

Características biológicas y ecológicas de los macroinvertebrados en un sector del hiporitrón en el río Tormes (España Central)

Biological and ecological traits of the macroinvertebrates in a hyporhitron sector of the river Tormes (Central Spain)

J. SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ

Departamento de Zoología y Antropología Física. Facultad de Biología. Universidad de Santiago de Compostela. 15782. Santiago de Compostela (Spain); e-mail: javier.sanchez@usc.es

Recibido el 25 de octubre de 2010. Aceptado el 3 de enero de 2011.

ISSN: 1130-4251 (2011), vol. 22, 51-67

Palabras clave: *Traits*, macroinvertebrados, deriva, grupos funcionales, hiporitrón.

Key words: Traits, macroinvertebrates, drift, functional groups, hyporhitron.

RESUMEN

En este trabajo se estudia la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en un sector del hiporitrón del río Tormes durante el verano de 2010 en función de sus características biológicas y ecológicas, así como la estructura de tamaños y la tendencia a derivar de la comunidad del bentos. De los resultados obtenidos se puede deducir que la composición faunística estuvo dominada en términos numéricos por los Efemerópteros (55,3%), siendo *Epeorus* spp. (29,6% del total) el taxón más abundante. Por el contrario los estadios acuáticos de Simuliidae y *Baetis* spp. fueron los taxones más abundantes en la deriva, con un 66,2% y 7,6% respectivamente, observándose diferencias en la tendencia a derivar entre los taxones identificados. La comunidad del macrobentos se caracterizó por una gran abundancia de taxones con un fuerte carácter oligotrófico (70,1%), euritérmico (78,8%) y reófilo (63,6%). Además, la mayoría de los taxones presentes tienen un ciclo univoltino (78,8%) con puestas depositadas directamente en el agua (81,8%). Por otro lado, la inmensa mayoría de los taxones carecen de formas de resistencia (87,9%). Numéricamente se ha observado un dominio de los raspadores (56,1%), seguido de los filtradores (26,8%) y una menor abundancia de los predadores, fragmentadores y recolectores con un 10,3%, 6,7% y 0,1% respectivamente. No se han encontrado diferencias en la talla media entre el bentos y la deriva. Así, la clase de tamaño 2-4 mm fue la más abundante tanto en el bentos como en la deriva (46,9% y 42,1% respectivamente).

ABSTRACT

In this work the community of aquatic macroinvertebrates in a sector of hyporhithron of the river Tormes has been studied during the summer of 2010 according to its biological and ecological characteristics. Also size structure analysis and the tendency to drift of the benthic community has been studied. The results show that the mayflies were the most abundant item in numerical terms (55.3%), being *Epeorus* spp. (29.6% of the total) the most abundant taxa. On the other hand, the aquatic stages of Simuliidae and *Baetis* spp. were the most abundant taxa in the drift, with a 66.2% and 7.6% respectively, being differences in the tendency to drift between taxa identified. The community of the macrobenthos was characterized by a great abundance of taxa with a strong oligotrophic (70.1%), eurythermal (78.8%) and reophilic (63.6%) character. Moreover, the majority of the items had a univoltine life-cycle (78.8%) with eggs deposited directly in the water (81.8%). On the other hand, the immense majority of the items lacked a resistance forms (87.9%). Numerically, it has been observed that scrapers (56.1%) followed by filter-feeders (26.8%) were the most abundant functional feeding groups, and in smaller proportions the predators, shredders and collectors with a 10.3%, 6.7% and 0.1% respectively. No differences were found between average size of the benthos and drifting organisms. Thus, the size class 2-4 mm was the most abundant in the benthos as well as in the drift (46.9% and 42.1% respectively).

INTRODUCCIÓN

Los macroinvertebrados tienen una elevada importancia ecológica ya que forman parte de la base de las cadenas tróficas en los ecosistemas acuáticos. Así, la importancia de ciertos taxones como los Ephemeropteros, Dípteros y Tricópteros en la alimentación de diferentes especies de peces, especialmente en la trucha común, es evidente (Hesthagen *et al.*, 2004; Oscoz *et al.*, 2005; Sánchez-Hernández, 2009a). Por otro lado, dado que la duración de la fase acuática de los macroinvertebrados es relativamente duradera (González & Cobo, 2006), y que la composición faunística de la comunidad del macrobentos cambia en respuesta a los cambios ambientales, ya sean naturales (temperatura, altitud, etc) o antrópicos (contaminación, estrés hídrico, etc), debido a los requerimientos específicos de cada una de las especies, estos se utilizan con frecuencia como indicadores de la calidad ecológica de los medios acuáticos (véase Camargo, 1993; Usseglio-Polaterra *et al.*, 2000; Gayraud *et al.*, 2003; Alonso & Camargo, 2005). Por todo ello, no es extraño que los macroinvertebrados sean considerados como una herramienta fundamental para la tipificación y el análisis del estado ecológico de los cursos de agua y sean incluidos en la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea o el Plan Hidrológico Nacional.

Centrándonos en la provincia de Ávila, destacan los trabajos realizados sobre diferentes aspectos en diferentes grupos faunísticos de macroinvertebrados (por ejemplo Vázquez & Paris, 1986; Granados & Toro, 2001; Velasco & Romero, 2006; Sánchez-Hernández, 2009b). En la década de los 90 se realizó el estudio hidrobiológico del río Tormes que estuvo principalmente dirigido a la ictiofauna (Alonso-González & García de Jalón, 1999). Así, a pesar de la importancia ecológica de los macroinvertebrados, los estudios detallados sobre la composición faunística del bentos en la subcuenca del Tormes son escasos y hay que remitirse a los trabajos llevados a cabo por Equipo Tormes (1986) y Gil-Martín & Pérez-Andueza (2002). Con el actual trabajo se pretende caracterizar la fauna macrobentónica en un sector del hiporitrón del río Tormes, con el fin de contribuir al conocimiento de las características biológicas y ecológicas de estos organismos acuáticos en el área de estudio. Además, se pretende describir la estructura de tamaños de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos y la tendencia a derivar durante el estiaje.

MATERIAL Y MÉTODOS

La localidad estudiada se encuentra ubicada en el río Tormes a su paso por el término municipal de los Llanos de Tormes (Ávila, España; UTM: 30T 288707 4466342). El río Tormes nace en la vertiente septentrional de la Sierra de Gredos, a una altura próxima de 1500 m (en el un lugar conocido como prado Tomejón), y recorre una distancia de 284 km hasta su confluencia con el río Duero.

El área de estudio, según la zonación longitudinal adaptada para la cuenca del Duero de García de Jalón & González del Tánago (1983), se incluye dentro del hiporitrón, pero el rasgo hidrobiológico más característico de la zona es la marcada irregularidad del régimen de caudales, caracterizado por dos picos de caudal en distintas épocas del año, uno en primavera originado por los aportes del deshielo y otro en invierno que responde a las crecidas tras las precipitaciones invernales, y un estiaje bastante acusado (Alonso-González *et al.*, 2008; López-Moyano & Vicente-Saiz, 2009). La vegetación de las riberas está dominada por alisos (*Alnus glutinosa*) con presencia destacable de fresnos (*Fraxinus angustifolia*) y sauces (*Salix* spp.). La granulometría del substrato estuvo compuesta mayoritariamente por bolos, cantos y gravas, siendo destacable la escasez de macrófitos en el área de estudio. Durante el estudio, la profundidad de la columna de agua osciló entre 26 y 98 cm y la velocidad de corriente nunca superó los 0,3 m/s. Algunas características físico-químicas de la estación de muestreo se pueden observar en la tabla I.

Tabla I.—Características físico-químicas del área de estudio.

Table I.—Physicochemical characteristics of the water in the study area.

<i>pH</i>	Oxígeno (%)	Oxígeno (mg/l)	Conductividad (μS/cm)	SDT (mg/l)	Temperatura (°C)
6,4	91,5	8,7	28,8	18,4	18

La captura del material se realizó el 18 de agosto de 2010 aprovechando el fuerte estiaje de la zona de muestreo. Para la recolección de la fauna macrobentónica se utilizó una red de Surber ($n=9$) con luz de malla de 250 μm y 0,1 m² de superficie de muestreo. Por otro lado, para la toma de la muestra en deriva se empleó un copo de deriva de tipo Brundin de 250 μm de luz de malla y una entrada circular de 30 cm de diámetro. La franja horaria para la toma de muestra de la deriva estuvo comprendida entre las 10:00h y las 14:00h. El material así capturado fue fijado en botes de plástico con formaldehído al 4% y posteriormente, en el laboratorio, se procedió a una separación e identificación minuciosa bajo la lupa binocular de todos los ejemplares, conservándolos en alcohol etílico de 70°. Para la identificación del material se utilizó la clave de Tachet *et al.* (2002). Además, se calculó la abundancia relativa de cada grupo taxonómico y la abundancia total expresada en individuos/m².

Para poder llevar a cabo el estudio de la estructura de tamaños de la comunidad bentónica, todos los invertebrados se midieron con un micrómetro digital y se agruparon en seis clases de tamaño (<2 mm, 2-4 mm, 4-6 mm, 6-8 mm, 8-10 mm y > 10 mm). Se calculó la tendencia a derivar según Dineen *et al.* (2007) y como: $Tendencia\ a\ derivar\ (TD) = A_{ds}(A_b + A_d)^{-1}$, donde A_b es el porcentaje de individuos del *item* “*i*” en el bentos y A_d es el porcentaje de individuos del *item* “*i*” en la deriva. Este índice oscila entre 0 y 1, de tal manera que valores próximos a 0 indican que ese *item* no es propenso a derivar, mientras que un valor de 1 revela que no se encuentra en el bentos y sólo aparece en deriva. La tendencia a derivar se pueda clasificar en baja, media y alta, cuando los valores de este índice están entre 0-0,3, 0,3-0,7 y 0,7-1, respectivamente (Dineen *et al.*, 2007).

Para el análisis de los resultados se empleó el paquete estadístico PASW Statistics 18. Debido a que las series de datos obtenidas no presentaron una distribución normal, se utilizaron pruebas estadísticas no paramétricas para el análisis de las mismas. Así, el test U de Mann-Whitney se usó para comparar las diferencias de tamaño de los invertebrados entre la muestra de bentos y de deriva, aceptando que esta prueba es estadísticamente significativa siempre que la probabilidad asociada resultara ser menor de 0,05. Para el estudio de la caracterización de la comunidad del macrobentos se realizó un análisis de *traits* a través del software libre R (versión 2.11.1).

La base de datos utilizada para el análisis de *traits* se tomó de Tachet *et al.* (2002). Así, se han utilizado seis *traits* para estudiar las características biológicas (número potencial de ciclos reproductores por año, duración del ciclo de vida, reproducción, formas de resistencia, hábitos alimentarios y respiración) y cuatro *traits* para el estudio de las características ecológicas (nivel trófico, pH, temperatura y velocidad de corriente).

RESULTADOS

La composición faunística del bentos puede ser observada en la tabla II. La fauna de macroinvertebrados del río Tormes se caracteriza por presentar una riqueza taxonómica total de 31 taxones y una densidad de 4381 individuos/m². El grupo dominante en las muestras del bentos es *Epeorus* spp. (el 29,6% del total), seguido en menor medida por *Baetis* spp. (19% del total), siendo también significativa la presencia de diversas familias de Dípteros y Tricópteros, concretamente Simuliidae (12,4% del total) y *Hydropsyche* spp. (11,2% del total).

La mayoría de los taxones presentes son univoltinos (78,8%) y son menos frecuentes los taxones semivoltinos (9,1%), como por ejemplo *Perla* sp., *Rhyacophila* spp. y *Ophiogomphus* sp., o con más de una generación al año o taxones multivoltinos (12,1%) como Lumbriculidae, Orthoclaadiinae, *Baetis* spp. y Simuliidae. Respecto a la duración del ciclo de vida, la comunidad bentónica esta constituida mayoritariamente por taxones que tienen una duración del ciclo de vida inferior a un año (59,4%); por el contrario taxones como por ejemplo: *Dugesia* spp., *Perla* sp., *Boyeria irene*, *Ophiogomphus* sp., *Aphelocheirus aestivalis* y *Elmis* sp. tienen una duración del ciclo vital superior al año y constituyen el 40,6% de los taxones identificados. Por otro lado, el 81,8% de los taxones identificados se reproducen a través de huevos que depositan directamente en el agua. Otros taxones utilizan diferentes estrategias reproductoras como: puestas en la vegetación (*Boyeria irene*), puestas terrestres (*Hydraena* sp., *Atherix* sp. y Empididae) y reproducción asexual (Lumbriculidae y *Dugesia* spp.) que en términos porcentuales alcanzan el 3%, 9,1% y 6,1% respectivamente.

De manera similar a lo visto con anterioridad, casi la totalidad de los taxones presentes carecen de formas de resistencia (87,9%) y contrariamente sólo el 12,1% de los taxones pueden presentar diapausa en diferentes estadios de desarrollo, ya sea diapausa en el estadio de larva o ninfa (Simuliidae, *Micronecta* sp. y *A. aestivalis*) o diapausa en el estadio de huevo (*Ophiogomphus* sp.).

En lo referente a los hábitos alimentarios, y en función de los taxones identificados, la comunidad está compuesta por recolectores (3%), fragmenta-

dores (27,3%), raspadores (27,3%), filtradores (6,1%) y predadores (36,3%). En esta última categoría están incluidos los perforadores con aparato bucal picador-chupador como *A. aestivalis* y *Micronecta* sp. y los predadores en sentido estricto como por ejemplo *Dugesia* spp., *B. irene*, *Ophiogomphus* sp. y *Rhyacophila* spp. Pero en número de ejemplares, el nivel trófico mayoritario son los raspadores (56,1%), seguidos de los filtradores (26,8%) y, en menor proporción, de los predadores, fragmentadores y recolectores, con un 10,3%, 6,7% y 0,1% respectivamente (Fig. 1).

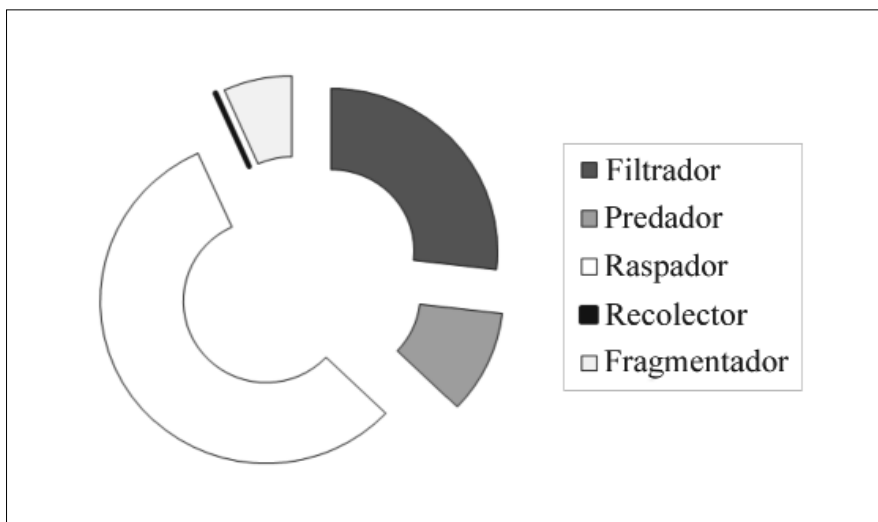


Fig. 1.—Estructura trófica en el área de estudio.

Fig. 1.—Trophic structure in the study area.

De entre todos los mecanismos respiratorios, dominan los taxones con respiración branquial (48,5%) seguidos de los que presentan respiración tegumentaria (36,4%) y plastrón (15,2%), siendo los Coleópteros en estadio adulto como *Hydraena* sp., *Oulimnius* sp. y *Esolus* spp. y los Heterópteros *Micronecta* sp. y *A. aestivalis* los que presentaron este último mecanismo respiratorio.

La comunidad del macrobentos se caracteriza por una gran abundancia de especies con un fuerte carácter oligotrófico (70,1% de los taxones), entre las cuales destacan *A. aestivalis*, *Perla* sp., *Atherix* sp. o *Epeorus* spp. entre otros, y solamente *Hydraena* sp. y Tanypodinae tienen un fuerte carácter eutrófico. *Orectochilus* sp., *Baetis* spp., *Hydropsyche* spp. y Empididae se diferencian del resto de los taxones debido a su carácter mesotrófico.

Los resultados del análisis de *traits* para el pH muestran que existe una clara preferencia por un pH ligeramente ácido, como sería lo esperado debido a la naturaleza geológica de la cuenca. Destacan, *Orectochilus* sp. y *Atherix* sp. que prefieren un pH por encima de 6 y Lumbriculidae, *Hydraena* sp. y Tanypodinae que tienen un rango más amplio.

Respecto a la temperatura, llama la atención la abundancia de taxones euritermos (78,8%) como por ejemplo *Ancylus fluviatilis*, *Atherix* sp., *Baetis* spp., *A. aestivalis* y *Polycentropus* sp. Por el contrario, *Rhyacophila* spp. tiene una clara preferencia por temperaturas más bajas que los taxones anteriores, y *Dugesia* spp. y Simuliidae no tienen requisitos de temperatura claramente establecidos.

A grandes rasgos, existe un predominio de taxones reófilos, ya que el 63,6% de los taxones prefieren un régimen de velocidades moderadas o elevadas; en esta categoría destacan *Epeorus* spp., *Perla* sp., *Rhyacophila* spp. y Simuliidae por sus elevados requerimientos de velocidades. Por el contrario, los Coleópteros *Oulimnius* sp. y *Orectochilus* sp. prefieren un rango de velocidades nulas o inexistentes y *Habrophlebia* sp. prefiere una velocidad de corriente lenta.

Se han identificado un total de 27 taxones en deriva, en los cuales los taxones más abundantes del bentos (*Epeorus* spp., *Baetis* spp., *Hydropsyche* spp. y Simuliidae) están representados en la deriva en mayor o menor medida. Los estadios acuáticos de Simuliidae y *Baetis* spp. son los taxones más abundantes en deriva, con un 66,2% y 7,6% respectivamente (Tabla II), pero llama la atención la escasa abundancia de taxones terrestres en deriva (3,5%). El número de individuos recolectados en las cuatro horas muestreadas fue de 225, lo que supone una tasa de deriva de 56 individuos por hora y una densidad de deriva de 111 ind/m³·hora. De los resultados de la tendencia a derivar, se puede deducir que algunos taxones tienen una elevada tendencia a derivar (Tabla II), pero respecto a los taxones más abundantes en el bentos los resultados son dispares, ya que mientras *Epeorus* spp., *Hydropsyche* spp. y *Baetis* spp. tuvieron una baja tendencia a derivar, Simuliidae tuvo una elevada tendencia a derivar.

El rango de tamaños de los invertebrados varió entre 1 mm (Hidracarina) y 40 mm (Lumbriculidae). La estructura de tamaños es similar en el bentos y en la deriva (Fig. 2), siendo la clase de tamaño 2-4 mm la más abundante tanto en el bentos como en deriva (46,9% y 42,1% respectivamente), que junto con la clase de tamaño siguiente alcanzan valores porcentuales muy elevados en el bentos y en deriva (82,7% y 79,1% respectivamente). La talla media de los taxones del bentos no difiere a la encontrada en deriva (*Mann-Whitney U test*: $U = 29044$, $P = 0,45$), siendo los valores de talla media de 4,9 mm \pm 0,18 y de 5,2 mm \pm 0,31 para el bentos y la deriva

Tabla II.—Composición faunística del bentos y la deriva en el área de estudio. Abundancia relativa (A_i) y Tendencia a derivar (TD).

Table II.—Benthos and drift composition in the study area. Relative abundance (A_i) and drift tendency (TD).

				Bentos	Deriva	
				(A_p %)	(A_p %)	TD
Taxones acuáticos						
Turbellaria	Dugesiidae	<i>Dugesia</i> spp.	Adulto	1,9	—	—
Oligochaeta	Lumbriculidae	Sin determinar	Adulto	0,1	—	—
Mollusca	Ancylidae	<i>Ancylus fluviatilis</i>	Adulto	0,8	0,9	0,5
Arachnida	Hidracarina	Sin determinar	Adulto	0,1	—	—
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis</i> spp.	Ninfa	19	7,6	0,3
	Ephemerellidae	<i>Ephemerella</i> spp.	Ninfa	3,4	1,3	0,3
	Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i> spp.	Ninfa	3,3	1,8	0,3
		<i>Epeorus</i> spp.	Ninfa	29,6	1,8	0,1
		Leptophlebiidae	<i>Habrophlebia</i> sp.	Ninfa	0,1	—
Plecoptera	Leuctridae	<i>Leuctra geniculata</i>	Ninfa	2	1,8	0,5
	Perlidae	<i>Perla</i> sp.	Ninfa	0,1	—	—
Odonata	Aeshnidae	<i>Boyeria irene</i>	Ninfa	0,1	—	—
Heteroptera	Gomphidae	<i>Ophiogomphus</i> sp.	Ninfa	0,4	0,9	0,7
	Aphelocheiridae	<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	Adulto	1,2	0,4	0,3
Coleoptera	Corixidae	<i>Micronecta</i> sp.	Adulto	—	0,4	1
	Elmidae	<i>Elmis</i> sp.	Larva	0,3	0,4	0,6
		<i>Macronychus</i> sp.	Larva	1,2	0,4	0,3
		<i>Oulimnius</i> sp.	Adulto	—	0,4	1
		<i>Esolus</i> spp.	Adulto	0,9	—	—
Gyrinidae	<i>Orectochilus</i> sp.	Larva	—	0,4	1	
Trichoptera	Hydraenidae	<i>Hydraena</i> sp.	Adulto	0,2	—	—
	Brachycentridae	<i>Micrasema</i> sp.	Larva	0,6	—	—
	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i> spp.	Larva	11,2	4	0,3
	Lepidostomatidae	<i>Lepidostoma</i> sp.	Larva	0,1	—	—
	Limnephilidae	<i>Allogamus</i> sp.	Larva	0,2	0,4	0,7
	Philopotamidae	<i>Chimarra marginata</i>	Larva	3,3	0,9	0,2
	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	Larva	0,3	—	—
	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i> spp.	Pupa	1,1	0,9	0,4
		<i>Rhyacophila</i> spp.	Larva	1,8	0,4	0,2
Diptera	Athericidae	<i>Atherix</i> sp.	Larva	0,7	0,9	0,6
	Chironomidae	Tanypodinae	Larva	3,1	3,6	0,5

Tabla II.—Composición faunística del bentos y la deriva en el área de estudio. Abundancia relativa (A_i) y Tendencia a derivar (TD). (Continuación).

Table II.—Benthos and drift composition in the study area. Relative abundance (A_i) and drift tendency (TD). (Continued).

				Bentos	Deriva	
				(A_p %)	(A_p %)	TD
		Orthoclaadiinae	Larva	0,9	—	—
	Empididae	Clinocerinae	Larva	0,1	—	—
	Tipulidae	Sin determinar	Larva	—	0,4	1
	Simuliidae	Prosimuliini	Larva	12,4	66,2	0,8
Taxones terrestres						
Trichoptera	Brachycentridae	Sin determinar	Adulto	—	0,4	1
Diptera	Asilidae	Sin determinar	Adulto	—	0,4	1
	Chironomidae	Sin determinar	Adulto	—	0,4	1
	Simuliidae	Sin determinar	Adulto	—	1,8	1
Hymenoptera	Formicidae	Sin determinar	Adulto	—	0,4	1

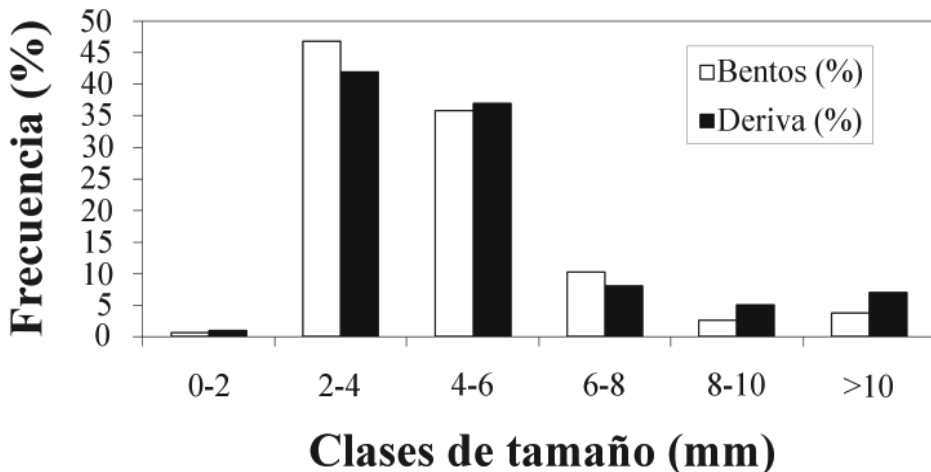


Fig. 2.—Frecuencia de tamaños en el bentos y en deriva en el área de estudio.

Fig. 2.—Size-frequency of the organisms from benthos and drift in the study area.

respectivamente. Además, en la Tabla III se pueden observar las abundancias de cada clase de tamaño en cada taxón. A grandes rasgos se ha observado que en el bentos y en la deriva guardan la misma proporción, si bien es destacable la alta frecuencia que tienen las clases de mayor tamaño de Simuliidae y *Epeorus* spp. a derivar respecto de la distribución de tallas en el bentos (Tabla III).

Tabla III.—Frecuencia de tamaños en el bentos y en deriva en el área de estudio. Los datos son presentados para cada taxón.

Table III.—Size-frequency of the benthos and drift in the study area. Data are presented for each taxa.

			Bentos (mm, %)						Deriva (mm, %)					
			<2	2-4	4-6	6-8	8-10	>10	<2	2-4	4-6	6-8	8-10	>10
Taxones acuáticos														
Dugesiidae	<i>Dugesia</i> spp.	Adulto	0	22,7	63,6	13,6	0	0	—	—	—	—	—	—
Lumbriculidae	Sin determinar	Adulto	0	0	0	0	0	100	0	100	0	0	0	0
Ancylidae	<i>Ancylus fluviatilis</i>	Adulto	0	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—
Hidracarina	Sin determinar	Adulto	100	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—
Baetidae	<i>Baetis</i> spp.	Ninfa	0,9	72,4	20,7	6	0	0	0	52,9	47,1	0	0	0
Ephemerellidae	<i>Ephemerella</i> spp.	Ninfa	0	32,5	60	7,5	0	0	0	0	100	0	0	0
Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i> spp.	Ninfa	0	5,1	35,9	51,3	7,7	0	0	0	0	100	0	0
	<i>Epeorus</i> spp.	Ninfa	0	50,6	47	2,4	0	0	0	25	0	0	75	0
Leptophlebiidae	<i>Habrophlebia</i> sp.	Ninfa	0	0	100	0	0	0	—	—	—	—	—	—
Leuctridae	<i>Leuctra geniculata</i>	Ninfa	0	16,7	50	25	8,3	0	0	25	50	25	0	0
Perlidae	<i>Perla</i> sp.	Ninfa	0	0	0	0	100	0	—	—	—	—	—	—
Aeshnidae	<i>Boyeria irene</i>	Ninfa	0	0	0	0	0	100	—	—	—	—	—	—
Gomphidae	<i>Ophiogomphus</i> sp.	Ninfa	0	0	0	60	20	20	0	0	0	0	100	0
Aphelocheiridae	<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	Adulto	0	85,7	14,3	0	0	0	0	100	0	0	0	0
Corixidae	<i>Micronecta</i> sp.	Adulto	—	—	—	—	—	—	0	100	0	0	0	0
Elmidae	<i>Elmis</i> sp.	Larva	25	75	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	<i>Macronychus</i> sp.	Larva	0	56,3	37,5	6,3	0	0	0	100	0	0	0	0
	<i>Oulimnius</i> sp.	Adulto	—	—	—	—	—	—	100	0	0	0	0	0
	<i>Esolus</i> spp.	Adulto	0	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—
Gyrinidae	<i>Orectochilus</i> sp.	Larva	—	—	—	—	—	—	0	100	0	0	0	0
Hydraenidae	<i>Hydraena</i> sp.	Adulto	0	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—
Brachycentridae	<i>Micrasema</i> sp.	Larva	0	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—
Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i> spp.	Larva	0	38,8	40,8	14,3	4,1	2	0	66,7	33,3	0	0	0
Lepidostomatidae	<i>Lepidostoma</i> sp.	Larva	0	0	0	0	0	100	—	—	—	—	—	—

Tabla III.—Frecuencia de tamaños en el bentos y en deriva en el área de estudio. Los datos son presentados para cada taxón. (*Continuación*).

Table III.—Size-frequency of the benthos and drift in the study area. Data are presented for each taxa. (*Continued*).

			Bentos (mm, %)						Deriva (mm, %)					
			<2	2-4	4-6	6-8	8-10	>10	<2	2-4	4-6	6-8	8-10	>10
Limnephilidae	<i>Allogamus</i> sp.	Larva	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	100
Philopotamidae	<i>Chimarra marginata</i>	Larva	0	56,8	27	16,2	0	0	0	0	0	100	0	0
Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	Larva	0	0	66,67	0	33,3	0	—	—	—	—	—	—
Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i> spp.	Pupa	0	0	0	0	30,8	69,2	0	0	0	0	0	100
	<i>Rhyacophila</i> spp.	Larva	0	28,6	23,8	4,8	9,5	33,3	0	0	100	0	0	0
Athericidae	<i>Atherix</i> sp.	Larva	0	0	87,5	12,5	0	0	0	0	0	0	0	100
Chironomidae	Tanypodinae	Larva	0	68,6	31,4	0	0	0	0	75	25	0	0	0
	Orthoclaadiinae	Larva	0	10	90	0	0	0	—	—	—	—	—	—
Empididae	Clinocerinae	Larva	0	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—
Tipulidae	Sin determinar	Larva	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	100
Simuliidae	Prosimuliini	Larva	2,78	38,9	55,6	2,8	0	0	0	25	70,8	4,2	0	0
Taxones terrestres														
Brachycentridae	Sin determinar	Adulto	—	—	—	—	—	—	0	0	100	0	0	0
Asilidae	Sin determinar	Adulto	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	100
Chironomidae	Sin determinar	Adulto	—	—	—	—	—	—	0	100	0	0	0	0
Simuliidae	Sin determinar	Adulto	—	—	—	—	—	—	0	100	0	0	0	0
Formicidae	Sin determinar	Adulto	—	—	—	—	—	—	0	100	0	0	0	0

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que la fauna de invertebrados del bentos esta claramente dominada por los Efemerópteros. Dentro de los Efemerópteros, *Epeorus* spp. y *Baetis* sp. son los géneros más característicos del río Tormes, resultado muy parecido al observado por Equipo Tolmes (1986). Por otro lado, los valores de densidad del bentos no se ajustan a los valores observados por otros autores en la zona centro de la Península Ibérica (García de Jalón & Serrano, 1985; Monzón *et al.*, 1991; Lobón-Cerviá & Rincón, 1994; Almodóvar *et al.*, 2006). Así, el valor de densidad obtenido en este trabajo es superior al observado por García de Jalón & Serrano (1985) en diferentes ríos de la cuenca del Duero, pero por el contrario es inferior al encontrado por Lobón-Cerviá & Rincón (1994)

en el río Moros en el mes de agosto. Estas diferencias de densidad entre ríos de áreas geográficas próximas pueden deberse a las diferencias en el hábitat físico, y en especial a las diferencias de heterogeneidad espacial y condiciones hidráulicas entre ríos (Poff & Ward, 1990; Brooks *et al.*, 2005).

El estudio de la estructura trófica de las comunidades de macroinvertebrados reviste un interés especial para comprender el funcionamiento del ecosistema fluvial (González & Cobo, 2006). Guerrero *et al.* (2004) encontraron que los predadores son el grupo funcional mayoritario con un 58,4% en términos de biomasa, pero la mayor densidad le correspondió a los colectores-raspadores. Por el contrario, Monzón *et al.* (1991) y Riaño *et al.* (1993) observaron que el grupo funcional más numeroso es el de los recolectores-filtradores. En el tramo de estudio la comunidad está claramente dominada por los raspadores y los filtradores al igual que lo apuntado por Guerrero *et al.* (2004). Así, la contribución relativa de los distintos grupos funcionales está muy equilibrada como cabría esperar para el sector que nos ocupa (hiporitrón), aunque con el predominio general de los raspadores. Por otro lado, la contribución de los predadores a la comunidad, en términos de abundancia, y del 10,3% está en consonancia con lo predicho por el concepto de continuo fluvial en cuanto a que la aportación de los predadores es de aproximadamente el 10%, independientemente del orden del río estudiado (Cummins, 1973; Vannote *et al.*, 1980). El bajo número de recolectores pueda deberse a la práctica inexistencia de productores primarios (entre ellos macrófitos) y de fragmentadores en el área de estudio, ya que los macrófitos producen materia orgánica de baja calidad que es procesada por los fragmentadores, los cuales generan materia orgánica particulada de mejor calidad y utilizable por los recolectores (Minshall *et al.*, 1983).

El dominio de taxones en el río Tormes con un fuerte carácter oligotrófico y que requieren una elevada calidad ecológica de las aguas, como por ejemplo los representantes de las familias Heptageniidae, Leptophlebiidae, Leuctridae, Perlidae, Aphelocheiridae, Brachycentridae y Athericidae indica que el estado ecológico es bueno (Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988), afirmación que ha sido reportada con anterioridad por otros investigadores (González del Tánago & García de Jalón, 1984; Alba-Tercedor *et al.*, 1992). Las observaciones derivadas de los análisis de *traits* respecto a la velocidad de la corriente indican una clara dominancia de taxones reófilos con una preferencia de regímenes de velocidades moderadas o elevadas, aspecto que podría estar relacionado con los elevados caudales durante las crecidas invernales y primaverales del área de estudio (Alonso-González *et al.*, 2008; López-Moyano & Vicente-Saiz, 2009). La alta abundancia de taxones euritermos se puede explicar por las diferencias de temperatura registradas entre el invierno y el verano (datos no publicados). En función

de los resultados obtenidos, existe un predominio de taxones con un ciclo vital univoltino. Esta observación es frecuente, por ejemplo, en otros trabajos de España (Riaño, 1998), Europa (Cayrou & Céréghino, 2005) y América del Norte (Whiles & Wallace, 1995; Ojala, 2008), si bien muchas especies pueden pasar de un ciclo univoltino a otro multivoltino debido al incremento de la temperatura (véase por ejemplo Perán *et al.*, 1999). Se ha apuntado con anterioridad que la formación de estructuras de resistencia está asociada a períodos desfavorables como por ejemplo a las sequías (Tachet *et al.*, 2002; Bonada *et al.*, 2007a, 2007b). De esta forma, la baja abundancia de taxones que forman estructuras de resistencia como la observada en este trabajo se debe, a pesar de las peculiaridades hidrobiológicas del área de estudio y a un marcado estiaje en verano, a que el río Tormes en este sector nunca llega a secarse.

En el actual estudio los grupos más abundantes de la deriva son los estadios acuáticos de Simuliidae y *Baetis* spp. Este resultado coincide con los obtenidos por otros autores durante el verano (Rieradevall & Pratt, 1986; Figueroa *et al.*, 2000; Sánchez-Hernández, 2009a). Por otro lado, la tasa de deriva observada en el río Tormes es muy inferior a la observada por Rieradevall & Pratt (1986) en agosto en el río Llobregat, y casi con toda probabilidad se debe al fuerte estiaje observado en el área de estudio y a la hora de captura del material, ya que las máximas tasas de deriva tienen lugar por la noche, incluyendo el anochecer y amanecer (Neveu, 1980; Rieradevall & Pratt, 1986; Allan, 1995). Además, la tendencia a derivar no está relacionada con la abundancia relativa de cada taxón en el bentos, ya que taxones muy abundantes en el bentos como *Epeorus* spp., *Hydropsyche* spp. y *Baetis* spp. mostraron una baja tendencia a derivar y por el contrario Simuliidae mostró una elevada tendencia a derivar.

Se ha apuntado con anterioridad que el espectro de tamaños de una comunidad de invertebrados presenta una regularidad importante en el espacio y en el tiempo (Morin, 1991), aún cuando se ve afectada por el reclutamiento de organismos de pequeño tamaño durante los meses de verano (Morín *et al.*, 1995). En el presente estudio se demuestra que no existen diferencias significativas en la talla media entre el bentos y la deriva, a diferencia de lo observado por Lobón-Cerviá & Rincón (1994), y que la comunidad en este sector del río y en esta época del año esta dominada por un tamaño de los invertebrados entre los 2 y los 4 mm tanto en el bentos como en la deriva. Guerrero *et al.* (2004) observaron resultados muy similares, según los cuales los invertebrados comprendidos entre 1-4 mm de longitud son los que aportan un mayor número de efectivos (70%), mientras que, por el contrario, son superiores si los comparamos con los tamaños medios observados en agosto por Lobón-Cerviá & Rincón (1994). Además, los tamaños

de muchos de los taxones identificados, como por ejemplo *Ophiogomphus* sp. y *A. aestivalis*, son pequeños en comparación con las tallas observadas en otras épocas del año (datos propios sin publicar). Por razones esencialmente prácticas y atendiendo a sus dimensiones, llama la atención la escasa frecuencia de ejemplares de tamaño inferior a 1 mm, que pueda ser debida al tamaño de la luz de malla utilizada al igual que lo apuntado por Guerrero *et al.* (2004), pero el objetivo primordial de este trabajo justifica su ausencia, pues está enfocado a los macroinvertebrados, entre los que se incluyen, por lo general, toda una serie de organismos de talla superior a 1 mm y por término medio entre 3 y 5 mm (González & Cobo, 2006).

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Félix López Moyano y Rosa San Segundo (Junta de Castilla y León). Tampoco me gustaría olvidarme de Ricardo Sánchez y Aitor Grande por su inestimable ayuda, y de dos anónimos revisores, por sus valiosas críticas e indicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBA-TERCEDOR, J., GONZÁLEZ, G. & PUIG, M. A. 1992. Present level of knowledge regarding fluvial macroinvertebrate communities in Spain. *Limnetica*, 8: 231-241.
- ALBA-TERCEDOR, J. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnetica*, 4: 51-56.
- ALLAN, J. D. 1995. *Stream Ecology. Structure and function of running waters*. Chapman & Hall, London, 388pp.
- ALMODÓVAR, A., NICOLA, G. G. & ELVIRA, B. 2006. Spatial variation in brown trout production: the role of environmental factors. *Transactions of the American Fisheries Society*, 135: 1348-1360.
- 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*, 14: 87-89.
- ALONSO-GONZÁLEZ, C. & GARCÍA DE JALÓN, D. 1999. Estudio hidrobiológico de la cuenca del río Tormes en la provincia de Ávila. Junta de Castilla y León, Valladolid.
- ALONSO-GONZÁLEZ, C., CORTÁZAR, J., BAEZA-SANZ, D. & GARCÍA DE JALÓN, D. 2008. Dam function rules based on brown trout flow requirements: design of environmental flow regimes in regulated streams. *Hydrobiologia*, 609: 253-262.
- BONADA, N., DOLEDEC, S. & STATZNER, B. 2007a. Taxonomic and biological trait differences of stream macroinvertebrate communities between mediterranean and temperate regions: implications for future climatic scenarios. *Global Change Biology*, 13: 1658-1671.
- BONADA, N., RIERADEVALL, M. & PRAT, N. 2007b. Macroinvertebrate community structure *Zool. baetica*, 22: 51-67, 2011

- and biological traits related to flow permanence in a Mediterranean river network. *Hydrobiologia*, 589: 91-106.
- BROOKS, A. J., HAEUSLER, T., REINFELDS, I. & WILLIAMS, S. 2005. Hydraulic microhabitats and the distribution of macroinvertebrate assemblages in riffles. *Freshwater Biology*, 50: 331-344.
- CAMARGO, J. A. 1993. Macrobenthic surveys as a valuable tool for assessing freshwater quality in the Iberian Peninsula. *Environmental Monitoring and Assessment*, 24: 71-90.
- CAYROU, J. & CÉRÉGHINO, R. 2005. Life-cycle phenology of some aquatic insects: implications for pond conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 15: 559-571.
- CUMMINS, K. W. 1973. Trophic relations of aquatic insects. *Annual Review of Entomology*, 18: 183-206.
- DINEEN, G., HARRISON, S. S. & GILLER, P. S. 2007. Diet partitioning in sympatric Atlantic salmon and brown trout in streams with contrasting riparian vegetation. *Journal of Fish Biology*, 71: 17-38.
- EQUIPO TOLMES, 1986. *Gredos desde el Aula Activa de Navarredonda. Convenio de Educación Ambiental*. Junta de Castilla y León, 450 pp.
- FIGUEROA, R., ARAYA, E. & VALDOVINOS, C. 2000. Deriva de macroinvertebrados bentónicos en un sector de río: Río Rucúe, Chile Centro-Sur. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción (Chile)*, 71: 23-32.
- GARCÍA DE JALÓN, D. & GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. 1983. Estudio biotopológico de las comunidades piscícolas de la cuenca del Duero. *Boletín de la Estación Central de Ecología*, 12: 57-66.
- GARCÍA DE JALÓN, D. & SERRANO, J. 1985. Las poblaciones de truchas en los ríos de la cuenca del Duero. *Boletín de la Estación Central de Ecología*, 28: 47-56.
- GAYRAUD, S., STATZNER, B., BADY, P., HAYBACH, A., SCHÖLL, F., USSEGLIO-POLATERRA, P. & BACCHI, M. 2003. Invertebrate traits for the biomonitoring of European large rivers: an initial assessment of alternative metrics. *Freshwater Biology*, 48: 2045-2064.
- GIL-MARTÍN, J. & PÉREZ-ANDUEZA, G. 2002. La fauna de las Sierras de Gredos. Invertebrados. En: Corrales-Bermejo, L. (Coordinador). *Recursos Naturales de las Sierras de Gredos*: 167-192. Diputación Provincial de Ávila, Institución Gran Duque de Alba. Ávila.
- GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. & GARCÍA DE JALÓN, D. 1984. Desarrollo de un índice biológico para estimar la calidad de las aguas de la Cuenca del Duero. *Limnetica*, 1: 263-272.
- GONZÁLEZ, M. A. & COBO, F. 2006. *Macroinvertebrados de las aguas dulces de Galicia*. Hércules de Ediciones, A Coruña, 173 pp.
- GRANADOS, I. & TORO, M. 2001. Fauna bentónica. En: Toro, M. & Granados, I. (eds). *Las lagunas de Parque Regional de la Sierra de Gredos*: 119-133. Monografías de la red de Espacios Naturales de Castilla y León. Serie Técnica: Junta de Castilla y León. Valladolid.
- GUERRERO, C., VIDAL-ABARCA, M. R., SUÁREZ, M. L., GÓMEZ, R. & ORTEGA, M. 2004. Estructura de tamaño de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de un río de características semiáridas durante el estiaje (Río Chicamo, S.E. España). *Limnetica*, 23: 37-56.
- HESTHAGEN, T., SAKSGÅRD, R., HEGGE, O., DERVO, B. K. & SKURDAL, J. 2004. Niche overlap between young brown trout (*Salmo trutta*) and Siberian sculpin (*Cottus poecilopus*) in a subalpine Norwegian river. *Hydrobiologia*, 521: 117-125.
- LOBÓN-CERVIÁ, J. & RINCÓN, P. A. 1994. Trophic ecology of red roach (*Rutilus arcasii*) in a seasonal stream; an example of detritivory as a feeding tactic. *Freshwater biology*, 32: 123-132.

- LÓPEZ-MOYANO, F. & VICENTE-SAIZ, J. 2009. La gestión piscícola de las poblaciones de trucha común (*Salmo trutta* L.) de la cuenca del río Tormes en la provincia de Ávila. *Montes*, 98: 29-33.
- MINSHALL, G. W., PETERSEN, R. C., CUMMINS, K. W., BOTT, T. L., SEDELL, J. R., CUSHING, C. E. & VANNOTE, R. L. 1983. Interbiome comparison of stream ecosystem dynamics. *Ecological Monographs*, 53: 1-25.
- MONZÓN, A., CASADO, C., MONTES, C. & GARCÍA DE JALÓN, D. 1991. Organización funcional de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos de un sistema fluvial de montaña (Sistema Central, río Manzanares, España). *Limnetica*, 7: 97-112.
- MORIN, A. 1991. Intensity and importance of abiotic control and inferred competition on biomass distribution patterns of Simuliidae and *Hydropsyche* spp. in southern Quebec streams. *Journal of the North American Benthological Society*, 10: 388-403.
- MORIN, A., RODRÍGUEZ, M. A. & NADON, D. 1995. Temporal and spatial variation in the biomass spectrum of benthic invertebrates in streams: an application of thin-plate splines and relative warp analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52: 1881-1892.
- NEVEU, A. 1980. Relations entre le benthos, la dérive, le rythme alimentaire et le taux de consommation des truites communes (*Salmo trutta* L.) en canal expérimental. *Hydrobiologia*, 76: 217-228.
- OJALA, J. V. 2008. *Invertebrate phenology and prey selection of three sympatric species of salmonids; implications for individual fish growth*. Tesis doctoral. University of Massachusetts.
- OSCOZ, J., LEUNDA, P. M., CAMPOS, F., ESCALA, M. C. & MIRANDA, R. 2005. Diet of 0+ brown trout (*Salmo trutta* L., 1758) from the river Erro (Navarra, North of Spain). *Limnetica*, 24: 319-326.
- PERÁN, A., VELASCO, J. & MILLÁN, A. 1999. Life cycle and secondary production of *Caenis luctuosa* (Ephemeroptera) in a semiarid stream (Southeast Spain). *Hydrobiologia*, 400: 187-194.
- POFF, N. L. & WARD, J. V. 1990. Physical habitat template of lotic systems-recovery in the context of historical pattern of spatiotemporal heterogeneity. *Environmental Management*, 14: 629-645.
- RIAÑO, P. 1998. *Ciclos biológicos y ecología trófica de los macroinvertebrados del bentos fluvial (Plecoptera, Ephemeroptera y Trichoptera)*. Tesis doctoral. Universidad del País Vasco.
- RIAÑO, P., BASAGUREN, A. & POZO, J. 1993. Variaciones espaciales en las comunidades de macroinvertebrados del río Agüera (País Vasco-Cantabria) en dos épocas con diferentes condiciones de régimen hidrológico. *Limnetica*, 9: 19-28.
- RIERADEVALL, M. & PRAT, N. 1986. Deriva nictemeral de macroinvertebrados en el río Llobregat (Barcelona). *Limnetica*, 7: 147-156.
- SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, J. 2009a. *Biología de la alimentación de la trucha común (Salmo trutta Linné, 1758) en los ríos de Galicia*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, J. 2009b. Nuevas aportaciones a la comunidad bentónica de las lagunas de la Sierra de Gredos. *Cuadernos abulenses*, 38: 197-203.
- TACHET, H., RICHOUX, P., BOURNAUD, M. & USSEGLIO-POLATERRA, P. 2002. *Invertébrés d'eau douce*. CNRS Éditions. Paris, 587 pp.
- USSEGLIO-POLATERRA, P., BOURNAUD, M., RICHOUX, P. & TACHET, H. 2000. Biomonitoring through biological traits of benthic macroinvertebrates: how to use species trait data bases? *Hydrobiologia*, 422/423: 173-181.

- VANNOTE, R. L., MINSHALL, G. W., CUMMINS, K. W., SEDELL, J. R. & CUSHING, C. E. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37: 130-137.
- VÁZQUEZ, M. A. & PARIS, M. 1986. Nuevos datos sobre los heterópteros del Macizo Central de Gredos (Hemiptera). *Actas VIII Jornadas Asociación Española de Entomología*, Sevilla: 418-426.
- VELASCO, J. C. & ROMERO, R. 2006. *Los Náyades en Castilla y León*. Junta de Castilla y León. Valladolid, 77 pp.
- WHILES, M. R. & WALLACE, J. B. 1995. Macroinvertebrate production in a headwater stream during recovery from anthropogenic disturbance and hydrological extremes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52: 2402-2422.

