



Palabras clave: Río Paraná, *Prochilodus lineatus*, larvas

Key words: Paraná River, *Prochilodus lineatus*, larvae

Variación de la actividad reproductiva del sábalo, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847), estimada por el flujo de larvas en el río Paraná Inferior

Carlos Mariano Fuentes y Alberto Espinach Ros

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero
Alferez Parejas 125 - Zona Portuaria -1107
Buenos Aires

RESUMEN

El muestreo fue llevado a cabo en el río Paraná de Las Palmas durante el período 1991-1994, entre los meses de octubre y abril. El flujo de larvas (número de larvas capturadas en un lance de 5 minutos) fue registrado todos los días a la altura de Zárate, Provincia de Buenos Aires. Los estadios tempranos de sábalo, *Prochilodus lineatus* fueron los más abundantes en la captura (56%-65%), siempre como protolarvas. No se observaron huevos ni larvas recién eclosionadas en la deriva, sugiriendo que la reproducción ocurre aguas arriba del delta del río Paraná. La duración de los pulsos mayores de reproducción se extendió entre 15 y 25 días, detectado por los mayores flujos de larvas (50-200 larvas/5 minutos). El incremento en la captura de larvas es diez veces el aumento de caudal en el sitio de muestreo durante los pulsos mayores, indicando un incremento de la actividad de desove aguas arriba. El sábalo se reprodujo al final de la primavera y en el verano con temperaturas de agua entre 19 °C y 28 °C, aunque los pulsos mayores de desove ocurrieron por sobre los 22 °C. Los resultados mostraron un incremento en la actividad reproductiva en relación a los aumentos sostenidos de los niveles hidrométricos río arriba. Los picos del número de larvas capturadas ocurrieron de noviembre a febrero. Los datos sugieren que el ciclo de maduración podría ser controlado por el fotoperíodo y la temperatura del agua, mientras que los ascensos sostenidos del nivel de las aguas disparan la actividad reproductiva masiva.

ABSTRACT

Variation of reproductive activity of the sábalo, Prochilodus lineatus (Valenciennes, 1847), as estimated by larval flow in the lower Paraná River.

Sampling was carried out in Paraná de Las Palmas river during 1991-1994, from October to April. Larval flow (number of larvae caught in 5 minutes, during daylight hours) was recorded every day at Zárate, Buenos Aires Province. Early stages of sábalo *Prochilodus lineatus* were the most abundant in the catch (56%-65%) and these were always protolarvae. Fish eggs and newly hatched protolarvae were not observed in the drift, suggesting that spawning occurs above the Paraná delta. The duration of greatest spawning pulses ranged from 15 days to 25 days as detected by high larval flows (50-200 larvae/5 minutes). Increments in number of larvae caught is ten fold the caudal raising at sampling site during greatest pulses. Therefore, highest larval flows indicates an increment of spawning activity upriver. Sábalo reproduction was in late spring and summer with water temperatures between 19 °C and 28 °C, but greatest spawning pulses occurred above 22 °C. The results showed an increase in reproductive activity related to steady raising hydrometric levels upriver. Peaks of number of larvae caught occurred from November to February. Data suggest that the maturation cycle could be controlled by factors as photoperiod and water temperature while raising water levels trigger massive spawning activity.

0329-2177 / 98 / 29 (1): 25 - 32 \$ 2,00 © Asoc. Cienc. Nat. del Litoral



INTRODUCCION

El sábalo, *Prochilodus lineatus*, es la especie de mayor importancia comercial del río Paraná en territorio argentino. Es iliófago en sus etapas juvenil y adulta, considerado como el más abundante del ecosistema, constituyendo alrededor del 60% de la biomasa íctica total (Bonetto *et al.*, 1969). Se considera además, que gran parte del flujo de energía del sistema se canaliza a niveles tróficos superiores a través de la predación de sus estadios tempranos y juveniles (Bonetto *et al.*, *op. cit.*; Bonetto, 1986; Oldani, 1990), constituyéndolo en una especie clave para la comunidad íctica.

El modelo generalizado de las migraciones propuesto para el sábalo y otros caracínidos (Bonetto *et al.*, 1981; Bonetto y Castello, 1985) explica que estos peces migran aguas arriba por motivaciones reproductivas, en recorridos que pueden ser muy extensos y definidos. Alcanzadas las zonas de reproducción se producen los desoves y los productos de su multiplicación (huevos, larvas y juveniles) derivan y se concentran en las márgenes aguas abajo. Desde allí, las crecientes les permiten ingresar en ambientes leníticos de la planicie aluvial, lugares propicios para su cría. En los ambientes marginales permanecen uno o más años hasta su salida al río en el tamaño apropiado, durante una posterior conexión de las aguas leníticas y líticas. La sincronización de la reproducción con el aumento de los niveles hidrométricos tendría, por lo tanto un claro valor adaptativo.

En Sverlij *et al.*, (1993), se recopiló la información disponible sobre los datos biológicos y pesqueros del sábalo. Existe la evidencia directa o indirecta por parte de autores y pobladores, de que esta especie desova en aguas altas en el río Paraná. Godoy (1954) observó desoves de *P. scrofa*, una especie muy próxima a *P. lineatus*, en aguas altas. Bayley (1973), sin embargo, mencionó un desove de *P. lineatus* en el río Pilcomayo, en aguas bajas y con poca corriente. No obstante, los distintos enfoques de varios autores han apoyado la hipótesis que sostiene que los desoves de sábalo y otros peces migradores son estimulados por ascensos del nivel hidrométrico (Bonetto *et al.*, 1981; Oldani, *op. cit.*; Oldani *et al.*, 1992; Tablado y Oldani 1984; Tablado *et al.*, 1988). La época de reproducción del sábalo en la cuenca del Plata, se ha inferido mediante el estudio del estado de maduración gonadal de individuos adultos (Bonetto, 1963; Oldani y Oliveros, 1984; Pignalberi, 1965; Tablado *et al.*, *op. cit.*). Los máximos de actividad reproductiva observados se produjeron durante noviembre y diciembre (Oldani, *op. cit.*). Además de la

noviembre y diciembre (Oldani, *op. cit.*). Además de la información surgida de los estudios sobre individuos adultos, se ha observado la presencia de larvas desde el comienzo del ascenso de las aguas en primavera hasta marzo (Poddubny *com. pers.*) y durante noviembre y abril (Oldani y Oliveros, *op. cit.*). Por otra parte, el predominio del sábalo en la composición del ictioplancton en los cursos principales (Oldani, *op. cit.*; Fuentes y Espinach Ros, 1998), sugiere que sus desoves están asociados, principalmente, a ambientes líticos.

Los estudios sobre dinámica temporal del ictioplancton del río Paraná en territorio argentino, son escasos, a pesar de que estos son un método eficaz para la evaluación de las áreas y épocas de desove. Oldani (*op. cit.*) en ambientes del Paraná medio a la altura del eje entre las ciudades de Santa Fe y Paraná, ha estudiado la variación temporal de los estadios larvales de peces observando máximos de actividad reproductiva durante noviembre y diciembre.

El objetivo del presente trabajo es la descripción de la variación de la actividad reproductiva del sábalo, *P. lineatus*, mediante el análisis del flujo de larvas en un punto del delta del río Paraná, en relación con los rangos de variables medioambientales: nivel hidrométrico, caudal y temperatura del agua.

MATERIAL Y METODOS

El muestreo fue realizado en un punto del río Paraná de las Palmas, a la altura del puerto de Zárate, en el delta del río Paraná (Fig. 1), durante tres períodos. El primero estuvo comprendido entre la tercer semana de noviembre de 1991 y la primera de abril de 1992, mientras que el segundo desde 1992 y el tercero desde 1993, se extendieron entre los meses de septiembre y finalizaron en abril del año siguiente.

Las muestras fueron obtenidas en un sitio fijo a 30 m de la margen izquierda del río, lugar de baja variabilidad de la velocidad de la corriente y las densidades de larvas de sábalo no muestran estratificación significativa (Fuentes y Espinach Ros, *op. cit.*; Fuentes, *obs. pers.*). Diariamente se obtuvo una muestra durante las horas de luz a una profundidad de entre 2 y 4 m. El arte utilizado fue una red cónica de 1 m de longitud, 0,40 m de abertura de boca y malla de 500 μ m, que fue ubicada en posición mediante una boya indicadora. Nuestro estimador de abundancia larval relativa fue el flujo de larvas, definido como el número capturado durante 5 minutos de calado de la red. Para la clasificación de los



estadios de desarrollo, se adoptaron descripciones previas (Muñiz Saavedra, en Sverlij *et al.*, *op. cit.*) y para el análisis de los resultados, la terminología general propuesta por Snyder (1981).

Los niveles hidrométricos en Rosario, ubicado en el límite del delta con el río Paraná medio, fueron utilizados como representativos de las variaciones mayores en las posibles zonas de desove. Entre los

meses de octubre y abril, se registró mensualmente la temperatura del agua en superficie. Los datos de caudal del río Paraná de Las Palmas para 1993-1995 fueron obtenidos de la estación de aforo en Zárate y provistos por la empresa EVARSA.

Fue realizado un análisis de correlación parcial entre el promedio semanal de los niveles hidrométricos, así como sus incrementos entre semanas, en Rosario y en Zárate, con el número de larvas capturadas. Se analizaron los rangos de variación de los datos en caudal medio diario, en 1993-1995 y los de flujo de larvas de sábalo durante el periodo 1991-1994, en Zárate.

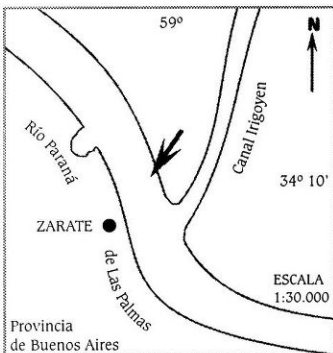


Figura 1

Ubicación de la zona de estudio. Arriba: el río Paraná en territorio Argentino. Abajo: la zona de muestreo. La flecha indica la ubicación del sitio de muestreo

RESULTADOS

Las larvas de sábalo *P. lineatus*, fueron las más abundantes (56-65 %), y en orden de importancia siguieron las de armados (Doradidae: 2 -11 %) y bagres (Pimelodinae: 1-5 %). No se registró la presencia de huevos. Los sábalos fueron siempre protolarvas con sacos vitelínicos en diferente grado de reabsorción y en ningún caso se observó la presencia de meso y metalarvas.

Entre noviembre de 1991 y abril de 1992, se observó solamente un pico importante de flujo de larvas ocurrido entre diciembre de 1991 y enero de 1992, con un máximo de 50 (Fig. 2 A). Con posterioridad, se registraron números de larvas más bajos, descendiendo a menos de 5. El pico mencionado para diciembre-enero estuvo asociado con un ascenso hidrométrico de alrededor de 1 m en un mes en Rosario.

En el segundo período, entre septiembre de 1992 y abril de 1993 (Fig. 2 B), el mayor número de larvas de sábalo se registró en noviembre, con valores medios semanales que alcanzaron las 95, lo que representó un aumento de alrededor de veinte veces al ocurrido durante octubre de 1992. Este incremento coincidió con un ascenso de la altura del río Paraná de 60 cm en un mes. Luego de la primer semana de diciembre, el número declinó marcadamente, permaneciendo durante casi 15 días en valores por debajo de 5 larvas, con niveles hidrométricos estables en 4,70 m en Rosario. A fines de diciembre de 1992 el flujo medio semanal aumentó seis veces y alcanzó las 25 larvas en promedio, en coincidencia con un ascenso de 20 cm en la altura del río Paraná en Rosario.

Entre septiembre de 1993 y abril de 1994 (Fig. 2 C), se registraron tres picos en el número de larvas de

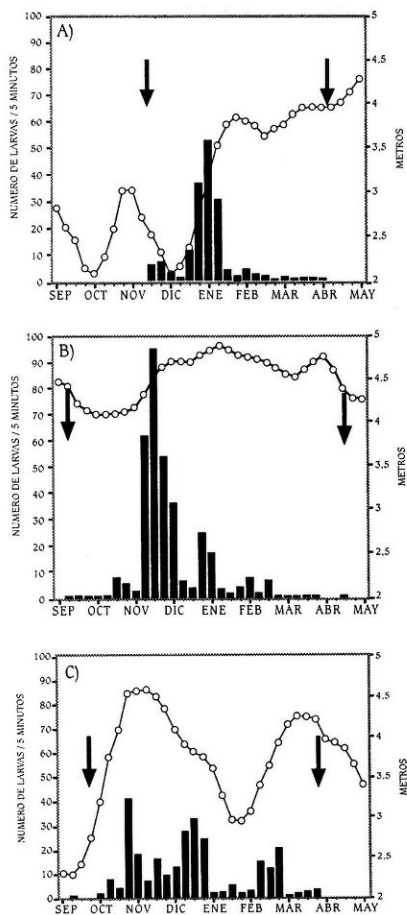


Figura 2

Variación de los valores medios semanales del flujo de larvas de sábalo (en barras) y de los niveles hidrométricos del río Paraná (puerto Rosario), A) 1991-1992, B) 1992-1993 y C) 1993-1994. Las flechas indican el período de muestreo. Los rótulos en el eje temporal indican el comienzo de cada mes. En el eje izquierdo se indica el flujo de larvas y en el derecho los niveles hidrométricos.

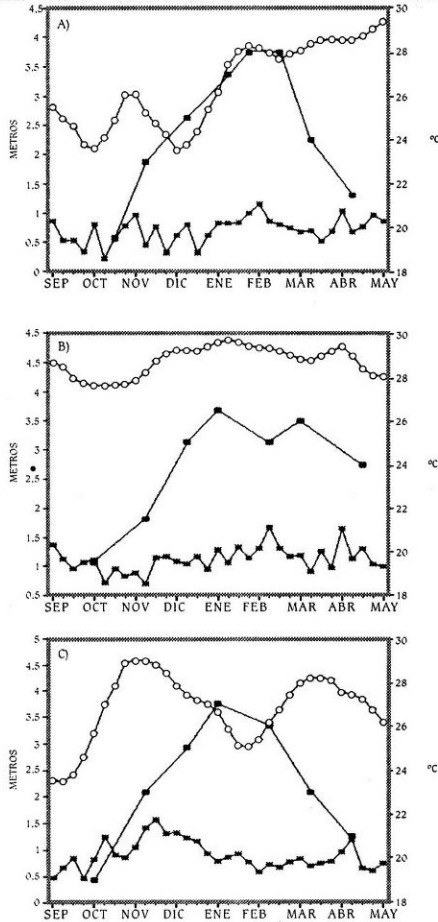


Figura 3

Variación de la temperatura del agua en superficie (cuadrados), los niveles hidrométricos del río Paraná en Rosario (círculos) y del río Paraná de Las Palmas a la altura de Zárate (asterisco). A) 1991-1992 B) 1992-1993 y C) 1993-1994. En el eje izquierdo los niveles hidrométricos y en el derecho la temperatura del agua en superficie.



sábalo. En la última semana de octubre se observó un aumento de 10 veces, alcanzando un valor semanal medio de 41 durante el máximo nivel de la onda de creciente. En noviembre, la captura descendió a las 7 larvas acompañando al nivel de las aguas, aunque ascendió hasta las 30 nuevamente durante diciembre mientras el nivel de las aguas continuó en descenso. A mediados de febrero de 1994, se observó un aumento de ocho veces el número de larvas capturadas con respecto al observado durante la última quincena de enero, alcanzando a 20. Este valor, coincidió con un incremento sostenido de 1 m en las aguas del río Paraná en Rosario.

La temperatura del agua en Zárate varió entre 19 y 28°C durante los periodos estudiados. Los pulsos máximos de abundancia de larvas ocurrieron entre los 22 y los 28°C. (Fig. 3 A-C).

El flujo de larvas de sábalo, no se correlacionó con los niveles hidrométricos de Zárate y Rosario, para ninguno de los tres periodos; aunque sí lo hizo positiva y significativamente con el incremento del nivel hidrométrico medio semanal del río Paraná en Rosario durante 1991-1992 ($r=0,58$; $P=0,003$) y 1992-1993 ($r=0,64$; $P=0,001$). Durante 1993-1994, si bien ocurrieron tres picos en el número de larvas capturadas, éste, no se correlacionó con los datos de altura y los de incremento semanal del nivel hidrométrico ($r=0,3$, $P=0,08$; $r=0,06$, $P=0,762$) (Cuadro 1).

Sobre un total de 20 registros de caudal de estaciones de aforo en Zárate para 1993-1995 se observó que la variación del caudal medio diario en el puerto de Zárate se extendió entre 2500 y 6000 m³/seg en función de una variación hidrométrica entre 1,5 m y 5 m en el puerto de Rosario, comprendiendo a todas las

situaciones hidrológicas observadas durante el muestreo en el periodo 1991-1994.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La predominancia del sábalo en el ictioplancton del río Paraná de las Palmas es coincidente con lo observado en trabajos previos (Oldani, *op. cit.*; Oldani *et al.*, *op. cit.*; Fuentes y Espinach Ros, *op. cit.*). La ausencia de huevos y de los estadios larvales recién eclosionados, caracterizados por una menor talla, un mayor tamaño del saco vitelínico y la ausencia de pigmentación ocular, sugiere que la zona de desove de las poblaciones meridionales de *P. lineatus* se encontraría aguas arriba del delta del río Paraná. Esto último se condice con lo mencionado por Oldani (*op. cit.*) quien encontró regularmente huevos de peces en la zona de Santa Fe y Paraná.

Durante los tres periodos de muestreo no fueron capturados estadios de desarrollo meso o metalarvales. Esto podría relacionarse con un comportamiento de salida del canal principal posiblemente en busca de zonas apropiadas para su cría. Este hecho contrasta con lo observado para algunos peces siluriformes como *Pimelodus* spp., *Pseudotilastystoma* spp. y *Sorubim lima*, y caraciformes como *Salminus maxillosus*, cuyas larvas permanecerían en el canal hasta estadios larvales más avanzados.

En lo concerniente a los aspectos metodológicos, los cambios de la velocidad de la corriente introducirían un pequeño error a la estimación de la abundancia. Nosotros relacionamos en este trabajo, el número de larvas con niveles hidrométricos de puertos muy

Cuadro 1

Análisis de correlación entre los valores medios semanales de los niveles y los incrementos hidrométricos en Zárate y Rosario (Nh/Zar, Nh/Ros, Inch/Zar, Inch/Ros) vs. el flujo de larvas de sábalo en Zárate (fluj. sab), durante 1991-1992, 1992-1993 y 1993-1994. ($P<0,003$: **).

	Nh.Zar	Nh.Ros	Inch.Zar	Inch.Ros
Fluj. sab. 1991 - 1992	-0,161	-0,338	0,192	0,581**
Fluj. sab. 1992 - 1993	-0,188	0,027	0,174	0,644**
Fluj. sab. 1993 - 1994	0,314	0,341	-0,039	0,062



distantes entre sí. Aguas arriba de la zona de muestreo, a más de 400 km de distancia, Rosario refleja la tendencia general de las alturas en el río Paraná medio. En cambio, aguas abajo, en el delta, el río Paraná de Las Palmas en Zárate, presenta oscilaciones debidas parcialmente a la onda de creciente en la cuenca, además de la influencia que ejercen las mareas y, ocasionalmente las sudestadas del Río de la Plata. Esta sobreimpresión de factores se traduce en la falta de una clara aparición de la onda de creciente en este sitio.

El número medio semanal de larvas de sábalo capturadas en Zárate no estuvo correlacionado en ninguno de los tres períodos analizados con los niveles o con los incrementos hidrométricos semanales en dicho puerto, mientras que sí lo hizo con los de Rosario. Esto indica que no existe una acción local pronunciada sobre el flujo de larvas a partir de los cambios hidrológicos locales, y sí, que sus variaciones mayores obedecen principalmente a la ocurrencia de pulsos de desove aguas arriba. Por otra parte, en general los incrementos en el número de larvas fueron de un orden de magnitud superior a los del caudal en Zárate.

Los resultados obtenidos sobre la variación del número de larvas capturadas sugieren que es probable un efecto sincronizador del nivel hidrométrico sobre la reproducción (Fig. 2). Los incrementos de las alturas del río, más que sus valores absolutos, parecerían estar relacionados con un aumento de la actividad reproductiva.

Probablemente una ampliación del número de puntos de muestreo permita obtener una mejor información dado que las ondas de creciente no alcanzan ni simultáneamente, ni con la misma intensidad a los distintos tramos del río Paraná, pudiendo estimular a las poblaciones de sábalo gradualmente en sentido descendente.

Se ha observado la presencia de larvas de sábalo, durante los meses de octubre a marzo con temperaturas entre 19 y 28° C (Fig. 2 y 3). No obstante, los flujos máximos ocurrieron por sobre los 22° C. Además, durante los tres períodos la máxima abundancia larval parece haber ocurrido entre los meses de noviembre y enero. Es posible que la temperatura del agua y el fotoperíodo controlen la maduración gonadal y que los ascensos del nivel hidrométrico tengan un carácter de desencadenante de la reproducción en el sábalo y otras especies en el sistema. Vazzoler *et al.*, (1997) mencionaron que la temperatura del agua y el fotoperíodo son factores predictivos, mientras que los niveles hidrométricos tienen un carácter no predictivo y juegan un rol sincronizador final de la reproducción de peces en el

alto río Paraná. No obstante, nosotros observamos la existencia de un pulso de desove en aguas en descenso (Fig. 2 C), lo que podría indicar que en ausencia de incrementos sostenidos del nivel hidrométrico, los estímulos finales para la reproducción ocasionalmente pudieron ser otros no apreciables a partir de nuestra información, incluyendo factores endógenos.

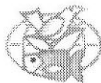
La composición de los estadios tempranos de sábalo capturados en el río Paraná de Las Palmas, durante tres años, sugiere que la reproducción de los stocks meridionales de esta especie ocurre aguas arriba del delta del río Paraná. Nuestros resultados soportan la hipótesis que asigna a los ascensos hidrométricos un carácter sincronizador de la reproducción, posiblemente, dentro de ciertos rangos de temperatura y fotoperíodo. No se descarta, la influencia de otros estímulos no apreciados por nuestra información.

AGRADECIMIENTOS

A la Prefectura Naval de Zárate, por el constante apoyo ofrecido, al Sr. Aníbal Blanco por su colaboración en los muestreos de campo, a la Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires y al Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP, quienes respaldaron económicamente la realización de este estudio y a los tres revisores del manuscrito original quienes contribuyeron con sus sugerencias.

REFERENCIAS

- 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.
- Bonetto, A. A. 1963. Investigaciones sobre migraciones de peces en los ríos de la Cuenca del Plata. *Cienc. 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 and K. F. Walker. *W. Junk Publishers*: 8. 573-588. Dordrecht, The Netherlands.
- Bonetto, A. A., M. Cannon Veron and D. Roldán. 1981. Nuevos aportes al conocimiento de las migraciones de peces en el río Paraná. *Ecosur* 8: 29-40.



- Bonetto, A. A. y H. Castello. 1985. Pesca y piscicultura en aguas continentales de América Latina. *Organ. Estados Am. Programa Reg. Desarrollo Cient. Tecnol. Ser. Biol. Monogr.* 31: 118 p.
- Bonetto, A. A., E. Cordiviola de Yuan, C. Pignalberi y 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.
- Fuentes C. M. y A. Espinach Ros. 1998. Distribución espacial y temporal del ictioplankton en un punto de delta del río Paraná. *Rev. Mus. Argent. de Cienc. Nat. Bernardino Rivadavia Serie Hidrobiol.* 8(6): 51-61.
- Godoy, M. P. 1954. Locais de desovas de peixes num trecho do rió Mogi-Guassu, Estado de Sao Paulo, Brasil. *Rev. Bras. Biol.* 14(4): 375-396.
- Oldani, N. O. 1990. Variaciones de la abundancia de peces del valle del río Paraná (Argentina). *Rev. Hidrobiol. Trop.* 23(1): 67-76.
- Oldani, N. O., J. M. Iwazskiw, O. H. Padín y A. Otaegui. 1992. Fluctuaciones de la abundancia de peces en el alto Paraná (Corrientes, Argentina). *CARU. Ser. Téc. Cient.* 1: 43-55.
- Oldani, N. O. y O. B. Oliveros. 1984. Estudios limnológicos de una sección transversal del tramo medio del río Paraná: dinámica temporal de peces de importancia económica. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 15: 175-183.
- Pignalberi, C. 1965. Evolución de las gónadas en *Prochilodus platensis* y ensayo de clasificación de los estados sexuales (Pisces, Characidae). *Ann. II Congr. Latino Am. Zool. (Sao Paulo)* 2: 203-208.
- Snyder, D. E. 1981. Contributions to a guide to the Cypriniform fish larvae of the upper Colorado river system in Colorado. *Biol. Sci. Ser.* 3: 1-81.
- Sverlij, S. B., A. Espinach Ros y G. Orti. 1993. Sinopsis de los datos biológicos y pesqueros del sábalo *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847). *FAO Sinopsis sobre la Pesca, No. 154. Roma*, 64p.
- Tablado, A. y N. Oldani. 1984. Consideraciones generales sobre las migraciones de peces en el río Paraná (Argentina). *Rev. Hydrobiol. Trop.* 21 (4): 335-348.
- Tablado, A., N. O. Oldani, L. Ulibarrie y C. Pignalberi de Hassan. 1988. Cambios estacionales de la densidad de peces en una laguna del valle aluvial del río Paraná (Argentina). *Rev. Hydrobiol. Trop.* 21(4): 335-348.
- Vazzoler, A. E. A. M., M. A. Pérez Lizama, e P. Inada. 1997. Influencias ambientales sobre sazonalidade reproductiva. En: Vazzoler, A.E.A.M., A. A. Agostinho e N.S.A Hahn A. planicie de inundacao do alto río Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconómicos. *Editora da Universidade Estadual de Maringá: 267-279*

Recibido / Received / : 16 de junio de 1997.

Aceptado / Accepted / : 20 de julio de 1998.