring-winter seasons. Irregular growth mark distribution for all individuals sampled is explained by the presence of three annual cohorts. The first annulus frequency distribution for each cohort corresponded well with first three modal components of overall distribution, being this criteria good for separating individuals into each cohort. It is concluded that lack of validation of the scale reading growth method seriously biases age determination estimates and offers erroneous growth estimates.

INTRODUCCION

Las técnicas de estudio de las poblaciones ícticas fueron desarrolladas originalmente para especies de clima frío o templado frío. Un marcado comportamiento estacional, caracteriza al desarrollo de los peces que habitan estas latitudes, lo que facilita la implementación de técnicas de estudio basadas en una periodicidad predecible, tanto en la reproducción y el crecimiento, como en otros aspectos. Allí donde las clases de edad presentan cierta uniformidad de tamaños y la única época de desove está restringida en el tiempo, resulta sencillo el desarrollo de métodos apropiados (Bagenal & Tesch, 1978). Contrariamente, en las zonas de latitudes medias, con climas templados o cálidos, donde las marcas térmicas y las precipitaciones no presentan un comportamiento muy estacionalizado, por lo común las frezas son frecuentes, irregulares y prolongadas. En estos casos, las técnicas tradicionales resultan inadecuadas para discriminar las clases de edad. El pejerrey sudamericano *Odonthestes bonariensis bonariensis* de la región pampásica presenta dichas características, distinguiéndose hasta tres desoves anuales, y una estructura poblacional de tallas difícil de separar por edades (Calvo & Morriconi, 1972; Freyre y Sendra, 1987). En efecto, los estudios del crecimiento en otras especies de esta región, reflejan estas características (Sendra y Freyre,

1978, 1981, 1982).

El pejerrey ha sido objeto de un análisis biológico-pesquero detallado. (López, *et al.*, 1991). Es la especie de mayor importancia pesquera en los ambientes pampásicos, y, por ende, han interesado particularmente aspectos de su ecología demográfica. No obstante, el incipiente desarrollo que caracteriza a las pesquerías, existe interés en conocer el crecimiento, el potencial productivo y su relación con el ordenamiento para aquellas. La información recabada a tales efectos ha sido de carácter discontinuo, proveniente de muestreos diseñados *ad hoc*, más que de relevamientos. Esta limitante ha generado datos fragmentarios, dificultando la implementación de métodos de validación para el estudio del crecimiento. Las técnicas más utilizadas para separar clases de edad, han sido la de lectura de escamas tradicional (Ricker, 1968) o alguna de sus variantes (Freyre & Sendra, 1987), y el método del análisis de la distribución de tallas de la población, en otros (Pauly, 1984). Los resultados obtenidos según estos métodos se indican en Freyre, 1976a; Freyre, *et al.*, 1983, Sverlij, Mestre Arceredillo, 1991; Vila, *et al.*, 1981, Grosman, 1993.

En este trabajo se analizan estas metodologías y se evalúa la aplicación del estudio lepidológico para la obtención de estimaciones no sesgadas

del crecimiento.

MATERIAL Y METODOS

Para la captura de los peces se utilizó una red de tiro o de arrastre costero (Freyre 1976b) y dos trenes de agalleras con diferentes tamaño de malla; compuestas por siete paños con distancia entre nudos de: 14, 19, 21, 25, 29, 34 y 38 mm. (Freyre y Maroñas, 1995). La red de arrastre costero se utilizó en una única estación libre de vegetación ribereña, en horario diurno, y las agalleras en tendidas nocturnas, en dos estaciones de aguas libres alejadas de las costas (Fig. 1).

Los relevamientos se realizaron en octubre y diciembre de 1990 y en marzo, junio, octubre y

diciembre de 1991. Los ejemplares fueron medidos, determinándose su longitud estándar (Lst.), en intervalos de 10 mm. Se tomó una submuestra, compuesta como máximo por 10 peces por intervalo de Lst., los que se midieron con mayor detalle (precisión 1 mm), y se extrajeron escamas de la zona típica (área del flanco ubicada en la intersección de la vertical que pasa por el origen de la dorsal y la perpendicular que pasa por el nacimiento de la aleta pectoral).

Para el estudio del crecimiento se utilizaron dos metodologías:

A- Análisis de Progresión de Modas APM, (Pauly, 1984). Se procesaron las distribuciones de tallas por fecha de muestreo con la técnica de descomposición polimodal (Cassie, 1954). Previamente, se corrigieron los sesgos por el efecto de la selectividad de las artes de pesca

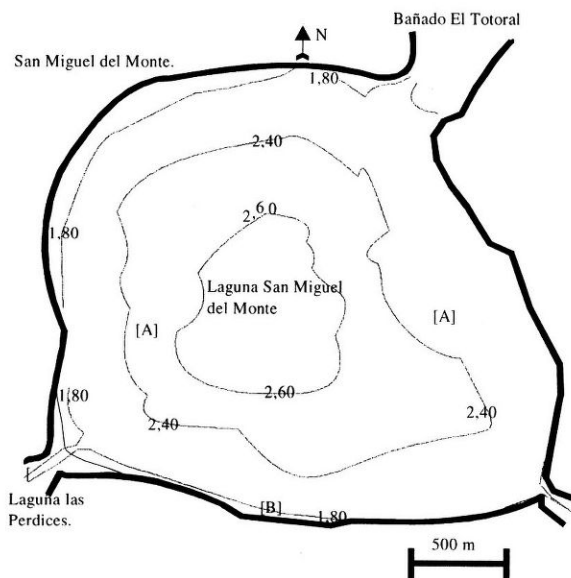


Fig. 1: Estaciones de muestreo, red de tiro (B), agalleras (A). Según (Freyre *et al.*, 1989). Isobatas en cm.

(Freyre y Maroñas, *op.cit.*). Individualizadas las tallas modales, se asignó la edad en base a su progresión en el muestreo. Se ajustó el crecimiento según el modelo de von Bertalanffy:

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

Donde:

L_∞ , es la talla asintótica, k coeficiente de crecimiento y t_0 tiempo hipotético para $L_t=0$.

B- Método lepidológico ML (Bagenal & Tesch *op.cit.*). Se analizaron escamas de una submuestra compuesta por ejemplares de tallas diversas. Se procedió a definir la época de marcación de los anillos y sus patrones de distribución correlacionando la edad estimada por APM con la que se obtiene por el método lepidológico. Según lo propuesto por Freyre y Sendra, *op.cit.*, las escamas utilizadas (5 por ejemplar) provenían de individuos con tallas próximas a las modales. La lectura de escamas consistió en la medición del radio total y de los radios de los anillos, sobre la arista anteroventral de la escama. A fin de eliminar el efecto de la variabilidad individual del tamaño de las escamas, se recalcularon los radios a partir de la relación:

$$R'_i = a + b \times L_{st}$$

tal que:

$$R'_n = R'_i \times R_n / R_i$$

Donde:

a y b : coeficientes de la regresión lineal; R_i = Radio total observado; R'_i = Radio total corregido; R_n = Radio n observado; R'_n = R_n corregido. Con la totalidad de las lecturas corregidas se construyó la distribución de frecuencias de marcas.

A fin de definir modas, se procedió a descomponer la distribución de anillos corregidos en sus componentes unimodales (Guerrero y Tablado 1985).

Para efectuar el retrocálculo de las tallas a cada anillo, se utilizó la relación entre el radio total de la escama y la longitud estándar.

Debido a la no correspondencia entre el número total de modas (10) y el número máximo de anillos por individuo (5 o 6) se consideraron algunas hipótesis explicativas. Se estudió la distribución del primer anillo para ensayar la que considera la existencia de grupos con distinto patrón de marcación. Se definieron tres rangos de marcación de R_i . Los individuos de la muestra total se clasificaron según su primer anillo, analizándose los tres grupos por separado.

Se estimó el índice de incremento marginal para determinar la época de marcación, según lo expresa la proximidad de anillos al borde de la escama.

$$IM = (R'_i - R'_n) / (R'_n - R'_{n-1})$$

Donde:

R_{n-1} = radio del anteuúltimo anillo corregido.

La comparación de los resultados obtenidos por ambos métodos, se llevó a cabo estimando el momento en que se alcanzan las tallas de marcación de anillos por ML a partir de las curvas obtenidas por APM.

RESULTADOS

Aplicación del Análisis de Progresión de Modas: La estructura de tallas en base a datos corregidos por selectividad y con eficiencias relativas estimadas para las artes pasivas y activas antes mencionadas se indican en la Fig. 2.

De la descomposición de las distribuciones polimodales de tallas por fecha de muestreo y,

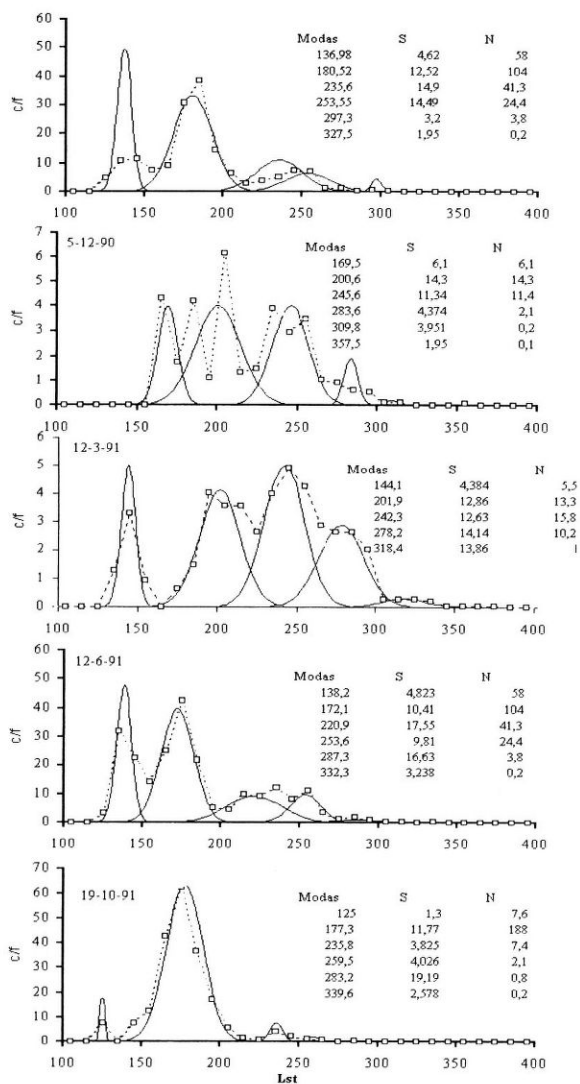


Fig. 2. Ajuste del modelo polimodal a la distribución de tallas corregidas por la selectividad de los artes de pesca (c/f) expresado en ejemplares por unidad de esfuerzo de la red de tiro y parámetros de cada componente unimodal.

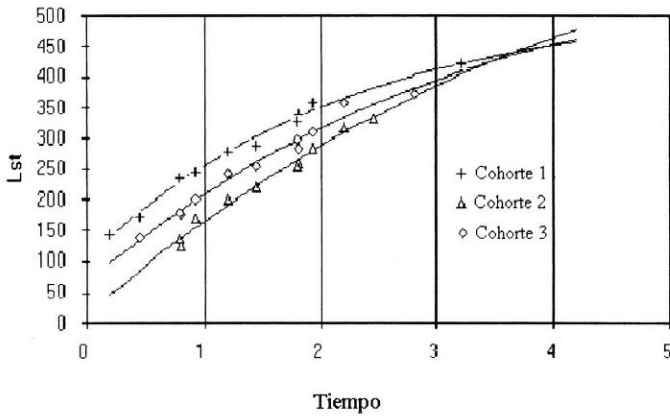


Fig. 3. Diagrama de dispersión de tallas modales como función del tiempo en partes de año. Crecimiento de las tres cohortes anuales y curvas de ajuste según el modelo de von Bertalanffy.

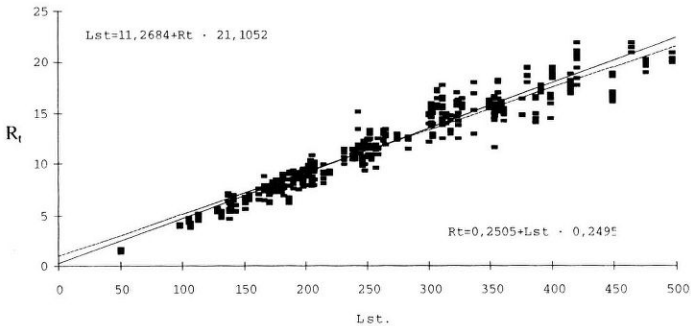


Fig. 4. Diagrama de dispersión de Lst (mm. de Longitud estándar) y Rt (Radio total de la escama en mm. De proyección, 20x).; y rectas de mínimos cuadrados ajustadas.

posterior ordenamiento progresivo de las modas, resultó la asignación de edades que se consigna en la Fig. 3. Fue posible discriminar las clases de edad por cohorte hasta el tercer año de vida, luego del cual la superposición de modas lo hizo imposible.

Por este método se detectaron tres cohortes al año, que presentaron un tipo de crecimiento con cierta estacionalización, con tasas menores hacia el invierno ($t \cong 0,5; 1,5; 2,5$; etc.). Los parámetros L_{∞} y k de cada una no parecen diferir significativamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Parámetros de crecimiento de tres cohortes anuales según el modelo de von Bertalanffy.

	L_{∞}	k	t_0
Cohorte1	522	0,4431	-0,511
Cohorte2	789	0,2177	-0,082
Cohorte3	612	0,3099	-0,35

Aplicación del Método lepidológico: En la Fig. 4 se muestran la relación entre el R_t y la L_{st} . La distribución total de marcas anuales en las escamas resultó compleja, detectándose hasta 9 o 10 posibles clases modales. Las tres últimas se descartaron por su escasa representatividad (Fig. 5). No se aprecia un patrón claro que permita definir con precisión las clases de edad para cada anillo, por ser estas poco conspicuas. La explicación de este fenómeno puede encontrarse a partir de dos hipótesis.

H1: La marcación de anillos es múltiple para cada ejemplar a lo largo de un año con varias marcas.

H2: Existen diversas cohortes anuales, cada una con su talla modal de registro y una marca al

año.

Los resultados corroboran la idea de que existe una única época de marcación coincidente con la disminución del crecimiento corporal registrado en invierno, aunque se destaca la presencia de individuos con anillos cercanos al borde de la escama en todos los muestreos (Fig. 6) Esto se explicaría por la conjunción de una prolongada época de marcación (invierno - primavera), de la presencia de varias cohortes al año, y la posibilidad de una marcación diferencial con respecto a la edad.

El radio del primer anillo, R_1 , presentó una distribución trimodal, definiéndose tres rangos de mayor probabilidad para R_1 , correspondiendo los individuos a una u otra cohorte, según en el rango en que se ubiquen. Por lo tanto, se comprueba la presencia de tres cohortes con distinto patrón de distribución de anillos (Fig. 7) que coinciden con las tres discriminadas por APM.

Correspondencia entre el Análisis de progresión de Modas y el Método lepidológico: La talla modal de anillos retrocalculados como función del tiempo se representa en la Fig. 8, superpuesto a la interpretación de crecimiento a partir de Análisis de Progresión de Modas. Se demuestra que las fechas de marcación de anillos para cada una de las cohortes, es bastante coincidente, y que, además, se corresponde con la época estimada a partir del Método lepidológico (Invierno - primavera). Esto convalida la hipótesis 2, de la existencia de varias cohortes anuales que marcan la escama con una periodicidad anual y según un patrón propio.

DISCUSION

Las pesquerías continentales argentinas de pejerrey presentan un incipiente desarrollo y escaso control. Esto ha condicionado su estudio y limitado la validez de los métodos empleados. Así, el crecimiento de las especies argentinas de agua dulce se ha encarado recurriendo mayoritariamente a los métodos tradicionales de lectura

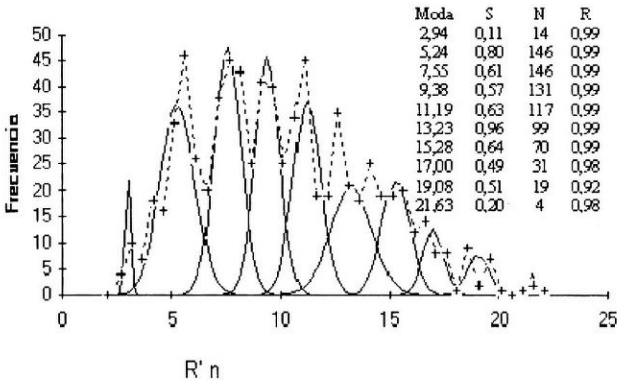


Fig. 5. Distribución de frecuencias de radios de anillos corregidos en proyección. Componentes unimodales y sus respectivos parámetros.

de escamas (Vila, *et al. op.cit.*; Sverlij & Mestre Arcercedillo, *op.cit.* y Grosman, *op.cit.*). Son poco difundidos los trabajos que incursionan en el análisis y corroboración de la edad estimada por algún otro método indirecto (Freyre, 1976; Freyre *et al.*, 1997; Grosman, *op.cit.*).

La característica escasez de muestras, o muestreos esporádicos y discontinuos, así como la falta de una estacionalidad marcada en los fenómenos reproductivos y de marcación de anillos, típico de las especies de agua cálidas o templado cálidas, han condicionado la elección de los métodos para la determinación de la edad. Estos factores posiblemente explicarían en parte, la renuencia que ha caracterizado a muchos estudiosos de validar sus estimaciones de edad, a pesar del riesgo de obtener estimaciones sesgadas del crecimiento.

De los numerosos métodos que se sugieren en la bibliografía para validar las estimaciones por lectura de partes duras, se considera como más confiable entre los estudiosos locales, el APM, a partir de muestras no sesgadas de la distribución poblacional de tallas, por efecto de las artes de pesca.

Se deduce que el método de análisis de marcas de crecimiento, por sí solo, resulta insuficiente para determinar la edad real, al no permitir discriminar la eventual existencia de varias cohortes, salvo que, como en este caso, se pueda establecer algún criterio para separarlas. La descomposición de la distribución del primer anillo ofrece, no obstante, un criterio válido. En efecto, los individuos de un mismo desove, presentan tallas de formación del primer anillo

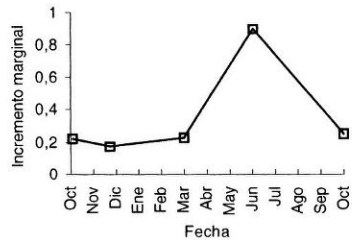


Fig. 6. Variación del índice de incremento marginal medio a lo largo del año.

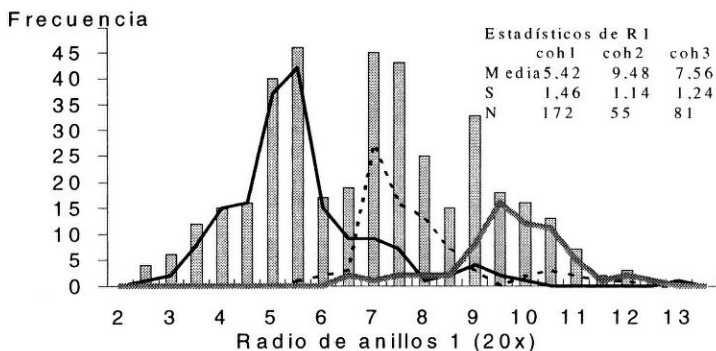


Fig. 7. Comparación de distribuciones del primer anillo (r1) discriminando (Polígono de frecuencias) y sin discriminar cohortes (Histograma).

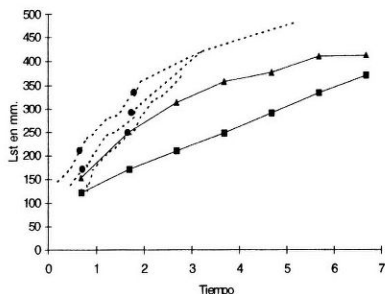


Fig. 8. Comparación del crecimiento según el método de progresión modas para cada cohorte (línea punteada), con las respectivas tallas de marcación (círculos llenos), el método lepidológico tradicional (líneas con triángulos) y el método Sendra & Freyre sin discriminar cohortes (línea con cuadrados).

características, que son función del tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la época de marcación. Por lo tanto, resulta adecuado

considerar la distribución de radios del primer anillo, a fin de discriminar cohortes y así evitar sobrestimaciones de la edad y, por ende, subestimar el crecimiento (Fig. 8).

Como procedimiento metodológico en casos que se pretenda estudiar el crecimiento del pejerrey mediante ML se sugiere:

1. Utilizar escamas de peces distribuidos en un rango de tallas lo mas amplio posible, con el objeto de obtener una función de retrocálculo confiable y tener representadas a las diferentes clases de edad.
2. Construir el histograma de frecuencias de marcas de crecimiento, para verificar si se distinguen modas claramente definidas y si su número equivale al máximo registrado en las escamas.

A. De ser así, puede considerarse que hay una sola cohorte anual, y que, por lo tanto, cada componente unimodal de la distribución de marcas corresponde a la clase de edad del mismo orden que la marca.

B. En el caso de que se detecte mayor número de modas que el máximo de marcas por individuo, se puede sospechar acerca de la presencia

de mas de una cohorte por año. La verificación puede efectuarse analizando la distribución de radios del primer anillo, su descomposición multimodal permitirá separar los individuos según las cohortes a las que pertenezcan.

3. Una vez individualizados los grupos se continúa el estudio según los métodos tradicionales.

AGRADECIMIENTOS

A la Intendencia de San Miguel del Monte por la colaboración prestada en personal, equipos y procesamiento, a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires por haber subsidiado el presente estudio, y al personal del Laboratorio de Ecología de Poblaciones de Peces del Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet", que participó en el muestreo y procesamiento.

REFERENCIAS

- Bagenal, T. B. & F.W. Tesch, 1978.** Age and growth. En: Methods for assesment of fish production in fresh waters. *Blackwell Scientific Publications*. T. Bagenal (ed.): 365pp.
- Calvo J. y E. Morriconi, 1972.** Fenómenos reproductivos del pejerrey (*Basilichthys bonariensis*). III) Estudio de la fecundidad, época y número de desoves. *An. Soc. Cient. Arg.*, 193 (1/2): 75-84.
- Cassie, R. M. 1954.** Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distribution. *Australian. J. Mar. Freshwater. Res.* 5: 513-522.
- Freyre, L. R., 1976a.** La población de pejerrey de la laguna de Lobos. *Limnobiós 1* (4):105-128.
- Freyre, L.R., 1976b.** Normas para la inspección y determinación del estado actual de ambientes pesqueros pampásicos. *Publ. Esp. Dir. Rec. Pesc., Mrio. de Asuntos Agrarios*. Prov. de Buenos Aires, Argentina.
- Freyre L. R. y E. D. Sendra, 1987.** Un método para la interpretación de las marcas de crecimiento en peces. *Limnobiós 2* (9): 667-684.
- Freyre L. R. y M. E. Maroñas. 1995.** Estimación de la selectividad de redes de espera, para el pejerrey bonaerense, según las principales características de construcción del arte. *Gayana Oceanol.* 3(2): 41-52.
- Freyre, L. R.; L. C. Protogino y J. M. Iwaszkiw, 1983.** Demografía del pejerrey *Basilichthys bonariensis bonariensis* (Pisces, Atherinidae) en el Embalse Río Tercero, Córdoba. Descripción de las artes de pesca. *Biol. Acuát 4*: 2-39.
- Freyre L. R.; E. D. Sendra; S.M. Mollo; J. Ponte Gómez; M. E. Morañas y M. C. Fiorito, 1989.** Estudio ecológico integral del ecosistema El Totoral - Laguna de Monte. Informe de avance. *Com. Inv. Cient. Prov. Bs. As.* 73p.
- Freyre L. R., M. E. Maroñas y E. D. Sendra, 1997.** Demografía del pejerrey, *Odonthestes bonariensis bonariensis* de la laguna de Lobos (Provincia de Buenos Aires) *Natura Neotropicalis* 28 (1): 47-59
- Grosman, F. 1993.** Comparación de diferentes metodologías para la estimación del crecimiento del pejerrey patagónico. *Ecol. Aust.* 3: 33-41.
- Guerrero, C. A. y A. Tablado. 1985.** Programa básico para la descomposición de distribuciones multimodales. *Bol. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 5 (3): 45-52.
- Gulland, J. A. 1971.** Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. *Acribia*, FAO, Zaragoza, 164 p.
- López, H.L., M. García y C. Togo. 1991.** Bibliografía de los pejerreyes argentinos de agua dulce. *Situación Ambiental de la Provincia de Buenos Aires 1* (6): 72 p.
- Pauly, D. 1984.** Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculator. *ICLARM studies and reviews* 8, 325pp.
- Ricker, W.E. 1968.** Methods for the assessment of fish production in fresh waters. *I.B.P. Handbook 3, Blackwell*. 313 pp.
- Sendra, E. D. y L. R. Freyre. 1978** Dinámica poblacional de *Bryconamericus iheringy* (Pisces Tetragonopteridae) de la laguna de Chascomús. *Limnobiós 1* (8): 299-321.
- Sendra, E.D. y L.R. Freyre. 1981a.** Dinámica poblacional de *Cheirodon interruptus interruptus* (Pisces, Tetragonopteridae), de la Laguna

Chascomús. I. Crecimiento. *Limnobiós* 2 (2):111-126.

Sendra, E.D. y L.R. Freyre. 1981b. Dinámica poblacional de *Cheirodon interruptus interruptus* (Pisces, Tetragonopteridae), de la Laguna Chascomús. II. Supervivencia y desplazamientos habitacionales. *Limnobiós* 2 (4) : 265-272.

Sverlij, S.B. y J.P. Mestre Arceredillo. 1991. Crecimiento del pejerrey, *Odontesthes*

bonariensis (Pisces, Atheriniformes) en el embalse La Florida, San Luis, Argentina. *Rev. Hydrobiol. trop.*, 24 (3): 183-195.

Vila P.I., B.D. Soto & I. Bahamondes. 1981. Age and growth of *Basilichthys australis* Eigenman, 1927 in Rapel Reservoir, Chile (Pisces, Atherinidae). *Stud. Neotrop. Fauna Environ.*, 16 (1): 9-22.

Recibido / Received / : 17 de octubre 1996

Aceptado / Accepted / : 21 de enero 1997