

# MODELO DE SUPERVIVENCIA PARA LOS ESTADIOS POSLARVALES DEL PEJERREY *Odontesthes bonariensis*

L. R. FREYRE<sup>1</sup>, M. E. MAROÑAS<sup>1</sup> Y E. D. SENDRA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet", UNLP, CONICET; <sup>2</sup>CIC  
lafreyre@ilpla.edu.ar

## RESUMEN

La supervivencia de los peces adultos es representada por el clásico modelo exponencial. Sin embargo, el mismo no estima en forma apropiada la densidad de las etapas de larva y juvenil. Se propone un modelo que incorpora algunos parámetros y que ajusta mejor la supervivencia de la totalidad de estadios por la que atraviesan los individuos hasta la etapa de adulto. Se asume que los individuos nacen con una "susceptibilidad", que incrementa su mortalidad y que disminuye con la edad. La validez de este modelo fue contrastada mediante su ajuste a sucesivas cohortes de pejerrey obtenidas en la Laguna Chascomús, entre 1974 – 1977 y 1981 – 1982. Durante este período se reconoce un progresivo deterioro del sistema. Se asignó la edad mediante el análisis de la progresión modal de las distribuciones de talla. Fue posible discriminar 41 cohortes para el período de estudio. A los datos ordenados por clase de edad se les ajustó el modelo generalizado de crecimiento de von Bertalaffy, el modelo exponencial de supervivencia y el modelo propuesto a los rendimientos. El modelo solucionaría la discrepancia entre la fecundidad observada por recuento de gametas y la natalidad estimada ( $N_0$ ) por modelo clásico.

**Palabras Clave:** mortalidad juvenil; susceptibilidad; éxito reproductivo; supervivencia

## INTRODUCCIÓN

La supervivencia de los peces adultos se representa rutinariamente por el modelo exponencial. Sin embargo, en general, este modelo no estima apropiadamente las densidades de las primeras etapas de vida (Slobodkin 1962) porque éstas presentan tasas de mortalidad mucho mayores que los adultos.

En esta contribución se propone un modelo para conseguir una mejor estimación de las densidades de los primeros estadios postlarvales.

## MATERIALES

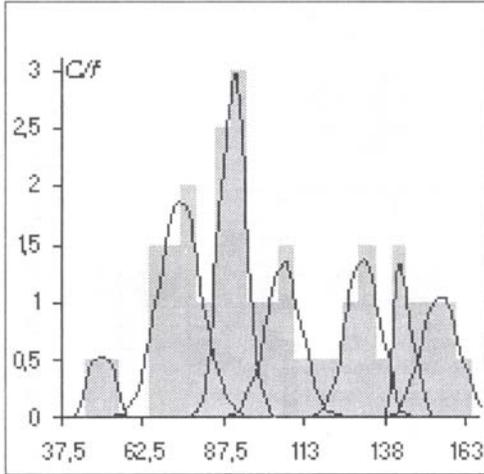
Para el muestreo se utilizó una red de tiro de "billone" (Sendra y Freyre, 1978) con una malla que captura con máxima eficiencia los juveniles a partir de los 5 mm de longitud estándar (Lst). Los muestreos se realizaron desde una misma estación costera con una periodicidad semanal entre 1974-77 y entre semanal a quincenal entre 1981-82, totalizando 66 fechas y 155 lances.

El procesamiento de las muestras por fecha consistió en la medición de la Lst, registrándose la frecuencia de individuos por intervalos de 5 mm y por lance, unidad de esfuerzo.

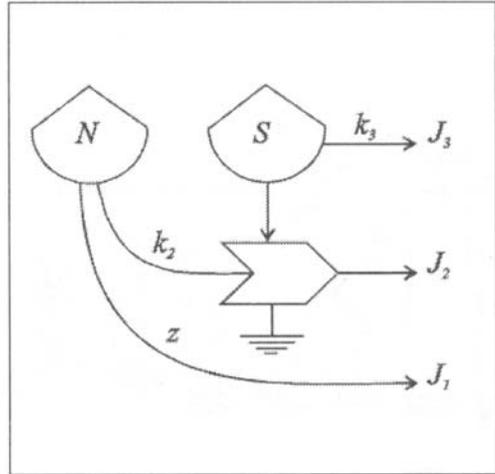
## MÉTODO

### *Progresión de modas*

Para cada fecha de muestreo se efectuó la descomposición de la distribución de tallas en funciones normales de modo de obtener los parámetros: talla media, número ( $N$ ) y desviación estándar (Figura 1).



**Figura 1.** Distribución de frecuencias de tallas (C/f) para la fecha 16/2/82 y normales ajustadas a cada moda. El eje x expresa la longitud estándar en mm.



**Figura 2.** Diagrama de Odum del modelo de supervivencia propuesto. N es numeridad de la cohorte, S es susceptibilidad, kn y z son los parámetros del modelo.

Para cada fecha de muestreo se efectuó la descomposición de la distribución de tallas en funciones normales de modo de obtener los parámetros: talla media, número (N) y desviación estándar (Figura 1).

Este procedimiento permitió seguir el desplazamiento temporal de las modas. El reconocimiento de la correspondencia entre las modas de las diferentes cohortes en las distintas fechas fue corroborado por su ajuste al modelo generalizado de crecimiento de von Bertalanffy (Pauly, 1983):

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

donde  $L_t$  es la talla para cada momento (t),  $L_\infty$  es la talla asintótica, k es la constante de crecimiento,  $t_0$  es el momento del nacimiento y D es un factor de superficie. La edad se adjudicó sobre la base de las fechas de capturas.

El modelo exponencial de supervivencia es:

$$N_t = N_0 e^{-z(t-t_0)}$$

donde  $N_t$  es la densidad para cada tiempo (t),  $N_0$  la densidad en el momento de nacimiento ( $t_0$ ) y z el coeficiente de mortalidad.

*El modelo*

El modelo de supervivencia que se propone se ilustra mediante el diagrama de Odum de la Figura 2. La mortalidad  $J_1$  se produce a tasa constante. La susceptibilidad, S, produce una mortalidad adicional  $J_2$  y  $J_3$  disminuye a S hasta agotarla.

Las ecuaciones diferenciales de este modelo resultan:

$$\dot{N} = -z \times N - k_2 \times N \times S; \quad \dot{S} = -k_3 \times S$$

Al integrarlas queda:

$$S_t = S_0 e^{-k_3 \times t}; \quad N_t = F \times e^{-z \times t - \frac{k_2}{k_3} \times S_0 \times e^{-k_3 \times t}}$$

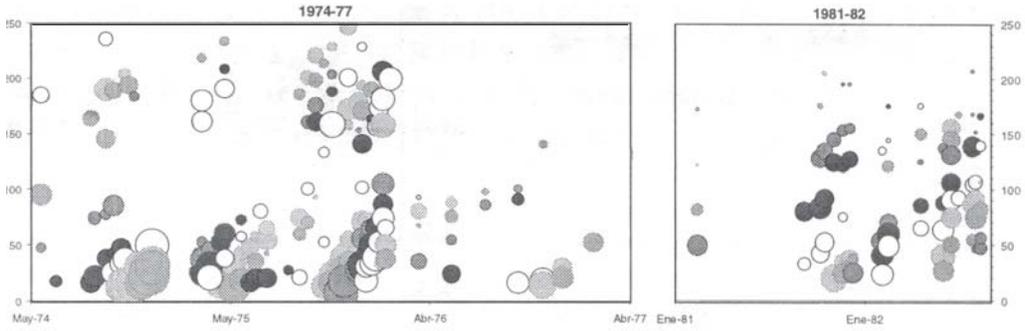
En la segunda ecuación F, z y  $k_3$  se pueden ajustar por regresión entre la densidad,  $Nt$  y el tiempo, t, pero resulta imposible separar  $k_2$  y  $S_0$  por lo que se definió la variable

$$B = \frac{k_2}{k_3} \times S_0, \text{ por lo tanto:}$$

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



Figura 3. Histogramas de frecuencias de tallas y curva polimodal ajustada en secuencia temporal de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.



**Figura 4.** Secuencia temporal de cohortes, los colores muestran modas sucesivas de una misma cohorte. La ordenada representa la talla (en mm). El área de los círculos es proporcional a la numerosidad de la moda que representa.

Se analizó el comportamiento temporal de los parámetros de los modelos ajustados.

## RESULTADOS y DISCUSIÓN

En la Figura 3 se presentan los datos y las curvas polimodales ajustadas a las distribuciones de tallas de cada fecha de muestreo.

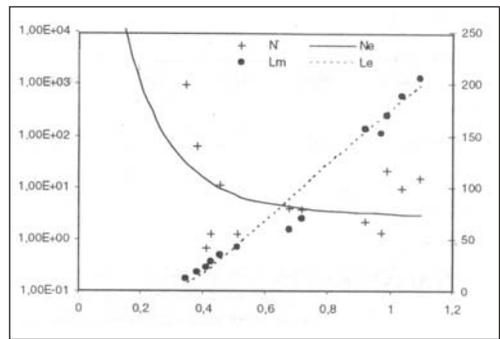
Durante el período de estudio fue posible discriminar 41 cohortes que se presentan en la Figura 4.

Con los datos  $t$  y  $N_t$  seleccionados de acuerdo a su correspondencia en el crecimiento se ajustó el modelo clásico y el propuesto. La correspondencia de datos se ejemplifica en la Figura 5.

El comportamiento temporal de los parámetros de los modelos ajustados sobre las cohortes individualizadas puede observarse en la Figura 6. En ella se puede apreciar que  $L_\infty$  se mantuvo constante durante todo el período desde 1974 a 1982, así como la tasa de crecimiento ( $k$ ), es decir no hubo modificación de los descriptores del crecimiento. Con respecto al modelo clásico se observa una disminución en la natalidad aparente ( $N_0$ ) y mientras que la tasa de mortalidad ( $z$ ) parece mantenerse constante.

El modelo propuesto muestra que se habría producido un marcado aumento de  $S_0$  (incluida en el parámetro  $B$ ), una disminución de la tasa de agotamiento de ésta ( $k_s$ ) y sobre todo ha decrecido el del éxito reproductivo ( $F$ ), es decir a caído la natalidad y/o la fecundidad.

Estos resultados verifican que el modelo



**Figura 5.** Ajuste del modelo de supervivencia propuesto ( $ne$ ) y del crecimiento ( $Le$ ) según Bertalanffy a los datos de una cohorte. Sobre la ordenada izquierda la numerosidad ( $N$ ) en escala logarítmica y sobre la ordenada derecha la talla ( $Lm$ ) en mm de longitud estándar.

desarrollado estima mejor que el exponencial la natalidad real, y describe los efectos que el deterioro reconocido de la laguna Chascomús (A. R. Romano y F. Cueva, 1988; Barla *et al.*, 1999) produce en la dinámica de la población. Estas condiciones habrían afectado fundamentalmente la densidad poblacional, a través de modificar la natalidad y la supervivencia de los juveniles y han dejado intacto el crecimiento. Este efecto se conjeturó anteriormente para la población de pejerrey de la Laguna de Lobos (Freyre *et al.*, 1997) pudiéndose en evidencia su mecanismo con la aplicación del nuevo modelo.

La capacidad de predicción y el ajuste del modelo podría validarse con estimaciones simultáneas de supervivencia y fecundidad.

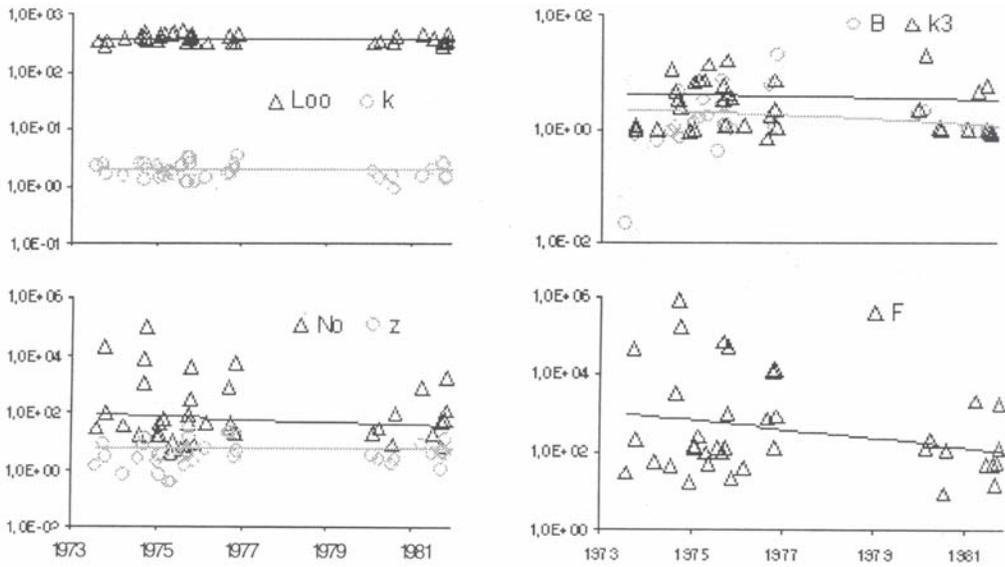


Figura 6. Parámetros de los modelos en escala logarítmica y ajuste de tendencia temporal.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barla, M. J.; R. U. Escaray y J. F. Bustingorry. 1999. Copper, zinc and chromium in water, sediments and biota in the pampean Chascomús Lake (Argentina). *Natura Neotropicalis* 30 (1 y 2): 67-76.
- 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): 47-59.
- 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.
- Romano A.R. y Cueva F. 1988. Lesiones histológicas atribuibles a tóxicos en *Odonthestes bonariensis* (Cuv. y Val., 1835) (PISCES, ATERINIDAE). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 19 (2): 135-142.
- Sendra, E. D. y L. R. Freyre. 1978. Dinámica poblacional de *Bryconamericus iheringi* (Pisces, Tetragonopteridae), de la Laguna Chascomús. *Limnobiós* 1, (8): 299-321.
- Slobodkin, L. 1962 Growth and Regulation of Animal Populations. Holt, Rinehart and Wilson, New York