

# **PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA ÍCTICA Y LOS RECURSOS PESQUEROS DEL RÍO URUGUAY**

**SUBPROGRAMA:** *ACTIVIDAD REPRODUCTIVA DE PECES MIGRATORIOS ESTIMADA A TRAVÉS DEL FLUJO DE LARVAS. INDICES DE ABUNDANCIA LARVAL (IAL).*

**INFORME:** *PERIODO 2021-2022 DE BAJANTE EXTREMA*

Fuentes C. M.<sup>1,2</sup> & M. I. Gómez<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Aguas Continentales, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesqueros (INIDEP), MAGP-Argentina.

<sup>2</sup> Asesor Técnico de la Subcomisión de Pesca y Otros Recursos Vivos, Departamento de Ambiente, Secretaría Técnica, Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU). Av. Costanera S/N° Paysandú República Oriental del Uruguay CC 57097.

## **Resumen**

La baja cuenca del Río de la Plata viene registrando un marcado déficit hídrico durante los últimos tres años. Durante el período 2021-2022 se re-inició el monitoreo de la reproducción de los peces de interés pesquero mediante la toma de muestras del ictioplancton, que es la fracción de la comunidad de peces constituida por huevos y larvas que derivan por los ríos Uruguay y Paraná. El muestreo se llevó a cabo entre octubre de 2021 y marzo de 2022. En tres localidades del río Uruguay, la abundancia de larvas fue baja con un máximo en octubre de 2021 durante un modesto incremento de los caudales. En dos localidades del río Paraná, el grueso de la reproducción de peces de interés pesquero se registró durante el verano, con altas a muy altas densidades de larvas, posiblemente debidas a las bajas alturas registradas en el hidrómetro de la ciudad de Paraná. Los índices de abundancia de larvas estuvieron por debajo del valor promedio de la serie en el río Uruguay y por sobre la media de los últimos diez años en el río Paraná. La deriva de larvas de estas especies ocurrió en un contexto hidrológico desfavorable para una eficiente distribución en los ambientes de cría. Esto permite inferir la falla de reclutamiento a juveniles durante el presente período. Es necesario continuar con los monitoreos de los distintos segmentos de las poblaciones para evaluar los efectos de la bajante histórica sobre las poblaciones de peces migratorios de interés pesquero de la baja cuenca del Río de la Plata.

## Resumen Extendido

**Período de Muestreo:** 1 de Octubre de 2021 a 31 de Marzo de 2022

**Localidades de Muestreo:** Yapeyú (R. A.) Río Uruguay Medio, Benito Legerén (R. A.) y Fray Bentos (R. O. U.) en el río Uruguay Inferior. Paraná y Hernandarias (R. A.) Río Paraná Inferior (**Figura 1**)

**Metodología:** muestreo de huevos y larvas en deriva en el canal principal con red de ictioplancton (**Figura 2**)

**Frecuencia de Muestreo:** 3 muestras semanales por localidad.

**Horario:** diurno

**Duración de la muestra:** 15 minutos

**Estrato:** media agua

**Escenario Hidrológico:** Aguas bajas en el río Uruguay y bajante extrema en el río Paraná.

**Composición del ictioplancton:** como ha sido observado en años previos, el ictioplancton del río Uruguay estuvo dominado por larvas de peces de mediano a pequeño tamaño, como son pequeños bagres (*Pimelodus*, *Iheringichthys* y *Parapimelodus*), mojarras y otras especies de escaso valor pesquero y normalmente de escaso o nulo rango migratorio; estas especies tendieron a reproducirse durante distintos pulsos ocurridos en condiciones hidrológicas diversas. Una proporción menor (<17 %) estuvo constituido de especies de alto valor comercial y deportivo, como el sábalo *Prochilodus lineatus*, bogas Fam. Anostomidae (mayormente *Megaleporinus obtusidens*), dorado *Salminus brasiliensis*, y surubí *Pseudoplatystoma corruscans*, las que presentaron su reproducción asociada a los incrementos hidrométricos (**Tabla 1; Figuras 6-12**).

En el río Paraná, la composición del ictioplancton, estuvo dominada por larvas de peces de interés pesquero, principalmente sábalo, bogas y armados, los que, junto con dorados y surubíes, constituyeron más del 80% de las capturas de larvas. Su reproducción y el consecuente flujo de larvas estuvieron solo parcialmente asociados a incrementos hidrométricos, dado que la mayor parte del flujo de larvas ocurrió en aguas muy bajas, resultado obtenido por primera vez en 22 años de monitoreo de ictioplancton en la cuenca del Río de la Plata (**Tabla 1; Figuras 13-19**)

**Variación temporal de la reproducción de peces de interés comercial y deportivo:** en el período 2021-2022 a la altura de Yapeyú, la localidad de muestreo en el río Uruguay medio, se detectaron dos picos de densidad de larvas, uno en octubre (primavera) y otro a fines de verano-comienzo de otoño; ambos fueron de magnitud moderada y estuvieron asociados a los únicos incrementos hidrométricos registrados en la temporada. En el tramo inferior del Río Uruguay, tanto en las localidades Benito

Legerén como en Fray Bentos, se detectó únicamente un pico de densidad de larvas en primavera durante el leve incremento de las alturas en octubre. En las localidades del tramo inferior y particularmente en Fray Bentos fue evidente la floración de algas durante todo el verano (**Figuras 8-12**).

A pesar de los bajos niveles hidrométricos registrados en el río Paraná los peces migratorios se reprodujeron durante pulsos de creciente reducidos en noviembre e incluso durante niveles casi estables en verano. Los estímulos hidrométricos de la reproducción en verano posiblemente hayan sido moderados y ocurrido en tramos varios cientos de kilómetros aguas arriba, lo que en el contexto de una bajante pronunciada hace difícil encontrar una clara asociación entre ambos fenómenos. De todas formas puede concluirse que en el río Paraná la reproducción ocurre aún en un contexto de bajante pronunciada, y las larvas derivan encausadas por varios días sin poder ingresar a los ambientes de cría de la llanura de inundación (**Figuras 13-19**).

**Variación espacial de la abundancia de huevos y larvas por tramo:** En el río Uruguay, la mayor cantidad de huevos y larvas de peces migratorios fue capturada en el tramo medio. Las larvas de especies de mayor rango migratorio como dorado, surubí, bagre cucharón y manguruyú fueron significativamente mayores en el río Uruguay medio. Las densidades de larvas de peces de importancia comercial y deportiva fueron menores en el tramo inferior, en particular en la localidad Fray Bentos, donde no se registró la presencia de larvas de dorado *S. brasiliensis* y surubí *P. corruscans*, como es habitual. Estos resultados apoyan la hipótesis que sostiene que la importancia relativa de los desoves de estas últimas especies podría ser menor o mucho menor en el tramo inferior que en el tramo medio aguas arriba de la represa (**Tabla 1; Figura 5**).

**Índices de Abundancia Larval (IAL):** la estación Benito Legerén, actualmente la localidad activa de mayor continuidad del río Uruguay inferior, produjo un número total, número y densidad media y flujo total de larvas por debajo del promedio de la serie de los últimos 10 años, debido a que la reproducción se concentró solo moderadamente durante el mes de octubre de 2021. En Yapeyú, la localidad muestreada en el tramo medio, los índices se mantuvieron en valores bajos pero en el orden de los observados en años previos (**Figura 20**). Este contraste entre los índices observados entre tramos, posiblemente se deba a las aguas más bien bajas durante el período reproductivo que imposibilitaron la continuidad de la deriva de larvas desde el tramo medio hacia el inferior a través del lago de Salto Grande; este fenómeno de pasaje de larvas de peces migratorios sería habitual en condiciones hidrológicas favorables.

En el río Paraná los índices de larvas para el período fueron particularmente altos producto de las altas densidades registradas durante el verano de 2022 (**Figura 21**). Estos picos reproductivos durante niveles hidrométricos nominalmente bajos necesariamente encausaron la deriva de larvas durante días a través del curso principal donde las muestras son tomadas. Dicho fenómeno explicaría los altos niveles de los índices y al mismo tiempo permiten predecir la falla en el reclutamiento de la clase anual 2021-2022 a causa de la desconexión del flujo de deriva con los ambientes marginales.

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde el año 2000 el Subprograma de Reproducción de Peces Migratorios e índices de Abundancia Larval, llevó a cabo un monitoreo de la actividad reproductiva de las principales especies de peces interés comercial y deportivo en el río Uruguay y en el tramo del río Paraná Inferior con influencia sobre la pesca en el río Uruguay Inferior.

La actividad se basa en el hecho de que los peces de interés son mayoritariamente migratorios, lo que implica que los mismos realizan desplazamientos longitudinales con fines reproductivos a través del río hasta las zonas de desove localizadas aguas arriba de sus áreas de alimentación. Una vez producidos los desoves sus huevos y larvas descienden hacia aguas abajo por el curso principal, lo que permite realizar un monitoreo del ritmo e intensidad de la actividad reproductiva. Dicha evaluación brinda información del momento y localización de la ocurrencia de los desoves, y al mismo tiempo, ofrece la posibilidad de obtener datos acerca de la magnitud relativa del segmento que está en reproducción. Esta última información, se asume, y de lo cual se ha encontrado evidencia, que a mediano y largo plazo refleja o es proporcional al tamaño de las poblaciones estudiadas (Hunter y Lo, 1993; Keller *et al.*, 1999; Gledhill & Lyczkowski-Shultz, 2000; Moser *et al.*, 2000). En las últimas dos décadas se ha encontrado creciente evidencia de que la abundancia larval refleja tendencias en el tamaño del stock ya que ésta ha mostrado estar correlacionada con la de la biomasa desovante de diferentes especies de peces marinos (Moser *et al.*, 2001).

En el caso de los ríos, los estudios sobre las poblaciones de larvas de peces tuvieron como finalidad original la evaluación del impacto de la construcción de represas y centrales hidroeléctricas (Walburg y Nelson, 1966; Marcy, 1973; Cada y Hergenrader, 1978; Gale y Mohr, 1978; Storck *et al.*, 1978), dado que estas investigaciones permiten identificar y delimitar las áreas de desove y establecer la importancia relativa de los cuerpos de agua en el reclutamiento (Nakatani *et al.*, 2001; Pelicice y Agostinho, 2008; Gogola *et al.*, 2010; Suzuki *et al.* 2011). De manera semejante a lo observado en el mar, se ha reconocido además que en sistemas fluviales los estudios de ictioplancton posibilitan realizar inferencias acerca del tamaño de los stocks desovantes de una población, las estaciones de reproducción y los patrones migratorios de peces (Goulding, 1980; Pavlov, 1994), así como evaluar la efectividad de la aplicación de

vedas. El hecho de que la mayoría de los recursos pesqueros fluviales en grandes ríos sudamericanos están representados por especies migratorias las cuales poseen sus hábitats esenciales temporal y espacialmente separados, contribuye a dificultar las evaluaciones (Welcomme, 1985; Quirós y Cuch, 1989; Agostinho *et al.*, 1993; Espinach Ros y Fuentes, 2001; Poulsen *et al.*, 2000). Dada la accesibilidad para la estimación de abundancia de huevos y larvas de peces migratorios, especies con desoves pelágicos que involucran la deriva de los estadios larvales por el canal principal (Bonetto, 1963, Bonetto *et al.*, 1971; Bonetto *et al.*, 1981; Agostinho, *et al.*, 1993; Espinach Ros *et al.*, 1998; Fuentes, 1998) los requerimientos logísticos y de personal son relativamente reducidos, en comparación con los necesarios para la evaluación de adultos y juveniles.

El subprograma, que fue discontinuada en 2017, se reinicia en la primavera de 2021, en un período particularmente extremo en la baja cuenca del Río de la Plata, que sufre un periodo de bajante prolongado del que no se registra antecedentes durante los años previos de la actividad. La distribución de los estadios de desarrollo temprano en el canal principal de los ríos Uruguay y Paraná durante la época reproductiva (**Figura 1**) ha permitido entonces una cuantificación programada de los aportes de larvas que año tras año ocurren como resultado de los desoves (Fuentes *et al.*, 2007, 2009, 2012); estos últimos brindan información precisa acerca de la temporalidad de la reproducción, y al mismo tiempo constituyen un dato independiente y complementario de las estimaciones de captura y esfuerzo de adultos de las principales especies.

El presente informe se propone describir la dinámica de larvas en el río Uruguay. Por otra parte, reporta la evolución de los valores de índices de abundancia larval de las especies de interés económico de ambos colectores principales de la Cuenca del Plata a fin de contribuir al mantenimiento o toma de medidas vinculadas con el manejo de las especies de interés pesquero.

## **2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

### **2.1. Objetivo General**

Conocer los aportes reproductivos anuales de peces migratorios en los tramos medio e inferior del río Uruguay, e inferior del río Paraná.

## **2.2. . Objetivos Particulares**

- a) Estudiar la ocurrencia y la variación temporal de la actividad reproductiva de las especies de peces de interés comercial y deportivo en los ríos Uruguay y Paraná, a partir del cálculo de índices de abundancia larval.
- b) Evaluar la importancia relativa de la actividad reproductiva de las especies de peces de interés comercial y deportivo en los tramos medio e inferior de los ríos Uruguay y Paraná a partir de la presencia y abundancia de larvas en las localidades de ambos tramos.
- c) Calcular los valores de los Índices de Abundancia de Larvas (IAL) de las principales especies de peces migratorios en los ríos Uruguay y Paraná y evaluar la tendencia para la última década.

## **2.3. Hipótesis de trabajo**

La hipótesis de trabajo sobre la relación entre la abundancia de larvas y la actividad reproductiva de los diferentes stocks de peces migratorios puede resumirse en los siguientes puntos:

H1: “las mayores variaciones en la abundancia de larvas de peces migratorios en la deriva localizada en las secciones de flujo permanente de las aguas de los diferentes ríos de la cuenca, son originadas por las diferencias en el tamaño del stock desovante así como por la intensidad o magnitud de la actividad reproductiva de las poblaciones de los diferentes tramos de la cuenca”.

H2: “la actividad reproductiva de los peces migratorios es sincronizada durante los ascensos hidrométricos, y los huevos y larvas se distribuyen aguas abajo de la zona de desove”.

H3: “la importancia relativa del aporte reproductivo del tramo medio en el Río Uruguay es mayor que la del tramo inferior”.

H4: “existen poblaciones de peces migratorios con zonas de desove aguas abajo de la represa de Salto Grande”.

### 3. METODOLOGÍA.

#### 3.1. Monitoreo del ictioplancton

Se llevaron a cabo muestreos intensivos del ictioplancton en tres estaciones del río Uruguay una en el tramo medio y dos en el tramo inferior; adicionalmente se tomaron muestras también en dos estaciones del río Paraná. A la altura del tramo medio del río Paraná se localizan las zonas de desove de especies migratorias que, al alcanzar el estado adulto, tienen distribución en el río Uruguay Inferior.

A partir de las estimaciones de densidad semanal de larvas se describe la variación temporal de la reproducción de las especies de interés comercial y deportivo, mayoritariamente migratorias, considerando además el caudal estimado registrado en las estaciones. Se calcularon varios indicadores de abundancia de larvas, a saber: el número total de larvas capturadas en el período, el número medio de larvas por muestra, la densidad media semanal, y un índice de abundancia de larvas corregido por caudal. Estos indicadores son considerados en conjunto para analizar las tendencias sobre las poblaciones de peces en forma independiente de otras evaluaciones llevadas a cabo sobre las poblaciones y las pesquerías.

**Estaciones de muestreo:** En el río Uruguay Medio (RUM) las estaciones fueron: Yapeyú (Corrientes, R.A.), mientras que en el tramo inferior del río Uruguay (RUI), las mismas estuvieron localizadas a la altura de: Benito Legerén (Entre Ríos, R.A.), y Fray Bentos (Río Negro, R.O.U). En el río Paraná Inferior, las localidades de muestreo fueron Hernandarias (Entre Ríos, R.A.) y Paraná (Entre Ríos, R.A.) (**Figura 1**).

**Obtención de las muestras:** La actividad de muestreo se desarrolló entre octubre de 2021 y fin de marzo del 2022, como viene ocurriendo desde el año 2000. Las muestras fueron tomadas en horas de luz, en el canal principal a profundidad media, en su mayoría de manera estacionaria y a una distancia de la costa donde las condiciones de flujo son permanentes (en general mayores a 50 metros de la costa). En escasas ocasiones, en especial en Fray Bentos, cuando las velocidades de la corriente no fueron adecuadas para la toma de la muestra en forma estacionaria, el muestreo se llevó a cabo

mediante el arrastre activo de la red entre dos puntos localizados a una distancia conocida. Siempre se evitaron zonas de remanso.

**Arte de captura:** Se utilizó una red cónica de 35 cm de diámetro y 1 m de longitud, provista de un flujómetro en la boca para el cálculo del volumen de agua filtrada (**Figura 2**). La manga consistió de un cono de malla de Nylon con trama de 300  $\mu\text{m}$  unida al aro metálico mediante una banda de tela resistente, no filtrante, de 20 cm. En el extremo posterior se dispuso un vaso colector cilíndrico de PVC, de 20 cm de largo y 8 cm de diámetro, con una ventana lateral de 1,5 cm x 4,0 cm cubierta con una malla de 300  $\mu\text{m}$ .

**Procedimiento:** En todas las estaciones el tiempo de filtración se mantuvo en 15 minutos, y la muestra obtenida fue conservada en alcohol al 95 %. Conjuntamente con la toma de muestras se midió la temperatura del agua y la velocidad de la corriente. Esta última se estimó mediante el tiempo transcurrido para la extensión total de un sedal de 10 metros de longitud, provisto de una boya semi-sumergida en su extremo.

**Frecuencia de muestreo:** En cada estación de muestreo se obtuvieron tres muestras por semana durante el periodo de estudio, salvo algunos casos en que se presentaron dificultades meteorológicas u operativas insalvables.

**Procesamiento:** El procesamiento de las muestras involucró normalmente dos pasos. En el primero la muestra se revisó completamente, durante lo cual se retiraron los individuos de mayor tamaño y/o escasa frecuencia de aparición, en general fácilmente detectables entre la materia orgánica (largo total  $\sim 1$  cm). Estos individuos, generalmente perteneciente a especies o en estadios de desarrollo menos abundantes (*Pimelodus* spp., *Salminus brasiliensis*, etc.), fueron contabilizados totalmente. De esta manera, se buscó minimizar el error en la estimación de la abundancia. En un segundo paso, y especialmente en las muestras de mayor contenido de materia orgánica, donde el conteo de la totalidad de los individuos es extremadamente demandante en tiempo, se realizó un fraccionamiento de los ítems más abundantes (en general, de escaso tamaño). Estas muestras fueron fraccionadas con un dispositivo tipo Motodo (1959) para plancton obteniéndose una sub-muestra de entre 25 % y 6,25 % del tamaño de la muestra original, donde la totalidad de los huevos y larvas fueron extraídos. Todas las muestras fueron procesadas bajo microscopio estereoscópico con un aumento de 12x. Una vez separadas de la materia orgánica las larvas fueron identificadas a la menor categoría

taxonómica posible. Para la identificación de algunas de las especies se usaron las series de desarrollo obtenidas por Nakatani *et al.* (2001), Sverlij *et al.* (1993) y descripciones inéditas para otras (Fuentes, 1998). El tiempo total insumido para el acondicionamiento y procesamiento de las muestras bajo microscopio estereoscópico fue de alrededor de 1.400 horas hombre para cada período.

**Cálculo de estimadores de abundancia larval:** La abundancia larval se estimó por el cálculo de densidad de larvas de las distintas especies dividiendo el total de larvas por el volumen de agua filtrada obtenido a partir de un flujómetro localizado en la boca de la red. Posteriormente, se calculó la densidad media de larvas por especie por semana (δsem.). Como un estimador alternativo de abundancia, se calculó el número medio de individuos (huevos y larvas) por muestra para cada estación considerando todo el período muestreado. Dichos valores constituyen otros indicadores de abundancia, y se utilizaron para comparar la misma entre los tramos medio e inferior del río Uruguay, bajo los supuestos de que: a) los volúmenes de muestra están a grandes rasgos acotados por la línea de flujo habitual buscada para la toma de la misma (0,3-1 m.seg-1), resultando relativamente homogéneos entre muestras; b) el desempeño de la red utilizada en todas las estaciones tiende a ser similar y c) el número de muestras es elevado.

### 3.2. Cálculos de Caudal y Variables Hidrológicas

Las referencias a niveles hidrométricos para el río Uruguay a la altura de Benito Legerén y Fray Bentos corresponden al hidrómetro de Colón (E.R.), mientras que el caudal se obtuvo mediante la relación entre el caudal y alturas registrados en los aforos (**Figura 3**).

El caudal del río Paraná utilizado para contrastar con la abundancia de larvas estimada a la altura de las localidades de Paraná y Hernandarias se obtuvo con la relación entre la altura y el caudal del río Paraná en la estación de aforo para la ciudad de Paraná (**Figura 4**).

Adicionalmente, las alturas y el caudal del río Uruguay utilizadas para contrastar con la abundancia de larvas a la altura de Yapeyú (R.A.) fueron las disponibles para Paso de

los Libres en la base de datos del Sistema Nacional de Información Hídrica de la República Argentina (Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica de la Nación).

### Índice de Inundación

El análisis de tendencias en la abundancia de larvas fue contrastado con un índice de inundación obtenido como sigue:

$$II = \sum_{i=1}^{NS} NH_i$$

Donde II es el índice de inundación, NH el nivel hidrológico promedio semanal, e i la i-ésima semana del periodo de primavera (1/10 hasta 21/12) o verano (22/12 hasta 30 de marzo).

### Cálculo del Índice de Abundancia Larval

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

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

Donde:

$\delta_s$  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  $m^3 \cdot seg^{-1}$

NS es la cantidad de semanas correspondientes al periodo reproductivo monitoreado.

## Series hidrológicas

Se construyeron dos series de las alturas medias, mínimas y máximas del río Uruguay a la altura de Paso de los Libres y del río Paraná a la altura de la ciudad de Paraná durante los períodos reproductivos (octubre-marzo) para los últimos 22 años, a fin de contextualizar el escenario de bajante extrema actual en la baja cuenca del Río de la Plata.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Composición del Ictioplancton

Durante el período comprendido entre octubre de 2021 y marzo de 2022 en las tres localidades del río Uruguay se capturó un total de 8444 larvas y 692 huevos de peces (**Tabla 1**). La mayor parte de las larvas capturadas (82 %) estuvo conformada por especies migratorias de rango corto o residentes (pequeños bagres Fam. Pimelodidae y Heptapteridae, sabalitos subfamilia Curimatinae y mojarra Fam. Characidae). Solo el 17,2 % de las larvas capturadas correspondió a especies de peces de rango migratorio amplio a medio, en general las de mayor interés comercial y deportivo (sábalo, *P. lineatus*, bogas, Fam. Anostomidae, dorados *S. brasiliensis*, armados Fam. Doradidae, surubí, *P. corruscans*, patí *L. pati*, manduve cucharón *S. lima*, tape *P. mangurus*). Las larvas de armados en grupo (Fam. Doradidae) alcanzaron el 9 % del total de larvas capturadas, mientras que las de sábalo y la boga constituyeron solo el 3,9 % y 2,8 % respectivamente. Los surubíes y dorados constituyeron apenas el 0,35% y el 0,08 % del total de larvas capturadas, respectivamente.

La mayor abundancia de huevos y larvas de peces en el río Uruguay fue detectada en la localidad de Yapeyú en el tramo medio. En el tramo inferior, las dos localidades tuvieron una composición diferente entre sí en términos del número de huevos y larvas capturadas; el número de huevos fue mayor en Benito Legerén y mucho menor en Fray Bentos donde las larvas fueron más abundantes (**Tabla 1**).

En el río Paraná, se capturaron 60362 larvas y 846 huevos de peces en todo el período de muestreo. Las larvas de especies de peces migratorios de rango amplio a medio (sábalo, *P. lineatus*, bogas, Fam. Anostomidae, dorados *S. brasiliensis*, armados Fam. Doradidae, surubí, *P. corruscans*, patí *L. pati*, manduve cucharón *S. lima*, tape *P.*

*mangurus*) constituyeron el 86,22 % del total capturado; de este grupo en orden de importancia se destacaron el sábalo (53 %), las bogas (15,11%), los armados (13,7%), los surubíes (3 %) y el dorado (0,6 %) y tape (0,5 %). Las larvas de patí fueron escasas (n=5) y solamente detectadas en muestras del río Paraná. El resto de los individuos en estadio larval estuvo dominado por bagres de rango migratorio corto pertenecientes al género *Pimelodus*, así como por curimatinos y pequeños caraciformes.

La abundancia de las especies de mayor interés deportivo y comercial fue mayor en las muestras obtenidas en las localidades del río Paraná, donde en grupo, los sábalos, bogas, armados, surubíes y dorados totalizaron capturas de más de 10000 individuos durante el presente período. Estas cantidades en el río Paraná fueron un orden de magnitud superiores a las del río Uruguay medio a la altura de Yapeyú, y dos órdenes de magnitud mayores a las registradas en las localidades del río Uruguay Inferior sumando a todos estos grupos (**Figura 5**).

#### **4.2. Variación temporal de la reproducción en la temporada 2021-2022**

##### ***Río Uruguay***

Durante el período comprendido entre octubre de 2021 y marzo de 2022, el río Uruguay manifestó dos pulsos de inundación, uno en primavera de 2021 y otro en marzo de 2022 al finalizar el ciclo de muestreo. El pulso de primavera fue de magnitud moderada dado que los niveles hidrométricos apenas superaron los 5 metros en Paso de los Libres y 3 metros a la altura de la ciudad de Colón, mientras que el pulso de marzo, ocurrió con niveles hidrométricos menores a los de primavera, apenas superando los 2,5 metros en Paso de los Libres (RUM).

La presencia de huevos de peces y larvas de pequeños peces de escaso rango migratorio o residentes en las muestras de ictioplancton en casi todas las semanas muestreadas, indicó que la actividad reproductiva de estas especies se extendió durante casi toda la temporada, incluso durante los niveles hidrométricos bajos (**Figuras 6 y 7**). Sin embargo, la actividad reproductiva de los peces migratorios, estuvo acotada mayormente a los períodos de incrementos hidrométricos en el río Uruguay. Durante el incremento hidrométrico en octubre de 2021 tanto en Yapeyú (YAP, RUM), como en Benito Legerén (BLE, RUI) y Fray Bentos (FB, RUI) se registraron las máximas densidades de larvas de sábalo (YAP: 1 larvas.m<sup>-3</sup>; BLE: 0,5 larvas.m<sup>-3</sup>; FB: 0,025

larvas.m<sup>-3</sup>), boga (YAP: 0,9 larvas.m<sup>-3</sup>; BLE: 0,7 larvas.m<sup>-3</sup>; FB: 0,07 larvas.m<sup>-3</sup>), dorado (YAP: 0,03 larvas.m<sup>-3</sup>; BLE: 0,015 larvas.m<sup>-3</sup>), surubí (YAP: 0,25 larvas.m<sup>-3</sup>; BLE: 0,09 larvas.m<sup>-3</sup>) y armados (YAP: 12 larvas.m<sup>-3</sup>; BLE: 0,35 larvas.m<sup>-3</sup>; FB: 1 larvas.m<sup>-3</sup>) en días en los que la temperatura del agua alcanzó 21 °C. Tanto el dorado (**Figura 12**), como el surubí no fueron capturados a la altura de Fray Bentos en todo el periodo 2021-2022 (**Figuras 11**).

El pulso de inundación de marzo, a la altura de Yapeyú (RUM) se asoció con un pico de abundancia de larvas de sábalo (7 larvas.m<sup>-3</sup>), boga (6 larvas.m<sup>-3</sup>) y armados (2 larvas.m<sup>-3</sup>). Sin embargo, en las localidades del tramo inferior del río Uruguay, donde el incremento otoñal de las alturas del río en Colón fue de entre 20 y 50 cm solamente, no se detectó el flujo de larvas de ninguna de las especies migratorias (**Figuras 7-11**).

### ***Río Paraná***

Durante el período 2021-2022 el río Paraná presentó condiciones de bajante extraordinaria, lo que ofreció la posibilidad de realizar el monitoreo de la reproducción de los peces en condiciones, hasta el presente, no estudiadas. El nivel máximo registrado de las alturas del río Paraná en la localidad de Paraná durante noviembre de 2021 alcanzó solamente 2 metros, altura que durante las últimas dos décadas solio representar el nivel mínimo de las temporadas de reproducción (**Figuras 13-19**). El nivel mínimo alcanzado en diciembre obligó la extensión de algunas escalas para la obtención del registro el cual alcanzó -40 cm a la altura de la ciudad de Paraná.

Al igual que lo observado en el río Uruguay, se registró en alguna medida la reproducción de peces durante toda la temporada, aunque las mayores densidades tanto de huevos (HER: 0,2-1 huevos.m<sup>-3</sup>, PAR, 2-4 huevos.m<sup>-3</sup>), como de larvas se detectaron durante el verano, incluso, en coincidencia con las aguas más bajas y con temperaturas por sobre los 26 °C (**Figuras 13-19**).

En relación con la reproducción de peces migratorios de amplio rango, detectada a partir de la captura de larvas identificables, puede decirse que a pesar de los bajos niveles hidrométricos, en el río Paraná se detectaron a grandes rasgos tres pulsos de deriva de larvas: uno en primavera en octubre de 2021, un segundo pico en verano, fundamentalmente entre diciembre de 2021 y comienzos de enero de 2022, y un tercero a fines del verano de menor importancia, que mayormente transcurrió durante febrero y

marzo de 2022 (**Figuras 15-19**). Las mayores densidades medias de larvas se registraron para el sábalo (HER: 43 larvas.m<sup>-3</sup>, PAR: 320 larvas.m<sup>-3</sup>) y las bogas (HER: 13 larvas.m<sup>-3</sup>, PAR: 125 larvas.m<sup>-3</sup>) en enero de 2022; estas fueron seguidas por las de los armados (HER: 6-8 larvas.m<sup>-3</sup>, PAR: 7-11 larvas.m<sup>-3</sup>) y surubíes (HER: 1,2-1,7 larvas.m<sup>-3</sup>, PAR: 4-12 larvas.m<sup>-3</sup>) entre enero y febrero de 2022, y finalmente por la de los dorados (HER: 2 larvas.m<sup>-3</sup>, PAR: 0,5 larvas.m<sup>-3</sup>) que aunque fueron capturadas en octubre 2021, al igual que las de las otras especies migratorias de amplio rango fueron máximas en enero de 2022 (**Figuras 15-19**).

Es necesario destacar que el mayor pulso de deriva de larvas de peces migratorios de largo rango (sábalos, bogas, dorados y surubíes) registrado en enero de 2022, no estuvo asociado a un incremento de las alturas del río Paraná a la altura de Paraná. Este hecho no ha sido observado desde 1990 cuando este grupo de investigación comenzó con los estudios de ictioplancton, hasta el presente.

#### **4.3. Tendencias en los índices de abundancia de larvas**

Los índices de abundancia de larvas de sábalo, boga, surubí, dorado y armado, las especies de mayor interés deportivo y comercial en el río Uruguay, tanto en Yapeyú (RUM), como en Benito Legerén (RUI), estuvieron por debajo del promedio de la serie anual de los últimos 10 años (**Figuras 20**), asociados a índices de inundación (II) de 30 m.período<sup>-1</sup> en primavera y 10 m.período<sup>-1</sup> en verano. El valor de primavera representa alrededor del 30 % de los calculados para la primavera y el 20 % para el verano en períodos previos favorables.

A pesar del escenario hidrológico de bajante extrema ocurrido en el río Paraná, que se tradujo en índices de inundación muy por debajo de lo normal (8,7 m.período<sup>-1</sup> en primavera y 0,52 m.período<sup>-1</sup> en verano, **Figura 21**), los índices de abundancia de larvas de todas las especies de mayor interés, fueron mayores o muy superiores a los valores promedio de la serie de los últimos 20 años. Particularmente, el sábalo presentó índices de 3,3 millones de millones de larvas, el máximo de la serie y tres veces superior al observado durante la inundación extraordinaria de 2015-2016 (**Figura 21**).

## 5. DISCUSION

### 5.1. Contexto Hidrológico de los ríos Uruguay y Paraná

Luego de cuatro años de discontinuidad (desde el ciclo reproductivo 2017-2018), el reinicio de las actividades de muestreo de ictioplancton en el Programa de Conservación de la Fauna Íctica y los Recursos Pesqueros del Río Uruguay ocurrió en un escenario de bajante sin precedentes en los últimos 80 años en la cuenca del Río de la Plata. Además, es necesario mencionar que el déficit hídrico viene registrándose desde hace tres años en ambos colectores de la cuenca del Río de la Plata. Desde 2019 alturas máximas, medias y mínimas durante los períodos reproductivos (octubre-marzo) fueron cada vez menores en el río Uruguay, pero especialmente en el río Paraná. En el período reproductivo 2021-2022 el escenario de bajante se agudizó hasta alcanzar las alturas más bajas de toda la serie de los 20 años durante los cuales se vienen realizando los muestreos de ictioplancton en ambos ríos (**Figura 22**).

El alcance de la bajante, y la escasez de información en un contexto semejante, hacen pensar en que los efectos negativos sobre las poblaciones de peces podrían operar en al menos cuatro vías diferentes: una menor supervivencia natural de los peces adultos, una mayor vulnerabilidad a la pesca, así como un menor estímulo de la reproducción y un escaso éxito reproductivo posterior, todos operando en desmedro del tamaño de dichas poblaciones, en especial el de la de los grandes migratorios de mayor interés pesquero, los que son muy dependientes de los caudales altos para su multiplicación.

Esta situación ha generado preocupación a los distintos usuarios de los recursos pesqueros, lo cual en el año 2021 instó a la CARU a adoptar medidas de protección adicional a las habituales (Resoluciones CARU 9/21 y 6/22). Una de las preguntas pertinentes que surgen en este contexto hidrológico se relaciona con la ocurrencia o no de la reproducción de los peces, particularmente, aquella de los de mayor importancia comercial y deportiva. Dicha inquietud surge del hecho de que los datos con los que se cuenta, indican que existen ciertos niveles hidrológicos del río Uruguay por debajo de los cuales no se ha registrado la deriva de larvas de peces migratorios de amplio rango, como son las de sábalo, boga, dorado y surubí. Como puede observarse en la **Figura 3**, cuando el río Uruguay se encuentra con alturas por debajo de los 2 metros en el

hidrómetro de Colón, en las muestras de ictioplancton usualmente no se ha registrado la presencia de larvas de peces migratorios de amplio rango en el río Uruguay Inferior (Fuentes *et al.*, 2007). Esto normalmente ocurre en verano, cuando en general, el río Uruguay tiende a presentar alturas menores, y condiciones de flujo muy bajas; por otra parte, en la localidad de Fray Bentos, en este contexto de aguas bajas y mayores temperaturas de agua de verano, tienden a observarse importantes floraciones de algas. Por el contrario, en primavera, en general, el río Uruguay concentra la mayor frecuencia de pulsos de inundación, y es entonces donde usualmente se detecta el flujo de larvas de peces migratorios de amplio rango (Fuentes *et al.*, 2018). Durante el período 2021-2022, la reproducción de los peces de interés comercial se ajustó al modelo antes mencionado, dado que la mayor parte del flujo de sus larvas ocurrió durante la primavera.

En general, algo semejante se ha observado en el río Paraná en relación con el flujo de larvas y las alturas mínimas, dado que casi todos los años los picos de abundancia de larvas de sábalo, boga, surubí y dorado se registraron con alturas por sobre los dos metros a la altura de la ciudad de Paraná, (Fuentes *et al.*, 2018). Aunque en los últimos tres años las condiciones de bajante se vienen sosteniendo y agudizando en la baja cuenca del Río de la Plata, puede decirse que durante el período 2021-2022 el escenario hidrológico en el río Paraná fue mucho más extremo que en el río Uruguay. En esta oportunidad, fue notable que el flujo de larvas ocurrió en todos los casos por debajo de los dos metros, e incluso, por debajo del cero del hidrómetro de la ciudad de Paraná. Este constituye un escenario nuevo a interpretar, y desencadena nuevas preguntas acerca de la dinámica de la reproducción de los peces migratorios.

## **5.2 Abundancia de larvas en el río Uruguay y Paraná**

Como se ha observado en años previos, durante el período 2021-2022 el ictioplancton del río Uruguay estuvo dominado por huevos y larvas de peces de especies de mediano a pequeño tamaño, las que no realizan grandes desplazamientos o son residentes en un rango de área relativamente acotado (Fuentes *et al.*, 2016, 2018; Márquez *et al.*, 2022). Esta parece ser una característica del río Uruguay más allá de la condición hidrológica dominante, ya que los huevos y las larvas de este tipo de especies de poco valor para la

pesca, se detectan durante casi toda la temporada, incluso en momentos de muy bajos caudales (**Figuras 6 y 7**). De hecho, entre octubre de 2021 y marzo de 2022, larvas de bagres *Pimelodus*, *Parapimelodus*, *Iheringichthys*, sabalitos del género *Cyphocharax*, virolos *Apareiodon* spp, corvinas *Pachyurus bonariensis*, anchoas *Lycengraulis grossidens*, y pequeñas mojarras *Astyanax* y *Odontostilbe* entre otras, fueron detectadas en la deriva, luego de pequeños estímulos hidrométricos o incluso en ausencia de ellos. Las larvas de todas estas especies, en grupo, constituyeron más del 75% del ictioplancton en el río Uruguay, y en ocasiones de aguas bajas, lo hicieron casi en su totalidad.

Por el contrario, como es habitual en el río Uruguay, durante el período 2021-2022 las especies de mayor interés pesquero fueron un porcentaje menor del ictioplancton, y su presencia en la deriva pareció estar restringida a semanas con condición hidrológica más favorable. Por ello, durante el período 2021-2022 el flujo de larvas de peces migratorios de amplio rango en el río Uruguay Inferior fue escaso (**Figuras 8-12**), al igual que lo que fue observado en años previos de aguas bajas (2010-2011, 2011-2012 y 2016-2017). En estos años de aguas bajas, los índices de abundancia larval de sábalo, boga, surubí y dorado se redujeron ubicándose bien por debajo de los promedios de la última década (**Figura 20**). Esta tendencia se observó tanto en la localidad del tramo medio (Yapeyú), como en las del tramo inferior del río Uruguay, y podría obedecer a la escasez de estímulo para la reproducción, combinada tal vez con una dispersión deficiente de los productos de la reproducción.

Una geomorfología intrincada y áreas de desove más acotados se combinarían con el hecho de que, con caudales reducidos, los eventuales desoves producirían larvas que podrían tener un recorrido demorado por los numerosos pozos y cordones de piedras (pools) que en la trayectoria descendente las larvas no serían capaces de sobrepasar eficientemente. Esto produciría índices de abundancia de larvas bajos o muy bajos dependiendo la distancia del recorrido de la deriva desde la zona de desove hasta la localidad de muestreo. Este mecanismo podría acentuarse en la localidad de Benito Legerén, la cual está ubicada a solo 24 km aguas debajo de la pared de la represa y en donde se ha encontrado evidencia que la mayoría de las larvas, ya desarrolladas como son las de sábalo, boga, dorado y surubí, son producto del pasaje de las mismas desde la represa hacia aguas abajo (Fuentes *et al.*, 2016).

Es posible que el poder de penetración del pulso de creciente en el embalse y el consecuente traspaso de la masa de agua y de las larvas que derivan en ella a través de la represa de Salto Grande, dependa de los caudales que se registran en el río, y en parte, también de la operatoria de la represa (llenado del embalse, caudal turbinado y apertura de vertederos). En el contexto de bajante pronunciada, el pasaje podría verse severamente afectado y explicar flujos menores de larvas hacia aguas abajo. Para el río Uruguay, el período 2021-2022 se presentó por lo tanto con aportes deficitarios de larvas de peces migratorios de interés como sábalos, bogas, dorados y surubíes, aunque por el momento los índices reducidos pueden explicarse por las condiciones hidrológicas caracterizadas por bajos caudales como en años previos. Es claro que dichas condiciones registradas en el momento durante el cual transcurrieron los desoves permiten predecir un año desfavorable en términos de ingreso de nuevos reclutas a las poblaciones.

Los resultados obtenidos para el río Paraná aportan nueva información acerca de la respuesta reproductiva de las poblaciones en condiciones hidrológicas deficitarias nunca experimentadas. En los últimos 22 años todos los pulsos de reproducción de los peces migratorios en el río Paraná ocurrieron a temperaturas diferentes (21°C-28°C) pero siempre con alturas por sobre los dos metros a la altura de Paraná (Fuentes *et al.*, 2018); en la literatura, así como en lo observado en términos generales en la serie de datos histórica del sub-programa, la reproducción y los picos de abundancia de larvas de peces migratorios se asociaron a incrementos en general visibles de las variables hidrometeorológicas (alturas del río, precipitaciones), usualmente reconocidas como los gatillos de los desoves de estas especies (Vazzoler 1996; Vazzoler *et al.*, 1997; Agostinho *et al.*, 1993; Fuentes 1998; Pelicice *et al.* 2015; Fuentes *et al.*, 2016, 2018; entre otros). Sin embargo, en el verano de 2022, en las dos localidades de muestreo del río Paraná se registró la presencia abundante de huevos (no identificables morfológicamente) y larvas de peces migratorios como sábalo, boga, armado, dorado y surubí con alturas incluso menores al cero en el mismo hidrómetro (**Figura 15-19**). Esto echa por tierra la regla de un caudal mínimo para la ocurrencia de la reproducción, al menos para el río Paraná.

En este sentido, puede decirse que, a diferencia de lo que ocurre en el río Uruguay, en donde sí parece registrarse un límite mínimo de caudal por debajo del cual el flujo de larvas de estas especies desciende hasta desaparecer, en el río Paraná, las poblaciones de

peces migratorios conservan la posibilidad de llevar a cabo su reproducción. La explicación de este fenómeno no está clara aún, pero podría vincularse con la influencia de más de un factor en la sincronización final de la reproducción de estos peces, al menos en un contexto tan particular.

Es posible, que dada la bajante extrema, sea difícil asociar en el tiempo a los picos de abundancia de larvas muestreadas en las localidades de un tramo aguas abajo, con los incrementos hidrométricos, tal vez no muy pronunciados, y ocurridos varios cientos de kilómetros aguas arriba, en donde podrían haber actuado verdaderamente los factores de sincronización de los desoves. El grado de desarrollo avanzado de las larvas pre-flexión de sábalo y boga capturadas a la altura de Hernandarias y Paraná (**Figuras 15 y 16**), puede explicarse precisamente por la ocurrencia de desoves ocurridos a distancias considerables aguas arriba de las localidades de muestreo. Entonces, la deriva hacia aguas abajo puede haber implicado varios días, y tal vez más de una semana. Se ha reportado que las larvas de sábalo son capaces de soportar hasta dos semanas sin alimentación inicial (Brown & Fuentes, 2010; Díaz *et al.*, 2018; Llamazares *et al.*, 2021) lo que hace posible la hipótesis mencionada. Por otra parte, la acción de precipitaciones ocurridas a varios cientos de kilómetros podría haber estimulado la reproducción de un grupo significativamente grande de peces que alcanzó la maduración final durante diciembre. Esta hipótesis podría haber sido cierta dado que durante la segunda y tercer semana de diciembre se sucedieron precipitaciones a la altura de la ciudad de Corrientes, que parecen coincidir con el inicio del pico de flujo de larvas en el río Paraná; no obstante, dichas precipitaciones pudieron ser factor de sincronización de la reproducción aunque no tener influencia significativa sobre las alturas del río Paraná aguas abajo en enero de 2022. En estas condiciones, las larvas nacidas cientos de kilómetros aguas arriba, incluso en el alto río Paraná (Cáceres, 2021), pudieron ser capturadas aguas abajo en ausencia de una onda de creciente evidente; en condiciones hidrológicas más o menos normales, en cambio, las ondas de creciente tienden a ser más evidentes.

Puede resumirse que durante el período 2021-2022, ambos ríos manifestaron condiciones hidrológicas deficitarias (río Uruguay) y de bajante extraordinaria (río Paraná). A pesar de ello, en ambos ríos ocurrieron desoves de peces, tanto residentes, como migratorios de rango corto y largo. En el río Uruguay, los peces grandes migratorios presentaron desoves modestos, mayormente restringidos a la primavera temprana, como es habitual. En el río Paraná, los peces migratorios se reprodujeron

escasamente o modestamente en primavera y principalmente en verano, en momentos de alturas inéditamente bajas, y en ocasiones, ante estímulos hidro-meteorológicos poco importantes o de difícil identificación.

Tanto en el río Uruguay, donde el flujo de larvas fue escaso (**Figura 20**), como en el río Paraná, en donde se presentaron altas densidades de larvas (**Figura 21**), la imposibilidad de una distribución lateral de las mismas hacia los ambientes inundables laterales (río Uruguay) y/o las lagunas de la llanura de inundación (río Paraná), los que constituyen sus áreas de cría, permiten predecir fallas en el éxito reproductivo de dichas poblaciones para el presente año. En efecto, durante el período reproductivo 2021-2022, aun habiéndose sincronizado la reproducción de los peces migratorios, la altura del río Paraná no superó el nivel de desborde, alcanzando durante casi todo el período el descalce de los cuerpos de agua de la llanura de inundación del canal principal, incluso durante los máximos registrados (**Figura 22**). Esta situación se constituyó en un obstáculo insalvable para las larvas producidas durante los picos reproductivos, las cuales no tuvieron acceso a ambientes con alimento y refugio donde crecer, lo que implica inevitablemente la falla de reclutamiento a juveniles, en especial del sábalo la especie de interés comercial más importante de la baja cuenca del Río de la Plata.

### **5.3. Tendencias en los índices de abundancia de larvas**

Las diferencias en los indicadores de abundancia registrados entre los ríos Uruguay y Paraná (**Figuras 5 y 20-21**), con números entre uno y dos órdenes de magnitud superiores para este último, apoyan la hipótesis que indica que las mayores variaciones en la abundancia de larvas de peces migratorios en secciones de flujo permanente de los diferentes ríos de la cuenca, son originadas por las diferencias en el tamaño del stock desovante de las poblaciones que los habitan. Para el sábalo (*Prochilodus lineatus*), los valores de abundancia larval y densidad media, son proporcionales a los datos de captura por unidad de esfuerzo de adultos obtenidos con redes agalleras (CPUE) y a los desembarcos estimados para los ríos Uruguay y Paraná. Incluso la relación entre el orden de magnitud en la densidad de larvas y los desembarcos puede hacerse extensiva a otros sistemas fluviales de Sudamérica para la misma especie (Fuentes *et al.*, 2018).

Por otra parte, la serie de datos de abundancia de larvas obtenida durante los últimos 10 años en ambos ríos debe ser interpretada en el contexto hidrológico presente año tras año. Durante el período 2021-2022 los índices de abundancia larval de las especies de interés comercial en el río Uruguay alcanzaron valores por debajo de la media obtenida durante los 10 últimos períodos de la serie (**Figura 20**). Es esperable que además del tamaño de las poblaciones y del stock desovante (que explica las diferencias entre ríos o tramos), parte de la variabilidad interanual en los índices de abundancia de larvas sean producto del grado de estímulo para los desoves de un año a otro; esto es coherente con el hecho de que durante los años de aguas bajas en el río Uruguay se repiten valores bajos de abundancia de larvas. Puede observarse con bastante claridad que los períodos 10-11, 11-12 y durante el 21-22, los índices se reducen considerablemente. Además, en el resto de los años parecen observarse aumentos en los índices de abundancia de larvas en ambos ríos que podrían obedecer a la entrada de clases anuales supernumerarias durante inundaciones extraordinarias (**Figura 20**). Por ejemplo, los incrementos entre 2007 y 2010 podrían reflejar mayores aportes producidos por desoves de adultos nacidos en el período de inundación 2006-2007, así como los aumentos en los índices entre 2013 y 2017 por un grupo ingresado en la de 2009-2010. Algo similar pudo haber ocurrido *a posteriori* de la inundación ocurrida en 2015-2016, aunque la falta de información hasta el 2021, no permite apreciarlo. Dicha cohorte 2015-2016, es la que tiende a estar representada en la distribución de edades de adultos y es la que sostiene por el momento la pesquería de la baja cuenca del Río de la Plata. Por el momento, no es posible sacar conclusiones de cuál es la situación de estas poblaciones dado que se cuenta con un solo dato anual (ciclo reproductivo 2021-2022) luego de 4 años de falta de información. Sin embargo, no debería descartarse que las condiciones hidrológicas desfavorables de los últimos tres años (**Figura 22**) estén operando no solo en desmedro de los desoves y el éxito reproductivo, sino de una manera más amplia sobre las poblaciones.

En lo que respecta al río Paraná los resultados contrastan con lo observado en el río Uruguay, en especial en términos del marcado incremento de los índices de abundancia de larvas de peces migratorios durante 2021-2022 (por sobre la media de la serie de 10 años) (**Figura 21**), lo que se sospecha ocurrió en buena medida producto de un artefacto combinando la distribución atípica de larvas en aguas bajas y la localización de los muestreos. Aún con caudales bajos durante el verano de 2022, el río Paraná que

presentó alturas de alrededor de 3 a 4 metros menores a lo habitual, mostró reproducción de las especies migratorias, por lo que las densidades fueron altas a muy altas (**Figuras 15-19**). Esto pudo haberse producido por el hecho de que las larvas se encontraron concentradas en el cauce principal sin ser distribuidas en la llanura de inundación. Dicha interpretación es coherente con lo observado por Lozano et al (2018) quienes mencionaron el efecto de dilución en aguas altas y concentración de larvas de sábalo en aguas bajas durante una serie de 7 años de muestreo en el río Paraná. Esta situación pudo disparar los valores de índices de abundancia de larvas de peces migratorios durante el periodo 2021-2022 en este río.

En condiciones de bajante extrema, por lo tanto, puede afirmarse que la reproducción de peces migratorios estimada por el flujo de larvas en los dos colectores principales de la cuenca del Río de la Plata, tienden a producir resultados dispares; índices bajos o nulos el río Uruguay, e índices altos o muy altos, en el río Paraná. No obstante, como se ha mencionado en numerosos trabajos en sistemas fluviales sudamericanos (Quirós and Cuch 1989; Agostinho, Gomes, Veríssimo & Okada, 2004; Gomes & Agostinho, 1997; Oliveira *et al.*, 2015; Suzuki *et al.*, 2009; Lozano *et al.*, 2018) las condiciones de bajante o bajante extremas en ambos colectores provocan fallas de reclutamiento, al menos para el sábalo y posiblemente para el resto de las especies de peces migratorios.

Es concebible que los individuos reclutados durante la inundación extraordinaria 2015-2016, los que en la actualidad constituyen la cohorte dominante en las capturas del río Uruguay y Paraná, comiencen a estar menos representados a consecuencia de tasas de mortalidad natural y explotación mayores; y a dichos procesos operando sobre el segmento adulto se le agregarían las fallas de reclutamiento de nuevos individuos producto de las bajantes que se manifiestan durante los últimos años (**Figura 22**). Por lo tanto es posible que este contexto opere en detrimento del tamaño del stock desovante y en consecuencia, más tarde o temprano, también lo haga sobre los índices de abundancia de larvas; especialmente serán indicadores de un déficit a nivel poblacional los valores de índices bajos en condiciones hidrológicas que no son desfavorables. Eventos de dicha naturaleza con marcadas declinaciones en la abundancia de larvas han sido reportados para especies marinas durante grandes reducciones de la biomasa de adultos (Hunter y Lo, 1993; Keller *et al.*, 1999; Gledhill & Lyczkowski-Shultz, 2000, Moser *et al.*, 2001, Hsieh *et al.*, 2006).

#### **5.4. Dificultades durante la obtención de muestras**

La bajante acentuó las floraciones de algas, particularmente durante las altas temperaturas de verano, momentos en los que se dificultó la toma de muestra debido a la rápida colmatación de las redes (**Figura 23**). En los muestreos realizados por los colaboradores, se hizo evidente que las condiciones de filtrado de la red se han visto afectadas por factores ajenos al operador. Pudo observarse que las condiciones de flujo fueron pobres en la mayoría de las localidades de muestreo. Con excepción de las condiciones registradas en el pulso de inundación de octubre de 2021, en el río Uruguay la baja velocidad de la corriente obligó a los operadores de la red a desplazarse cientos de metros hasta poder encontrar condiciones de flujo que posibiliten el filtrado de agua, o incluso, a realizar la muestra en forma activa desplazando la embarcación a remo. En la mayoría de las localidades estas condiciones se asociaron con la presencia de algas, aparentemente del grupo de las “diatomeas” de tipo filamentosas<sup>1</sup>, lo que afectó el filtrado por colmatación de la malla y redujo el tamaño de la muestra. Es notable que este fenómeno, más común en las localidades meridionales del bajo río Uruguay, comenzara a observarse además en la localidad del tramo medio (Yapeyú) e incluso en el río Paraná, en la localidad Paraná; es posible que esto esté asociado con la pronunciada bajante que experimenta la baja Cuenca del Río de la Plata durante los últimos años. Por otra parte, el procesamiento de las muestras obtenidas durante la floración fue particularmente complicado, obligando a la obtención de sub-muestras sucesivas para el procesamiento.

### **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Durante el período 2021-2022 se registraron desoves de peces migratorios de interés comercial y deportivo en los ríos Uruguay y Paraná. Sin embargo, se dieron contrastes marcados en la dinámica temporal y la magnitud del flujo de larvas entre los ríos. La abundancia de larvas de sábalo, boga, armado, dorado y surubí fue moderada en primavera en el río Uruguay, y particularmente alta en verano para el río Paraná. Aun así, en ambos ríos la deriva de larvas transcurrió en un contexto de aguas lo

---

<sup>1</sup> Comunicación de Departamento de Ambiente, SET, CARU. 12 de Diciembre 2021.

suficientemente bajas como para predecir la falla del reclutamiento a juveniles de las especies migratorias de interés comercial y deportivo, según lo establece el modelo disponible en la literatura. El escenario de sequía en la baja cuenca del Río de la Plata en los últimos tres periodos reproductivos, permite suponer una situación de contracción gradual en las poblaciones de peces de interés económico en los años próximos. Se recomienda continuar con los monitoreos de todos los segmentos de las poblaciones para evaluar el grado de impacto de las aguas bajas que mayormente vienen predominando durante los últimos tres años en el río Uruguay y Paraná.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Agostinho A. A., A. E. A. de Vazzoler, L. C. Gomes & O. Okada. 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. Rev. Hydrobiol. Trop. 26 (1): 79-90.
- Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Veríssimo, S., & Okada, E. K. (2004). Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: Effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 14, 11–19.
- Bonetto A.A., Pignalberi C., Cordiviola E. & Oliveros O. 1971. Informaciones complementarias sobre migraciones de peces en la Cuenca del Plata. Physis. 30 (81): 505-520.
- Bonetto AA. 1963. Investigaciones sobre migraciones de peces en los ríos de la Cuenca del Plata. Ciencia e Invest. 19(1-2): 12-26.
- Bonetto, A. A., M. Cannon Veron & D. Roldán. 1981. Nuevos aportes al conocimiento de las migraciones de peces en el río Paraná. Ecosur, 8:29-40.
- Brown, D. R. & C. M. Fuentes 2010. Daily increments in otoliths of sábalo *Prochilodus lineatus* larvae. J App. Ichthyology. Volume 26(1), 123 – 125.
- Cáceres, A. Evaluación de la abundancia espacial y temporal del Ictioplancton en la zona de confluencia de los ríos paraná y Paraguay. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. CONICET. Dirección: Dr. Carlos M. Fuentes-Dr. Sebastián Sánchez. 2021
- Cada, G. F. & G. L. Hergenrader 1978. An assessment of sampling mortality of larval fishes. Transactions of the American Fisheries Society 107: 269-274.

- Díaz M. V., Gómez M. I., Sánchez S., Fuentes C. M. (2018) Ontogenetic changes in DNA and RNA content of laboratory-reared *Prochilodus lineatus* larvae: use of RNA/DNA ratios as indicators of nutritional condition. *Marine and Freshwater Research* **69**, 455-463.
- 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. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26:2234-2236.
- Espinach Ros, A. & C. M. Fuentes. 2001. Recursos Pesqueros y Pesquerías de la Cuenca del Plata. En Bezzi, S; Akselman, R. y Boschi, E. Síntesis del Estado de las Pesquerías Marítimas Argentinas y de la Cuenca del Plata. Años 1997-1998, con una actualización de 1999. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata. Argentina.
- 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. Diciembre de 1998.
- Fuentes C. M. & A. Espinach Ros 2007. Monitoreo de la actividad reproductiva de peces migratorios en el bajo río Uruguay. Indices de Abundancia Larval durante el período 2000-2005. Informe Interno INIDEP, Marzo de 2007, Capítulo Informe CARU 2007.
- Fuentes C. M. M. I. Gómez, J. Salva, Y. Piazza, I. Lozano & S. Llamazares. 2014. Reproducción de peces migratorios estimada por el flujo de larvas. Monitoreo de índices de abundancia larval (IAL) durante el período 2011-2013. Programa de conservación de la fauna ictica y los recursos Pesqueros del río Uruguay. Informe Bienal 2012-2013.
- Fuentes C. M., F. Quiroga, J. Salva, & A. Espinach Ros 2009. Reproducción de Peces Migratorios. Programa de conservación de la fauna ictica y los recursos Pesqueros del río Uruguay. Informe anual 2008: 59-94.
- Fuentes C. M., M. I. Gómez, J. Salva, D. R. Brown & A. Espinach Ros. 2012. Reproducción de Peces Migratorios. Programa de conservación de la fauna ictica y los recursos Pesqueros del río Uruguay. Informe Bienio 2010-2011. 79-127.
- Fuentes, C. M., Gómez, M. I., Brown, D. R., Arcelus, A. & Espinach Ros, A. 2016. Downstream Passage of Fish Larvae at the Salto Grande Dam on the Uruguay. *River. River Res. Applic.* 32: 1879-1889.
- Fuentes C.M., Gómez, M.I., Salva, J., Lozano, I. & Llamazares, S. (2018) Actividad reproductiva de peces migratorios estimada a través del flujo de larvas. Indices de abundancia larval (IAL). Periodos 2014-2015 y 2015-2016, y análisis en retrospectiva 2008-2016. 75p.

[https://www.caru.org.uy/web/pdfs\\_publicaciones/Actividad%20reproductiva%20de%20peces%20en%20el%20rio%20Uruguay%202008-16.pdf](https://www.caru.org.uy/web/pdfs_publicaciones/Actividad%20reproductiva%20de%20peces%20en%20el%20rio%20Uruguay%202008-16.pdf)

- Gale, W. F. & H. W. Mohr Jr. 1978. Larval fish drift in a large river with a comparison of sampling methods. *Transactions of the American Fisheries Society* 107: 46-55.
- Gledhill, C.T. & J. Lyczkowski-Shultz. 2000. Indices of larval king mackerel (*Scomberomorus cavalla*) abundance in the Gulf of México for use in population assessments. *Fisheries Bulletin*, 98: 684-691.
- Gogola T. M.; V. S. Daga; P. R. L. da Silva, P. V. Sanches, É. A. Gubiani, G. Baumgartner & R. L. Delariva. 2010. Spatial and temporal distribution patterns of ichthyoplankton in a region affected by water regulation by dams. *Neotropical Ichthyology*, 8(2):341-349.
- Gomes, L. C., & Agostinho, A. A. (1997). Influence of the flooding regime on the nutritional state and juvenile recruitment of the curimba, *Prochilodus scrofa*, Steindachner, in upper Paraná River, Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, 4, 263–274.
- Goulding, M., 1980. *The fishes and the forest: Explorations in Amazonian natural history*. University of California Press, Los Angeles, 200p
- Hsieh, C.; Reiss C. S., Hunter J. R; Beddington J. R.; May, R. M. & G. Sugihara. 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., G. Klein-MacPhee & J. St. Onge-Burns. 1999. Changes in abundance and distribution of ichthyoplankton in Narragansett Bay, RI - A response to changes in environmental quality? *Estuaries*, 22(1): 149-163.
- Llamazares Vegh Sabina, Lozano Ismael E., Diaz Marina V., Gómez María I., Sánchez Sebastián, Fuentes Carlos M. (2021) Effects of feeding condition on the morphology, behaviour and nutritional status of *Prochilodus lineatus* early larvae during downstream drift: a laboratory experiment approach. *Marine and Freshwater Research* **72**, 1329-1339.
- Lozano, IE, Vegh, SL, Gómez, MI, Piazza, YG, Salva, JL, Fuentes, CM. Episodic recruitment of young *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Characiformes: Prochilodontidae) during high discharge in a floodplain lake of the River Paraná, Argentina. *Fish Manag Ecol*. 2019; 26: 260– 268. <https://doi.org/10.1111/fme.12348>

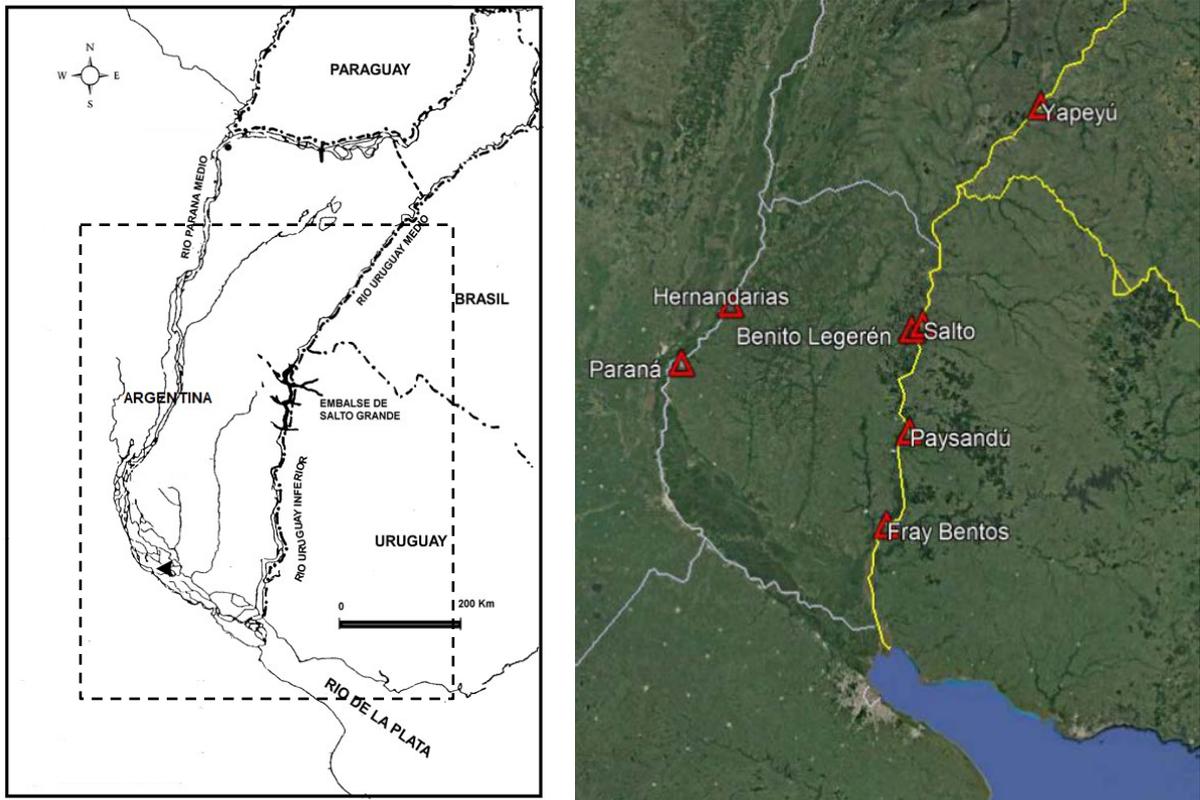
- Marcy, B. C., 1973. Vulnerability and survival of young Connecticut River fish entrained at a nuclear power plant. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 30: 1195-1203.
- Márquez A., Fuentes C. M., Gómez M. I., Reyes A. L., Fort R. y J. R. Sotelo (2022). Identificación de huevos y larvas de peces recién eclosionadas en el río Uruguay mediante el uso de código de barras de ADN. Informe CARU. Programa de Conservación de la Fauna Íctica y los Recursos Pesqueros del río Uruguay, Paysandú, julio 2022. <https://www.caru.org.uy/web/wp-content/uploads/2022/07/Inf-Ident-Gen-2017-2018.pdf>
- Moser, H. G., R. L. Charter, W. Watson, D. A. Ambrose, K. T. Hill, P. E. Smith, J. L. Butler, E. N. Sandknop & S. R. Charter 2001 The calcofi ichthyoplankton time series: potential contributions to the management of rocky-shore fishes. *CalCOFI Rep.*, Vol. 42, 2001
- Moser, H.G., R.L. Charter, W. Watson, D.A. Ambrose, J.L. Butler, S.R. Charter & E.M. Sandknop. 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.
- Motodo, S. 1959. Devices of simple plankton apparatus. *Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ.*, 7:73-94.
- Nakatani, K.; Agostinho, A. A.; Baumgartner, G.; Bialletzki, A.; Sanches, P. V.; Makrakis, M. C. & Pavanelli, C. S. 2001. *Ovos e larvas de peixes de aquadocce: desenvolvimento e manual de identificação*. Editora da Universidade de Maringá, Maringá, Paraná, Brazil, 378 pp.
- Oliveira, A. G., Suzuki, H. I., Gomes, L. C., & Agostinho, A. A. (2015). Interspecific variation in migratory fish recruitment in the Upper Paraná River: Effects of the duration and timing of floods. *Environmental Biology of Fishes*, 98, 1327-1337.
- Pavlov, D. S., 1994. The downstream migration of young fishes in rivers: mechanisms and distribution. *Folia Zoologica*, 43: 193-208.
- Pelicice F. M. & A. A. Agostinho. 2008. Fish-Passage Facilities as Ecological Traps in Large Neotropical Rivers. *Conserv Biol.* 2008 22(1):180-8.
- Pelicice, F.M., Pompeu, P.S. & Agostinho, A.A. (2015). Large reservoirs as ecological barriers to downstream movements of Neotropical migratory fish. *Fish and Fisheries*, 26(4). 697-715.

- Poulsen, A. F. 2000. Fish Movements and their implication for River Basin Management in the Mekong River Basin. MRC Fisheries Programme, Mekong River Commission, P.O. Box 7980 Vientiane, Lao PDR.
- Quirós, R & S. Cuch. 1989: The fisheries and limnology of the lower Plata Basin. In: D. P. Dodge (Ed.) *Proceedings of the International Large River Symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 106:429-443.
- Storck, T. W.; Dufford, D. W. & K. T. Clement. 1978. The distribution of limnetic fish larvae in a flood control reservoir in central illinois. *Transactions of the American Fisheries Society* 107: 419-424.
- Suzuki, H. I., Agostinho, A. A., Bailly, D., Gimenes, M. F., Júlio-Junior, H.F., & Gomes, L. C. (2009). Inter-annual variations in the abundance of young-of- the- year of migratory fishes in the Upper Paraná River floodplain: Relations with hydrographic attributes. *Brazilian Journal of Biology*, 69, 649-660.
- Sverlij SB, Espinach Ros A & Orti G. 1993. Sinopsis de los datos biológicos y pesqueros del sábalo *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847). FAO Sinopsis sobre la Pesca, No.154. Roma, FAO. 64 p.
- Vazzoler AEM.1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: EDUEM/Nupélia. 116p.
- Vazzoler, A. E. A. M., A. A. Agostinho, & N. S. A. Hahn. 1997. A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Editora da Universidade Estadual de Maringá, 1997.768p.
- Walburg, C. H. & Nelson, W.R. 1966. Carp, river carpsucker, smallmouth buffalo and bigmouthbuffalo in Lewis and Clarke Lake, Missouri River. United States Bureau of Sport Fisheries and Wildlife Research Report 69.
- Welcomme, R.L. 1985. River Fisheries. FAO Fish. Tech. Pap. No. 262. FAO, Rome.

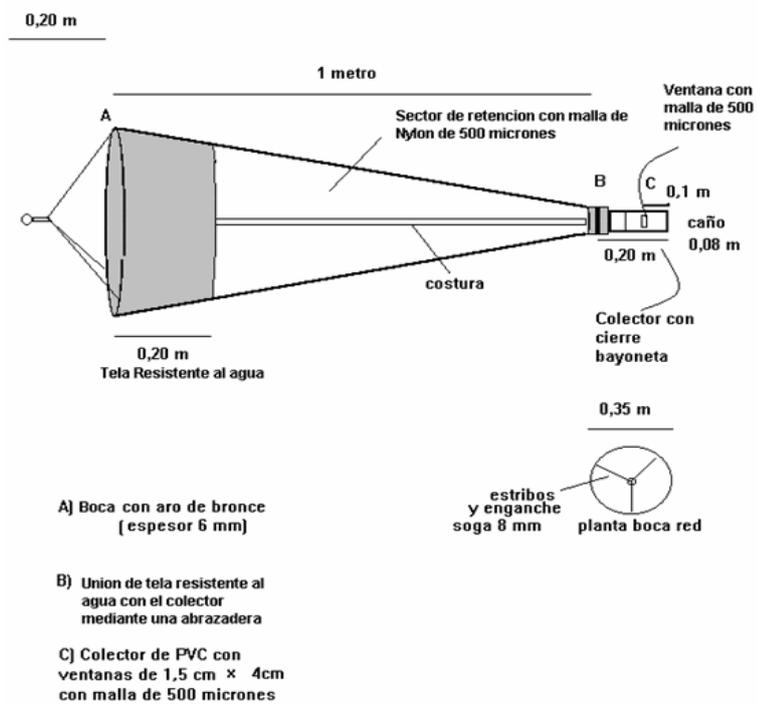
**Tabla 1.** Número (arriba) y porcentaje (% , abajo en *itálica*) de larvas de las especies y grupos de peces más comunes en el ictioplancton en tres localidades de muestreo en el río Uruguay (celeste RUM, rosa RUI) y en dos del río Paraná durante (amarillo RPM) el período 2021-2022. Acrónimos de especies a pie de página (\*).

		huc	hug	sáb	bog	sbt	dor	die	cha	moj	arg	arc	sur	bag	Cuc	Tap	pat	vir	anc	cor	cni	sni	viej	hom	Larvas TT	Huevos TT	Ictiopl. Total
Yapeyú	#	126	413	248	121	21	4	4	2	1093	114	651	28	1683	1	0	0	384	12	64	176	678	2	0	5287	539	5826
	%	<i>2,16</i>	<i>7,09</i>	<i>4,26</i>	<i>2,08</i>	<i>0,36</i>	<i>0,07</i>	<i>0,07</i>	<i>0,03</i>	<i>18,76</i>	<i>1,96</i>	<i>11,18</i>	<i>0,48</i>	<i>28,89</i>	<i>0,02</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>6,59</i>	<i>0,21</i>	<i>1,10</i>	<i>3,02</i>	<i>11,64</i>	<i>0,03</i>	<i>0,00</i>			
Legerén	#	75	68	86	105	251	3	1	0	67	40	20	2	327	4	0	0	63	1	7	1	8	0	0	986	143	1129
	%	<i>6,64</i>	<i>6,02</i>	<i>7,62</i>	<i>9,30</i>	<i>22,23</i>	<i>0,27</i>	<i>0,09</i>	<i>0,00</i>	<i>5,93</i>	<i>3,54</i>	<i>1,77</i>	<i>0,18</i>	<i>28,96</i>	<i>0,35</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>5,58</i>	<i>0,09</i>	<i>0,62</i>	<i>0,09</i>	<i>0,71</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>			
Fray Bentos	#	3	7	2	17	226	0	1	0	138	9	0	0	767	0	0	0	46	604	0	19	94	2	2	2171	10	2181
	%	<i>0,15</i>	<i>0,36</i>	<i>0,10</i>	<i>0,88</i>	<i>11,67</i>	<i>0,00</i>	<i>0,05</i>	<i>0,00</i>	<i>7,12</i>	<i>0,46</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>39,60</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>2,37</i>	<i>31,18</i>	<i>0,00</i>	<i>0,98</i>	<i>4,85</i>	<i>0,10</i>	<i>0,10</i>			
Hernandarias	#	67	332	25586	7173	756	298	3	36	2629	5962	72	1522	1595	63	204	1	394	7	1	107	182	8	3	46624	399	47023
	%	<i>0,14</i>	<i>0,71</i>	<i>54,44</i>	<i>15,26</i>	<i>1,61</i>	<i>0,63</i>	<i>0,01</i>	<i>0,08</i>	<i>5,59</i>	<i>12,68</i>	<i>0,15</i>	<i>3,24</i>	<i>3,39</i>	<i>0,13</i>	<i>0,43</i>	<i>0,00</i>	<i>0,84</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,23</i>	<i>0,39</i>	<i>0,02</i>	<i>0,01</i>			
Paraná	#	4	443	6440	1953	657	80	33	6	969	2157	70	290	424	57	112	4	83	1	2	6	77	1	0	13768	447	14215
	%	<i>0,03</i>	<i>3,19</i>	<i>46,43</i>	<i>14,08</i>	<i>4,74</i>	<i>0,58</i>	<i>0,24</i>	<i>0,04</i>	<i>6,99</i>	<i>15,55</i>	<i>0,50</i>	<i>2,09</i>	<i>3,06</i>	<i>0,41</i>	<i>0,81</i>	<i>0,03</i>	<i>0,60</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,04</i>	<i>0,56</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>			

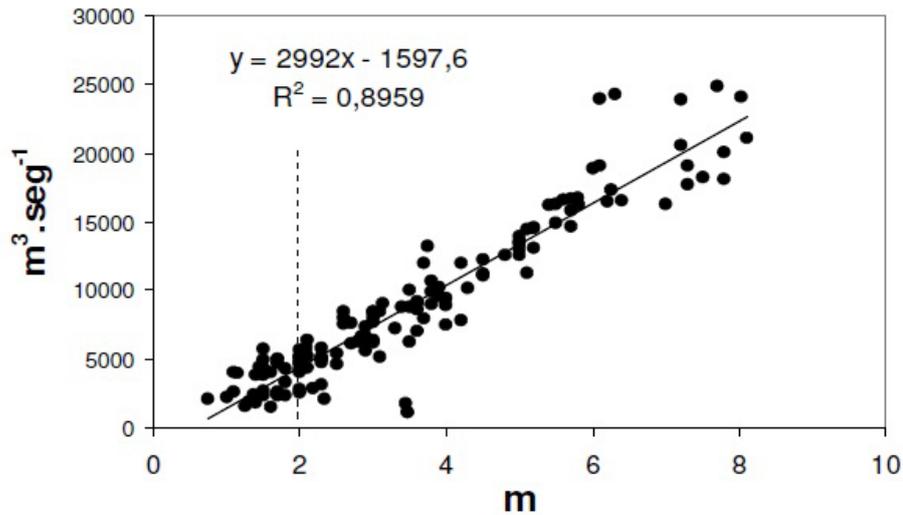
**Referencias:** huc: huevos chicos; hug: huevos grandes; sab: sábalo *Prochilodus lineatus*, bog: bogas Fam. Anostomidae, sbt: sabalito, Fam. Curimatidae; dor: dorado, *Salminus brasiliensis*; die: dientudo, *Cynopotamus argenteus*; cha: chafalote, *Raphiodon vulpinus*; moj: mojarra, Characidae; ar1: armados grandes, Fam. Doradidae, ar2: armados chicos, Fam. Doradidae; sur: surubi, *Pseudoplatystoma corruscans*, bag: (*Pimelodus*, *Iheringichthys* y *Parapimelodus*, en orden de importancia), cuc: cucharón, *Sorubim lima*; ma: manguruyú, *Pseudopimelodus mangurus*; pat: patí, *Luciopusmelodus pati*; vir: virolo, *Apareiodon affinis*; anc: anchoa, *Lycengraulis grossidens*; cor: corvina, *Pachyurus bonariensis*; pej: pejerrey, *Odontesthes spp.*; cni: characiformes no identificados, sni: siluriformes no identificados). TT, larvas totales



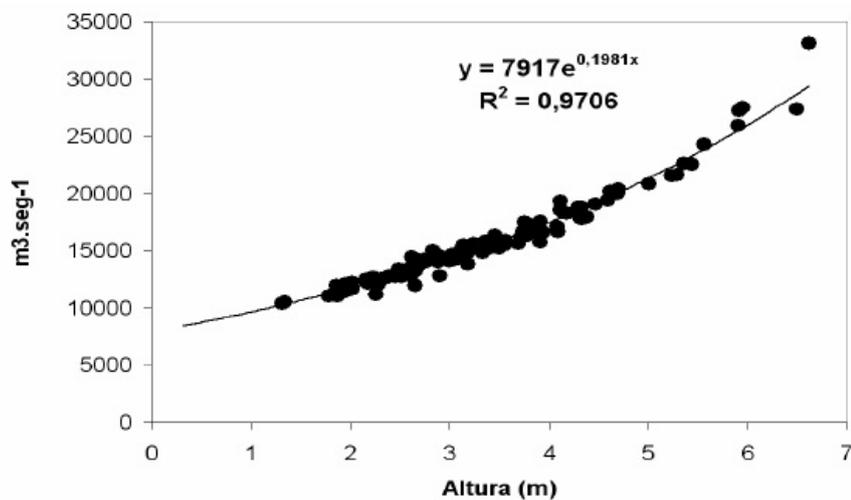
**Figura 1.** Ubicación de las estaciones de muestreo y/o aforos en los ríos Uruguay y Paraná.



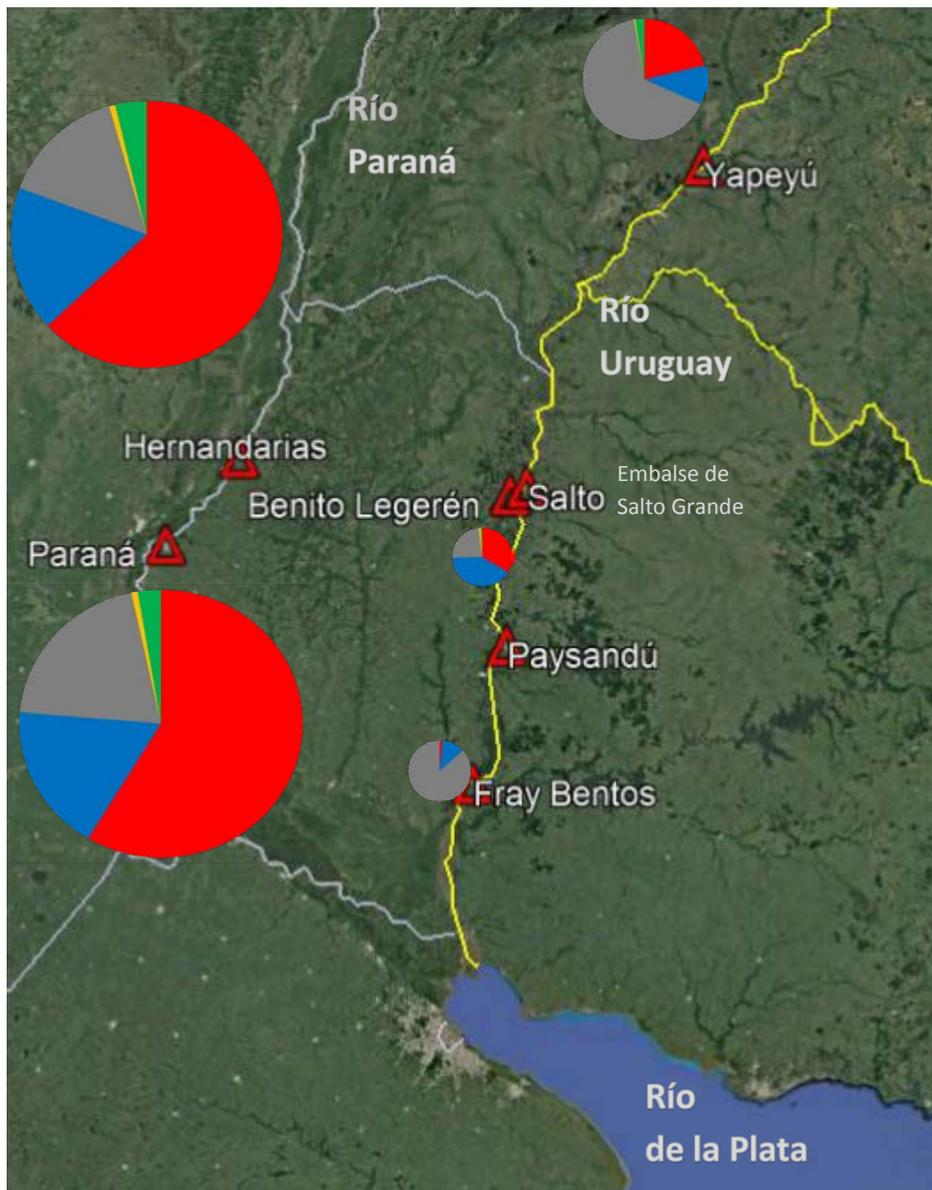
**Figura 2.** Red de ictioplancton utilizada en los muestreos.



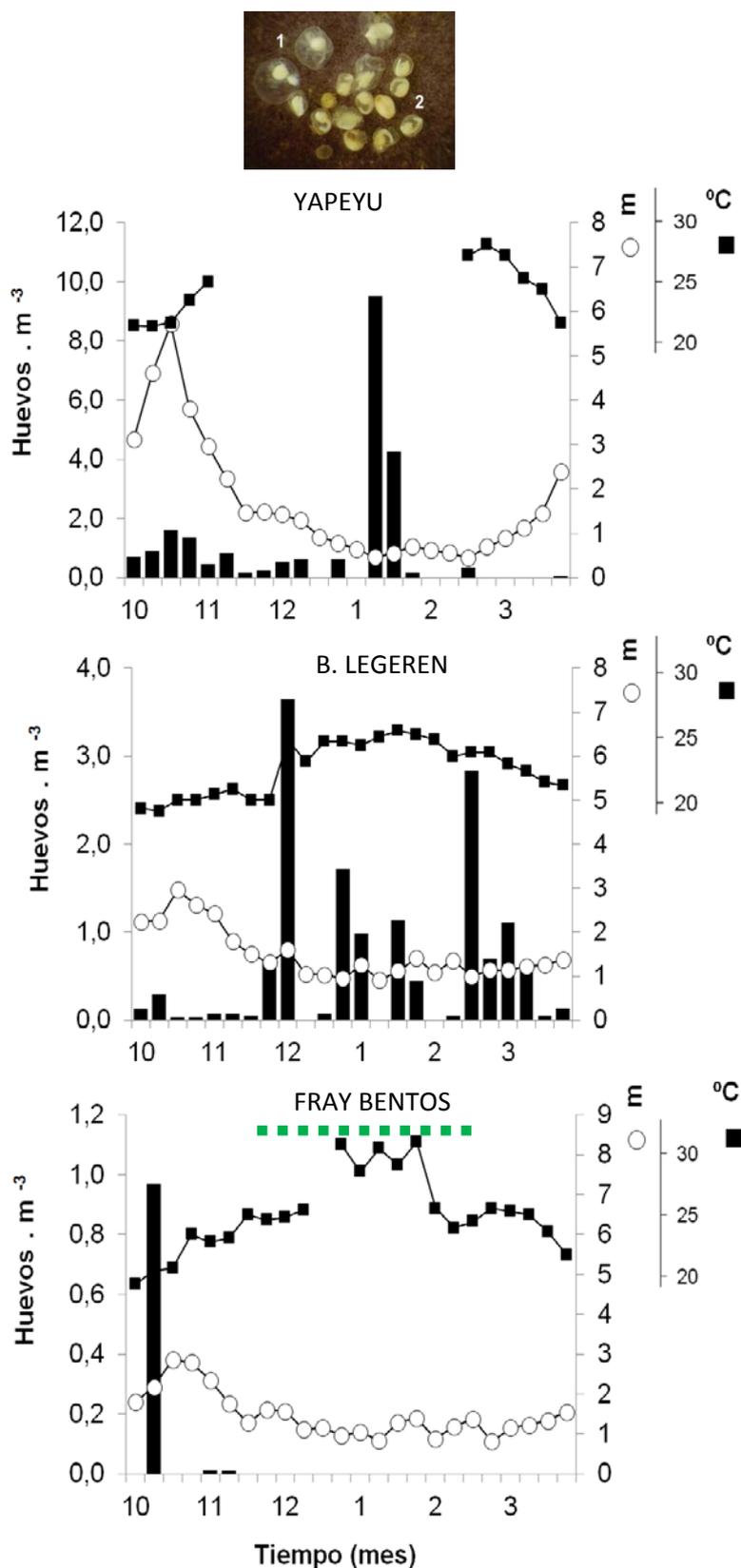
**Figura 3.** Caudal erogado ( $m^3 \cdot seg^{-1}$ ) por la represa de Salto Grande en función del nivel hidrométrico (m) a la altura de Colón (R. A.) durante el período 2003-2004. La línea vertical punteada indica el límite de altura del río, en metros, por debajo del cual no se detecta la deriva de larvas de peces migratorios (sábalo, boga, dorado y surubí) en el Río Uruguay.



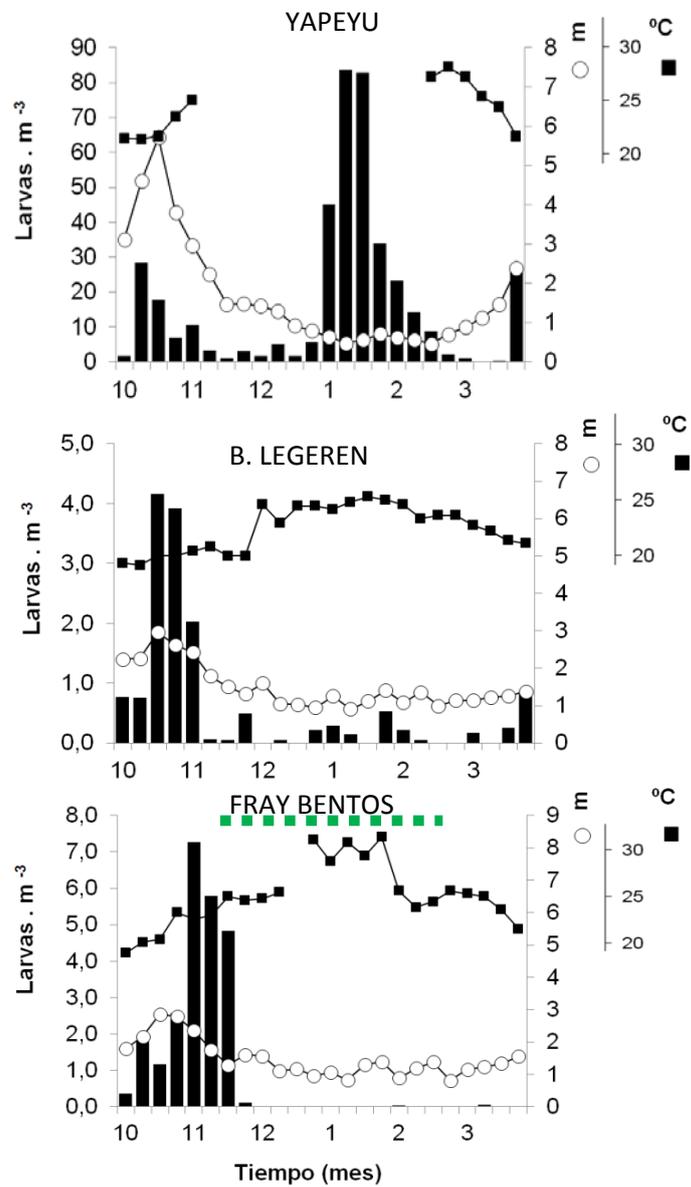
**Figura 4.** Relación entre el caudal ( $m^3 \cdot seg^{-1}$ ) del río Paraná y el nivel hidrométrico (m) a la altura de la ciudad de Paraná durante el período (aforos estación Túnel 1993-2006).



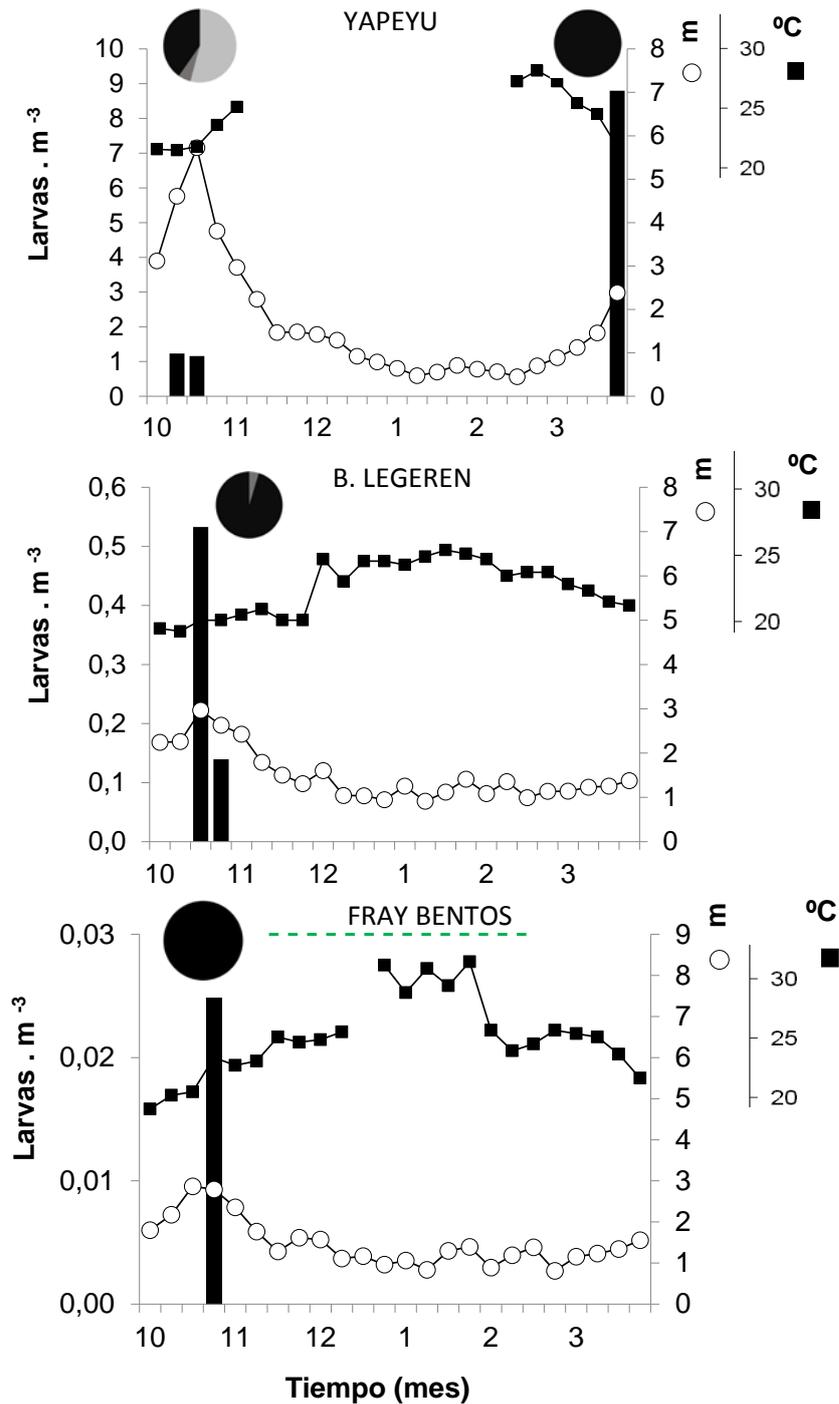
**Figura 5.** Capturas totales de sábalo (rojo), boga (azul), dorado (amarillo), surubí (verde) y armado (gris) durante el período 2021-2022. Los diámetros de las tortas consignan abundancia relativa según el total de larvas capturadas (número) para el grupo (grande >10000, mediana <1000 y >100 y chica <100).



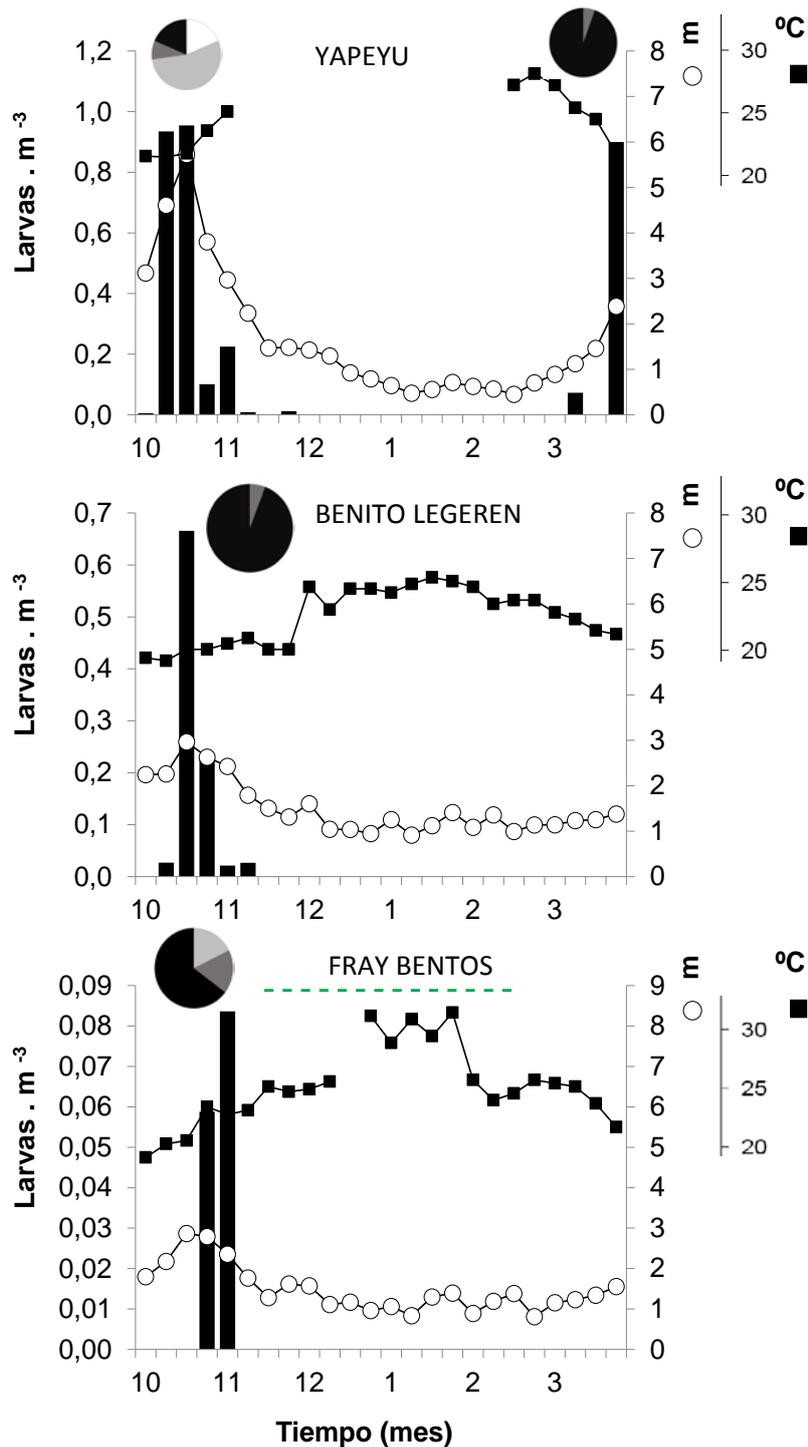
**Figura 6.** Variación temporal de la densidad de **huevos de peces** ( $\text{huevos.m}^{-3}$ ) en una localidad del tramo medio (YAP-Yapeyú) y en dos del tramo inferior (BLE-Benito Legerén y FBE-Fray Bentos) del río Uruguay durante el período comprendido entre **octubre de 2021-marzo de 2022**. En los paneles se consigna: con barras verticales la densidad de huevos (eje izquierdo), el nivel hidrométrico (círculos blancos, eje derecho) y la temperatura del agua media semanal (cuadrados negros, segundo eje derecho) en ambos tramos. La línea punteada verde: indica período de floración de algas. Fotografía superior (huevos de peces).



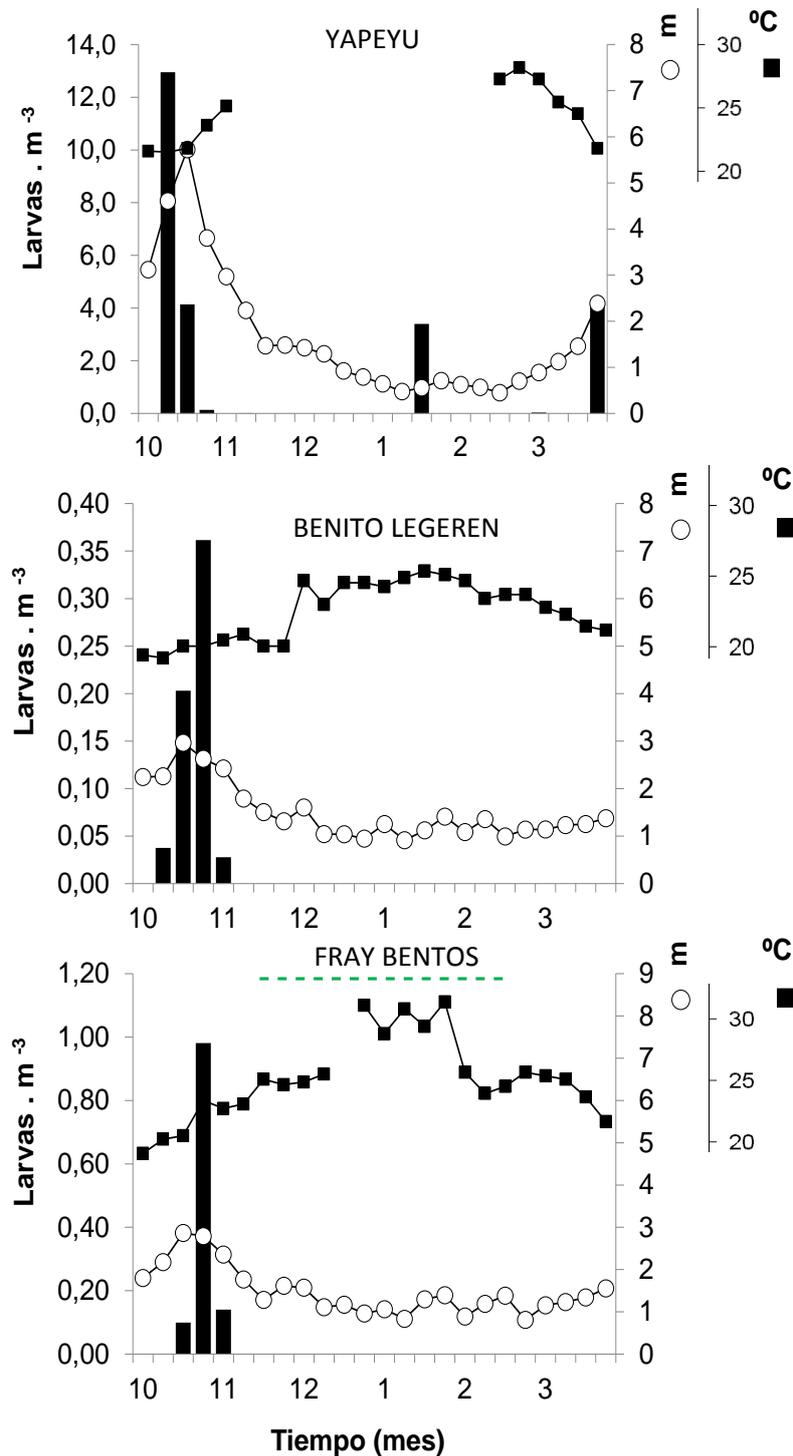
**Figura 7.** Variación temporal de la densidad de **larvas totales** (larvas.m<sup>-3</sup>) en una localidad del tramo medio (YAP-Yapeyú) y en dos del tramo inferior (BLE-Benito Legerén y FBE-Fray Bentos) del río Uruguay durante el período comprendido entre **octubre de 2021-marzo de 2022**. En los paneles se consigna: con barras verticales la densidad de larvas (eje izquierdo), el nivel hidrométrico (círculos blancos, eje derecho) y la temperatura del agua media semanal (cuadrados negros, segundo eje derecho) en ambos tramos. La línea punteada verde: indica período de floración de algas. Fotografía superior de grupos dominantes (arriba adultos de géneros *Pimelodus*, *Apareiodon*, *Cyphocharax* y pequeños Characidae, abajo larvas pre-flexión típicas de los grupos).



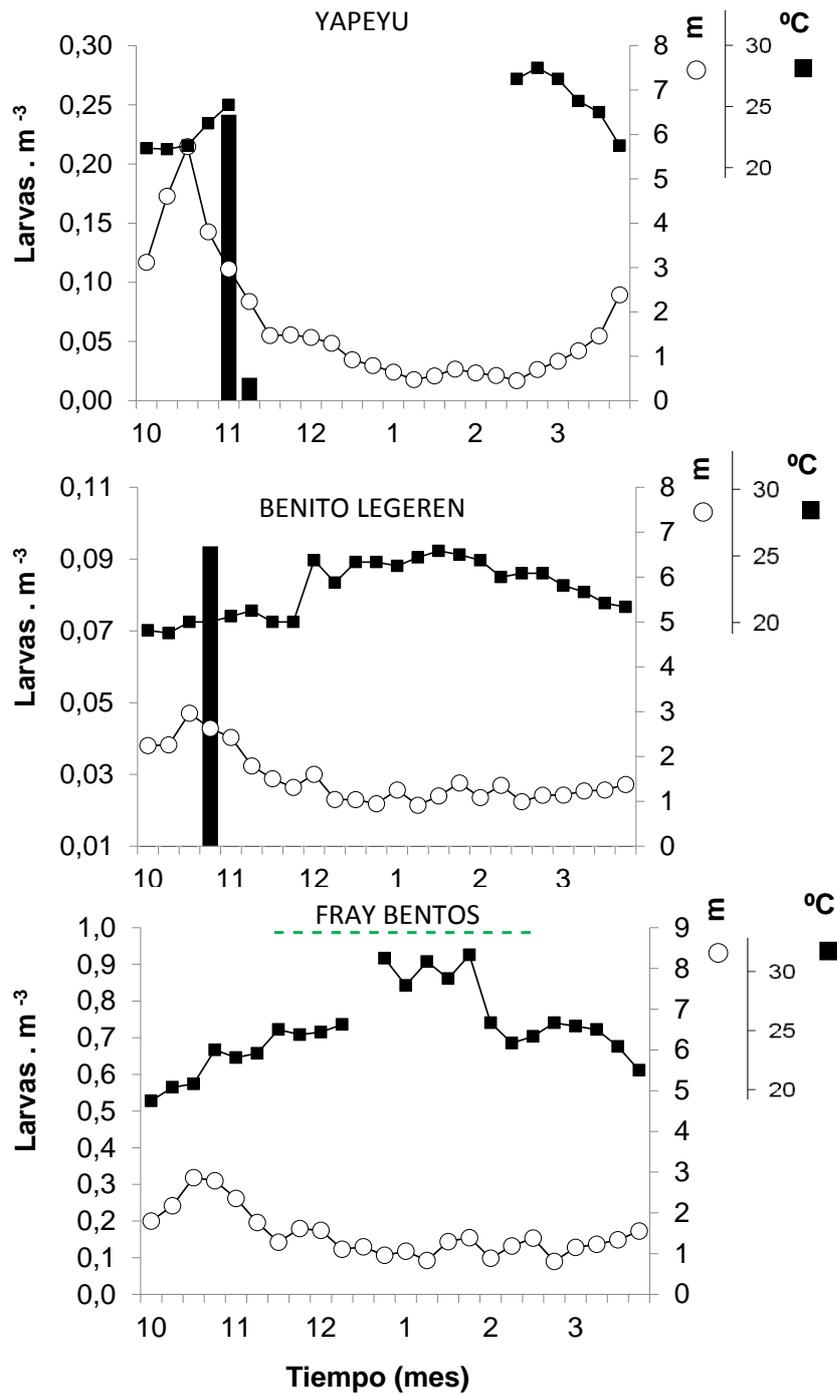
**Figura 8.** Variación temporal de la densidad de larvas de sábalo (larvas.m<sup>-3</sup>) en una localidad del tramo medio (YAP-Yapeyú) y en dos del tramo inferior (BLE-Benito Legerén y FBE-Fray Bentos) del río Uruguay durante el período comprendido entre **octubre de 2021-marzo de 2022**. En los paneles se consigna: con barras verticales la densidad de larvas (eje izquierdo), el nivel hidrométrico (círculos blancos, eje derecho) y la temperatura del agua media semanal (cuadrados negros, segundo eje derecho) en ambos tramos. La línea punteada verde: indica período de floración de algas. Fotografía superior (sábalo, adulto izquierda, larva pre-flexión derecha).



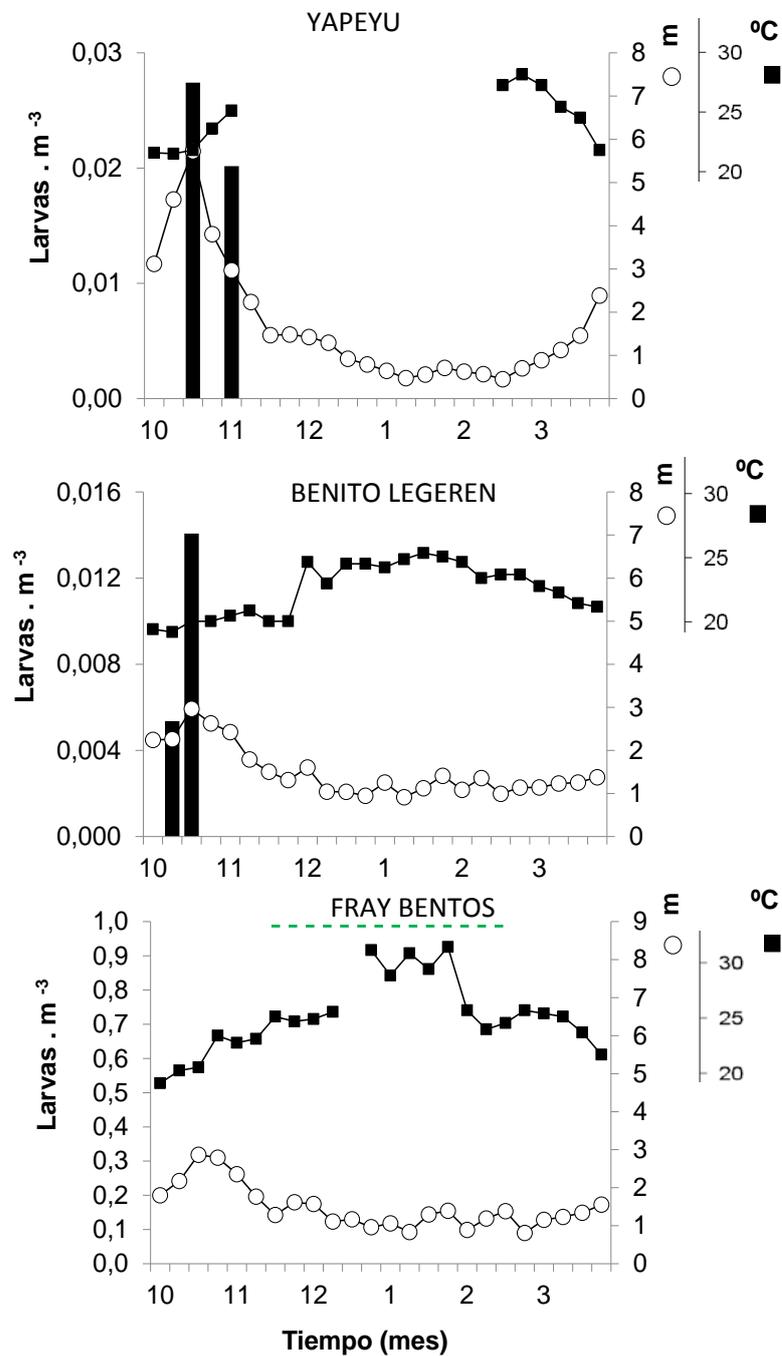
**Figura 9.** Variación temporal de la densidad de **larvas de bogas** (larvas.m<sup>-3</sup>) en una localidad del tramo medio (YAP-Yapeyú) y en dos del tramo inferior (BLE-Benito Legerén y FBE-Fray Bentos) del río Uruguay durante el período comprendido entre **octubre de 2021-marzo de 2022**. En los paneles se consigna: con barras verticales la densidad de larvas (eje izquierdo), el nivel hidrométrico (círculos blancos, eje derecho) y la temperatura del agua media semanal (cuadrados negros, segundo eje derecho) en ambos tramos. La línea punteada verde: indica período de floración de algas. Fotografía superior (boga común, adulto izquierda, larva pre-flexión derecha).



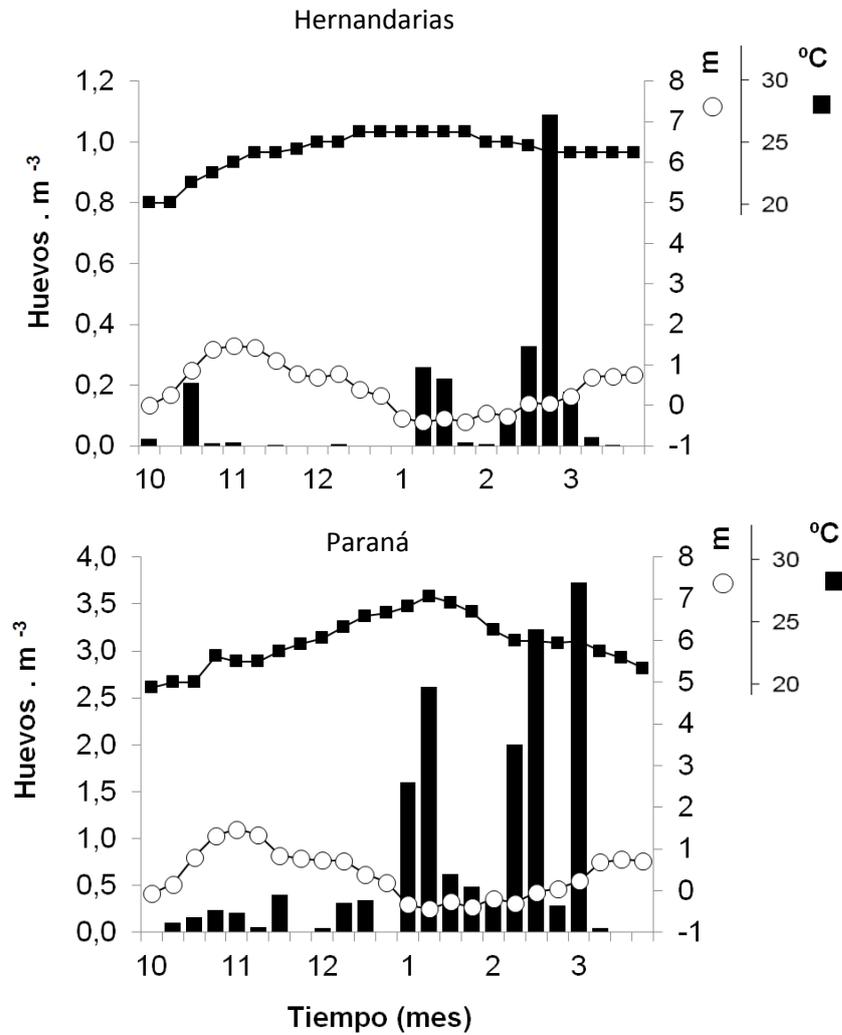
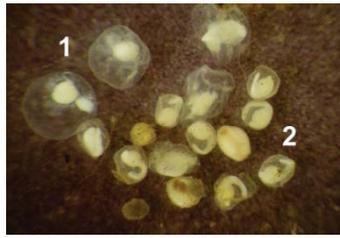
**Figura 10.** Variación temporal de la densidad de **larvas de armados** ( $\text{larvas.m}^{-3}$ ) en una localidad del tramo medio (YAP-Yapeyú) y en dos del tramo inferior (BLE-Benito Legerén y FBE-Fray Bentos) del río Uruguay durante el período comprendido entre **octubre de 2021-marzo de 2022**. En los paneles se consigna: con barras verticales la densidad de larvas (eje izquierdo), el nivel hidrométrico (círculos blancos, eje derecho) y la temperatura del agua media semanal (cuadrados negros, segundo eje derecho) en ambos tramos. La línea punteada verde: indica período de floración de algas. Fotografía superior (armado común, adulto izquierda, larva pre-flexión derecha).



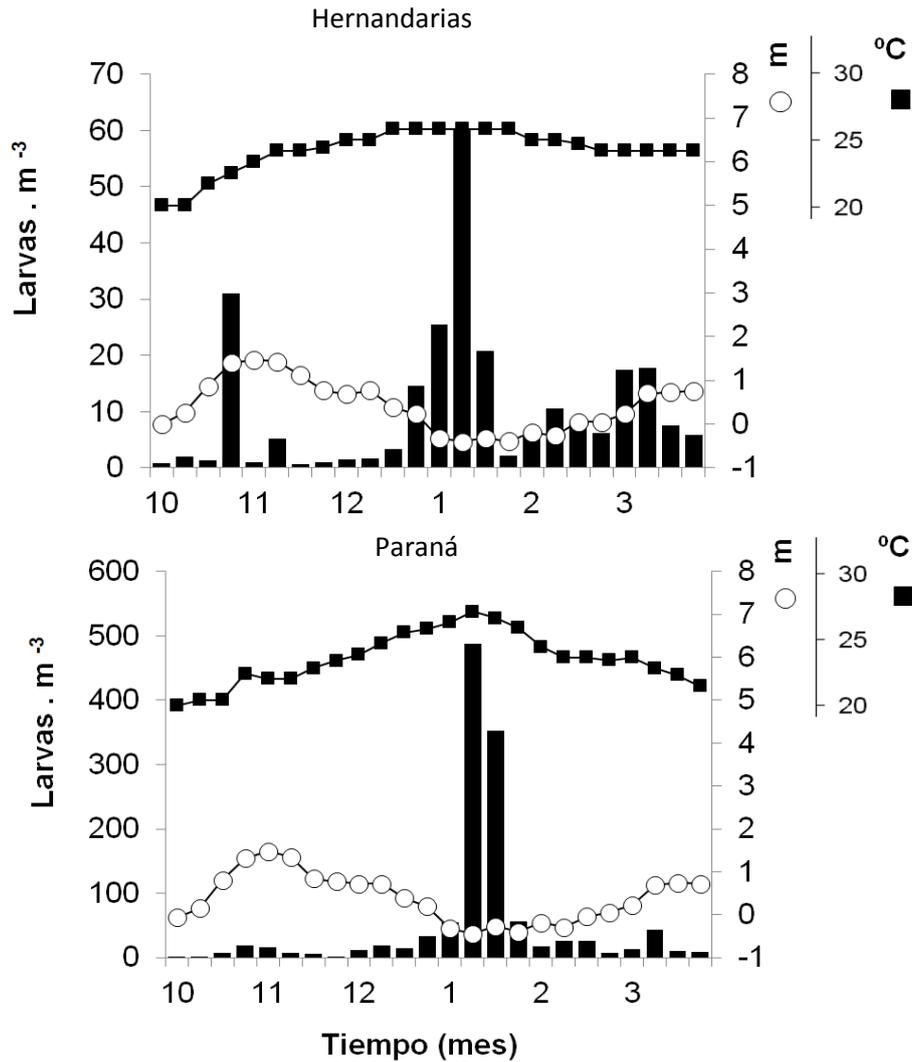
**Figura 11.** Variación temporal de la densidad de **larvas de surubí** (larvas.m<sup>-3</sup>) en una localidad del tramo medio (YAP-Yapeyú) y en dos del tramo inferior (BLE-Benito Legerén y FBE-Fray Bentos) del río Uruguay durante el período comprendido entre **octubre de 2021-marzo de 2022**. En los paneles se consigna: con barras verticales la densidad de larvas (eje izquierdo), el nivel hidrométrico (círculos blancos, eje derecho) y la temperatura del agua media semanal (cuadrados negros, segundo eje derecho) en ambos tramos. La línea punteada verde: indica período de floración de algas. Fotografía superior (surubí pintado, adulto izquierda, larva flexión derecha).



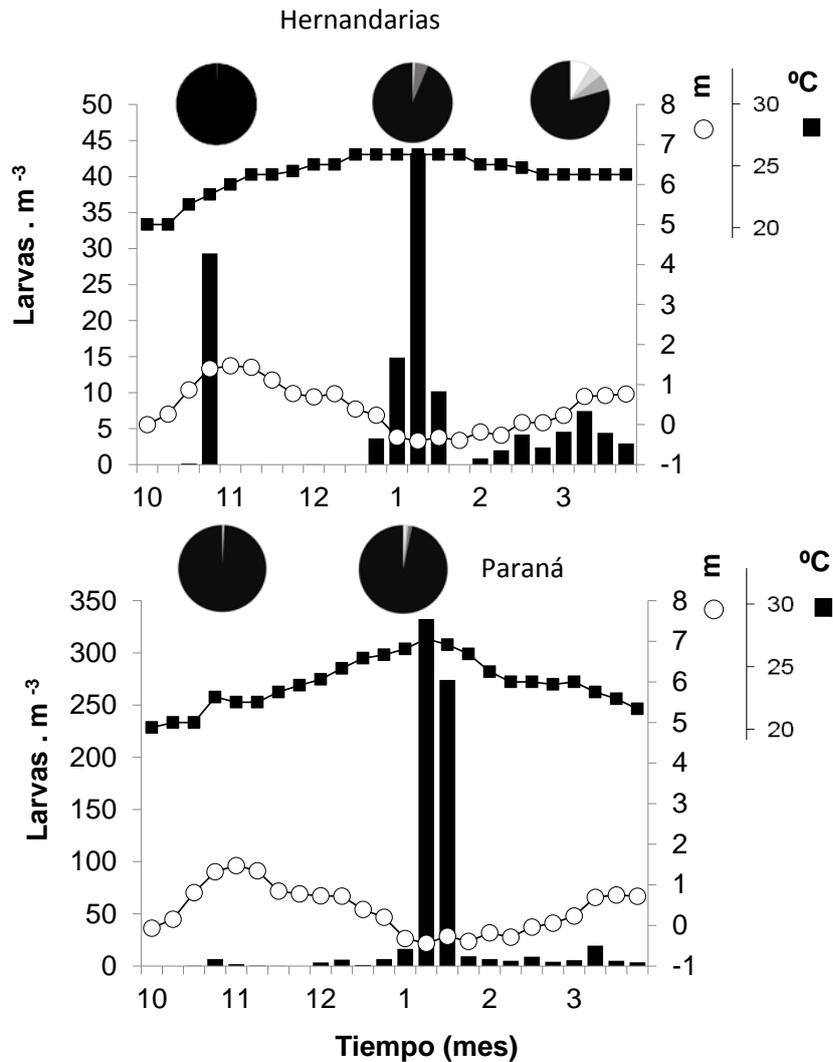
**Figura 12.** Variación temporal de la densidad de **larvas de dorado** (larvas.m<sup>-3</sup>) en una localidad del tramo medio (YAP-Yapeyú) y en dos del tramo inferior (BLE-Benito Legerén y FBE-Fray Bentos) del río Uruguay durante el período comprendido entre **octubre de 2021-marzo de 2022**. En los paneles se consigna: con barras verticales la densidad de larvas (eje izquierdo), el nivel hidrométrico (círculos blancos, eje derecho) y la temperatura del agua media semanal (cuadrados negros, segundo eje derecho) en ambos tramos. La línea punteada verde: indica período de floración de algas. Fotografía superior (dorado, adulto izquierda, larva flexión derecha).



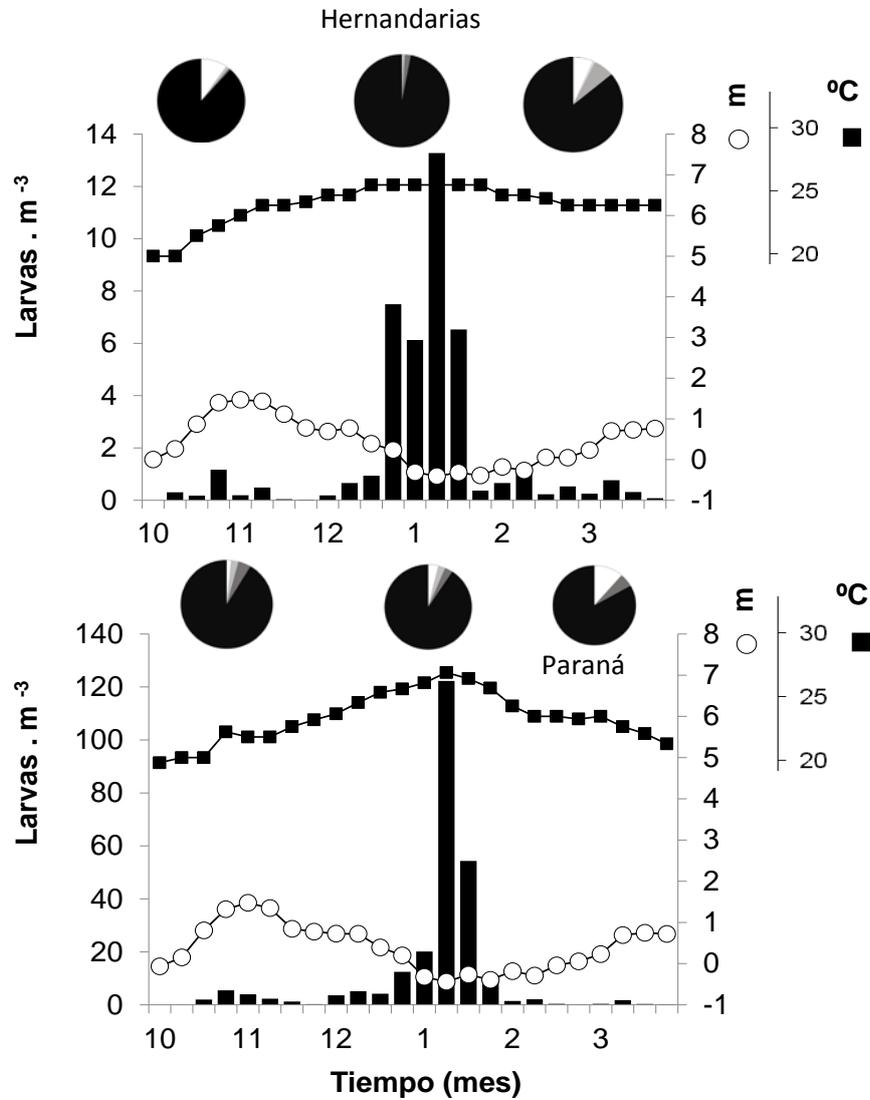
**Figura 13.** Variación temporal de la densidad de **huevos de peces** (huevos.m<sup>-3</sup>) en las localidades (HER-Hernandarias) y (PAR-Paraná) del tramo medio del río Paraná durante el período comprendido entre **octubre de 2021-marzo de 2022**. En los paneles se consigna: con barras verticales la densidad de huevos (eje izquierdo), el nivel hidrométrico (círculos blancos, eje derecho) y la temperatura del agua media semanal (cuadrados negros, segundo eje derecho) en ambos tramos. Fotografía superior (huevos de peces).



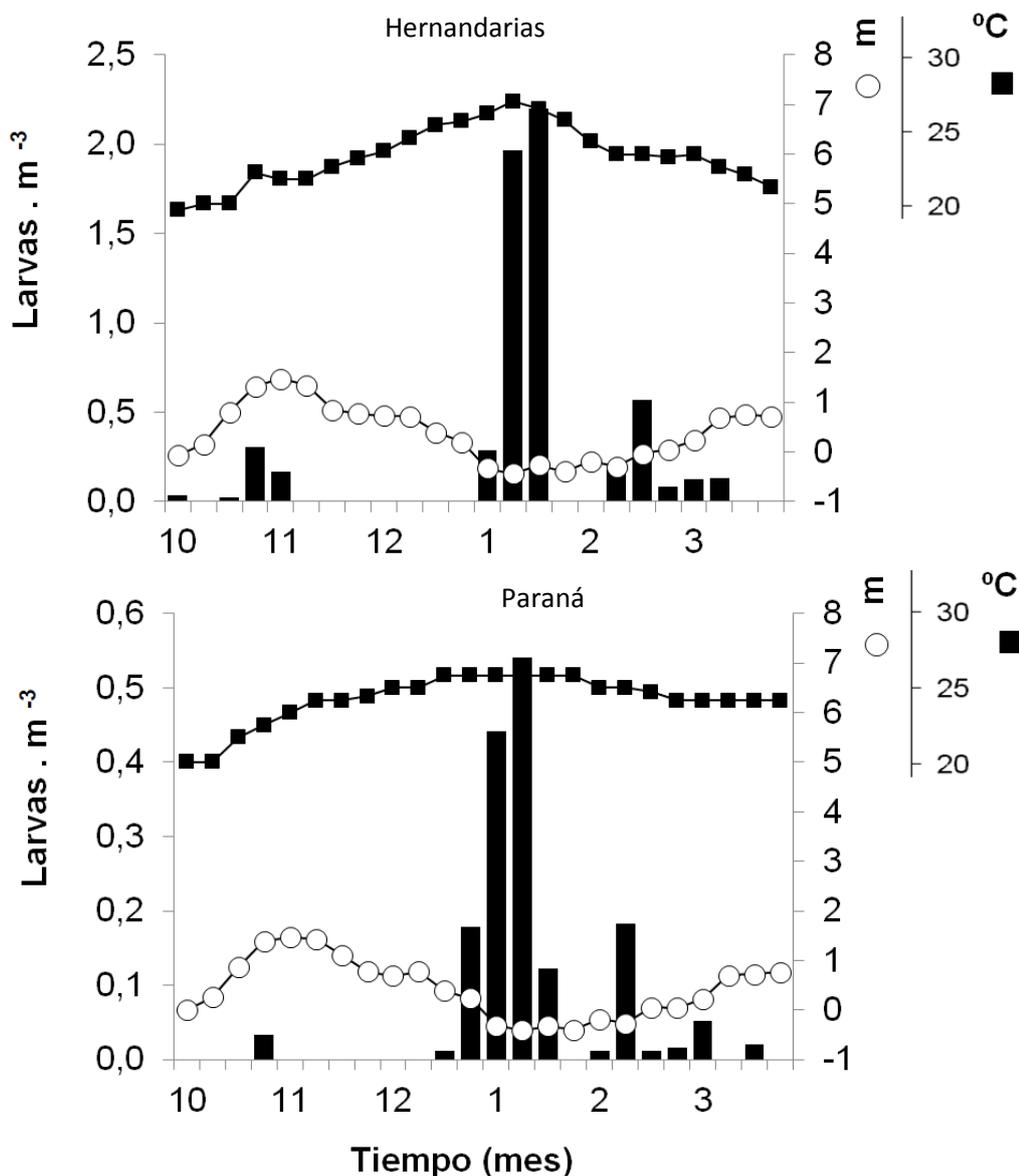
**Figura 14.** Variación temporal de la densidad de **larvas totales** (larvas.m<sup>-3</sup>) en las localidades (HER-Hernandarias) y (PAR-Paraná) del tramo medio del río Paraná durante el período comprendido entre **octubre de 2021-marzo de 2022**. En los paneles se consigna: con barras verticales la densidad de larvas (eje izquierdo), el nivel hidrométrico (círculos blancos, eje derecho) y la temperatura del agua media semanal (cuadrados negros, segundo eje derecho) en ambos tramos.



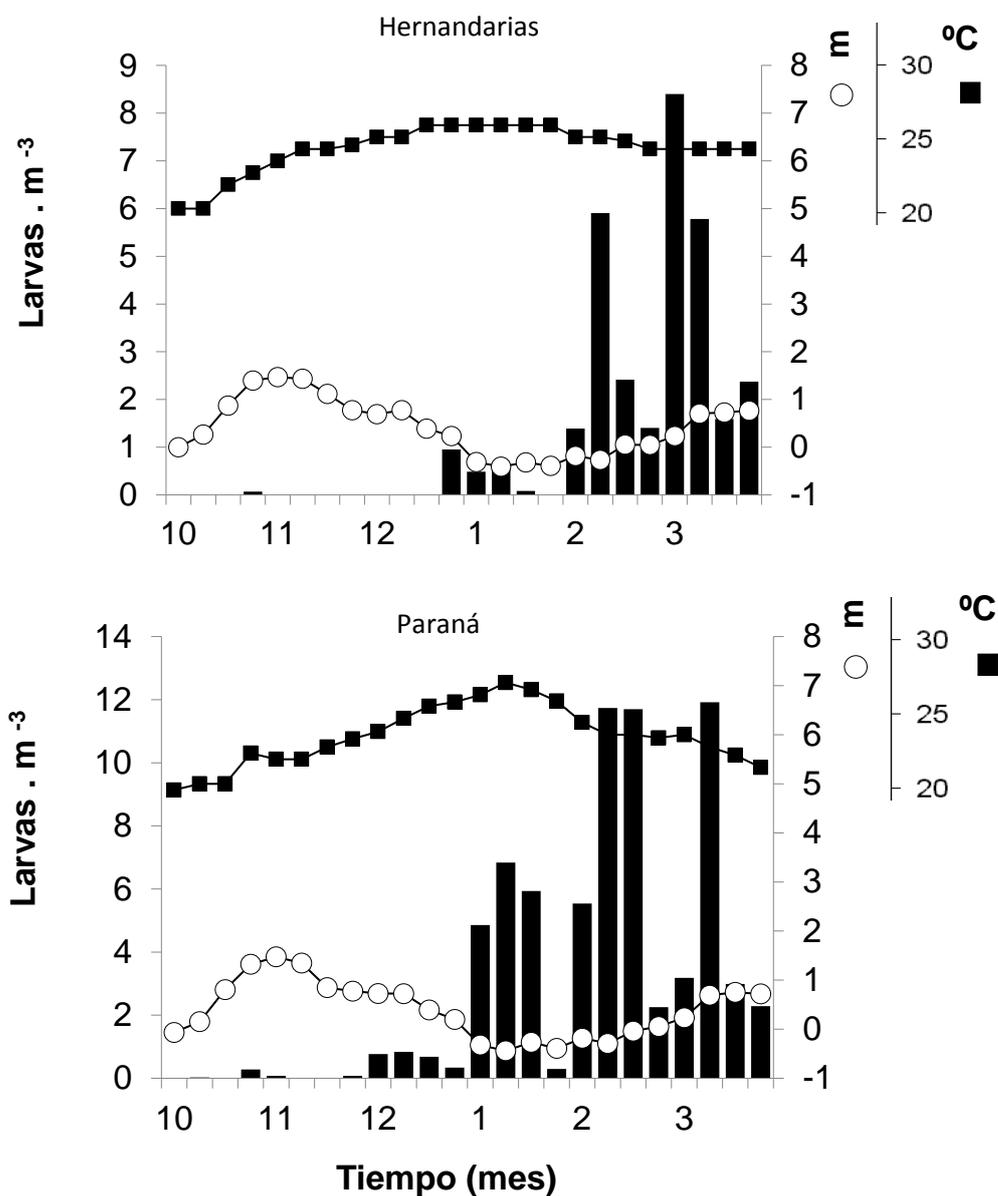
**Figura 15.** Variación temporal de la densidad de **larvas de sábalo** (larvas.m<sup>-3</sup>) en las localidades (HER-Hernandarias) y (PAR-Paraná) del tramo medio del río Paraná durante el período comprendido entre **octubre de 2021-marzo de 2022**. En los paneles se consigna: con barras verticales la densidad de huevos (eje izquierdo), el nivel hidrométrico (círculos blancos, eje derecho) y la temperatura del agua media semanal (cuadrados negros, segundo eje derecho) en ambos tramos. Fotografía superior (sábalo, adulto izquierda, larva pre-flexión derecha).



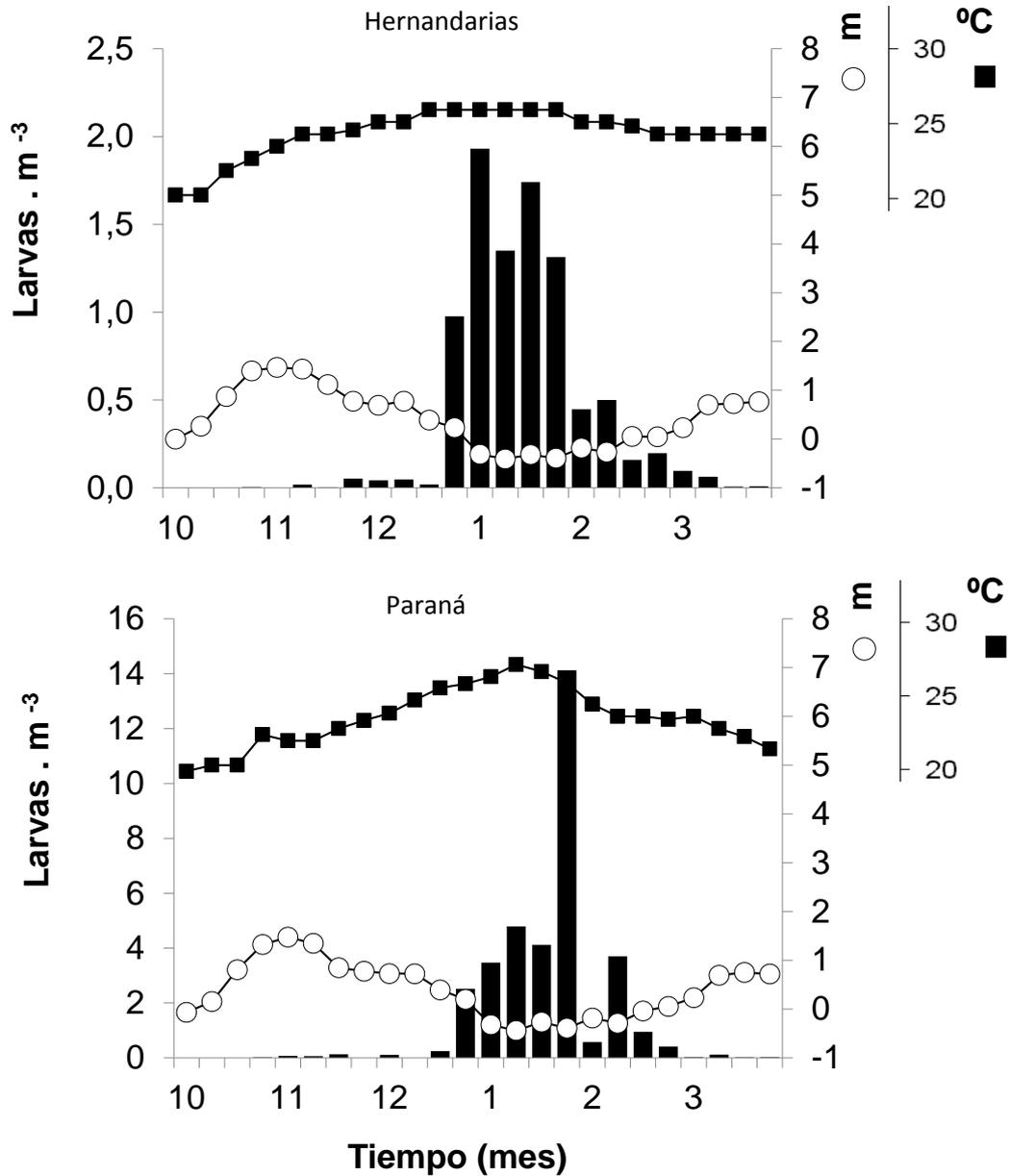
**Figura 16.** Variación temporal de la densidad de **larvas de bogas** (larvas.m<sup>-3</sup>) en las localidades (HER-Hernandarias) y (PAR-Paraná) del tramo medio del río Paraná durante el período comprendido entre **octubre de 2021-marzo de 2022**. En los paneles se consigna: con barras verticales la densidad de huevos (eje izquierdo), el nivel hidrométrico (círculos blancos, eje derecho) y la temperatura del agua media semanal (cuadrados negros, segundo eje derecho) en ambos tramos. Fotografía superior (boga común, adulto izquierda, larva pre-flexión derecha).



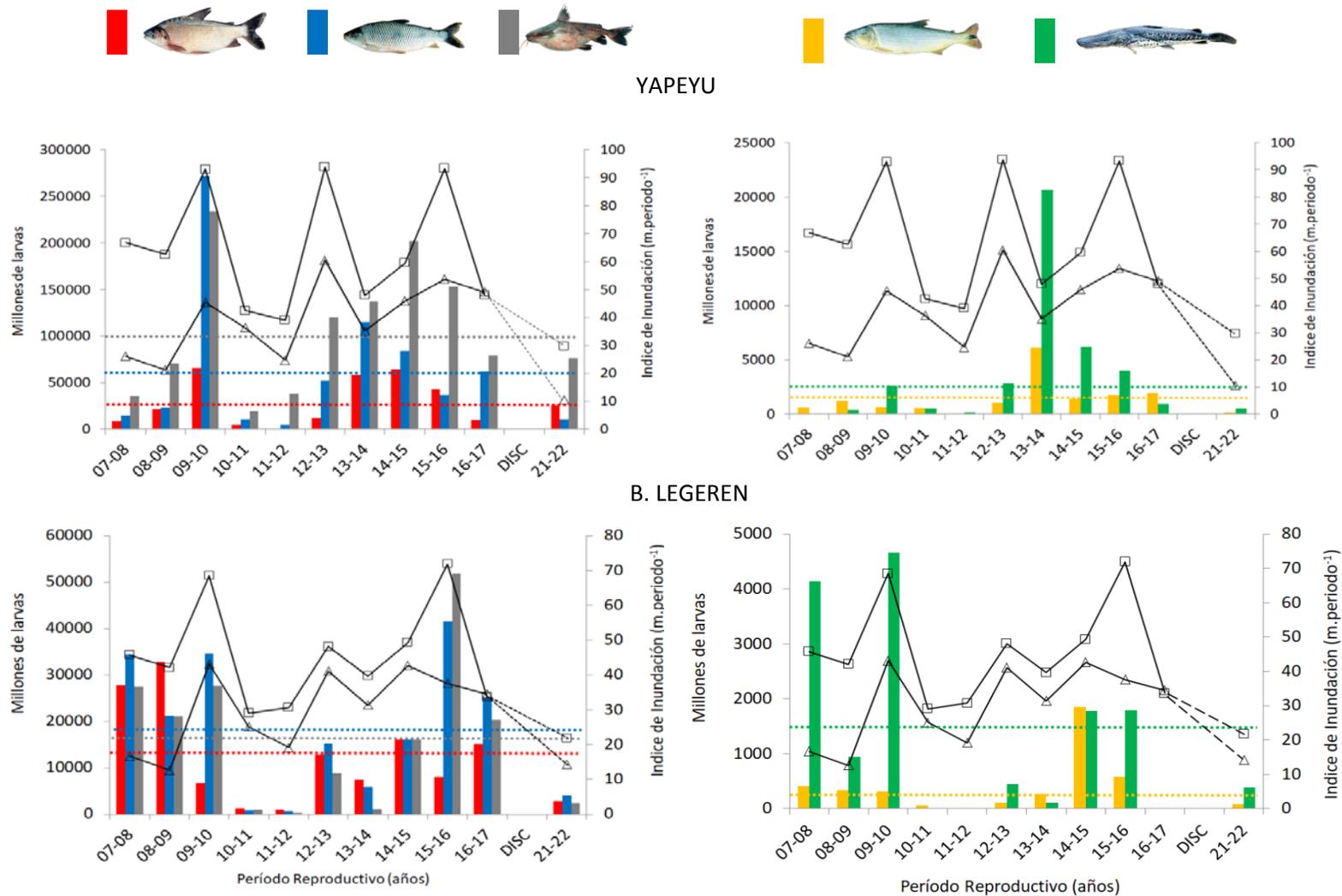
**Figura 17.** Variación temporal de la densidad de **larvas de dorado** (larvas.m<sup>-3</sup>) en las localidades (HER-Hernandarias) y (PAR-Paraná) del tramo medio del río Paraná durante el período comprendido entre **octubre de 2021-marzo de 2022**. En los paneles se consigna: con barras verticales la densidad de huevos (eje izquierdo), el nivel hidrométrico (círculos blancos, eje derecho) y la temperatura del agua media semanal (cuadrados negros, segundo eje derecho) en ambos tramos. Fotografía superior (dorado, adulto izquierda, larva flexión derecha).



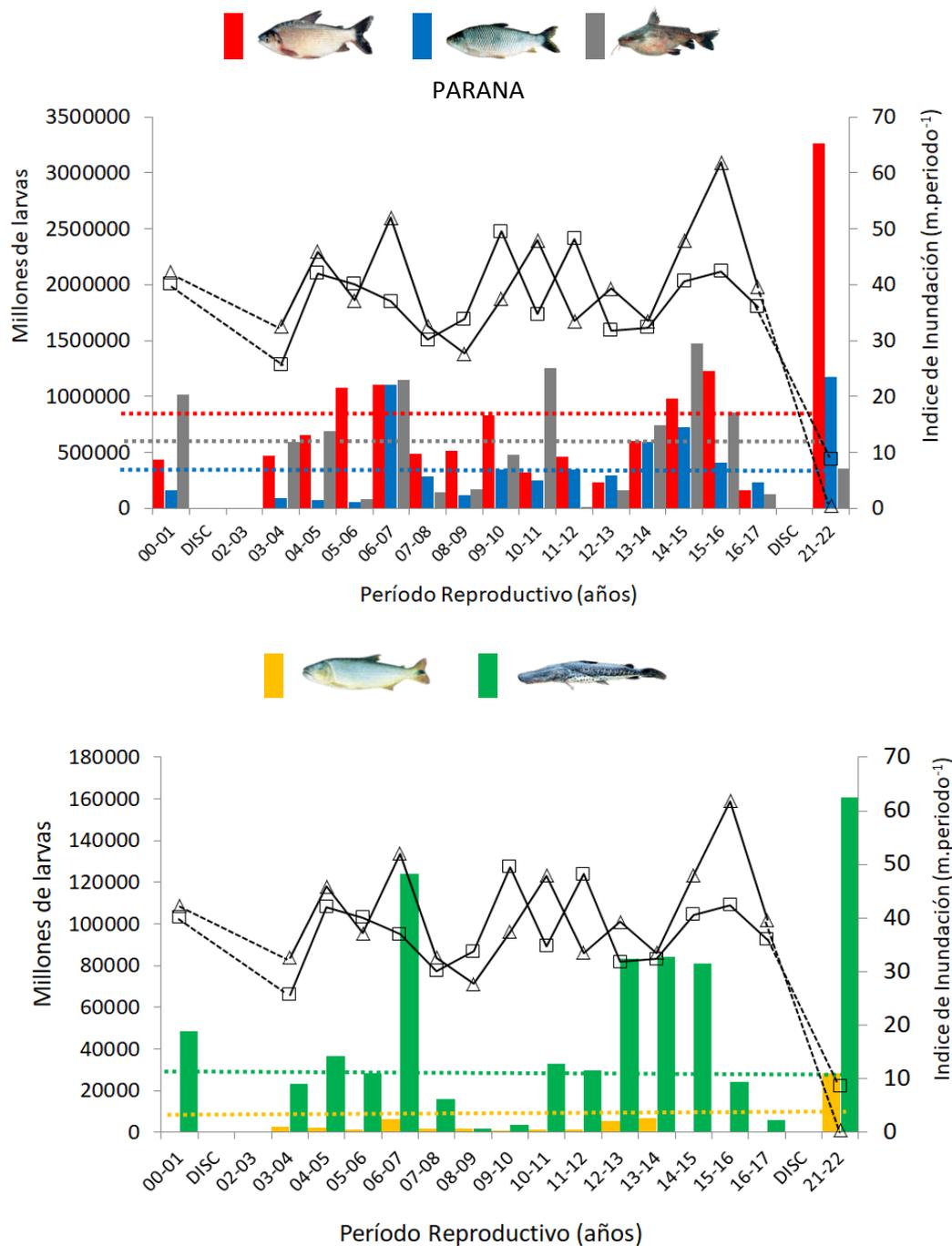
**Figura 18.** Variación temporal de la densidad de **larvas de armado** (larvas.m<sup>-3</sup>) en las localidades (HER-Hernandarias) y (PAR-Paraná) del tramo medio del río Paraná durante el período comprendido entre **octubre de 2021-marzo de 2022**. En los paneles se consigna: con barras verticales la densidad de huevos (eje izquierdo), el nivel hidrométrico (círculos blancos, eje derecho) y la temperatura del agua media semanal (cuadrados negros, segundo eje derecho) en ambos tramos. Fotografía superior (armado común, adulto izquierda, larva pre-flexión derecha).



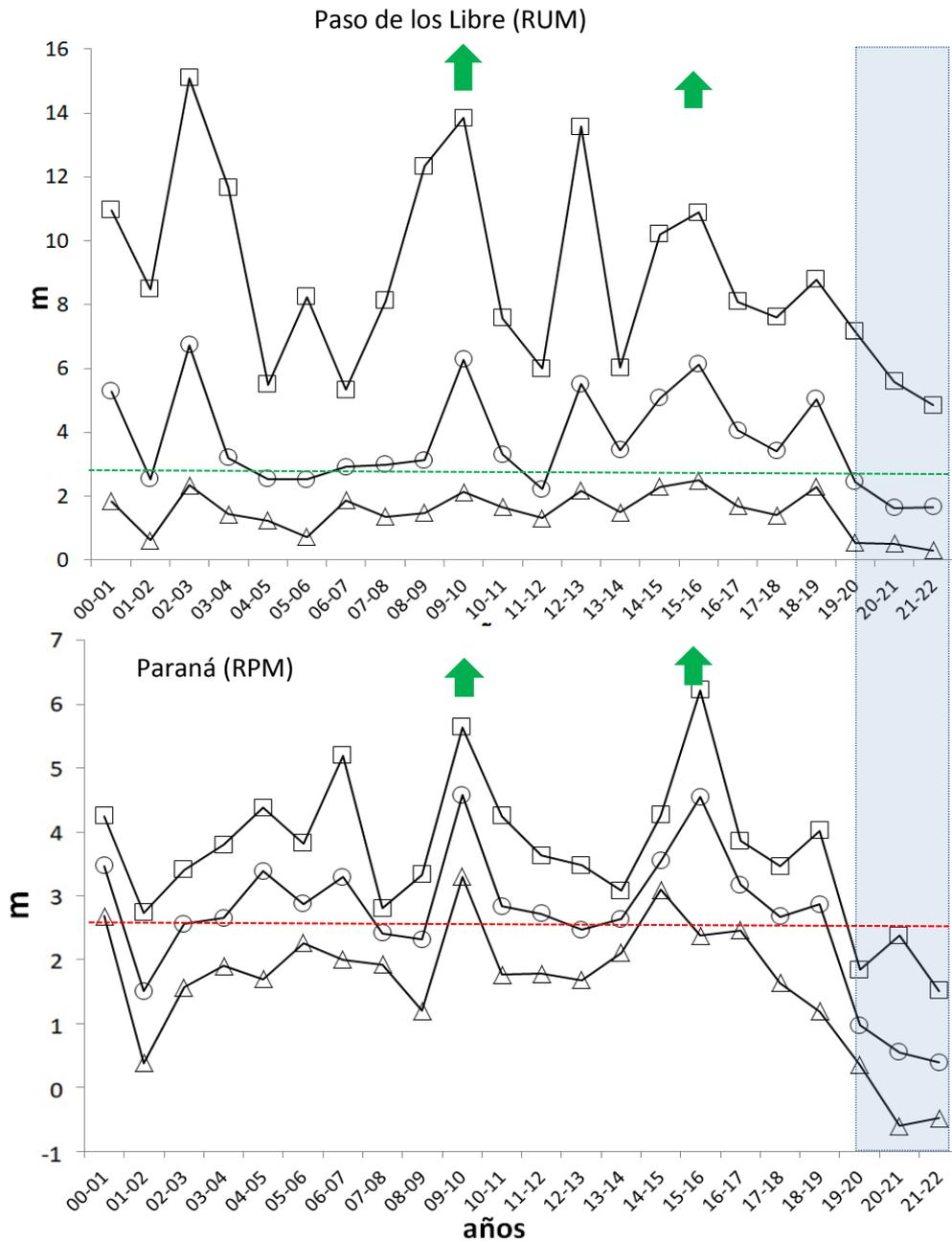
**Figura 19.** Variación temporal de la densidad de **larvas de surubí** (larvas.m<sup>-3</sup>) en las localidades (HER-Hernandarias) y (PAR-Paraná) del tramo medio del río Paraná durante el período comprendido entre **octubre de 2021-marzo de 2022**. En los paneles se consigna: con barras verticales la densidad de huevos (eje izquierdo), el nivel hidrométrico (círculos blancos, eje derecho) y la temperatura del agua media semanal (cuadrados negros, segundo eje derecho) en ambos tramos. Fotografía superior (surubí pintado, adulto izquierda, larva flexión derecha).



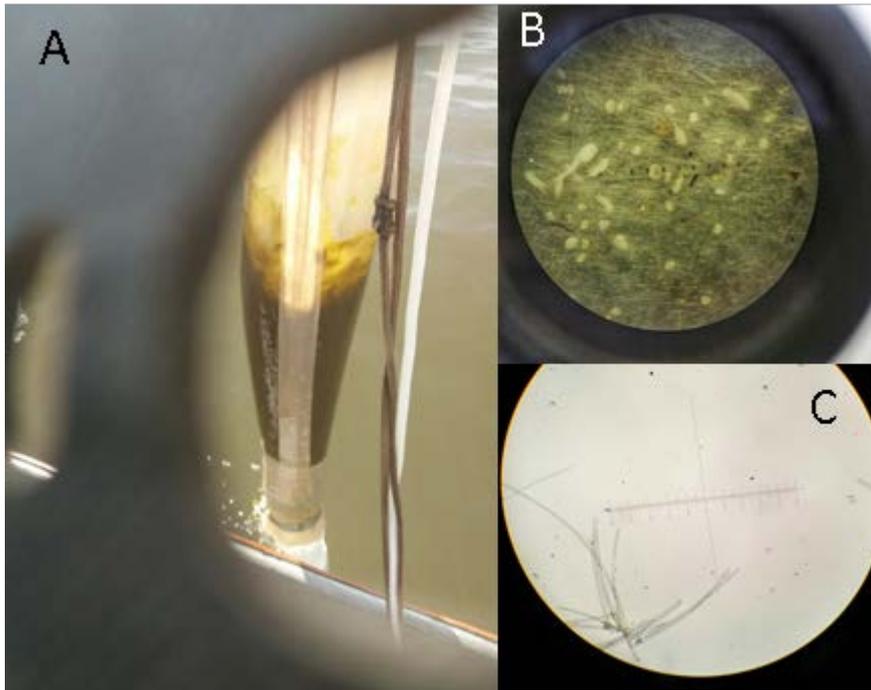
**Figura 20.** Variación del índice de larvas (IAL, eje izquierdo, en millones de larvas) de, en el panel izquierdo, sábalo (rojo), boga (azul), armado (gris) y en el panel derecho (IAL, eje izquierdo, en millones de larvas) de surubí (verde) y dorado (amarillo), para las localidades de Yapeyú (RUM) y Benito Legerén (RUI) entre los años 2007 y 2022. Las líneas de cuadrados y triángulos blancos consignan el índice de inundación de primavera y verano respectivamente (eje derecho,  $m.período^{-1}$ ). Las líneas de colores punteadas indican el promedio de la serie de índices de abundancia larval para la serie. DISC: discontinuidad.



**Figura 21.** Variación del índice de larvas (IAL, eje izquierdo, en millones de larvas) de, arriba, sábalo (rojo), bogas (azul), armados (gris) y, abajo, de surubí (verde) y dorado (amarillo), para las localidades de Paraná (RPM) entre los años 2001 y 2022. Las líneas de cuadrados y triángulos blancos consignan el índice de inundación de primavera y verano respectivamente (eje derecho, m.período<sup>-1</sup>). Las líneas de colores punteadas indican el promedio de la serie de índices de abundancia larval para la serie. DISC: discontinuidad.



**Figura 22.** Alturas máximas, medias y mínimas de los ríos Uruguay (localidad de Paso de los Libres, arriba) y Paraná (localidad de Paraná, abajo) registradas entre octubre y marzo de cada periodo reproductivo. El área sombreada azul consigna el período de bajante pronunciada en la cuenca del Río de la Plata. La línea punteada verde es la altura por debajo de la cual tiende a no haber flujo de larvas de peces migratorios de amplio rango en el río Uruguay. La línea roja punteada (abajo) indica el nivel de desborde promedio en el río Paraná, que implica una mayor distribución de larvas en las áreas de cría de la llanura de inundación.



**Figura 23.** Floración de algas en el río Uruguay a la altura de la ciudad de Fray Bentos (R.O.U.), diciembre 2021, enero y febrero 2022. A) Detalle de las dificultades introducidas durante la toma de la muestra, B) Vista del aspecto de una sub-muestra (1/16 parte) de la original bajo lupa estereoscópica y C) Detalle del alga filamentosa al microscopio.