

Estudio de la calidad del agua del río Furnia (NO. España) mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos

Study of the water quality of the Furnia River (NW Spain) using aquatic macroinvertebrates

AMAIA PÉREZ BILBAO¹, CÉSAR J. BENETTI² Y JOSEFINA GARRIDO³

*Departamento de Ecología y Biología Animal, Campus Universitario As Lagoas- Marcosende
Facultad de Biología, Universidad de Vigo, 36310 Vigo, España
¹amaiapb@uvigo.es; ²cjbenetti@uvigo.es; ³jgarrido@uvigo.es*

(Recibido: 31/01/2013; Aceptado: 8/03/2013)

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados del estudio de la calidad del agua del río Furnia (Pontevedra, NO. España) usando las comunidades de macroinvertebrados acuáticos. Se realizaron muestreos semicuantitativos en otoño de 2007 y primavera de 2008, y se calcularon diferentes índices basados en estas comunidades (abundancia, riqueza, EPT, IASPT, Shannon-Wiener, IBMWP y % de grupos tróficos). Además, se midieron diferentes variables ambientales que sirvieron para complementar los datos biológicos. Los resultados indican que, a pesar de que los índices disminuyen ligeramente a lo largo del curso fluvial, el río Furnia presenta una muy buena calidad de sus aguas y una comunidad de macroinvertebrados acuáticos muy diversa que debe ser conservada.

Palabras clave: macroinvertebrados, calidad del agua, índices de diversidad, grupos tróficos, Furnia, Galicia, España

Abstract

In this work, the results of the study of the water quality of the Furnia River (Pontevedra, NW Spain) using the aquatic macroinvertebrate assemblages are presented. Semiquantitative surveys were carried out in autumn of 2007 and spring of 2008, and different indices based on these assemblages (abundance, richness, EPT, IASPT, Shannon-Wiener, IBMWP and % of feeding groups) were calculated. Several environmental variables that complemented the biological data were also measured. Although the indices decreased slightly along the water course, the results indicate a very good water quality of the Furnia River and a very diverse community of aquatic macroinvertebrates that must be conserved.

Keywords: macroinvertebrates, water quality, diversity indices, feeding groups, Furnia, Galicia, Spain

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas fluviales han estado sometidos a profundos cambios como consecuencia de perturbaciones de origen antropogénico, debido principalmente al aumento de la población humana y consiguiente degradación de los recursos naturales. Existen numerosas alteraciones de los cauces fluviales (ALONSO & CAMARGO, 2005), que

han provocado la pérdida de biodiversidad en los ríos. En ese sentido, la Directiva Marco del Agua (COUNCIL OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2000) establece como uno de sus objetivos la protección de los ecosistemas acuáticos y propone programas de control y evaluación de la calidad de agua, considerando los macroinvertebrados acuáticos como fundamentales en el estudio de la conservación de los ambientes fluviales. Este grupo de organismos

están considerados actualmente como indicadores muy adecuados de diversos tipos de alteraciones en los ecosistemas fluviales, ya que suponen un paso crítico para el transporte y utilización de la energía en dichos ecosistemas (NEWBOLD *et al.*, 1982; RADER & WARD, 1988; WALLACE & WEBSTER, 1996; RADER, 1997) y son excelentes indicadores de la calidad del agua debido a que están expuestos en todo momento a los cambios que se producen en su medio, detectando alteraciones que normalmente escapan al análisis químico (ARMITAGE *et al.*, 1983). En este sentido, el conocimiento de la estructura y el funcionamiento ecológico de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos es fundamental para alcanzar los objetivos marcados por la DMA (ALONSO & CAMARGO, 2005).

La presencia de una rica fauna fluvial que forma comunidades de estructura compleja en las que participan especies de gran valor biológico es, probablemente, uno de los componentes más importantes de los ecosistemas acuáticos de Galicia. El territorio gallego destaca por su variabilidad, tanto desde el punto de vista litológico como climático y edafológico (PÉREZ ALBERTI, 1986), pudiendo encontrarse una gran cantidad de medios de agua corriente debido a su posición geográfica y a su orografía.

A pesar de que en los últimos años los estudios de la calidad de las aguas corrientes españolas ha aumentado (por ejemplo GIL-QUILEZ *et al.*, 2001; LOZANO-QUILIS *et al.*, 2001; ALBA-TERCEDOR *et al.*, 2002; MARTÍNEZ MAS *et al.*, 2004; MARTÍNEZ-BASTIDA *et al.*, 2006; OSCOZ *et al.*, 2006), en Galicia son pocos los trabajos relacionados con esta temática, estando la mayor parte centrados en un solo grupo de organismos acuáticos, como por ejemplo los realizados por BENETTI *et al.* (2007), PÉREZ-BILBAO & GARRIDO (2009) y BENETTI & GARRIDO (2010) sobre Coleoptera acuáticos. Por ello, se decidió llevar a cabo el estudio de la calidad del agua del río Furnia, uno de los afluentes del río Miño, principal curso fluvial de la comunidad gallega. Se analizaron las comunidades de macroinvertebrados acuáticos presentes en este río y mediante el cálculo de una serie de índices biológicos y ecológicos se evaluó la calidad del agua de dicho curso fluvial.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio fue efectuado en el río Furnia, ubicado íntegramente dentro del término municipal de Tui (Pontevedra), al sur de la Comunidad Autónoma de Galicia (NO. España) (Fig. 1). El río Furnia es un afluente del río Miño por la margen derecha, que presenta una longitud aproximada de 9 Km y sus aguas discurren en dirección N-S a una altitud media inferior a 100 metros sobre el nivel del mar. De acuerdo con la propuesta de Plan Hidrológico de la Confederación Hidrográfica Miño-Sil (CHMS, 2013), se trata de un río costero cántabro-atlántico (tipo 30). El clima en esta zona es templado, con veranos cálidos e inviernos suaves y lluviosos (KOTTEK *et al.*, 2006).

Para la realización de este estudio se seleccionaron tres estaciones de muestreo denominadas F1 (Ponteliñares), F2 (Sobrada) y F3 (Amorín). Representan distintos tramos del río, desde cerca de su nacimiento hasta la desembocadura en el río Miño. F1 es la estación más cercana al nacimiento del río y está localizada aguas arriba del pueblo de Ponteliñares. El sustrato del río en este punto está compuesto principalmente por cantos sueltos con una abundante cobertura de macrófitas acuáticas. F2 está situada en el curso medio del río, a unos 5 Km aguas abajo de la estación F1, próxima al pueblo de Sobrada. El sustrato está compuesto principalmente por arena y cantos de granulometría pequeña, con una baja cobertura de macrófitas. Por último, F3 se encuentra situada próxima a la desembocadura del Furnia en el río Miño, justo después de pasar la carretera PO 552 que une Tui con A Guarda, aguas abajo del pueblo de Amorín. El sustrato en este punto está formado principalmente por cantos y arena con una cobertura parcial de macrófitas.

Toma de muestras

Se realizaron muestreos semicuantitativos en otoño de 2007 (diciembre) y en primavera de 2008 (abril). La toma de muestras fue llevada a cabo estableciendo un transecto de cinco metros de longitud próximo a la orilla en cada punto de muestreo durante periodos de un minuto. Mediante este procedimiento de muestreo se obtiene

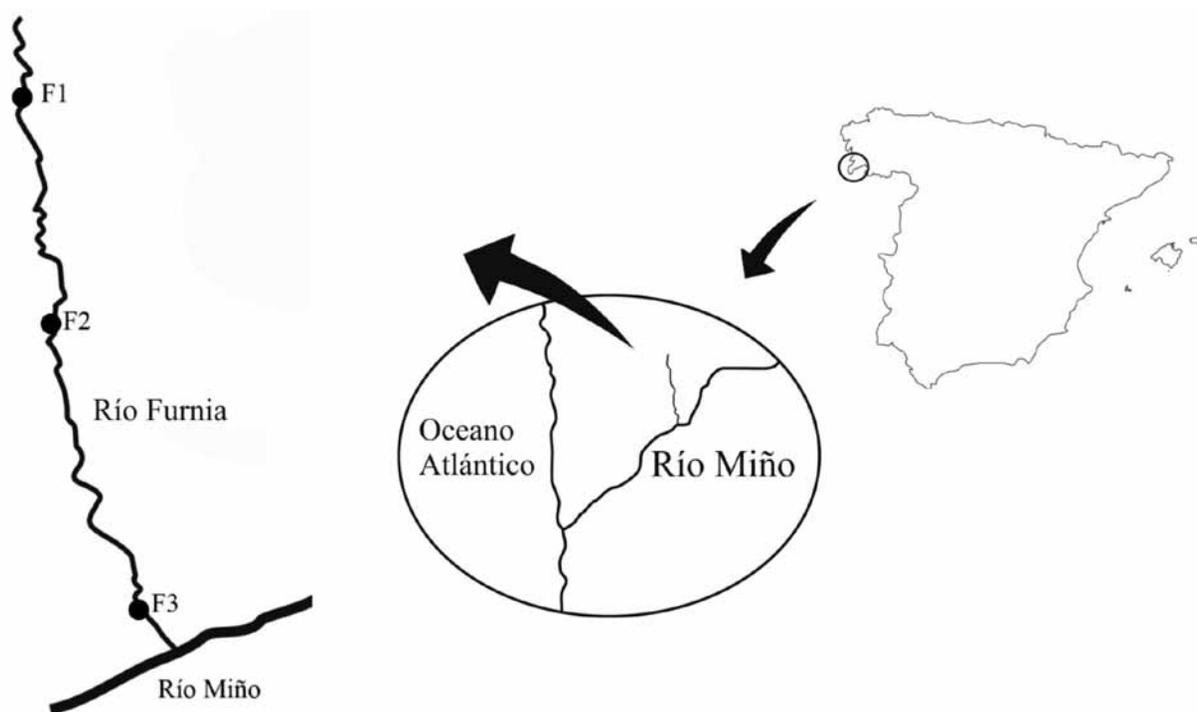


Figura 1. Localización de los puntos de muestreo en el área de estudio. *Location of the sampling sites in the studied area.*

una muestra comparable y con unos resultados similares al muestreo en el que se muestrean los diferentes ambientes hasta que nuevos mangueos no aportan nuevos taxones.

Para la captura de los ejemplares se utilizó una manga entomológica acuática de 500 μm de luz de malla, 30 cm de diámetro y 60 cm de fondo. Las muestras recolectadas fueron fijadas con alcohol de 99° hasta su procesamiento en el laboratorio. Los macroinvertebrados fueron conservados en alcohol de 70° e identificados hasta nivel de familia, excepto Oligochaeta, Ostracoda e Hidracarina, mediante las claves de TACHET *et al.* (2003).

Análisis de datos

Se calcularon una serie de índices basados en las comunidades de macroinvertebrados acuáticos que sirvieron para evaluar la calidad de las aguas del río Furnia. Dichos índices fueron abundancia (N), riqueza de familias (S), número de familias de Efemerópteros, Plecópteros y Tricópteros (EPT), Iberian Average Score Per Taxon (IASPT), índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') e Iberian Biological

Monitoring Working Party (IBMWP, ALBATERCEDOR *et al.*, 2002). Además, los macroinvertebrados fueron clasificados en cinco grupos tróficos (trituradores, colectores, depredadores, filtradores y raspadores) de acuerdo con CUMMINS (1974) y BARBOUR *et al.* (1999), para lo cual se asignaron los diferentes grupos funcionales a cada familia según lo propuesto por TACHET *et al.* (2003) y OSOZ *et al.* (2011). A aquellas familias que presentan más de un grupo funcional se les asignó el tipo de alimentación predominante.

Al mismo tiempo que se recolectó la fauna, se midieron una serie de parámetros físicos y químicos *in situ*, que fueron la temperatura del agua, el pH, los sólidos disueltos totales (TDS), la conductividad y el oxígeno disuelto. Además, se tomaron muestras de agua en botellas plásticas, que fueron conservadas en frío hasta su análisis. En el laboratorio se midieron la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), los sólidos sedimentables y los sólidos en suspensión. Los datos de estas variables ambientales servirán para complementar los resultados faunísticos y poder valorar la calidad del agua de río Furnia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron un total de 7381 ejemplares (2126 en otoño y 5255 en primavera) pertenecientes a 68 taxones (50 en otoño y 59 en primavera) distribuidos en los distintos grupos tal y como figura en la relación que se muestra en la Tabla I. El grupo mejor representado en las dos épocas del año fueron los insectos con un 88% de la abundancia total en otoño y un 87% en primavera. En una proporción mucho más baja siguen los crustáceos que representaron el 3% del total en otoño y el 9% en primavera, y los demás macroinvertebrados que representaron el 8,5% en otoño y el 3,5% en primavera. Entre los insectos, la mayor abundancia en ambas épocas del año corresponde a los Diptera (36%), seguidos por los Trichoptera (25%) y los Ephemeroptera (15%).

En cuanto a la riqueza de familias los resultados son similares a los de la abundancia, siendo en este caso los Trichoptera el grupo mejor representado con 16 familias, seguido por los Diptera (13 familias) y los Coleoptera (6 familias). Nueve de los taxones inventariados en otoño no se encontraron en primavera, pero en esta época fueron inventariados otros 9 diferentes. En la figura 2 se representa la variación estacional y espacial de la riqueza, en la que se puede observar un descenso gradual de la riqueza en otoño, cuanto más nos alejamos del nacimiento del río. Sin embargo, en primavera aumenta la riqueza en F2 y disminuye en F3, alcanzando un valor similar al del punto F1.

En relación a la variación estacional, se observa un significativo aumento en primavera tanto de la

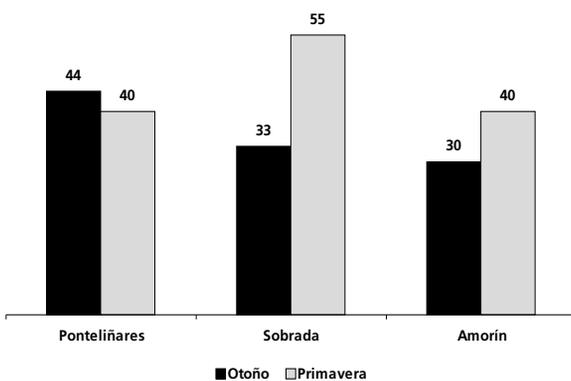


Figura 2. Riqueza de taxones en los puntos de muestreo en otoño y primavera. *Taxa richness in the sampling sites in autumn and spring.*

abundancia como de la riqueza. Este aumento es debido principalmente al ciclo reproductivo de la mayoría de las especies, lo cual viene reflejado en el aumento tanto en número de taxones (riqueza) como de individuos (abundancia). En primavera es mucho mayor la presencia de larvas y ninfas en los medios acuáticos, preparándose para mudar a adultos en verano. También podría deberse a otros factores que pueden alterar la composición de las comunidades de macroinvertebrados, como por ejemplo el aumento del caudal del río en época de lluvias. Al incrementarse el caudal, se produce un arrastre de los individuos, que provoca la desorganización y disminución de la comunidad (MARTÍNEZ-BASTIDA *et al.*, 2006; OSCOZ *et al.*, 2006). Los taxones oportunistas, como las familias Baetidae, Simuliidae o Chironomidae, son los primeros en recolonizar el medio (ROBINSON *et al.*, 2004). En este estudio, se observa un aumento en la abundancia de estos tres taxones en los puntos F2 y F3 en primavera, que fue la estación en la que se registró un mayor caudal del río.

El índice IASPT no sufre grandes variaciones a lo largo del curso fluvial en las dos estaciones, mientras que, con respecto al EPT, se observa un ligero ascenso en primavera en F2, para luego descender en F3 tanto en otoño como en primavera (Tabla II). El estudio de la diversidad mediante el índice de Shannon-Wiener indica una elevada diversidad biológica, ya que todos los valores son superiores a 2. Según MAGURRAN (1989), los valores habitualmente encontrados para ríos no contaminados oscilan entre 1,5 y 3,5. Al igual que lo observado en la riqueza y la abundancia, la diversidad sufre una pequeña disminución en F3, quizás debido a un pequeño grado de alteración al paso por zonas pobladas. Es de esperar que la diversidad disminuya en puntos afectados por la contaminación, ya que disminuyen un gran número de especies sensibles y aumenta la abundancia de unas pocas, tolerantes al impacto (CAO *et al.*, 1996), tal como ocurre en el estudio sobre Coleoptera acuáticos llevado a cabo por BENETTI *et al.* (2007) y BENETTI & GARRIDO (2010) en dos ríos próximos al Furnia muy afectados por la actividad humana.

En general, se observa un aumento significativo del índice IBMWP en primavera con relación al otoño, aunque en el punto F1 el valor obtenido

Tabla I. Abundancia total de los taxones capturados en cada punto de muestreo y en cada estación (otoño y primavera). *Total abundance of captured taxa in each sampling site and season (autumn and spring).*

Taxones		1. Ponte Liñares		2. Sobrada		3. Amorín	
		Otoño	Primavera	Otoño	Primavera	Otoño	Primavera
Turbellaria	Planariidae	18		26	20	7	1
Nematoda			2				
Hirudinea	Erpobdellidae		1		1		
	Hirudidae				1		
Oligochaeta		4	2	6	30	15	4
Gasteropoda	Ancylidae			1	7		2
	Lymnaeidae				13		
	Planorbidae	1					
Bivalvia	Sphaeriidae	1					
Acari	Hydracarina	15	1		16	1	1
Crustacea	Gammaridae	1	3	21	280	43	186
	Ostracoda	1					
Collembola		3	1	1	3		
Odonata	Aeshnidae	2	2	3	2	3	2
	Calopterygidae	43	7	1		1	3
	Cordulegastridae				3		2
	Gomphidae	10	4	11	24	5	3
	Lestidae				2		
Ephemeroptera	Baetidae	10	7	13	260	14	67
	Ephemerellidae	27	17	6	133		95
	Ephemeridae		1		5		
	Heptageniidae	12	1	12	20		
	Leptophlebiidae	153	22	18	27	22	16
Plecoptera	Chloroperlidae	2	21		12		6
	Leuctridae	30	6	18	87	117	14
	Nemouridae	8	83	10	140	12	11
	Perlidae	1		2		5	
	Perlodidae	2	14	3	60	3	2
Hemiptera	Aphelocheiridae						1
	Gerridae		13		4		
	Naucoridae					1	
	Nepidae				1		
	Veliidae	1					
Coleoptera	Dryopidae	1					
	Elmidae	32	4	58	200	41	113
	Gyrinidae	5	6	10	20	29	3
	Hydraenidae	29	3	56	34	2	2
	Hydrophilidae	1					
Trichoptera	Scirtidae	54	7		1		
	Brachycentridae	2	2		13		17
	Calamoceratidae	5					
	Glossosomatidae		23	2	4	3	2
	Goeridae				1		
	Helicopsyhidae		1	3	19	1	
	Hydropsychidae	86	79	81	99	108	13
	Hydroptilidae	9		1	3		1
	Lepidostomatidae	16	15		39		41
	Leptoceridae	6	3		2	1	
	Limnephilidae	1		1	3		2
	Philopotamidae	84	126	21	238	59	41
	Polycentropodidae	1			7		3
Psychomyiidae		3		1		1	

Tabla I (continuación). Abundancia total de los taxones capturados en cada punto de muestreo y en cada estación (otoño y primavera). *Total abundance of captured taxa in each sampling site and season (autumn and spring).*

Taxones	1. Ponte Liñares		2. Sobrada		3. Amorín	
	Otoño	Primavera	Otoño	Primavera	Otoño	Primavera
Rhyacophilidae	23	9	7	4	10	3
Sericostomatidae	18	6	12	51	22	15
Uenoidae	1		2	14		2
Athericidae	8	4	3	12	2	6
Blephariceridae		2		1		
Ceratopogonidae		1		16	1	3
Chironomidae	174	129	13	484	65	461
Dixidae	1			4		
Empididae		28	2	148	2	28
Limoniidae	8		4	1	4	2
Psychodidae				12		1
Rhagionidae		2		1		
Scatophagidae				2		
Simuliidae	121	44	16	247	52	540
Tabanidae				1		
Tipulidae						1

Tabla II. Valores estacionales de los índices en cada punto de muestreo: abundancia (N), riqueza (S), Shannon-Wiener (H'), IASPT y EPT. *Seasonal values of the indices in each sampling site: abundance (N), richness (S), Shannon-Wiener (H'), IASPT and EPT.*

Índices	1. Ponte Liñares		2. Sobrada		3. Amorín	
	Otoño	Primavera	Otoño	Primavera	Otoño	Primavera
<i>N</i>	1031	705	444	2833	651	1717
<i>S</i>	44	40	33	55	30	40
<i>H'</i>	2,83	2,72	2,86	2,92	2,62	2,12
<i>IASPT</i>	6,48	6,75	6,74	6,37	6,34	6,72
<i>EPT</i>	21	19	17	24	13	19

Tabla III. Valores estacionales del índice IBMWP en los puntos muestreados, el rango y la calidad del agua de la clase en la que se incluyen. *Seasonal values of the IBMWP index in the sampled points, the range and the water quality class in which are included.*

Estaciones	IBMWP		Rango	Calidad
	Otoño	Primavera		
Ponteliñares	279	250	>150	Aguas muy limpias
Sobrada	209	338	>150	Aguas muy limpias
Amorín	184	269	>150	Aguas muy limpias

en primavera (250) es algo inferior al obtenido en otoño (279) (Tabla III). Eso puede ser debido a la diferencia de caudal de agua en este punto, más elevado en primavera que en otoño, lo que provocó una ligera bajada en el número de familias en primavera. Aún así, los valores obtenidos en los tres puntos, tanto en primavera como en otoño, son muy superiores a 150 (valor del índice mínimo para considerar aguas muy limpias), reflejando el

buen estado de la calidad del agua del río Furnia.

En relación a los grupos tróficos, no se observan grandes diferencias en el % de riqueza de los diferentes grupos entre los 3 puntos de muestreo (Fig. 3). Sin embargo, si se tiene en cuenta el % abundancia, se ve que en el punto F3 se produce un notable incremento de los organismos filtradores y un claro descenso de los depredadores y los raspadores. Las estrategias de alimentación

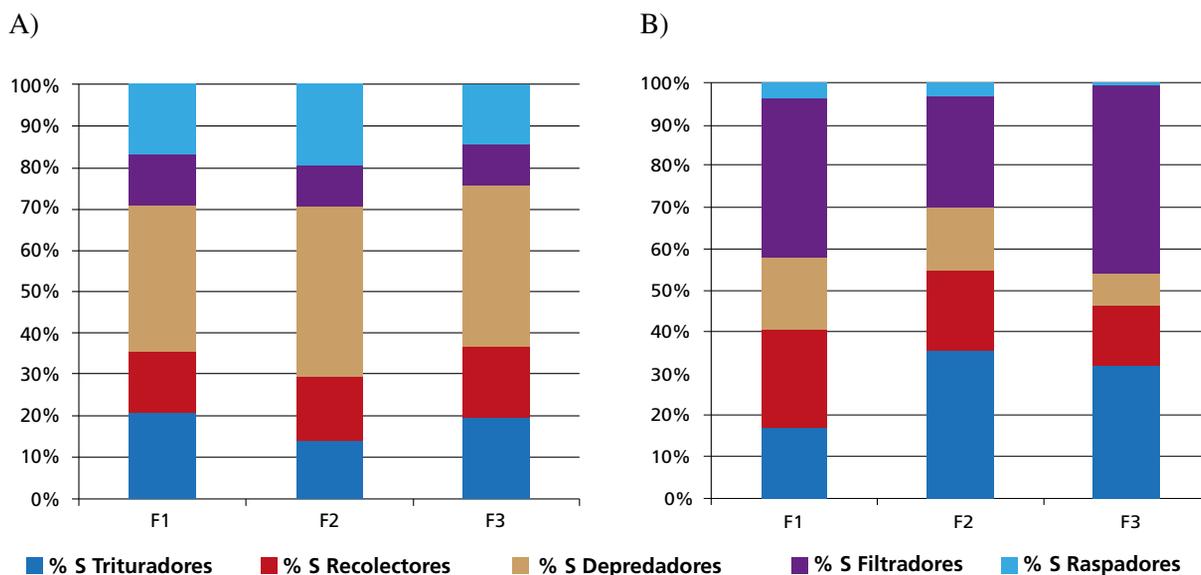


Figura 3. Distribución de los grupos tróficos en los puntos de muestreo: (A) % grupos tróficos en función de la riqueza, (B) % grupos tróficos en función de la abundancia. *Distribution of the feeding groups in the sampling sites: (A) % feeding groups according to richness, (B) % feeding groups according to abundance.*

reflejan la adaptación de las especies al medio (STATZNER *et al.*, 2001). Según BARBOUR *et al.* (1999), en condiciones de estrés se produce un desequilibrio entre los grupos tróficos. Los organismos colectores y filtradores son generalistas, mientras que los raspadores y trituradores son especialistas y, por lo tanto, más sensibles a los cambios que puedan ocurrir en la disponibilidad de alimento. Por lo tanto, el incremento en la abundancia de los organismos generalistas y el descenso de los especialistas en F3, podría estar indicando un desequilibrio en el sistema debido a un descenso en la calidad del agua.

Los valores de los parámetros físicos y químicos analizados no sufrieron variaciones significativas a lo largo del curso fluvial ni entre estaciones (Tabla IV), por lo que corroboran los datos biológicos, indicando ausencia de contaminación orgánica. Gracias al análisis realizado se pudo comprobar el bajo contenido en sales disueltas (como consecuencia del carácter granítico del lecho del río) y materia orgánica, y altos valores en oxígeno disuelto, datos característicos de aguas limpias.

Aunque todos los valores, tanto de los índices como de las variables ambientales, indican una muy buena calidad de aguas, cabe destacar que presentan un descenso gradual de calidad (valores

más bajos de los índices) a medida que nos alejamos del nacimiento del río. Generalmente, en los tramos medios y bajos de los ecosistemas de aguas corrientes se suele producir un cambio en la composición al disminuir la calidad del agua (MARTÍNEZ-BASTIDA *et al.*, 2006). En este estudio no se aprecia una sustitución de taxones sensibles por otros más tolerantes a lo largo del curso del río, pero sí un aumento en la abundancia de ciertos taxones tolerantes (Gammaridae, Chironomidae, Simuliidae, Baetidae) en el tramo medio y bajo, lo que puede ser un indicativo de la influencia de actividades antrópicas (núcleos de población, explotaciones agrícolas, carreteras, etc.) sobre las aguas del río. Estos resultados coinciden con los obtenidos por otros autores, como VALLADOLID *et al.* (2006) y MARTÍNEZ-BASTIDA *et al.* (2006) en los estudios realizados en el río Oja (La Rioja), MARTÍNEZ-MAS *et al.* (2004) en varios ríos de la cuenca del Júcar o LEUNDA *et al.* (2009) en el río Erro (Navarra), en los que se observó una disminución de los índices biológicos (IBMWP, H', EPT, ASPT) en los tramos medios-bajos. GIL-QUÍLEZ *et al.* (2001) estudiaron la cuenca del río Cinca (Huesca) y observaron que los tramos mejor conservados en los ríos analizados eran los de cabecera, ya que no presentaban ningún tipo de contaminación. También BENETTI *et al.* (2007) y

Tabla IV. Valores de las variables ambientales en cada punto de muestreo en otoño y primavera. *Values of the environmental variables in each sampling site in autumn and spring.*

Variables ambientales	1. Ponte Liñares		2. Sobrada		3. Amorín	
	Otoño	Primavera	Otoño	Primavera	Otoño	Primavera
Temperatura (°C)	12,9	13,2	12,9	13,1	13	13,1
pH	6,23	7,5	6,73	7,3	6,53	8,02
O ₂ disuelto (mg/l)	8,5	10,3	8,8	11	8,55	9,9
TDS (mg/l)	27	24	33	28	36	32
Conductividad (µS/cm)	54,6	35,7	66,2	42,2	73,4	47
DBO5 (mg O ₂ /l)	0	3,95	0,8	1,55	1,7	1,4
Sólidos sedimentables (ml/l)	<0,05	0	<0,05	0	<0,05	0
Sólidos en suspensión (mg/l)	0	0	0	0	0	0

BENETTI & GARRIDO (2010) obtuvieron un notable descenso en la diversidad de Coleoptera acuáticos en los ríos Lagares y Miñor (Pontevedra) en los puntos afectados por la actividad antrópica.

Se puede concluir que, teniendo en cuenta los resultados tanto biológicos como de las variables ambientales medidas, el río Furnia presenta una muy buena calidad de sus aguas, albergando una rica fauna fluvial compuesta por una gran diversidad de familias de macroinvertebrados acuáticos que debe ser conservada.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por la Asociación veciñal en defensa do río Furnia, a través del contrato de I+D “Evaluación de la calidad del agua del río Furnia (Tui, Pontevedra) mediante indicadores biológicos, antes de la puesta en marcha de la estación depuradora de aguas residuales”. Queríamos agradecer a D. Pérez y A.B. Sarr su ayuda en los muestreos, y a E. Iravedra e I. Villar los análisis de laboratorio. También agradecer a dos revisores anónimos sus sugerencias para mejorar el manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBA TERCEDOR, J., JÁIMEZ-CUELLAR, P., ÁLVAREZ, M., AVILÉS, J., BONADA, N., CASAS, J., MELLADO, A., ORTEGA, M., PARDO, I., PRAT, N., RIERADEVALL, M., ROBLES, S., SÁINZ-CANTERO, C.E., SÁNCHEZ-ORTEGA, A., SUÁREZ, M.L., TORO, M., VIDAL-ABARCA, M.R., VIVAS, S. & ZAMORA-MUÑOZ, C. (2002). Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP'). *Limnetica*, 21(3-4): 175-185.
- ALONSO, A. & CAMARGO, J.A. (2005). Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. *Ecosistemas*, 3: 1-12.
- ARMITAGE, P.D., MOSS, D., WRITE, J.F. & FURSE, M.T. (1983). The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range unpolluted running-water. *Water Research*, 17(3): 333-347.
- BARBOUR, M.T., GERRITSEN, J., SNYDER, B.D. & STRIBLING, J.B. (1999). *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition*. EPA/841-B-99-002. U.S. EPA, Office of Water. Washington, D.C. 197 pp.
- BENETTI, C.J., ALONSO, A.I. & GARRIDO, J. (2007). Comparación de la comunidad de coleópteros acuáticos (Adephaga y Polyphaga) en dos cuencas hidrográficas con distinto grado de acción antropogénica (Pontevedra, NO de España). *Limnetica*, 26(1): 115-12.
- BENETTI, C.J. & GARRIDO, J. (2010). The influence of water quality and stream habitat on water beetle assemblages in two rivers in northwest Spain. *Vie et Milieu*, 60(1): 53-63.
- CAO, Y., BARK, A.W. & WILLIAMS, W.P. (1996). Measuring the responses of macroinvertebrate

- communities to water pollution: a comparison of multivariate approaches, biotic and diversity indices. *Hydrobiologia*, 341: 1-19.
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA MIÑO-SIL, CHMS. (2013). *Propuesta Proyecto Plan Hidrológico*. Disponible en: <http://www.chminosil.es/>
- COUNCIL OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. (2000). *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and Council of 20 October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy*. Official Journal of the European Communities L327. 72 pp.
- CUMMINS, K.W. (1974). Structure and function of stream ecosystem. *Bioscience*, 24: 631-641.
- GIL QUILEZ, M.J., PALAU, A. & FERNÁNDEZ MANZANAL, C. (2001). Calidad biológica (BMWP') de las aguas del río Cinca (Huesca). *Limnetica*, 20(1): 107-113.
- KOTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., RUDOLF, B. & RUBEL, F. (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15: 259-263.
- LEUNDA, P., OSCOZ, J., MIRANDA, R. & ARIÑO, A.H. (2009). Longitudinal and seasonal variation of the benthic macroinvertebrate community and biotic indices in an undisturbed Pyrenean river. *Ecological Indicators*, 9: 52-63.
- LOZANO-QUILIS, M., PUJANTE, A. & MARTÍNEZ-LÓPEZ, F. (2001). Macroinvertebrados y calidad de las aguas de algunos ríos de la provincia de Valencia (España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección Biología*, 96(3-4): 151-164.
- MAGURRAN, A.E. (1989). *Diversidad ecológica y su medición*. Vedral. Barcelona. 200 pp.
- MARTÍNEZ-BASTIDA, J.J., ARAÚZO, M. & VALLADOLID, M. (2006). Diagnóstico de la calidad ambiental del río Oja (La Rioja, España) mediante el análisis de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos. *Limnetica*, 25(3): 733-744.
- MARTÍNEZ MAS, J.F., CORRECHER, E., PIÑÓN, A., MARTÍNEZ MURO, M.A. & PUJANTE, A.M. (2004). Estudio del estado ecológico de los ríos de la cuenca hidrográfica del Júcar (España) mediante el índice BMWP'. *Limnetica*, 23(3-4): 331-346.
- NEWBOLD, J.D., O'NEILL, R.V., ELWOOD, J.W. & VAN WINKLE, W. (1982). Nutrient spiraling in streams: implications for nutrient limitation and invertebrate activity. *American Naturalist*, 120: 628-652.
- OSCOZ, J., CAMPOS, F. & ESCALA, M.C. (2006). Variación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en relación con la calidad de las aguas. *Limnetica*, 25(3): 683-692.
- OSCOZ, J., GALICIA, D. & MIRANDA, R. (2011). *Identification guide of freshwater macroinvertebrates of Spain*. Springer. Netherlands. 173 pp.
- PÉREZ ALBERTI, A. (1986). *A Xeografía*. Galaxia. Vigo. España. 274 pp.
- PÉREZ-BILBAO, A. & GARRIDO, J. (2009). Evaluación del estado de conservación de una zona LIC (Gándaras de Budiño, Red Natura 2000) usando los coleópteros acuáticos como indicadores. *Limnetica*, 28(1): 11-22.
- RADER, R.B. (1997). A functional classification of the drift: traits that influence invertebrate availability to salmonids. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54: 1211-1234.
- RADER, B.R. & WARD, J.V. (1988). Influence of regulation on environmental conditions and the macroinvertebrate community in the upper Colorado River. *Regulated rivers: Research and Management*, 2: 597-618.
- ROBINSON, C.T., UEHLINGER, U.R.S. & MONAGHAN, M.T. (2004). Stream ecosystem response to multiple experimental floods from a reservoir. *River Research and Applications*, 20: 359-377.
- STATZNER, B., HILDREW, A.G. & RESH, V.H. (2001). Species traits and environmental constraints: Entomological research and the history of ecological theory. *Annual Review of Entomology*, 46: 291-316.
- TACHET, H., RICHOUX, P.H., BOURNAUD, M. & USSEGLIO-POLATERA, P.H. (2003). *Invertébrés d'eau douce. Systématique, biologie, écologie*. CNRS Editions. Paris. 587 pp.
- VALLADOLID, M., MARTÍNEZ-BASTIDA, J.J., ARAÚZO, M. & GUTIÉRREZ, C. (2006). Abundancia y biodiversidad de los macroinvertebrados del río Oja (La Rioja, España). *Limnetica*, 25(3): 745-752.
- WALLACE, J.B. & WEBSTER, J.R. (1996). The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. *Annual Review of Entomology*, 41: 115-39.