

# ESTADIOS DE DESARROLLO TEMPRANO DE SABALO EN EL RIO PARANA

Resumen del monitoreo de larvas de  
sábalo en el Río Paraná durante el  
período 2000-2018.

*Informe técnico N° 61*



## **Estadios de desarrollo temprano de sábalo en el río Paraná.**

Carlos Mariano Fuentes y María Inés Gómez.

Coordinación de Pesca Continental, Dirección de Planificación Pesquera (DPP), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación

### **Resumen**

Las estimaciones de abundancia de larvas de sábalo pueden constituir una herramienta útil y de fácil acceso para evaluar el estado del recurso de manera independiente y complementaria a los datos obtenidos a partir de las capturas de adultos. En este capítulo se resumen los resultados de muestreos de ictioplancton realizados en tres localidades del tramo medio del Río Paraná, a lo largo de 16 períodos reproductivos. Los resultados principales indican que: a) existe una coherencia en el flujo de larvas detectado para las tres localidades, b) la temporalidad del flujo de larvas depende de las condiciones hidrológicas, siendo este más importante a principios de la primavera para los años de inundación extraordinaria (2009-2010 y 2015-2016) y más desplazado hacia el verano en años de niveles hidrométricos bajos o moderados, c) en los últimos años de la serie temporal se evidencia una mayor variabilidad interanual y una tendencia relativamente decreciente en los mínimos de los índices de abundancia de larvas de sábalo, así como una disminución de su proporción en relación a la de boga, y d) los índices de abundancia de larvas de sábalo en el Río Paraná fueron un orden de magnitud superiores a los registrados para el Río Uruguay. Esto último, es coherente con la magnitud de las diferencias en las capturas de adultos entre ambos ríos. Estos resultados indican la robustez del índice como un indicador de la magnitud de la población.

### **Abstract**

The abundance estimates of sábalo larvae can be a useful and accessible tool to assess the state of the resource independently and complementary to the data obtained from the captures of adults. This chapter summarises the results of ichthyoplankton sampling

conducted at three locations in the middle stretch of the Paraná River, over 16 reproductive periods. The main results indicate that: a) there is a coherence in larval flow detected for from three localities, b) the chronology of the larval flow depends on hydrological conditions; in years of high floods (2009-2010 and 2015-2016) it occurred mostly in spring, but during years of low or moderate discharges it was detected principally in summer, c) for the last years, there is evidence of an increased variability and a decreasing tendency in the minimum indices for sábalo larvae, as well as in its proportion with respect to the bogas, and d) the larval abundance indices of sábalo in the Paraná River were an order of magnitude higher than those registered for the Uruguay River. The latter is coherent with the magnitude of the differences in capture of adults between both rivers. These results indicate the robustness of the index as an indicator of the magnitude of the population.



## INTRODUCCIÓN

Las migraciones ascendentes de individuos adultos en el río Paraná se encuentran en gran medida asociadas con la actividad reproductiva (Bonetto *et al.*, 1981; Sverlij *et al.*, 1993; Espinach Ros *et al.*, 1998). Luego de transcurrida la mayor parte de las mismas y alcanzadas las proximidades a las zonas de desove en primavera y verano los peces alcanzan un grado de maduración gonadal final; en estas condiciones, permanecen a la espera de los estímulos hidrométricos que sincronizan los desoves (Vazzoler *et al.*, 1997; Fuentes y Espinach Ros 1998a, b, 1998; Agostinho *et al.*, 2002). Los productos de la reproducción, tanto huevos como larvas tempranas, derivan hacia aguas abajo por el río Paraná y sus cursos secundarios (Bonetto *et al.*, 1981, Agostinho *et al.*, 1993; Fuentes, 1998), durante una o dos semanas (Brown y Fuentes, 2010), hasta alcanzar las proximidades de las áreas de cría localizadas en ambientes someros de la llanura aluvial aguas abajo (Bonetto *et al.*, 1981; Fuentes, 1998).

La deriva de larvas en el canal principal y la relativa accesibilidad a sitios de muestreo, permiten obtener una estimación del éxito reproductivo y un cálculo de índices de la abundancia larval anuales a partir de muestras de ictioplancton. En ambientes marinos y de estuario, estos índices han reflejado tendencias en el tamaño del stock desovante (Hunter y Lo, 1993; Keller *et al.*, 1999; Gledhill y Lyczkowski-Shultz, 2000, Moser *et al.*, 2000, Marshall *et al.*, 2003), por lo que se plantea que también en los ríos los mismos pueden constituir puntos de referencia para contribuir a dilucidar las tendencias mayores en la abundancia de las poblaciones de peces migratorios como el sábalo. En dicho contexto, esta cuantificación aporta datos independientes y complementarios a las estimaciones de captura y esfuerzo de adultos de la especie.

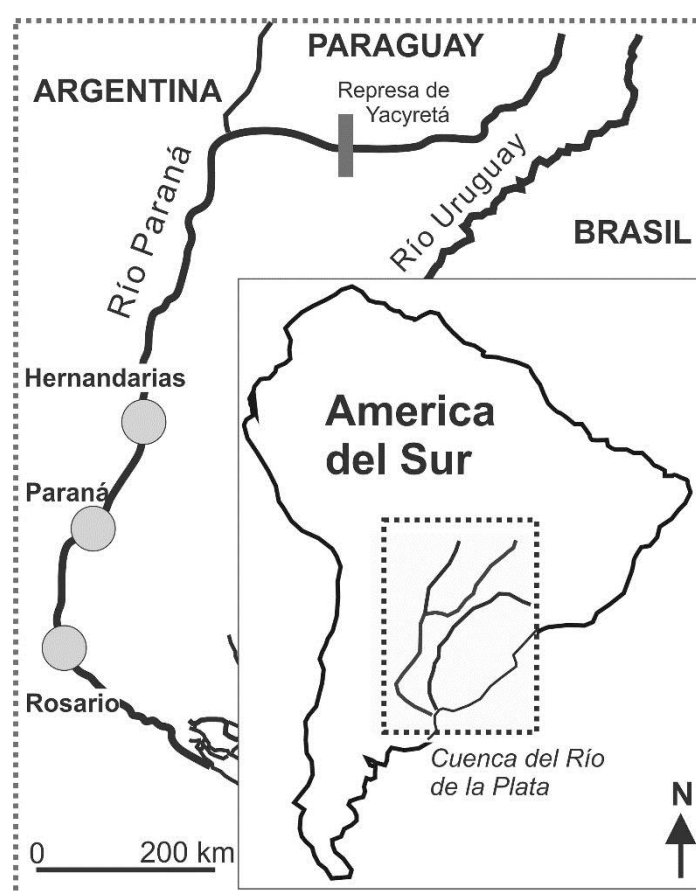
En el presente capítulo se reportan los resultados del monitoreo de la abundancia de larvas de sábalo en tres localidades del río Paraná en períodos que para alguna de ellas tuvieron inicio en la primavera del 2000 y continuaron hasta el verano del 2018.

### Objetivo General

Proveer información actualizada acerca de los índices de abundancia de larvas de sábalo como una herramienta para la evaluación de toma de medidas de regulación y/o mitigación.

## METODOLOGÍA

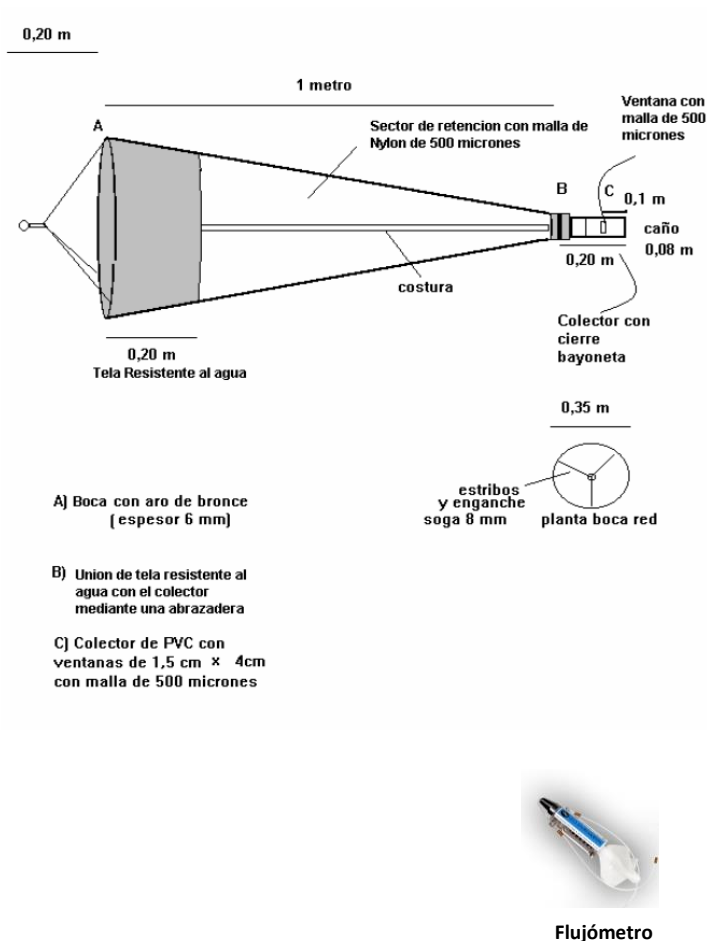
La actividad involucró muestreos intensivos del ictioplancton en tres localidades del río Paraná Inferior-Medio (**Figura 1**). Desde octubre de 2000 y hasta verano de 2018 se tomaron muestras en la localidad de Paraná (Prov. de Entre Ríos); en octubre de 2008 se incorporó una localidad a la altura de Rosario (Prov. de Santa Fé) y en 2013 otra en la ciudad de Hernandarias (Prov. de Entre Ríos). La primera localidad (Paraná) estuvo activa hasta el verano de 2017 y la segunda (Rosario) hasta el verano de 2018. Dichas estaciones de muestreo están localizadas en los tramos del río Paraná en proximidades y/o aguas abajo de los tramos donde se cuenta con evidencia de que ocurren los desoves.



**Figura 1.** Localidades de muestreo de ictioplancton en el río Paraná.

Cada uno de los años, la actividad de muestreo tuvo comienzo en octubre y finalizó a fines de marzo del año siguiente. Tres muestras fueron tomadas semanalmente en horas de luz, totalizando alrededor de 68 muestras anuales para cada localidad; las mismas se tomaron con una red cónica de 35 cm de diámetro y 1 m de longitud con un poro de malla

de 300  $\mu\text{m}$  (**Figura 2**), la cual fue dispuesta durante 15 minutos a profundidad media, de manera estacionaria y a una distancia de la costa del canal principal donde las condiciones de flujo son permanentes.



**Figura 2.** Red de ictioplancton utilizada en los muestreos (tomado de Fuentes, 1998)

Las muestras con alto contenido de materia orgánica fueron fraccionadas con un dispositivo tipo Motodo (1959) para plancton y las larvas separadas bajo microscopio estereoscópico con un aumento de 12x. La identificación de larvas de sábalo se basó en las descripciones de Sverlij *et al.* (1993), Fuentes (1998) y Nakatani *et al.* (2001) (**Figura 3**). La densidad de larvas de sábalo fue obtenida a partir del conteo de individuos presentes en la muestra divididos por el volumen de agua filtrada calculado a partir de la lectura de un flujómetro montado en la boca de la red.

Las densidades medias, máximas y frecuencia de ocurrencia anuales para cada localidad muestreada en el Río Paraná, fue calculada para cada uno de los períodos.

Para cada estación de muestreo y cada especie considerada se obtuvieron los índices de abundancia larval (IAL) según la fórmula:

$$IAL = \sum_{i=1}^{NS} (\delta_s * T * Q(nh_s))_i$$

Dónde:

$\delta_s$  es la densidad promedio semanal en la localidad de muestreo.

T es el tiempo en segundos de una semana (60\*60\*24\*7 seg.).

Q (nhs) es el caudal medio estimado en m<sup>3</sup>.seg<sup>-1</sup>.

NS número de semanas



**Figura 3.** Estadios larvales pre-flexión de sábalo de 5,9; 7 y 7,4 mm de largo total. Aumento 12X (tomado de Fuentes, 1998).

Por otra parte, un índice de tendencia (IT) para cada uno de los años fue obtenido como la expresión del cociente entre el índice de abundancia larval de cada uno de los años dividido el promedio obtenido a partir de los índices de los años previos.

$$IT_i = \frac{IAL_i}{\left( \sum_{i=1}^{N-1} IAL / N-1 \right)}$$



El apartamiento de la unidad indica la tendencia en relación al promedio histórico, el que adquiere robustez con el transcurso de la serie.

Los índices de abundancia larval de sábalo en el río Paraná fueron contrastados con los de las bogas (Fam. Anostomidae), grupo que junto con el sábalo forman la mayor parte del ictioplancton perteneciente al grupo de los Characiformes migratorios y constituye también un recurso pesquero de importancia.

Por otra parte, los índices de abundancia larval de sábalo son comparados con los indicadores de abundancia de peces adultos a partir de pesca experimental y de capturas comerciales estimadas para los ríos Paraná (Proyecto EBIPES) y Uruguay (Programa de Conservación y Aprovechamiento de la Fauna Ictica y Recursos Pesqueros del Río Uruguay de la Comisión Administradora del Río Uruguay- CARU). De esta forma se evalúa la representatividad de los índices de abundancia larval como punto de referencia del estado del recurso, a partir de comparar los datos indicadores de la abundancia de adultos.

## RESULTADOS

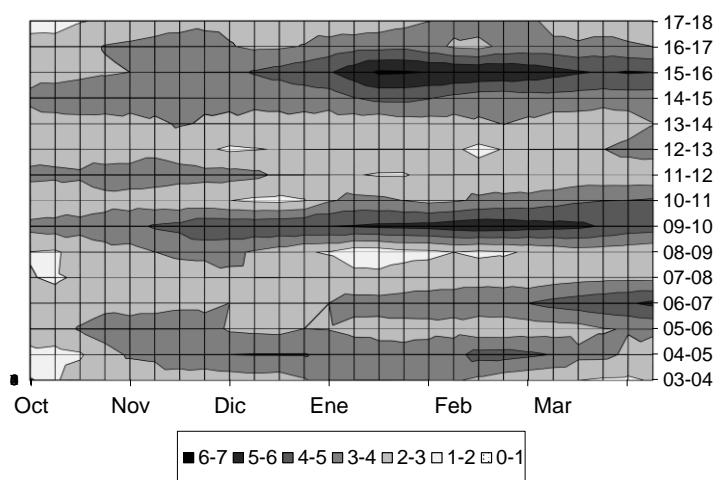
### *Número, frecuencia de ocurrencia y densidades de larvas sábalo en las muestras*

Durante los 16 años de muestreo en Paraná se tomaron 1023 muestras con un volumen promedio de agua filtrada de  $46,7 \pm 21 \text{ m}^3$ ; a partir de las mismas se capturaron 116.477 larvas de sábalo con una frecuencia de ocurrencia anual media de  $78,84 \pm 16 \%$ . Las larvas de sábalo fueron mayormente no viteladas y alcanzaron, dependiendo de las condiciones hidrológicas dominantes (**Figura 4**) densidades medias anuales en un rango de entre  $0,8 \text{ larvas.m}^{-3}$  en el período 2016-2017 y  $5,5 \text{ larvas.m}^{-3}$  en el 2006-2007, y densidades máximas de entre  $11,8 \text{ larvas.m}^{-3}$  en el período 2016-2017 y  $176 \text{ larvas.m}^{-3}$  en el 2015-2016. Considerando los 16 años muestreados las densidades medias anuales promediaron las  $3,3 \pm 1,46 \text{ larvas.m}^{-3}$  y las densidades máximas  $54 \pm 38,4 \text{ larvas.m}^{-3}$ .

En la ciudad de Rosario entre 2008 y 2016 se tomaron 774 muestras con un volumen promedio de  $17,3 \text{ m}^3$  y se capturaron 150.439 larvas de sábalo con una frecuencia de ocurrencia anual media de  $87,7 \%$ . Al igual que en Paraná, en Rosario las larvas fueron casi todas no viteladas y alcanzaron densidades medias anuales en un rango de entre  $3,2 \text{ larvas.m}^{-3}$  en el período 2016-2017 y  $24,6 \text{ larvas.m}^{-3}$  en el 2013-2014; las densidades máximas anuales estuvieron comprendidas entre  $25 \text{ larvas.m}^{-3}$  en el período 2016-2017 y  $562 \text{ larvas.m}^{-3}$  en el 2013-2014. En los 8 años de muestreo las densidades medias anuales promediaron las  $11,3 \pm 6,5 \text{ larvas.m}^{-3}$  y las densidades máximas  $203,7 \pm 166,4 \text{ larvas.m}^{-3}$ .



Durante los 5 períodos de muestreo en la localidad de Hernandarias (2013-2017), se tomaron 447 muestras con un volumen promedio de  $52 \text{ m}^3$  y se capturaron 26208 larvas de sábalo con una frecuencia de ocurrencia anual media de 72,3 %. Al igual que en Paraná, en Rosario las larvas fueron casi todas no viteladas y alcanzaron densidades medias anuales en un rango de entre  $0,2 \text{ larvas.m}^{-3}$  en el período 2015-2016 y  $2,24 \text{ larvas.m}^{-3}$  en el 2013-2014; las densidades máximas anuales estuvieron comprendidas entre  $3.3 \text{ larvas.m}^{-3}$  en el período 2016-2017 y  $29.5 \text{ larvas.m}^{-3}$  en el 2016-2017. En los 8 años de muestreo las densidades medias anuales promediaron las  $1,06 \pm 0,75 \text{ larvas.m}^{-3}$  y las densidades máximas  $17,5 \pm 12,7 \text{ larvas.m}^{-3}$ .



**Figura 4.** Niveles hidrométricos del río Paraná durante los períodos reproductivos de los años 2003 y 2018. La intensidad de la tonalidad indica la altura del río en metros.

En Hernandarias y Paraná se capturaron huevos de peces y algunas larvas con restos de vitelo, lo que es coherente con la hipótesis de que las zonas de desove de esta y otras especies esta localidad mayormente en el tramo medio del Río Paraná.

#### *Variación temporal del flujo de larvas*

La actividad reproductiva y el consiguiente flujo de larvas de sábalo ocurrió principalmente con temperaturas del agua por sobre los  $22 \text{ }^\circ\text{C}$ , aunque la misma en general, estuvo modulada por incrementos hidrométricos de al menos 10 a 20 cm a la altura de la ciudad de Corrientes, uno en primavera, y/o en verano, y en algunas ocasiones en otoño. Dicha asociación del flujo de larvas y las alturas del río se observa también con los registrados a la altura de la localidad de muestreo (Paraná, Prov. Entre Ríos), aunque normalmente en ocasiones de ondas de creciente que produjeron incrementos significativos en las alturas del río ( $0,5\text{-}1 \text{ m/mes}$ ) (**Figura 5**). Durante los 16 períodos analizados se registraron 26

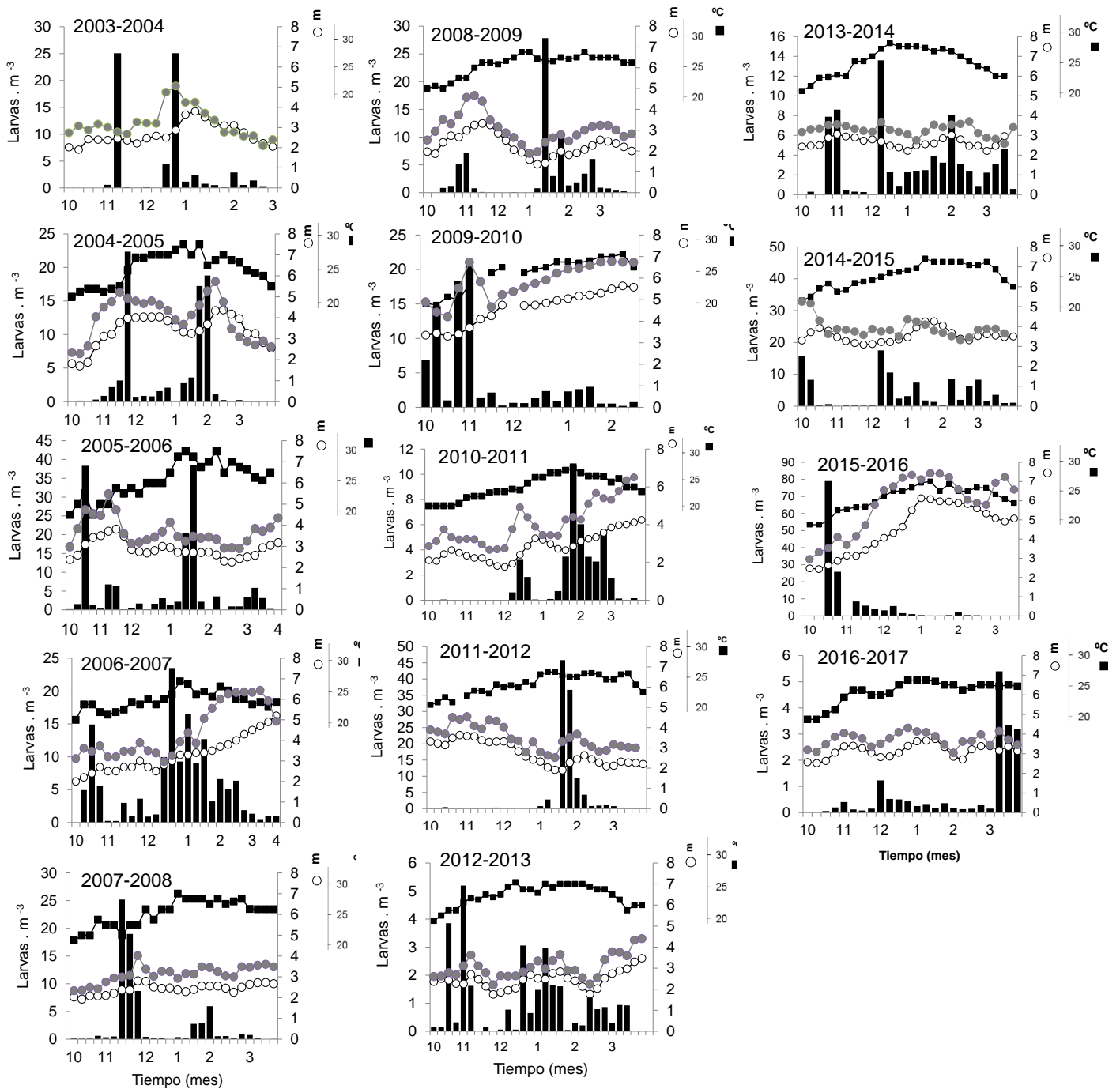
pulsos de flujo de larvas asociados a incrementos hidrométricos tanto de primavera como de verano; en muchos casos los incrementos de niveles hidrométricos fueron de entre 50 cm a 1 m a la altura de Corrientes, aunque en algún caso estos fueron menos pronunciados. Durante las inundaciones extraordinarias de 2009-2010 y 2015-2016, las máximas densidades ocurrieron en octubre y noviembre meses durante los cuales se produjo un ascenso sostenido de las alturas del río desde por debajo de los 3 metros hasta superar los 4 metros. En ambos períodos los incrementos hidrométricos se mantuvieron para alcanzar las alturas del río por sobre los 5 metros en Paraná en enero, situación que produjo densidades normalmente más bajas. Por el contrario en años “secos” o moderados como durante el 2010-2011 y 2011-2012 (**Figura 6**) e incluso en alguna medida para los períodos 2006-2007, 2013-2014 y 2014-2015, el flujo de larvas fue más significativo durante el verano. En el período 2016-2017, las máximas densidades de larvas de sábalo ocurrieron en marzo de 2017.

En los años en los que se tomaron muestras en tres localidades (Hernandarias, Paraná y Rosario), los flujos de larvas fueron coherentes en el tiempo, indicando unicidad en el pulso de deriva (**Figura 7**), no obstante los valores de densidad de los pulsos de deriva fueron diferentes entre las estaciones.

#### *Índices de Abundancia Larval*

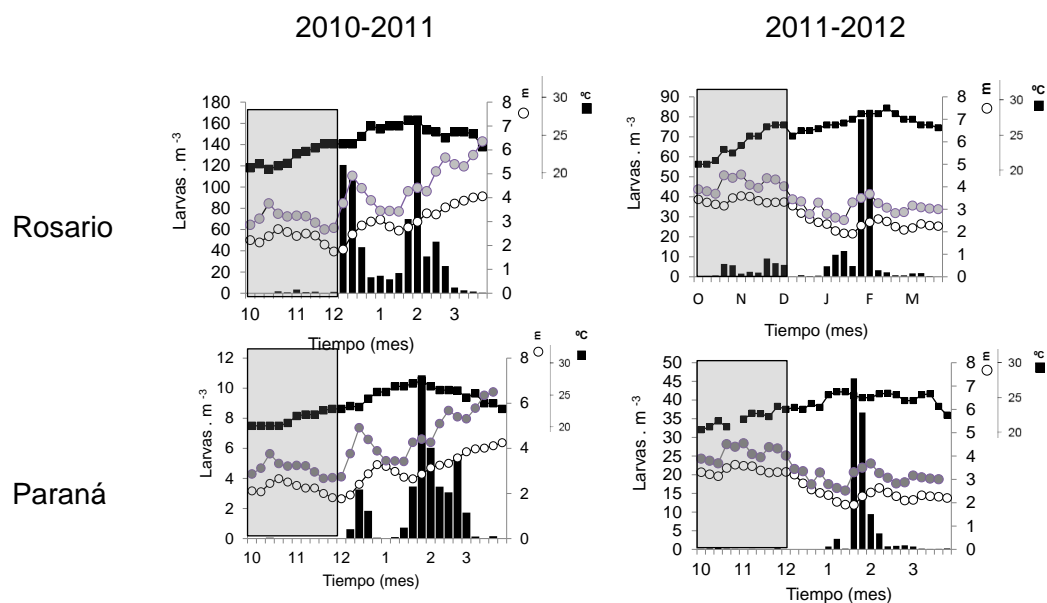
Los índices de abundancia de larvas para cada período reproductivo fueron variables aunque durante la última década dicha variación fue más pronunciada, dándose con mayor frecuencia valores que estuvieron por debajo de la media de toda la serie (635 mil millones de larvas) y en ocasiones muy bajos (**Figura 8**). Por ejemplo, en el río Paraná durante el último período 2015-2016 el índice de abundancia de larvas de sábalo se incrementó hasta los 1.200.000 millones, alcanzando el máximo de la serie en todo el período muestreado aunque posteriormente durante los períodos 2016-2017 y 2017-2018, alcanzaron valores de 250.000 millones de larvas muy por debajo del promedio.

El índice de abundancia de larvas de boga se incrementó significativamente en los últimos 10 años, pasando de alrededor de 100 mil millones a 300 mil millones en los últimos 7 años (**Figura 8**). No se encontró correlación significativa ( $P > 0.05$ ) entre los índices de abundancia larval de sábalo o boga y los caudales promedio para todo el período de 16 años (**Figura 9**).

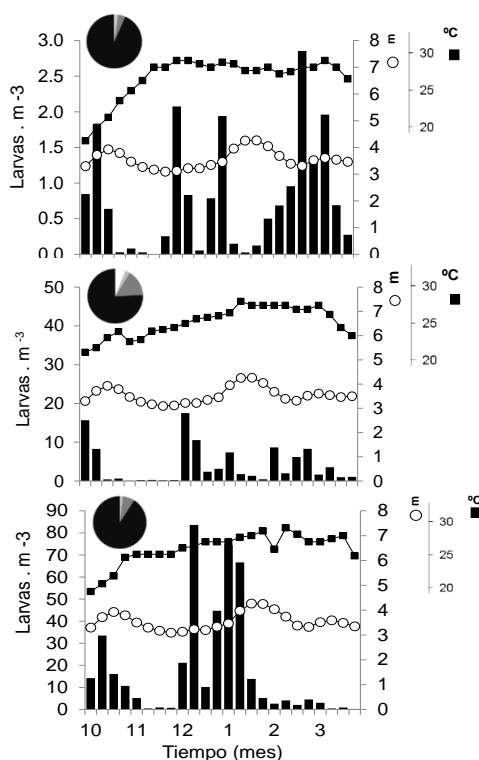


**Figura 5.** Variación temporal de la densidad de larvas de sábalo (barras negras, izquierda) en el río Paraná a la altura de la ciudad de Paraná, durante distintos períodos reproductivos. Los círculos blancos y grises indican las alturas del río Paraná a la altura de Paraná y Corrientes respectivamente (eje derecho). Los cuadrados negros indican la temperatura de agua del río Paraná a la altura de la ciudad de Paraná.



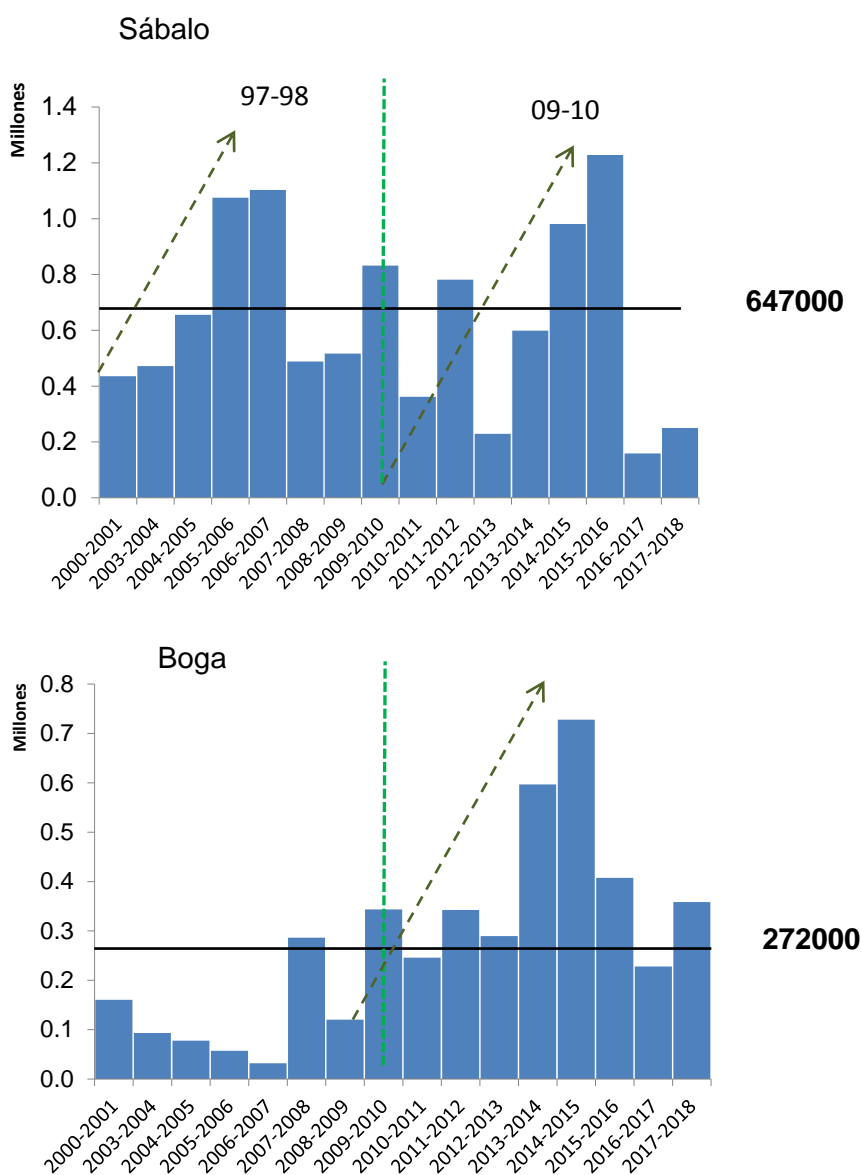


**Figura 6.** Variación temporal de la abundancia de larvas de sábalo en Rosario y Paraná, (barras negras, izquierda) durante los períodos reproductivos 2010-2011 y 2011-2012. Las áreas sombreadas indican períodos de bajo flujo de larvas. Los círculos blancos y grises indican las alturas del río Paraná a la altura de Paraná y Corrientes respectivamente (eje derecho). Los cuadrados negros indican la temperatura de agua del río Paraná a la altura de la ciudad de Paraná.

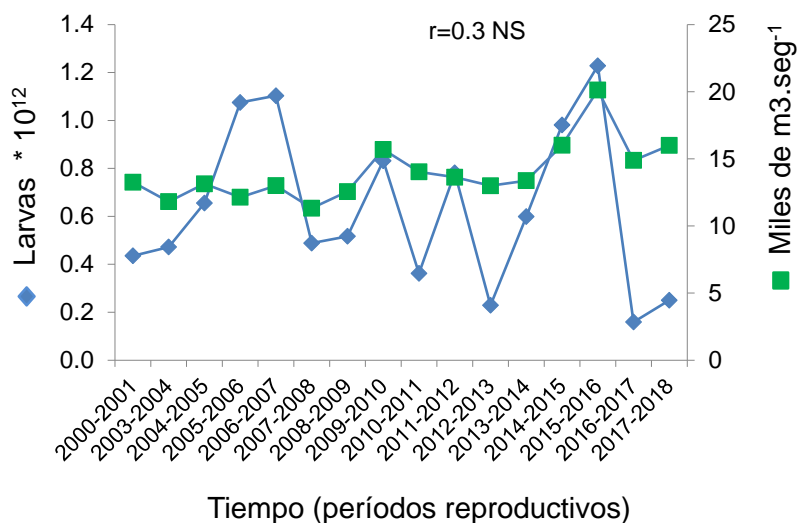


**Figura 7.** Variación temporal de la densidad de larvas de sábalo durante el período reproductivo 2014-2015, en las tres localidades de muestreo dispuestas en el río Paraná. Los círculos blancos indican las alturas del río Paraná a la altura de Paraná (eje derecho). Los

cuadrados negros indican la temperatura de agua del río Paraná a la altura de la ciudad de Paraná.



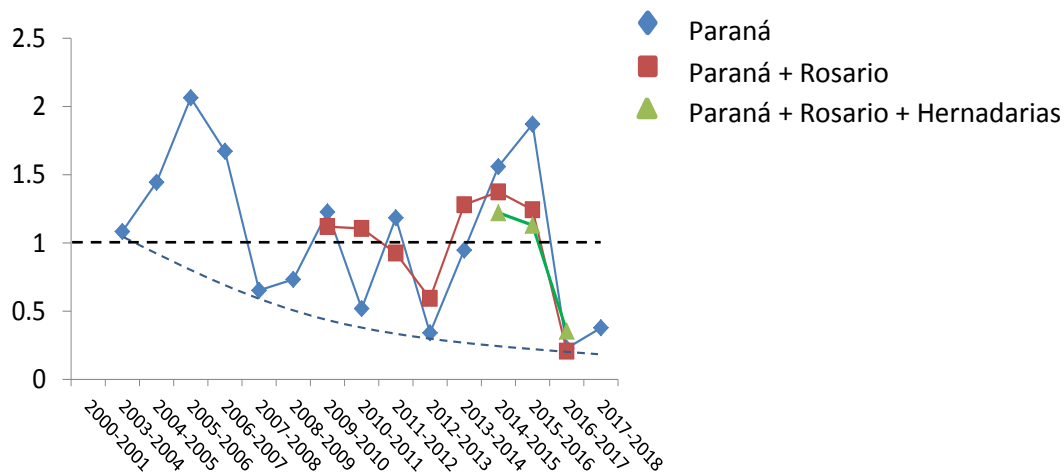
**Figura 8.** Índices de abundancia larval de sábalo y boga calculados para cada uno de los períodos reproductivos. La línea vertical punteada verde indica el período de inundación extraordinaria. Las flechas punteadas oscuras indican la entrada hipotética de las cohortes supernumerarias de 1997-1998 y 2009-2010. Las líneas horizontales consignan el índice de abundancia larval medio para todo el período de estudio en miles de millones.



**Figura 9.** Índices de abundancia larval de sábalo (rombos celestes) y caudal en el río Paraná (cuadrados verdes) a la altura de la ciudad de Paraná.

#### *Tendencia de los índices de abundancia larval*

Considerando los 16 años de muestreo, la tendencia indica que los índices de abundancia larval estuvieron por debajo del promedio en un 50% de los años, mientras que el porcentaje de años por debajo de la media fue de 70 % tomando los últimos 10 y 5 años de muestreo (**Figura 10**). La tendencia descendente se hizo más pronunciada durante los últimos dos años considerando la localidad Paraná, la cual parece conservarse cuando se promedian las observadas en las tres localidades de muestreo (Paraná, Rosario y Hernandarias).

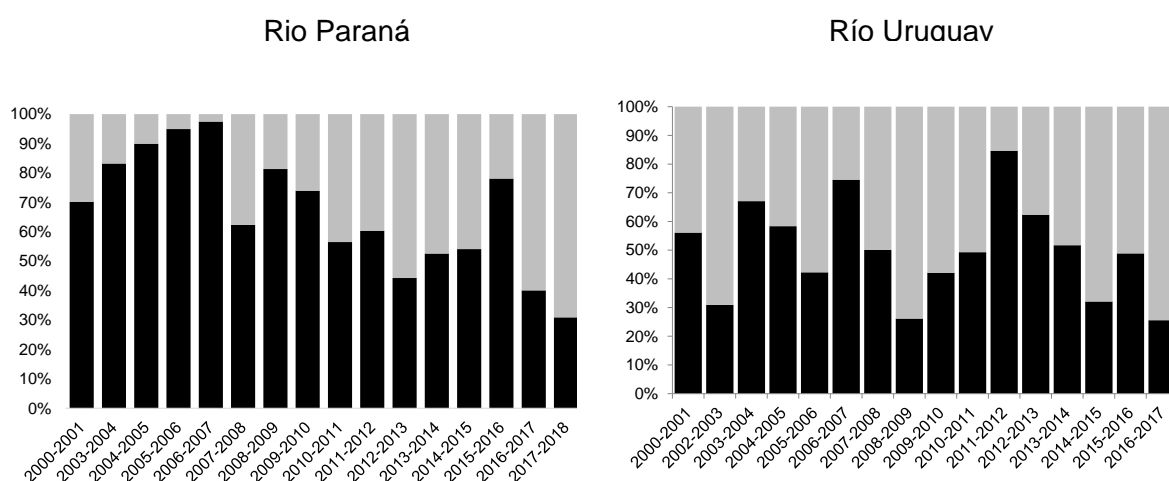


**Figura 10.** Tendencia de la abundancia larval para el período muestreado. La línea punteada horizontal (valor= 1) indica el límite para establecer la tendencia creciente o decreciente en relación al promedio de los índices de los años previos. La línea punteada celeste muestra la tendencia decreciente en los mínimos.



### Cambios en la proporción de sábalo y bogas

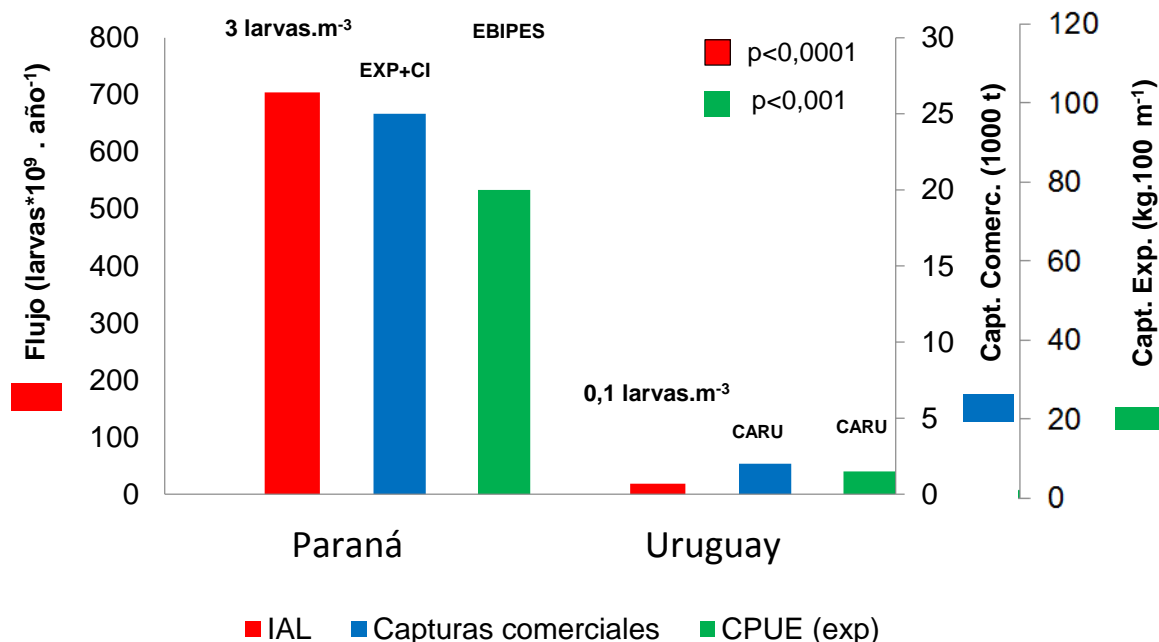
La proporción relativa de sábalo y boga en las muestras se modificó durante los últimos 10 años, durante los cuales se registraron frecuencias cada vez mayores de boga (**Figura 11**). Mientras que en los comienzos de la serie, la cantidad de larvas de sábalo representaba entre 3 y 5 veces la de boga, en los últimos dos años las frecuencias se han llegado a igualar, con índices de abundancia semejantes.



**Figura 11.** Relación porcentual entre sábalo (negro) y bogas (gris) en el ictioplancton en el río Paraná a la altura de la localidad Paraná durante los períodos reproductivos

### Abundancia de larvas y adultos de sábalo en los ríos Paraná y Uruguay

Las diferencias obtenidas entre los valores de índices de abundancia de larvas de sábalo de los ríos Uruguay a la altura de la localidad Paysandú (R.O.U) y Paraná, en la localidad Paraná (Prov. de Entre Ríos) fueron de más de un orden de magnitud ( $0,1 \text{ larvas.m}^{-3}$  -  $3 \text{ larvas.m}^{-3}$ ); estas fueron coherentes con las diferencias de captura por unidad de esfuerzo obtenida por pesca experimental ( $4 \text{ kg/noche/100 m}$  -  $70 \text{ kg/noche/100 m}$ ) y de captura por pesca comercial de la especie en ambos ríos (aproximadamente  $2500 \text{ t}$  -  $25000 \text{ t}$ ) (**Figura 12**).



**Figura 12.** Indices de abundancia de larvas de sábalo (en rojo, eje izquierdo), capturas comerciales (en azul, primer eje derecho) y experimentales (en verde, segundo eje derecho) en los río Paraná y Uruguay (2000-2016). Sobre la barra roja se consigna la densidad promedio de larvas. En el panel se indica el nivel de significación de las diferencias de la abundancia de larvas y capturas experimentales según test de t.

## DISCUSION

### *Factores que afectan la variación temporal de la abundancia de larvas*

Los resultados indican que existe periodicidad en el flujo de larvas, ya que en condiciones normales existen al menos dos pulsos reproductivos en primavera y verano que posiblemente sean originados por desoves de segmentos con maduración final desfasada en el tiempo en la población adulta. En la mayoría de los años el flujo de larvas se distribuye en buena medida modulado por los incrementos hidrológicos, los que como ha sido observado en estudios llevados a cabo en el mismo (Fuentes y Espinach Ros, 1998a, b; Fuentes, 1998) y en tramos superiores de la cuenca (Vazzoler *et al.*, 1997) sincronizan los desoves de los peces migratorios. En general, los pulsos en el flujo de larvas se asocian con los incrementos de alturas del río en la misma zona de muestreo, no obstante, la relación resulta más claramente definida con los de la localidad de Corrientes, en donde los



ascensos hidrométricos producidos por las crecientes son más pronunciados (**Figura 5**); probablemente dicha localidad esté más próxima a la zonas de desove. Los productos de la reproducción (huevos y larvas) derivan hacia aguas abajo alcanzando la zona de muestreo entre una y dos semanas más tarde; esto último explica el predominio de las larvas de sábalo con sus reservas de vitelo agotadas en las muestras, e indica que se contaría con un extenso corredor para realizar las estimaciones de abundancia de larvas y por consiguiente del éxito reproductivo inicial.

La distribución temporal del flujo de larvas, es decir, la detección de uno o más pulsos de abundancia de larvas (pulso de reproducción) puede reflejar la presencia de más de una población, un diferente ritmo de maduración, e incluso diferentes circuitos migratorios. Por otra parte, la intensidad del flujo de larvas es, lógicamente, dependiente de la disponibilidad de efectivos en condiciones de maduración final para desovar en un momento dado. La ocurrencia de estímulos hidrológicos previos, podría explicar la magnitud del flujo de larvas en un momento dado.

Es posible que otros factores influyan en la intensidad del flujo de larvas. Si bien la mayoría de los pulsos de flujo de larvas se asociaron a incrementos hidrométricos de primavera y verano, es necesario destacar que en algunos períodos las densidades de larvas en primavera fueron bajas o ausentes aún con condiciones hidrológicas que deberían haber estimulado la actividad reproductiva. Por ejemplo, el contraste en el flujo de larvas ocurrido entre las primaveras y los veranos de los períodos 2010-2011 y 2011-2012 (**Figura 6**), con los otros años podría obedecer a diferentes causas. Los datos permiten inferir que dichas diferencias no estén basadas, al menos enteramente, en la falta de un estímulo hidrométrico sincronizador.

Por otra parte, los factores vinculados con la localización variable de las zonas de desove aguas arriba, podrían contribuir a que en algunas ocasiones se registren flujos considerables de larvas, y en otras no tanto. Otro factor a considerar y a analizar en un futuro, es el impacto que podría tener la actividad de la pesca, sobre el segmento de la población en maduración previamente a que dé comienzo la reproducción. Se conoce que, en general, en los meses previos a los desoves ocurre el desplazamiento de individuos adultos en maduración desde tramos meridionales hacia aguas arriba hasta las localidades donde ocurrirán los desoves. Esta dinámica natural es normalmente conocida por los pescadores y por consiguiente suele constituirse en señales para el incremento de la presión de pesca. Dependiendo del grado de inundación del sistema, el impacto de dicha actividad podría al mismo tiempo ser significativo. Los niveles hidrométricos elevados

actúan diluyendo el recurso e imponiendo una suerte de “veda natural” mientras que los niveles hidrométricos bajos incrementan los rendimientos. Es posible, que esta dinámica pueda tener consecuencias en la supervivencia de los segmentos de la población en proceso de maduración que están preparándose para los desoves de primavera. Por lo tanto, la influencia del impacto de la pesca sobre el aporte reproductivo podría en parte cambiar año tras año en función del escenario hidrológico previo a los primeros estímulos y explicar en parte la variabilidad interanual en el flujo de larvas en primavera.

Es necesario considerar los mecanismos vinculados a la velocidad de transporte y/o a la localización de las áreas de desove, las que podrían cambiar durante los períodos de inundación extraordinaria. En dichos periodos en general se registró un “adelantamiento” en las fechas durante las cuales se produjo la mayor parte de la deriva de larvas, ocurriendo las mismas durante la primavera. Es posible que los peces localicen sus zonas de desove en función de dadores de información asociados a la evolución del clima y que en estas ocasiones las mismas hayan estado más próximas a las zonas de muestreo. Al mismo tiempo, la velocidad de transporte podría contribuir a la llegada de un mayor número de individuos que en años de aguas bajas. El estudio de los factores espacio-temporales, requiere a futuro la realización de investigaciones específicas y de muestreos a gran escala.

#### *Índices de Abundancia larval (IAL) - Periodos Reproductivos 2000-2018.*

Los índices de abundancia larval (IAL) reflejan el valor estimado del flujo total de larvas de cada especie durante cada período reproductivo en una localidad de muestreo permanente. Aún con un error concebible producto de la influencia de factores vinculados al muestreo, ambientales, y de la dinámica de las poblaciones, los valores del IAL permiten establecer tendencias y tener indicios del éxito reproductivo. Este último, expresado como número de “larvas tempranas” o embriones libres viables, puede reflejar en buena medida la evolución del tamaño de las poblaciones en el tiempo. En casos de desequilibrios marcados como los observados para algunas especies marinas en peligro (Hunter y Lo, 1993; Keller *et al.*, 1999; Gledhill y Lyczkowski-Shultz, 2000; Moser *et al.*, 2001) se han registrado caídas abruptas de la abundancia de larvas en momentos de gran contracción de la biomasa de adultos. Por otra parte, la gran variabilidad en los índices de abundancia de larvas en ambientes marinos, ha sido mencionada como una característica de las poblaciones sometidas a explotación (Hsieh *et al.*, 2006). En el caso del sábalo, el fundamento de la aplicación de estos índices en procesos de su evaluación poblacional está basado en el tipo de ciclo de vida característico en especies migratorias. Por su condición de tempranas, y por estar distribuidas sólo en el canal principal durante la fase inicial de deriva (Fuentes,

1998) dichos índices son candidatos a ofrecer una ventana accesible de evaluación. Debe entenderse, no obstante, que dichos índices brindan información del proceso de reclutamiento, pero no lo reflejan cuantitativamente en un período dado, ya que el mismo es definido posteriormente durante estadios larvales y juveniles, en la medida que se hace efectiva la colonización de las larvas tempranas en los ambientes lenticos de la llanura de inundación (Lozano *et al.*, en prensa).

Los índices de abundancia larval del sábalo en la estación de Paraná para los distintos periodos reproductivos analizados se muestran en la **Figura 8**. En promedio, el incremento en la variabilidad y la reiteración de la ocurrencia de índices bajos con posterioridad al 2006 podría vincularse con el incremento en los niveles de explotación de dicha especie desde inicios de los años 2000. No obstante, al mismo tiempo puede especularse que los índices podrían reflejar el ingreso de cohortes fuertes en la población adulta en algunos años. Los individuos de dichas cohortes podrían gradualmente aportar en forma creciente a los índices a medida que la fecundidad total de los individuos adultos constituyentes del stock en desove se incrementa. Dicho aumento en la fecundidad absoluta es de casi un orden de magnitud para un incremento en peso de 1 kg en individuos adultos (entre 500 gr y 1500 gr) (Espinach Ros y Sanchez, 2007). En base a esto último, se plantea la hipótesis de que el ingreso de dichas cohortes súper-numerarias podrían explicar los valores altos en la abundancia de larvas durante el primer quinquenio de la década (2000-2005) y entre 2010-2015, al reflejar la entrada de individuos ingresados en los período de inundación extraordinaria de 1997-1998 y 2009-2010 respectivamente. En otras palabras, si bien los índices de abundancia larval no reflejarían el reclutamiento del período, sí podrían expresar el de los de años previos, particularmente de aquellos exitosos. Dichos aumentos en el IAL fueron seguidos de disminuciones. Puede establecerse la hipótesis de que 4 a 5 años después a que las cohortes supernumerarias impactan en el índice, como ocurrió con posterioridad al 2005 (cohorte 1997-1998, Espinach Ros y Sánchez, 2007) y 2015 (cohorte 2009-2010, Lozano *et al.*, 2014) sus valores tiendan a ceder naturalmente debido a la mortalidad natural y por pesca, las que contribuirían gradualmente a la contracción de la población. Esto último, sumado a la afectación de la estructura de la población produciría un mayor grado de variabilidad en los índices de abundancia de larvas como fue observado en poblaciones explotadas marinas (Hsieh *et al.*, 2006). La disminución de la cohorte 2009-2010 la cual en los últimos años ha nutrido la mayor parte de las capturas tanto en el río Uruguay (Fuentes *et al.*, 2011) como en el río Paraná (Lozano *et al.*, 2014), podría explicar en parte los descensos en los índices de abundancia larval de sábalo los últimos dos períodos reproductivos (2016-2017 y 2017-2018) los cuales no pueden ser explicados completamente por falta de sincronización de la reproducción.

Es necesario evaluar cómo evolucionan los índices de abundancia de larvas a futuro, dado que en los próximos años podrá impactar en los mismos la cohorte relativamente abundante nacida en la inundación extraordinaria ocurrida en 2015-2016; ésta última, no constituye una parte importante de la capturas comerciales en 2018, no obstante, al presente, es una porción relevante de la captura experimental (Balboni *et al.*, 2018). Es oportuno destacar que se sospecha que la cohorte 2015-2016, no es tan numerosa como la 2009-2010 (Fuentes *et al.*, 2015); en base a cómo se encuentra en la actualidad configurada la estructura de la población de sábalo, el seguimiento de la evolución de estos índices se constituirá en un dato a tener en consideración para la toma de medidas de manejo.

Los valores de IAL para boga cursaron una evolución casi opuesta a la de sábalo. Dado que las estimaciones en el flujo de larvas de las dos especies están sujetas a los mismos errores al provenir de la misma muestra, se considera que la estimación de este cambio es especialmente robusta. Por el momento, puede observarse que en el río Paraná (**Figura 11**) las abundancias de larvas de sábalo y boga están alcanzando valores semejantes. Probablemente la misma esté reflejando cambios a nivel de las poblaciones adultas que por el momento no pueden ser descriptos.

En síntesis, se plantea la hipótesis que las oscilaciones en el índice de abundancia de larvas dependen de: a) los reclutamientos exitosos que producen la entrada de clases anuales fuertes, b) las eventuales contracciones del tamaño de la población producto de la mortalidad natural y por pesca, c) de los escenarios hidrológicos que operan en la localización de los desoves y la sincronización de la reproducción, y d) finalmente del error de la estimación que se realiza aguas abajo sobre estadios de desarrollo más avanzados.

A pesar de que es concebible que estos factores pueden afectar los valores del índice de abundancia de larvas, estos se correlacionan bien tanto con las capturas comerciales, así como con las experimentales de peces adultos entre ríos con diferente productividad (**Figura 12**). Esto indica los índices de abundancia larval podrían ser de aplicación en modelos de evaluación de poblaciones migratorias fluviales sometidas a explotación y reflejar situaciones extremas como las que se han reportado en ambientes marinos.



## BIBLIOGRAFIA

Agostinho A. A., de Vazzoler, A. E. A., Gomes, L. C. & Okada, O. (1993). Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* en distintas fases del ciclo de vida, en la planicie de inundación del alto río Paraná y embalse de Itaipú, Paraná, Brasil. *Revue d'Hydrobiologie Tropical*. 26 (1): 79-90.

Agostinho A. A, Gomes, L. C, Fernandez, D. R. & Suzuki, H. I. (2002). Efficiency of fish ladders for neotropical ichthyofauna. *River Research and Applications* 18: 299-306.

Balboni, L.; Gómez, M. I.; Fuentes, C.; Arrieta, P.; Liotta, J. y D. Colautti. 2018. Informe Biológico de la Campaña 47 del Proyecto "Evaluación biológica y pesquera de especies de interés deportivo y comercial en el Río Paraná. Argentina". Dirección de Pesca Continental, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, MA. Bs. As

Bonetto, A. A., Cannon Veron, M. & Roldán., D (1981). Nuevos aportes al conocimiento de las migraciones de peces en el río Paraná. *Ecosur*, 8:29-40.

Brown, D. R. & Fuentes, C. M. (2010). Daily increments in otoliths of sábalo *Prochilodus lineatus* larvae. *Journal of Applied Ichthyology*, 26 (1): 123-125.

Espinach Ros A., Sverlij, S., Amestoy, F. & Spinetti, M. (1998). Migration pattern of the sábalo *Prochilodus lineatus* (Pisces, Prochilodontidae) tagged in the lower Uruguay river. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie* 26: 2234-2236.

Espinach Ros A. & Sanchez, R.P. (2007). Proyecto Evaluación del Recurso Sábalo en el Paraná. Informe de los resultados de la primera etapa (2005-2006) y medidas de manejo recomendadas. Serie Pesca y Acuicultura: Estudios e investigaciones aplicadas, Secretaría de Agricultura, Ganadería Pesca y Alimentos N° 1, 80 pp.

Fuentes, C. M. (1998). Deriva de larvas de sábalo, *Prochilodus lineatus*, y otras especies de peces de interés comercial en el río Paraná Inferior. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires.

Fuentes, C. M. & Espinach Ros, A. (1998a). Spatial and temporal distribution of ichthyoplankton at location of the lower delta of Paraná river. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 8: 51-61.

Fuentes, C. M. & Espinach Ros, A. (1998b). Determinación de las áreas de desove en el río Uruguay aguas arriba y abajo del embalse de Salto Grande. Trabajo presentado en Reunión de la Comisión del Frente Marítimo, Mar del Plata.

Fuentes C. M., Gómez, M. I., Salva, J., Brown, D. R. y Espinach Ros, A. (2011) Reproducción de Peces Migratorios. Informe Bienio 2010-2011, Programa de Conservación de la Fauna Íctica y los Recursos Pesqueros del Río Uruguay.

Fuentes, C. M; Gómez M. I.; Llamazares Vegh S.; Lozano I. y Salva J. 2015. Monitoreo de los estadios tempranos de desarrollo de sábalo (*Prochilodus lineatus*) y otras especies de interés comercial y deportivo en el Río Paraná. (Estaciones Paraná y Rosario). Argentina. Dirección de Pesca Continental, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, MA., Bs. As. Informe Técnico n° 31:1-39. [http://www.agroindustria.gob.ar/site/pesca/pesca\\_continental/index.php](http://www.agroindustria.gob.ar/site/pesca/pesca_continental/index.php)

- Gledhill, C. T. & Lyczkowski-Shultz., J. (2000). Indices of larval king mackerel (*Scomberomorus cavalla*) abundance in the Gulf of México for use in population assessments. *Fisheries Bulletin*, 98: 684-691.
- Hsieh, C., Reiss C. S., Hunter J. R., Beddington J. R., May, R. M. & Sugihara G. (2006). Fishing elevates variability in the abundance of exploited species. *Nature*, 443: 859-862.
- Hunter, J. R. & Lo, H. (1993). Ichthyoplankton methods for estimating fish biomass introduction and terminology. *Bulletin of Marine Science*, 53: 723-727.
- Keller, A. A., Klein-MacPhee, G. & St. Onge-Burns, J. (1999). Changes in abundance and distribution of ichthyoplankton in Narragansett Bay, RI - A response to changes in environmental quality? *Estuaries*, 22(1): 149-163.
- Lozano, I., Balboni, L., Llamazares Vegh, S., Fuentes, C., Colautti, D. (2014). Informe del Proyecto Evaluación biológica y pesquera de especies de interés deportivo y comercial en el Río Paraná, Argentina, Período 2012-2013, Informe N°13. Dirección de Pesca Continental, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, MAGyP. Bs. As.: 1-26. [http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/pesca\\_continental/informes/baja/index.php](http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/pesca_continental/informes/baja/index.php).
- Lozano, I., Gómez, M. I., Salva J. L., Llamazares Vegh, Piazza, Y., Fuentes, C. (2019). Episodic recruitment of young *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Characiformes: Prochilodontidae) during high discharge in a floodplain lake of the River Paraná, Argentina. *Fisheries Management & Ecology*.
- Marshall, T. C., O'Brien, L., Tommkiewicz, J., Koster, F. W., Kraus, G., Marteinsdottir, G., Morgan, M. J., Saborido-Rey, F., Blanchard, J. L., Secor, D. H., Wright, P. J., Mukhina, N. V., Bjornnson, H. (2003). Developing alternative indices of reproductive potential for use in fisheries management: cases studies for stocks spanning an information gradient. *Journal of Northwest Atlantic Fishery*, 33: 161-190.
- Moser, H. G., Charter, R. L., Watson, W., Ambrose, D. A., Butler, J. L., Charter, S. R. & Sandknop, E. M. (2000). Abundance and distribution of rockfish (*Sebastes*) larvae in the Southern California Bight in relation to environmental conditions and fishery exploitation. *California Cooperative Oceanic Fisheries investigations Reports*, 41: 132-148.
- Moser, H. G., Charter, R. L., Watson, W., Ambrose, D. A., Hill, K. T., Smith, P. E., Butler, J. L., Sandknop, E. N., & Charter S. R. (2001). The calcofi ichthyoplankton time series: potential contributions to the management of rocky-shore fishes. *California Cooperative Oceanic Fisheries investigations Reports*, 42.
- Motodo, S. (1959). Devices of simple plankton apparatus. *Memoirs of Faculty of Fisheries.*, Hokkaido Univerity, 7: 73-94.
- Nakatani, K., Agostinho, A. A., Baumgartner, G., Bialezki, A., Sanches, P. V., Makrakis, M. C., Pavanelli, C. S. (2001). Ovos e larvas de peixes de agua-doce: desenvolvimento e manual de identificação. Editora da Universidade de Maringá, Maringá, Paraná, Brazil, 378 pp.
- Sverlij S. B., Espinach Ros, A., Orti, G. (1993). Sinopsis de los datos biológicos y pesqueros del sábalo *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847). *FAO Sinopsissobre la Pesca*, No.154. Roma, FAO. 64 p.



Vazzoler, A. E. A. M., Agostinho, A. A. & Hahn, N. S. A. (1997). A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Editora da Universidade Estadual de Maringá, 768p.

Este trabajo puede ser citado como sigue:

Fuentes, C.M. y Gómez, M.I. 2021. “**Estadios de desarrollo temprano de sábalo en el Río Paraná**”. Coordinación de Pesca Continental, Dirección de Planificación Pesquera, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, MAGyP. Bs. As., Informe Técnico n° 61, 23 pp.

[https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca\\_continental/informes/baja/index.php](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_continental/informes/baja/index.php)





Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
**Argentina**





República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional  
2021 - Año de Homenaje al Premio Nobel de Medicina Dr. César Milstein

**Hoja Adicional de Firmas**  
**Informe gráfico firma conjunta**

**Número:**

**Referencia:** Informe Técnico N° 61. Estadios de desarrollo temprano de sábalo en el río Paraná

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 24 pagina/s.