

Diversidad de peces en un arroyo de llanura.

Walter Darío Di Marzio¹, María del Carmen Tortorelli y Lauce Rubén Freyre²

¹ Programa de Investigación en Ecotoxicología, Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján, c.c. 221 6700 Luján (B) Argentina. T/F 542323423171, E labetox@mail.unlu.edu.ar

² Instituto de Limnología de La Plata, Florencio Varela, Buenos Aires

RESUMEN

Se realizó un estudio sobre la calidad ambiental de un arroyo de llanura ubicado en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Se determinaron parámetros físicos y químicos de muestras de agua y la diversidad ictica durante un período de muestreo de un año. La diversidad fue evaluada en tres estaciones de muestreo a lo largo del recorrido del arroyo. Sobre un total de 48 muestras se determinaron 27 especies de peces las cuales se ubicaron sistemáticamente de la siguiente forma: 13 especies pertenecientes al Orden Cypriniformes con 4 Familias; 7 especies pertenecientes al Orden Siluriformes con 3 Familias; 3 especies pertenecientes al Orden Atheriniformes con 2 Familias; 1 especie perteneciente al Orden Synbranchiformes en 1 Familia; 3 especies pertenecientes al Orden Perciformes en 1 Familia. La diversidad hallada coincide con estudios anteriores para lagunas de la misma provincia. La diversidad mostró una tendencia diferencial temporal y espacialmente. Sin embargo esta no fue estadísticamente significativa. Los valores de diversidad y de los parámetros físicos y químicos indican que el arroyo de llanura estudiado no ha sido alterado por la acción humana. Por este motivo ha sido propuesto como un ambiente acuático control para ser utilizado en estudios de Ecotoxicología.

Palabras clave: Calidad de agua, índice de diversidad, arroyo de llanura, peces, Argentina

ABSTRACT

We assessed the environmental status of a plain stream in the Buenos Aires province, Argentina. The diversity of freshwater fish species and water quality variables were measured during one year. During the period, 48 samples were taken at 3 sampling sites. We found 13 fish species of Orden Cypriniformes within 4 Families; 7 species of Orden Siluriformes on 3 Families; 3 species of Orden Atheriniformes with 2 Families; 1 specie of Orden Synbranchiformes in 1 Family; 3 species of Orden Perciformes of 1 Family. Fish species diversity found agreed well with that found at the site 30 - 40 years ago. Diversity values showed a spatial and a temporal trend, although neither was statistically significant. The plain stream studied was thus considered a pristine aquatic environment on the basis of water quality parameters and the values of the fish diversity. The stream is proposed as a control aquatic environment for future ecotoxicological studies.

Keywords: water quality, diversity index, plain stream, freshwater fishes, Argentina

INTRODUCCIÓN

La estructura de las comunidades de peces refleja las condiciones ambientales de los cuerpos de agua o dicho de otra manera la integridad biológica de una comunidad de peces es un indicador sensible de la "salud" relativa de los ecosistemas acuáticos (Fausch *et al.*, 1990). Los agentes primarios que pueden producir estrés sobre las comunidades de peces, además de las fluctuaciones ambientales, son las alteraciones

inducidas por el hombre. Debido a que las perturbaciones producidas por el hombre interactúan en el ambiente de un modo complejo, sus efectos sobre los organismos no pueden evaluarse solamente mediante la determinación de una variable física o química (Di Marzio, 2000, Di Marzio *et al.*, 2001). En Argentina están citadas aproximadamente 400 especies de peces de agua dulce (López *et al.*, 1987). La presencia de estas especies está asociada indudablemente a la calidad del agua de ríos, arroyos, lagos, lagunas

y cualquier otro cuerpo de agua, la cual permitió la presencia y supervivencia de las mismas (Ringuelet, 1975, Di Marzio *et al.*, 1996).

Existe un progresivo y a veces acelerado deterioro de los cuerpos de agua por acción directa o indirecta del hombre, modificando las características físicas, químicas, biológicas y determinando la aparición de compuestos tóxicos en los mismos. Un gran número de sustancias contaminantes, orgánicas e industriales, contribuyen al empobrecimiento de las poblaciones de peces (Margalef, 1983). Este autor afirma que el estudio de las respuestas de los peces a los efectos producidos por sustancias contaminantes puede utilizarse en estudios de degradación de la calidad del agua. El objetivo de este trabajo consistió en seleccionar un ambiente control caracterizándolo física, química y biológicamente. El término control está referido tanto a la calidad del agua como a la diversidad de peces presentes en el mismo. El estudio de la diversidad realizado tuvo como eje central el reconocimiento de las especies presentes en la zona y la determinación de las especies más abundantes y frecuentes durante los muestreos. La aplicación directa de los resultados obtenidos se centra en conocer la oferta de especies y su abundancia con el fin de utilizarlas en estudios de Ecotoxicología. Además, generar información de base acerca de las condiciones de diversidad íctica vinculadas a la calidad físico - química del agua en arroyos de la región pampeana (Argentina).

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio fue el arroyo Las Flores, un afluente del río Luján el cual corre de oeste a este a través de zonas de pastoreo de ganado. Nace en un bañado en pleno campo y tiene una longitud aproximada de 8 kilómetros. Los parámetros físicos y químicos determinados y los métodos utilizados fueron los siguientes: Oxígeno disuelto, pH, Temperatura, Conductividad y Turbidez mediante Electrodo específicos "in situ"; Sólidos en suspensión,

Tabla 1. Estadísticos para el número de especies capturadas por lance y por longitud barrida (LB) en metros. *Statistical parameters for number of species caught per cast and per run distance of drag-net (LB), in meters.*

LB	N	Número de especies capturadas				
		Media	IC	d.e.	Vmín	Vmáx
2	6	2	0.67 - 3.33	1.26	1	4
4	6	2.83	1.44 - 4.23	1.33	1	5
6	6	4.5	1.48 - 7.52	2.88	2	9
8	6	9	5.68 - 12.32	3.16	4	13
10	6	13.33	10.54 - 16.12	2.66	10	18
12	6	13.67	10.65 - 16.68	2.87	11	19
14	6	15.33	11.78 - 18.89	3.39	11	19

N: número de réplicas; IC: intervalo de confianza a 95 %; d.e.: desviación estándar; Vmín y Vmáx. Valores mínimos y máximos.

Sólidos volátiles, demanda bioquímica de oxígeno DBO, Dureza total, Alcalinidad, Amonio, Nitritos, Nitratos, Fosfatos, Sulfatos, Sulfuros, Detergentes, Metales pesados (Hg, Cr, Cd, Pb), Plaguicidas Organofosforados, y Plaguicidas Organoclorados según APHA (1992); profundidad y transparencia del agua según Lind (1979).

Con el fin de obtener una dimensión mínima de muestreo para el estudio de diversidad, se realizaron, durante tres meses, muestreos preliminares. Debido a las pequeñas dimensiones del arroyo, el muestreo fue realizado en todos los casos seccionando o cerrando uno de los extremos del área estudiada y barriendo con una red de arrastre en el sentido opuesto a la corriente del mismo. Tanto la red para cerrar el arroyo como la red de arrastre estuvieron construidas en una tela tipo Billoné de 0.2 x 0.2 cm de tamaño de malla. La longitud de la red de arrastre fue de 6 m de longitud y contó con un copo de 0.6 m. Para la construcción de la curva Número de especies / longitud de barrido, los lances se hicieron por sextuplicado. El número mínimo de muestras necesarias para estimar la media de especies capturadas con un error relativo de un 20 % se obtuvo a partir de la siguiente ecuación, de acuerdo con Krebs (1989):

$$n \cong \left(\frac{200cv}{r} \right)$$

donde, cv: coeficiente de variación, r: error relativo máximo aceptado en la estimación de la media del número de especies. Los muestreos se realizaron durante un año, con una periodicidad estacional, en tres estaciones de muestreo elegidas arbitrariamente a lo largo del arroyo. Estas se ubicaron en las cercanías de las cabeceras, en la zona media y antes de la desembocadura del arroyo en el río Luján. Las coordenadas de las estaciones son las siguientes:

Estación 1: S 34° 27' 594" W 59° 04' 383",
 Estación 2: S 34° 27' 700" W 59° 01' 633",
 Estación 3: S 34° 27' 738" W 58° 59' 283". Para la determinación taxonómica de las especies, se utilizaron las claves presentes en Ringuelet *et al* (1967), Miquelarena (1986) y la actualización sistemática de López *et al* (1987). La abundancia fue determinada por el conteo directo, una vez identificadas las especies. La diversidad en cada

submuestra fue obtenida utilizando el índice de diversidad de Shannon y Wiener (Krebs 1989).

RESULTADOS

Los datos de las capturas obtenidas aparecen en la Tabla 1. A partir de una longitud de 10 metros de barrido de la red se estabiliza el número de especies capturadas (ANOVA - Tukey $p > 0.05$). Por otro lado, con esta longitud de barrido podríamos capturar como mínimo más del 50 % de las especies presentes en el arroyo, lo cual consideramos *a priori* adecuado para nuestros objetivos, teniendo en cuenta que el porcentaje de las especies más abundantes capturadas en los muestreos preliminares se acercaban a estos valores. El número mínimo de muestras fue igual a 4.

En la Tabla 2 se resumen las posiciones taxonómicas de las 27 especies de peces capturadas a lo largo de un año, en el área de estudio del arroyo Las Flores.

Tabla 2. Clasificación sistemática de las especies capturadas en el arroyo Las Flores (Argentina). *Systematic classification of species caught in Las Flores stream (Argentina).*

CLASE OSTEICHTHYES	Subfamilia Cheirodontinae	Subfamilia Plecostomatinae
SUBCLASE ACTINOPTERYGII	<i>Cheirodon interruptus interruptus</i>	<i>Ancistrus cirrhosus</i>
SUPERORDEN OSTARIOPHYSI	Familia Erythrinidae	<i>Hypostomus commersoni</i>
ORDEN CYPRINIFORMES	<i>Hoplias malabaricus malabaricus</i>	SUPERORDEN ATHERINOMORPHA
Suborden Characoidei	Familia Characidiidae	ORDEN ATHERINIFORMES
Familia Characidae	SubFamilia Characidiinae	Suborden Cyprinodontoidei
Sub Familia Characinae	<i>Characidium fasciatum</i>	Familia Jenynsiidae
Tribu Characini	Familia Curimatidae	<i>Jenynsia lineata</i>
<i>Asiphonichthys stenopterus</i>	SubFamilia Curimatinae	Familia Poeciliidae
Tribu Acestrorhynchini	<i>Curimata gilberti</i>	<i>Cnesterodon decemmaculatus</i>
<i>Oligosarcus jenynsi</i>	ORDEN SILURIFORMES	<i>Phalloceros caudimaculatus</i>
Subfamilia Glandulocaudinae	Familia Pimelodidae	SUPERORDEN ACANTHOPTERYGII
<i>Diapoma terofali</i>	Subfamilia Pimelodinae	ORDEN SYNBRANCHIFORMES
<i>Pseudocorynopoma doriai</i>	<i>Heptapterus mustelinus</i>	Suborden Synbranchoidei
Subfamilia Tetragonopterinae	<i>Pimelodella laticeps</i>	Familia Synbranchidae
Tribu Tetragonopterini	<i>Rhamdia sapo</i>	<i>Synbranchus marmoratus</i>
<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	Familia Callichthyidae	ORDEN PERCIFORMES
<i>Astyanax fasciatus</i>	<i>Corydoras paleatus</i>	Suborden Percoidaei
<i>Bryconamericus iheringi</i>	Familia Loricariidae	Familia Cichlidae
<i>Hyphessobrycon anisitsi</i>	Subfamilia Loricariinae	<i>Gymnogeophagus australis</i>
<i>Hyphessobrycon meridionalis</i>	<i>Loricariichthys anus</i>	<i>Cichlasoma facetum</i>
		<i>Crenicichla sp</i>

En el Tabla 3 se presentan los rangos de los valores de los parámetros físicos y químicos, tomando el conjunto de las tres estaciones de muestreo en cada período del año. Se detectó una variación temporal y espacial de los valores de la diversidad íctica relacionada con el período del año (Tabla 4). Dentro de cada estación de muestreo, los valores promedio de diversidad, fueron ligeramente superiores en los períodos de verano y otoño; mientras que en los períodos de Invierno y Primavera estos fueron más bajos. Los datos de diversidad para el índice de Shannon-Wiener de los períodos verano y primavera fueron los más heterogéneos. Sin embargo, pese a estos ligeros cambios, no hubo diferencias estadísticamente significativas en los valores medios de diversidad en una escala temporal (ANOVA - Tukey $p > 0.05$). Las especies relativamente más abundantes y frecuentes fueron: *Bryconamericus iheringi*, *Cnesterodon*

decemmaculatus, *Astyanax eigenmanniorum*, *Phalloceros caudimaculatus*. Por otro lado, podemos decir brevemente que existen diferencias entre la distribución de algunas especies a lo largo del arroyo. Así, las especies *Cnesterodon decemmaculatus* y *Phalloceros caudimaculatus* no aparecen en ninguno de los 16 lances realizados en la estación 3, donde el arroyo Las Flores se une con el río Luján. El resto de las especies mencionadas se distribuye a lo largo de todo el recorrido del arroyo.

DISCUSIÓN

Existen pocos trabajos en la provincia de Buenos Aires que relacionen la diversidad específica de peces de agua dulce con las condiciones de la calidad del agua. Uno de los estudios existentes es el presentado por Freyre (1973) sobre la rela-

Tabla 3. Rango de valores de los parámetros físicos y químicos registrados por estación del año para las tres estaciones de muestreo. Minimum-maximum intervals for physicochemical parameters recorded at each of the three sampling sites, shown separately for each season of the year.

PARÁMETRO	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Oxígeno disuelto mg/L	5.98 – 12.12	6.12 – 10.11	6.33 – 11.11	6.03 – 13.11
pH	8.03 – 8.70	7.97 – 8.43	8.04 – 8.55	8.04 – 8.55
Temperatura °C	25.1 – 28.8	13 – 23	6 – 13	12 – 25
Conductividad µS/cm	733 – 890	720 – 800	740 – 840	710 – 822
Turbidez NTU	30 – 73	35 – 100	5 – 50	15 – 70
SS mg/L	32 – 48	34 – 67	6 – 41	9 – 47
Sólidos volátiles mg/L	3 – 7	4 – 11	1 – 12	1 – 10
Dureza total CaCO ₃	80.27 – 98.46	81.24 – 101.29	90.55 – 100	91.22 – 140
Alcalinidad CaCO ₃	420 – 570	380 – 500	360 – 490	390 – 550
Amonio mg/L	0.5 – 1.01	0.5 – 1.50	0.5 – 1	0.5 – 1.2
Nitritos mg/L	ND	ND	ND	ND
Nitratos mg/L	2.83 – 4.10	2.39 – 6.10	3.39 – 7.30	1.45 – 3.30
Fosfatos mg/L	0.4 – 0.89	0.42 – 0.90	0.52 – 1.90	0.20 – 0.60
DBO mg/L	2.4 – 4.5	3.1 – 5.5	2.1 – 7.5	ND – 8.2
Profundidad cm	35 – 55	30 – 55	33 – 55	39 – 55
Transparencia %	90 – 100	80 – 100	90 – 100	80 – 100
Sulfatos mg/L	13.87 – 20.44	13.66 – 25.44	13.55 – 27.44	10.77 – 22.44
Sulfuros mg/L	ND	ND	ND	ND
Detergentes mg/L	ND	ND	ND	ND
Metales pesados	ND	ND	ND	ND
P.OCL	ND	ND	ND	ND
P.OFOS	ND	ND	ND	ND

ND: no detectable; P.OFOS: plaguicidas organofosforados; P.OCL: plaguicidas organoclorados

Tabla 4. Valores medios de diversidad registrados a lo largo de los muestreos. H: Índice de Shannon-Wiener, en bit/individuo. *Diversity values during the sampling period. H: Shannon-Wiener index, in bits/individual.*

Diversidad	Estación 1	Estación 2	Estación 3
	H	H	H
Verano			
Media	2.53	2.74	1.84
Desvío estándar	0.55	0.32	0.28
CV %	21.66	11.60	15.12
Otoño			
Media	2.59	2.8	2.38
Desvío estándar	0.18	0.38	0.25
CV %	6.88	13.56	10.31
Invierno			
Media	2.21	1.9	1.76
Desvío estándar	0.43	0.89	0.24
CV %	19.65	46.96	13.67
Primavera			
Media	1.67	2.34	1.56
Desvío estándar	0.22	0.35	0.53
CV %	13	15.12	34.15

ción de la polución de la laguna el Carpincho y la estructura de las comunidades del plancton y de los peces. El autor relaciona la alteración en la relación Mg/Ca con la disminución de la densidad del zooplankton y como consecuencia reducción del número de individuos de la especie planctófaga *Odontesthes bonariensis*. Otras observaciones derivadas del trabajo son el crecimiento explosivo del bagre *Parapimelodus valenciennesi*, y elevados valores de DBO, cloruros, fosfatos, nitratos y presencia de Pb⁺² y Fe⁺³. Llama la atención en este estudio, como lo remarca también Ringuelet (1975) que, si bien el número de individuos en relación al número de especies disminuye, aumenta el número de especies. Menni *et al.* (1996) establecen que la tolerancia de las especies, a las variables físicas y químicas del agua, influye sobre la distribución geográfica de los peces argentinos. Encuentran que los rangos más amplios de tolerancia correspondieron a las siguientes especies: *Astyanax fasciatus*, *Astyanax bimaculatus*, *Jenynsia lineata*, *Astyanax eigenmanniorum* y *Trichomycterus corduvensis*. Ringuelet (1975) remarca la disminución en el número de especies dentro de la

provincia ictiogeográfica Parano-Platense en dirección norte - sur. Así concluye que la ictiofauna de la Pampasia bonaerense representa solamente el 7.5 % de las especies presentes en esta provincia ictiogeográfica que son 320. Esto hace un total de 24 especies de peces de agua dulce como número máximo a capturar en los cuerpos de agua vinculados o en la zona de influencia de la cuenca del río Salado. En las lagunas bonaerenses es posible capturar, en ambientes no perturbados, entre 15 y 20 especies de peces (Freyre 1976). El elevado número de especies de peces capturados a lo largo de un año en el arroyo Las Flores posiblemente es debido a la influencia de ambientes subtropicales o a la influencia de ambientes vinculados a la desembocadura de los ríos Paraná y Uruguay. Una prueba de ello puede serlo la presencia del género *Crenicichla* sp, el cual no está citado por Ringuelet *et al.* (1967) para la provincia de Buenos Aires. Los autores citaron a *Crenicichla lacustris* y *Crenicichla lepidota*, dos de las siete especies citadas para Argentina por los mismos autores, en el Río de La Plata. Lamentablemente existen muy pocos estudios de diversidad de peces en ambientes acuáticos de la provincia de Buenos Aires, y menos específicamente para arroyos. Sólo podemos tomar como puntos de referencia las listas de especies que están presentes en los ambientes naturales sin modificación antropogénica aparente, indicadas por Ringuelet (1975). Esta información se contrasta con los resultados encontrados en el arroyo Las Flores en la Tabla 5. Podemos concluir que, desde un punto de vista biológico como desde la calidad del agua, el arroyo Las Flores se consi-

Tabla 5. Táxones encontrados en la pampasia bonaerense según Ringuelet (1975) y aquellos hallados en el arroyo Las Flores. *Taxa found in the pampasic region by Ringuelet (1975) and those found in Las Flores stream.*

	Pampasia bonaerense	Arroyo Las Flores
Familias	13	11
SubFamilias	11	9
Géneros	21	25
Especies	24	27

dera apropiado para ser utilizado como ambiente "control" proveedor de los individuos de las especies más abundantes allí encontradas. Estas serán utilizadas en la realización de ensayos de toxicidad con sustancias contaminantes.

BIBLIOGRAFÍA

- ANÓNIMO, 1992. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Ed. Clesceri, Greenberg and Trussell 19^o edition, Washington, USA.
- ALBERDI, J. L., M. E. SÁENZ, W. D. DI MARZIO & M. C. TORTORELLI. 1996. Comparative Acute Toxicity of two Formulations Herbicides, Paraquat and Glyphosate, to *Daphnia magna* and *D. spinulata*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 57 (2): 229-235.
- DEL GIORGIO, P. A., A. L. VINOCUR, R. J. LOMBARDO & H. G. TELL. 1991. Progressive changes in the structure and dynamics of the phytoplankton community along a pollution gradient in a lowland river- a multivariate approach. *Hydrobiologia*, 224: 129-154.
- DI MARZIO, W. D., J. L. ALBERDI, M. E. SÁENZ y M. C. TORTORELLI. 1996. Estudio de la diversidad de peces del río Reconquista, Buenos Aires. Período 1991-1993. *X Congreso y XVI Jornadas Interdisciplinarias de Toxicología, Toxicología y Medio Ambiente*, Buenos Aires.
- DI MARZIO, W. D. 2000. *Efecto de las sustancias contaminantes sobre peces de agua dulce*. Tesis de doctorado, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina. 270 p.
- DI MARZIO, W. D., S. GALASSI, R. TODESCHINI & M. CONSOLARO. 2001. Traditional versus WHIM molecular descriptors in QSAR approaches applied to fish toxicity studies. *Chemosphere*, 44 (3): 401 - 406.
- FAUSCH, K. D., J. LYONS, J. R. KARR & P. L. ANGERMEIER. 1990. Fish communities as indicators of environmental degradation. In: *Biological indicators of stress in fish*. S. M. Adams (ed.): 191 pp. American Fisheries Symposium 8, Maryland.
- FREYRE, L. R. 1973. Pollution of the "El Carpincho" pond (Pampasic Region, Argentina) and its effects on plankton and fish communities. *Environmental Pollution*, 4:37-40.
- FREYRE, L. R. 1976. *Normas para la inspección y determinación del estado actual de ambientes pesqueros pampásicos*. Dirección de Recursos Naturales, Ministerio de Asuntos Agrarios, Buenos Aires, 72 p.
- KREBS, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Collins Pub., London, 654 p..
- LIND, O. T. 1979. *Handbook of common methods in Limnology*. The Mosby company, 2 ed., St. Louis - USA, 198 p.
- LÓPEZ, H. L., R. C. MENNI & A. M. MIQUELARENA. 1987. *Lista de los peces de agua dulce de la Argentina*. Contribución N° 310 ILPLA y N° 69 Laboratorio de Ictiología (MLP), Buenos Aires - Argentina, 50 p.
- MARGALEF, R. 1983. *Limnología*. Ed. Omega, Barcelona. 1010 pp.
- MENNI, R. C., S. E. GÓMEZ & F. LÓPEZ ARMENGOL. 1996. Subtle relationships: freshwater fishes and water chemistry in southern South America. *Hidrobiología*, 328: 173 - 197.
- MIQUELARENA, A. M. 1986. *Estudio de la dentición en peces Caracoideos de la República Argentina*. Biología Acuática - ILPLA N° 8, 60 p.
- RINGUELET, R., R. ARAMBURU & A. ALONSO DE ARAMBURU. 1967. *Los peces argentinos de agua dulce*. Com. Inv. Cient. Prov. Bs. As, 602 p.
- 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(3): 1-122.