

## Río Iguazú superior: química del agua y comentarios biológicos sobre algunos de sus peces

Sergio E. Gómez<sup>1,2</sup>, María Jimena Gonzalez Naya<sup>1,2</sup> y Luciana Ramírez<sup>1</sup>.

### Resumen

Durante 1982-1986 y 2004-2007 se realizaron intensas campañas de relevamiento ictico en el Alto Iguazú y algunos arroyos de la zona (Uruzú, Urugua-í), colectándose también muestras de agua desde Andresito y Yacutinga (25°33'S; 54°04'W) hasta Cataratas del Iguazú (25°31'S; 54°08'W). Nuestros datos químicos y observaciones biológicas indican escaso cambio en las condiciones en los últimos 20 años, salvo un aumento de la conductividad y la alcalinidad y disminución de la dureza. El río puede ser calificado como oligotrófico y oligohalino, de agua blanda, con baja numerosidad de especies, muchas de ellas endémicas. Durante las últimas campañas se registraron tres especies exóticas, posiblemente provenientes de represas brasileñas. La baja cantidad de especies y el alto número de endemismos se deben a la combinación de efectivas barreras zoogeográficas, al tamaño de la cuenca y a la oligotrofia del sistema. Los mayores riesgos para esta cuenca son el deterioro de la pluviselva subtropical, las alteraciones antrópicas del caudal, un posible proceso de salinización, la introducción de especies exóticas y la ampliación de la distribución de especies limítrofes.

### Abstract

During the periods 1982-1986 and 2004-2007 intense campaigns of ichthyic research were conducted in the upper portion of the Iguazú River in the Argentinean province of Misiones. Water samples were collected from Andresito and Yacutinga (25°33'S; 54°04'W) to the Iguazú waterfalls in the Iguazú National Park (25°31' S, 54°8' W). In addition, some local streams (Uruzú and Urugua-i) were sampled. Our chemistry data analysis and biological observations showed little modifications in general conditions in the past 20 years, except for an increment in water conductivity and alkalinity and a decrease in water hardness. The upper portion of the Iguazú River can be considered oligotrophic and oligohaline with soft water and a low number of fish species, most of them endemic. Three exotic species were recorded, probably coming from nearby Brazilian dams. We propose that the low species number and the high number of endemisms are the result of the combination of effective zoogeographic barriers, the size of the basin and the oligotrophy of the system. Mayor threats for this basin are the destruction of the subtropical rainforest, the anthropic alterations of the river natural flow, a probable salinization process and the introduction of exotic and border species in protected areas.

### PALABRAS CLAVES

*química del agua, peces endémicos, río Iguazú, áreas protegidas, Argentina.*

## Introducción

El río Iguazú recorre 1300 km en dirección NE-SW desde su nacimiento en la Serra do Mar en Brasil, atravesando una zona tropical y luego la pluviselva subtropical sin estación seca hasta su desembocadura en el Alto Paraná, siendo un importante afluente con un caudal medio de  $1500 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (Menni, 2004). Una característica particular de este río es que no tiene planicie de inundación. Las Cataratas del Iguazú, de más de 70 metros de altura, constituyen un límite natural dividiendo el cauce en una porción superior y otra inferior. El Alto Iguazú se ubica en la Provincia ictiogeográfica “Alto Paraná” (*sensu* Ringuelet, 1975). No obstante dado el número de especies endémicas y la fisiografía provincial, distintos autores consideran una “Ecoregión Ictica Misionera” (Cussac *et al.*, 2008; López *et al.*, 2005).

Hasta la década del 60 sólo se habían citado unas pocas especies para el tramo superior y varias citas erróneas. No obstante las muchas campañas posteriores a 1980, los peces del Alto Iguazú en la sección argentina continúan siendo conocidos parcialmente. Esto se debe en parte a que en el cauce principal los muestreos son dificultosos por la alta velocidad de corriente y las crecientes impredecibles que arrastran numerosos y grandes troncos que rompen las redes. El listado completo de las especies presentes puede verse en Gómez y Chebez (1996) y muchas consideraciones sobre la ictiofauna regional y endemismos en Menni (2004).

El objetivo de este trabajo es comparar la química del agua del Alto Iguazú y sus afluentes analizando muestras de agua tomadas en

1986 y en 2004-2007 abarcando así 20 años. Además se comentan aspectos sobre la dinámica de esta cuenca, la biología de algunos de sus peces y finalmente se discute la problemática que enfrenta el Alto Iguazú.

## Materiales y métodos

Las muestras de agua fueron colectadas durante 1986 y en sucesivas campañas durante el período 2004-2007 con el río en bajante o aguas quietas. En el laboratorio se registraron pH, conductividad, carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), bicarbonatos ( $\text{CO}_3\text{H}^-$ ), sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), cloruros ( $\text{Cl}^-$ ), calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), potasio ( $\text{K}^+$ ), sodio ( $\text{Na}^+$ ) y magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) (APHA, 1998).

Entre los años 1982 y 1986 se realizaron diversas campañas de colecta de ejemplares utilizando diversas artes de pesca como espineles, redes de arrastre y redes de enmalle.

En 2004-2007 se utilizó la técnica de flotación libre con máscara y “snorkel” para la observación de peces litorales, sin colectarse ejemplares.

En la nomenclatura y sinonimia de las especies se han seguido los criterios de López *et al.* (2003) y Liotta (2006).

## Resultados

### I-Química del agua y datos hidrológicos

La conductividad en el Alto Iguazú medida en aguas quietas fue menor a  $150 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , el pH neutro o ligeramente ácido, acorde al bajo con-

tenido en sales y materia orgánica, (Tablas 1; 2a y 2b). Ambos factores se combinan determinando la escasez de plancton ( $\text{Secchi} > 1,5 \text{ m}$ ).

Los arroyos tienden a tener una conductividad ligeramente mayor a la del cauce (Tabla 3). La cuenca del Alto Iguazú presenta crecidas impredecibles por tratarse de una región sin estación seca y por el manejo de las represas en territorio brasileño. El incremento de las precipitaciones causa repentinos aumentos en el caudal y en la velocidad de corriente de los arroyos. Esto a su vez ocasiona el arrastre de material de las barrancas, lo cual disminuye la transparencia ( $\text{Secchi} < 0,25 \text{ m}$ ) y aumenta la conductividad. Estos arrastres constituyen un significativo aporte de material orgánico al cauce principal, donde los valores de conductividad y de alcalinidad son la mitad que en sus afluentes, o aún menores (Tablas 1; 2a y 2b).

En las muestras tomadas durante las campañas de 2004-2007 se registraron aumentos en

la conductividad y la alcalinidad de la cuenca, llegando en algunos casos a duplicarse respecto a los valores de 1986. Para una correcta comparación, los valores de conductividad se transformaron a salinidad de acuerdo a Margalef (1983). Por ejemplo, en los arroyos afluentes la conductividad aumentó de  $74 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  en 1986 a  $139,5 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  en 2007 correspondiendo a salinidades de  $0,0536$  y  $0,0896 \text{ gr}\cdot\text{l}^{-1}$  respectivamente (Tabla 3).

La dureza total en los arroyos es mayor que en el cauce principal y ha disminuido en los últimos 20 años, tanto en el Alto Iguazú como en sus afluentes (Tabla 3). Según el criterio de Stephan (1975) se trata de un agua “blanda” ( $40\text{-}45 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ). Los residuos sólidos en general son bajos, menores a  $70 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ , registrándose los valores más altos en los arroyos (Tabla 1).

Tabla 1: Datos de química del agua para cuatro localidades del Parque Nacional Iguazú (PNI). Los datos corresponden a muestreos realizados durante marzo de 1986. K: Conductividad a  $20^\circ\text{C}$   $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , RS: Residuo sólido  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ , dureza total (DT) y alcalinidad total (AT) expresadas como  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ .

LOCALIDAD	Cauce del Iguazú a la altura del A° Arrechea	Cauce del Iguazú a la altura del A° Ibicuí	A° Central y ruta 101	A° Nandú y ruta 101
<b>pH</b>	6,36	6,92	6,76	7,08
<b>K</b>	33	52	65	74
<b>CO<sub>3</sub><sup>=</sup> mg.l<sup>-1</sup></b>	0	0	0	0
<b>CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup> mg.l<sup>-1</sup></b>	13,3	26,7	40	42,7
<b>Cl<sup>-</sup> mg.l<sup>-1</sup></b>	0,5	0,45	0,4	0,4
<b>SO<sub>4</sub><sup>=</sup> mg.l<sup>-1</sup></b>	7,3	8,2	9,3	8,6
<b>Na<sup>+</sup> mg.l<sup>-1</sup></b>	0,7	1,5	1,8	1,9
<b>K<sup>+</sup> mg.l<sup>-1</sup></b>	0,6	1,4	1,4	1,1
<b>Ca<sup>++</sup> mg.l<sup>-1</sup></b>	0	0	0	0
<b>Mg<sup>++</sup> mg.l<sup>-1</sup></b>	5,2	8,3	9,4	12,5
<b>RS mg.l<sup>-1</sup></b>	27,6	46,55	62,3	67,2
<b>DT mg.l<sup>-1</sup></b>	21,5	34	38,5	51,5
<b>AT mg.l<sup>-1</sup></b>	11	22	33	35

## 2-Vegetación y tramas tróficas

En el cauce principal los pocos nutrientes y la elevada velocidad de corriente determinan un muy escaso plancton y en consecuencia la ausencia de peces planctófagos. El camalote es muy poco frecuente y no hay registros de “embalsados”. La vegetación arraigada es muy escasa y no hay juncales, sólo *Potamogeton sp.* se puede encontrar sobre fondos arenosos en la parte interna de las curvas del río con buena luminosidad, éste microhábitat es poco frecuente

y es utilizado intensamente por *Corydoras car-lae*. La zona litoral del cauce principal presenta en su mayor parte barrancas con altas pendientes, donde los peces deben adaptarse a las rápidas variaciones de nivel.

El perifiton es muy escaso por la falta de macrofitas arraigadas y porque se asienta en las rocas de las “correderas”. Durante bajantes repentinas el perifiton puede pasar varios días bajo altos niveles de radiación ultravioleta y elevadas temperaturas y

Tabla 2a: Datos de pH, conductividad (K), dureza total (DT) y alcalinidad total (AT) expresadas como mg.l<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub> para el río Iguazú. Las muestras de agua fueron recolectadas durante el período 2004-2007 (PNI: Parque Nacional Iguazú).

LOCALIDAD	Alto Iguazú (Reserva Yacutinga)	Alto Iguazú (Reserva Yacutinga)	Alto Iguazú (PNI) Garganta del Diablo	Promedio Cauce Principal
pH	6,8	6,8	6,5	6,7
K (μS.cm <sup>-1</sup> )	51,3	60,8	53,4	55,17
DT (mg.l <sup>-1</sup> )	6,03	7,04	8,04	7,04
AT (mg.l <sup>-1</sup> )	28,3	25,16	23,10	25,52

Tabla 2b: Datos de pH, conductividad (K), dureza total (DT) y alcalinidad total (AT) expresadas como mg.l<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub> para tres arroyos de la provincia de Misiones. Las muestras de agua fueron recolectadas durante el período 2004-2007 (PPU: Parque Provincial Urugua-í).

LOCALIDAD	A° San Francisco (afluente del Alto Iguazú)	A° Nandú (PNI)	A° Uruzú	A° Uruzú y ruta 19 (PPU)	Promedio Arroyos
pH	6,8	6,7	7,5	6,6	6,9
K (μS.cm <sup>-1</sup> )	128,9	129,3	139,5	96,5	123,55
DT (mg.l <sup>-1</sup> )	18,10	20,12	23,20	18,10	19,88
AT (mg.l <sup>-1</sup> )	73,60	70,76	87,74	56,01	72,03

Tabla 3: Comparación entre tres parámetros químicos de la cuenca del Alto Iguazú en 20 años. Para todos los datos se expresa el rango y el promedio entre paréntesis. Unidades como en Tabla 1. La salinidad fue estimada a partir de la conductividad según Margalef (1983).

LOCALIDAD	Cauce principal del Alto Iguazú en 1986	Cauce principal del Alto Iguazú en 2004-2007	Arroyo afluentes en 1986	Arroyo afluentes en 2004-2007
K (μS.cm <sup>-1</sup> )	33 - 52 (42,5)	51,3 - 60,8 (55,17)	65 - 74 (69,5)	96,5 - 139,5 (123,55)
Salinidad estimada (gr.l <sup>-1</sup> )	0,0239 - 0,0377	0,0399	0,047 - 0,0536	0,0896
DT (mg.l <sup>-1</sup> )	21,5 - 34 (27,75)	6,03 - 8,04 (7,04)	38,5 - 51,5 (45)	18,10 - 23,20 (19,88)
AT (mg.l <sup>-1</sup> )	11 - 22 (16,5)	23,10 - 28,30 (25,52)	33 - 35 (34)	56,01 - 87,74 (72,03)

desaparece temporariamente. En esta dinámica, los recursos tróficos llegan al cauce principal proviniendo mayormente de los arroyos, ya sea por material estrictamente alóctono, diversos insectos y otros invertebrados que caen al agua, o bien por el aporte de sedimentos que se depositan en “pozones” del cauce principal.

En la desembocadura de los arroyos hay una dinámica trófica diferente a la del cauce principal. Los arroyos afluentes argentinos del Alto Iguazú tienen una alta pendiente y velocidad de corriente drenando desde el sur al norte, en sus últimos kilómetros se “estancan”, o embalsan, por el nivel y velocidad del Iguazú. Al disminuir la velocidad de la corriente, en las desembocaduras de los arroyos, las partículas arrastradas sedimentan generando un lecho muy rico en materia orgánica. Estos lugares tienen un máximo de 25 metros de ancho y tres de profundidad con muy poca exposición a la luz solar, y presentan ensambles de peces distintos a los de otros lugares de la cuenca. Allí, varias especies de creniciclas y la tararira (*Hoplias malabaricus*) constituyen terminales en la cadena trófica.

### 3-Notas sobre algunos peces

De la mayoría de las especies que se mencionan a continuación no hay datos disponibles sobre,



Río Iguazú superior, en el área Cataratas en condiciones de bajante con aguas limpias y transparentes. (Foto S. Gomez).

alimentación, contenido estomacal ni sobre su biología reproductiva. En cuanto a su distribución se pueden distinguir tres grupos: especies raras o endémicas, especies de amplia distribución que ocupan un nicho singular y especies exóticas y limítrofes que han ampliado su distribución.



Río Iguazú superior, en el área Cataratas en condiciones de creciento con aguas muy turbulentas, gran cantidad de sedimentos y mayor conductividad. (Foto S. Gomez).



*Crenicichla* sp., en su ambiente natural, zona litoral del río Iguazú superior en las cercanías de la Reserva Yacutinga. (Foto L. Ramirez).

### A- Especies raras o endémicas.

La mayoría de ellas tiene su distribución restringida a las cuencas del río Alto Iguazú y Alto Uruguayí: *Steindachneridion inscripta*, *Glanidium ribeiroi*, *Pariolius hollandi*, *Hypostomus* sp. y varias especies de ciclidos.

***Steindachneridion inscripta*:** es el pez de mayor tamaño en el Alto Iguazú, de hábitos nocturnos y es un terminal de cadena trófica. En esta cuenca, *S. inscripta*, está limitado al cauce principal del río prefiriendo las correderas, rápidos y pozones y no se lo encuentra en los arroyos ni en las zonas litorales. El mayor ejemplar colectado medía 75 cm de longitud total, aunque los lugareños mencionan ejemplares mayores. Es abundante ocupando el primer lugar en las capturas con espinel. Previo a los registros de Gómez y Somay (1985a) en Argentina sólo se conocía un ejemplar en el río Uruguay en la zona de Salto Grande (Ringuelet *et al.*, 1967).

***Glanidium ribeiroi*** (*G. albescens* en Ringuelet *et al.*, 1967): es un auqueniptérido de distribución muy restringida en Argentina, se lo considera endémico. Se lo puede calificar de carnívoro-eurífago, alcanza unos 25 cm. Tiene

un marcado dimorfismo sexual en la anatomía de la aleta anal, pero no en la coloración (Gómez y Somay, 1985a). En el Alto Iguazú es abundante ocupando el segundo lugar en las capturas con espinel. En los arroyos su abundancia es menor, pero se lo captura fácilmente con redes de enmalle. En particular, en el arroyo Uruguayí Superior se lo encontró en 1985 (Liotta, 2006) pero con muy baja frecuencia. Las máximas capturas son matutinas o vespertinas. Al extraerlo del agua su epidermis produce una gran cantidad de mucus, su carne tiene mal sabor, no sirve como cebo o carnada y los peces en acuario la rechazan como alimento.

***Pariolius hollandi*:** se encontró por primera vez en Argentina en el Alto Iguazú (Gómez y Somay, 1989) y posteriormente en el arroyo Uruguayí, se lo considera endémico de estas cuencas. Es un raro “bagre anguila” de hasta 20 cm de longitud con un elevado tigmotactismo y reofilia, que durante el día vive bajo rocas o troncos. Sólo se lo pudo capturar con pequeñas redes de arrastre levantando las rocas y piedras donde se refugia.

***Hypostomus* sp.:** se conocen tres especies endémicas de “viejas del agua” en las cuencas

*Gymnogeophagus* sp., en su ambiente natural, zona litoral del río Iguazú superior en las cercanías de la Reserva Yacutinga. (Foto L. Ramirez).



del Alto Iguazú y el Urugua-í. Una de ellas sólo se conoce para el Alto Iguazú. Son iliófagas y también comen perifiton, aparentemente se mueven en grupos, se encuentran en el cauce principal pero son mucho más abundantes en los tramos medios de los arroyos. En Argentina se conocía un único ejemplar de *H. albopunctatus* colectado en el Alto Iguazú (Gómez y Somay, 1989). Sin embargo, bajo las condiciones excepcionales de bajante en la campaña de agosto de 2006 se observaron varios ejemplares de esta especie refugiados entre las rocas y en grupos de 4 o más individuos alineadas contra la corriente. *H. derbyi* y *H. myersi* se colectaron en ambas cuencas como primeros registros para Argentina (Gómez *et al.*, 1990), no se las encuentra en zonas tormentosas o en el cauce principal del Alto Iguazú. Son muy abundantes en el tramo medio del Urugua-í aunque escasas en los arroyos afluentes del Alto Iguazú.

***Crenicichla* sp.:** este género de la familia cichlidae; conocido localmente como “juanas”, es muy abundante en el Alto Iguazú y constituye el principal depredador de las zonas litorales del cauce. Las creniciclas, junto a la tararira,

*Hoplias malabaricus*, son además las terminales de la cadenas trófica en las desembocaduras de los arroyos. Según Gómez y Chebez (1996) nominalmente se han citado para el Alto Iguazú a *C. cf. iguassuenis*, *C. iguassuensis* y a *C. lacustris*. A estas especies deben sumarse las recientemente descritas *Crenicichla yaha* (Casciotta *et al.*, 2006a) y *C. tesay* (Casciotta y Almirón, 2008). Las especies no se encuentran segregadas, aunque los juveniles y los adultos ocupan diferentes porciones del cauce, encontrándose los juveniles de hasta 15 cm cercanos a las orillas, mientras que los adultos se ubican en el centro, muchas veces en pozones profundos. Los juveniles de crenicicla alcanzan incluso los sectores superiores de los arroyos.

Las creniciclas, al igual que otros peces del Iguazú, utilizan las irregularidades y cavidades basálticas del fondo como refugios. En particular, se observó un comportamiento en el cual realizaban un pozo utilizando su boca y luego nadaban hacia atrás para introducirse en él. Este comportamiento lo pueden realizar gracias a la alta capacidad de maniobra que le dan sus aletas pectorales. Durante las campañas realizadas

en los meses de agosto y enero no se observó actividad reproductiva.

***Australoheros kaaygua***: esta especie endémica es, al momento, la única del género presente en el Alto Iguazú (Casciotta *et al.*, 2006b). Es de costumbres diurnas y mesoanimalívora. Este ciclido es poco abundante y se encuentra en las desembocaduras y en los tramos medios de los arroyos, no se lo ha capturado en el cauce principal. Se captura con anzuelo, red de arrastre o red de enmalle. Otra especie del género ha sido descrita para esta ecoregión, "*Cichlasoma*" *tembe*, inicialmente considerado endémico del Uruguay (Casciotta *et al.*, 1995), se ha encontrado posteriormente en otras localidades de la ecoregión Misionera (Liotta, 2006).

#### **B- Especies de amplia distribución que ocupan un nicho singular.**

Son especies de interés presentes en la cuenca del Alto Iguazú, pero cuya distribución se extiende a otros lugares de la Argentina: *Corydoras carlae*, *Oligosarcus longirostris* (sub *Acestorhamphus macrolepis* en Gómez y Somay, 1985b) y *Hoplias malabaricus*.

***Corydoras carlae***: es la única corydora en las cuencas del Alto Iguazú y del Uruguay, es micrófaga con actividad diurna. Siempre fue capturada en aguas tranquilas con lecho de fango o arena, especialmente entre los *Potamogeton sp.*, nunca en el cauce principal. Tiene valor ornamental y datos no publicados indican que su distribución podría extenderse hasta la provincia de Entre Ríos.

***Oligosarcus longirostris***: es un caraciforme de tamaño mediano (30 cm y mayores) de amplia distribución en la cuenca Parano-Platense. Es el depredador diurno de mayor tamaño en el cauce principal del Alto Iguazú y constituye el

terminal de la cadena trófica, no se lo encuentra en zonas litorales. Frecuentemente es depredado por el "águila negra", *Buteogallus urubitinga* y otras águilas pescadoras. No se lo encuentra en los arroyos y es fácilmente capturable con espinetes o redes de enmalle.

***Hoplias malabaricus***: aunque en la cuenca Parano-Platense es muy abundante y ocupa distintos ambientes, en el Alto Iguazú sólo se encuentra en las aguas quietas de las desembocaduras de los arroyos, donde es muy abundante junto con *Crenicichla sp.* Se captura fácilmente con espinetes o redes de enmalle, es el depredador de mayor tamaño en estos ambientes.

#### **C- Especies exóticas y limítrofes que han ampliado su distribución.**

Es remarcable que en las últimas campañas se registró una especie exótica y dos especies limítrofes que ampliaron su distribución que no se encontraban hace 20 años.

***Ictalurus cf. punctatus***: es una especie exótica oriunda de América del Norte, introducida para cultivo en el estado de San Pablo, Brasil, en la década del 50. En poco tiempo la fuga de ejemplares desde criaderos originó poblaciones asilvestradas estables (Gómez, 2008). Dos ejemplares de *Ictalurus cf. punctatus* fueron capturados en el río Alto Iguazú en el 2006, en un mismo espinel en las cercanías de Colonia Andresito. Es un caso de introducción accidental producida presuntamente por el escape de criaderos o por expansión de las poblaciones asilvestradas de países limítrofes. No se sabe si esta especie originará poblaciones estables. Por su tamaño y hábitos tróficos-reproductivos es un potencial competidor de *S. inscripta*.

***Geophagus* y *Gymnogeophagus***: estos dos géneros de ciclidos son considerados como "li-

mítrofes”, con la salvedad de *Gymnogeophagus che* endémico del arroyo Urugua-í (Casciotta *et al.*, 2000). Estos géneros son muy comunes en Brasil y su reciente presencia en Argentina es de origen incierto: pueden haber ampliado normalmente su distribución, haber sido transportadas por el hombre o a causa de las varias represas brasileñas. Son potenciales competidores de *Australoheros sp.*. Este es el primer registro para Argentina, aunque no se colectaron ejemplares. En las campañas 2004-2007 se observaron parejas de *Geophagus sp.* sobre fondos rocosos en la cercanías de Garganta del Diablo en condiciones excepcionales de bajo caudal y alta transparencia (T° del agua en superficie 20,7°C; 20,5°C a 5 cm de profundidad y T° ambiente 24°C). *Gymnogeophagus sp.* fue observado en el Alto Iguazú en la zona de Yacutinga sobre fondo arenoso. En el mes de agosto se observaron juveniles de aproximadamente cinco centímetros de longitud forrajeando en las orillas en grupos de hasta diez individuos. Durante el mes de noviembre se observaron parejas junto a sus crías.

## Discusión y conclusiones

En el Alto Iguazú la química del agua depende fuertemente del nivel hidrométrico y de la velocidad de corriente. Estos factores a su vez dependen tanto de la pluviosidad, que es relativamente impredecible en zonas sin estación seca, así como también del manejo de las represas brasileñas (Ithá, Machadiño, Segredo y otras). Las características anteriormente descritas sobre la química del agua, sumadas a un lecho de roca basáltica, hacen que el río pueda ser calificado de oligotrófico, oligohalino y de agua blanda, con una baja numerosidad de



Typico arroyo afluente de río Iguazú superior. (Foto L. Ramirez).

especies. Los resultados sobre la química del agua aquí presentados soportan esta idea de falta de recursos y explicarían la ausencia de peces grandes y la diferencia entre el número de especies presentes en el Alto y Iguazú y en el Iguazú Inferior (20 y 200 especies respectivamente).

Nuestros datos sobre la química del agua señalan un aumento de la conductividad y la alcalinidad, que pueden indicar una tendencia hacia la salinización. No podemos evaluar el incremento en la salinidad en términos estadísticos debido a la baja cantidad de muestras, sin embargo se observa una tendencia. El deterioro de la pluviselva subtropical aumenta el lavado de los suelos por acción de las lluvias. Esto, sumado a las oscilaciones en el nivel del cauce principal provocado por la operación de las represas de llanura contribuye a la erosión de las barran-

cas del Alto Iguazú. Por otra parte, el aumento de las actividades agrarias y forestales en la región ocurrido durante los últimos años podría haber incrementado los nutrientes disponibles en el sistema. Por lo tanto, cabe la posibilidad de que los cambios en la salinidad aquí detectados no sean aleatorios, sino una tendencia real hacia la salinización de la cuenca. La cuenca del Alto Iguazú sigue siendo oligohalina o hipohalina, la máxima conductividad registrada actualmente en el cauce principal fue de  $60,8 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  que se corresponde con una salinidad de  $0,04 \text{ gr}\cdot\text{l}^{-1}$ . Estos valores en términos absolutos son pequeños, pero si se comparan porcentualmente con los valores de 1986 se manifiesta un aumento considerable de la salinidad en todas las muestras (Tabla 3). Comparativamente, la cuenca del río Paraná Superior tiene un valor medio de referencia de  $44,2 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (Golterman, 1975). En territorio argentino, Bonetto y Lancelle (1981) dan los valores medios para el Paraná en Itatí, Corrientes y Santa Fe siendo de 43, 43 y  $90 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  respectivamente. No obstante, estos datos también necesitan ser actualizados para saber si la presunta salinización es una tendencia general en la cuenca.

Nuestras observaciones biológicas indican poco cambio en las condiciones en 20 años, a excepción del registro de una especie exótica y de dos especies que han ampliado su rango de distribución en Argentina. La abundancia de creniciclas en el Alto Iguazú, tanto en numerosidad de ejemplares como en cantidad de especies, puede deberse a la ausencia de los grandes depredadores que habitan el río Paraná que sí se encuentran en el Iguazú Inferior. Es probable que en ausencia de especies como el dorado (*Salminus brasiliensis*), el pirá-yaguá o chafalote (*Raphiodon sp.*) y el surubí (*Pseudopla-*

*tystoma sp.*); las creniciclas, y otras especies de tamaño medio, como *Oligosarcus sp.*, *Hoplias sp.* y *Steindachneridion sp.* hayan ocupado los nichos tróficos disponibles supliendo exitosamente a los grandes depredadores terminales de cadena.

Menni (2004) sostiene que “*parece muy evidente que en general las cataratas han tenido un papel importante en el aislamiento de las especies*” añadiendo que “*aparte de la barrera de los saltos, los cursos de agua de menor volumen quizá no sean apropiados para especies muy grandes y muy móviles*”. Acorde con esto, otros trabajos muestran que existen correlaciones significativas entre la numerosidad de especies y la superficie de la cuenca y entre la talla máxima de la mayor especie y la superficie de la cuenca (Welcomme 1979, 1992; Bentos *et al.*, 2001). Considerando que la cuenca del río Iguazú tiene una superficie de  $62.000 \text{ km}^2$  (Castellanos, 1975) y utilizando la ecuación general de Welcomme (1979), que es un promedio para los grandes ríos “típicos” sudamericanos, se obtiene que el río Iguazú debería tener 74 especies. El menor número de especies conocidas hasta el presente puede tener dos explicaciones, o bien el río Iguazú está submuestreado o no es un río “típico” por la falta de llanura de inundación y la oligotrofia del sistema.

Aquí proponemos que, además de las barreras y tamaño de la cuenca, el Alto Iguazú no puede sustentar poblaciones de grandes peces presentes en el Paraná, debido a la oligotrofia del sistema. En apoyo de estas hipótesis es significativo que en el Alto Iguazú los peces terminales de cadenas tróficas no son migradores y aparentemente hay una segregación de nichos

tróficos. Por lo tanto, podemos concluir que la baja cantidad de especies y el alto número de endemismos se deben a la combinación de efectivas barreras zoogeográficas, el tamaño de la cuenca y la oligotrofia del sistema del Alto Iguazú.

Actualmente los mayores riesgos para el Alto Iguazú son el deterioro causado por la sobreexplotación de la pluviselva subtropical, las alteraciones antrópicas del caudal, una posible salinización en proceso, la introducción de es-

pecies exóticas y la ampliación de la distribución de especies limítrofes.

En nuestra opinión es de gran importancia un seguimiento continuo de la calidad del agua y del régimen hídrico y también el relevamiento de la ictiofauna, no sólo en el cauce principal, sino también en los arroyos. Los datos actuales y los de hace 20 años servirán para evaluar la condición en el futuro del tramo argentino del Alto Iguazú.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a Manuel G. Quintana (MACN) por la lectura crítica del primer manuscrito y a Laura De Cabo por su asistencia en la química del agua (MACN). A Daniel Somay y a todo el cuerpo de guarda parques del PNI y del PPU, a Claudia Amicone de la reserva Yacutinga y a Jorge R. Casciotta por el apoyo brindado (MLP). Agradecemos al CONICET por financiar algunas de las etapas de este proyecto.

## Referencias

- APHA (American Public Health Association), 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Assoc., Washington.
- Bentos, C.A., Giusto A., Beltrami C.R. y S.E. Gómez, 2001. Primeros datos sobre la distribución de tallas, y tallas máximas, en taxocenosis de peces de ambientes lóticos de Argentina. *Bol. Soc. Biología* (Concepción, Chile) 72:43-50.
- Bonetto, A. A. y H. G. Lancelle, 1981. Calidad de las aguas del río Paraná Medio. Principales características físicas y químicas. *Comunicaciones Científicas del CECOAL*. (Corrientes.) No 11: 1-22.
- Casciotta, J.R. y A. Almirón, 2008, “*Crenicichla tesay*, a new species of cichlid (Perciformes: Labroidei) from the río Iguazu basin in Argentina”; *Revue Suisse de Zoologie* 115: 651–659.
- Casciotta, J. R., S. E. Gómez y N. I. Toresani, 1995. *Cichlasoma tembe*, a new cichlid species from the río Paraná basin, Argentina (Osteichthyes: Labroidei). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 6(3): 193-200.
- Casciotta, J.R., S.E. Gómez y N.I. Toresani, 2000. *Gymnogeophagus che* una nueva especie de la Familia Cichlidae de la cuenca del río Paraná (Perciformes, Labroidei). *Rev. Mus. Arg. Ciencias Naturales* (n.s.), Buenos Aires, 2(1): 53-59.
- Casciotta, J.R., Almirón A.E. y S.E. Gómez, 2006a. *Crenicichla yaha* sp. n. (Perciformes: Labroidei: Cichlidae), a new species from the río Iguazú basin and arroyo Uruguay-basins, northeastern Argentina. *Zoologische Abhandlungen* (Dresden) 56:107-112.

- Casciotta, J.R., Almirón A.E. y S.E. Gómez, 2006b. A new species of *Australoheros* (Teleostei: Perciformes: Cichlidae) from de río Iguazú basin, Argentina. *Zoologische Abhandlugen (Dresden)* 55:77-83.
- Castellanos, A., 1975. Cuenca potamográfica del Río de la Plata. En: Geografía de la República Argentina, Hidrografía, GAEA, Buenos Aires 7(2): 1-159.
- Cussac, V.E., Fernández D.A., Gómez S.E. y H.L. López, 2008. Fishes of southern South America: a story driven by temperature. *Fish Physiol. Biochem.* DOI 10.1007/s10695-008-9217-2.
- Golterman, H. L., 1975. Chemistry. En: Whitton B.A. (ed.) "*River Ecology*", Blackwell Scient. Publ. Cap. 2: 39-80.
- Gómez, S.E., 2008. Notas sobre el cambio ambiental en ictiología. *Biología Acuática* N° 24: 1-6.
- Gómez, S.E. y J.C. Chebez., 1996. Peces de la Provincia de Misiones. En: J.C. Chebez, Fauna Misionera, *Catálogo de los Vertebrados de la Provincia de Misiones (Argentina)*, Capítulo 4: 38-70. L.O.L.A. (Literature of Latin America) Monografía N° 5, Buenos Aires, 320 pp.
- Gómez, S.E. y D.E. Somay, 1985a. La ictiofauna del Parque Nacional Iguazú I. Sobre *Steindachneridion inscripta* y *Glanidium ribeiroi* (Pisces, Siluriformes). *Historia Natural (Corrientes)* 5 (23): 181-192.
- Gómez, S.E. y D.E. Somay 1985b. La ictiofauna del Parque Nacional Iguazú y del arroyo Uruguay-i (Misiones, Argentina). *Resumen XII Reunión Argentina de Ecología*, Puerto Iguazú Misiones, p. B-23.
- Gómez, S.E. y D.E. Somay, 1989. La ictiofauna del Parque Nacional Iguazú (Argentina) II. *Pariolius hollandi* e *Hypostomus albopunctatus*, primeras citas para Argentina (Pisces, Siluriformes). *Limnobiós (La Plata)* 2 (10): 725-728.
- Gómez, S.E., H.L. López y N.I. Toresani, 1990. *Hypostomus derbyi* (Haseman) e *Hypostomus myersi* (Gosline), descripción complementaria y primeros registros para Argentina (Pisces, Loricariidae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment (Holanda, Lisse)* 25(3):139 - 152.
- Liotta, J., 2006. Distribución geográfica de los peces de aguas continentales de la República Argentina. *ProBiota*, FCNyM, UNLP, La Plata, Argentina, Serie Documentos N°3, 703 pp.
- López, H. L.; A. M. Miquelarena y J. Ponte Gómez, 2005. Biodiversidad y Distribución de la Ictiofauna Mesopotámica, Fauna: 311-353. En: *Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino II*, F. G. Aceñolaza (coord.-ed.), INSUGEO, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, 550 pp.
- López, H.L.; A.M. Miquelarena y R.C. Menni, 2003. Lista comentada de los peces continentales de la Argentina. *ProBiota*, FCNyM, UNLP, Serie Técnica-Didáctica N° 5, La Plata, Argentina: 1-85.
- Margalef, R., 1983. Limnología. Ed. Omega, Barcelona, 1010 pp.
- Menni, R.C., 2004. Peces y ambientes en la Argentina continental. *Monografías del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, Buenos Aires, Argentina, 5: 1-316.
- Ringuelet, R.A, 1975. Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. *Ecosur* 2: 1-122.
- Ringuelet, R.A., R.H. Arámburu y A.A. de Arámburu, 1967. Los peces argentinos de agua dulce, *CIC*, La Plata, 602 pp.
- Stephan, C. E., 1975. Methods for acute toxicity with fish, macroinvertebrates and amphibians. EPA 660/3-75-009. U.S. Environmental Protection Agency, Washington 67 pp.
- Welcomme, R. L., 1979. Fisheries ecology of floodplain rivers. *Longman*, London. 317 pp.
- Welcomme, R. L., 1992. Pesca fluvial. *FAO, Doc. Tec. de Pesca* N° 262, Roma. 303 pp.