

Estimaciones de la mortalidad en sábalo (*Prochilodus lineatus*) en el bajo Paraná

Informe Técnico N° 77

Coordinación de Pesca Continental

Dirección de Planificación Pesquera

Estimaciones de la mortalidad en sábalo (*Prochilodus lineatus*) en el bajo Paraná

Jorge R. Liotta^{1,2} y Pablo Arrieta¹

¹ Dirección de Planificación Pesquera, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de La Nación, CABA, Argentina.

² Museo de Ciencias Naturales "Antonio Scasso", San Nicolás, Argentina.

E-mail de correspondencia: jorgerliotta@gmail.com

Resumen

El muestreo permanente del proyecto EBIPES ha permitido seguir la evolución de las cohortes de sábalo presentes en la población en los últimos 15 años. En particular, se ha podido analizar la evolución de las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) de la cohorte 2009-2010, nacida durante el desarrollo de este proyecto y monitoreada hasta la actualidad. Analizando la reducción de la CPUE de esta cohorte entre su nacimiento y el año 2019, se calculó un valor de $Z = 0,2721 \cdot \text{año}^{-1}$ para la tasa instantánea de mortalidad total. Se estimó la tasa instantánea de mortalidad natural (M) utilizando un conjunto de fórmulas, cuyo promedio resultó $0,2279 \cdot \text{año}^{-1}$. La tasa instantánea de mortalidad por pesca (F) resultante fue $0,0442 \cdot \text{año}^{-1}$. La tasa de explotación (E) resultó 0,1624. Todos los valores estimados indican una explotación moderada de la cohorte 2009-10, que sostuvo a la pesquería durante varios años, hasta 2018.

Palabras clave: Mortalidad - Esfuerzo pesquero - *Prochilodus lineatus* - Río Paraná

Abstract

The permanent sampling of the EBIPES project has made it possible to follow the evolution of the sábalo cohorts present in the population over the last 15 years. In particular, it has been possible to analyze the evolution of catch per unit effort (CPUE) of the 2009-2010 cohort, born during the development of this project and monitored until today. Analyzing the reduction in the CPUE of this cohort between birth and 2019, a value of $Z = 0,2721 \cdot \text{year}^{-1}$ was calculated for the instantaneous rate of total mortality. Instantaneous rate of natural mortality (M) was estimated using a set of formulas, whose average was $0,2279 \cdot \text{year}^{-1}$. The resulting instantaneous rate of fishing mortality (F) was $0,0442 \cdot \text{year}^{-1}$. The exploitation rate (E) was 0,1624. All estimated values indicate moderate exploitation of the 2009-10 cohort, which has sustained the fishery for the past few years.

Keywords: Mortality - Fishing effort - *Prochilodus lineatus* - Paraná River

Introducción

En pesquerías, la mortalidad total (Z) es interpretada como la disminución en el número de individuos de una cohorte a causa de diversos factores. Los coeficientes de mortalidad que normalmente se usan en el estudio de la dinámica de las poblaciones están relacionados con las dos principales causas de mortalidad a que están expuestos los peces a lo largo de su vida: la mortalidad natural (M), que depende de las características biológicas de cada stock y de las cohortes que la componen, y la mortalidad por pesca (F), causada por el hombre (Sparre & Venema, 1997). La mortalidad natural se ha considerado uno de los parámetros más difíciles de obtener en poblaciones de peces bajo explotación. Sin embargo, es fundamental para la evaluación de las pesquerías y evaluar su sustentabilidad (Then *et al.*, 2015). El valor de M puede ser interpretado como una consecuencia de los requerimientos fisiológicos, tasa de depredación de los diferentes estados de desarrollo y como un resultado de las condiciones ambientales que actúan sobre la vida de los individuos (Ramírez-Rodríguez y Arreguín-Sánchez, 2002). Diferentes autores plantean la necesidad de recurrir a métodos indirectos para determinar la mortalidad natural, debido a que los directos son difíciles de obtener en el medio natural (Pauly 1980; García y Le-Reste 1981; Pauly *et al.*, 1984).

Diversos estudios han obtenido valores de mortalidad para esta especie en esta región. Sverlij *et al.* (1993) reunieron información de mortalidad, procedente de diversos trabajos previos efectuados en el río Pilcomayo en Bolivia, obtenida a partir de datos de tallas y utilizando el programa ELEFAN. Los valores de mortalidad natural resultaron similares en todos los años analizados, con valores de entre 0,6 y 0,77.año⁻¹, pero la mortalidad total varió entre 0,94 y 2,45.año⁻¹, presumiblemente por variaciones en la abundancia de la especie. Espinach Ros (2012) obtuvo un valor $Z = 0,259$.año⁻¹ derivado del análisis de la cohorte 1996-1997, que poseía entre 10 y 14 años. Baigún *et al.* (2013) utilizaron varios estimadores de mortalidad natural, hallando un valor medio de 0,46.año⁻¹, y valores crecientes de Z , de 0,65.año⁻¹, en 1989 a 1,94.año⁻¹, en 2005, en el puerto de Victoria, Entre Ríos. Lozano (2015) halló un valor de M cercano a 0,12, aplicando un único estimador.

La prospección permanente llevada a cabo desde 2005 a través del proyecto EBIPES en la baja cuenca del Plata permite contar con series temporales de datos de CPUE de sábalo corregidos por esfuerzo y selectividad, y con datos de edades asociados para el seguimiento de las cohortes presentes en la población. El objetivo del presente trabajo fue estimar valores de mortalidad para el sábalo, utilizando dicha información.

Materiales y métodos

Se estimó el valor de la **tasa instantánea de mortalidad total (Z)** mediante la regresión de los logaritmos naturales de la CPUE en número, de acuerdo a la siguiente fórmula (Sparre & Venema, 1997):

$$Z = \frac{1}{(t_2 - t_1)} * \ln \frac{CPUE_{t_1}}{CPUE_{t_2}}$$

Se seleccionaron sólo los individuos correspondientes a la cohorte 2009-2010 (monitoreada desde su nacimiento). Para obtener los valores de captura por unidad de esfuerzo en número (CPUE_n) se utilizaron los datos de frecuencias de tallas de sábalo de cada campaña del Proyecto EBIPES para el período 2009-2019. Estos fueron estandarizados a igual longitud de redes y corregidos por selectividad, utilizando la curva correspondiente al modelo bimodal ajustado con el método SELECT (Dománico y Espinach Ros, 2015). La asignación de edades se efectuó a partir de lecturas de otolitos *lapilli* y escamas de acuerdo a la metodología descrita en Espinach Ros (2012) y validada en otro trabajo de esta serie (Liotta *et al.*, 2022a). Para estimar las frecuencias totales de la cohorte 2009-2010 en cada campaña, para cada talla (clases de longitud estándar a intervalos de 1 cm) se calculó la proporción correspondiente a esta cohorte, extrapolando luego las proporciones a los valores totales de frecuencia. Finalmente, se promediaron los valores de CPUE_n de esta cohorte obtenidos en cada campaña por ciclo anual, considerados estos desde noviembre a octubre del año siguiente (Liotta *et al.*, 2022a). Se graficaron los datos de ln CPUE_n en función de la edad (en años).

Se estimó la **tasa instantánea de mortalidad natural (M)** a partir de diferentes relaciones empíricas, basadas en parámetros vitales, como crecimiento y longevidad. Para hacer frente a las deficiencias conocidas de utilizar un estimador único (Kenchington, 2014) se decidió aplicar un conjunto de estimadores de M utilizados para peces, para obtener un valor de tendencia central y un rango aproximado dentro de los valores plausibles obtenidos con los estimadores. Se seleccionaron aquellas fórmulas basadas en parámetros estimados con confianza para el sábalo, como el parámetro de curvatura de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (K) y la longevidad máxima (t_{max}):

1) Alagaraja (1984):
$$M = \frac{-\ln(0,001)}{t_{max}}$$

2) Jensen (1996):
$$M = 1,5 K$$

3) Hewitt & Hoenig (2005):
$$M = \frac{2,996}{t_{max}}$$

4) Alverson y Carney (en Zhang & Megrey, 2006):
$$M = \frac{3K}{e^{K_0, \text{setmax}} - 1}$$

5) Hoenig (1983, modificado en Then *et al.*, 2015):
$$M = 4,899t_{\text{max}}^{-0,916}$$

Para el cálculo de la **Tasa instantánea de mortalidad por pesca (F)** se utilizó la fórmula $F = Z - M$ (Csirke, 1989), y para el **Tasa de explotación (E)**, la relación $E = F / Z$ (Sparre & Venema 1997). Se calculó además la relación entre F y M.

Resultados

El gráfico correspondiente de ln CPUEn de ejemplares asignados a la cohorte 2009-2010 en función de la edad (en años) se observa en la

Figura 1. La mortalidad total, Z, se obtiene de la pendiente de la regresión.

Los valores de CPUEn muestran cierta dispersión (reflejada en un $R^2 = 0,845$), derivada -entre otras causas- de las fluctuaciones del nivel hidrométrico en que se efectuaron las diferentes campañas.

El valor hallado de Z es $0,2721 \cdot \text{año}^{-1}$ para la cohorte 2009-2010.

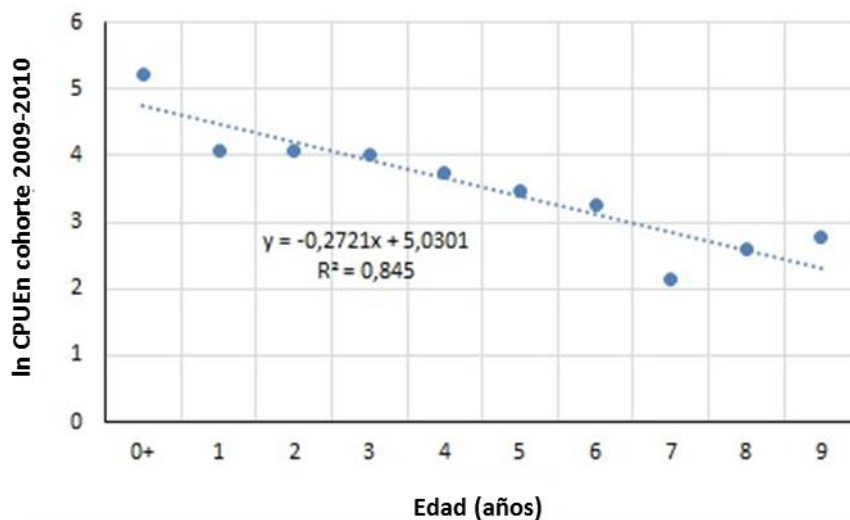


Figura 1. Estimación de la tasa instantánea de mortalidad total (Z) con datos de ln CPUEn de la cohorte 2009-2010, en base anual.

Estimaciones de la mortalidad en sábalo (*Prochilodus lineatus*) en el bajo Paraná

Las estimaciones obtenidas de la tasa de mortalidad natural (M) se resumen en la **Tabla 1**. El parámetro K de curvatura de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy fue estimado en 0,31 (Liotta *et al.*, 2022b), y la edad máxima observada (t_{max}) fue de 26 años (Espinach Ros, 2008).

Tabla 1. Estimaciones de la tasa instantánea de mortalidad natural (M).

Fórmula aplicada	M (año ⁻¹)
Alagaraja (1984)	0,2657
Jensen (1996)	0,4650
Hewitt & Hoenig (2005)	0,1152
Alverson y Carney (2006)	0,0456
Hoenig (1983, modificado)	0,2477
Mediana	0,2477
Media	0,2279
Desvío estándar	0,1612

Los valores hallados de M resultaron normalmente distribuidos (test de Shapiro-Wilk, 1965, con $p = 0,01$), por lo que se considera apropiado usar la media ($M = 0,2279 \cdot \text{año}^{-1}$) como estimador de la tendencia central (**Figura 2**).

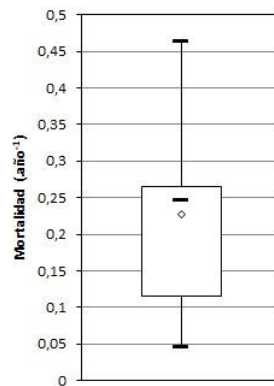


Figura 2. Boxplot de los valores estimados de M para la cohorte 2009-2010. El rombo señala la media.

A partir de los valores estimados anteriormente, se calculó la mortalidad por pesca (F) aplicando la ecuación $F = Z - M$, obteniendo:

$$F = 0,2721 - 0,2279 = 0,0442 \cdot \text{año}^{-1}.$$

Asimismo, la tasa de explotación fue:

$$E = F/Z = 0,0442 \cdot \text{año}^{-1} / 0,2721 \cdot \text{año}^{-1} = 0,1624$$

Y la relación entre mortalidad por pesca y mortalidad natural resultó en:

$$F/M = 0,0442.\text{año}^{-1}/0,2279.\text{año}^{-1} = 0,1939$$

Discusión

Por su estrategia de vida periódica (Winemiller & Rose, 1992; Winemiller, 2005; Espinach Ros, 2012), que implica importantes variaciones en la magnitud de los reclutamientos y en la biomasa resultante entre períodos reproductivos, definir una mortalidad general para la especie puede introducir errores debidos a variaciones en las condiciones ambientales de su desarrollo, así como a cambios en la intensidad de las capturas por pesca. Al hallar el valor de Z para una cohorte única y dominante, se evitan varios de esos errores.

Los valores de CPUE a partir de los que se estimó Z poseen cierta dispersión, siendo una de las causas las fluctuaciones del nivel hidrométrico en que se efectuaron las campañas. No obstante, el uso de promedios anuales y el seguimiento a lo largo de 10 años permite suponer que esas fluctuaciones se habrán compensado, al menos parcialmente, teniendo en cuenta además, que las fluctuaciones del nivel hidrométrico son una característica intrínseca del sistema que es imprescindible considerar en los análisis. Si bien existen situaciones hidrológicas extremas, como la bajante extraordinaria del río Paraná (2019-2022) (Liotta *et al.*, 2020), en que la mortalidad podría verse significativamente incrementada debido a la reducción del hábitat, dicha situación no ha ocurrido en el período de estudio que abarca este trabajo.

Lozano (2015), aplicando un análisis virtual de poblaciones (VPA) a esta misma especie y para la cohorte 2009-2010, con un rango de edades entre 1 y 5 años, halló un valor de $Z = 0,2284.\text{año}^{-1}$. Aquí analizamos esta misma cohorte, nacida y monitoreada durante el transcurso del proyecto, con un rango de edades más amplio, entre 0 y 9 años, y hallamos un valor $Z = 0,2721.\text{año}^{-1}$. Es probable que el mayor valor de Z obtenido en este trabajo esté relacionado a una mayor cantidad de años de explotación de la cohorte. Espinach Ros (2012) obtuvo un valor $Z = 0,259.\text{año}^{-1}$ derivado del análisis de la cohorte 1996-1997, que poseía entre 10 y 14 años. En este sentido, es habitual que las tasas de mortalidad natural se reduzcan a lo largo de la vida de una cohorte (Gislason *et al.*, 2010) por varias razones, entre otras por los mayores tamaños alcanzados y el consecuente menor impacto de la predación (Bailey & Duffy-Anderson, 2001; Jørgensen & Holt, 2012). En el caso del sábalo, además, es posible esperar una menor presión de pesca sobre los ejemplares mayores, ya que el mayor volumen capturado y destinado a exportación se logra con ejemplares medianos (Liotta *et al.*, 2022c).

En cuanto a M, debe tenerse en cuenta que todas las relaciones empíricas desarrolladas tienen supuestos y aproximaciones (Kenchington, 2014) que pueden no cumplirse para el sábalo. Por lo anterior, se

seleccionaron las fórmulas disponibles que se basan sólo en parámetros estimados a partir de un gran cúmulo de datos propios, como el parámetro K de la ecuación de von Bertalanffy y la longevidad máxima conocida, t_{max} . La mortalidad natural obtenida en este trabajo ($M = 0,2279.año^{-1}$) fue superior a las obtenidas por Lozano (2015) y Espinach Ros (2008). El primero de los autores obtuvo un valor de $M = 0,12.año^{-1}$ utilizando un único estimador, basado en la edad máxima registrada por Espinach Ros (2008) de 26 años. Edades próximas a esta fueron encontradas para las cohortes 1996-1997 y 1997-1998 (Liotta y Arrieta, 2020; Arrieta *et al.*, 2021; Balboni *et al.*, 2022; Arrieta y Liotta, 2022) respaldando dicho parámetro. Espinach Ros (2008) utilizó un conjunto de tres estimadores, entre ellos el de Hoenig (1983), obteniendo valores en el rango 0,12-0,19. $año^{-1}$. Diversos autores (Gunderson *et al.*, 2003; Simpfendorfer *et al.*, 2005; Zhang y Megrey, 2006; Hewitt *et al.*, 2007) recomendaron utilizar varios estimadores alternativos de M, que abarcaran un rango plausible, mientras que Brodziak *et al.* (2011) sugirieron un promedio de los productos de múltiples estimadores. Siguiendo esta línea, utilizamos el promedio de un conjunto de cinco estimadores, basados en parámetros estimados con confianza. Por el contrario, Then *et al.* (2015) no recomienda el uso del promedio de un conjunto de estimadores debido a la posible falta de independencia entre estos y propone el uso de la versión actualizada de Hoenig (1983). En nuestro caso, este estimador fue incluido, obteniendo un valor de $M = 0,2477.año^{-1}$, similar al promedio del conjunto de los estimadores utilizados.

La mortalidad por pesca hallada resultó en $F = 0,0442.año^{-1}$, menor a la obtenida por Lozano (2015) quien, con otra metodología, halló valores de F que oscilaron entre 0,14 y 0,08. $año^{-1}$, con $F = 0,1084.año^{-1}$ para los peces de edad 5. Los valores estimados en Baigún *et al.* (2013) resultan muy superiores, sobre todo los correspondientes a años más recientes: 2,04 para Helvecia y 1,48 para Victoria en 2005. Estos valores corresponden a la época de capturas máximas en la baja cuenca. En 2004 se exportaron 37.597 t y en 2005, 29.396 t, inmediatamente antes de la implementación de cupos a la exportación (Iwaszkiw & Firpo Lacoste, 2011). Por otra parte, además de utilizar una serie fragmentaria de datos, es muy probable que la asignación de edades haya sido errónea, dado que en dicho trabajo los valores de F de 2005 fueron estimados únicamente a partir de tallas, infiriendo las edades (Pauly, 1990), para ser convertidos a capturas. Esta metodología no es adecuada para el sábalo, dado que para una misma cohorte el rango de tallas puede ser muy amplio, y solaparse entre cohortes de varios años de diferencia.

La tasa de explotación obtenida en este trabajo ($E = 0,1624$) es coherente con lo reportado por Espinach Ros (2012) en el sentido de una explotación baja o moderada. Debe notarse, que de utilizarse únicamente el valor de M obtenido mediante el estimador de Hoenig optimizado, la tasa de explotación resultaría aún menor. Beverton (1998) propone el uso de F_{95} , definida como la mortalidad por pesca cuando el rendimiento es del 95% del rendimiento máximo. Para especies de peces de vida larga, sugiere un valor de

F_{95} de aproximadamente 2M, mientras que para peces de vida media, F_{95} es sólo algo menor a M y para las de vida corta, F_{95} está algo por debajo de la mitad de M. Considerando al sábalo como una especie de longevidad media, el valor de F hallado ($0,0442 \cdot \text{año}^{-1}$) resultó muy inferior al F_{95} correspondiente (cerca a $0,2279 \cdot \text{año}^{-1}$), lo que refuerza la noción de que la explotación ha sido moderada al menos para esta cohorte en el período de análisis. Como menciona Espinach Ros (2012), las variaciones producidas en el reclutamiento y la capturabilidad pueden generar diferencias en las tasas de mortalidad de distintas cohortes y en diferentes períodos.

Si bien se han observado diferencias entre nuestras estimaciones y las realizadas por Espinach Ros (2008, 2012) y Lozano (2015), dichos trabajos fueron realizados en el marco del mismo proyecto. Lejos de subestimar sus resultados, esto señala la importancia fundamental de efectuar seguimientos a largo plazo en programas de pesca experimental y monitoreo de desembarques, que permiten contar con datos propios de calidad para la obtención de parámetros fiables de la población (Then *et al.*, 2015). Por otro lado destaca la implementación de alternativas metodológicas con estimadores actualizados, que permiten obtener parámetros poblacionales cada vez más precisos de las especies sujetas a explotación, aun en un sistema con una variabilidad que es intrínseca de los grandes ríos con planicies aluviales (Welcomme *et al.*, 2010).

Referencias bibliográficas

- Alagaraja, K. 1984. Simple methods for estimation of parameters for assessing exploited fish stocks. *Indian Journal of Fisheries*, 31, 177-208.
- Arrieta, P. y J. Liotta. 2022. Seguimiento de cohortes de sábalo (*Prochilodus lineatus*) en los tramos medio y bajo del río Paraná. Período 2019-2021. Dirección de Planificación Pesquera, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la República Argentina. CABA. Informe Técnico nº 75, 29 p.
- Arrieta, P., Liotta, J. y L. Balboni. 2021. Informe Biológico de la Campaña EBIPES N° 54 (Paraná - Cauce). Dirección de Planificación Pesquera, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, MAGyP. Bs. As., Informe Técnico nº 65, 32 p.
- Baigún, C., Minotti, P. & N. Oldani. 2013. Assessment of sábalo (*Prochilodus lineatus*) fisheries in the lower Paraná River basin (Argentina) based on hydrological, biological, and fishery indicators *Neotropical Ichthyology*, 11(1), 199-210.
- Bailey, K. M. & J. T. Duffy-Anderson. 2001. Fish predation and mortality. *Encyclopedia of Ocean Sciences*, 10, 961-968.

- Balboni, L., Fuchs, D., Arrieta, P., Liotta, J., Picotti, G., Lischetti, N., Somoza, D., Delgado, A., Salva, J., Ramirez, F., Paraja, L., Oñatibia, H., Cabanellas, M. E. y J. Galliari. 2022. Informe Biológico de la Campaña EBIPES N° 57 (Estuario). Dirección de Planificación Pesquera, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, MAGyP. Bs. As., Informe Técnico N° 71, 26 p.
- Beverton, R. 1998. Fish, fact and fantasy: a long view. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 8, 229-249.
- Brodziak, J., Ianelli, J., Lorenzen, K. & R. D. Methot (eds.). 2011. Estimating natural mortality in stock assessment applications. NOAA Technical Memorandum NMFS-F/SPO- 119, 38p. Charnov, E.L., H. Gislason & J.G. Pope. 2013. Evolutionary assembly rules for fish life histories. *Fish and Fisheries*, 14, 213-224.
- Csirke, J. 1989. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO, Doc.Téc.Pesca, (192): 82 p.
- Dománico, A. & A. Espinach Ros. 2015. Selectividad de las redes agalleras para el sábalo. Dirección de Pesca Continental, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, MAGyP. Bs. As., Informe Técnico n° 24, 24 p.
- Espinach Ros, A. (ed). 2008. Proyecto Evaluación del Recurso Sábalo (*Prochilodus lineatus*) en el río Paraná. Informe de los resultados de la segunda etapa 2006-2007. Dirección de Pesca Continental, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, MAGyP. Bs. As, 27 p.
- Espinach Ros, A. (ed.). 2012. Evaluación del recurso sábalo (*Prochilodus lineatus*) en el río Paraná. Periodo 2008-2011. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Buenos Aires, 45 p.
- García, S. & L. Le-Reste. 1981. Life cycles, dynamics, exploitation and management of coastal penaeid shrimp stocks. FAO. Fish. Tech. Pap. 203, 215 p.
- Gislason, H., Daan, N., Rice, J. C. & J. G. Pope. 2010. Size, growth, temperature and the natural mortality of marine fish. *Fish and Fisheries*, 11, 149-158.
- Gunderson, D. R., Zimmermann, M., Nichol, D. G. & K. Pearson. 2003. Indirect estimates of natural mortality rate for arrowtooth flounder (*Atheresthes stomias*) and darkblotched rockfish (*Sebastes crameri*). *Fishery Bulletin*, 101, 175-182.
- Hewitt, D. A. & J. M. Hoenig. 2005. Comparison of two approaches for estimating natural mortality based on longevity. *Fishery Bulletin*, 103, 433-437.
- Hewitt, D. A., Lambert, D. M., Hoenig, J. M., Lipcius, R. N., Bunnell, D. B. & T. J. Miller. 2007. Direct and indirect estimates of natural mortality for Chesapeake Bay blue crab. *Transactions of the American Fisheries Society*, 136, 1030-1040.
- Hoenig, J. M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fishery Bulletin*, 82, 898-903.
- Iwaszkiw, J. M. & F. Firpo Lacoste. 2011. La pesca artesanal en la Cuenca del Plata (Argentina) y sus implicancias en la conservación de la biodiversidad. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 13(1), 21-25.

Estimaciones de la mortalidad en sábalo (*Prochilodus lineatus*) en el bajo Paraná

- Jensen, A. L. 1996. Beverton and Holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53, 820-822.
- Jørgensen, C. & R. E. Holt. 2012. Natural mortality: Its ecology, how it shapes fish life histories, and why it may be increased by fishing. *Journal of Sea Research*, 75(2013), 8-18.
- Kenchington, T. J. 2014. Natural mortality estimators for information-limited fisheries. *Fish and Fisheries*, 15, 533-562.
- Liotta, J. y P. Arrieta. 2020. Seguimiento de cohortes de sábalo (*Prochilodus lineatus*) en los tramos medio y bajo del río Paraná. Informe bianual 2018-2019. Dirección de Planificación y Gestión de Pesquerías, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Buenos Aires, Informe Técnico nº 56, 26 p.
- Liotta, J. R., Demonte, D. D. & J. Mantinian. 2020. Efectos de la bajante extraordinaria 2019-2020 sobre la comunidad de peces de ambientes del valle aluvial del Paraná inferior. Datos provenientes del proyecto EBIPES. Dirección de Planificación y Gestión de Pesquerías, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Bs. As., Informe Técnico nº 54, 12 p.
- Liotta, J. R., Arrieta, P. M. y D. C. Colautti. 2022a. Validación del otolito como estructura para determinar la edad del sábalo (*Prochilodus lineatus* Valenciennes, 1837). Coordinación de Pesca Continental, Dirección de Planificación Pesquera, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la República Argentina. CABA. Informe Técnico nº 73, 23 p.
- Liotta, J. R., Arrieta, P. M., Demonte, L. D. y D. C. Colautti. 2022b. Crecimiento en sábalo (*Prochilodus lineatus*) en la baja cuenca del río Paraná, Argentina. Dirección de Planificación Pesquera, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la República Argentina. CABA. Informe Técnico nº 76, 18 p.
- Liotta, J., Demonte, L. D., Vargas, F. y P. Arrieta. 2022c. Las pesquerías de sábalo (*Prochilodus lineatus*) en el bajo Paraná. Período 2014-2018. Coordinación de Pesca Continental. Dirección de Planificación Pesquera, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la República Argentina. CABA. Informe Técnico nº 68, 25 p.
- Lozano, I. 2015. Análisis virtual de poblaciones (VPA): primer acercamiento aplicado a las pesquerías del sábalo *Prochilodus lineatus*. Dirección de Pesca Continental, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, MAGyP. Bs. As. Informe Técnico nº 30, 17 p.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal du Conseil International pour l' Exploitation de la Mer*, 39(2): 175-192.
- Pauly, D. 1990. Length-converted catch curves and the seasonal growth of fishes. *Fishbyte*, 8, 24-29.
- Pauly, D., Ingles, J. & R. Neal. 1984. Application to shrimp stocks of objective methods for estimation of growth, mortality and recruitment related parameters from length-frequency data (ELEFANT I and

Estimaciones de la mortalidad en sábalo (*Prochilodus lineatus*) en el bajo Paraná

- ELEFANT II). en: Gulland, J.A Rotthschild, B.J. (ed) Penaeids shrimp-Their Biology and Management. Fishing News Books Limited, UK, pp.220-234.
- Ramírez-Rodríguez, M. & F. Arreguín-Sánchez. 2002. Life history duration and natural mortality for the pink shrimp *Farfantepenaeus* (Burkenroad, 1939) in the southern Gulf of Mexico, using the gnomonic model for time division. Fisheries Research 60(2003): 45-51.
- Shapiro, S. S. & M. B. Wilk. 1965. Analysis of variance test for normality (complete samples). Biometrika, 52, 591-611. Online version implemented by Simon Dittami (2009).
- Simpfendorfer, C. A., Bonfil, R. & R. J. Latour. 2005. Mortality estimation. In: Management Techniques for Elasmobranch Fisheries. (eds J.A. Musick and R. Bonfil). FAO Fisheries Technical Paper 474, 127-142.
- Sparre, P. & S. C. Venema. 1997. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper 306.1, Rev. 2, 407 p. FAO, Rome.
- Sverlij S. B., Espinach Ros, A. & G. Orti. 1993. Sinopsis de los datos biológicos y pesqueros del sábalo *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847). FAO Sinopsis Sobre la Pesca, N°154. Roma, FAO: 64 p.
- Then, A. Y., Hoenig, J. M., Hall, N. G. & D. A. Hewitt. 2015. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. ICES Journal of Marine Science, 72, 82-92.
- Welcomme, R. L., Cowx, I. G., Coates, D., Béné, C., Funge-Smith, S. Halls, A. & K. Lorenzen 2010. Inland capture fisheries. Phil. Trans. R. Soc. B (2010), 365, 2881-2896.
- Winemiller, K. O. 2005. Life history strategies, population regulation, and their implications for fisheries management. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 62, 872-885.
- Winemiller, K. O. & K. A. Rose. 1992. Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 49, 2196-2218.
- Zhang, C. I. & B. A. Megrey. 2006. A revised Alverson and Carney model for estimating the instantaneous rate of natural mortality. Transactions of the American Fisheries Society, 135, 620-633.

Este trabajo puede ser citado como sigue:

Liotta, J. R. y P. Arrieta. 2022. Estimaciones de la mortalidad en sábalo (*Prochilodus lineatus*) en el bajo Paraná. Dirección de Planificación Pesquera, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la República Argentina. CABA. Informe Técnico nº 77, 13 p.

https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_continental/informes/proyecto_ebipes/index.php

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía
Argentina



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
Las Malvinas son argentinas

Hoja Adicional de Firmas
Informe gráfico firma conjunta

Número:

Referencia: Informe 77 Estimaciones de la mortalidad en sábalo (*Prochilodus lineatus*) en el bajo Paraná

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 13 pagina/s.