

## Síntesis de los principales resultados del Proyecto de evaluación del recurso sábalo en la baja cuenca del Paraná.

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de Nación (SAGPyA), Provincia de Entre Ríos, Provincia de Santa Fe, INALI, UNL, INIDEP

### Antecedentes

El sábalo, *Prochilodus lineatus*, es la especie predominante en las capturas de la baja Cuenca del Plata. Su gran abundancia se explica, entre otros factores, por sus hábitos de alimentación iliófaga y una estrategia reproductiva exitosa que involucra la realización de migraciones río arriba y el desove en aguas abiertas, acoplado a las crecientes, como mecanismo de dispersión de huevos y larvas a las áreas de cría del valle aluvial.

Históricamente, las capturas de sábalo en gran escala (Fig. 1) comenzaron a partir de la década de 1930, con el desarrollo de plantas para la elaboración de aceite de pescado y “guano” (fertilizante) con la fracción sólida, que posteriormente se utilizó para la fabricación de harina de pescado para alimentos balanceados. Entre 1982 y 1984 se realizaron exportaciones de sábalo eviscerado congelado, para consumo, a países sudamericanos y africanos, con un máximo de 10.738 toneladas en 1982. Luego de la declinación de la industria de reducción (actualmente inexistente) se produjo una fuerte reactivación de la actividad exportadora a partir de mediados de la década de 1990, que impulsó un rápido incremento de las capturas a niveles sin precedentes. Entre 1994 y 2004 las exportaciones registradas pasaron de 2.785 toneladas a 32.000 toneladas de sábalo eviscerado (correspondientes a aproximadamente 3.133 y 36.000 toneladas de pescado entero); situando a esta especie en un lugar destacado en las exportaciones argentinas.

Este incremento estuvo acompañado, como era esperable, por una reducción en el tamaño medio de los peces capturados, debido al aumento del esfuerzo de pesca y a la progresiva disminución del tamaño de malla de las redes utilizadas.

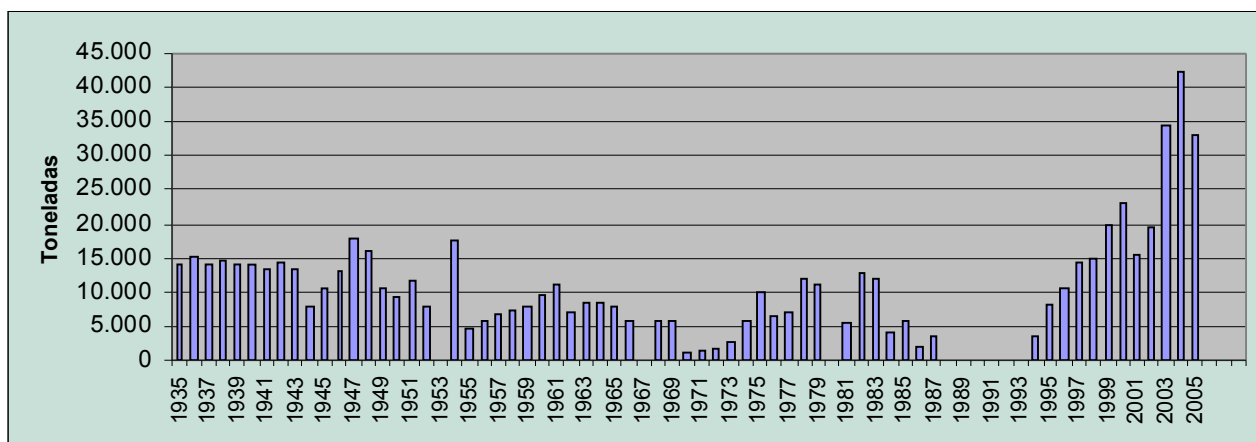


Figura 1. Capturas de sábalo en toneladas entre 1935 y 2005, no hay información disponible entre 1988 y 1993, los datos a partir de 1994 corresponden solamente a las

capturas para exportación. (Fuentes: ex Dirección Nacional de Pesca Continental y SENASA).

Ante este escenario, y teniendo en cuenta la carencia de información adecuada sobre el recurso, se decidió la realización de un estudio en el marco de la Comisión de Pesca Continental del Consejo Federal Pesquero, como primera fase de un proyecto para evaluar la sustentabilidad de la pesquería.

- **Objetivo:** evaluar las pesquerías de sábalo y recomendar medidas de manejo para asegurar el uso sustentable del recurso.
- **Área de estudio:** principales zonas de pesca de sábalo entre Reconquista (Santa Fe) y Victoria (Entre Ríos) (Fig. 2)
- **Metodología:** evaluación del “stock” de sábalo a lo largo de un ciclo anual, mediante la realización de cinco campañas de pesca exploratoria, de 12 días de duración cada una, entre abril de 2005 y marzo de 2006. (abril–mayo, julio–agosto, septiembre–octubre, noviembre–diciembre y febrero–marzo)
- **Información a obtener:**
  - Distribución y estructura poblacional (tamaños, edades y sexos).
  - Selectividad de artes de pesca.
  - Crecimiento individual.
  - Tamaño de primera maduración.
  - Ciclo reproductivo.
  - Fecundidad en función del tamaño.
  - Estimación de la mortalidad
  - Incidencia sobre especies acompañantes.
  - Monitoreo de capturas comerciales.
- **Elaboración de los datos:** determinación del tamaño óptimo de captura, niveles de intensidad de pesca y otros aspectos de la explotación para el aprovechamiento racional y ecológicamente aceptable del recurso.

### Actividades de monitoreo

En cada zona, las operaciones de pesca se realizaron en ambientes leníticos y lóticos del valle de inundación, donde se realiza con mayor intensidad la pesca artesanal. Los artes de pesca utilizados fueron baterías de redes agalleras de hilo multifilamento, compuestas por paños de 50 m de longitud y mallas de 50, 70, 80, 105, 120, 140, 160 y 180 mm entre nudos opuestos, y trasmallos (“tres telas”) de igual longitud con mallas de 105, 120, 140 y 160 mm en el paño central y 400 mm en los “espejos”.

Las redes se calaron por la tarde, entre las 15 hs y las 17 hs, y se levantaron a la mañana siguiente. En cada campaña y cada estación o sitio de muestreo se realizaron operaciones de pesca al menos durante dos días consecutivos. Las capturas se registraron por malla y se estandarizaron a 100 m de red por noche de pesca. De todos los ejemplares de sábalo capturados se obtuvieron los datos de longitud, peso total y eviscerado, sexo y estadio gonadal macroscópico y se extrajeron escamas para la determinación de edades. De submuestras representativas se fijaron gonadas en formol 10 % para los estudios histológicos de maduración y fecundidad.

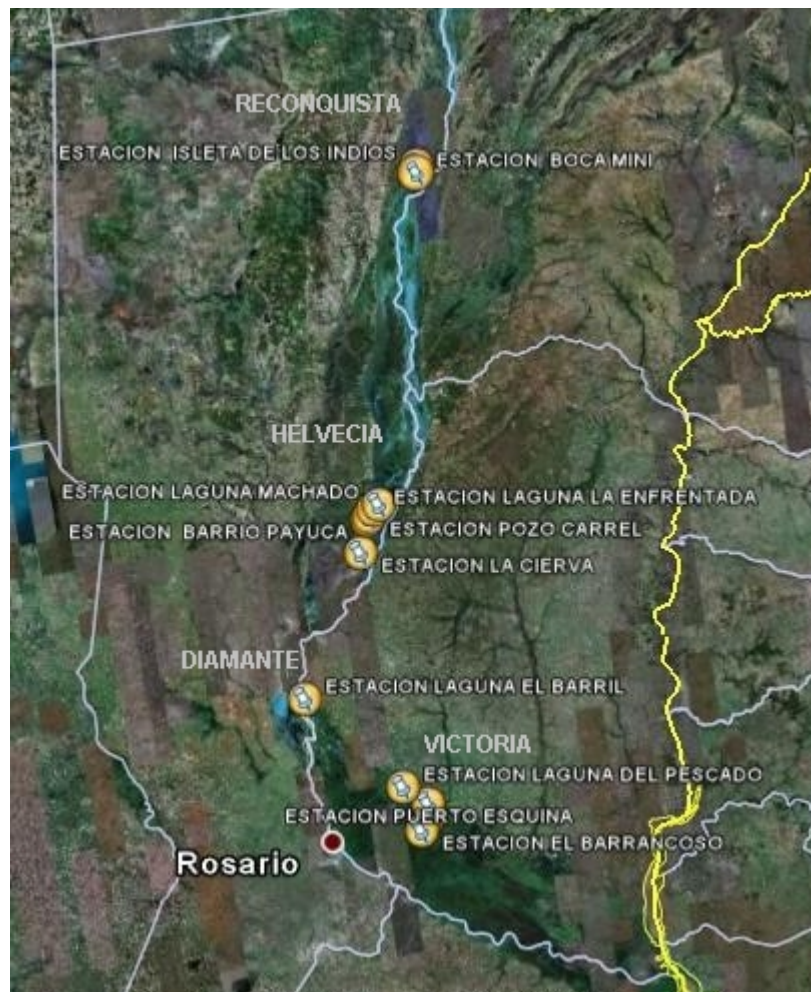


Figura 2. Zonas y estaciones de muestreo.

## Resultados

### Estructura poblacional

Distribución de tallas: Figura 3. Las distribuciones de longitudes de la pesquería comercial Victoria en 1995 La distribución de tallas muestra dos modas, en 15 cm y 20 cm, que corresponden al grupo de peces nacidos en el periodo reproductivo 2004-2005), tal como fue corroborado por la lectura de edades (ver más adelante). Prácticamente no se capturaron ejemplares en el intervalo de tallas de 24 cm a 31 cm , que corresponde a la clase anual correspondiente al periodo reproductivo 2003-2004. Esta situación sugiere una falla en el reclutamiento prácticamente total, aunque no puede descartarse la incidencia de un sesgo en el muestreo por problemas de distribución espacial de los juveniles. Por otra parte, todas las distribuciones muestran una frecuencia muy baja de ejemplares por encima de 40 cm (Ls).

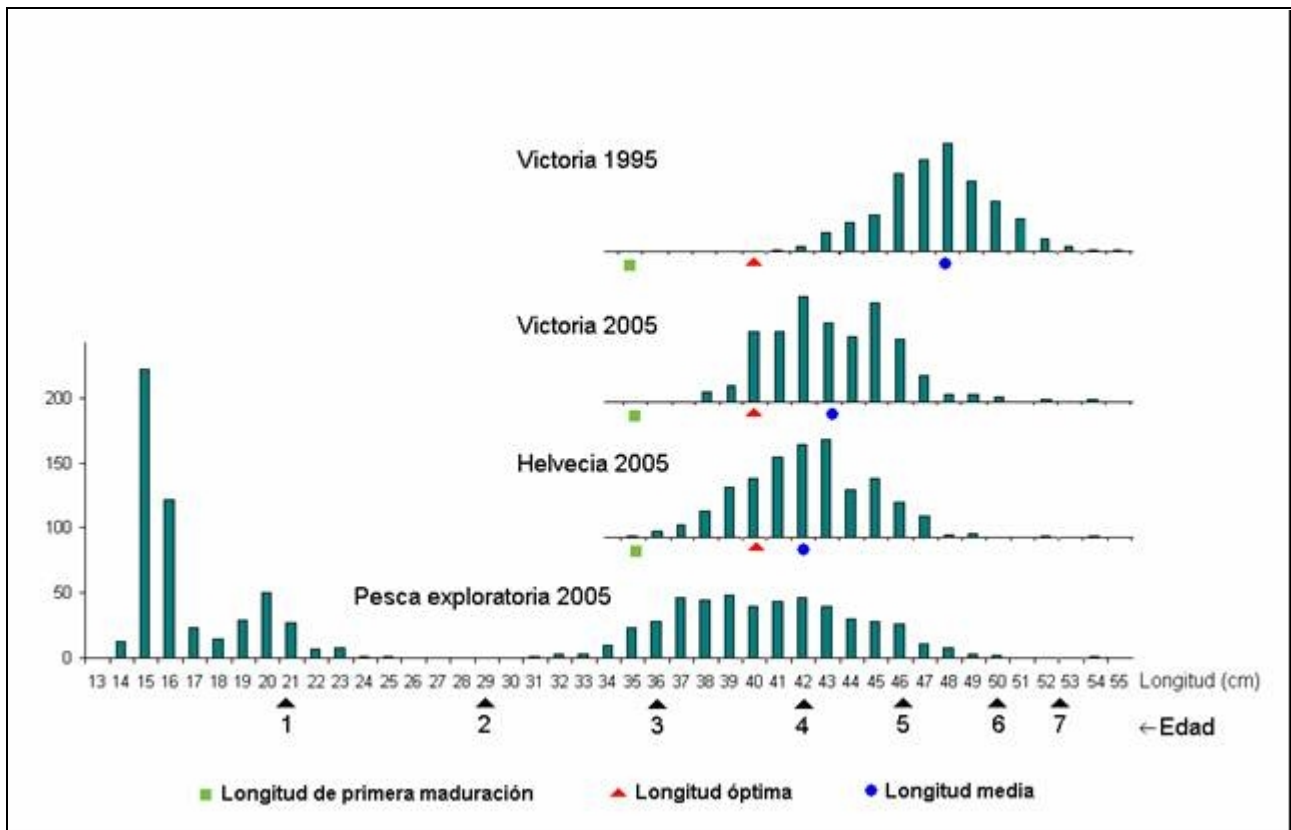


Figura 3. Distribución de tallas (Longitud total) de las capturas comerciales en la zona de Victoria (E.R.) en 1995, en Victoria y Helvecia (S.F.) en 2005 y en las operaciones de pesca exploratoria entre Reconquista (S.F.) y Victoria durante el presente estudio. Se señalan las longitudes medias, óptima o crítica y de primera maduración, y las tallas medias por edad entre 1 y 7 años.

**Determinación de edades:** Las edades se estimaron mediante la identificación y recuento de anillos de crecimiento en las escamas, de acuerdo con los antecedentes de trabajos en esta especie y otras del género. El estudio lepidológico permitió corroborar la falla de reclutamiento de la cohorte 2003-2004, y construir una clave longitud-edad con la que se pudo estimar la abundancia de las diferentes clases anuales o cohortes presentes (Fig. 4).

**Crecimiento:** Los valores de los parámetros  $L_{inf}$ ,  $k$ , y  $t_0$  obtenidos mediante el ajuste de la ecuación de von Bertalanffy a los tamaños medios por edad obtenidos mediante retrocálculo se muestran en la Tabla 1, juntamente con otros valores estimados en diferentes zonas de la Cuenca. El valor de  $L_{inf}$  es relativamente más bajo y el de  $K$  más alto en relación con los obtenidos 35 años atrás por Cordiviola (1971). Esta discrepancia se puede explicar, sin embargo, por el rango más estrecho de edades disponible en este estudio (debido a la presión de pesca sumada a variaciones en el reclutamiento) y la fuerte influencia de los puntos extremos en el ajuste de la ecuación de von Bertalanffy. Si se ajusta la ecuación con los datos de Cordiviola (1971), pero limitados al mismo rango de edades, los resultados son similares. Para obtener una curva de crecimiento más realista se optó entonces por fijar en el ajuste el valor de  $L_{inf}$  recalculado con los datos de Cordiviola de 1971 (aproximadamente 64 cm).

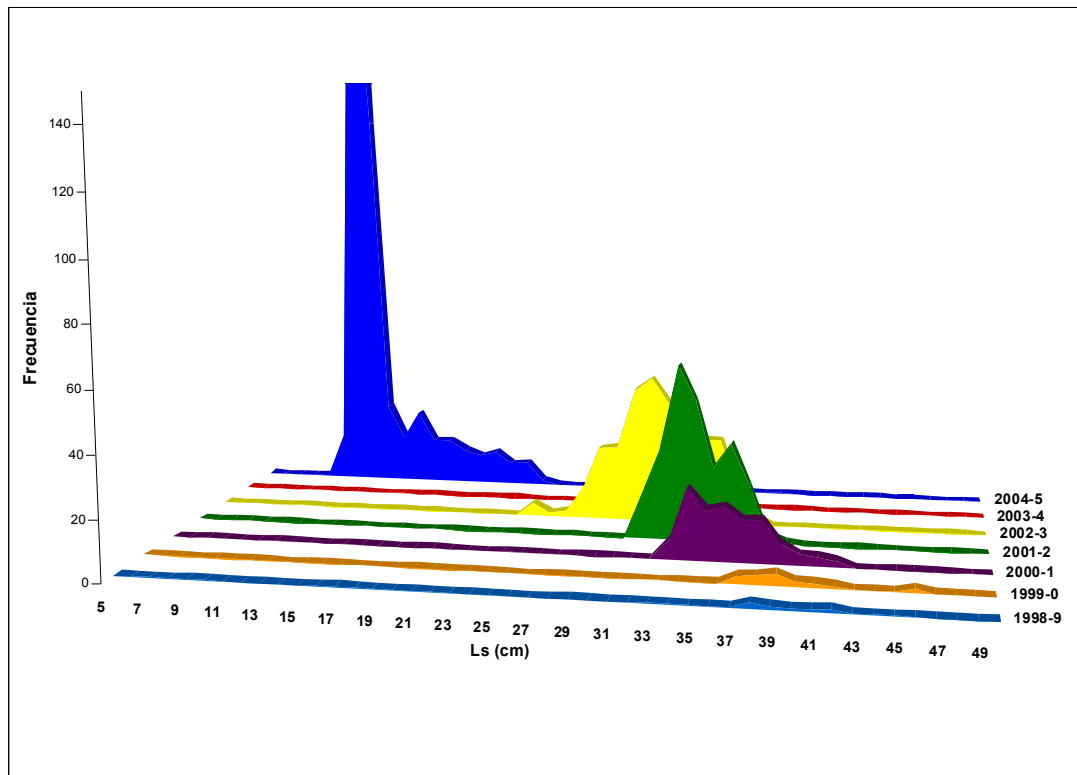


Figura 4. Distribución de frecuencias de tallas (Ls) de las cohortes presentes durante el periodo de muestreo. Nótese la ausencia de individuos correspondientes a la cohorte que debió originarse en el periodo reproductivo 2003-2004.

#### Tamaño de primera maduración y fecundidad.

En cuanto al ciclo reproductivo pudo observarse que se observan ejemplares en maduración durante gran parte del año, con un pico reproductivo entre los meses de primavera-verano coincidiendo con lo hallado por Telichevsky *et al.* (1985), quienes proponen que la puesta se extendería desde noviembre a marzo con un máximo en diciembre-enero.

El análisis de la distribución de diámetros ovocitarios durante la fase de madurez previa al desove evidenció la existencia de 2 grupos dentro del conjunto de células germinales (Figura 5). El primero, entre 25 y 325  $\mu\text{m}$ , corresponde a ovocitos en crecimiento primario o maduración temprana, mientras que el segundo grupo (entre 925 y 1375  $\mu\text{m}$ ) está constituido por los ovocitos vitelados. La existencia de una discontinuidad en la distribución de diámetros entre el grupo de ovocitos inmaduros y vitelados, sugiere que el sábalo corresponde al conjunto de especies con fecundidad anual determinada. De manera que es factible estimar en esta especie la fecundidad total, a partir de hembras maduras en el momento previo al comienzo del desove (Hunter *et al.*, 1992).

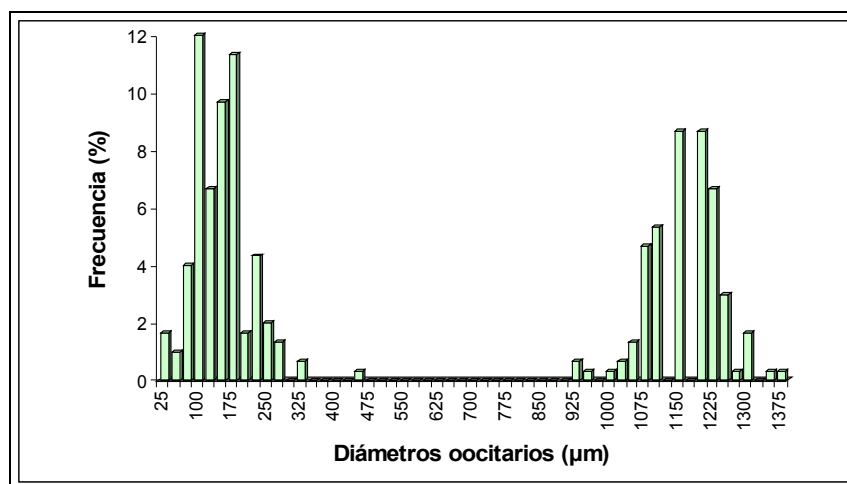


Figura 5. Distribución de frecuencias relativas de diámetros ovocitarios (n=300) en el estadio de madurez avanzada (IV).

La talla de primera madurez se calculó siguiendo dos criterios, por un lado se determinó a partir de todos los organismos que poseían tejidos gonadales de apariencia normal y por otro lado se utilizaron también aquellos que poseían ciertas anomalías dada la alta incidencia de estos diagnósticos principalmente en los machos (14,82% de los machos totales). La estimación de la talla de primera madurez sexual mostró diferencias altamente significativas entre sexos ( $p < 0,0001$ ) y para ambas determinaciones (Tabla 1). Al considerar únicamente aquellos individuos sin anomalías, se observó que los machos alcanzaban su primera madurez sexual a una longitud estándar de 23,9 cm, mientras en las hembras fue de 28,6 cm (Figura 6). Al incorporar los diagnósticos con anomalías se encontró una variación importante en la talla de los machos (26.4 cm) siendo las hembras igual que en el caso anterior. Cabe destacar que el 97% de las anomalías se encontraron en machos. Por último estos valores debe considerarse una estimación preliminar debido a que se contó con un escaso número ejemplares que poseen entre 25 y 30 cm Le, es decir justamente el rango en el que se encuentra la talla de primera madurez.

Tabla 1. Parámetros del modelo logístico estimados por máxima verosimilitud para la determinación de la talla de primera madurez (L50) en machos y hembras de sábalo, con y sin anomalías.

	Machos normales	Hembras normales	Machos normales y con anomalías	Hembras normales y con anomalías
c	0.237652	0.758409	0.343132	0.767721
L50	23.934431	28.583975	26.436904	28.610934
s	4.85	3.82	3.032	3.78
N	385	528	452	530

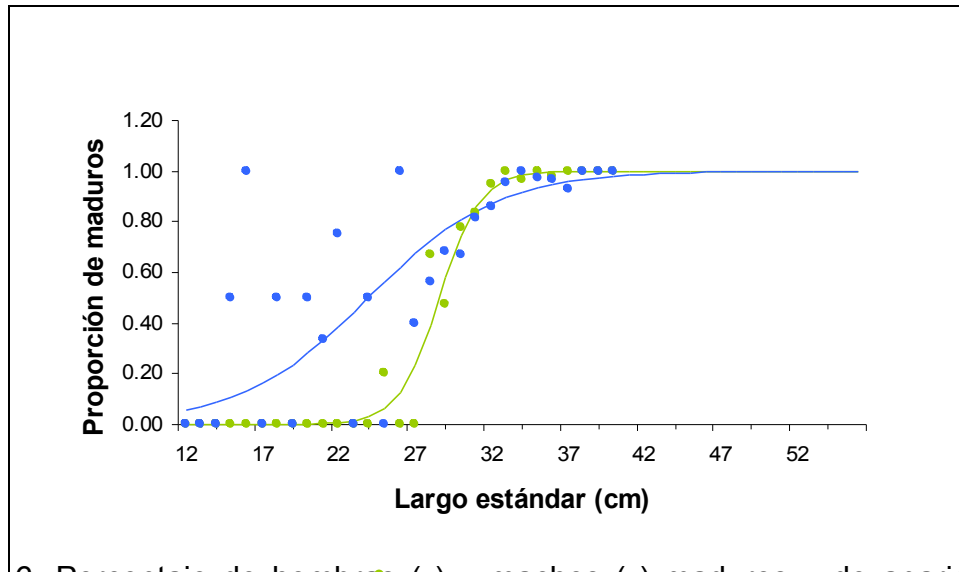


Figura 6. Porcentaje de hembras (●) y machos (●) maduros y de apariencia normal de sábalo en función de la talla estándar.

La fecundidad total (Ft) arrojó un valor medio de 279.829 ( $\pm 147.815$ ) ovocitos vitelados para una longitud promedio de 34 ( $\pm 3$ ) cm Ls. Esta variable se incrementó en forma lineal tanto en función de la talla como del peso total sin ovarios ( $p < 0,0001$ ).

La fecundidad relativa varió entre 55 y 461 ovocitos vitelados por gramo de hembra libre de ovarios, con un valor medio de 293 ( $\pm 125$ ) ovocitos vitelados esta variable no evidenció una relación significativa con la talla o el peso de las hembras ( $p > 0,05$ ).

## Mortalidad

El sábalo es un pez predado por diferentes especies, principalmente peces y aves ictiófagos, a lo largo de su ciclo de vida. Sin ser un “pez negro” en el sentido de Welcomme (1985), con adaptaciones especiales para la vida en el valle aluvial, el sábalo tiene una fuerte dependencia de este ambiente como área de alimentación y de cría, y está expuesto frecuentemente a condiciones extremas de temperatura, disponibilidad de oxígeno disuelto, hacinamiento (con incremento de depredación y propagación de enfermedades) y desecación completa de los cuerpos de agua. Otro indicio de la propensión a la “toma de riesgos” de esta especie es su alta frecuencia en los episodios de mortandades masivas de peces, más allá de su abundancia relativa en la ictiocenosis. Es esperable por lo tanto que la mortalidad natural del sábalo se encuentre en el intervalo superior del rango de mortalidades naturales de los peces con características de crecimiento similares incluidos en la regresión de Pauly (1980). Considerando una temperatura media de 20 °C, la tasa instantánea de mortalidad natural estimada con esta ecuación es de 0,41 año<sup>-1</sup> con un error estándar de 0,27 a 0,62.

Mediante la regresión de los logaritmos naturales de la abundancia media de las cohortes identificadas, se obtuvo una estimación preliminar del coeficiente instantáneo de mortalidad total (Z), con las limitaciones impuestas por el uso de información proveniente de muestreo durante un solo año que fue estimado en alrededor de 1,1 año<sup>-1</sup>.

## **Evaluación del estado actual de la pesquería**

Una primera evaluación simple del estado de una pesquería cuando se tiene escasa información, propuesta por Froese (2004), es comparar la distribución de tallas de la captura con referencia a los valores de la longitud de primera maduración ( $L_m$  50%) y de la talla crítica u óptima ( $L_{opt}$ ), que corresponde a la longitud a la cual resultaría máxima la biomasa de cada cohorte expuesta sólo a la mortalidad natural (en ausencia de pesca). En una pesquería saludable, razonablemente alejada del peligro de sobrepesca, deberían cumplirse cuatro condiciones: 1) Predominio de ejemplares adultos en la captura (con un objetivo de 100%) 2) Tamaño de los peces capturados en un intervalo del 10% alrededor del tamaño crítico (objetivo 100%) 3) Ausencia de “megarreproductores” en la captura, definidos como ejemplares con tallas a partir de 10% por encima de la talla crítica (objetivo 0%). Alternativamente puede considerarse que un porcentaje entre 30 y 40 de estas tallas en la población representa una estructura de edades saludable y deseable, mientras menos de 20 mostraría una situación preocupante. Finalmente, la cuarta condición que cabe agregar a las precedentes, es minimizar la captura de otras especies que no sean blanco de la pesquería para evitar efectos indeseados (objetivo 0%)

De acuerdo con las observaciones realizadas sobre crecimiento y mortalidad natural la “talla crítica” correspondiente al stock de sábalo del área se estima entre 40 cm y 42 cm de longitud total, mientras que la longitud de primera maduración ha sido estimada (provisoriamente por la escasez de datos en el intervalo de maduración) en 30 cm y 35,6 cm para machos y hembras, respectivamente. De este modo, las tallas de los peces capturados actualmente estarían aún dentro de los límites de los criterios 1 y 2 de Froese. Sin embargo, teniendo en cuenta el nivel de incertidumbre asociado a estas estimaciones y la tendencia de la pesquería al incremento del esfuerzo y la reducción de los tamaños de mallas; la situación debe ser considerada como riesgosa.

Los altos rendimientos de pesca obtenidos en los últimos años son seguramente transitorios, ya que incluyen la apropiación de una fracción importante de la biomasa de peces acumulada, extraída en el proceso de transición a niveles progresivamente mayores de esfuerzo de pesca, incremento del área explotada y reducción de la talla de captura. Es urgente evitar que la expectativa de rendimientos altos, no sustentables, lleve a un dimensionamiento excesivo de la capacidad de captura y procesamiento, muy difícil de revertir, que podría forzar una situación de sobrepesca y eventual colapso.

Por otra parte, es necesario tener en cuenta que la abundancia de las generaciones de sábalo, producto de los procesos de reproducción anuales, fluctúa ampliamente debido principalmente a las condiciones hidrológicas, y que esto produce variaciones importantes en las capturas. En este sentido, la detección de una abundancia extremadamente baja de peces correspondientes al periodo reproductivo de fines del 2003 a principios del 2004 evidenciado por los monitoreos realizados, muestra un escenario desfavorable para los próximos 2 ó 3 años.

Esta circunstancia permite pronosticar una disminución significativa de la abundancia de peces disponibles para la pesquería hacia fines del año en curso, que se agravará en el 2007 y se prolongará hasta el ingreso de la clase anual de 2004-2005 en las capturas. Es predecible también que esta situación acentúe la presión de captura

hacia tallas menores a las permitidas; lo cual, de no controlarse, llevaría también a la sobrepesca.

Otro aspecto negativo que surge de los monitoreos efectuados, es la escasa abundancia de ejemplares de gran tamaño, que serían los que presentan mayor eficiencia reproductiva. La conservación de un segmento de la población con tallas por sobre el rango de captura proveería una garantía adicional para el mantenimiento de su capacidad reproductiva. Para lograrlo es importante imponer el uso de artes selectivos que disminuyan la mortalidad de los ejemplares de esas tallas por efecto de la pesca, junto al mantenimiento o establecimiento de áreas protegidas (libres de pesca) que aumenten sus probabilidades de escapar de la captura.

## **Recomendaciones**

En base a los resultados obtenidos hasta el momento se sugieren algunas propuestas de manejo:

- Evitar el uso de trasmallos o redes de tres telas
- Limitar el esfuerzo de pesca
- Establecer un sistema de áreas protegidas
- Estudiar el uso de artes específicos para la captura de otras especies.
- Utilizar mallas no menores de 140 mm en la pesquería del sábalo
- Establecer un tamaño mínimo de captura no inferior a 34 cm de longitud estándar
- Implementar un sistema de obtención de datos de captura y esfuerzo pesquero
- Mantener un programa de monitoreo permanente del recurso pesquero y otros aspectos de la pesquería