

VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DEL ICTIOPLANCTON EN UN TRAMO DEL RÍO PARANÁ

Alfredo O. González, Juan P. Roux, David R. Hernández y Sebastián Sánchez

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la ocurrencia de desoves y su variación espacio-temporal a partir de la abundancia de ictioplancton en un tramo del río Paraná aguas abajo de la represa de Yacyretá, provincia de Corrientes, Argentina. Se tomaron muestras con frecuencia quincenal con una red cilindro-cónica de 500µm de apertura de malla durante tres ciclos anuales consecutivos (septiembre a abril). En todos los ciclos se observaron picos de abundancia de ictioplancton, evidenciándose una correlación positiva entre los diferentes sitios de

muestreo. Los resultados indicarían que los desoves se producen aproximadamente en el mismo periodo y estrechamente relacionados a los aumentos de los regímenes hidrológicos. La presencia de ictioplancton en tres ciclos anuales consecutivos permite determinar la existencia de buena actividad reproductiva, aunque las variaciones temporales de la densidad ictioplanctónica reflejan la ocurrencia de mecanismos desencadenantes de los desoves fuertemente relacionados al régimen hidrológico.

Introducción

Los grandes sistemas fluviales se encuentran entre los ecosistemas más afectados por las acciones antrópicas, las que producen alteraciones que pueden afectar la reproducción, el desarrollo larvario o alterar el crecimiento de los peces (Copp, 1991; Ligon *et al.*, 1995). La construcción de represas aparece como uno de los factores más destacados, ya que afectan los ambientes reproductivos, cortan las rutas migratorias y modifican los regímenes hidrológicos naturales (Nilsson *et al.*, 2005; Dudgeon *et al.*, 2006; López Pujol, 2008; Hoeinghaus *et al.*, 2009). Estas y otras alteraciones fueron documentadas recientemente en estudios realizados en diferentes tramos del río Paraná (Gubiani *et al.*, 2007; Baumgartner *et al.*, 2008; Fernandes *et al.*, 2009; Stevaux *et al.*, 2009).

Un modo de evaluar el impacto de estos cambios sobre las comunidades de peces es analizar la dinámica reproductiva de sus poblaciones mediante el estudio del ictioplancton. El conocimiento de la ecología de los huevos y larvas de peces es importante, ya que su distribución y requerimientos de hábitat son generalmente distintos a los de los juveniles y adultos (Baumgartner *et al.*, 2004; de Lima y Araújo-Lima 2004; Hermes-Silva *et al.*, 2009).

El río Paraná, como otros grandes ríos, ofrece una gran diversidad de ambientes de elevada productividad, la que alberga una biota adaptada a las condiciones locales diversificada a través de millones de años de evolución (Bonetto y Pignalberi, 1964; Margalef, 1983; Canón Verón, 1992). El Paraná medio se caracteriza por la ocurrencia de islas, lagunas y una amplia llanura de inundación, ambientes que

proporcionan los lugares necesarios para el desarrollo de peces juveniles (Neiff, 1990). En este ambiente lótico, el inicio de la maduración gonadal de las especies migradoras está fuertemente influenciado por la temperatura, aunque las crecientes aparecen como el factor desencadenante del desove (Lowe-McConnell, 1999).

La migración pasiva de huevos y larvas en los ríos permite la dispersión de la especie, factor que constituye uno de los elementos más importantes en el ciclo de vida ya que permite aumentar su abundancia (Nikolsky, 1978 en Rossi *et al.*, 2000).

El análisis de la variación espacio-temporal de abundancia del ictioplancton permite determinar la época e intensidad de los desoves y el uso del hábitat, permitiendo evaluar el estado de conservación de la ictiofauna frente a los cambios que se producen en el hidrosistema (Rossi *et al.*,

2000, 2009; Daga *et al.*, 2009).

La abundancia del ictioplancton en deriva no solo depende de la reproducción, sino también de los movimientos diarios de las larvas, los que varían entre especies e inclusive entre las diferentes fases de desarrollo dentro de una misma especie (Nakatani *et al.*, 1997). Estudios realizados en el Paraná superior confirman la incidencia de la transparencia del agua durante la deriva en las horas de luz y la preferencia del uso de las horas de oscuridad para la deriva ictioplanctónica (Nakatani *et al.*, 1997), así como un efecto importante de la temperatura y la conductividad eléctrica (Daga *et al.*, 2009). Fuentes y Espinach Ros (1998), en trabajos realizados en el Delta del Paraná, encontraron diferencias significativas entre las densidades en muestreos diurnos en superficie y fondo, principalmente en

PALABRAS CLAVE / Desove / Ictioplancton / Larvas / Río Paraná /

Recibido: 14/04/2010. Modificado: 05/11/2010. Aceptado: 08/11/2010.

Alfredo O. González. Médico Veterinario, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Argentina. Magister en Gestión Ambiental y Ecología. Docente Investigador, UNNE, Argentina. e-mail: aogonzalez@vet.unne.edu.ar

Juan P. Roux. Médico Veterinario, UNNE, Argentina. Profesor Investigador UNNE, Argentina. e-mail: jproux@vet.unne.edu.ar

David R. Hernández. Médico Veterinario y estudiante de doctorado en Ciencias Veterinarias, UNNE, Argentina. Becario Tipo II, CONICET, Ar-

gentina. Docente Investigador, UNNE, Argentina. Dirección: Instituto de Ictiología del Nordeste, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNNE, Corrientes, Argentina. Argentina. e-mail: dhernandez@vet.unne.edu.ar

Sebastián Sánchez. Licenciado en Genética, Universidad Nacional de Misiones, Argentina. Especialista en Docencia Universitaria, UNNE, Argentina. Doctor en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Profesor Investigador, UNNE, Argentina. e-mail: sanchez@vet.unne.edu.ar

SPATIAL AND TEMPORAL VARIATION OF ICHTHYOPLANKTON IN A STRETCH OF THE PARANÁ RIVER

Alfredo O. González, Juan P. Roux, David R. Hernández and Sebastián Sánchez

SUMMARY

The aim of this study was to determine the occurrence of spawning and its spatial-temporal variation, from the ichthyoplankton abundance in a section of the Paraná River downstream of the Yacyretá dam, Corrientes province, Argentina. Samples were collected every two weeks with a 500µm mesh cylindro-conical net during three consecutive annual cycles (September to April). In all cycles, ichthyoplankton abundance peaks were observed, showing a positive correlation between

the different sampled sites. The results indicate that spawning occurs at approximately the same period and is closely related to the flood period. The presence of ichthyoplankton in three consecutive annual cycles determines the existence of important reproductive activity, although the temporal variation of ichthyoplankton density reflects the occurrence of spawning trigger mechanisms closely related to the hydrological regime.

VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO ICTIOPLÂNCTON EM UM TRECHO DO RÍO PARANÁ

Alfredo O. González, Juan P. Roux, David R. Hernández e Sebastián Sánchez

RESUMO

O objetivo do estudo foi determinar a ocorrência de desovas do ictioplâncton e sua variação espaço-temporal a partir da abundância de ovos e larvas de peixes, em um trecho do rio Paraná abaixo da represa de Yacyretá, província de Corrientes, Argentina. Recolheram-se amostras com frequência quinzenal utilizando uma rede cilindro-cônica de 500µm de abertura da malha durante três ciclos anuais consecutivos (setembro até abril). Em todos los ciclos foram observados picos de abundância de ictioplâncton, evidenciando-se uma correlação positiva

entre os diferentes locais de amostragem. Os resultados poderiam indicar que as desovas acontecem aproximadamente no mesmo período e estão fortemente relacionadas ao aumento dos regimes hidrológicos. A presença de ictioplâncton em três ciclos anuais consecutivos permite determinar a existência de uma boa atividade reprodutiva, embora as variações temporais da densidade ictioplânctônica revelem a ocorrência de mecanismos desencadeantes de desovas fortemente relacionadas ao regime hidrológico.

siluriformes. Existen pocos estudios donde se evalúe la deriva ictioplanctónica y su distribución espacio-temporal en el Paraná medio.

El objetivo de este estudio fue determinar la ocurrencia de desoves, a partir de la presencia de huevos y larvas de peces en horas de oscuridad, y su distribución espacio-temporal en un tramo del río Paraná, aguas abajo de la represa de Yacyretá.

Materiales y Métodos

El estudio fue realizado en el Río Paraná, aguas abajo de la Represa Hidroeléctrica Yacyretá (27°28'S, 56°45'O). Las muestras se obtuvieron en un tramo de ~160km, donde se seleccionaron tres sitios de muestreo: Itá-Ibaté (27°28'S, 57°19'O), Itatí (27°15'S, 58°14'O) e Isla Capii (27°25'S, 58°47'O). Este último se encuentra localizado unos pocos km aguas abajo de la confluencia de los ríos Paraná y

Paraguay (Figura 1), en proximidad a la ciudad de Corrientes. En este tramo el cauce del río es dividido por una serie de islas, la mayor parte de ellas inundables en las épocas de crecida (COMIP, 1994; García, 1999). Este tipo de cauce se denomina anastomosado, y se origina como consecuencia de un elevado transporte de material de fondo y la marcada fluctuación de caudales (García, 1999).

El período de muestreos abarcó tres ciclos anuales consecutivos, los que se extendieron desde setiembre hasta abril del año siguiente. Se adoptó este criterio debido a que normalmente los peces migratorios inician la actividad reproductiva en primavera y la finalizan

en verano, presentando una marcada estacionalidad sincronizada con las lluvias y las crecientes, momentos en que se observan los valores máximos de ictioplancton en la deriva (Welcomme, 1992; Rossi, 1998; Rossi *et al.*, 1999).

En Itá Ibaté e Itatí se realizaron 43 muestreos distribuidos en tres ciclos (2000/01,

2001/02 y 2002/03). En Isla Capii, se realizaron 18 muestreos en los ciclos 2001/02 y 2002/03.

Para la captura se utilizó una red de ictioplancton cilíndrico-cónica con abertura de malla de 500µm, que en su parte proximal presenta un aro metálico con un diámetro de 50cm, que a su vez conecta

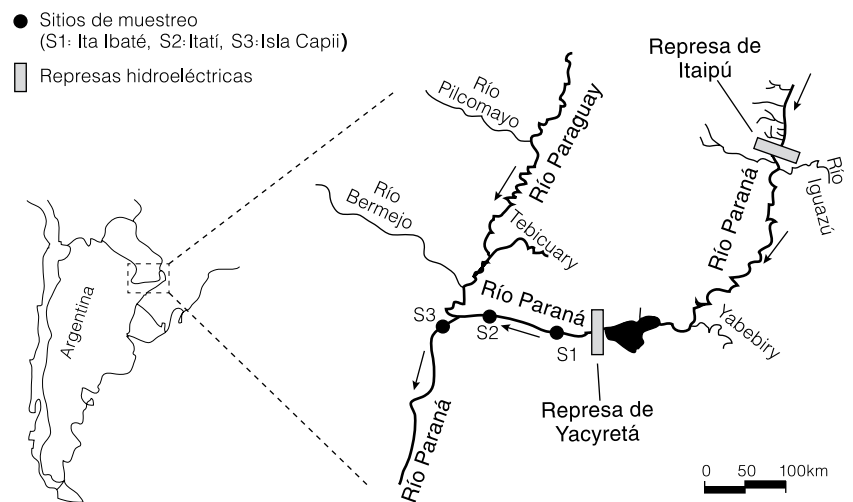


Figura 1: Mapa del Río Paraná con la localización de los sitios de muestreo.

tres cuerdas a un cabo para la sujeción a la embarcación. En el extremo distal se encuentra un recipiente colector. El largo total del cono es de 240cm. En el centro de la boca de la red se adicionó un flujómetro (General Oceanics, Mod. 2030R) para calcular el volumen de agua filtrado. La red fue operada desde una embarcación en forma pasiva y fue colocada hasta ~2m de profundidad, considerando los antecedentes de recolección de la captura de la deriva larval en los grandes ríos sudamericanos (Araujo Lima, 1994; Oldani, 1990; Rossi *et al.*, 1999). El tiempo de permanencia fue el estimado para filtrar ~100m³ de agua. El volumen filtrado se estimó como

$$\text{Volumen de agua} = \pi \times r^2 \times v \times t$$

donde $\pi = 3,14$, r : radio de la red (cm), v : velocidad de corriente estimada con el flujómetro (m·s⁻¹), y t : tiempo de muestreo (s).

Los muestreos se realizaron con frecuencia quincenal y en horario nocturno (entre las 20 y 23h), cuando se espera un incremento en la deriva ictio-planctónica. En todos los muestreos se obtuvieron dos muestras por estación, que fueron fijadas inmediatamente con formaldehído al 5% para su posterior observación.

En el laboratorio se efectuó la separación del material íctico del resto del material de deriva, para lo cual se utilizó una lupa, placas de Petri, pipetas, pinceles y agujas. Una vez separado el material, se realizó el recuento total de huevos y larvas para cada punto de muestreo.

A efectos de analizar la relación de la

TABLA I
PROMEDIO DE HUEVOS/100m³ COLECTADOS EN CADA SITIO DE MUESTREO DURANTE TRES CICLOS REPRODUCTIVOS

Campaña	CICLOS								
	2000-2001		2001-2002			2002-2003			Isla Capii
	Itá Ibaté	Itatí	Itá Ibaté	Itatí	Isla Capii	Itá Ibaté	Itatí		
Sep.1	84,0	56,8	7,3	9,4	0,0	1,5			
Oct.2	263,7	37,7	20,9	52,7	14,6	0,0	0,4		
Oct.3	357,9	766,8	14,2	12,2	6,4	60,8	22,1		
Nov.4	61,6	50,3	12,0	9,9	53,6	50,9	1,7		
Nov.5	8,7	1,4	15,4	9,8	1,8	31,5	14,8	4,8	
Dic.6	14,6	0,8	24,7	10,5	2,6	74,4	16,9		
Dic.7	16,1	74,5	7,1	6,8	3,4	163,8	114,0	300,4	
Ene.8	7,7	5,1	12,4	4,9	180,4	85,1	16,2		
Ene.9	333,2	113,3	2463,0	311,3	118,7	4,4	8,8		
Feb.10	62,9	11,1	74,5	34,1	280,0	7,3	12,1	230,4	
Feb.11	87,3	38,7	17,9	21,5	35,6	10,7	31,4		
Mar.12	19,8	30,1	8,7	26,3	24,0	39,2	25,0		
Mar.13	0,0	0,0	9,0	5,7	0,0	7,4	16,4		

abundancia de huevos y larvas entre los distintos sitios de muestreo para todos los períodos estudiados, se confeccionó una matriz de correlaciones no paramétricas de Spearman, en la que se cotejaron los coeficientes y su significación.

Resultados y Discusión

En el primer ciclo, setiembre 2000 a marzo 2001, se detectaron importantes densidades de huevos en octubre de 2000, con valores máximos de 358huevos/100m³ en Itá Ibaté, y 767huevos/100m³ en Itatí. Un segundo pico se detectó en enero 2001, con de

333 y 113 huevos/100m³ en Itá Ibaté e Itatí, respectivamente (Tabla I).

En el segundo ciclo (setiembre 2001-abril 2002), los máximos registros de huevos se observaron en enero, con 2463huevos/100m³ en Itá Ibaté, y 311huevos/100m³ en Itatí. En este período, en Isla Capii se estimaron máximos de 180 y 280huevos/100m³ en enero y febrero, respectivamente (Tabla I).

En el tercer ciclo los máximos valores se estimaron en diciembre con 164, 114 y 300 huevos/100m³ para Itá Ibaté, Itatí e Isla Capii, respectivamente. En este último sitio volvió a estimarse un

TABLA II
PROMEDIO DE LARVAS/100m³ COLECTADAS EN CADA SITIO DE MUESTREO DURANTE TRES CICLOS REPRODUCTIVOS

Campaña	CICLOS								
	2000-2001		2001-2002			2002-2003			Isla Capii
	Itá Ibaté	Itatí	Itá Ibaté	Itatí	Isla Capii	Itá Ibaté	Itatí		
Sep.1	17,7	1,2	12,9	12,3	0,0	0,0			
Oct.2	13,1	5,4	47,1	43,2	111,2	16,4	18,3		
Oct.3	119,0	531,5	28,6	35,1	556,2	37,4	100,3		
Nov.4	39,1	25,0	22,9	30,7	81,5	386,0	253,8		
Nov.5	24,6	4,2	28,6	41,6	980,2	23,2	22,4	518,8	
Dic.6	16,8	3,5	13,6	14,9	3,6	26,5	21,5		
Dic.7	18,0	11,6	10,1	12,2	56,1	82,2	123,1	133,4	
Ene.8	6,4	7,3	16,3	15,8	103,8	16,4	22,3		
Ene.9	12,3	35,6	14,4	35,5	120,3	7,1	10,7		
Feb.10	23,7	7,8	59,8	122,0	96,2	2,1	4,7	213,4	
Feb.11	42,0	48,5	11,2	18,2	19,7	1,2	55,0		
Mar.12	48,2	76,7	13,0	38,2	84,9	6,5	17,8		
Mar.13	5,2	14,1	12,6	11,4	14,2	0,4	11,5		
Abr.14	0,8	0,0	0,0	0,0					
Abr.15	0,0	0,9	0,0	0,0					

valor elevado en febrero (230huevos/100m³; Tabla I).

La deriva de larvas (Tabla II) fue baja durante el primer ciclo de muestreos excepto en octubre, cuando se registraron densidades de larvas de 119 y 532larvas/100m³ en Itá Ibaté e Itatí, respectivamente.

En el segundo ciclo las colectas fueron importantes en los meses de octubre y noviembre en Isla Capii con 556 y 980larvas/100m³, respectivamente, manteniéndose en valores elevados entre 120 y 96 en los

meses de enero y febrero. En Itá Ibaté e Itatí, la deriva de larvas fue escasa, observándose pulsos de escasa magnitud en febrero con 60 y 122larvas/100m³, respectivamente.

En el tercer ciclo se observaron dos picos de abundancia de larvas en Itá Ibaté e Itatí, uno en noviembre con 386 y 254, y otro en diciembre con 82 y 123larvas/100m³, respectivamente. En Isla Capii en general se observaron valores relativamente elevados, aunque como solo se realizaron tres muestreos no puede analizarse si corresponden a picos de abundancia.

El análisis de la distribución temporal de los picos de abundancia del ictioplancton en los diferentes sitios en relación con la altura del río permite vislumbrar la existencia de una estrecha relación entre éstos y la ocurrencia de crecientes en el Río Paraná, las que generalmente ocurren en primavera en octubre, y en verano entre enero y febrero (Figura 2).

El análisis de correlación realizado entre los valores de huevos y larvas estimados en las diferentes estaciones arrojó valores positivos en todos los

casos, con valores que oscilaron entre 0,11 y 0,80, resultando significativas solamente las correlaciones estimadas entre los valores de Itá Ibaté e Itatí (Tabla III).

La presencia de ictioplancton en tres ciclos anuales consecutivos permite confirmar la existencia de actividad reproductiva aguas abajo de la represa de Yacyretá. Esta actividad ocurre con mayor intensidad en coincidencia con las crecientes del río (Figura 2).

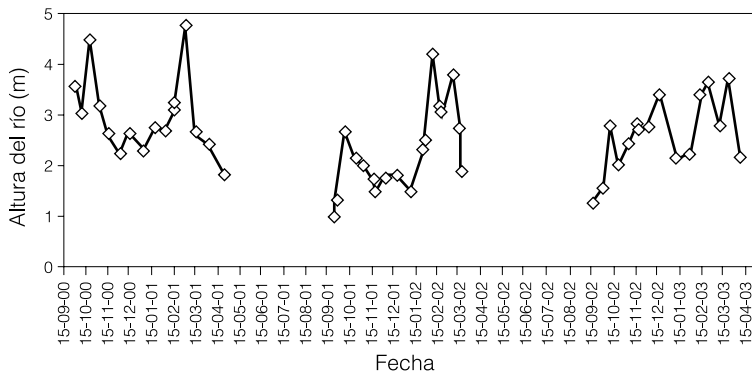


Figura 2: Altura del Río Paraná en el hidrómetro de Itatí (datos proporcionados por la Prefectura Naval Argentina). Los puntos corresponden a las fechas de muestreo en los tres ciclos en que se realizó el estudio.

En aquellos ciclos donde no se registraron crecientes, se observó una disminución en el desove por la falta del estímulo de las mismas, tal como ocurrió durante el fenómeno de La Niña en 1999 (Rossi *et al.*, 2000). Conclusiones similares se obtuvieron en ese ciclo anual (1999-2000) al analizar el estado reproductivo de los peces adultos, estimándose un descenso en la cantidad relativa de reproductores en post-desove o post-espermiación aguas abajo de Yacyretá (Bechara *et al.*, 2000), confirmando que el prolongado estiaje del río Paraná determinó un impacto negativo sobre la reproducción. En el mencionado período, aguas arriba de Yacyretá se produjo un aumento de la abundancia de larvas de especies cuyas estrategias de desove no están sincronizadas al aumento de

Tabla III
COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN ENTRE HUEVOS Y LARVAS DE LOS DIFERENTES SITIOS

	Isla Capii Huevos	Isla Capii Larvas	Itá Ibaté Huevos	Itá Ibaté Larvas	Itatí Huevos	Itatí Larvas
Isla Capii huevos	1,000000					
Isla Capii larvas	0,189286	1,000000				
Itá Ibaté Huevos	0,318681	0,463736	1,000000			
Itá Ibaté Larvas	0,516484	0,428571	0,673833	1,000000		
Itatí Huevos	0,107692	0,529670	0,705342	0,588147	1,000000	
Itatí Larvas	0,384615	0,468132	0,491647	0,802666	0,601255	1,000000

Los valores subrayados representan correlaciones estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

caudales (Rossi *et al.*, 2000). Estos grupos de especies, como ya ocurrió con el represamiento de otros grandes

desoves se producen aproximadamente en el mismo período y con similar intensidad en ambos sitios de muestreo (Tabla III). Tal apreciación se reforzaría al considerar que los mayores valores de correlación se encontraron entre huevos Itatí vs huevos Itá Ibaté y entre larvas Itatí vs larvas Itá Ibaté, evidenciando que las variaciones de huevos y larvas en ambos sitios siguen el mismo patrón general.

Adicionalmente, podría argumentarse que la actividad reproductiva es general en el tramo, ya que los huevos provendrían de zonas más cercanas y las larvas de sitios más alejados aguas arriba, probablemente muy cercanos a la represa de Yacyretá, y que se desplazan aguas abajo con los picos de creciente sin ser afectados por las condiciones existentes aguas abajo de la represa.

La ausencia de significación estadística para las diferentes correlaciones estimadas con los guarismos correspondientes a los valores de Isla Capii podría deberse en principio al menor número de muestras obtenidas para este sitio de muestreo. Sin embargo, cabe destacar que las menores correlaciones corresponden a las comparaciones de huevos Isla Capii vs huevos Itatí e Itá Ibaté, sugiriendo tiempos de desove diferentes. Esto podría deberse en parte a la influencia del Río Paraguay, el que al estar regulado por un régimen de crecientes diferente al del tramo del río Paraná entre

Itatí e Itá Ibaté, determinaría la aparición de los picos de abundancia del ictioplancton en momentos diferentes.

Conclusiones

Quedó demostrada la importancia del área de estudio como sitio de reproducción y cría de peces, y si se considera que dicha área se halla influenciada por la Represa de Yacyretá, la importancia de esta información debería ser contemplada en los diferentes manejos que se realizan durante la época reproductiva de los peces.

REFERENCIAS

- Araujo Lima, CARM (1994) Egg size and larval development in Central Amazonian fish. *J. Fish Biol.* 44: 371-389.
- Baumgartner G, Nakatani K, Gomes LC, Bialetzki A, Sanches PV, Makrakis MC (2004) Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Paraná River. *Braz. Env. Biol. Fishes* 71: 115-125.
- Baumgartner G, Nakatani K, Gomes LC, Bialetzki A, Sanches PV, Makrakis MC (2008) Fish larvae from the upper Paraná River: do abiotic factors affect larval density? *Neotrop. Ichthyol.* 6: 551-558.
- Bechara JA, Roux JP, Sánchez S, Toccalino PA, González AO, Ortiz J, Terreas JC, Ruiz Díaz F (2000) *Evaluación de los Recursos Pesqueros Aguas Debajo de la Represa*. Informe de Instituto de Ictiología del Nordeste, UNNE, a Entidad Binacional Yacyretá. Acta Complementaria N° 12. Convenio EBY-UNNE. Corrientes, Argentina. 135 pp.
- Bonetto AA, Pignalberi C (1964) Nuevos aportes al conocimiento de los peces en los ríos mesopotámicos de la República Argentina. *Com. Inst. Nac. Limnol.* 1: 1-14.
- Canón Verón M (1992) La pesca comercial en el Río Paraná (Corrientes, Argentina) durante el período 1985-1988. *Amb. Subtrop.* 2: 103-123.
- Canón Verón M (2001) Distribución temporal y espacial del ictioplancton en los Ríos Paraná, Paraguay y Bermejo. En Comunicaciones Científicas y Tecnológicas (UNNE). B055. Secretaría General de Ciencia y Técnica. Corrientes, Argen-

- rina. pp.1-4. Disponible en www1.unne.edu.ar/cyt/2001/6-Biologicas/B-055.pdf
- COMIP (1994) *La Fauna Íctica del Río Paraná*. Comisión Mixta Argentino-Paraguay del Río Paraná. Buenos Aires, Argentina. 256 pp.
- Copp GH (1991) Typology of aquatic habitats in the Great Ouse, a small regulated lowland river. *Regul. Riv. Res. Manag.* 6: 125-134.
- Daga VS, Gogola TM, Sanches PV, Baumgartner G, Baumgartner D, Piana PA, Gubiani EA, Delariva RL (2009) Fish larvae assemblages in two floodplain lakes with different degrees of connection to the Paraná River, Brazil. *Neotrop. Ichthyol.* 7: 429-438.
- de Lima AC, Araújo-Lima CARM (2004) The distributions of larval and juvenile fishes in Amazonian rivers of different nutrient status. *Freshw. Biol.* 49: 787-800.
- Dudgeon D, Arthington AH, Gessner MO, Kawabata Z, Knowler DJ, Lévêque C, Naiman RJ, Prieur-Richard AH, Soto D, Stiassny MLJ, Sullivan CA (2006) Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biol. Rev.* 81: 163-182.
- Fernandes R, Agostinho AA, Ferreira EA, Pavanelli CS, Suzuki HI, Lima DP, Gomes LC (2009) Effects of the hydrological regime on the ichthyofauna of riverine environments of the upper Paraná River floodplain. *Braz. J. Biol.* 69: 669-680.
- Fuentes C, Espinach Ros A (1998) Distribución espacial y temporal del ictioplancton en un punto del Bajo Delta del río Paraná. *Rev. Mus. Arg. Cs. Nat. Bernardino Rivadavia, Ser. Hidrobiol.* 8(6): 51-61.
- García O (1999) Principales características de la Central Hidroeléctrica de Yacyretá, Argentina, y de los ambientes de su área de influencia en relación con los programas de evaluación de la fauna íctica. *Rev. Ictiol.* 7: 5-14.
- Gubiani EA, Gomes LC, Agostinho AA, Okada KO (2007) Persistence of fish populations in the upper Paraná River: effects of water regulation by dams. *Ecol. Freshw. Fish* 16: 191-197.
- Hermes-Silva S, Tataje DR, Filho EZ (2009) Spatial and temporal distribution of ichthyoplankton in the upper Uruguay River, Brazil. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 52: 933-944.
- Hoeinghaus DJ, Agostinho AA, Gomes LC, Pelicice FM, Okada EK, Latini JD, Kashiwaqui EAL, Winemiller KO (2009) Effects of river impoundment on ecosystem services of large tropical rivers: embodied energy and market value of artisanal fisheries. *Cons. Biol.* 23: 1222-1231.
- Ligon FK, Dietrich WE, Trush WJ (1995) Downstream Ecological Effects of Dams. A geomorphic perspective. *BioScience* 45: 183-192.
- López Pujol J (2008) Impacto sobre la biodiversidad del embalse de las tres gargantas en China. *Ecosistemas* 17: 134-145.
- Lowe-McConnel RH (1999) *Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais*. Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil. 534 pp.
- Margalef R (1983) El proyecto del Paraná medio y su incidencia sobre la ecología regional. *Rev. Asoc. Cs. Nat. Litoral* 14: 29-46.
- Nakatani K, Baumgartner G, Cavicchioli M (1997) Ecología de ovos e larvas de peixes. Em Vazzoler AEAA, Agostinho AA, Hahn NS (Eds.) *A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná: Aspectos Físicos, Biológicos e Socioeconômicos*. EDUEM. Maringá, Brasil. pp. 179-208.
- Neiff JJ (1990) Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia* 15: 424-441.
- Nilsson C, Reidy CA, Dynesius M, Revenga C (2005) Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. *Science* 308: 405-408.
- Oldani NO (1990) Variaciones de la abundancia de peces del valle del río Paraná (Argentina). *Rev. Hidrobiol. Trop.* 23: 67-76.
- Poddubny AG, Galat DL (1995) Habitat associations of upper volga river fishes: Effects of reservoirs. *Regul. Riv. Res. Manag.* 11: 67-84.
- Rossi LM (1998) Distribución y abundancia del Ictioplancton en ambientes lóticos de la llanura aluvial del río Paraná. En *Res. IV Congreso Latinoamericano de Ecología*. Arequipa, Perú. p. 12.
- Rossi L, Garrido G, Fariza S (1999) *Evaluación del Ictioplancton en el Área de la Central Hidroeléctrica Yacyretá*. Informe Final. Convenio EBY-UNaM. Posadas, Argentina. 56 pp.
- Rossi L, Garrido G, Fariza S (2000) *Evaluación del Ictioplancton en el Área de la Central Hidroeléctrica Yacyretá*. Informe Final. Convenio EBY-UNaM. Posadas, Argentina. 56 pp.
- Rossi L, Garrido G, Álvarez A, Balatti C (2009) *Evaluación del Ictioplancton en el Área de la Central Hidroeléctrica Yacyretá*. Informe final. Convenio XII. EBY-FCEQ y N, UNaM. 78 pp.
- Stevaux JC, Martins DP, Meurer M (2009) Changes in a large regulated tropical river: The Paraná River downstream from the Porto Primavera Dam, Brazil. *Geomorphology* 113: 230-238.
- Welcomme RL (1992) *Pesca Fluvial*. Documento Técnico de Pesca 262. FAO. Roma, Italia. 303 pp.