

Relevamiento acústico de surubí en el área de veda permanente de Puerto Yeruá, río Uruguay

Bruno V Menna, Guadalupe Cascallares, Gabriel E Rossi, Ariel G Cabreira y Federico Castro Machado

Citar como:

Menna BV, Cascallares G, Rossi GE, Cabreira AG y Castro Machado F. 2024. Relevamiento acústico de surubí en el área de veda permanente de Puerto Yeruá, río Uruguay. Inf Investigación INIDEP N° 021/24, 15 pp.



Relevamiento acústico de surubí en el área de veda permanente de Puerto Yerúa, río Uruguay

Bruno V Menna¹, Guadalupe Cascallares², Gabriel E Rossi³, Ariel G Cabreira¹ y Federico Castro Machado¹

1 Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata, Argentina.

2 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina.

3 Prefectura Naval Argentina (PNA), Buenos Aires, Argentina.

Resumen

En este informe se presentan los resultados de las actividades de relevamiento acústico que se realizaron durante el mes de julio del año 2023 en el río Uruguay, localidad de Puerto Yerúa (provincia de Entre Ríos, Argentina). Estas actividades se desarrollaron en el marco de una campaña de marcación de surubí pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*). Los objetivos de la experiencia consistieron en actividades de relevamiento acústico para la estimación de abundancia en el área de mayor concentración del surubí pintado, medición de intensidad de blanco acústico de los individuos de esta especie y de otras capturadas durante la campaña. Además, se realizó la caracterización de la batimetría en el área de mayor concentración y la adquisición de registros acústicos pasivos en una parte del área de trabajo.

Palabras Clave

Hidroacústica, estimación de abundancia, intensidad de blanco acústico, *Pseudoplatystoma corruscans*, surubí pintado

Introducción

El empleo de instrumentos acústicos, como ecosondas monohaz, para la detección y cuantificación de organismos acuáticos constituye una metodología muy utilizada para el monitoreo y la evaluación de abundancia de recursos pesqueros. Un muestreo acústico se caracteriza por su alta resolución espacio-temporal, lo que permite prospectar grandes áreas en un corto período de tiempo y obtener una visión sinóptica de la distribución espacial de peces u otros organismos.

El río Uruguay, junto con los ríos Paraná, Paraguay y otros cursos fluviales, forman la cuenca del Plata. Tiene sus orígenes en Brasil y la desembocadura en el Río de la Plata luego de recorrer una longitud de 1.800 km. Su curso forma parte del límite entre Argentina y Brasil y en su último tramo del límite entre Argentina y Uruguay. El aprovechamiento principal que se hace del río es la generación de energía hidroeléctrica, por medio de la represa argentino - uruguaya de Salto Grande. La Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU) es el organismo binacional argentino - uruguayo que se encarga de la administración del río.

En el río Uruguay se desarrollan actividades de pesca artesanal y deportiva, las cuales son reguladas para asegurar la sostenibilidad de los recursos. En proximidades de la localidad de Puerto Yerúa (provincia de Entre Ríos, Argentina) se encuentra una zona de veda en la que se concentran ejemplares de la especie *Pseudoplatystoma corruscans* (surubí pintado). El surubí pintado es un recurso pesquero importante, objetivo de la pesca artesanal y deportiva. Desde 2008 se realizaron relevamientos hidroacústicos, que demostraron que existe una concentración importante de peces en el área de veda en comparación a zonas adyacentes (Alvarez Colombo y Cabreira, 2009, Alvarez Colombo y Cabreira, 2010, Cabreira y Alvarez Colombo, 2010).

En el año 2023, con el patrocinio de CARU, se realizó una campaña de marcación de surubí en el área de veda de Puerto Yerúa, de la que participaron el Programa de Aguas Continentales y el Gabinete de Hidroacústica del INIDEP y la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA, Uruguay). En el marco de dicha campaña, durante tres jornadas, se desarrollaron actividades de hidroacústica con el objetivo de realizar la estimación de abundancia de surubí mediante el método acústico, mejorar el conocimiento del área de estudio y de las características acústicas de los ejemplares de esta especie y



de otras presentes en el área. También se asistió a la de marcación al indicar las zonas con mayores detecciones de ecos de surubí para que los pescadores realicen sus actividades de pesca en dichos lugares.

Materiales y métodos

Equipamiento acústico

El relevamiento acústico se realizó con una embarcación con motor fuera de borda, propiedad de la CARU y con timonel del mismo organismo. En dicha embarcación se montó un sistema de ecosonda científica monohaz portátil SIMRAD EK80 configurada para operar en la frecuencia de 120 kHz, con un transductor del tipo *split beam* y apertura de haz de 7°. El transductor se montó en una de las bandas de la embarcación mediante una estructura metálica que lo mantuvo en posición vertical, a una profundidad de 50 cm.

La ecosonda se operó en modo onda continua o CW (*Continuous Wave*), con una duración de pulso de 256 μ s y una frecuencia de disparo de 3 pulsos por segundo. El equipo se calibró antes del inicio de la campaña y además durante el desarrollo de la misma se verificaron los parámetros de calibración. En todos los casos se siguió el procedimiento de calibración con blancos estándar esféricos de carburo de tungsteno (Foote *et al.*, 1987).

La ecosonda se conectó a una computadora portátil en la que se ejecutó el programa de operación y adquisición de datos. A esta computadora se conectaron dos receptores de GPS: uno para proveer la información de posición, velocidad y rumbo para georreferenciar los datos acústicos adquiridos y el otro el para el programa de navegación OPENCNP, que se utilizó con una carta digital del área de trabajo para planificar y ejecutar los derroteros acústicos y para fijar marcas en los lugares con detecciones de surubí.

Los equipos se montaron en una caja de transporte de alta resistencia mecánica (Figura 1) y se alimentaron con una batería de 12 V y 75 Ah, que permitió una autonomía suficiente para completar las jornadas de trabajo, para luego ponerla a recargar.



Figura 1. Caja de transporte en la que se aloja el transeceptor de la ecosonda, la computadora de operación y adquisición de datos y el monitor del programa de navegación, montada en la embarcación antes de iniciar una de las jornadas de trabajo.



Relevamiento y procesamiento de datos acústicos

Las actividades de relevamiento acústico se desarrollaron durante tres jornadas de trabajo a finales del mes de julio, es decir durante el invierno. Consistieron en realizar un muestreo general de área para determinar la zona con mayor cantidad de detecciones de surubí y realizar un muestreo acústico intensivo en dicha zona para obtener una estimación de abundancia mediante el método de eointegración. La adquisición de datos acústicos se realizó a una velocidad promedio de 4 nudos.

Durante la primera jornada y parte de la segunda se llevó adelante un relevamiento en un área amplia que se extendió río abajo hasta el monumento de la meseta de Artigas. Se realizó un recorrido mediante transectas en *zig-zag*, en dos oportunidades en las que se intercalaron los vértices de las transectas para maximizar el área cubierta.

En la segunda y tercera jornadas se realizaron muestreos intensivos en el área con mayores detecciones de la especie surubí, mediante transectas de costa a costa, normales a la batimetría, y con la menor separación posible entre sí. El límite del área de muestreo intensivo se determinó a partir de la ausencia de registros asociados a surubí. El relevamiento de dicha área se efectuó dos veces en dos jornadas diferentes lo que permitió tener una visión de posibles cambios en la distribución de las detecciones.

Adicionalmente, se realizaron transectas paralelas a la costa a distintas distancias de las márgenes del río, de igual manera que lo hacen las embarcaciones de los pescadores, para identificar trayectorias con mayor cantidad de detecciones e informarlas en el momento a los pescadores.

Durante cada jornada de trabajo, los datos acústicos se almacenaron en el disco interno de la computadora de control de la ecosonda y se realizaron copias de respaldo en un disco externo. Una vez finalizada la jornada de trabajo, los datos se revisaron e interpretaron de manera preliminar mediante el programa de procesamiento de datos acústicos Echoview versión 9.0 (Echoview, 2018). La interpretación final de los datos se realizó luego de finalizada la campaña, en el Gabinete de Hidroacústica del INIDEP.

Mediciones de intensidad de blanco acústico

Otra actividad que se llevó a cabo fue la de efectuar mediciones de intensidad de blanco acústico o *TS* (*Target Strength*) de individuos de la especie surubí. El valor de *TS* normalmente se obtiene a partir de mediciones *in-situ* o mediante modelos analíticos de la morfología del blanco acústico. En el caso de peces con vejiga gaseosa, es este órgano el responsable de la mayor parte de la retrodispersión acústica por lo que, en esos casos, los modelos analíticos se basan en la forma y orientación de la vejiga gaseosa. Las mediciones de *TS* son necesarias para establecer una relación con la longitud de los individuos. Esta relación permite convertir los datos acústicos a densidad de individuos, valor necesario para estimar la abundancia.

El procedimiento de medición consistió en que, una vez que se efectuó una captura y se realizó la medida de la longitud del individuo y la colocación de la marca, la lancha de hidroacústica se acercó para tomar al individuo capturado y pasarlo en no más de tres oportunidades por debajo del transductor de la ecosonda para registrar su eco. Esta operación se realizó con la colaboración de un pescador artesanal del lugar, muy experimentado en el manejo de los peces capturados, gracias a lo cual el proceso de medición en todos los casos demoró un tiempo muy escaso. De cada individuo, antes de iniciar las mediciones de *TS*, se tomó nota del número de la marca que se le aplicó y se utilizó dicho número como parte del prefijo del archivo de grabación de la ecosonda. De esta manera, se obtuvieron distintos archivos de cada individuo medido en los cuales se vinculó el número de marca con la longitud del individuo registrada en las planillas.

Los archivos de datos acústicos correspondientes a las mediciones de *TS* de cada individuo se procesaron con el programa Echoview en el que se aplicó un algoritmo de detección de blancos



individuales y, posteriormente, se conformaron *fish-tracks*, que son sucesivas detecciones de un mismo blanco y se obtuvieron los valores promedio de *TS* de cada *fish-track*.

Los valores promedio de *TS* se combinaron en una tabla con las mediciones de longitud que se obtuvieron durante la marcación. En la misma tabla se agregaron las mediciones que se obtuvieron durante una campaña similar que se realizó en el año 2022. Se agruparon las mediciones en clases de longitud cada 10 cm. En cada grupo se promediaron las mediciones de *TS* y longitud para considerar un par longitud-*TS* por cada clase de longitud. Luego se realizó una regresión lineal entre el logaritmo en base 10 de la longitud media de cada clase, en cm, y el valor de *TS* medio de cada clase, en dB, para obtener una relación entre el *TS* y la longitud de los individuos de la especie surubí de la forma:

$$TS = 20 \log(LT) - b \quad (1)$$

Donde:

LT es la longitud total del pez, en cm.

b es la ordenada al origen, en dB, de la relación.

Además de individuos de la especie surubí se midieron otras especies capturadas con el objetivo de establecer contrastes entre los ecos de las distintas especies, información necesaria al momento de realizar la interpretación de los datos acústicos para evitar asignar a una especie detecciones de otra. Con el mismo objetivo, y también con la colaboración del pescador artesanal del lugar, se realizaron muestreos con trasmallos y espineles para determinar las fracciones menores de fauna íctica presentes en el área y poder diferenciarlas de los ecos de surubí durante la interpretación de los datos acústicos

Estimación de abundancia

El empleo de ecosondas científicas calibradas, como la que se utilizó en esta campaña, permite obtener información gráfica de las detecciones de peces, que es muy valiosa para estudios de distribución y comportamiento, pero además permite obtener información cuantitativa para la estimación de abundancia de recursos.

Dicha estimación de la abundancia se consigue a través del método de ecointegración (Forbes y Nakken, 1974; MacLennan y Simmonds, 1992). Este método se basa en las mediciones absolutas del coeficiente de retrodispersión de volumen (s_v), que representa la contribución al eco de todos los blancos presentes en el volumen de muestreo, con una relación de proporcionalidad lineal entre cantidad de blancos en el volumen de muestreo y magnitud del coeficiente de retrodispersión de volumen (Foote, 1983).

Para cada disparo de la ecosonda se calcula el valor acumulado del coeficiente de retrodispersión de volumen en toda la columna de agua y luego se promedian los valores obtenidos para todos los disparos incluidos en una cierta distancia (intervalo de ecointegración). De esta manera, se obtiene un valor que es proporcional al número medio de blancos distribuidos en la columna de agua para esa distancia, esta magnitud se denomina coeficiente de retrodispersión de área náutica y se denota como s_A .

Durante la interpretación de los datos acústicos se asignan los valores de s_v a regiones correspondientes a categorías acústicas en general asociadas a una especie biológica. Por ello al realizar la ecointegración se obtiene, para cada intervalo de distancia, un valor de s_A asociado a cada categoría acústica interpretada. Para transformar los valores de s_A a cantidad de individuos de una determinada especie es necesario conocer la respuesta acústica de un individuo de dicha especie, dada por el parámetro *TS*. Además, son necesarios datos de muestreos biológicos que permitan establecer las distribuciones de longitud y peso de los individuos presentes en el área de estudio.



La combinación de los parámetros descriptos permite realizar una estimación de la densidad de biomasa de una especie en un área determinada:

$$d = \frac{s_A}{4\pi} \frac{\bar{w}}{10^6} \frac{1}{10^{\overline{TS}/10}} \quad (2)$$

donde; d es la densidad de biomasa, en t/mn^2 , s_A es el valor del coeficiente de retrodispersión de área náutica, en m^2/mn^2 , \bar{w} es el peso medio, en g, de los individuos en el área de estudio y \overline{TS} es la intensidad de blanco, en dB, para la longitud media de los individuos en el área de estudio.

En un área de estudio determinada se tendrán tantos valores de densidad de biomasa d como valores de s_A se hayan obtenido, el valor de biomasa estimado será el producto entre el promedio de los valores de densidad de biomasa por la superficie del área de estudio.

En base a esta metodología, se realizaron estimaciones de abundancia para los muestreos acústicos intensivos en la zona con mayor cantidad de detecciones de blancos de surubí y donde se realizaron las capturas durante la campaña, de esta forma se obtuvieron los valores de longitud total media y, por relación longitud-peso, el peso medio de los individuos capturados.

Para el caso del muestreo exploratorio no se realizó una estimación de abundancia porque no se contó con valores de longitud total media y peso medio dado que no se produjeron capturas en dicha área.

Batimetría y características del fondo

A partir de los datos acústicos que se adquirieron en las jornadas de trabajo, mediante el programa Echoview se obtuvieron las líneas de fondo, que consisten en la detección de la profundidad del fondo del río a lo largo de las derrotas que se realizaron. Estas líneas permitieron caracterizar la batimetría del área y sus particularidades. Además, se observaron los valores de dureza de fondo que indicó la ecosonda durante los relevamientos para detectar zonas con fondo duro o blando.

Actividad de acústica pasiva

Durante esta campaña, el Gabinete de Hidroacústica del INIDEP propuso realizar la grabación del sonido ambiente subacuático en el área de trabajo mediante un hidrófono experimental. Este dispositivo, del tipo autocontenido, se instaló sumergido en la margen argentina del río y en proximidades del lugar con mayor cantidad de registros acústicos asociados a surubí (Figura 2).



Figura 2. Instalación del hidrófono autocontenido en la costa de la margen argentina.



Resultados y Discusión

Relevamiento y procesamiento de datos acústicos

El relevamiento general se completó en una jornada y media. En total se recorrieron 35 mn y se cubrió una superficie de 3 mn². En este relevamiento se detectaron escasos registros de blancos individuales asociados a la especie surubí (Figura 3).

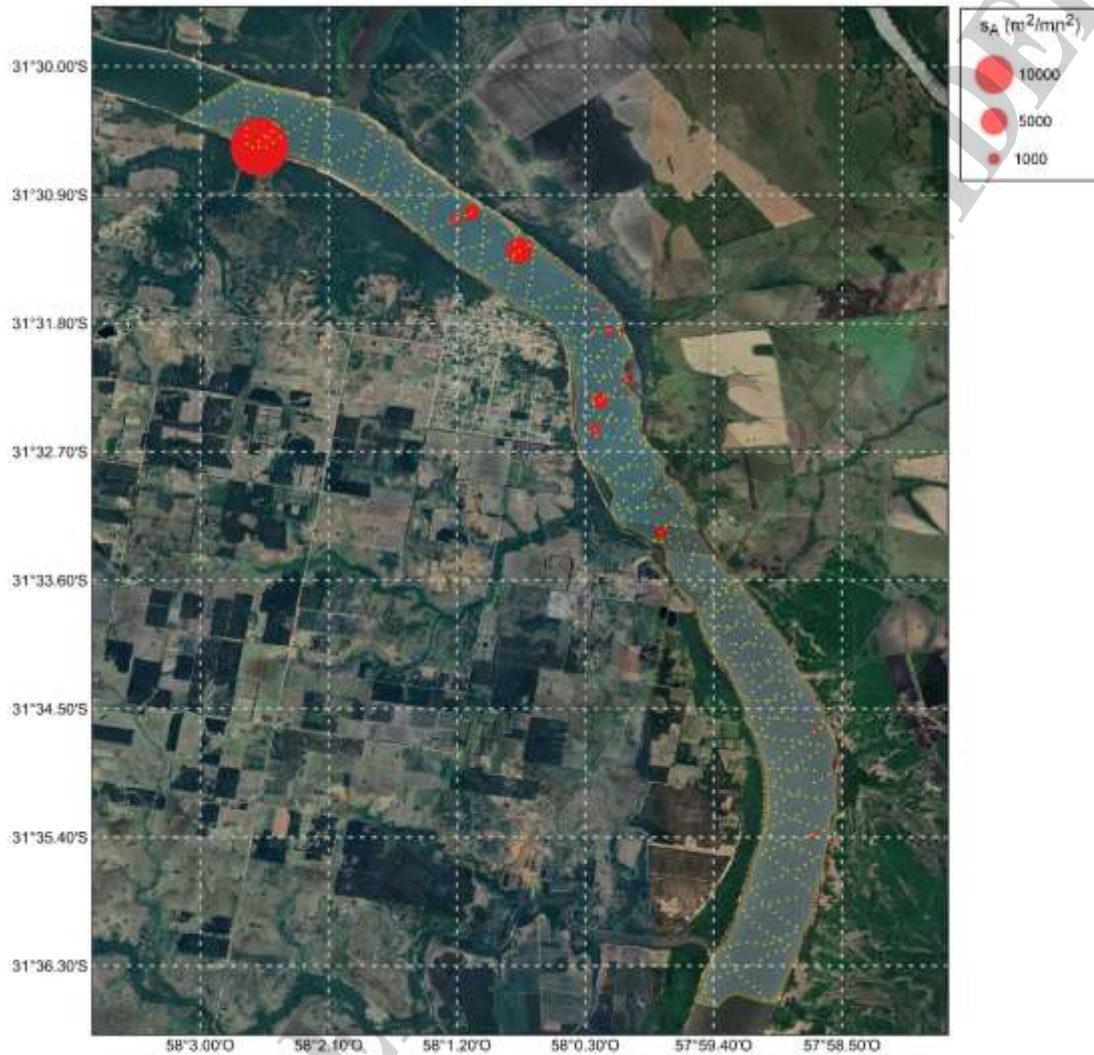


Figura 3. Derrotero del muestreo acústico y valores de eointegración para el muestreo exploratorio río abajo hasta el monumento de la Meseta de Artigas.

Se realizaron dos relevamientos intensivos durante dos jornadas, en el área donde se concentraron la mayor cantidad de registros acústicos asociados a surubí, que coincidió con el lugar donde se produjeron la mayoría de las capturas. Cada uno de estos relevamientos tuvo una longitud total de 12 mn y en ambos casos cubrieron una superficie de 0,5 mn².

Luego del procesamiento e interpretación de los datos acústicos se realizó la eointegración, con un intervalo de eointegración de 100 m para obtener los valores del coeficiente de retrodispersión de área náutica (s_A). Se representaron los valores de eointegración que se obtuvieron para los relevamientos de una misma área en dos días distintos para evaluar diferencias en la distribución de las detecciones. En este caso se obtuvo menor cantidad de detecciones en el primer relevamiento intensivo (Figura 4)



en comparación con el segundo (Figura 5). Más allá de la cantidad de detecciones, la distribución espacial de estas no difiere significativamente en ambos casos: con una distribución de registros a lo largo de la línea de costa sobre la margen argentina y una concentración más localizada cerca de la costa sobre la margen uruguaya.



Figura 4. Valores de ecoinTEGRACIÓN para el primer muestreo intensivo.



Figura 5. Valores de ecoinTEGRACIÓN para el segundo muestreo intensivo.

Del análisis de detección de blancos individuales en los registros de los muestreos intensivos se obtuvieron histogramas de distribución de frecuencias de valores de TS (Figura 6) que, en función de

la relación entre el TS y la longitud de los peces, puede transformarse en una distribución de longitudes. En ambos días la moda de los valores de TS fue muy similar, aunque la distribución de frecuencias para el segundo muestreo estuvo mejor definida, y evidenció una segunda moda. La distribución de frecuencias de los datos del primer muestreo no fue tan clara dado que en los datos de ese día se detectaron menor cantidad de blancos individuales.

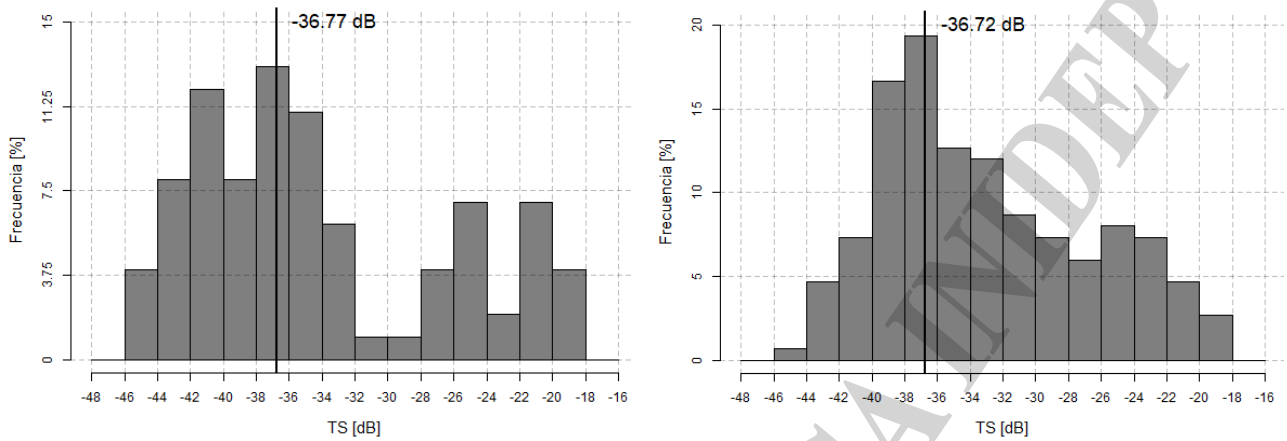


Figura 6. Distribuciones de valores de TS de las detecciones individuales que se obtuvieron en el primer (izquierda) y segundo (derecha) muestreo intensivo, en ambos casos se indica con una línea vertical la moda de los valores registrados.

En los ecogramas realizados desde la margen argentina hacia la uruguaya y en ambas márgenes se detectaron ecos de surubí; en la margen argentina, a 17 m de profundidad y en la margen uruguaya, a 9 m de profundidad (Figura 7).

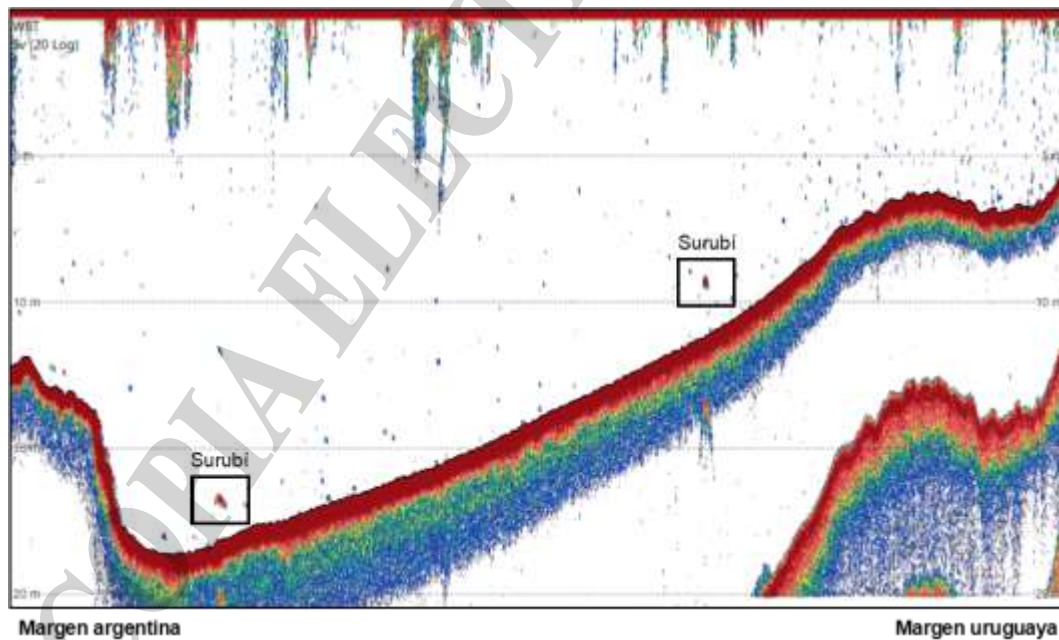


Figura 7. Ecograma que muestra una transecta desde la costa argentina a la uruguaya en la que se detectaron dos blancos individuales de surubí a profundidades de 17 y 9 m respectivamente.

En dos ecogramas obtenidos de la transecta sobre la margen uruguaya, antes de llegar a su extremo, se observó una detección cerca del fondo, a 14 m de profundidad, mientras que, al salir del extremo, es



decir, al inicio de una nueva transecta, se volvió a observar una detección, pero esta vez por encima del fondo, a 12 m de profundidad (Figura 8).

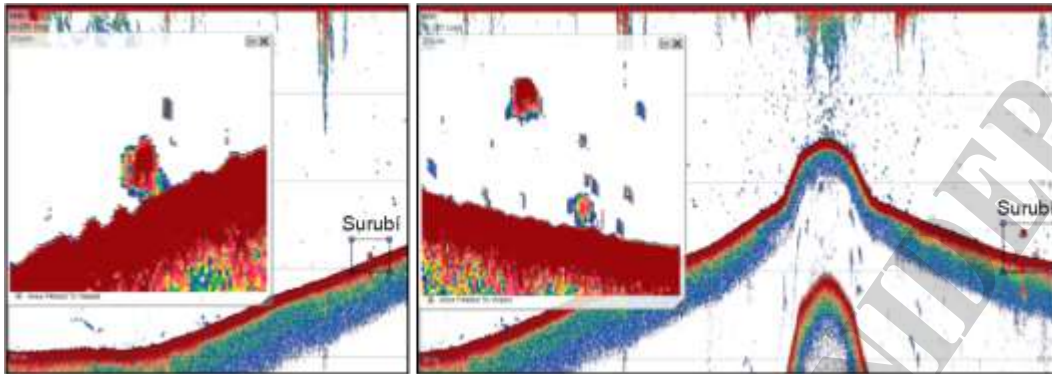


Figura 8. Ecogramas obtenidos mientras se navegaba cerca del extremo de una transecta que muestran individuos de surubí, detectados al navegar hacia la costa uruguaya, sobre el fondo a 14 m de profundidad (izquierda) y al navegar desde la costa uruguaya a la argentina por encima del fondo, a 12 m de profundidad (derecha).

En los ecogramas de la costa argentina se detectaron numerosos individuos de surubí, en las mayores profundidades, del orden de los 24 m. Los individuos detectados se distribuyeron en estratos en la columna de agua, que en general estuvieron entre los 10 y 17 m (Figura 9).

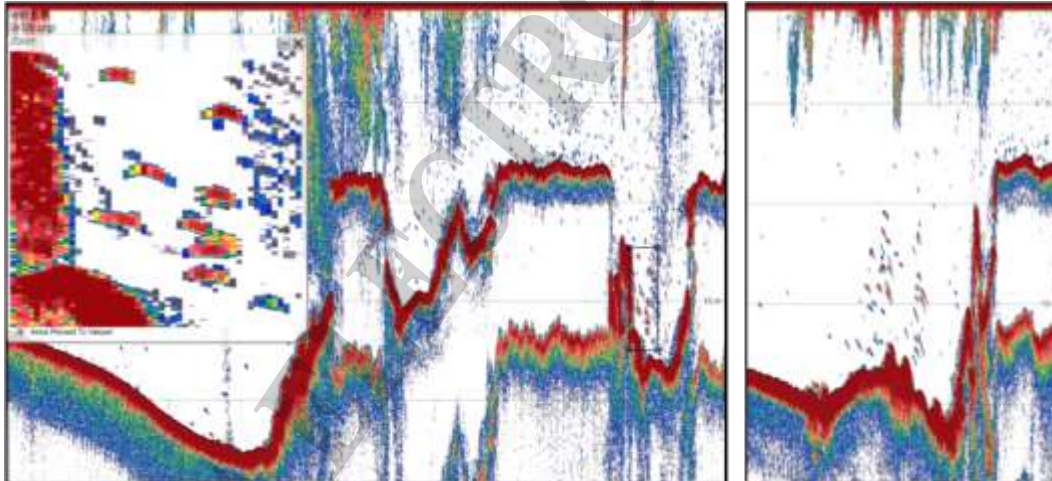


Figura 9. Ecogramas en los que se aprecian múltiples detecciones de individuos de surubí cerca de la costa argentina en las áreas de mayor profundidad. En el ecograma de la izquierda las detecciones se encuentran entre los 12 y 17 m de profundidad y entre los 10 y 17 m en el ecograma de la derecha.

Mediciones de intensidad de blanco acústico

Durante las dos últimas jornadas de trabajo se realizaron mediciones de intensidad de blanco acústico de individuos de la especie surubí que se capturaron y marcaron.

De los 34 individuos que se intentaron medir, a 31 se logró pasarlos por debajo del transductor de la ecosonda para obtener un registro satisfactorio. En un caso, dado el movimiento de lanchas alrededor de la que portaba la ecosonda, se generó un campo de burbujas muy grande que produjo un disturbio

importante en los datos acústicos. Al ver que la dispersión de las burbujas y la consiguiente mejora en los datos adquiridos demoraba demasiado tiempo se decidió liberar al individuo. En los otros dos casos, la trayectoria que siguieron los individuos fue por fuera del eje del transductor por lo que, luego de intentar tres veces en cada caso y no tener resultados positivos los individuos fueron liberados.

De las 31 mediciones obtenidas una correspondió a un *Luciopimelodus pati* (patí) de 40 cm de longitud total y otra a un *Zungaro zungaro* (manguruyú) de 55 cm de longitud total. Las restantes 29 mediciones se efectuaron sobre individuos de surubí, cuyas longitudes totales estuvieron en el rango de 82 a 151 cm. Luego de procesar las mediciones se obtuvieron 25 mediciones que cumplieron con los criterios de selección de bancos individuales.

Las mediciones de TS de los individuos de patí y manguruyú fueron de -42 dB y -38 dB respectivamente. Estos valores están dentro de los posibles que se observan para surubí, por lo que no es esta una característica distintiva entre especies, si no la forma particular del eco. El surubí evidencia un blanco más grande en espesor que el del resto de las especies (Figura 10).

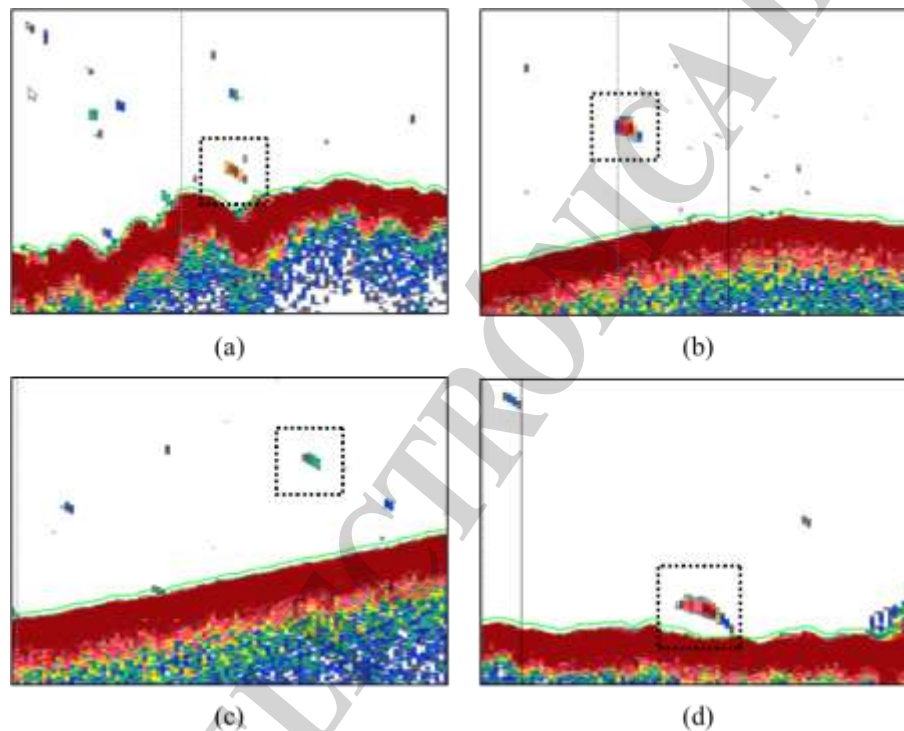


Figura 10. Comparación entre los ecos de otros peces (a) y (c) y surubí (b) y (d).

A partir de las mediciones de TS que se obtuvieron para individuos de surubí en las campañas de 2022 y 2023 se ajustó un modelo lineal (Figura 11). Se destaca que en el modelo lineal que se obtuvo, la pendiente se ajustó en un valor muy cercano a 20, esto indica una dependencia cuadrática entre la longitud y el TS. Esto es esperable ya que el TS es una magnitud asociada a la superficie dorsal del retrodispersor (Foote, 1987). Para mejorar el conjunto de datos y el ajuste es necesario incrementar la cantidad de mediciones de individuos de longitudes totales menores a 100 cm.

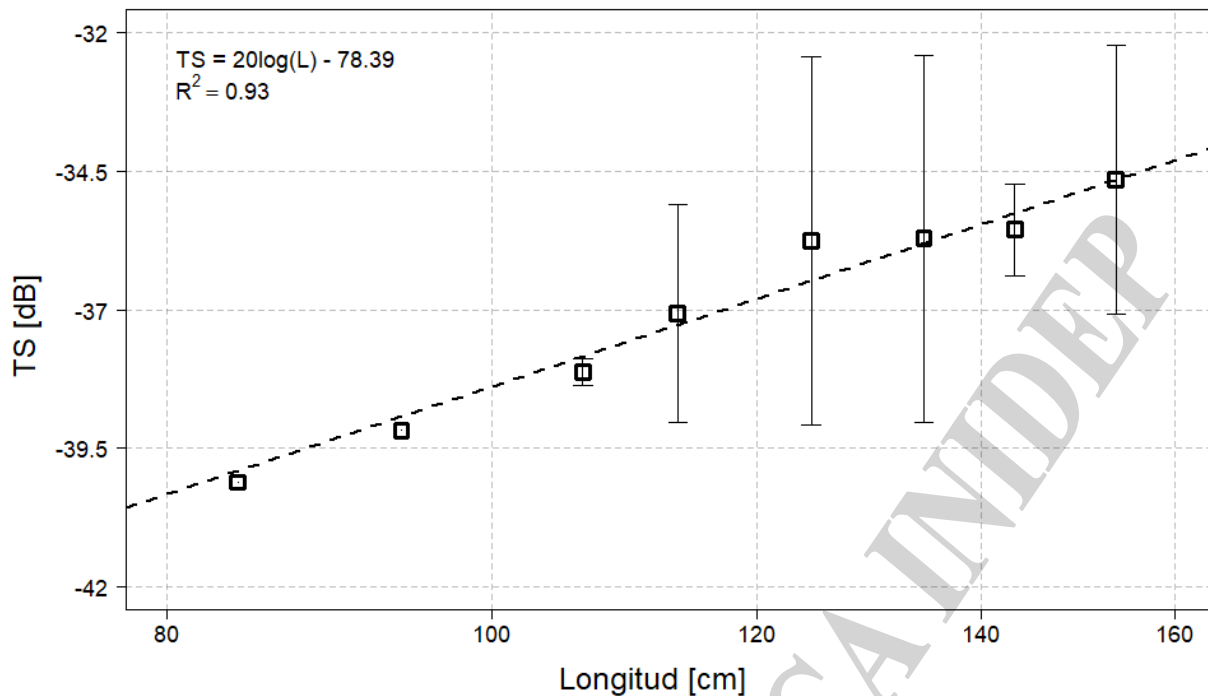


Figura 11. Datos de mediciones de *TS* agrupadas en intervalos de 10 cm de longitud y regresión lineal obtenida.

Estimación de abundancia

A partir de los valores de eointegración de los relevamientos intensivos, los valores medios de longitud y peso de los ejemplares marcados y de la regresión lineal para relacionar el *TS* con la longitud de los individuos de surubí, se realizaron dos estimaciones de abundancia (en número de individuos) y de biomasa (en toneladas). Los resultados que se obtuvieron se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores de abundancia y biomasa obtenidos para los relevamientos acústicos.

| Día | Abundancia (individuos) | Biomasa (t) |
|------------|--------------------------------|--------------------|
| 28/07/2023 | 23.603 | 482,91 |
| 29/07/2023 | 26.536 | 542,93 |

Con los datos del relevamiento que se realizó en el año 2022 (Castro Machado et al, 22) y la ecuación de *TS* que incorpora las mediciones realizadas en 2023, se recalculó la abundancia y biomasa, para el año 2022, que resultaron en 27,665 individuos y 566,02 t, algo superior a los dos valores estimados en el año 2023.

Los valores de abundancia y biomasa que se obtuvieron en 2022 y 2023 están en el mismo orden de magnitud, las diferencias entre sus valores pueden atribuirse a inexactitudes del método, tanto en la etapa de relevamiento como de interpretación, así como a la dinámica propia de los organismos. Es por esto que dichos valores se toman como un índice de abundancia y no como un valor absoluto. Esto permite, a partir de los valores relativos del índice, evaluar tendencias en la abundancia a lo largo del tiempo.



Batimetría

La batimetría obtenida para el área donde se desarrolló el muestreo acústico intensivo se muestra en la Figura 12, donde se indican, mediante isolíneas, las profundidades de 5, 10, 15 y 20 m.

Como características de la batimetría se pueden destacar:

- Desde la costa uruguaya hacia la argentina la batimetría no presenta irregularidades e incrementa la profundidad de manera suave.
- Más cerca de la costa argentina se observan lugares donde se alcanzan las máximas profundidades, del orden de los 24 m.
- Hacia la costa argentina la profundidad disminuye abruptamente, desde profundidades en el orden de los 20 m a menores a 10 m, en distancias recorridas menores a 50 m.

Existen dos zonas cercanas a la costa argentina en las que las profundidades fueron las más altas.

La indicación de dureza que provee la ecosonda alcanzó sus máximos valores en las zonas más profundas cerca de la costa argentina, lo que hace suponer que en dichos lugares el fondo puede estar compuesto por piedras, mientras que en el resto de los lugares los valores de dureza se asocian a fondos de sedimentos blandos.



Figura 12. Mapa batimétrico del área donde se realizaron los relevamientos acústicos intensivos, las profundidades en metros se indican mediante isolíneas.

Actividad de acústica pasiva

En total se grabaron 19 horas de sonido ambiente subacuático, que incluyeron: partes del final e inicio de dos jornadas de trabajo, en las que se registraron múltiples sonidos producidos por las embarcaciones y sus motores fuera de borda. Durante toda la noche se registraron sonidos posiblemente asociados a vocalizaciones de organismos acuáticos.



Conclusiones

Los resultados obtenidos permitieron el monitoreo de la abundancia y distribución surubí en el área de estudio.

Se realizaron relevamientos acústicos intensivos sobre el área en la que se produjeron la mayor cantidad de detecciones, al igual que la mayoría de las capturas. Este muestreo intensivo se realizó en dos jornadas consecutivas, lo que permitió obtener distribuciones de las detecciones y estimaciones de abundancia para ambas jornadas. Los resultados que se obtuvieron en 2023 se compararon con los de 2022 y resultaron en similares ordenes de magnitud.

También se pudo obtener información detallada de la batimetría del área donde se produjeron la mayor cantidad de detecciones, así como características del tipo de fondo a partir de la indicación de dureza de fondo que proporciona la ecosonda. En futuras campañas se considera que sería importante utilizar un muestreador de sedimento tipo *snapper* para caracterizar el tipo de fondo y correlacionarlo con el valor de dureza que proporciona la ecosonda.

A partir del análisis de las dos prospecciones, se puede concluir que en el área de veda se concentran altas densidades de peces en comparación con las observadas en zonas adyacentes.

La medición de *TS* de individuos capturados arrojó resultados inéditos en cuanto a conocer y caracterizar la respuesta acústica del surubí y la formulación de la relación entre *TS* y la longitud total de los ejemplares. Se pudo perfeccionar la relación de *TS* con la longitud de los individuos para surubí, fundamental para la estimación de abundancia.

Para perfeccionar aún más el modelo de *TS* que se obtuvo, sería necesario incrementar el número de mediciones en individuos de longitudes totales menores a 100 cm y agregar mediciones de individuos de longitudes mayores para reducir la dispersión en las mediciones disponibles actualmente.

Agradecimientos

A Diego Delgado, chofer del INIDEP por su buena predisposición durante los viajes y en el tiempo de permanencia en la localidad de Puerto Yerúa. A Mauricio, pescador artesanal de Puerto Yerúa por su importante colaboración durante las mediciones de intensidad de blanco. A Juan Pablo, chofer y timonel de CARU por su buena predisposición y habilidad para llevar el rumbo de la embarcación. A Juan Pablo Godoy, de la localidad de Puerto Yerúa por su colaboración e interés permanente en las actividades desarrolladas.



Bibliografía

Álvarez Colombo GL, Cabreira AG. 2009, PROSPECCIÓN ACÚSTICA DEL BAJO RÍO URUGUAY (C.A.R.U. - FEBRERO DE 2009). Inf. Asesoramiento y Transferencia INIDEP N° 021/2009. 12 pp.

Álvarez Colombo GL, Cabreira AG. 2010, PROSPECCIÓN ACÚSTICA EN EL RÍO URUGUAY ÁREA DE VEDA – PUERTO YERUÁ NOVIEMBRE DE 2009. Inf. Asesoramiento y Transferencia INIDEP N° 052/2010. 7 pp.

Cabreira AG, Álvarez Colombo GL. 2010. PROSPECCIÓN ACÚSTICA EN EL RÍO URUGUAY SALTOGRANDE – MESETA DE ARTIGAS Y AREA DE VEDA PUERTO YERUÁ - AGOSTO DE 2009. Inf. Asesoramiento y Transferencia INIDEP N° 05/2010. 6 pp.

Castro Machado F, Menna BV, Cascallares MG, Cabreira AG. 2022. Prospección acústica del área de veda de Puerto Yerúa en el Río Uruguay – junio y julio de 2022. Inf. Asesoramiento y transferencia INIDEP N° 096/2022. 14 pp.

Foote KG. 1983. Linearity of fisheries acoustics, with addition theorems. *Journal of Acoustic Society of America*. 73(6): 9 pp.

Foote KG. 1987. Fish target strength for use in echo integrator surveys. *Journal of Acoustic Society of America*. 82(3): 7 pp.

Foote KG, Knudsen HP, Vestnes G, MacLennan DN and Simmonds EJ. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. *International Council for the Exploration of the Sea Cooperative Research Report*, 144: 57 pp.

Forbes ST y Nakken O. 1974. Manual de métodos para el estudio y la evaluación de los recursos pesqueros. Parte 2: Utilización de instrumentos acústicos para la localización de peces y la estimación de su abundancia. *Manual FAO Ciencia Pesquera*. Vol. 5: 144 pp.

MacLennan DN y Simmonds EJ. 1992. *Fisheries Acoustics*. Chapman and Hall, London.

Echoview Software Pty Ltd (2018). Echoview® version 9.0.