

**EVALUACIÓN DEL RECURSO SÁBALO (*Prochilodus lineatus*)  
EN EL RÍO PARANÁ. Periodo 2008 – 2011.**

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca  
Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca  
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

2012

## **Instituciones Integrantes del Proyecto**

### Gobierno Nacional

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca  
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura  
Dirección de Pesca Continental (DPC)

Instituto Nacional de Limnología, INALI (UNL-CONICET)

### Provincia de Santa Fe

Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente  
Secretaría de Medio Ambiente  
Subsecretaría de Recursos Naturales  
Dirección General de Manejo Sustentable de los Recursos Pesqueros

### Provincia de Entre Ríos

Ministerio de Producción  
Dirección General de Recursos Naturales  
Dirección de Gestión de Uso Sustentable de los Recursos Naturales

## **Personal Participante:**

### **Dirección de Pesca Continental**

Lic. Mauricio Remes Lenicov (Director)  
Lic. Alberto Espinach Ros (Investigador, Coordinador técnico del Proyecto)  
Lic. Danilo Demonte (Investigador, Responsable de campañas)  
Dr. Alejandro Dománico (CIC-DPC, Profesional Principal)  
Dr. Carlos Fuentes (Investigador)  
Lic. Gustavo Picotti (Investigador)  
Dr. Darío Colautti (Conicet-DPC, Investigador)  
Dra. Julia Mantinian (Investigadora)  
Lic. Leandro Balboni (Investigador asistente)  
Lic. Sabina Llamazares Vegh (Investigadora asistente)  
Sr. Ismael Lozano (Técnico)  
Sra. Bibiana Giussi (Técnica)  
Sr. Santiago Sebastiani (Técnico pescador)  
Sr. Antonio Delgado (Técnico pescador)  
Sra. Ester del Valle Paz (Técnica de apoyo)

### **Instituto Nacional de Limnología INALI (UNL-CONICET)**

Dra. Mercedes Marchese (Directora)  
Prof. Elly Cordiviola (CONICET, CIC, Investigadora)  
Prof. Mirta Campana (CONICET, CPA, Profesional)  
Dr. Pablo Scarabotti (CONICET, Becario)  
Dr. Luis Espínola (CONICET, Becario)  
Sr. Ramón Regner (CONICET, CPA, Técnico)  
Sr. Eduardo Lordi (CONICET, CPA, Técnico)  
Sr. Esteban Creus (CONICET, CPA, Técnico)  
Sr. Leonel Meaudi (CONICET, CPA, Técnico)  
Sr. Cristian de Bonis (CONICET, CPA, Técnico)

### **Dirección General de Manejo Sustentable de los Recursos Pesqueros (Santa Fe)**

Lic. Daniel Del Barco (Director, Investigador)  
Agron. Juan Carlos Rozzatti (Profesional Técnico)  
Agron. Daniel Figueroa (Profesional Técnico)

### **Dirección de Gestión de Uso Sustentable de los Recursos Naturales**

Ing. Roque Fernández (Director)  
Ing. Antonio Velazco (Profesional Técnico)  
Téc. Eduardo Javier Comas (Técnico)

## **Autores de este informe**

*Alberto Espinach Ros (Editor)*

*Alejandro Dománico*

*Danilo Demonte*

*Daniel Del Barco*

*Elly Cordiviola*

*Mirta Campana*

*Darío Colautti*

Roque Fernández

Antonio Velazco

Julia Mantinian

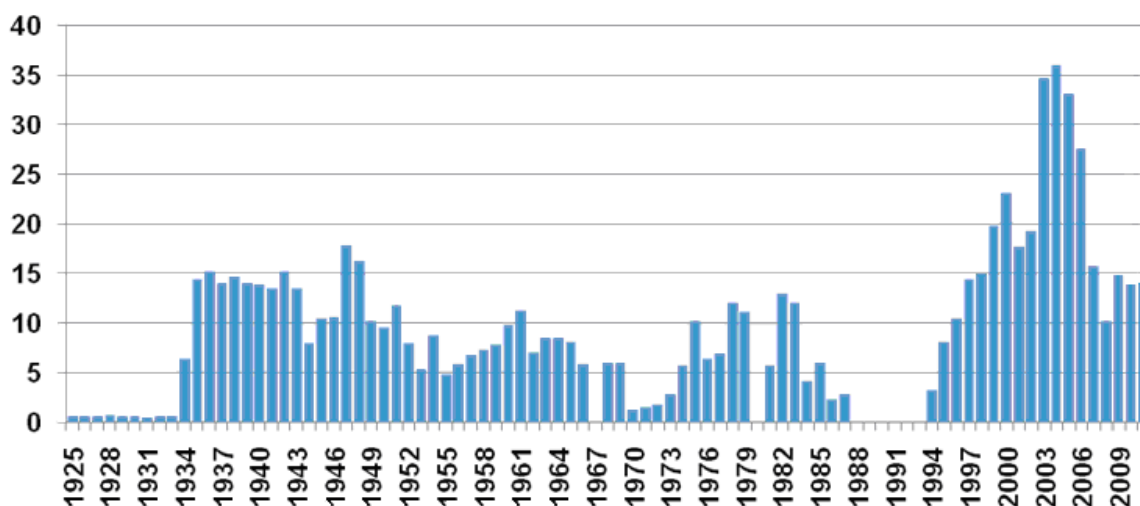
## Índice

1. Evolución de las capturas de sábalo .....	6
2. Área de estudio y operaciones de campaña .....	6
3. Distribución de tallas e inferencias sobre el reclutamiento .....	8
4. Estructura de edades y contribución de las cohortes al stock pescable.....	22
5. Actualización de parámetros poblacionales .....	23
5.1. Relación Longitud - Peso .....	23
5.2. Crecimiento .....	24
5.3. Proporción de sexos .....	26
5.4. Estimación de la mortalidad .....	27
6. Simulación de la pesquería .....	28
7. Interacciones con otras especies .....	34
8. Consideraciones sobre el recurso y medidas de manejo propuestas .....	38
9. Bibliografía .....	40

## 1. Evolución de las capturas de sábalo

Las capturas de sábalo, reflejadas por los volúmenes de exportación, mostraron un fuerte incremento a partir de fines de la década del 90 (Fig. 1) con un máximo en 2004 de 32.000 t de sábalo eviscerado, correspondientes a 36.000 t de pescado entero. En el marco de las medidas restrictivas de la exportación aplicadas desde fines de 2006, las exportaciones fueron de 27.505 t en ese año, 17.491 t en 2007, 10.026 t en 2008, 14.831 t en 2009, 13.499 t en 2010 y de 14.027 t en 2011, de acuerdo con las certificaciones de SENASA y los registros de Aduana.

No se dispone de información para estimar el consumo interno. Se lo considera poco relevante en comparación con las exportaciones pero es probable que se encuentre en crecimiento.

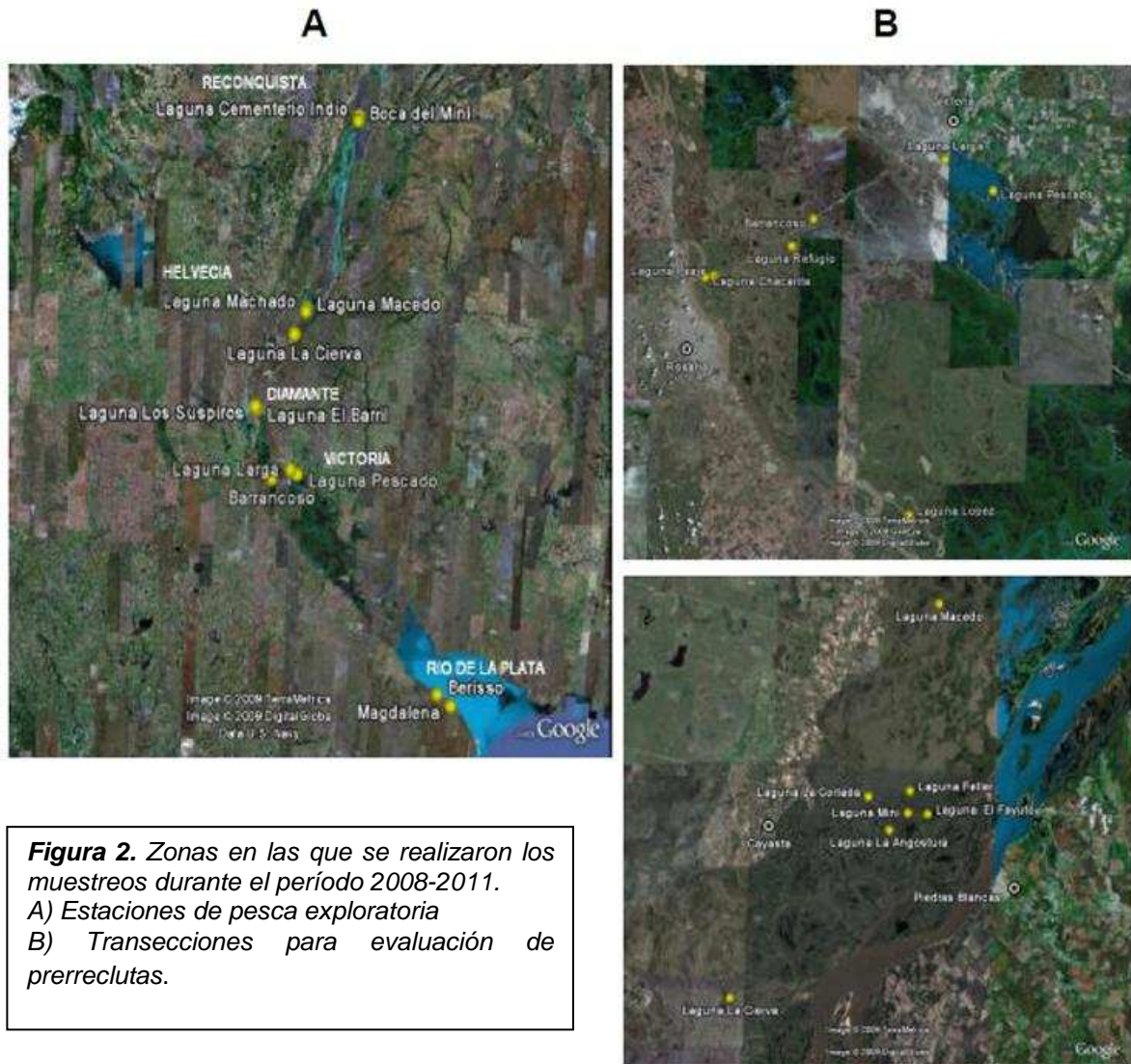


**Figura 1.** Capturas de sábalo en miles de toneladas entre 1925 y 2011, no se dispone de información entre 1988 y 1993; los datos a partir de 1994 corresponden solamente a las capturas para exportación. (Fuentes: ex Dirección Nacional de Pesca Continental, SENASA y Administración Nacional de Aduanas).

## 2. Área de estudio y operaciones de campaña

El presente informe se basa en los resultados de las campañas de relevamiento realizadas entre abril de 2008 y octubre de 2011 en tres zonas de muestreo coincidentes con las de mayor captura por parte de la pesquería comercial: Helvecia – Cayastá, Diamante y Victoria y una zona limítrofe donde los niveles de explotación del sábalo son prácticamente nulos (Reconquista), como punto de comparación. En cada zona se realizaron muestreos en ambientes con características fluviales y lacustres (Fig. 2 A), en 3 campañas de pesca exploratoria (entre Reconquista y Victoria), 4 de pesca exploratoria y evaluación

de prerreclutas y 3 campañas para la evaluación de prerreclutas en transecciones representativas del valle aluvial y el delta entrerriano, Cayastá - Piedras Blancas y Rosario - Victoria (Fig. 2B).



**Figura 2.** Zonas en las que se realizaron los muestreos durante el período 2008-2011.  
 A) Estaciones de pesca exploratoria  
 B) Transecciones para evaluación de prerreclutas.

La distribución en el tiempo de las campañas y la situación hidrológica durante su transcurso se muestran en la Figura 3.



**Figura 3.** Fechas de las campañas y situación hidrológica durante el periodo de estudio. Se muestran los niveles diarios registrados en el hidrómetro de Paraná y los valores medios mensuales correspondientes al periodo húmedo 1974/1998 (INA).

Campañas de pesca exploratoria: abril (9-20) 2008 (**13**); septiembre (23-30) - octubre (1-3) 2008 (**15**); agosto (4-22) 2009 (**18**) y noviembre (15-27) 2010 (**21**)

Campaña de pesca exploratoria y evaluación de prerreclutas: noviembre (16-21) - diciembre (1-7) 2009 (**19**), abril (27-30) - mayo (1-11) 2010 (**20**), marzo (10-22) 2011 (**22**), septiembre (27-30) - octubre (1-10) 2011 (**23**).

Campañas de evaluación de prerreclutas: julio (1-15) 2008 (**14**); diciembre (2-15) 2008 (**16**); marzo (17-31) 2009 (**17**)

Los artes de pesca utilizadas consistieron en redes agalleras de hilo de nylon multifilamento y coeficiente de armado de 0,5, compuestas por paños de 25 o 50 m de longitud y mallas de 30, 40, 50, 70, 80, 90, 105, 120, 140, 160 y 180 mm entre nudos opuestos.

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 según el tamaño de malla y se estandarizaron a 100 m lineales de cada malla 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 y otolitos para la determinación de edades. De submuestras representativas se fijaron gónadas en formol 10% para los estudios histológicos de maduración y fecundidad.

### 3. Distribución de tallas e inferencias sobre el reclutamiento

Luego del reclutamiento exitoso de la cohorte generada en el periodo reproductivo 2006-2007, evidenciado por su presencia abundante en todos los muestreos posteriores, las condiciones hidrológicas durante el periodo reproductivo 2007



2008 fueron desfavorables, con alturas del río muy por debajo de las medias del ciclo húmedo 1974-1998. Esta situación de aguas bajas continuó en el otoño y el invierno (Fig. 3) y se mantuvo durante la primavera y el verano siguientes abarcando también al periodo reproductivo 2008-09, durante el cual sólo se produjeron pequeños repuntes, siempre por debajo de los niveles medios, seguidos inmediatamente por rápidos descensos, particularmente en el verano en el que se produjo una bajante extraordinaria. En correspondencia con este escenario, los muestreos realizados entre julio de 2008 y marzo de 2009 mostraron la ausencia de juveniles de sábalo de menos de un año de edad en todos los ambientes de las transecciones representativas del valle aluvial (Cayastá – Piedras Blancas) y de los humedales del viejo delta entrerriano (Rosario – Victoria) (Figs. 4 y 5).

Estos resultados indican el afianzamiento del reclutamiento de 2006-2007 y la debilidad de los correspondientes a los desoves de 2007-2008 y 2008-2009. A fines del otoño de 2009 el río comenzó a ascender en forma sostenida desde niveles muy bajos, sobrepasó el nivel medio del ciclo húmedo a fines de octubre y alcanzó niveles por encima de 5 m en el hidrómetro de Paraná en el verano. Si bien el río descendió en abril y mayo, se mantuvo en niveles por encima de los medios hasta julio.

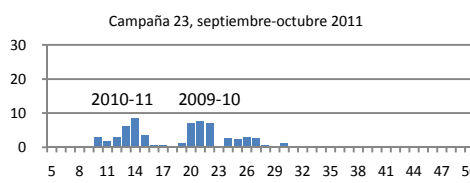
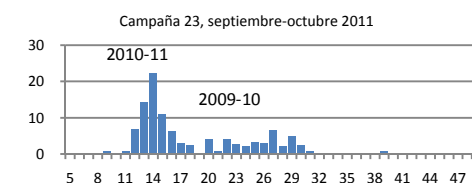
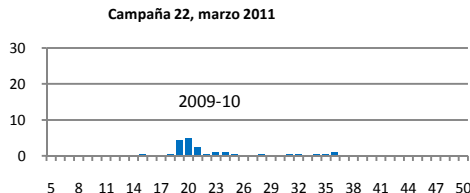
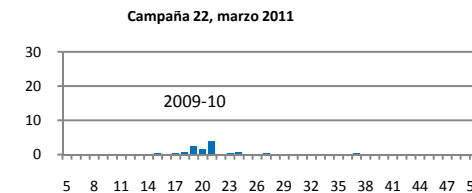
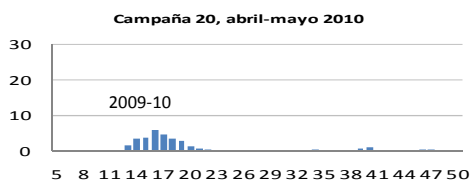
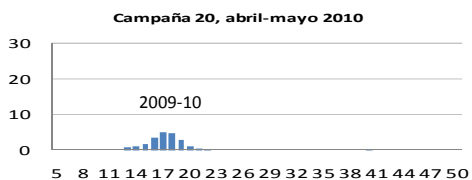
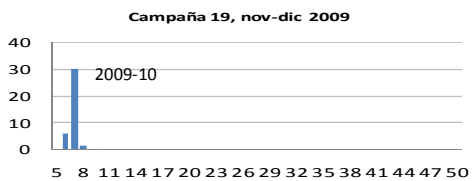
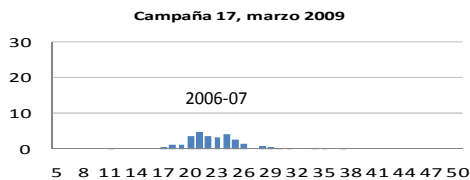
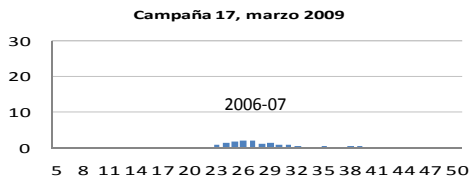
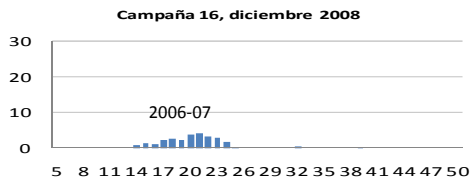
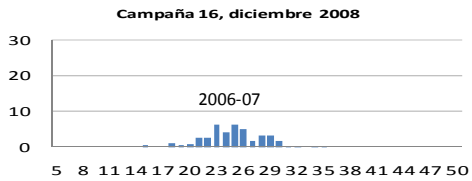
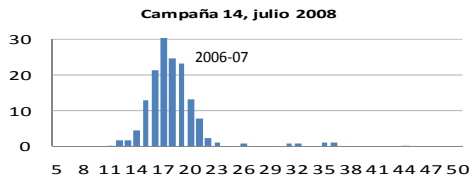
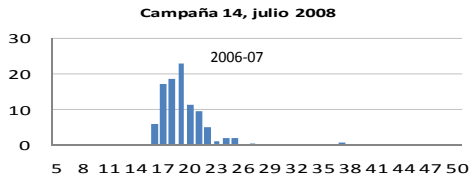
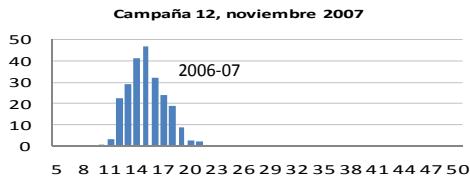
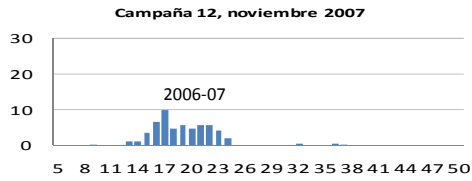
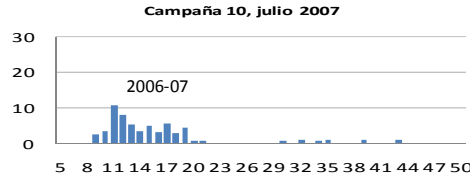
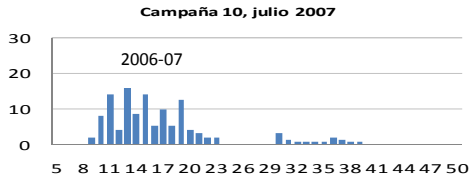
Este escenario de fuerte crecida en primavera y verano y aguas altas sostenidas parece ser muy favorable para el reclutamiento del sábalo y otras especies migratorias con áreas de cría en el valle aluvial. El muestreo de noviembre-diciembre de 2009 mostró altas densidades de juveniles nacidos recientemente, de entre 5 cm y 11 cm de longitud estándar. Esta clase anual se manifestó también en los muestreos regulares y de prerreclutas de abril de 2010, aunque no en las densidades esperables por los resultados del muestreo anterior (Fig. 4), y nuevamente con altas densidades en el muestreo regular de noviembre de 2010 (Fig. 6). Las condiciones hidrológicas durante el periodo reproductivo 2010-2011, con ascenso sostenido del nivel, que superó los valores medios del ciclo húmedo (1974-1998) desde fines de marzo hasta mediados de mayo, favorecieron un reclutamiento relativamente exitoso, evidenciado en el muestreo de septiembre – octubre de 2011.

Tanto los resultados de las campañas como las observaciones realizadas en otras ocasiones y los testimonios de pescadores comerciales y deportivos, coinciden en caracterizar al periodo reproductivo 2009-2010 como particularmente exitoso, no sólo en el caso del sábalo sino en el de otras especies migratorias como el dorado y el surubí. Este fuerte reclutamiento del sábalo, junto con el que tuvo lugar en 2006-2007 y probablemente en 2010-2011, aunque intercalados con periodos pobres, como parece ser lo normal en esta especie, indican una situación pesquera favorable en los próximos años.

CAYASTA - PIEDRAS BLANCAS

ROSARIO - VICTORIA

Frecuencia

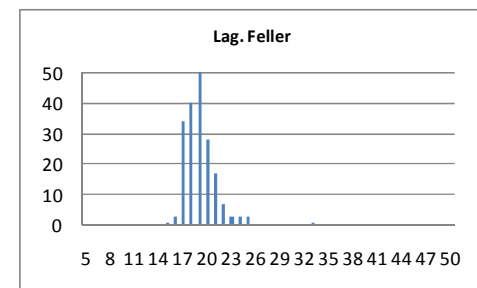
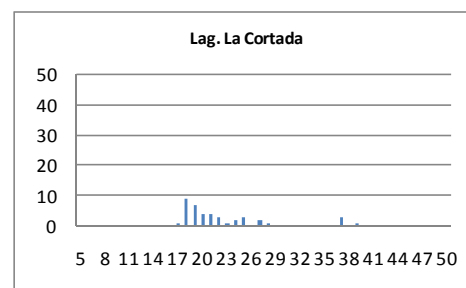
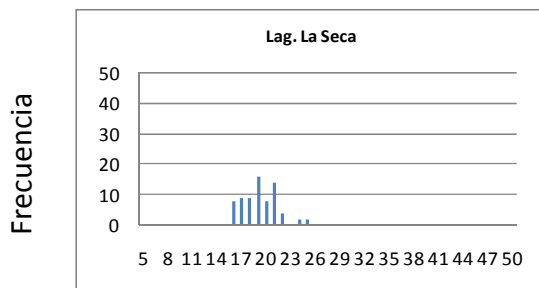
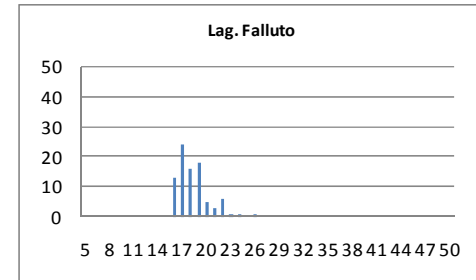


Longitud estándar

**Figura 4.** Distribuciones medias de frecuencias de longitud (Ls), estandarizadas a 100 m de cada malla de una batería de redes agalleras de 30, 40, 50, 60, 70, 80 y 90 mm (CPUEn), obtenidas en sitios de muestreo ubicados sobre transecciones del valle aluvial del Paraná (Cayastá – Piedras Blancas) y el delta entrerriano (Rosario – Victoria), durante las campañas de evaluación de prerreclutas.

**CAYASTÁ-PIEDRAS BLANCAS  
JULIO 2008**

**Campaña 14**

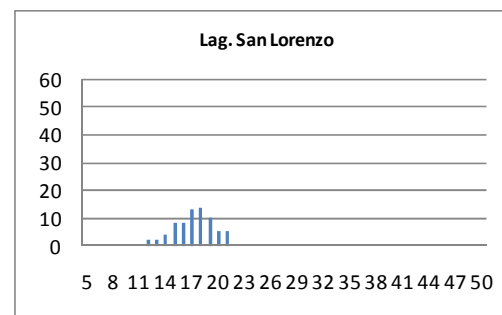
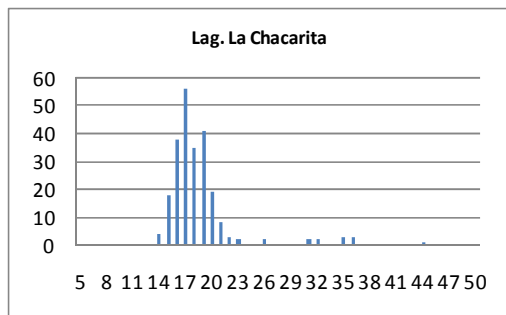
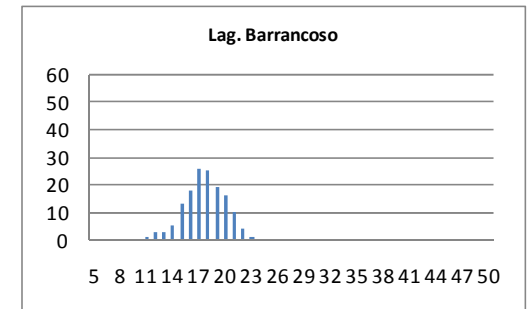


Longitud Estándar

**Figura 5.** Distribuciones de frecuencias de longitud (Ls), estandarizadas a 100 m de cada malla de una batería de redes agalleras de 30, 40, 50, 60, 70, 80 y 90 mm caladas durante una noche en sitios de muestreo ubicados sobre transecciones del valle aluvial del Paraná (Cayastá – Piedras Blancas) y el delta entrerriano (Rosario – Victoria), en las campañas de evaluación de prerreclutas.

**ROSARIO-VICTORIA  
JULIO 2008**

**Campaña 14**



**Figura 5. Cont.**

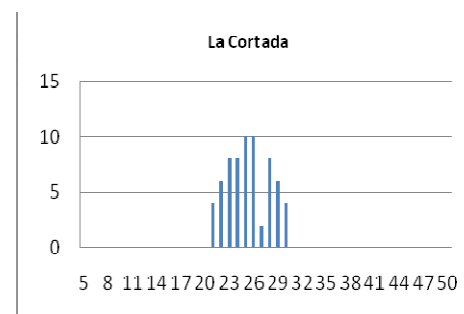
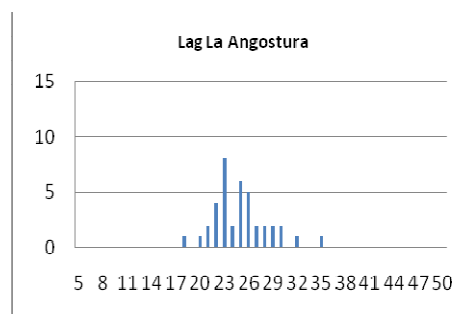
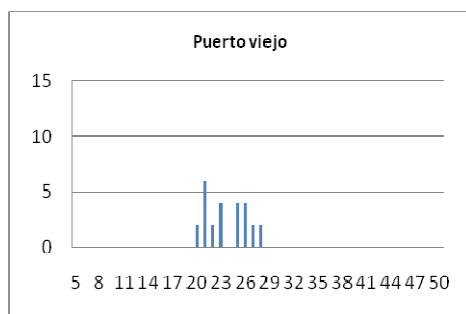
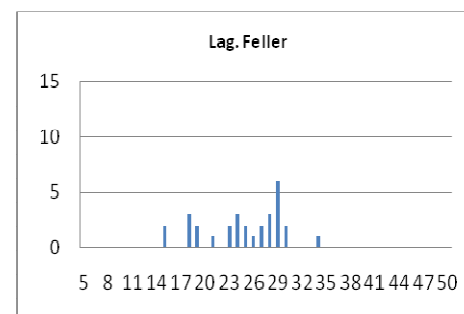
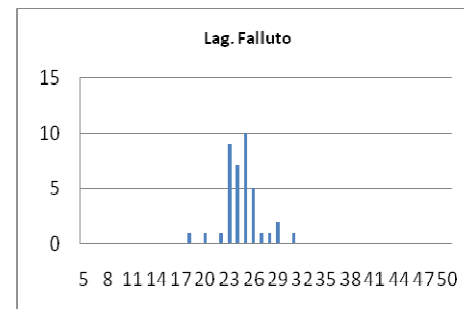
Longitud estándar





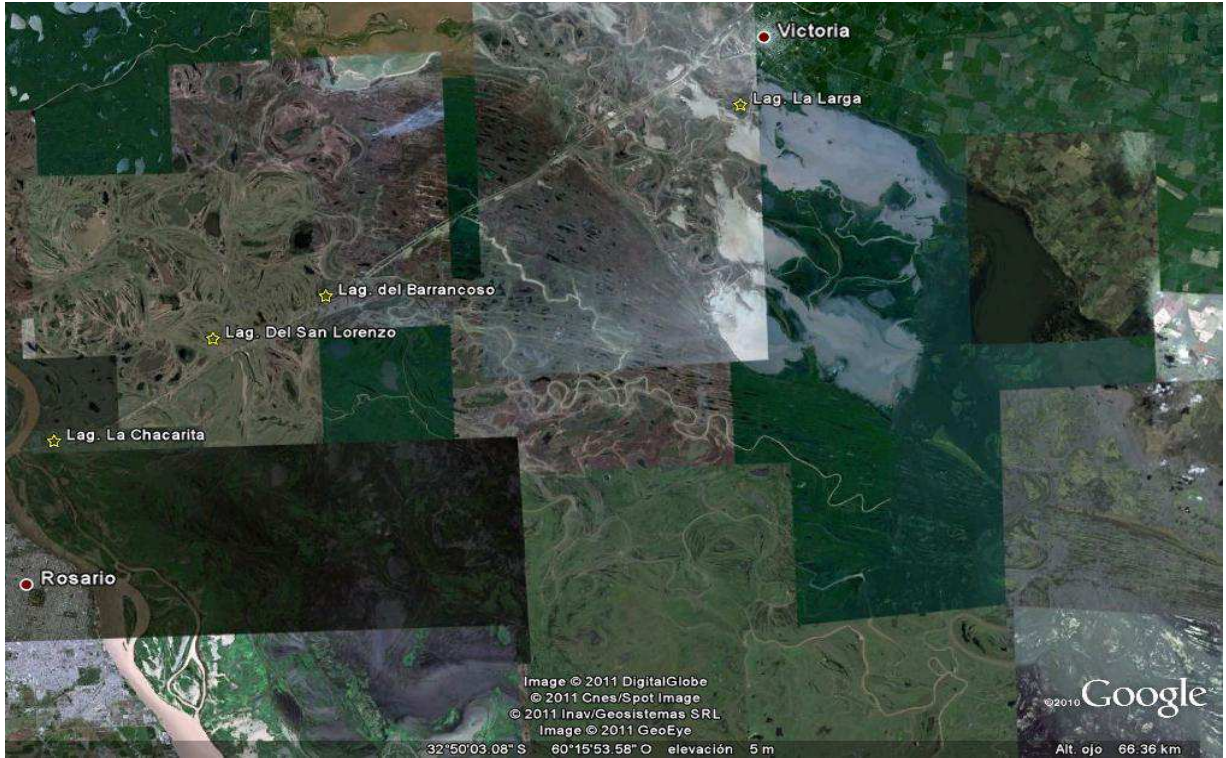
## CAYASTÁ-PIEDRAS BLANCAS DICIEMBRE 2008

### Campaña 16



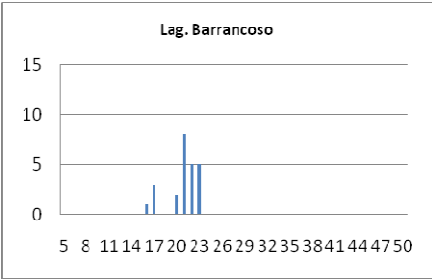
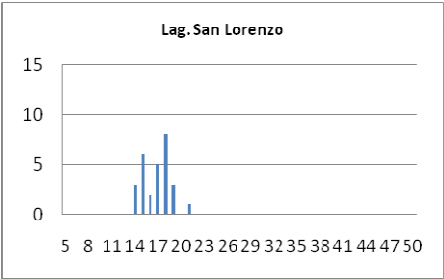
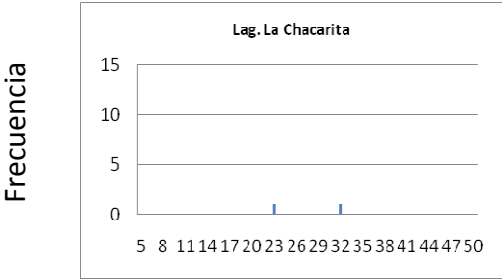
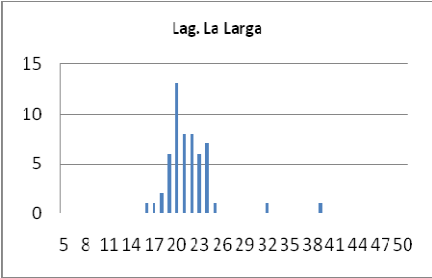
Longitud Estándar

Figura 5. Cont.



**ROSARIO – VICTORIA  
DICIEMBRE 2008**

**Campaña 16**



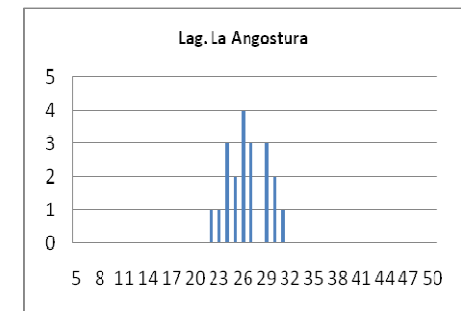
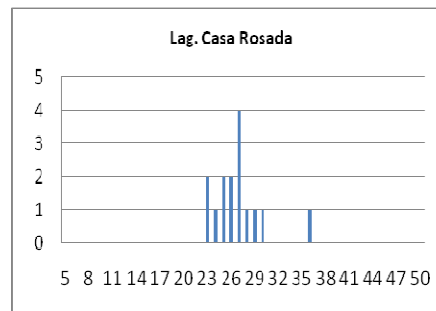
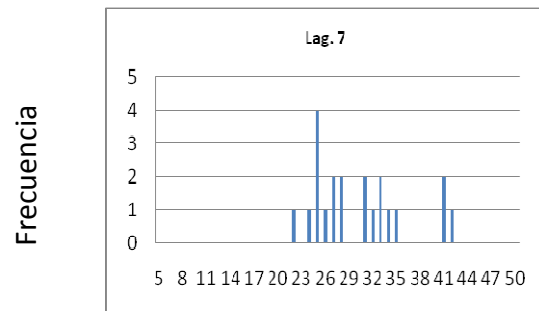
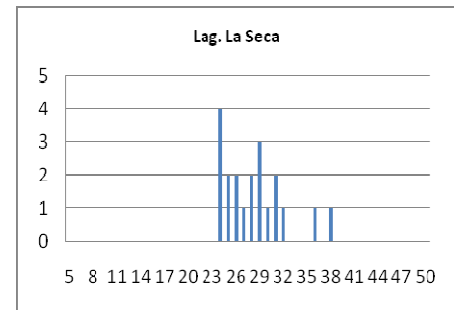
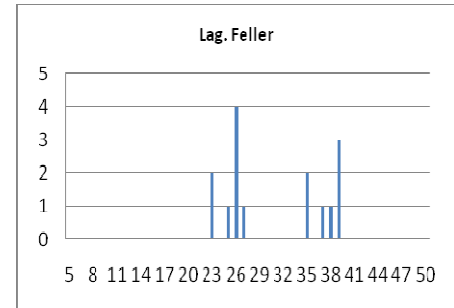
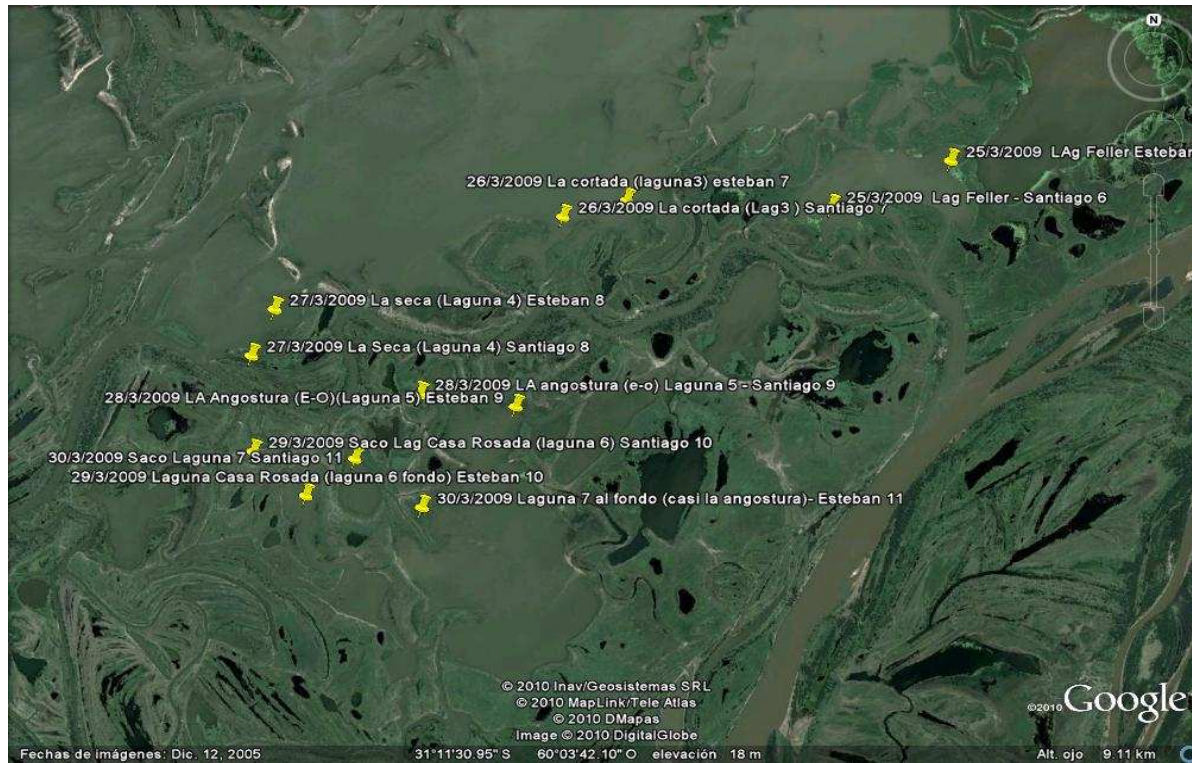
Longitud Estándar

**Figura 5. Cont.**



# CAYASTÁ-PIEDRAS BLANCAS MARZO 2009

## Campaña 17

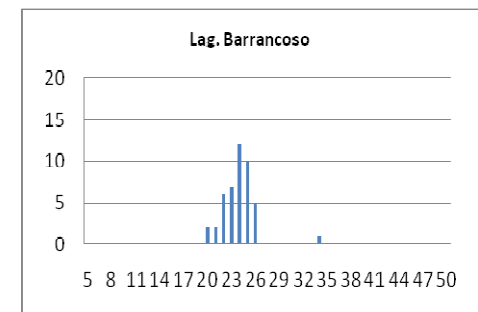
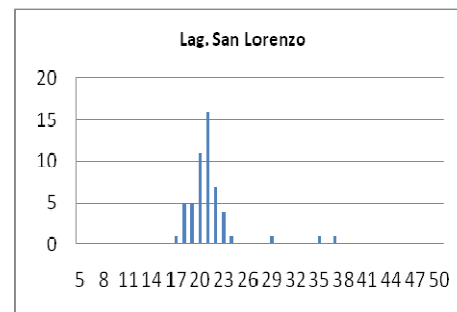
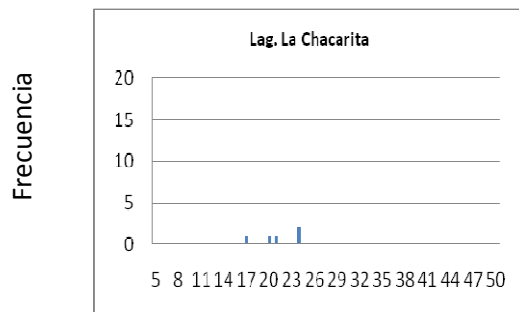
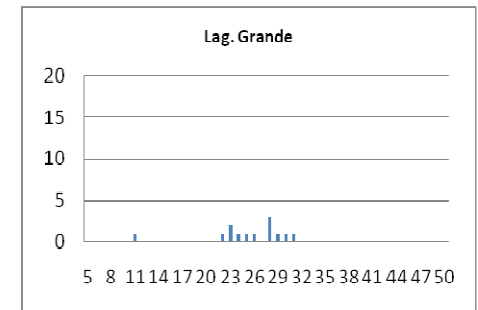
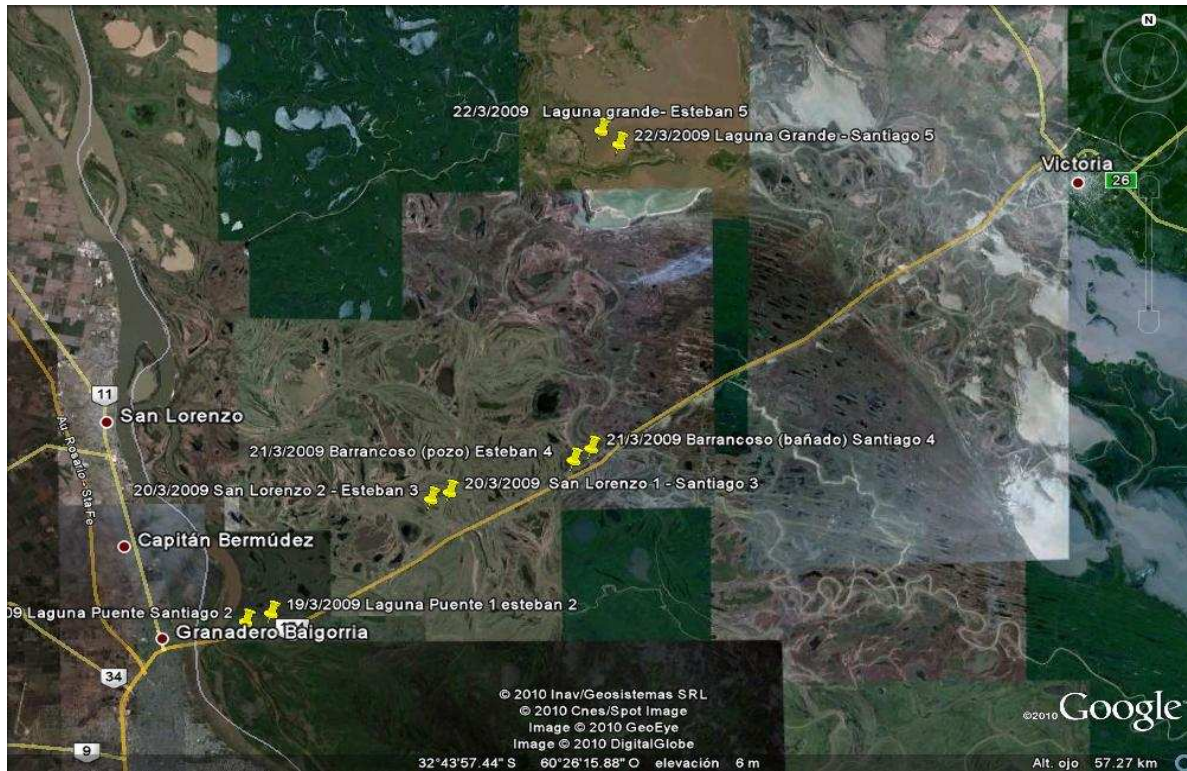


Longitud Estándar

Figura 5. Cont.

**ROSARIO-VICTORIA  
MARZO 2009**

**Campaña 17**



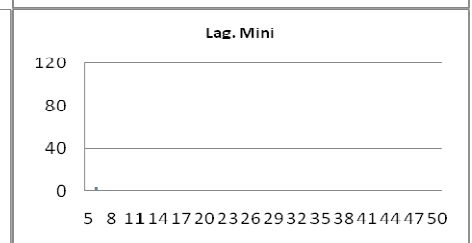
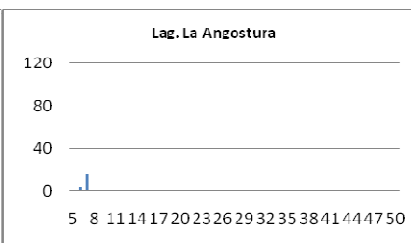
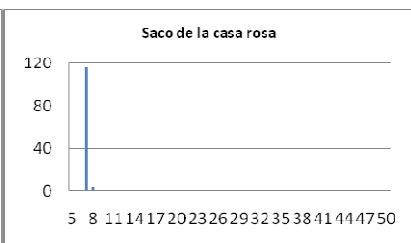
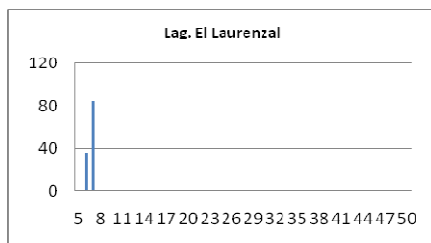
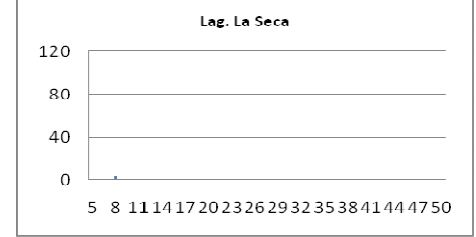
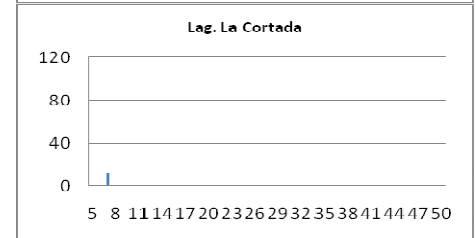
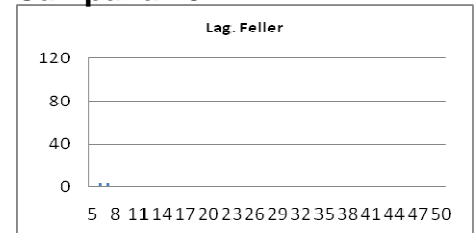
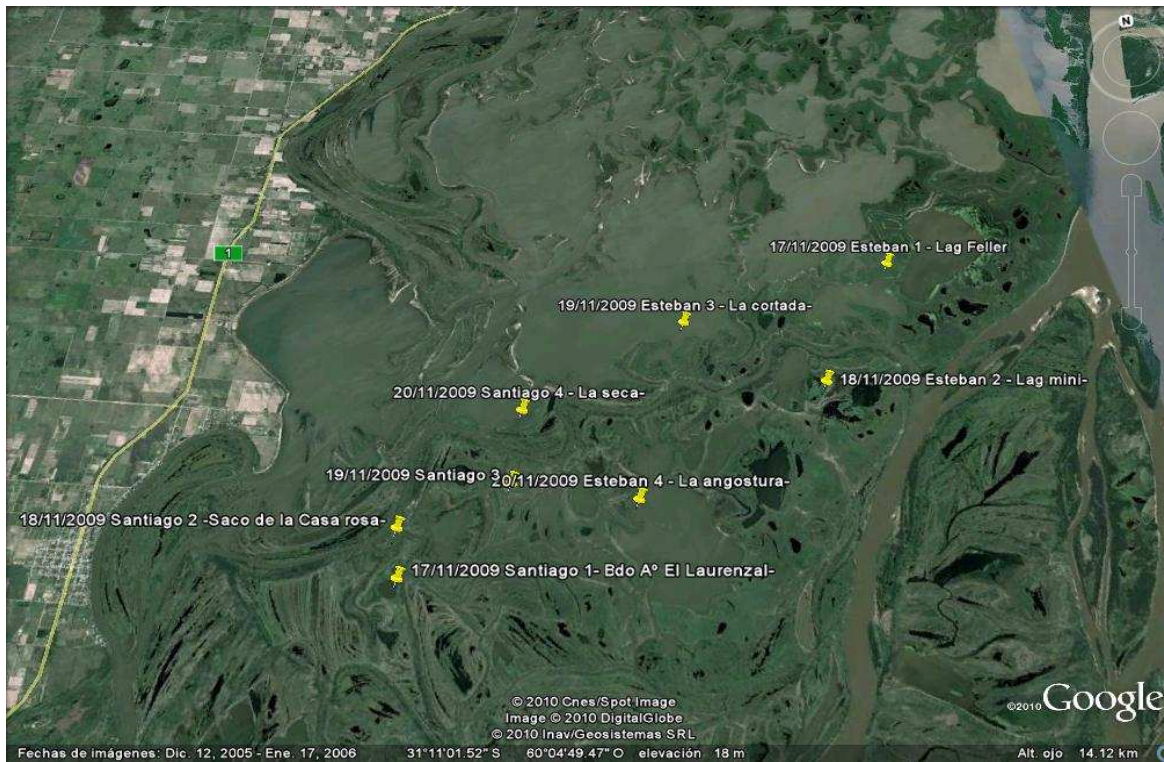
Longitud Estándar

**Figura 5. Cont.**



# CAYASTÁ-PIEDRAS BLANCAS Noviembre-Diciembre 2009

## Campaña 19



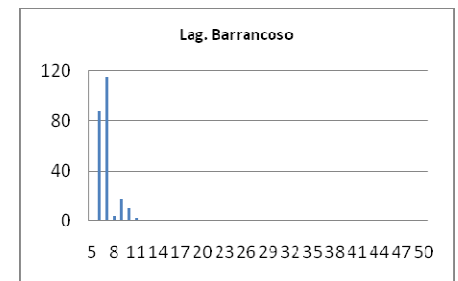
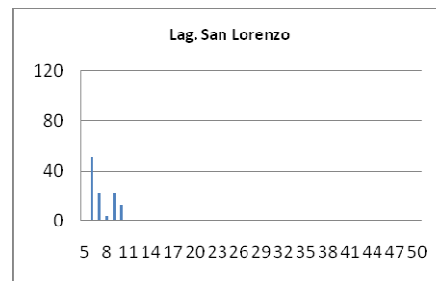
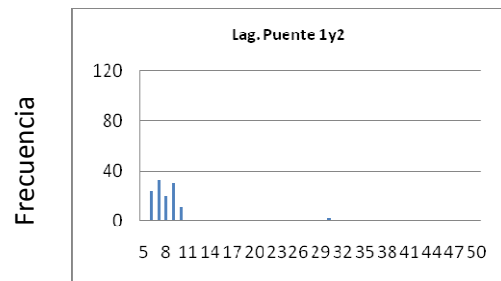
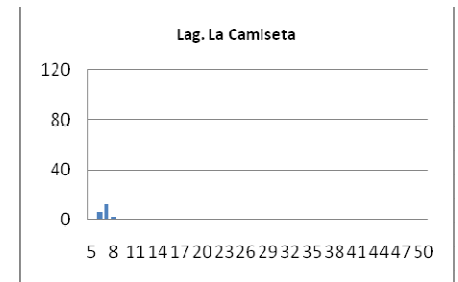
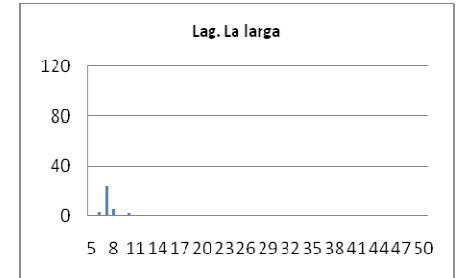
Frecuencia

Longitud Estándar

Figura 5. Cont.

**ROSARIO-VICTORIA  
NOVIEMBRE-DICIEMBRE 2009**

**Campaña 19**



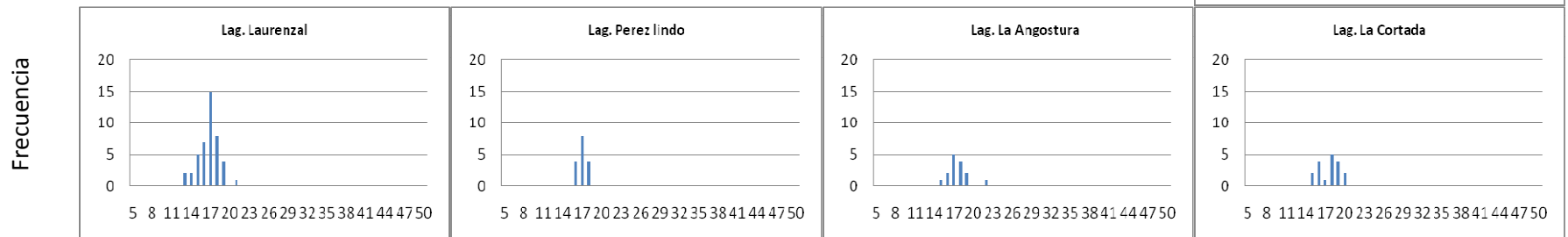
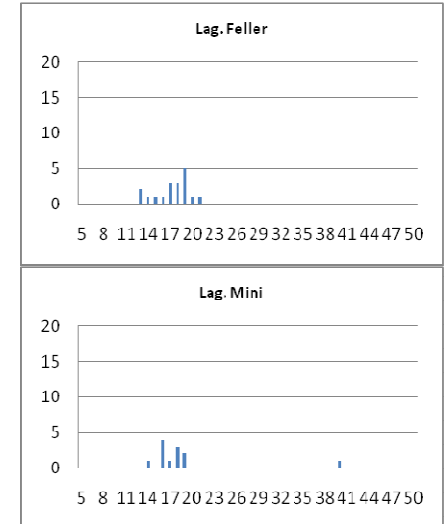
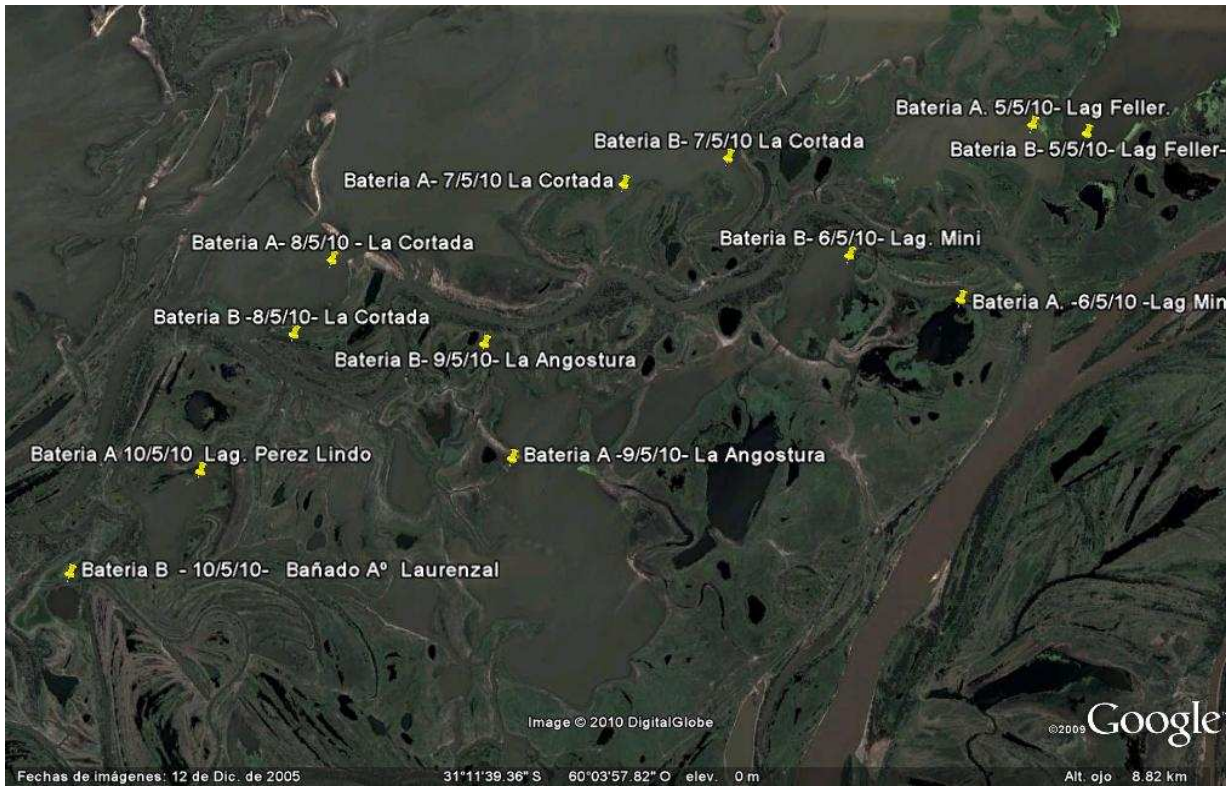
Longitud Estándar

**Figura 5. Cont.**



# CAYASTÁ-PIEDRAS BLANCAS ABRIL-MAYO 2010

## Campaña 20

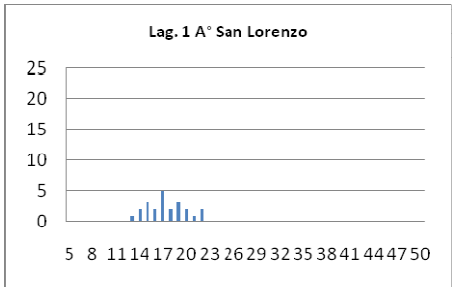
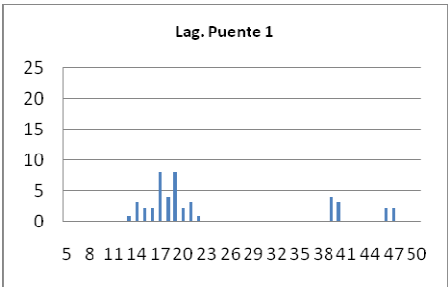
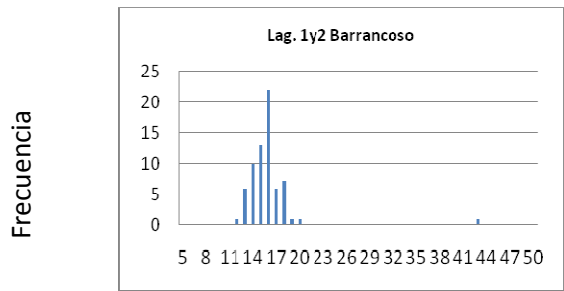
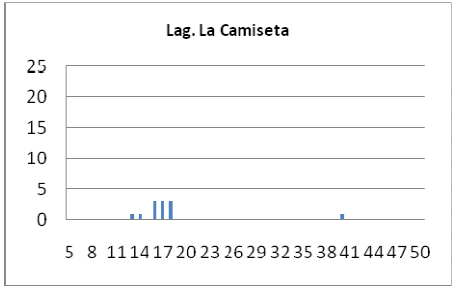
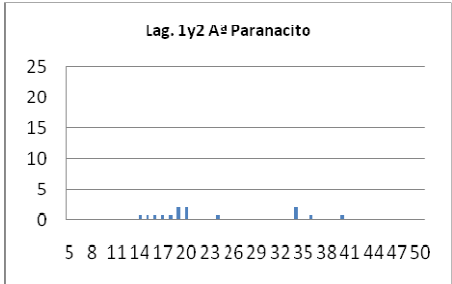


Longitud estándar

Figura 5. (Cont.)

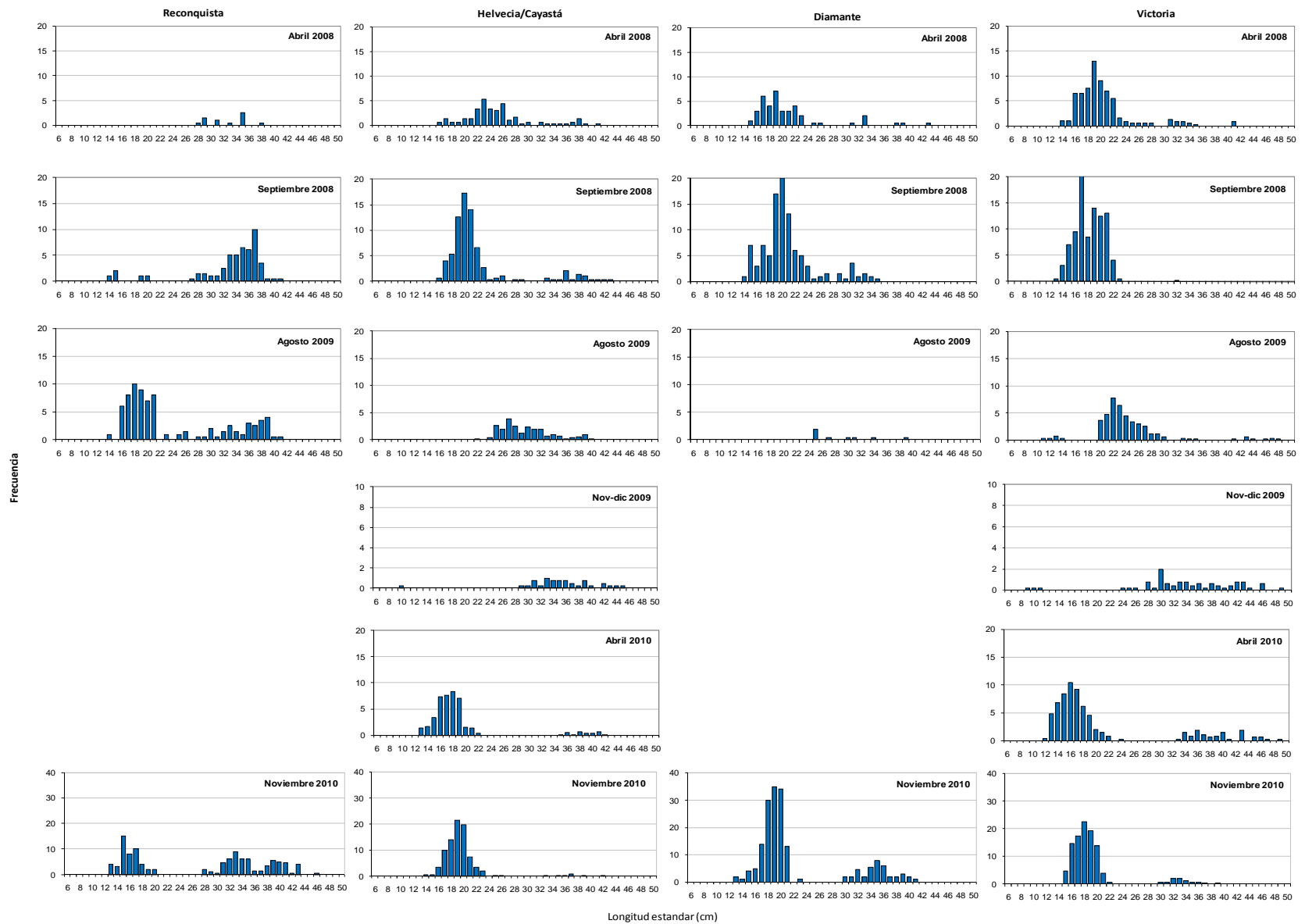
**ROSARIO-VICTORIA  
ABRIL-MAYO 2010**

**Campaña 20**



Longitud Estándar

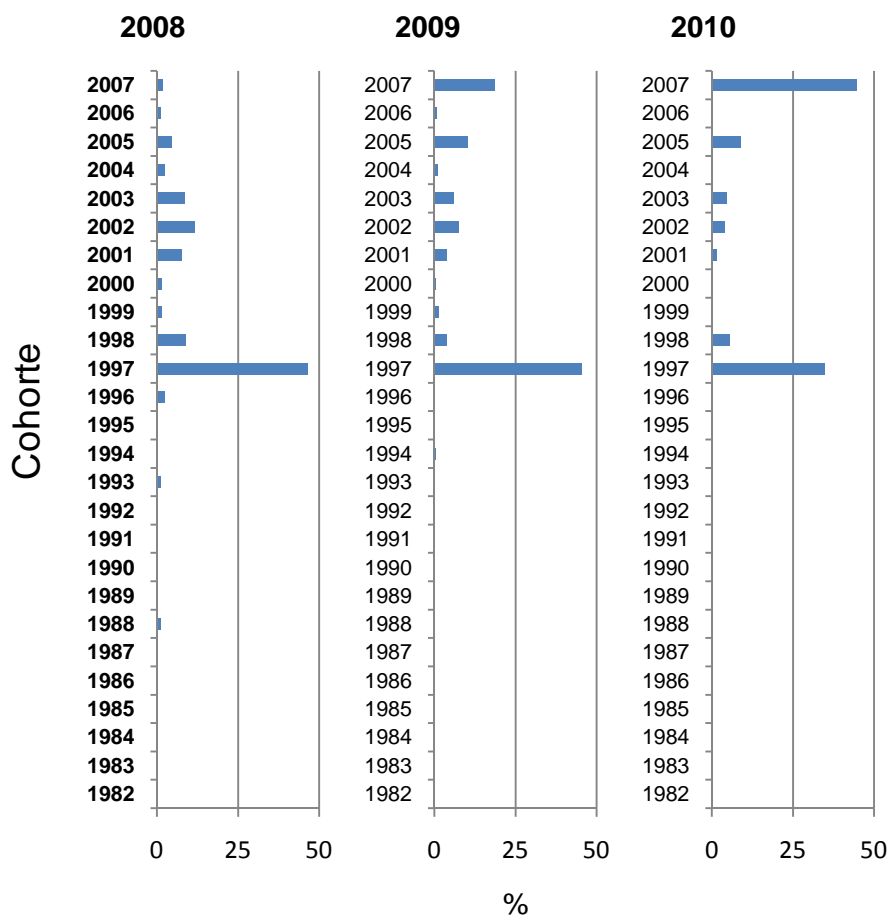
Figura 5. Cont.



**Figura 6.** Distribuciones de frecuencias de longitud estandarizadas observadas en las zonas de muestreos regulares.

#### 4. Estructura de edades y contribución de las cohortes al stock pescable

Además de la representación masiva de la cohorte de 2009-2010, la estructura de edades, revelada por la lectura de anillos en los otolitos utriculares, sigue mostrando el predominio de las cohortes de 2006-2007 y de 1996-1997, actualmente con 15 años de edad. En términos de peso, ésta última va siendo reemplazada por la cohorte de 2006-2007 (Fig. 7) a medida que se produce su reclutamiento al “stock pescable” (segmento de la población con tallas por encima de la mínima recomendada de 34 cm de longitud estándar).



**Figura 7.** Contribución relativa en peso de las distintas cohortes al “stock pescable” ( $\geq 34$  cm de longitud estándar), de acuerdo con los resultados de los muestreos de pesca exploratoria realizados en 2008, 2009 y 2010. Las cohortes se designan por el año de nacimiento (convencionalmente ocurrido en enero).

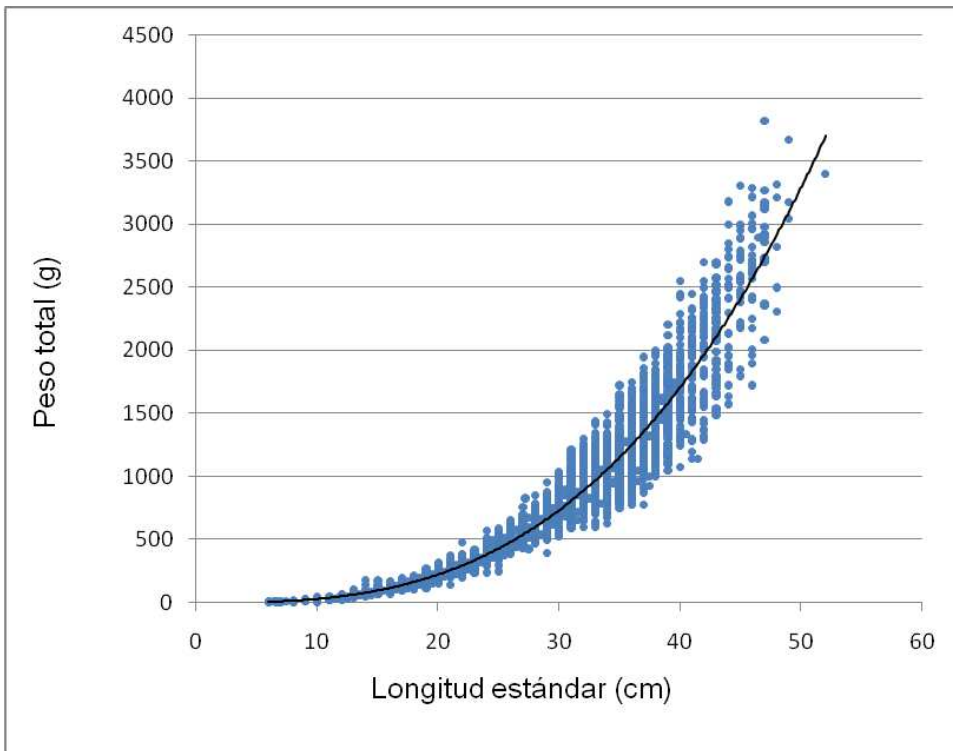
## 5. Actualización de parámetros poblacionales

### 5.1. Relación Longitud - Peso

A partir de la medición de 9818 pares de valores de longitud estándar (cm) y peso total (g) (Fig. 8) se obtuvo una estimación de la relación potencial media entre estas variables:  $P = a \cdot L_s^b$ , mediante el procedimiento de estimación no lineal de Levenberg-Marquardt, contenido en el paquete estadístico STATISTICA®.

Los valores estimados de los parámetros, con sus intervalos de confianza de 95%, fueron los siguientes:

$$\begin{aligned} \mathbf{a} &= 0,0334 && (0,0312 ; 0,0356) \\ \mathbf{b} &= 2,9398 && (2,9215 ; 2,9582) \end{aligned}$$



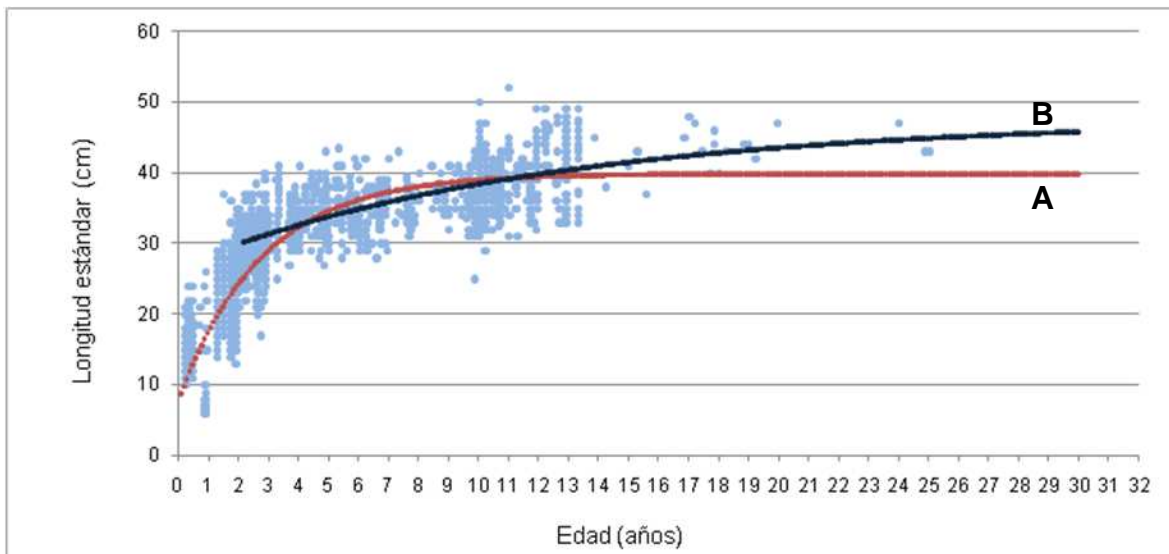
**Figura 8.** Relación entre la longitud estándar ( $L_s$ ) y el peso total. Datos de ambos sexos combinados.  $N = 9.818$ .



## 5.2. Crecimiento

La disponibilidad de datos de talla y edad por lectura de otolitos de prácticamente todos los ejemplares capturados en las campañas por encima de la edad 1 (que pueden identificarse por las distribuciones de tallas) permitió ajustar la estimación de los parámetros de la curva de crecimiento de von Bertalanffy con edades a la fecha de captura, y avanzar con estimaciones de las trayectorias de crecimiento individuales por retrocálculo.

La distribución de los datos de longitudes estándar y edades muestra dos fases de crecimiento (antes y después de la primera maduración gonadal) que no pueden describirse satisfactoriamente con una única curva de von Bertalanffy (Fig. 9). Este modelo de crecimiento bifásico, en el que la maduración es acompañada por una desaceleración del crecimiento, debida aparentemente al gasto de energía que implica la reproducción, se ha observado repetidamente en otros peces, especialmente los de estrategia periódica, y recientemente ha sido tratado en detalle desde los puntos de vista teórico y empírico (Quince *et al.*, 2008 a y b).



**Figura 9.** Curvas de crecimiento de von Bertalanffy ajustadas a todo el rango de edades (A) y a la fase adulta (B).

Como puede apreciarse en la figura 9, la curva ajustada a todo el rango de datos (A) subestima las longitudes de los peces más jóvenes y se hace rápidamente asintótica, subestimando también las longitudes a partir de la edad 14 y el valor de Linf.



Por esta razón es recomendable en estos casos no incluir información de peces juveniles en las estimaciones de crecimiento utilizadas para modelar los stocks de peces adultos en explotación.

Los parámetros de la ecuación de vB ajustada a los datos de los ejemplares de 2 años (edad a la que aproximadamente se completa la etapa juvenil en el valle aluvial y se produce la primera maduración) en adelante (Fig. 10), resultaron:

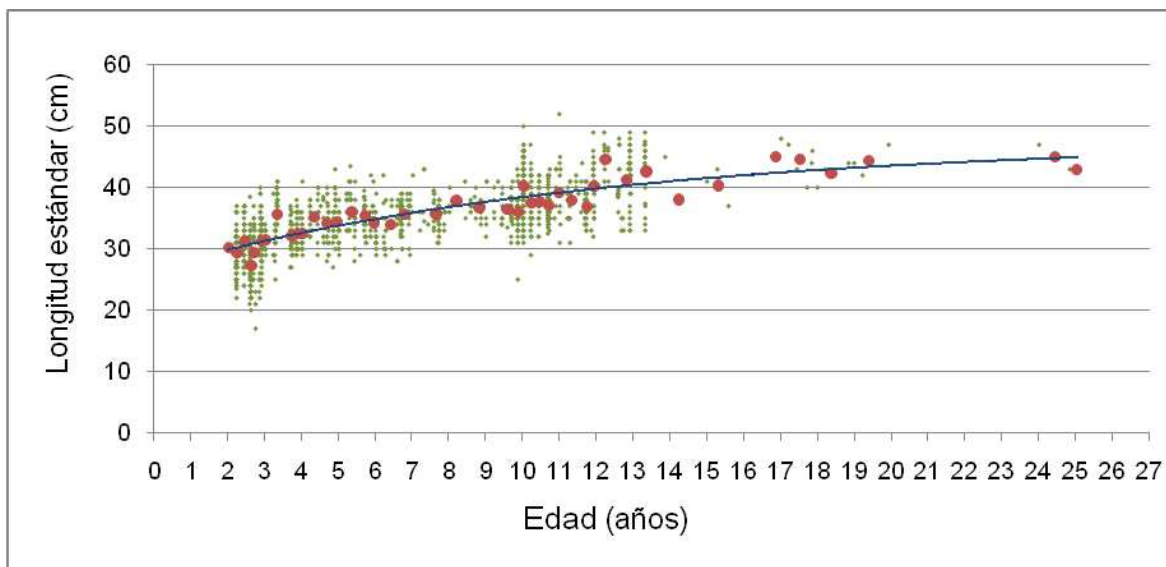
$$L_{inf} (L_s) = 47,5$$

$$K = 0,081$$

$$t_0 = - 10,1$$

$$N = 1435$$

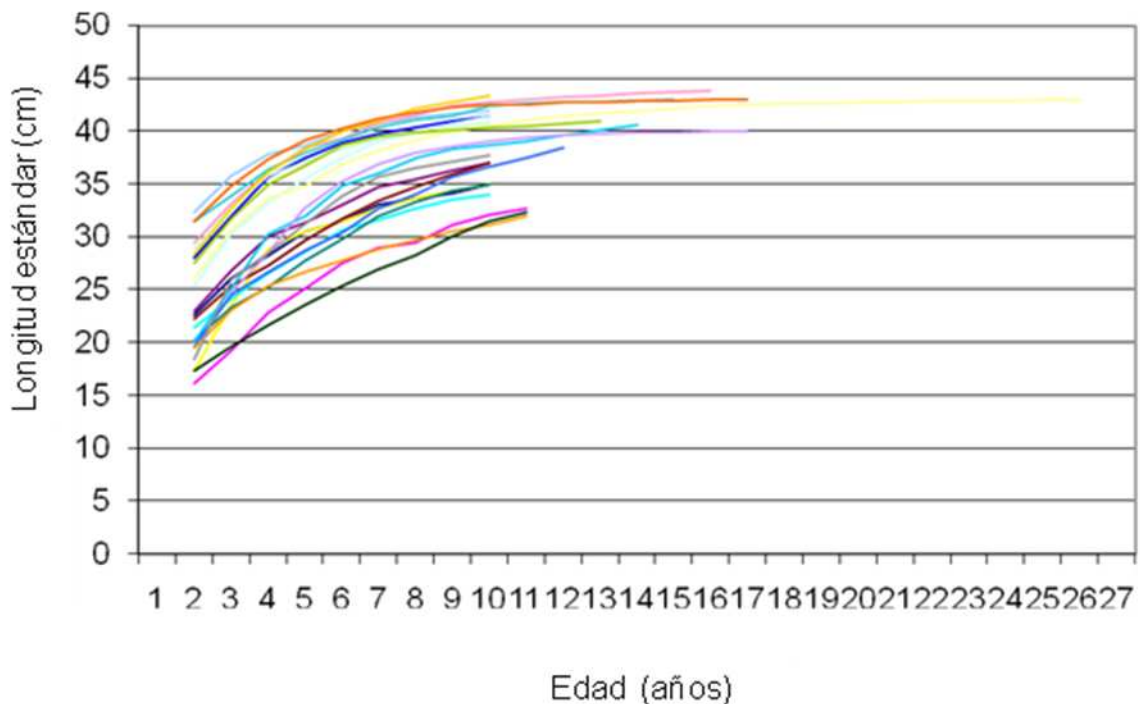
Esta curva describe muy bien el crecimiento en la fase adulta, pero obviamente no puede extrapolarse a edades menores.



**Figura 10.** Curva de crecimiento a partir de 2 años de edad. Los puntos grandes representan las longitudes medias a las edades en años y fracción correspondientes a los momentos de muestreo y los pequeños muestran la dispersión de los datos.

Los datos disponibles de medición de distancias entre el núcleo y el borde externo de las bandas de crecimiento anuales en cortes transversales de los otolitos utriculares son todavía insuficientes para las diferentes aplicaciones del retrocálculo de tallas a edades pretéritas. Sin embargo, han aportado información útil para identificar la relación entre la longitud del pez y el radio total del *lapillus* medido entre el núcleo y el borde de la protuberancia macular (*gibbus maculae*),

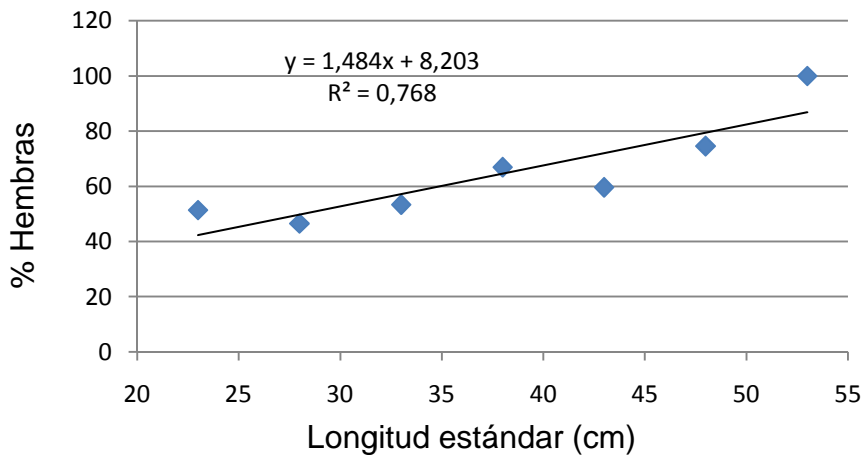
que resultó corresponder a la curva acumulativa de Weibull (Schirripa, 2002). A partir de la relación general se obtuvieron las curvas particulares y se calcularon las trayectorias de crecimiento individuales de un número limitado de ejemplares de diferentes edades y tamaños relativos (Fig. 11). Un resultado importante para la modelación de la dinámica de poblaciones de la especie es la consistencia de los patrones de crecimiento individual, en el sentido de que los peces relativamente grandes o relativamente pequeños a los dos años siguen siéndolo en años sucesivos.



**Figura 11.** Trayectorias de crecimiento individuales construidas por retrocálculo a partir de mediciones de distancias desde el núcleo hasta el borde externo de las bandas de crecimiento anual en cortes transversales de otolitos utriculares (*lapilli*).

### 5.3. Proporción de sexos

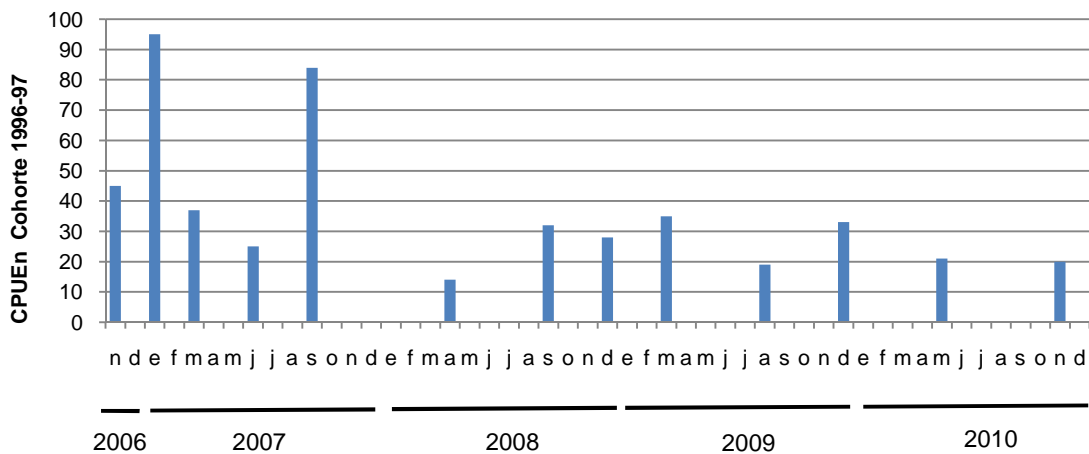
La proporción de sexos se muestra equilibrada en el intervalo de longitudes alrededor de las tallas de primera maduración, pero la cantidad relativa de hembras aumenta progresivamente con el incremento del tamaño, hasta sobrepasar el 80 % en las tallas mayores (Fig. 12). Si bien la evolución detallada de esta proporción parece relativamente compleja, la relación de los datos agrupados en clases de 5 cm es aproximadamente lineal.



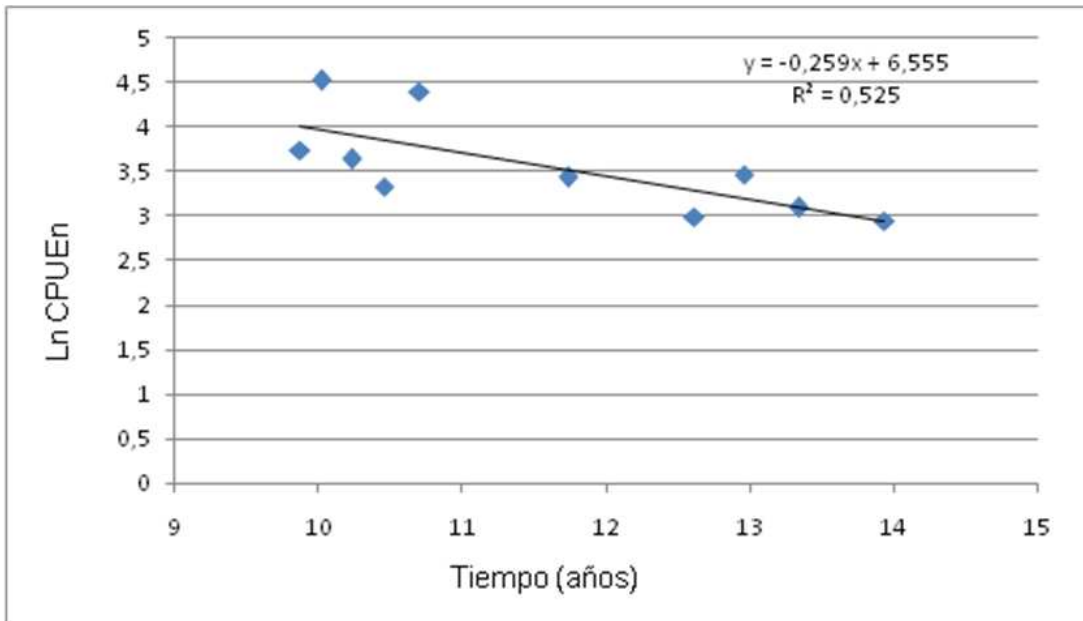
**Figura 12.** Porcentaje de hembras en función de la longitud estándar. Datos agrupados en clases de 5 cm.

#### 5.4. Estimación de la mortalidad

El seguimiento de la abundancia de la cohorte de 1996-97 a lo largo de las campañas regulares realizadas desde fines de 2006, a través de la captura por unidad de esfuerzo (Fig. 13), ofrece una posibilidad de estimación parcial de la tasa instantánea de mortalidad total ( $Z$ ) mediante la regresión de los logaritmos naturales de la CPUEn en términos anuales (Fig. 14). El valor estimado fue de alrededor de  $0,26 \text{ año}^{-1}$ , inferior al de  $0,39 \text{ año}^{-1}$  calculado previamente mediante la curva de captura. Si bien estas estimaciones están sujetas a grandes errores, principalmente por las variaciones de la capturabilidad en un caso y el reclutamiento en el otro, ambas coinciden en sugerir una tasa de explotación baja o moderada.



**Figura 13.** Captura por unidad de esfuerzo de individuos de la cohorte de 1997 en campañas de pesca exploratoria realizadas entre noviembre de 2006 y noviembre de 2010.



**Figura 14.** Estimación de la tasa instantánea de mortalidad total ( $Z$ ) con los datos de CPUE( $n$ ) de la cohorte de 1997.

## 6. Simulación de la pesquería

Como herramienta para asistir en la evaluación del estado de la pesquería y explorar las consecuencias de medidas de manejo, se construyó un modelo analítico simple, estructurado por edades y tallas, que simula la dinámica de la fase adulta de una población de sábalo sometida a explotación por una pesquería con redes agalleras.

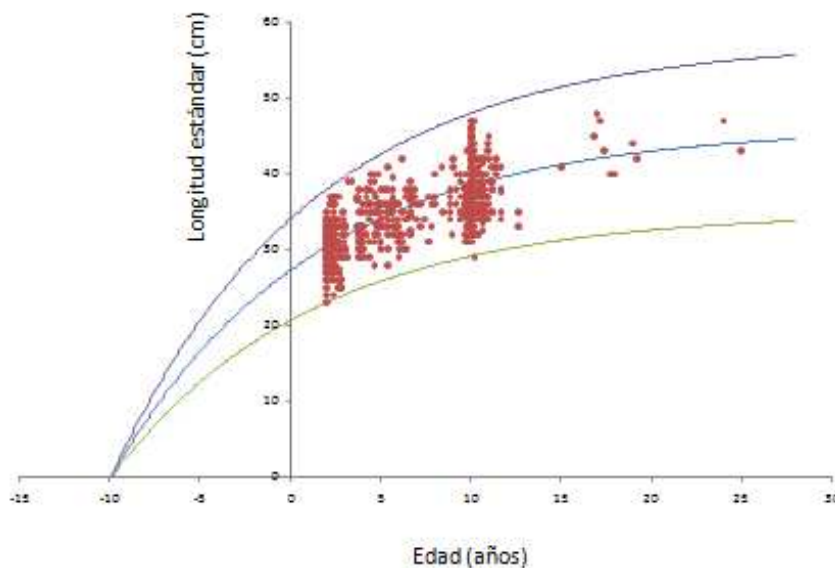
En general, los modelos de acceso abierto disponibles no se adecuan al patrón de selectividad de estas redes, utilizadas actualmente en las pesquerías de sábalo, y carecen de la flexibilidad necesaria para incorporar la amplia variabilidad observada en las tallas por edad, debido a la cual el reclutamiento de cada cohorte a la pesquería se produce gradualmente, a lo largo de varios años.

Las clases anuales son ingresadas al modelo a los dos años de edad (comienzo de la fase adulta). La magnitud del reclutamiento se mantiene constante para simular condiciones de equilibrio (estado estacionario) o se especifica mediante un vector de valores anuales para permitir la simulación de condiciones realistas, como las secuencias de reclutamientos pobres alternados con los grandes reclutamientos que se producen en años con crecidas extraordinarias.

Para tener en cuenta la amplia variación de tallas a cada edad, la cohorte se consideró integrada por grupos con diferentes trayectorias de crecimiento (Walters & Martell, 2004), que en este caso se hicieron corresponder con las 21 clases de longitud estándar de 1 cm observadas en la distribución de tallas de la edad 2 en el conjunto de los muestreos realizados.

El número de reclutas asignado a la cohorte se reparte entre los grupos, proporcionalmente a las frecuencias correspondientes de la distribución normal ajustada a las frecuencias reales observadas.

Las 21 curvas de crecimiento difieren entre sí sólo en términos de las longitudes asintóticas ( $L_{inf}$ ), que fueron calculadas de modo que las trayectorias coincidieran con las clases de longitud a la edad 2. En la figura 15 se muestran las curvas con longitudes asintóticas máxima y mínima, juntamente con la curva de crecimiento medio (a nivel de población) estimada, y la dispersión de los valores de longitud por edad observados. Puede apreciarse que las curvas máxima y mínima coinciden con los valores extremos de las distribuciones de tallas de las cohortes más numerosas, mientras que en las menos exitosas y en las de edades mayores, con abundancias muy reducidas, los tamaños observados tienden a encontrarse próximos a la curva de crecimiento media, donde las frecuencias originales eran mayores.



**Figura 15.** Curva de crecimiento de von Bertalanffy de adultos a nivel poblacional, dispersión de los datos observados y curvas con  $L_{inf}$  máximo y mínimo de los grupos considerados en el modelo de simulación

Cada cohorte permanece en la población simulada por un máximo de 30 años (máxima longevidad estimada). En cada periodo, que puede fijarse en semanas,

meses o años, se calcula dentro de cada grupo el número de sobrevivientes, el número de muertos por causas naturales, el número de peces capturados y el rendimiento, según los procedimientos del modelo predictivo de Thompson y Bell (Sparre & Venema, 1997), aplicando los valores de mortalidad natural estimados para el sábalo mediante relaciones empíricas y los valores seleccionados de mortalidad por pesca corregidos por el factor de retención correspondiente a la talla media del grupo durante el lapso considerado.

La mortalidad natural puede considerarse constante a partir de los dos años (edad de reclutamiento), o puede aplicarse el modelo más realista de mortalidad natural variable en función del peso,

$$M_p = M_u * P^b,$$

$M_p$ : Mortalidad natural al peso P

$M_u$ : Mortalidad unitaria

b: exponente de alometría

según lo propuesto por Peterson y Wroblewski (1984) y Lorenzen (1996, 2000)

El valor del exponente de alometría se fijó, dentro del rango para peces de río estimado por Lorenzen (1996), para que la mortalidad natural coincidiera aproximadamente con la estimada por métodos empíricos en el intervalo central de los tamaños explotados.

Para el cálculo de la producción potencial de huevos, se considera que las hembras desovan todos los años la cantidad de óvulos correspondiente según la ecuación ajustada de fecundidad en función de la talla o el peso, y se tiene en cuenta la variación en la proporción de hembras según las clases de tamaño.

Para comparar los efectos sobre la estructura poblacional y los rendimientos con diferentes tamaños de malla y mortalidades por pesca se hicieron corridas del modelo en condiciones de equilibrio (con reclutamiento constante), utilizando los siguientes parámetros:

Número inicial: 1000

Parámetros de la curva de crecimiento de von Bertalanffy:

$$L_{inf} = 47,5 \text{ cm}$$

$$K = 0,08 \text{ año}^{-1}$$

$$t_0 = - 10,1 \text{ años}$$

Mortalidad natural variable en función del peso:

$$M_u = 2,5$$

$$b \text{ (exponente de alometría)} = -0,31$$

Tasa instantánea de mortalidad por pesca (correspondiente al tamaño capturado con máxima eficiencia por cada malla) entre 0,2 y 1,0 año<sup>-1</sup> corregida por el factor de retención correspondiente, calculado según el método de Sechin (1969) modificado por Pet *et al.* (1995).

Tamaños de malla entre 90 mm y 180 mm

Parámetros de la relación Longitud-Peso ( $a \cdot L_s^b$ ):

$$a_{LP} = 0,0334$$

$$b_{LP} = 2,9398$$

Tamaño de maduración: 29 cm ( $L_s$ )

Fecundidad en función de la longitud: ( $a \cdot L_s^b$ ):

$$a_F = 0,4891$$

$$b_F = 3,7354$$

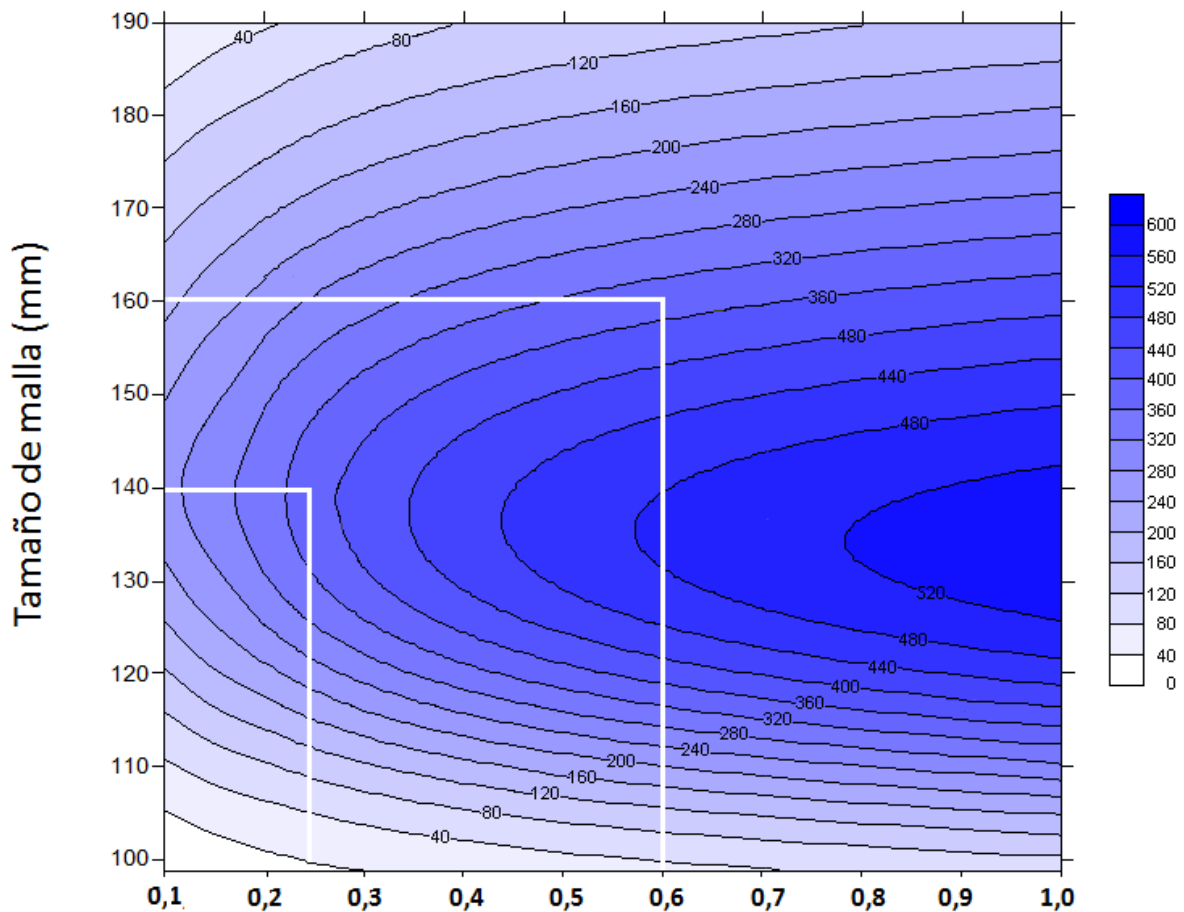
Porcentaje de hembras ( $a \cdot L_s + b$ ):

$$a_H = 1,484$$

$$b_H = 8,203$$

De acuerdo con los resultados, que se muestran en términos de rendimiento por recluta en un diagrama de isoplefas (Fig. 16), en las condiciones de la simulación las mallas más apropiadas para maximizar el rendimiento son las de alrededor de 140 mm.

## Isopletas de rendimiento



## Tasa instantánea de mortalidad por pesca

\*Tasa correspondiente a la clase de longitud capturada con máxima eficiencia por la red.

**Figura 16.** *Isopletas de rendimiento por recluta (en gramos) calculadas por tamaño de malla con el modelo estructurado por edades y tamaños, utilizando los valores estimados de las variables poblacionales y de la selectividad de las redes de pesca.*

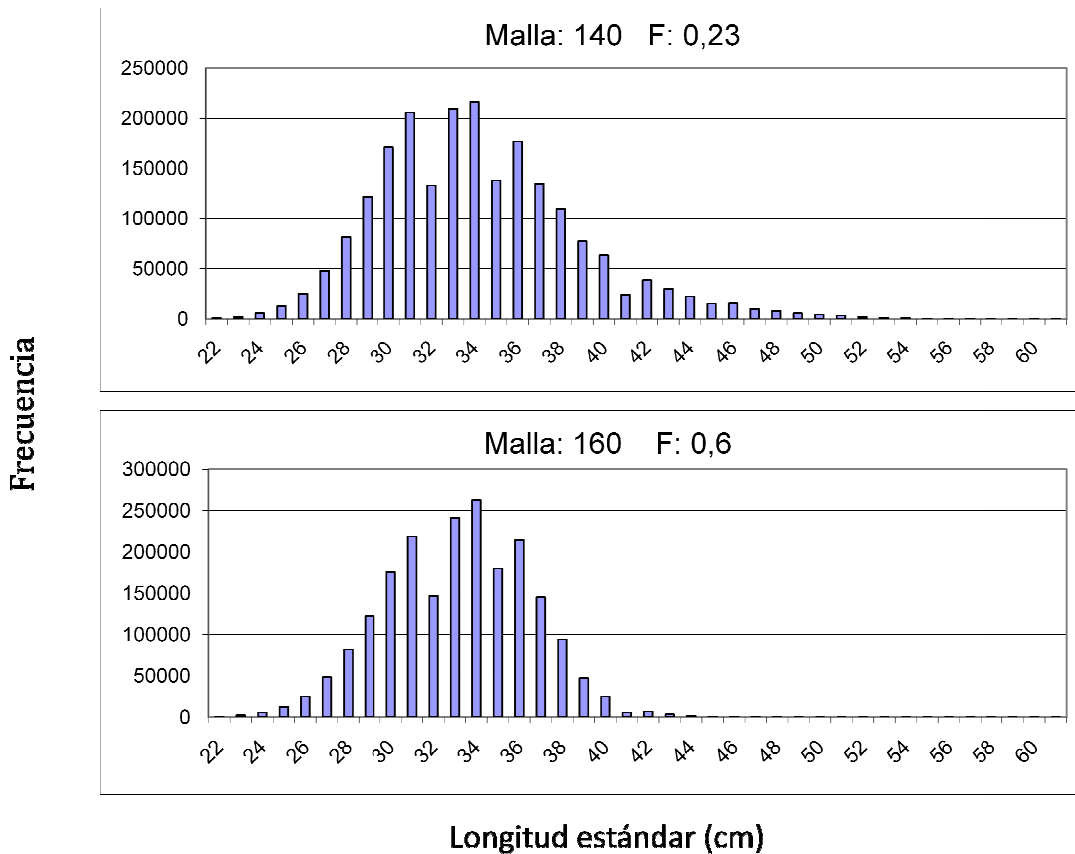
El modelo puede emplearse también para explorar otras relaciones útiles para la formulación de medidas de manejo.

Por ejemplo, la comparación en condiciones de equilibrio de los efectos de mallas de 140 mm y de 160 mm para la obtención de un mismo rendimiento anual (fijado en el valor correspondiente a la malla de 160 mm con  $F = 0,6$ , ver figura 16) sobre la población simulada, muestra que el tamaño poblacional es aproximadamente el

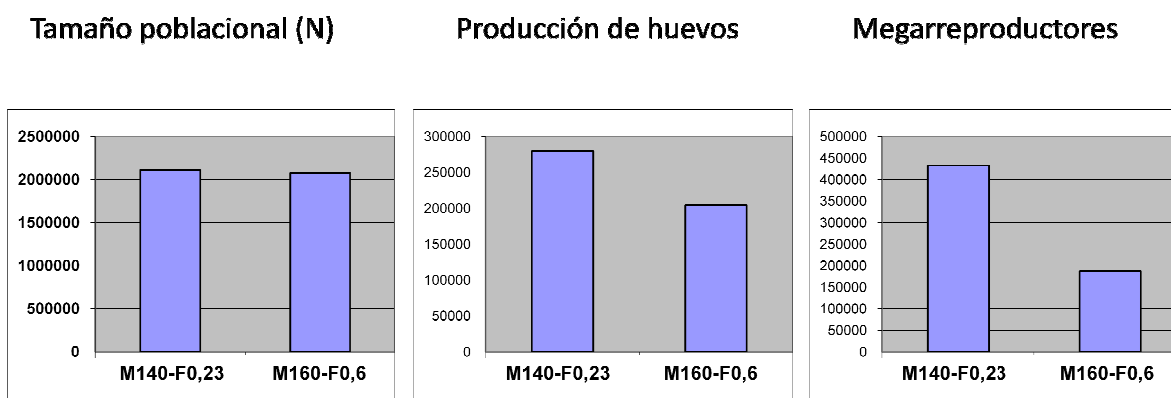


mismo en ambos casos, pero que la estructura de tallas está más equilibrada en el caso de la población explotada con mallas de 140 mm (Fig. 17).

Esta diferencia se refleja en la producción potencial de huevos, que es algo mayor en el caso de la malla de 140 mm, y especialmente en la cantidad de individuos con longitud estándar igual o mayor de 40 cm (“megarreproductores”) (Fig. 18).



**Figura 17.** Distribución de tallas en poblaciones simuladas en equilibrio, pescadas con igual rendimiento anual con mallas de 140mm y 160 mm respectivamente.



**Figura 18.** Características de poblaciones simuladas en equilibrio sometidas a explotación, con igual rendimiento, con mallas de 140 mm y 160 mm. En los ejes de ordenadas se muestran valores relativos.

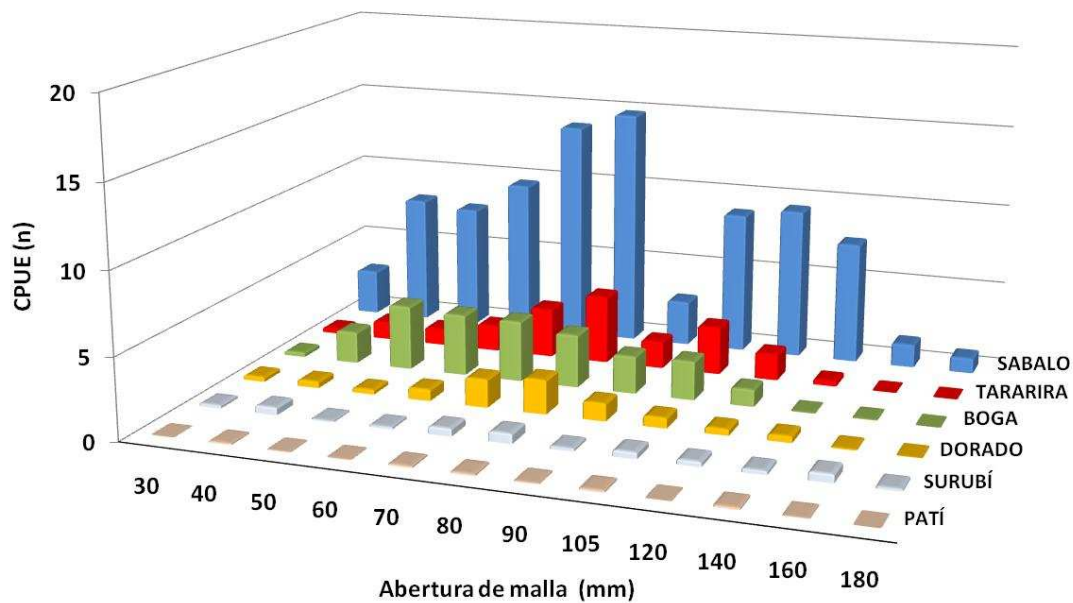
Si la pesquería se maneja con cuotas máximas de captura móviles respetadas (o reforzadas por medidas como los límites de exportación), es conveniente reglamentar los artes de pesca para optimizar la estructura de tallas y maximizar el potencial reproductivo. En el caso analizado, y en las condiciones de la simulación, es evidente que la concentración de la pesca en la ventana de tallas capturadas por la malla de 140 mm reduce el esfuerzo necesario para obtener la misma captura, al mismo tiempo que mejora la producción potencial de huevos y la proporción de “megarreproductores” en la población.

## 7. Interacciones con otras especies

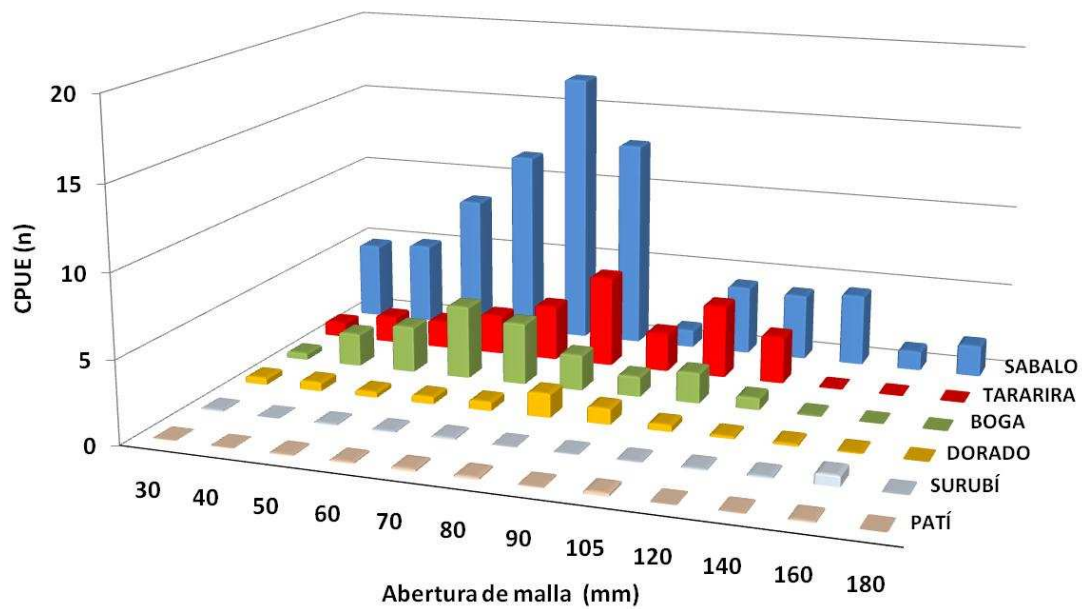
En los muestreos realizados en este periodo se continuó con la identificación y el registro cuantitativo de todas las especies capturadas, por tamaño de malla, como información de base para realizar análisis a nivel de la comunidad de peces, y para evaluar primariamente los posibles efectos de la pesca del sábalo sobre otras especies de valor ecológico y/o económico.

En relación con la captura incidental de especies no objetivo, las distribuciones de capturas por malla en las distintas zonas de muestreo (Fig. 19) muestran que la captura de ejemplares juveniles de otras especies de interés económico se produce principalmente en mallas con abertura por debajo de 140 mm, que es la recomendada para la pesca del sábalo. Las mayores capturas de tararira (*Hoplias malabaricus*) se producen en las mallas de 120 mm y menores. La pesca simultánea de esta especie, como objetivo principal o secundario, continúa siendo por lo tanto un factor adicional que impulsa hacia la reducción de las aberturas de malla utilizadas en la pesquería.

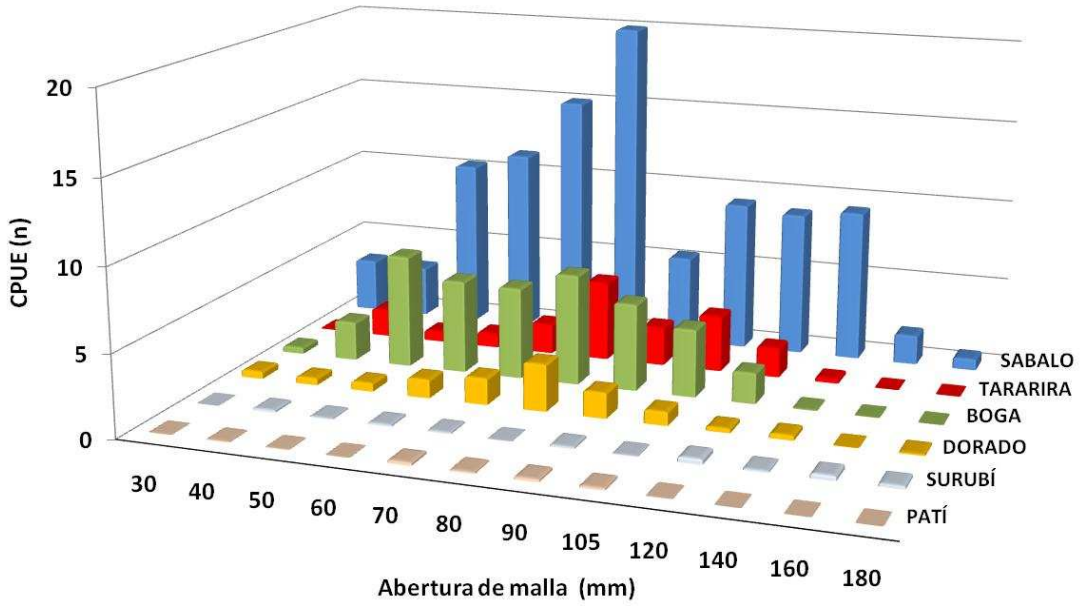
### Río Paraná (Todas las zonas)



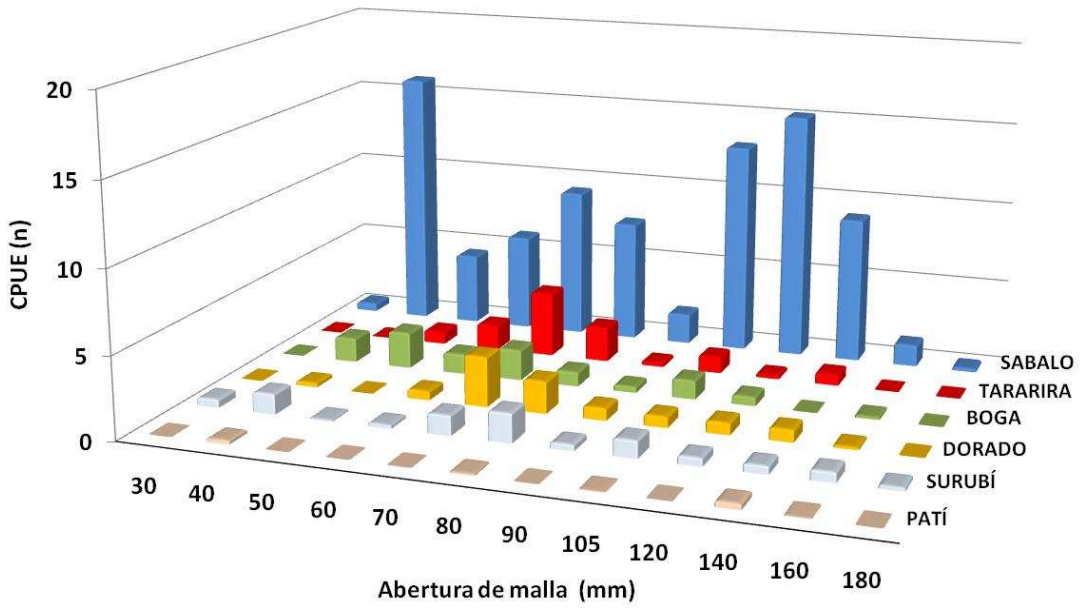
### Victoria



Helvecia

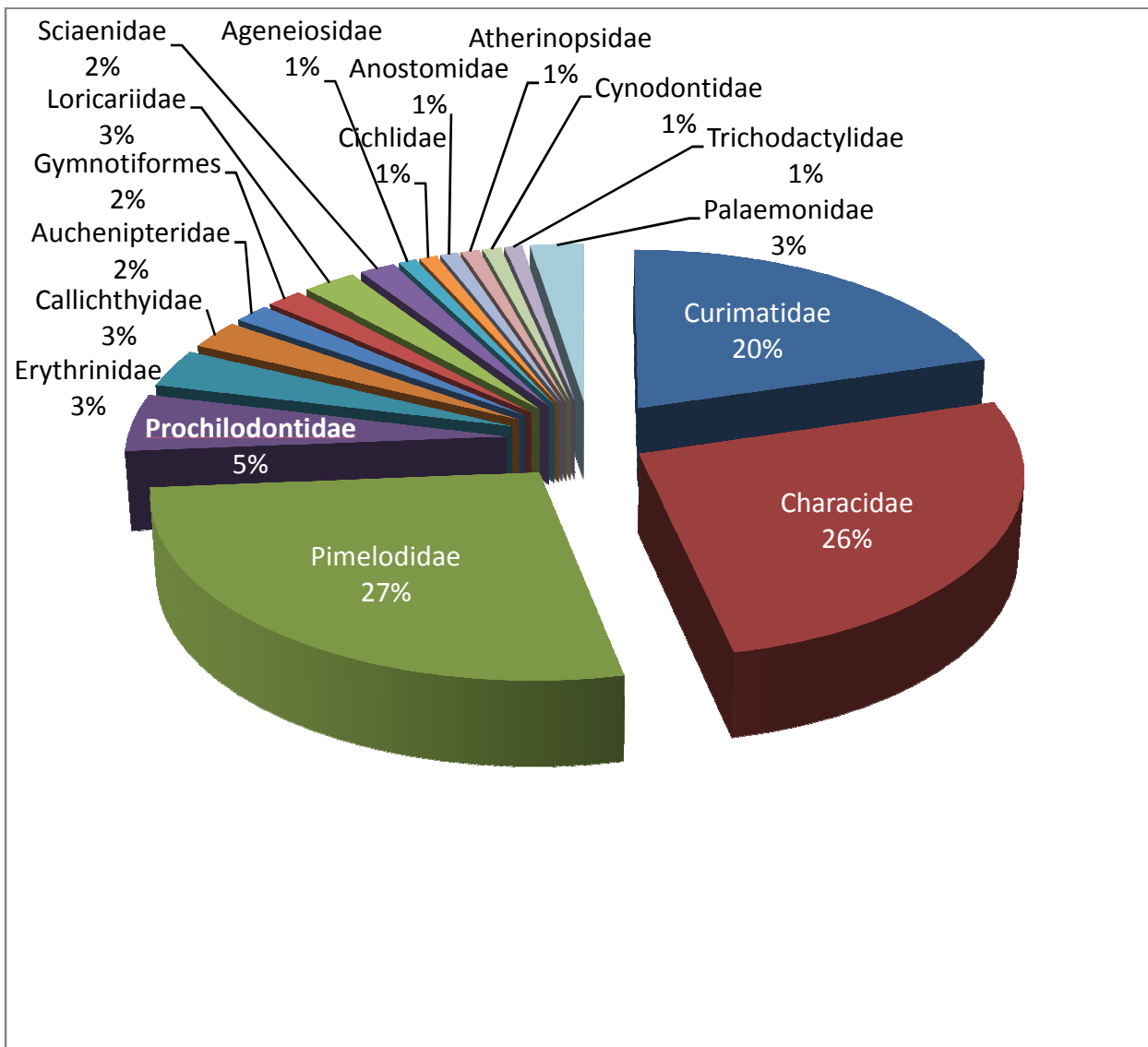


Reconquista



**Figura 19.** Captura por unidad de esfuerzo en número (N/100m malla/noche) media de sábalo y otras especies de interés pesquero por tamaño de malla.

Un aspecto complejo es el posible impacto sobre los predadores ictiófagos por la reducción en la abundancia de sábalo razonablemente producida por la pesca, sin embargo pueden hacerse dos consideraciones preliminares: La primera es que el examen de los contenidos estomacales de los peces predadores capturados en los muestreos no muestra al sábalo como un ítem importante de su dieta. En el caso del dorado (*Salminus brasiliensis*) sólo representó alrededor del 5 % de los ejemplares identificados (Fig. 20). La segunda es que en todos los casos se trató de ejemplares juveniles, por debajo de la talla de primera captura, cuya abundancia no es afectada negativamente por la pesquería, a menos que se produzcan situaciones de sobrepesca de reclutamiento.



**Figura 20.** Frecuencia de los ítems alimentarios en los ejemplares de dorado capturados en el transcurso del Proyecto.

## 8. Consideraciones sobre el recurso y medidas de manejo propuestas

Los resultados sobre distribución de edades obtenidos en este periodo completaron la validación de la periodicidad anual de los anillos de crecimiento en los otolitos utriculares, principalmente por la progresión de la cohorte particularmente exitosa de 1997, y confirmaron por lo tanto el carácter periódico (Winemiller, 2005; Winemiller y Taphorn, 1989; Winemiller y Rose, 1992) de la historia de vida de la especie. Esta cohorte fue el principal sustento del incremento de la pesquería durante la década del 2000 y mantuvo su dominancia hasta 2010, cuando por primera vez fue superada en peso por la cohorte de 2007 en el rango de tallas pescable según las recomendaciones del proyecto (a partir de 34 cm de  $L_s$ ).

Durante el periodo abarcado por este informe, se produjo un nuevo reclutamiento exitoso relacionado con la creciente intensa y sostenida del río Paraná, en coincidencia con el periodo reproductivo de la primavera y el verano de 2009-2010, al que probablemente deba sumarse el correspondiente a la temporada 2010-2011. Estos eventos, que fueron monitoreados por medio del muestreo de juveniles en las campañas de evaluación de prerreclutas realizadas entre julio de 2007 y octubre de 2011, configuran aparentemente una situación favorable para las pesquerías en los próximos años.

A pesar de su alto grado de incertidumbre, las estimaciones de la mortalidad total basadas en las curvas de captura y en la declinación de la cohorte de 1997 coinciden en indicar un nivel de explotación moderado.

### *Medidas de manejo*

A pesar de las evidencias de reclutamientos exitosos en 2006-07, 2009-10 y 2010-11 y la estimación de una tasa de explotación moderada, se recomienda mantener una captura máxima permisible de hasta 20.000 toneladas, teniendo en cuenta las incertidumbres asociadas a las evaluaciones. Este valor es coherente con los antecedentes históricos de la pesquería y es conservador en relación con las estimaciones de rendimiento potencial basadas en sistemas fluviales similares del mundo.

Por otra parte, se recomienda: a) evitar el incremento no controlado del esfuerzo de pesca, más allá del eventualmente necesario para obtener la captura máxima permisible, b) mantener el uso de redes agalleras simples con una abertura de malla no menor de 140 mm, c) evitar el uso de redes simples con mallas mayores de 145 mm y de redes tipo trasmallo (tres telas), de acuerdo con los resultados de simulación de la pesquería, y d) evitar la reducción de la superficie total libre de pesca.

Se reitera además la importancia crucial de evitar el deterioro de las condiciones ambientales. Como en el caso de otras especies de estrategia periódica, pequeños incrementos en la supervivencia de los estadios larvales y juveniles del

sábalo pueden producir grandes aumentos en la abundancia de adultos. Juntamente con las medidas tendientes a asegurar un *stock* de reproductores adecuado, el mantenimiento de las vías de desplazamiento y la conectividad e integridad del valle aluvial son las acciones más efectivas para favorecer el sostenimiento de la abundancia de la población. En ese sentido se vuelve a enfatizar la importancia de avanzar en la evaluación del estado del valle aluvial y sus vinculaciones con los canales principales, con el objeto de diseñar e implementar medidas de compensación o mitigación de las perturbaciones negativas.

## 9. Bibliografía

- Agostinho A.A., A.E.A. de M. Vazzoler, L.C. Gomes, E.K. Okada. 1993. Estratificación especial 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., L.C. Gomes, M. Zalewski. 2001. The importance of floodplains for the dynamics of fish communities of the upper river Paraná. *Ecohydrology & Hydrobiology.* (1-2): 209-217.
- Allan, J.D., R. Abell, Z. Hogan, C. Ravenga, B. Taylor, R. Welcomme & K.O. Winemiller. 2005. Overfishing of inland waters. *BioScience* 55: 1041-1051.
- Angelescu V., F. Gneri. 1949. Adaptaciones del aparato digestivo al régimen alimenticio en algunos peces del río Uruguay y del río de La Plata; I. Tipo omnívoro e iliófago en representantes de las familias "Loricaridae" y "Anostomatidae". *Revista Ciencias Zoológicas* I(6):162-214.
- Araya P.R., A.A. Agostinho, J.A. Bechara. 2005. The influence of dam construction on a population of *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1847) (Pisces, Anostomidae) in the Yaciretá Reservoir (Argentina), *Fisheries Research* 74: 198-209.
- Araya P.R., S.B. Sverlij. 1999. Edad y crecimiento de *Prochilodus scrofa*. (Characiformes, Prochilodontidae) en el Alto Río Paraná, Argentina, Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, (86): 45-54.
- Bayley P.B. 1973. Studies on the migratory characin, (*Prochilodus platensis*) Holmberg 1889, (Pisces, Characoidei) in the River Pilcomayo, South America. *J. Fish Biol.* 3: 23-40.
- Bertalanffy L. von. 1938. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws. II). *Human Biol.* 10:181-213.
- Beverton R.J., J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. U.K. Minist. Agric. Fish, Food Fish. Invest. (Ser 2) 19, 533 pp.
- Bonetto A.A. 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. 1986. Fish of the Paraná system. *The Ecology of River Systems*, edited by B. R. Davies y K. F. Walker. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- 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.
- Bonetto A.A., E. Cordiviola de Yuan, C. Pignalberi, O. Oliveros. 1969. Ciclos hidrológicos del río Paraná y las poblaciones de peces contenidas en las cuencas temporarias de su valle de inundación. *Physis*, 29(78): 213-223.



- Bonetto A.A., C. Pignalberi. 1964. Nuevos aportes al conocimiento de las migraciones de los peces en los ríos mesopotámicos de la República Argentina. *Comunic. Inst. Nac. Limnol.*; Santo Tomé (Santa Fe), 1: 1-14.
- Bonetto A.A., C. Pignalberi. 1965. Contribución al conocimiento de las poblaciones de peces de las lagunas isleñas en el Paraná medio. An. II Congr. Lat. Amer. Zool., Sao Paulo, 2: 131-154.
- Bowen S.H. 1983. Detritivory in neotropical fish communities. En: *Env. Biol. Fishes.* 9(2): 137-144.
- Carozza C., E. Cordiviola de Yuan. 1991. Estudios ictiológicos en la laguna La Cuarentena (Isla Carabajal), Río Paraná, Argentina: Edad y crecimiento del "Sábalo" *Prochilodus lineatus* (Val.), periodo 1984-1985 (Pisces, Curimatidae). *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 24 (2): 119-129.
- Cordiviola de Yuan, E., C. Pignalberi. 1981. Fish Populations in the Paraná River. 2. Santa Fe and Corrientes Areas. *Hidrobiología*, 77: 261-272.
- Cordiviola de Yuan, E. 1971. Crecimiento de peces del Paraná Medio. I "Sábalo" (*Prochilodus Platensis* Holmberg). (Pisces, Tetragonoperidae). *Physis Tomo XXX No 81*: 483-504.
- Del Barco, D.M. 1990. Alimentación de *Salminus maxillosus* Valenciennes, 1840 en distintos ambientes de la provincia de Santa Fe (Pisces, Characidae). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 21(2): 150-166.
- Del Barco D. 2004. Proyecto "La producción pesquera en la provincia de Santa Fe". Universidad Nacional del Litoral (inédito).
- Dománico A., Delfino R. 1998. Pesquerías del sábalo (*Prochilodus lineatus*) en la zona de Victoria, Entre Ríos (32°40'S, 60°10'W), *Natura Ne otropicalis* 29(2): 127-136.
- Espinach Ros A. y C.M. Fuentes. 2000. Recursos Pesqueros y Pesquerías de la Cuenca del Plata. En Bezzi, S; Akselman, R. y Boschi, E. (Editores). *Síntesis del Estado de las Pesquerías Marítimas Argentinas y de la Cuenca del Plata.* p. 353-388. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. Argentina.
- Espinach Ros A. C. Ríos. 1997. Conservación de la fauna íctica en el Embalse de Salto Grande. Publicación conjunta Comisión Administradora del Río Uruguay-Comisión Técnica Mixta de Salto Grande. Julio, 1997.
- Espinach Ros A., S. Sverlij, F. Amestoy, M. Spinetti. 1998. Migration pattern of the sábalo *Prochilodus lineatus* (Pisces, Prochilodontidae) tagged in the lower Uruguay River. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26: 2234-2236.
- Fallows J.A. 1987. Some Biological Features of the Rio Pilcomayo Sábalo, *Prochilodus platensis*. O.D.A. Internal Publication, Trinidad, Bolivia.
- Froese R., D. Pauly. 2012. (Editores). FishBase World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)

- FUEM NUPELIA/ITAIPÚ Binacional. 1987. Ictiofauna e biología pesqueira. Relatório do Projeto Fundação Universidade Estadual de Maringá, 640 pp.
- Fuentes C.M. 1998. "Deriva de larvas de sábalo, *Prochilodus lineatus*, y otras especies de peces de interés comercial en el río Paraná Inferior". Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires.
- Fuentes C.M., A. Espinach Ros. 1998. Variación de la actividad reproductiva del sábalo, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847), estimada por el flujo de larvas en el río Paraná inferior. *Natura Neotropicalis* 29(1): 25-32.
- Godoy M.P. 1959. Age, growth, sexual maturity, behaviour, migration, tagging and transplanted of the curimbata, *Prochilodus scrofa*, Steindachner, 1881, of the Mogi Guassu River, Sao Paulo State, Brazil. *Ann. Acad. Bras. Cienc.*, 31: 447-477.
- Godoy M.P. 1980. Poluição-Peixes e Pesca. Reconhecimento preliminar com descrição de duas espécies novas de peixes Rios Uruguay, Pelotas e Apuaé. Aproveitamentos de ita e Machadinho. *Eletrosul, Centrais Elétricas do Sul de Brasil. Eletrobas, Centrais Elétricas Brasileiras*, 45 pp.
- Gomes L.C., A.A. Agostinho. 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.
- Goodyear C.P. 1993. Spawning stock biomass per recruit in fisheries management: foundation and current use. Pag 67-71. En S. J. Smith, J. J. Hunt, and D. Rivard (Editores). Risk evaluation and biological reference points for fisheries management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Special Publication 120.
- Halls A.S., R.L. Welcomme. 2001. Dynamics of River Fish Populations in Response to Hydrological Conditions: A Simulation Study. *River Res. Applic.* 20: 985-1000.
- Holt S.J. 1963. A method for determining gear selectivity and its application ICNAF Spec. Publ. 5: 106-110.
- Lorenzen, K. 1996. The relationship between body weight and natural mortality in fish: a comparison of natural ecosystems and aquaculture. *J. Fish Biol.* 49: 627–647.
- Lorenzen, K. 2000. Allometry of natural mortality as a basis for assessing optimal release size in fish-stocking programmes *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57: 2374–2381.
- Lorenzen K., Almeida O., Arthur R., Garaway C., and Nguyen Khoa S. 2006. Aggregated yield and fishing effort in multispecies fisheries: an empirical analysis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 63(6): 1334–1343.

- Loubens G., J. Panfili. 1992. Estimation de l'âge de *Prochilodus nigricans* (Teleostei, Prochilodontidae) dans le Béni (Bolivie): protocole de'étude et application. *Aqua Living Resour* 5: 41–56.
- Kawamura G. 1972. Gillnet mesh selectivity curve developed from length-girth relationship. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 38: 1119–1127.
- Mochek A.D., D.S. Pavlov. 1998. The Ecology of Sábalo *Prochilodus lineatus* (Curimatidae, Characoidei) of the Pilcomayo River (South America). *Journal of Ichthyology* 38(1): 28-36.
- Oldani N. 1990. Variaciones de la abundancia de peces del valle del río Paraná (Argentina). *Rev. Hidrobiol. Trop.* 23(1): 67-76.
- Panfili J., G. Loubens. 1992. Mise en évidence des structures de croissance pour l'estimation de l'âge individuel des poissons. Exemple de *Prochilodus nigricans* (Prochilodontidae, Characiforme). En : Tissus durs et âge individuel des Vertébrés, Colloque National, Bondy, France, 4-6 mars 1991. Baglinière J. L., Castanet J., Conand F. & Meunier F.J. (Editores), Colloques et Séminaires ORSTOM-INRA, 335-340.
- Pauly D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. CIEM*, 39 (2): 175-192.
- Payne A.I. 1986. A survey of the río Pilcomayo sábalo fishery in July 1986. Dept.Biol.Sci., Coventry Lanchester Polytechnica, UK, Overseas Development Administration, 56 pp.
- Payne A.I., M.J. Harvey. 1989. An assessment of the *Prochilodus platensis* Holmberg population in the Pilcomayo River fishery, Bolivia using scale-based and computer-assisted methods. *Aquaculture and Fisheries Management* 20: 233-248.
- Pet J.S., C. Pet-Soede, W.L.T. van Densen. 1995. Comparison of methods for the estimation of gillnet selectivity to tilapia, cyprinids and other fish species in a Sri Lankan reservoir, *Fisheries Research*, 24: 141-164.
- Peterson, I; J. S. Wroblewski. 1984. Mortality Rates of Fishes in the Pelagic Ecosystem. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 41: 1117-1120.
- Quince C., Abrams P. A., Shuter B. J. and Lester N.P. 2008 a. Biphasic growth in fish: Theoretical foundations.: 197-206.
- Quince C., Shuter B. J Abrams P. A., and Lester N.P. 2008. Biphasic growth in fish II: empirical assessment. *Journal of Theoretical Biology* 254(2): 207-214.
- Quirós R. 1990. The Paraná River Basin development and the changes in the lower basin fisheries. *Interciencia* 15: 442-451.

- Quirós, R. 2005. Las pesquerías del Paraná Medio: sobre la necesidad de establecer objetivos de explotación pesquera realistas y flexibles. Serie de Documentos de Trabajo del Área de Sistemas de Producción Acuática. Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Documento No 5, 20p
- Quirós R., S. Cuch. 1989. The Fisheries and Limnology of the Lower Plata Basin, En D.P. Dodge (Editores). Proceedings of the International Large River Symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106: 429-443.
- Quirós R. 2004. The La Plata River basin: International basin development and riverine fisheries. En R. L. Welcomme, T. Petr (Editores). Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries, Volume I. pp. 253-272. RAP Publication 2004/16, FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand.
- Ricker W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Board. Can. No 191, 383 pp.
- Ringuelet R.A., R.H. Arámburu, A. Alonso de Arámburu. 1967. Los peces argentinos de agua dulce. La Plata, 1997, 602 pp.
- Rossi L.M. 1992. Evolución morfológica del aparato digestivo de postlarvas y prejuveniles de *Prochilodus lineatus* (val., 1847) (Pisces, Curimatidae) y su relación con la dieta. Rev. Hidrobiol. Trop., 25(2): 159-167.
- Schirripa. 2002. An evaluation of back-calculation methodology using simulated otolith data. Fish. Bull. 100:789–799 (2002)
- Sechin Y.T. 1969. A mathematical model for the selection curve of a gillnet. Rybn. Khoz. 45: 56–58. (en ruso).
- Sparre, P. y S.C. Venema. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. No 306.1 Rev. 2: 420 pp.
- Sverlij S.B., L. Geracitano, A. Espinach Ros. 1992. Estructura de edades de los efectivos de sábalo, (*Prochilodus lineatus*) del tramo inferior del río Uruguay. Publicaciones de la Comisión Administradora del Río Uruguay. Serie Técnico-Científica 1:54-62.
- Sverlij S.B., A. Espinach Ros, G. Orti. 1993. Sinopsis de los Datos Biológicos y Pesqueros del Sábalo *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847) FAO Sinopsis Sobre la Pesca, No 154. Roma, Fao: 64 pp.
- Tablado A., N. Oldani. 1984. Consideraciones generales sobre las migraciones de peces en el río Paraná. Boletín de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral, 4 (3): 31-34.
- Telichevsky S., A. Fortuny, G. Picotti. 1985. Ciclo sexual del sábalo (*Prochilodus platensis* Holmberg, 1888). INIDEP, Informe 89, cod. 710.

- Vidal J.C. 1967. Contribución al estudio biológico del sábalo en los ríos Paraná y Uruguay. Sec. Est. Agric. y Ganadería. 51 pp.
- Walters, C. J., and S. J. D. Martell. 2004. Fisheries ecology and management. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Welcomme R. L. 1985. River fisheries. FAO Fish. Tech.Pap. No 262, 330 pp.
- Welcomme R. L., A. Halls. 2003. Dependence of tropical river fisheries on flow. En R.L. Welcomme & T. Petr, (Editores). Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries Volume 2. Food and Agriculture Organization of the United Nations & Mekong River Commission. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok. RAP Publication 2004/17. pp. 267-284.
- Winemiller, K.O. 2005. Life history strategies, population regulation, and their implications for fisheries management. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 62: 872-885.
- Winemiller, K.O. and K.A. Rose. 1992. Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 49: 2196-2218.
- Winemiller, K.O. and D.C. Taphorn. 1989. La evolución de las estrategias de la vida en los peces de los llanos occidentales de Venezuela. Biollania 6: 77-122.