

Modelo de supervivencia para los estadíos poslarvales del pejerrey *Odontesthes bonariensis*.

Lauce R. Freyre, M.E. Maroñas y E. D. Sendra
Instituto de Limnología Dr. Raúl A. Ringuelet
UNLP, CONICET, CIC
lafreyre@ilpla.edu.ar

RESUMEN

La supervivencia de los peces adultos es representada por el clásico modelo exponencial. El mismo no se ajusta, sin embargo, a las etapas de larva y juvenil por presentar estas tasas de mortalidad mucho mayores que para los adultos. Se propone un modelo que incorpora algunos parámetros que ajustan mejor la supervivencia de la totalidad de estadíos por la que atraviesan los individuos hasta la etapa de adulto. Se asume que los individuos nacen con una "susceptibilidad", que disminuye con la edad, y que incrementa su mortalidad. La validez de este modelo fue contrastada mediante su ajuste a sucesivas cohortes de pejerrey obtenidas con una red de tiro de "billone" con una malla que captura con máxima eficiencia los juveniles a partir de los 5 mm de longitud estándar. Los muestreos que realizaron desde una misma estación costera con una periodicidad semanal entre 1974 y 1977, y entre semanalmente o quincenalmente entre 1981 y 1982, totalizaron 66 fechas y 155 lances. El procesamiento de las muestras por fecha consistió en la medición de la longitud estándar (Lst) registrándose la frecuencia por intervalos de 5 mm y por unidad de esfuerzo. Con posterioridad se efectuó la descomposición polimodal de dichas distribuciones para obtener los parámetros: talla media, número, desviación estándar y bondad de ajuste de las clases de talla. Se asignó la edad mediante el análisis de la progresión modal correspondiente a cada clase que integra las distintas cohortes (Pauly, 1984). Fue posible discriminar 41 cohortes para el periodo de estudio. A los datos ordenados por clase de edad se les ajustó el modelo generalizado de Von Bertalafy: $L_t = L_\infty \cdot \{1 - \text{EXP}[-k \cdot (t - t_0)]\}^{1/D}$, Pauly, 1984. El ajuste de la supervivencia se efectuó ajustando el modelo que se propone a los rendimientos por cohorte: $N_t = F \cdot \text{EXP}\{-z(t - t_0) - k_2/k_3 \cdot S_0 \cdot \text{EXP}[-k_3 \cdot (t - t_0)]\}$, donde: F es el rendimiento estimado para $t = t_0$, z es el coeficiente instantáneo de mortalidad, t_0 es tiempo de nacimiento, k_2 es el efecto de la susceptibilidad sobre la supervivencia, k_3 es la tasa a la que se agota la susceptibilidad, S_0 es la susceptibilidad en el momento del nacimiento. El modelo soluciona la discrepancia entre la fecundidad observada por recuento de gametas y la natalidad estimada (N_0) del modelo clásico.

Palabras Clave: poslarva; susceptibilidad; éxito reproductivo;

INTRODUCCIÓN

La supervivencia de los peces adultos es representada por el clásico modelo exponencial. El mismo no se ajusta, sin embargo, a las etapas más jóvenes por presentar tasas de mortalidad mucho mayores que para los adultos.

$$N_t = N_0 e^{-zt}$$

Se propone un modelo que incorpora algunos parámetros adicionales, el que ajusta mejor a la supervivencia, desde el estadio de poslarva. La validez del modelo fue contrastada mediante su ajuste a sucesivas cohortes de pejerrey obtenidas con una red de tiro de “billone” (Sendra y Freyre, 1978) con una malla que captura con máxima eficiencia los juveniles a partir de los 5 mm de longitud estándar.

MATERIAL

El procesamiento de las muestras por fecha consistió en la medición de la longitud estándar (Lst) registrándose la frecuencia por intervalos de 5 mm y por unidad de esfuerzo.

Con posterioridad se efectuó la descomposición en distribuciones normales para ajustar una polimodal a dichas distribuciones de modo de obtener los parámetros: talla media, número, desviación estándar y bondad de ajuste de las clases de talla (figura 1).

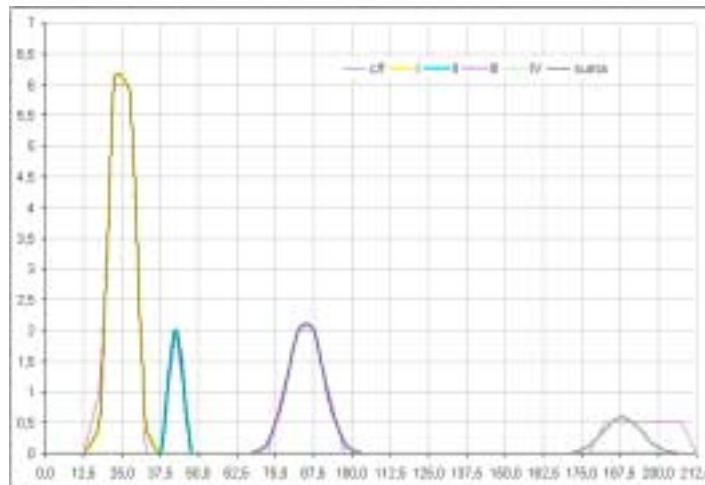


Figura 1. Se ilustra la distribución de frecuencias de tallas (C/f), la normal ajustada a la primer moda (I), a la segunda (II), a la tercera (III) y la cuarta (IV). Con línea negra se representa la suma de normales que mejor ajusta a la distribución.

MÉTODO

Progresión de modas

La repetición de este procedimiento en cada fecha de muestreo permitió seguir el desplazamiento temporal de las modas, como se observa en la figura 2.

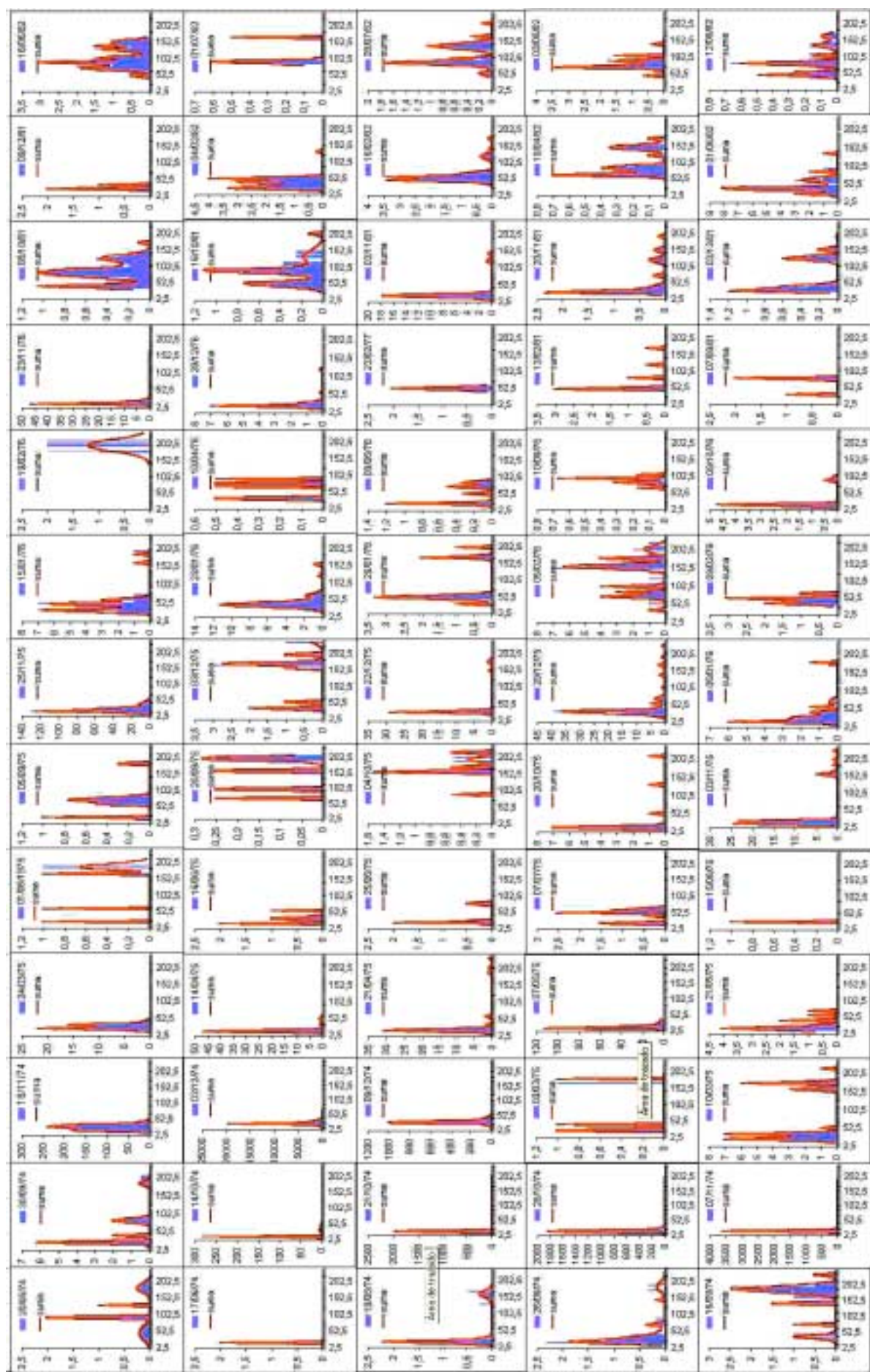


Figura 2. Histogramas de frecuencias de talla y curva polimodal ajustada en secuencia temporal de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.

Para el ajuste del crecimiento se asignó la edad mediante el análisis de la progresión modal correspondiente a cada clase que integra las distintas cohortes. Fue posible discriminar 41 cohortes para el periodo de estudio (figura 3).

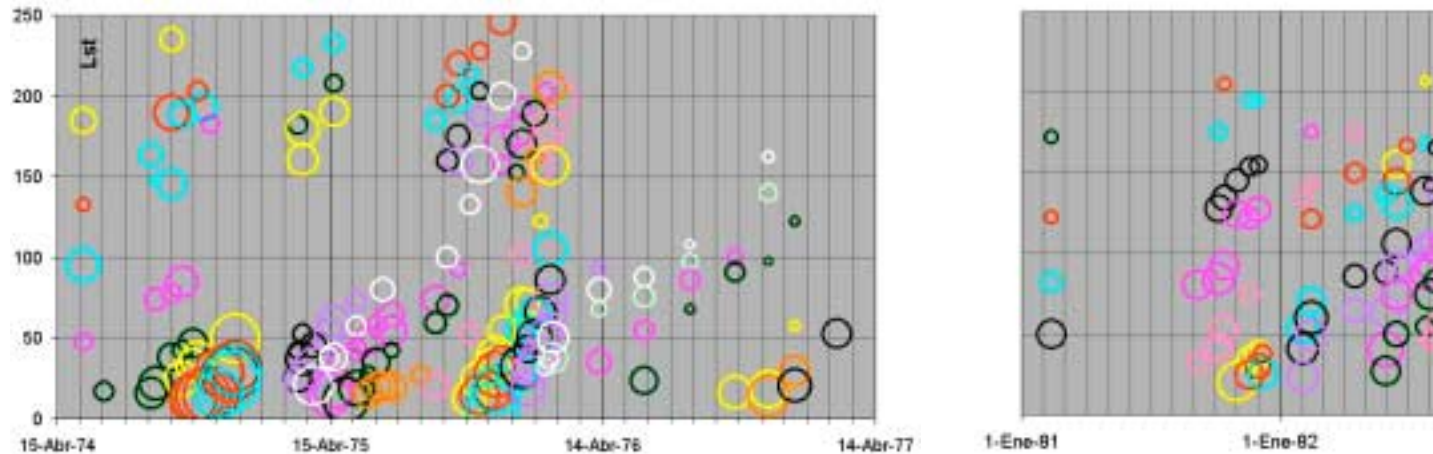


Figura 3. Secuencia temporal de cohortes, los colores muestran modas sucesivas de una misma cohorte. La ordenada representa la talla, mientras que el área de los círculos es proporcional a la numerosidad de la moda que representa

El modelo que se propone

Se ilustra mediante el diagrama de Odum de la figura 4.

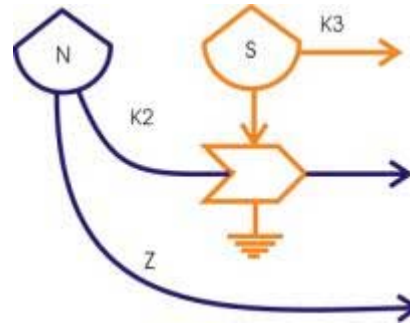


Figura 4. N es numerosidad de la cohorte, S es susceptibilidad, k_2 y Z son los parámetros.

La susceptibilidad S representa una mortalidad adicional

La mortalidad J_1 se produce a tasa constante

$$J_1 = z \cdot N$$

J_2 representa una mortalidad adicional

$$J_2 = k_2 \cdot N \cdot S$$

J_3 disminuye la susceptibilidad hasta agotarla

$$J_3 = k_3 \cdot S$$

Las ecuaciones diferenciales resultan

$$\dot{N} = -z \cdot N - k_2 \cdot N \cdot S$$

$$\dot{S} = -k_3 \cdot S$$

De modo que integrando queda

$$S_t = S_0 e^{-k_3 \cdot t}$$

$$N_t = F \cdot e^{-z \cdot t - \frac{k_2}{k_3} \cdot S_0 \cdot e^{-k_3 \cdot t}}$$

Entonces F , z y k_3 se pueden ajustar por regresión, pero resulta imposible separar los componentes de B

$$N_t = F \cdot e^{-z \cdot t - B} \cdot e^{-k_3 \cdot t}$$

El ajuste de la supervivencia se efectuó aplicando el modelo propuesto a los rendimientos por cohorte y el modelo de crecimiento de Pauly (Pauly 1984). Se ejemplifica en la figura 5 con un muestreo.

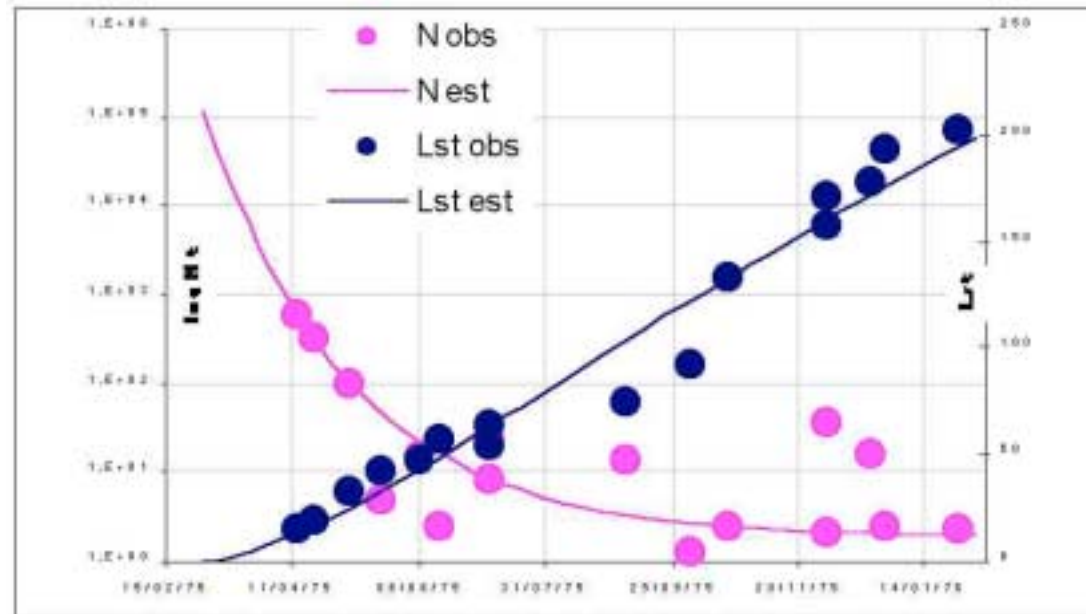


Figura 5. Ajuste a los datos de una cohorte para el muestreo del 14/4/75. Se representan la supervivencia en logaritmos de C/f , puntos magenta y el ajuste del modelo, línea magenta, sobre la ordenada de la izquierda, y la talla

en mm de longitud estándar, puntos azules y el ajuste del modelo de crecimiento de Pauly, línea azul, sobre la ordenada derecha.

Comportamiento de las variables.

Se analizó el comportamiento temporal de los parámetros de los modelos ajustados sobre las 41 cohortes individualizadas (figura 6).

Se puede apreciar que la longitud máxima (L) se mantuvo constante durante todo el período, así como la tasa de crecimiento (k) e incluso el tiempo de intersección de la talla con el eje de tiempo (t_0), es decir no hubo modificación de los descriptores del crecimiento.

En cambio se observa una leve disminución en la natalidad aparente (N_0) del modelo clásico, un escaso aumento de la tasa de mortalidad (z), un aumento más marcado de la susceptibilidad (incluida en el parámetro B), una disminución de la tasa de disminución de la susceptibilidad (k_3), es decir que esta se pierde más lentamente y sobre todo el marcado decaimiento del éxito reproductivo (F), es decir de la natalidad y/o de la fecundidad. Estos resultados demuestran que las condiciones de la laguna han afectado fundamentalmente la densidad poblacional, a través de modificar la supervivencia y la natalidad y han dejado intacto el crecimiento.

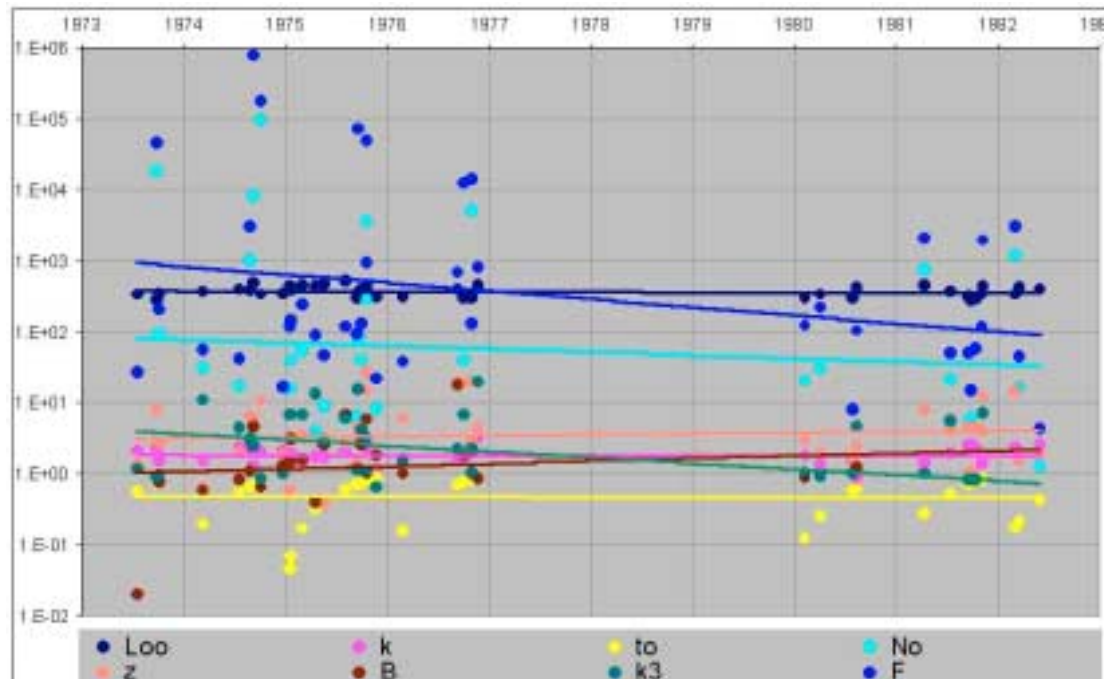


Figura 6. Se han representado los parámetros de los modelos en escala logarítmica y a ellos se les han ajustado exponenciales que aparecen en la gráfica como rectas. Obsérvese el amplio margen de variabilidad de algunos, por ejemplo No y F ya que representan el resultado de episodios individuales de desove.

CONCLUSIONES

1. El modelo propuesto mejora el ajuste de la supervivencia en los estadíos juveniles del Pejerrey.
2. Debería confirmarse con estimaciones simultáneas de supervivencia y fecundidad.

3. El éxito reproductivo estimado (F) tiene un comportamiento muy variable, 5 órdenes de magnitud, lo que coincide con las predicciones del MODELO DINÁMICO.
4. Se comprueba un deterioro en el comportamiento poblacional en Chascomús que coincide con lo que se expresa en las exposiciones de Freyre, 2002, de Sendra 2002 y Freyre *et al.* 2002, en esa misma reunión.
5. Los cambios en las condiciones ambientales afectan a la producción a través de cambios en la supervivencia, conservando el crecimiento como se conjeturó en Freyre *et al* 1997.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Freyre, L. R.; M. E. Maroñas Y E. D. Sendra. 1997. Demografía del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) de la laguna de lobos (provincia de Buenos Aires). **Natura Neotropicalis** 28 (2): 105-115.
- 2 Freyre L. R., M.E. Maroñas, E. D. Sendra y A. A. Dománico 2002. Variaciones supra-anales de la ictiofauna de lagunas bonaerenses.. Segundas Jornadas sobre "Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos Pampeanos", 10-11 y 12 de noviembre, Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP.
- 3 Pauly D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. ICLARM Stud. Rev. 8. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. 325 p.
- 4 Sendra E. D. 2002. Evolución de parámetros demográficos clave del pejerrey *Odontesthes bonariensis* de la Laguna Chascomús a lo largo de tres décadas. Segundas Jornadas sobre "Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos Pampeanos", 10-11 y 12 de noviembre, Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP.
- 5 Sendra, E.D. y L.R. Freyre 1978. Dinámica poblacional de *Bryconamericus iheringi* (Pisces, Tetragonopteridae), de la Laguna Chascomús. **Limnobiós** 1, (8): 299-321.