

# DINÁMICA DE LA BIOMASA POBLACIONAL PARA EVALUAR EL USO DE LOS INDICADORES DE LA PERFORMANCE DE CRECIMIENTO EN EL PEJERREY *Odontesthes bonariensis*

L. R. FREYRE, M. E. MAROÑAS, E. D. SENDRA Y A. A. DOMÁNICO

Instituto de Limnología «Dr. Raúl A. Ringuelet»  
lafreyre@netverk.com.ar

**ABSTRACT.** The description of fish population demographic can be carried out with the estimate of key parameters: asymptotic length and weight ( $L_{\infty}$  and  $W_{\infty}$ ), growth constant ( $K$ ), initial number of each cohort at times zero ( $N_0$ ) and mortality coefficient ( $Z$ ). If the base information was obtained from samples taken with fishing gears with similar efficiencies, it would be possible to evaluate the population's historical changes or to carry out comparisons among populations of different water body. Both situations are difficult to approach. Performance indices more used were presented like a simple tool of growth parameters integration with the purpose of facilitating the comparison. In this paper, the parameter  $T$  (maximum biomass time or age) and its standardization for the silverside is presented. This index may be used as tool to evaluate how far or close a population is regarding the standard values of growth and survival. So, it can be combining with performance indices in order to accepting the differences when  $T$  is next to the standard values for this species and to reject them when it moves away from  $T$  standard values.

**Keywords:** *Odontesthes bonariensis*, performance indices, maximum biomass age.

**Palabras Clave:** *Odontesthes bonariensis*, índices performance, edad de máxima biomasa

## INTRODUCCIÓN

Una preocupación que se ha manifestado en forma reiterativa en la literatura sobre biología pesquera es la de comparar el crecimiento somático entre poblaciones de la misma especie o entre especies diferentes. Una detallada revisión sobre las estrategias planteadas por distintos autores para comparar curvas o los parámetros de crecimiento puede encontrarse en Moreau (1987). Brey (1999) presenta un índice de performance para el caso en que no se conozca la función del crecimiento.

A través del tiempo resultó claro que no era posible contrastar separadamente los parámetros del crecimiento y mucho menos considerar sólo uno de ellos. Esto condujo a que se reunieran las constantes de los modelos en una única expresión. Gallucci y Quinn (1979) plantearon evaluar la performance del crecimiento ( $\omega$ ), cuando se ha ajustado el modelo de von Bertalanffy, estimando la pendiente de la curva de crecimiento en talla a la edad cero. Simultáneamente, Pauly (1979) pro-

puso que la valoración ( $\Phi$ ) se realice a partir de la curva de crecimiento en peso como  $9/4$  del logaritmo decimal de la tasa máxima. Sin embargo, como lo indicara este autor, los índices de performance basados en los parámetros del modelo ya citado, expresados en longitud o peso, no definen una única curva (Pauly, 1991). Por extensión, para cada especie no existe un único valor de  $\Phi$  sino que hay un conjunto que la caracteriza.

Se sabe que ante un disturbio primero se afectan los individuos, luego la dinámica demográfica compensa las alteraciones para tender a restablecer una situación estándar. Los parámetros del modelo de crecimiento, que son entradas para estimar los índices de performance, son los primeros que cambian (Pauly, 1991). La falta de estabilidad ocasionará, consecuentemente, una modificación en la supervivencia y/o la natalidad (Gulland, 1983), que se puede verificar después de una o más generaciones, por lo tanto responderá con un retraso considerable a la variación de los índices de performance.

Cualquier alteración de las tasas de crecimiento y supervivencia produce un desplazamiento de la edad de máxima biomasa poblacional. En este trabajo proponemos estandarizarla para el pejerrey, *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1835), y utilizarla como una herramienta para evaluar si la población se encuentra en condiciones ambientales estables. En este caso,  $\Phi$  y  $\omega$  podrían usarse para establecer un orden de performance.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para estimar el parámetro  $T$  (edad de máxima biomasa o edad crítica) es necesario ajustar el modelo de crecimiento isométrico en peso ( $W_t$ ) y el de supervivencia ( $N_t$ ):

$$W_t = W_\infty (1 - e^{-Kt})^3; N_t = N_0 e^{-Zt}$$

donde

$W_\infty$ : peso asintótico

$K$ : coeficiente de crecimiento

$t$ : edad

$N_0$ : número inicial de individuos

$Z$ : coeficiente de mortalidad

Para una determinada edad, la biomasa poblacional ( $BM$ ) se calcula como el producto de ambos:

$$BM = W_t N_t = N_0 W_\infty e^{-Zt} (1 - e^{-Kt})^3$$

En el momento que  $BM$  presenta el máximo valor, su diferencial con respecto al tiempo es igual a 0. La edad para la cual esto se verifica se estima:

independiente de los valores de  $N_0$  y  $W_\infty$ .

En forma simplificada la expresión anterior se puede enunciar como:

$$T = \frac{\ln\left(\frac{3K+Z}{Z}\right)}{K}$$

Para la estandarización de este parámetro se recabó la información bibliográfica e inédita sobre la demografía del pejerrey, que reuniera estimaciones independientes de los parámetros  $K$  y  $Z$ .

Una alteración del coeficiente de crecimiento o de supervivencia producirá un desplazamiento de  $T$ . El adelantamiento posible está acotado, mientras  $T$  tienda a 0, en cambio el retraso podría, desde el punto de vista matemático, no tener un límite. Lo enunciado determina una distribución asimétrica por lo que se realizó la transformación logaritmo decimal de  $T$  ( $\log T$ ) y se verificó su normalidad mediante el test de bondad de ajuste (Snedecor y Cochran, 1978).

Se calculó el promedio de  $\log T$  y su desvío estándar para establecer los límites dentro de los cuales podría ser válido el contrastar  $\chi^2$  los índices de performance.

Se estimaron  $\omega$  y  $\Phi$  como:

$$\omega = K L_\infty \quad \Phi = \log(K W_\infty)$$

siendo  $L_\infty$  la talla asintótica del ajuste del modelo de crecimiento en longitud de von Bertalanffy.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de la información demográfica publicada sobre el pejerrey y de datos inéditos, se recopilaron 37 situaciones (Tabla 1) con las que se estimó  $\log T$ . Se verificó su distribución normal (Figura 1) con  $\chi^2 = 5,0432$  ( $df = 8$ ,  $P < 0,75$ ). La media de  $\log T$  fue 0,026920 y su desvío estándar de 0,168723. Con los datos de la misma tabla se calcularon  $\omega$  y  $\Phi$ .

Aceptando que el promedio del  $\log T$  es  $\alpha^2$  caso estable y que un desvío estándar a cada lado representan los límites de esa estabilidad en la Figura 2 se representan  $\omega$  y  $\Phi$  como función de  $\log T$ . En la figura

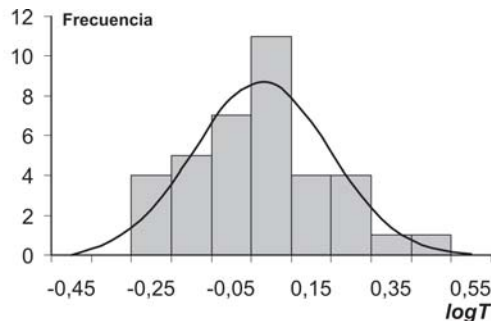


Figura 1. Distribución y ajuste estadístico del parámetro logaritmo de  $T$  obtenidos a partir de los datos de la Tabla 1.

	L. S	L. W	$L_{\infty}$ (mm)	K	Z	$W_{\infty}$ (g)	logT (log año)
Laguna Chascomús (Sendra, 2003)	35°36'	58°01'					
Cohorte 1960			592,73	0,3625	2,4001	2431,49	0,013205
Cohorte 1961			592,73	0,3625	2,4001	2431,49	0,013205
Cohorte 1962			592,69	0,3546	1,4490	2431,01	0,191055
Cohorte 1963			558,99	0,4817	2,0492	2035,71	0,044513
Cohorte 1964			562,96	0,4761	2,7833	2079,89	-0,060486
Cohorte 1965			536,96	0,5934	2,0400	1802,06	0,024164
Cohorte 1966			487,00	0,7486	2,1718	1340,28	-0,022977
Cohorte 1967			552,95	0,6145	1,3817	1969,80	0,139700
Cohorte 1968			558,99	0,8872	2,8017	2035,71	-0,123355
Cohorte 1972			332,91	0,7428	3,1189	423,01	-0,139198
Cohorte 1973			333,52	0,7492	2,9869	425,36	-0,125616
Cohorte 1979			333,52	0,7643	4,5293	425,36	-0,270886
Cohorte 1980			286,01	0,9946	3,4555	266,96	-0,203543
Cohorte 1981			284,61	0,9105	3,2281	263,01	-0,171738
Cohorte 1982			316,51	1,0722	2,7173	362,93	-0,137596
Cohorte 1983			323,59	1,4582	2,9948	388,11	-0,209356
Laguna Chascomús (Maroñas y Freyre, 1984)			307,25	1,3749	3,4526	331,70	-0,242838
Laguna de Lobos ( Freyre, 1976)	35°16'	59°07'	400,00	0,3775	2,9252	858,41	-0,062033
Laguna de Lobos (Freyre et al., 1997)			446,58	0,3876	2,1383	1296,66	0,049351
Laguna Igartua (Grosman et al., 2000b)	37°05'	62°04'	396,46	0,3600	2,2228	808,88	0,041396
Lago Municipal de Colón (Gosman et al., 2000a)	33°55'	61°06'	393,01	0,3989	1,3805	677,85	0,194500
Lago Municipal de Colón (Freyre et al., 1993)			582,00	0,1017	3,1057	2585,21	-0,035536
Laguna Blanca Grande ( Freyre y Sendra, 1993)	36°29'	60°53'	500,00	0,5480	2,4770	1217,23	-0,032022
Laguna del Estado (Grosman y Sanzano, 2003)	37°19'	59°55'	379,91	0,4452	1,2640	710,51	0,209426
Laguna Los Flamencos (Grosman et al., 2000)	37°52'	62°36'	489,69	0,3835	1,1243	1907,61	0,264264
Laguna de Monte (Grosman et al., 2002)	35°27'	58°48'	484,08	0,2192	2,1513	1443,65	0,085216
Laguna Las Tunas (Colautti et al., 1998)	35°58'	62°24'	539,84	0,1873	1,0100	2163,92	0,373236
Embalse Río III (Freyre et al., 1983)	32°13'	64°28'	318,00	0,3378	0,6545	414,84	0,442360
Laguna de Monte (1986)**			479,22	0,4764	2,4000	1643,56	-0,008481
Laguna Lacombe (1998, hembras)**	35°50'	57°53'	382,28	0,5553	1,7622	811,56	0,078583
Laguna Lacombe (1998, machos)**			382,28	0,5553	1,7622	722,24	0,078583
Laguna Encadenas Tornquist Saavedra (1966)*	36°01'	62°28'	386,88	0,8895	2,5172	786,23	-0,090154
Laguna Alsina (1966)*	36°50'	62°04'	462,79	0,5531	2,2109	799,85	0,005316
Laguna Carpincho (1966)*	34°35'	60°53'	307,00	0,7719	1,5791	242,14	0,068025
Laguna Cochicó (1966)*	36°55'	62°18'	312,20	0,6579	1,4638	349,62	0,113156
Laguna Salada Grande (1966)*	36°54'	56°58'	876,27	0,2403	1,5211	1244,62	0,208005
Laguna de Monte (1966)*			305,00	0,7458	0,6683	143,67	0,294593

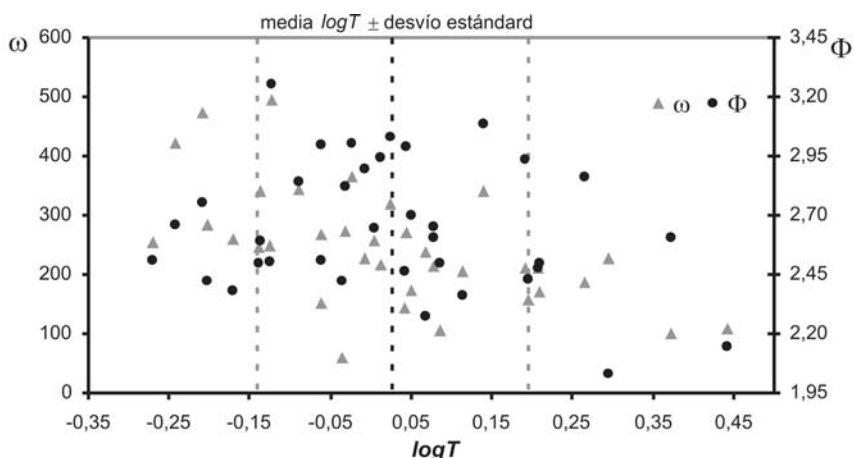
Tabla 1. Parámetros demográficos de *Odontesthes bonariensis*, para distintos ambientes referenciados geográficamente. \* Obtenidos a partir de datos de captura publicados en Convenio Estudio Riqueza Ictícola (1965-1969).

\*\* Datos inéditos

pueden apreciarse poblaciones fuera de los límites de estabilidad que representarían casos afectados por un disturbio cuya posición está determinada por el momento en que fueron evaluadas.

De lo anterior se desprende que los índices de performance del crecimiento por sí solos son insuficientes para comparar poblaciones de diferentes lagunas o del mismo ambiente a través del tiempo. La correcta interpretación demográfica debe considerar a la supervivencia. Un distur-

bio imprime señales que perduran varias generaciones y se manifiestan por cambios en el tiempo de máxima biomasa. Un *logT* anticipado al estandarizado implica un cambio positivo para la performance del crecimiento individual y para la población en su conjunto. El caso contrario se asocia con un cambio negativo para el crecimiento individual y para el desempeño de la población en general. Puede formularse la hipótesis que las poblaciones se ordenan según su performance sólo si el



**Figura 2.** Diagrama de dispersión de  $\omega$  y  $\Phi$  en función de  $\log T$  a partir de los datos consignados en la Tabla 1. Se indica el valor medio y los límites de estabilidad.

$\log T$  se ubica dentro de los límites de estabilidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Brey, T.** 1999. Growth performance and mortality in aquatic benthic invertebrates. *Advances in Marine Biology*, 35: 153-223.
- Convenio Estudio de Riqueza Ictícola.** 1965-1969. Consejo Federal de Inversiones- Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires (Dirección de Recursos Pesqueros).
- Colautti, D., C. Velazco y G. Berasain.** 1998. Las Tunas Grandes. Partido de Trenque Lauquen. Dirección de Desarrollo Pesquero, Subsecretaría de Actividades Pesqueras, Ministerio de Asuntos Agrarios. Informe Técnico N° 11, 26 pp.
- Freyre, L. R.** 1976. La población del pejerrey de la Laguna de Lobos. *Limnobiología*, 1 (4):105-128.
- Freyre, L. R., L. C. Protogino, J. M. Iwaszkiw.** 1983. Demografía del pejerrey *Basilichthys bonariensis bonariensis* (Pisces Atherinidae) en el embalse Río Tercero, Córdoba. Descripción de los artes de pesca. *Biología Acuática*, 4:1-39.
- Freyre L. R. y E. D. Sendra.** 1993. Relevamiento pesquero de la laguna Blanca Grande, Provincia de Buenos Aires. *Aquatec*, 1: 1-9.
- Freyre L. R., M. E. Maroñas, J. Ponte Gómez y E. D. Sendra.** 1993. Relevamiento pesquero del lago Municipal de Colón, Provincia de Buenos Aires. *Aquatec*, 2: 1- 9.
- Freyre, L. R., M. E. Maroñas y E. D. Sendra.** 1997. Demografía del pejerrey *Odontesthes bonariensis bonariensis* en la laguna de Lobos, provincia de Buenos Aires. *Natura Neotropicalis*, 28 (1): 47-59.
- Gallucci, V. F. y T. J. Quinn.** 1979. Reparameterizing, fitting, and testing a simple growth model. *Transactions of the American Fisheries Society*, 108: 14-25.
- Grosman F., G. González, D. Agüería y P. Sanzano.** 2000a. Ictiología del «Lago Municipal de Colón», Argentina, como un ejemplo de dinámica ambiental. *Aquatic 10*: 13p. <http://aquatic.unizar.es/N2/art1003/lagocolon.htm>
- Grosman, F., S. Sergueña, P. Sanzano, D. Agüería y G. González.** 2000b. Fundamentos biológicos para la gestión local del recurso pejerrey. En: Fabián Grosman (Ed.) *Fundamentos biológicos, económicos y sociales para una correcta gestión del recurso pejerrey*, Editorial Astyanax, Azul, 118-131.
- Grosman, F., P. Sanzano y D. Agüería.** 2002. Aspectos bioecológicos del pejerrey *Odontesthes bonariensis* de la laguna de Monte. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, n.s.*, 4(1): 13-23.
- Grosman, F. y P. Sanzano.** 2003. ¿El pejerrey puede causar cambios estructurales en un ecosistema? *Biología Acuática*, 20: 37-44.
- Gulland, J. A.** 1983. Fish stock assessment: A manual of basic methods. *FAO/ Wiley Series on Food and Agriculture*. John Willy & Sons, 223 pp.
- Moreau, J.** 1987. Mathematical and biological expression of growth in fishes: recent trends and further developments. En: Summerfelt, R. C. y G. E. Hall (eds.). *Age and growth of fish*. Iowa State University Press, 544 pp.
- Maroñas, M. E. y L. R. Freyre.** 1984. Relevamiento pesquero de cuencas naturales. Informe final pasantía. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, 36 pp.
- Pauly, D.** 1979. Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of von Bertalanffy's growth formula. *Berichte aus dem Institut für Meereskunde Kiel*, 63: 1-156.
- Pauly, D.** 1991. Growth performance in fishes: rigorous description of patterns as a basis for understanding casual mechanisms. *Aquabyte*, 4(3): 3-6.
- Sendra, E. D.** 2003. Evolución de parámetros demográficos clave del pejerrey *Odontesthes bonariensis* de la Laguna Chascomús a lo largo de tres décadas. *Biología Acuática*, 20: 93-100.
- Snedecor, G. W. y W. G. Cochran.** 1978. *Statistical methods*. The Iowa State University Press, Iowa, 593 pp.