

# **CAMBIOS EN LOS INDICES BIOLÓGICOS DE LA TARARIRA, *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794) EN UN CICLO ANUAL EN LA LAGUNA YALCA, PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA**

L. BALBONI, D. C. COLAUTTI & C. R. M. BAIGUN

Laboratorio de Ecología y Producción Pesquera,  
INTECH-IIB. (B7130IWA) Chascomús.  
balboni@intech.gov.ar

**ABSTRACT.** The tararira is a top predator of paramount importance in pampean lakes. The goal of this study is to assess the change of different biological indices of this species in Yalca Lake on a yearly basis. Also we attempt to determine the relationship between within indices variations and with water temperature (WT) and light hours (LH). Monthly captures were performed during 2006/2007 estimating the relative condition factor (Kn), gonadosomatic index (GSI), liposomatic index (LSI), hepatosomatic index (HSI) and somatosomatic index (SSI). The Kn and GSI presented significant temporal differences in both sexes, showing highest values from december to february, coincident with the reproductive cycle. The LSI displayed values close to zero not showing a stable trend, whereas the HSI presented highest and lowest values from may to july and from april to september respectively for both sexes. Finally the SSI exhibited differences between sexes with the maximum values between march and september. Males showed a positive and significant relationship between Kn and WT. In females this pattern was also noted between GSI and LH and between KN vs WT, but was negative between GSI vs SSI and SSI vs LH. We conclude that the use of different biological indices in this species allows following the maturation cycle and their associated metabolic processes being the observed variation patterns related to high seasonally physiological processes.

**Key words:** *Hoplias malabaricus*, biological index, temperature, light, Yalca lake.

**Palabras clave:** *Hoplias malabaricus*, índices biológicos, temperatura, luz, laguna Yalca.

## **INTRODUCCIÓN**

La tararira, (*Hoplias malabaricus*) es un pez characiforme neotropical perteneciente a la familia Erythrinidae. Su distribución geográfica se extiende desde Colombia hasta la provincia de Buenos Aires en Argentina. Dentro de esta amplia franja latitudinal (09°LN a 37° LS), la especie habita solamente las cuencas de pendiente atlántica. Su presencia es habitual en ambientes acuáticos de llanura lenticos y loticos y se encuentra particularmente adaptada a vivir en limnotópos vegetados de escasa profundidad en los cuales es muy fre-

cuente debido a sus amplios rangos de tolerancia a cambios de pH, oxígeno disuelto y temperatura (Paiva, 1972; Rios, 2001; Saad et al., 2002).

En la República Argentina, la tararira, al igual que buena parte de la ictiofauna neotropical, encuentra su límite de distribución austral en llanura pampeana meridional (Ringuelet et al., 1967; Rosso, 2007; Lopez et al., 2008). En las lagunas arroyos y ríos de esta región, la tararira representa un depredador terminal por lo cual normalmente sus poblaciones están representadas por un número relativamente reducido de individuos, aunque en términos de biomasa suele al-

canzar valores elevados debido a que es el pez nativo de mayores dimensiones en los ambientes referidos.

En esta zona de clima templado, el comportamiento de la especie presenta una clara estacionalidad mostrando mayor actividad en los meses cálidos y un período de letargo en los meses más fríos (Ringuelet *et al.*, 1967), lo cual debería reflejarse en diferentes aspectos de su biología.

En este sentido el uso de índices biológicos puede ser de utilidad para comprender los cambios estacionales y el uso de la energía por parte de los organismos. Existen varios índices que han sido desarrollados para proveer medidas de la condición general de las poblaciones de peces y caracterizar el estado nutricional y fisiológico de los individuos (Bolger y Connolly, 1989; Goede y Barton, 1990; Blackwell *et al.*, 2000; Barton *et al.*, 2002; Pangle y Sutton, 2005). Entre los índices biológicos directos de uso más frecuente en peces pueden mencionarse el gonadosomático (IGS; Nikolsky, 1963; Chang y Navas, 1984), hepatosomático (IHS; Heidinger y Crawford, 1977; Htun-Han, 1978), somatosomático (ISS), liposomático (ILS; Shul'man, 1974; MacFarlane *et al.*, 1992). Estos índices eventualmente son utilizados para explicar los ciclos reproductivos, disponibilidad de alimento, intercambio de energía y variaciones a la respuesta frente algún estrés ambiental. Por otro lado los índices indirectos tales como el índice de condición de Fulton K (Ricker, 1975) y el de condición relativa Kn (Le Cren, 1951) resultan indicadores del estado de bienestar de la población.

En este contexto, el objetivo del presente trabajo es evaluar los cambios en diferentes índices biológicos en la población de tararira de la laguna Yalca a lo largo de un ciclo anual y establecer las relaciones existentes entre las variaciones de los índices entre sí y con las de la temperatura del agua y horas luz.

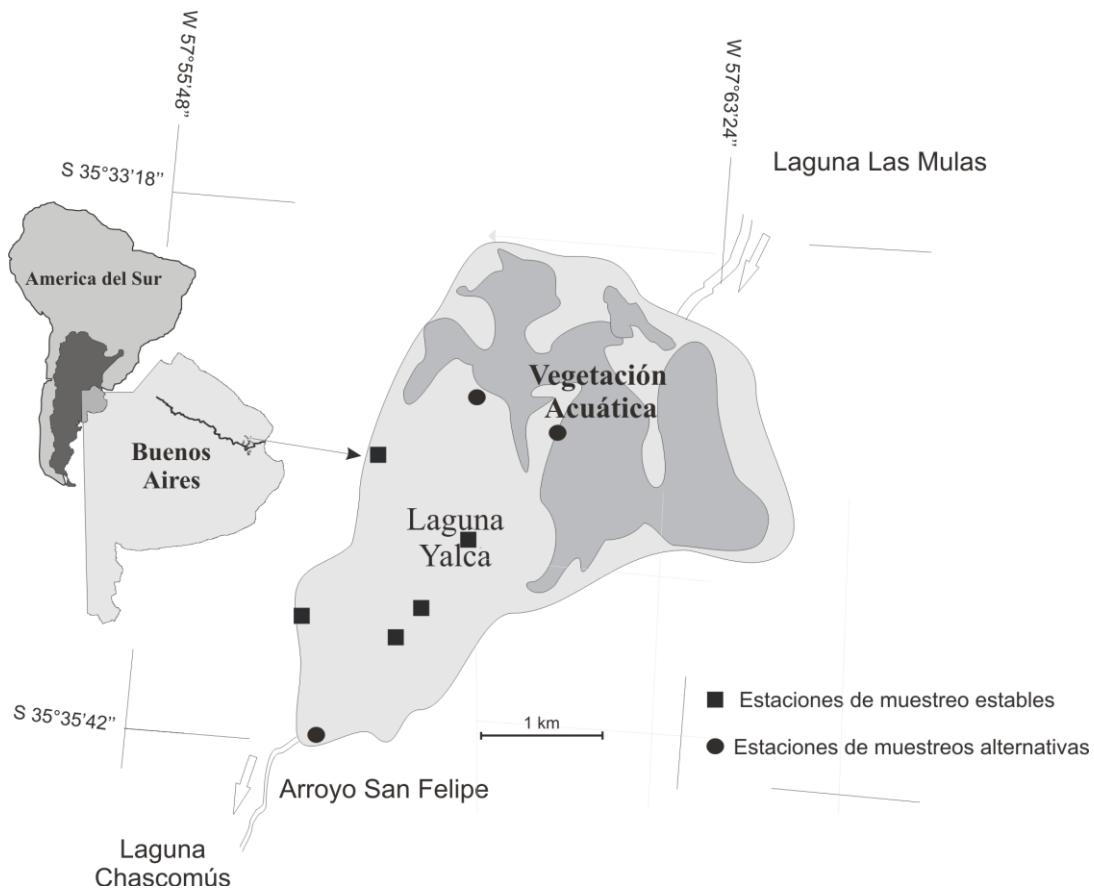
## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La laguna Yalca (35° 35' S 57° 54' W) pertenece al partido de Chascomús, provincia de Buenos Aires (Figura 1) y posee una superficie aproximada de 1150 hectáreas de las cuales un tercio permanece cubierta por densos islotes de vegetación compuestos predominantemente por macrófitas emergentes, *Typha latifolia* y *Scirpus giganteus*. La profundidad máxima de la laguna es de 1,60 metros y la media de 1,40 m, lo cual la asemeja a una típica laguna de la región pampeana. Sus aguas son turbias y poseen una tonalidad rojiza a parda, debido al alto contenido de sedimentos de granulometría fina en suspensión. La composición limnológica y morfológica fue descripta por Dangavs y Dallasalda (1977). Sus costas presentan barrancas bajas de tosca y orillas poco pronunciadas (Frenguelli, 1956). En épocas de inundación la laguna recibe afluencias por parte de la laguna Las Mulas ubicada aguas arriba y en gran medida su régimen se mantiene por aportes pluviales y algunos manantiales semisurgentes. Su emisario es el arroyo San Felipe que vuelca sus aguas a la laguna de Chascomús.

### Registros de datos ambientales

Se registraron las temperaturas del agua cada una hora mediante un termologger automático. Con las mediciones se obtuvieron los promedios diarios de temperatura dentro del ciclo anual con el fin de conocer la magnitud de los cambios cíclicos de esta variable (TA). Los registros de las horas de luz se obtuvieron con una periodicidad similar a partir de la estación meteorológica instalada en el Instituto Tecnológico de Chascomús (INTECH) durante el periodo de muestreo (DL), ubicada a 7,5 km del área de estudio.



**Figura 1.** Localización geográfica de la laguna Yalca y la posición del área de distribución de la tararira, *Hoplias malabaricus* en Sudamerica. Los puntos sobre la laguna indican las estaciones de muestreo.

### Muestreo y tratamiento de datos

Se realizaron capturas de tarariras con una periodicidad mensual durante los años 2006/07. Los artes de pesca utilizados fueron trampas tipo Garlito (Colautti, 1998), red de arrastre de 9 m de largo x 1.20 m de alto, confeccionada con tamaño de malla estirada, entre nudos opuestos de 20 mm. y copo de 2 m de profundidad con malla de 10 mm., redes agalleras de 70, 80, 110 y 130 mm, trasmallo de malla interna 60 mm y mallas externas de 120 mm (25m de largo cada una) y espineles de 30 anzuelos (Mustad 4/0 pata larga), el tipo de carnada utiliza-

da fueron trozos de pescado. Todos los artes fueron utilizados por duplicado en diferentes estaciones de muestreo. El esfuerzo de pesca implementado en cada muestreo consistió en calar todos los artes de pesca de manera simultánea desde las 19 horas hasta las 7 horas del día siguiente.

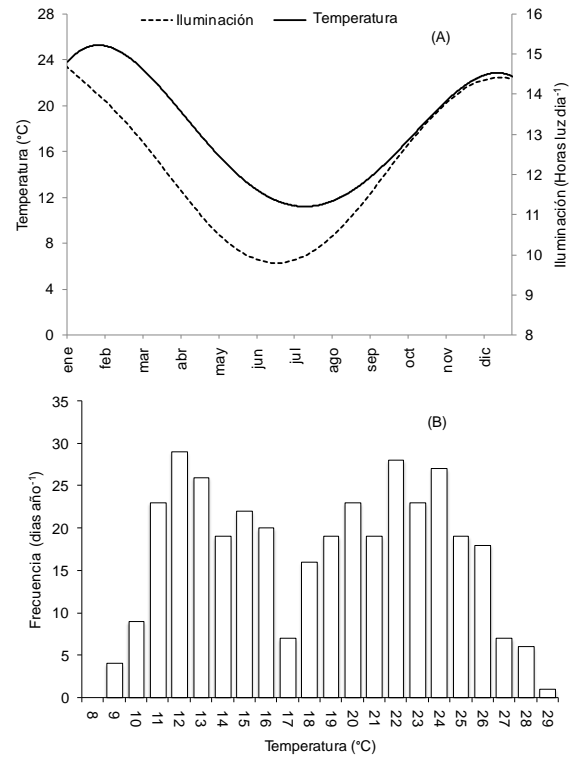
A cada ejemplar se le midió la longitud total (Lt) y estándar (Lst) con precisión de 1 mm y se le registró el peso con precisión de 1 gr. Posteriormente se les extrajeron el hígado, grasa mesentérica, gónadas y el tubo digestivo y se peso cada uno con una precisión de 0,1 gr. Se estableció la relación entre el peso y la longitud para 724 indi-

viduos ajustando a dichos datos una curva de regresión potencial según la ecuación:  $W' = a \cdot Lst^b$ , también se obtuvo la ecuación para los machos ( $W'm$ ) y para las hembras ( $W'h$ ). Estas fueron utilizadas para calcular el factor de condición relativo ( $Kn$ ) conforme la fórmula  $Kn = W/W'$ , donde  $W$  es el peso observado del individuo. Se calcularon los índices gonadosomático (IGS), liposomático (ILS), hepatosomático (IHS) y somatosomático (ISS) según la fórmula general  $Ij = 100Wj/W$  donde  $Ij$  es el índice obtenido a partir del peso  $Wj$  de la gónada, la grasa mesentérica, el hígado y el cuerpo sin vísceras respectivamente.

En todos los casos, los índices se obtuvieron para ambos sexos salvo el IGS, para el cual solo se consideraron a las hembras ya que los machos no poseen variaciones significativas de la gónada en relación al peso a lo largo del ciclo anual (Matkovic, 1989). Los valores de cada índice fueron representados en el eje de tiempo sobre una escala anual de 365 días Julianos. Dado que los índices no presentaron la condición de homoscedasticidad, aunque sí de normalidad, se aplicó el test no paramétrico de Kruskal Wallis con datos pareados (KWdp) para detectar diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los valores mensuales de cada índice, para cada uno de los sexos. Por medio de un análisis de correlación lineal se evaluó la existencia de relaciones entre las variaciones de los índices entre sí y con respecto a las variables ambientales.

## RESULTADOS

La temperatura y las horas luz demostraron un claro patrón de variación estacional similar, con marcas mínimas desplazadas (Figura. 2a). La distribución de frecuencia anual de las temperaturas diarias del agua exhibieron una distribución bimodal sugiriendo la existencia de dos estados termales dentro del ciclo anual (Figura. 2b)

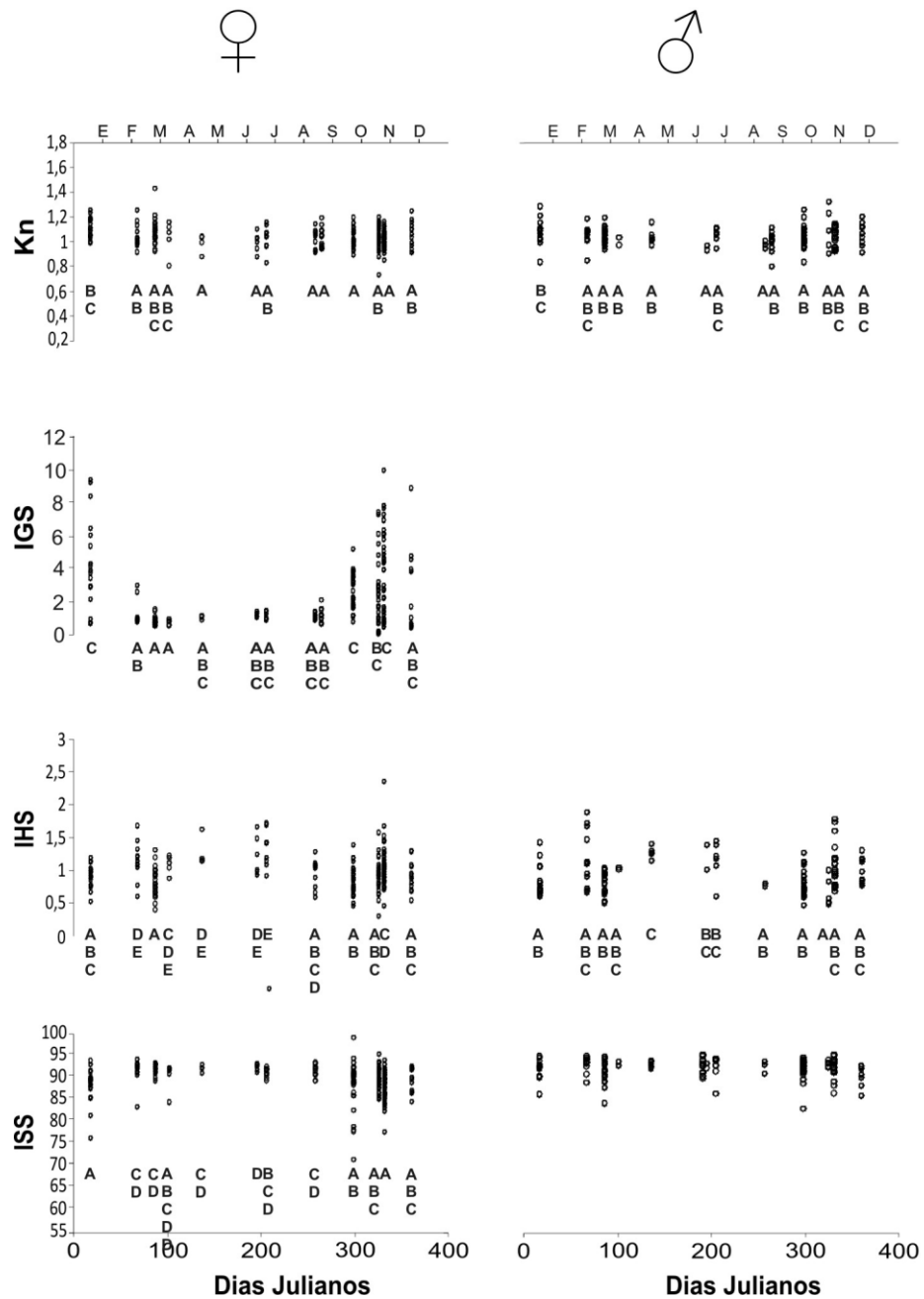


**Figura 2.** Valores promedio de la temperatura del agua y horas luz en el ciclo anual (A) y distribución de frecuencias de las temperaturas medias diarias correspondientes a los 365 días julianos (B) en la laguna Yalca.

Las curvas de mejor ajuste a la relación entre el largo y el peso para todos los individuos sin discriminar por sexo ( $W't$ ) fue  $Wt = 0.00003 \times Lst^{2,9517}$   $N=400$ ,  $r^2=0,95$  mientras que para machos ( $W'm$ ) y hembras ( $W'h$ ):  $Wm = 0.00001 \times Lst^{3,0655}$   $N= 156$ ,  $r^2= 0,95$  y  $Wh = 0.00002 \times Lst^{2,9904}$   $N= 244$ ,  $r^2= 0,95$  respectivamente.

En la Figura 3 se muestran los valores individuales de cada uno de los índices estimados a lo largo de un ciclo anual.

El  $Kn$  comprendió valores de 0,73 a 1,44 y de 0,80 a 1,46 para hembras y machos respectivamente. En general a lo largo del año este índice mantuvo valores individuales con dispersión constante. No obstante el KWdp indicó diferencias temporales, donde los meses de mayo, julio, septiembre, octubre y noviembre presenta los valores significativamente más bajos para



**Figura 3.** Distribución de los valores por sexo de todos los índices a lo largo de un ciclo anual (días julianos). Las diferentes letras (debajo de los valores individuales) indican diferencias significativas entre grupos ( $p < 0,05$ ).

hembras y julio y septiembre para machos, evidenciando una cierta estacionalidad para ambos sexos en donde en los meses de verano presentarían los valores más elevados.

Los valores de IGS individuales oscilaron entre 0,09 y 9,92. Entre los meses de marzo a septiembre el índice presento valores bajos, constantes y con escasa dispersión. Contrariamente, entre octubre y febrero, los valores resultaron altos y con elevada variabilidad lo que indicaría que la actividad reproductiva tiene lugar en el último periodo mencionado. El análisis KWdp indicó que los valores correspondientes a los meses de noviembre y enero fueron significativamente más altos que en el resto de los meses.

El IHS presento valores medios similares en ambos sexos, aunque con mayor dispersión en hembras que en machos, oscilando de 0,30 a 2,43 y de 0,45 a 1,87 respectivamente. Ambos presentaron un patrón similar de distribución temporal, con valores máximos entre mayo y julio y mínimos en los meses de abril y septiembre. El análisis de KWdp revelo diferencias significativas para los meses de julio y marzo para hembras y de mayo y noviembre para machos.

Los valores del ISS para hembras fluctuaron entre 71,56 a 99,16. Opuesto al comportamiento presentado por el IGS, el ISS presento valores altos, constantes y poco dispersos entre los meses de marzo a septiembre. Por otro lado entre octubre y febrero los valores resultaron variables y con una gran dispersión. En machos los valores individuales mínimos fueron notablemente más elevados que en hembras por el contrario los valores máximos fueron más bajos, obteniendo así, valores menos dispersos: oscilando entre 83,13 a 95,17 lo largo del año. EL análisis estadístico indico solo diferencias significativas para hembras, donde el mes de julio presento los valores más elevados.

En el caso el ILS presentó valores muy bajos cercanos a cero en la mayoría de los individuos identificándose

solo algunos casos en los cuales la grasa mesentérica apenas supero el 1 % del peso corporal, no presentando un comportamiento estable a lo largo del tiempo tanto en machos como hembras.

El análisis de correlación entre los índices y las variables consideradas mostró la existencia de varias relaciones estadísticamente significativas (Tabla 1). En machos estas correlaciones solo fue significativa y positiva para Kn con TA.

En hembras se observó una asociación positiva y significativa de IGS con DL y de Kn con TA, mientras que fueron negativas y significativas las relaciones de IGS con ISS y de ISS con DL.

## DISCUSIÓN

Muchas especies de peces de aguas templadas exhiben variaciones estacionales de la condición, nutrición y de almacenaje de energía, que se relacionan generalmente con las variaciones temporales de los factores ambientales, tales como el suministro de alimentos, temperatura del agua, necesidades metabólicas, y/o con el ciclo de la reproducción de la especie (Love, 1970; MacKinnon, 1972; Pierce et al., 1980; Dygert, 1990).

El ciclo reproductivo de los peces involucra fuertes cambios en el peso gonadal producto del aporte de lípidos y proteínas aportadas en su gran mayoría por las reservas de hígado y músculo (Zahnd, 1959; Matkovic, 1989). Estas variaciones en peso de la gónada se puede reflejar en términos de porcentajes en relación al peso total del cuerpo a través del índice gonadosomático (IGS) (Htun-Han, 1978). Teniendo en cuenta el aporte producido por los diferentes órganos y tejidos a las gónadas, es factible esperar que estas también manifiesten variaciones en peso que estén relacionadas con otros índices como el IHS, ISS, ILS y K. Asimismo estas variaciones deberían correlacionarse con factores ambientales críticos como luz y tempera-

tura, dado que en peces teleósteos el fotoperiodo regula la actividad sexual (Endall et al 2000; Hansen et al 2001; Garcia-Lopez et al 2007) así como la temperatura modula la maduración (Leveque, 1997; Quintana et al 2004; Charnov y Gillooly, 2004). En este estudio, la temperatura del agua presento dos periodos con medias de 12,5 y 22,5 °C. Esta última temperatura se considera como la que favorece el mayor crecimiento en masa para la tararira (Petry et al., 2007), lo cual se ve reflejado también en las respuestas comportamentales (Ramirez, 1963; Ringuelet et al., 1967 Domanico, 1998) y fisiológicas de este pez ya que en este lapso se observaron las mayores oscilaciones en los índices analizados.

El factor de condición relativo mostro una débil relación con el IGS, a pesar que se advierte un incremento del mismo durante el desarrollo gonadal. Este índice, sin embargo mostró una correlación significativa y positiva con la temperatura tanto para machos

como para hembras, demostrando que el mismo podría reflejar como durante los meses cálidos la especie incorpora energía. Dado que Kn es apropiado para evaluar la situación global del individuo, se puede concluir que en los meses cálidos el saldo energético es positivo independiente del compartimiento en que se acumulen las reservas grasas o de las traslocaciones internas de energía que realice la especie.

La alta correlación negativa del IGS con ISS, en hembras por su parte, indicaría un aporte energético de la masa corporal hacia la gónada durante la maduración ovocitaria, siendo así el IGS apropiado para reflejar el desarrollo del proceso de maduración (Rösch, 2005), aun cuando no necesariamente represente un indicador del esfuerzo reproductivo (Kamler, 1992). Los mayores valores del IGS entre noviembre y enero son asimismo indicadores del período de reproducción y maduración gonadal.

**Tabla 1.** Matriz de coeficiente de correlación para el índice gonadosomático (IGS), índice somatosomático (ISS), índice hepatosomático (IHS), factor de condición (Kn), índice liposomático (ILS) y días luz y temperatura del agua (DL y TA), calculado para machos, hembras. N= tamaño de la muestra. En negrita y con asterisco se indican los valores de las correlaciones estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ).

	Hembras (N= 221)						Machos (N= 155)				
	Kn	IGS	IHS	ISS	ILS	DL	Kn	IHS	ISS	ILS	DL
Kn											
IGS	0,44										
IHS	-0,59	-0,42					-0,32				
ISS	-0,42	<b>-0,76*</b>	0,39				-0,22	0,27			
ILS	0,34	-0,43	-0,17	0,18			0,28	-0,16	-0,37		
DL	0,16	<b>0,79*</b>	-0,48	<b>-0,81*</b>	-0,19		0,45	-0,43	-0,51	0,14	
TA	0,79	0,56	-0,52	-0,56	<b>0,18*</b>	0,31	0,59	-0,28	-0,38	<b>0,42*</b>	0,48

Respecto al desarrollo del hígado, se observa que en la época no reproductiva, el índice hepatosomático tiende a presentar valores más altos. Ello es coherente con el proceso de acumulación de grasa que se manifiesta en este órgano previo a la reproducción o a una dieta invernal por efecto de la temperatura (Borek y Sapota, 2005). A pesar de que no se encontró una relación significativa, es posible observar un paulatino descenso en sus valores a medida que la gónada incrementa su tamaño. Este fenómeno posiblemente esté indicando actividad hepática relacionada al procesamiento de energía proveniente de otros compartimientos del cuerpo que es direccionada por este órgano hacia el ovario durante la maduración de oocitos (Selman y Wallace, 1989; Braun y Fontoura, 2004). En el período post reproductivo el índice registró un ligero aumento que puede ser asociado con la incorporación de alimento. El mismo fue más pronunciado en los machos.

Considerando el comportamiento anual del ISS se observa que la energía derivada a la maduración gonadal es acumulada fundamentalmente a fines de verano y otoño, cuando ya ha ocurrido la reproducción y la temperatura y las horas luz todavía permanecen altas como para sostener una actividad trófica elevada. Estas condiciones son confirmadas por un incremento en el desarrollo gonadal asociado al aumento de la temperatura del agua y por una amplitud en la cantidad de horas luz diaria. Así también en hembras se presentó una relación negativa de DL con el ISS. Este índice sería entonces apropiado para reflejar cambios generales a nivel de movilización de reservas grasas para el desarrollo gonadal.

Se concluye que el uso de diferentes índices biológicos en la tararira permite desarrollar un seguimiento del ciclo de maduración y sus procesos metabólicos asociados, demostrando que esta especie presenta pa-

trones de variación altamente estacionalizados. Futuros estudios en los que se consideren los índices utilizados en este trabajo junto a otros aspectos relacionados con la edad de madurez, el crecimiento, la mortalidad y el esfuerzo reproductivo y su asociación con las variables ambientales, permitirán establecer la estrategia adaptativa de esta singular especie en ambientes tan dinámicos como son las lagunas pampásicas.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los revisores del primer manuscrito, al CONICET por el financiamiento el proyecto y a Leonardo Hubscher por facilitarnos la entrada a la laguna Yalca y proveernos del soporte logístico durante el programa de muestreo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barton, B. A., J. D. Morgan y M. M. Vijayan** 2002. Physiological and condition-related indicators of environmental stress in fish. In: Adams, S.A., ed. Biological indicators of aquatic ecosystem health. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, pp. 111-148.
- Blackwell, B. G., M. L. Brown y D. W. Willis.** 2000. Relative weight (Wr) status and current use in fisheries assessment and management. *Reviews in Fisheries Science*, 8: 1 – 44.
- Bolger, T., y P. L. Connolly.** 1989. The selection suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. *Journal of Fish Biology*, 34: 171 – 182.
- Borek, K. W. y M. R. Sapota.** 2005. Breeding characteristics of the sand Gob. (*Pomatoschistus minutus*), one of the most abundant goby species in the coastal waters of the Gulf of the Gdansk region (Southern Baltic Sea). *Oceanologi-*



- cal and Hydrobiological Studies XXXIV: 47-55.
- Braun, A. S. y N. F. Fontoura.** 2004. Reproductive biology of *Menticirrhus littoralis* in southern Brazil (Actinopterygii: Perciformes: Sciaenidae). *Neotropical Ichthyology*, 2: 31-36.
- Brito, M.F.G., G.B. Santos y N. Bazzoli.** 1999. Reprodução de *Leporinus friderici* (Pisces: Anostomidae) no reservatório de Itumbiara, GO. *Bios*, Belo Horizonte, 7 (7): 33-40.
- Chang, B. D. y W. Navas.** 1984. Seasonal variation in growth, condition and gonads of *Dormitator latifrons* (Richardson) in the Chone River basin. Ecuador. *Journal of Fish Biology*, 24: 637 - 648.
- Charnov, E. L. y J. F. Gillooly.** 2004. Size and temperatura in the evolution of fish life histories. *Integrative and Comparative Biology* 44: 494-497.
- Colautti, D.** 1998. Sobre la utilización de trampas para peces en las lagunas pampásicas. *Revista de Ictiología*, 6(1/2): 17-23.
- Dangavs, N. V. & L. H. Dallasalda.** 1977. Geología, sedimentología y limnología de la laguna Yalca, partido de Chascomús, provincia de Buenos Aires, Rep. Argentina. Comisión de Investigaciones Científicas. Buenos Aires, informe 24, 67 pp.
- Domanico, A.** 1998. Edad y Crecimiento de *Hoplias malabaricus malabaricus* (Bloch, 1794) (Teleostei, Erythrinidae) en la laguna de San Miguel del Monte (Argentina) y comparación con otros ambientes lenticos pampásicos. *Hidrobiología. Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*, VIII, (4): 31-41.
- Dygart, P.H.** 1990. Seasonal changes in energy content and proximate composition associated with somatic growth and reproduction in a representative age-class of female English sole. *Transactions of the American Fisheries Society*, 119: 791-801.
- Endall, H. P., Taranger, G. L. Stefansson, S. O, Hansen, T.** 2000. Effects of continuous additional light on growth and sexual maturity in Atlantic salmon *Salmo salar*, reared in sea cages. *Aquaculture* 197: 337-349.
- Frenguelli, J.** 1956. Rasgos generales de la hidrografía de la Provincia de Buenos Aires. Boletín del Ministerio de Obras Públicas Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas, II (62): 21pp.
- García-Lopez, A., Pascual E., Serrasquete, C. Martínez-Rodríguez, G.** 2006. Disruption of gonadal maturation in culture Senegaleses Sole *Solea senegalensis* by continuous light and/or constant temperature regimes. *Aquaculture* 261: 789-798.
- Goede, R. W. y B. A. Barton.** 1990. Reservoir stocking history of Texas waters through December 1989. Management Data Series 27. Austin, Texas Parks and Wildlife Department.
- Hansen, T., Ø. Karlsen, G. I. Taranger, G. Hemre, J. C. Holm y O. S. Kjesbu.** 2001. Growth, gonadal development and spawning time of Atlantic cod (*Gadus morhua*) reared under different photoperiods. *Aquaculture* 203: 51-67.
- Heidinger, R. C. y S. D. Crawford.** 1977. Effect of temperature and feeding rate on the liver-somatic index of the largemouth bass, *Micropterus salmoides*. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 34: 633 - 38.
- Htun-Han, M.** 1978. The reproductive biology of the dab *Limanda limanda* (L.) in the North Sea: gonosomatic index, hepatosomatic index and condition factor. *Journal of Fish Biology*, 13: 369 - 378.
- Kamler, E.** 1992. Early life history of fish: an energetic approach. Chapman and Hall, New York.
- Le Cren, E. D.** 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition

- in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20: 201-219.
- Lévêque, C.** 1997. Biodiversity dynamics and conservation. The freshwater fish of tropical Africa. Cambridge University Press.
- López, H. L., R. C. Menni, M. Donato & A. M. Miquelarena.** 2008. Biogeographical revision of Argentina (Andean and Neotropical Regions): an analysis using freshwater fishes. *Journal of Biogeography*, 35(9): 1563-1579.
- Love, R.M.** 1970. The chemical biology of fishes. Academic Press, London, 547 pp.
- Mac Farlane, R. B., E. C. Norton y M. J. Bowers.** 1992. Lipid dynamics in relation to the annual reproductive cycle in yellowtail rockfish (*Sebastes flavidus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50 : 391 – 401.
- MacKinnon, J.C.** 1972. Summer storage of energy and its use for winter metabolism and gonad maturation in American plaice (*Hippoglossoides platessoides*). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 29: 1749–1759.
- Matkovic, M.** 1989. Algunos aspectos de la biología reproductiva de *Hoplias m. malabaricus* (Pisces, Erythrinidae). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 220 pp.
- Nikolsky, G. V.** 1963. The Ecology of Fishes. London: Academic Press.
- Paiva, P. M.** 1972. Fisiocología da traira, *Hoplias malabaricus* (Bloch), no nordeste brasileiro. Crescimento, resistencia a salinidade, alimentação y reprodução. Tesis Doctoral (inérita) Instituto de Biociencias de Universidade de Sao Paulo. 140 pp.
- Pangle K. L y T. M. Sutton.** 2005. Temporal changes in the relationship between condition indices and proximate composition of juvenile *Coregonus artedii*. *Journals of Fish Biology*, 66: 1060 – 1072.
- Petry, A. C., A. A. Agostinho, P. A. Piana y L. C. Gomes.** 2007. Effects of temperature on prey consumption and growth in mass of juvenile trahira *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794). *Journal of Fish Biology*, 70: 1855-1864.
- Pierce, R.J., T.E. Wissing, J.G. Jaworski, R.N. Givens y B.A. Megrey.** 1980. Energy storage and utilization patterns of gizzard shad in Acton Lake, Ohio. *Transactions of the American Fisheries Society*, 109: 611– 616.
- Quintana, L., Silva, A., Berois, N. y Macadar O.** 2004. Temperature induces gonadal maturation and affects electrophysiological sexual maturity indicators in *Brachyhypopomus pinnicaudatus* from a temperate climate. *Journal of Experimental Biology*, 207: 1843-1853.
- Ramírez, F.** 1963. Contribución al conocimiento de la taraira de la laguna de Chascomús. *Notas de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata*, XX (201): 141-158.
- Ricker, W. E.** 1975. Computation and interpretation of the biological statistics of fish population. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191: 1 – 382.
- Ringuelet, R. A., R. H. Aramburu y A. Alonso de Aramburu.** 1967. Los Peces Argentinos de Agua Dulce. Comisión de Investigación Científica. Gobernación de la provincia de Buenos Aires, La Plata, Argentina, 602 pp.
- Rios, F. S.** 2001. Changes in metabolic rate and energy reserve utilization during starvation: adaptations to long-term drought periods. Tesis doctoral. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos (Sao Paulo, Brasil).
- Rösch, R.** 2005. Gonadosomatic index (GSI) of female whitefish (*Coregonus lavaretus*) in Lake Constance. *Limnologica, Ecology and Management of Inland Waters*, 30: 193-196.
- Rosso, J. J.** 2007. Peces Pampeanos: Guía y Ecología. Editorial L.O.L.A.,

Literature of Latin America Buenos Aires, 224 pp.

- Saad, A. M., A. C. Beaumord y E. P. Caramaschi.** 2002. Effects of artificial canal opening on fish structure community of Imboassica Coastal Lagoon, Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Coastal Research*, 36: 634-63.
- Selman, K. y R. A. Wallace.** 1989. Cellular aspects of oocytes growth in teleosts. *Zoological Science*. 6, 211-231.
- Shul'man, G.E.** 1974. Life cycles of fish. John Wiley and Sons, New York. 258 pp.
- Tavares, E. F. Y y H. P. Godinho.** 1994. Ciclo reproductivo do piau-gordura (*Leporinus piau* Fowler, 1941) da represa de Três Ma-

rias, Rio São Francisco. *Revista Ceres, Viçosa*, 41 (233): 28-35.

- Thome, R. G., N. Bazzoli, E. Rizzo, G. Santos, y T. Ratton.** 2005. Reproductive biology of *Leporinus taeniatus* Lütken (Pisces, Anostomidae) in Juramento Reservoir, São Francisco River basin, Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22: 565-570.
- Zahnd, J.P.** 1959. Modifications hépatiques liées au cycle ovarien chez deux Poissons ovovivipares: *Xiphophorus helleri* et *Lebistes reticulatus*. *Archives d'anatomie microscopique et de morphologie expérimentale*, 48: 231-259.

