

## La comunidad de coleópteros y hemípteros acuáticos de un arroyo costero cantábrico (norte de España): composición, variación estacional e influencia de los factores ambientales

David Miguélez<sup>1</sup>, Raquel A. Mazé<sup>1</sup>, Gemma Ansola<sup>1</sup> y Luis F. Valladares<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental, Universidad de León, 24071 León (España).

\* Autor responsable de la correspondencia: lfvald@unileon.es

Recibido: 14/5/12

Aceptado: 22/11/12

### ABSTRACT

#### **Aquatic Coleoptera and Hemiptera assemblages of a Cantabrian coastal stream (North Spain): composition, seasonal variation and environmental factors**

The aquatic Coleoptera and Hemiptera assemblages have been studied in a short Cantabrian coastal stream (La Llantada, Asturias, North Spain). We aim to know the assemblage composition and to detect the environmental factors that affected it, considering seasonal changes (samplings in spring and autumn during two annual cycles). Most (89 %) of the identified species (thirty-three of Coleoptera and eleven of Hemiptera) shows a high range distribution. It is remarkable the presence of some Southern species (*Hydrochus grandicollis*, *Dryops striatellus*, *Velia caprai bertrandi*). *Chaetarthria simillima* (Coleoptera: Hydrophilidae) is recorded for the second time in the Iberian Peninsula.

The results show a clear decrease of richness towards the mouth that seems to be related to the decrease of water quality. Seasonal changes of assemblage composition are related to organic pollution, particularly during the months of summer with low rainfall and greater anthropic impact. CCA shows that most species of both groups respond negatively to high nutrient pollution, mainly total nitrogen and ammonium. A small group associated to samples with a high load of nutrients is detected and can be considered tolerant to pollution, for instance the water beetles *Hydroporus vagepictus*, *Stictotarsus duodecimpustulatus*, *Helophorus minutus*, *Helophorus brevipalpis* and *Ochthebius dilatatus*.

**Key words:** Aquatic Hemiptera, aquatic Coleoptera, faunistics, coastal stream, seasonality, environmental variables, North Spain.

### RESUMEN

#### **La comunidad de coleópteros y hemípteros acuáticos de un arroyo costero cantábrico (norte de España): composición, variación estacional e influencia de los factores ambientales**

Se ha estudiado la comunidad de coleópteros y hemípteros acuáticos en un pequeño arroyo costero cantábrico (La Llantada, Asturias). Se pretende conocer su composición e identificar los factores ambientales que influyen en ella, teniendo en cuenta los cambios estacionales (muestreos en primavera y otoño durante dos años consecutivos). La mayoría (89 %) de las 33 especies de coleópteros y 11 de hemípteros identificadas muestran una amplia distribución geográfica. Pese a ello, destaca la presencia de especies meridionales (*Hydrochus grandicollis*, *Dryops striatellus*, *Velia caprai bertrandi*). Se señala el segundo registro ibérico de *Chaetarthria simillima* (Coleoptera: Hydrophilidae).

Los resultados muestran un claro gradiente de disminución de la riqueza hacia la desembocadura del arroyo que parece estar relacionado con el descenso de la calidad del agua. La variación estacional de la composición de la comunidad se ve afectada por el efecto de la contaminación orgánica, especialmente durante los meses de verano, cuando disminuyen las precipitaciones y el impacto antrópico es mayor. El ACC muestra que la mayoría de las especies de ambos grupos responden negativamente a elevadas concentraciones de contaminantes, principalmente nitrógeno total y amonio. Se detecta un pequeño grupo de especies asociadas a muestras con una fuerte carga de nutrientes y que pueden considerarse tolerantes a la contaminación, como los coleópteros *Hydroporus vagepictus*, *Stictotarsus duodecimpustulatus*, *Helophorus minutus*, *Helophorus brevipalpis* y *Ochthebius dilatatus*.

**Palabras clave:** Coleópteros acuáticos, hemípteros acuáticos, faunística, arroyo costero, estacionalidad, variables ambientales, Norte de España.

## INTRODUCCIÓN

Las comunidades biológicas de los pequeños arroyos costeros del norte de la Península Ibérica constituyen un hábitat acuático muy poco estudiado, debido al pequeño tamaño de estos sistemas y a la escasa variedad de sus hábitats. En particular, la costa cantábrica es una de las áreas de la Península Ibérica con menor conocimiento de la fauna de hemípteros y especialmente de coleópteros acuáticos, ya que con la información actualizada por Sánchez-Fernández *et al.* (2011) esta zona, y en general toda la costa cantábrica, es una de las menos estudiadas a nivel peninsular. A la singularidad de estos ecosistemas y el escaso conocimiento de estos grupos faunísticos, hay que añadir el incremento de la presión humana sobre gran parte de las zonas costeras peninsulares. El estudio de estos arroyos ofrece la posibilidad de evaluar el efecto que provocan los factores antrópicos sobre estos medios de aguas corrientes de pequeña entidad, a priori mucho más vulnerables.

El presente trabajo se engloba en un estudio más amplio que tiene como objetivos la valoración de la calidad ambiental de una playa arenosa del norte de España, y del arroyo que en ella desemboca, y el análisis de cómo influyen los aportes de agua dulce en dicha playa en dos épocas del año: antes y después del verano (Mazé *et al.* 2011). En principio, estas dos épocas presentan diferencias importantes ya que durante los meses de verano, además de una menor precipitación, en la zona aumenta considerablemente la población humana debido al turismo.

En este estudio se profundiza en dos grupos de macroinvertebrados acuáticos, los coleópteros y los hemípteros, con identificación a nivel de especie. Ambos son dos grupos abundantes y diversos (Foster, 1987; Eyre & Foster, 1989; Foster *et al.*, 1990; Millán *et al.*, 2002; Carbonell *et al.*, 2011). Sobre todo para los coleópteros, existen numerosos estudios que señalan su valor como indicadores de biodiversidad y del estado de conservación de los medios acuáticos, ya que cumplen los criterios propuestos para ser considerados como tales (Ribera & Foster, 1993; Pearson, 1994; Eyre *et al.*, 2005; Sánchez-Fernández *et*

*al.*, 2004). El valor indicador de los coleópteros acuáticos ha sido comprobado por diferentes autores (García-Criado & Fernández-Aláez, 1995; García-Criado *et al.*, 1999; Benetti *et al.*, 2007; Fernández-Díaz *et al.*, 2008), incluso en el análisis de la contaminación por actividades mineras (García-Criado & Fernández-Aláez, 2001). Los hemípteros parecen ser peores indicadores por ser un grupo menos rico en especies y con mayores rangos de distribución, pero también han sido incluidos en ocasiones en este tipo de análisis (Eyre & Foster, 1989; Savage, 1996; Garrido & Munilla, 2007; Carbonell *et al.*, 2011).

Los principales objetivos del trabajo son conocer la composición de la comunidad de coleópteros y hemípteros acuáticos de un pequeño arroyo costero cantábrico, resaltar sus peculiaridades biogeográficas y estudiar su variación estacional. Finalmente se analiza la influencia de determinados factores ambientales sobre la composición de esta comunidad y los cambios estacionales que suceden en ella, cambios en los que pueden influir los impactos causados por las actividades humanas.

## ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el arroyo de La Llan-tada (Asturias, norte de España). Se trata de un pequeño arroyo costero de menos de cuatro kilómetros de longitud situado en el concejo de Gozón. El arroyo discurre en dirección sur-norte entre praderías cantábricas hasta desembocar en la playa de Bañugues (Fig. 1), muy frecuentada por turistas especialmente en verano. El interés del área de estudio queda reflejado en su inclusión en el Paisaje Protegido de Cabo de Peñas (Decreto 80/95 de 12 de mayo de la Consejería de Medio Ambiente y Urbanismo del Principado de Asturias) y en la Red Natura 2000 como LIC Cabo de Busto-Luanco (ES0000318). La zona tiene un clima atlántico húmedo, con temperaturas suaves (media anual de 13 °C). La precipitación media en verano (de junio a septiembre) es de 65.2 mm ( $\pm 11.6$ ), y 107.8 mm ( $\pm 16.4$ ) durante el resto del año (datos obtenidos de los registros de precipitación entre 1971 y 2001 en el aeropuerto de

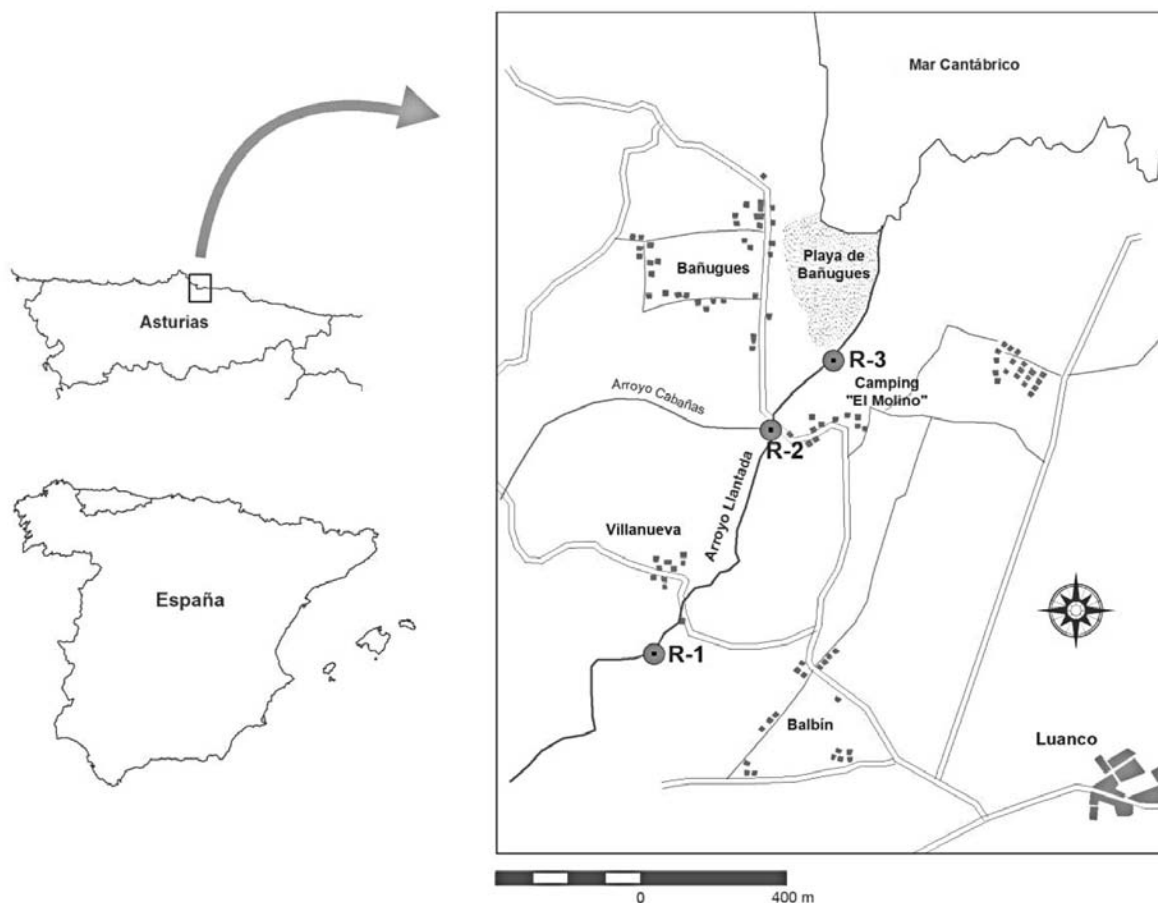
Ranón, próximo al área de estudio). Los dos años del periodo de muestreo (2004 y 2005) fueron relativamente secos durante el verano, la precipitación media fue de un poco más de 30 mm. En primavera de 2005 esta no excedió de 80 mm y fue considerablemente más baja en 2006, con 46 mm.

A priori la calidad del agua en el tramo más bajo del arroyo se ve afectada por el mal funcionamiento de la estación depuradora de aguas residuales, que está situada cerca de su desembocadura, especialmente durante los meses de verano, cuando el volumen de evacuación se incrementa.

Las tres estaciones de muestreo (R1, R2 y R3) están localizadas entre 43°37'10" y 43°37'43" latitud Norte, 5°48'31" y 5°48'54" longitud Oeste (Fig. 1). R1 y R2 están situadas aguas arriba de

la estación depuradora que recoge el agua del colector del núcleo habitado y R3 está inmediatamente aguas abajo. La pendiente del tramo estudiado es suave, de 1.3 % desde R1 a R3. La proximidad de la fuente de contaminación a la playa donde desemboca el arroyo no permitió colocar más lejos la estación R3. Se describen a continuación las principales características de las estaciones de muestreo:

- R1: estación de cabecera situada a 1.5 km de su desembocadura en la playa, a 20 m de altitud. Es una zona rodeada de prados, con orillas bien conservadas, dominada por árboles de ribera: *Corylus avellana* y *Salix* spp. Existen varios tipos de flujo ya que se alternan zonas de corriente,



**Figura 1.** Localización del área de estudio: arroyo de La Llantada (Asturias, norte de España) y de las estaciones de muestreo.  
Location of the study area: La Llantada stream (Asturias, North Spain) and samplings sites.

tablas y pozas, estas últimas poco profundas. El principal componente del sustrato son las gravas y el limo. Litológicamente, el sustrato es una mezcla de suelos silíceos y calcáreos.

- R2: situada a 250 m de R1, aguas arriba de la estación depuradora, a 8 m de altitud. El tipo de flujo es intermedio entre R1 y R3. La vegetación de ribera es más escasa y la mayor parte de la superficie del agua está cubierta por vegetación emergente (*Typha*, *Phragmites*) y el sustrato es similar al de R1. Litológicamente es una zona donde dominan los depósitos calcáreos.
- R3: se sitúa a 100 m de la desembocadura en el mar y aguas abajo de la depuradora. La vegetación de ribera está casi exclusivamente representada por *Alnus glutinosa*. No existen zonas de corriente y abundan las pozas más o menos profundas. Aquí el cauce es más ancho que en las otras estaciones y el sustrato es fangoso. Litológicamente es una zona de depósitos litorales.

## METODOLOGÍA

### Muestreo

El muestreo se llevó a cabo durante dos ciclos anuales. Se visitaron las estaciones de muestreo

a principios del otoño (mediados de septiembre de 2004 y 2005) y al final de la primavera (finales de mayo de 2005 y 2006), mencionados en este artículo como otoño y primavera, respectivamente. Mayo y septiembre son a priori los momentos más adecuados para detectar cambios en la dinámica de la contaminación del arroyo, con el periodo de vacaciones entre ambos, que es cuando la presión antrópica se incrementa en la zona. También hay una menor precipitación durante el periodo estival.

En cada muestreo se midieron las variables físico-químicas y microbiológicas del agua que figuran en la Tabla 1 y se utilizó la metodología recogida en el estudio de Mazé *et al.* (2011). Los coleópteros y hemípteros acuáticos fueron recogidos mediante una manga pentagonal de entomología acuática de 250 µm de luz de malla. La red fue colocada sobre el sustrato del arroyo y con la boca hacia la corriente, de forma que cuando las piedras, el limo y la vegetación eran removidos y “lavados” los invertebrados eran capturados dentro, incluidos los coleópteros y los hemípteros. Además, un colador de malla fina sirvió para capturar los ejemplares que flotaban al remover el sustrato y la vegetación asociada a las orillas. En cada estación de muestreo fueron prospectados los diferentes hábitats del arroyo durante un tiempo suficiente en el que más barridos no aportaban nuevas especies a la esta-

**Tabla 1.** Media  $\pm$  desviación estándar de las variables medidas en las tres estaciones de muestreo. Se muestran los valores promedio por época del año y por estación. *Average  $\pm$  standard error of the variables measured at the three sampling sites. Average values per season and per site are shown.*

	Otoño (n = 6)	Primavera (n = 6)	R1 (n = 4)	R2 (n = 4)	R3 (n = 4)
Temperatura agua (°C)	16.1 $\pm$ 1.1	15.8 $\pm$ 1.5	15.8 $\pm$ 1.5	16.0 $\pm$ 1.3	16.1 $\pm$ 1.2
Conductividad (µS/cm)	850 $\pm$ 21	730 $\pm$ 48	772 $\pm$ 83	794 $\pm$ 72	806 $\pm$ 79
Oxígeno disuelto (mg/l)	4.6 $\pm$ 1.3	6.8 $\pm$ 2.1	6.4 $\pm$ 1.5	5.9 $\pm$ 2.1	4.8 $\pm$ 2.6
pH	7.8 $\pm$ 0.3	7.7 $\pm$ 0.5	7.8 $\pm$ 0.4	7.7 $\pm$ 0.5	7.7 $\pm$ 0.4
Potencial redox (mV)	120.9 $\pm$ 55.1	128.3 $\pm$ 47.0	86.2 $\pm$ 56.2	151.6 $\pm$ 43.8	135.9 $\pm$ 24.7
Coliformes fecales (ufc/100 ml)	2 $\cdot$ 10 <sup>3</sup> $\pm$ 2 $\cdot$ 10 <sup>3</sup>	40 $\cdot$ 10 <sup>3</sup> $\pm$ 70 $\cdot$ 10 <sup>3</sup>	3 $\cdot$ 10 <sup>3</sup> $\pm$ 4 $\cdot$ 10 <sup>3</sup>	5 $\cdot$ 10 <sup>3</sup> $\pm$ 90 $\cdot$ 10 <sup>3</sup>	10 $\cdot$ 10 <sup>3</sup> $\pm$ 20 $\cdot$ 10 <sup>3</sup>
DBO <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /l)	0.8 $\pm$ 0.8	12.5 $\pm$ 5.6	4.0 $\pm$ 3.6	7.8 $\pm$ 9.0	8.3 $\pm$ 9.0
DQO (mg O <sub>2</sub> /l)	28.8 $\pm$ 11.7	145.1 $\pm$ 93.4	97.5 $\pm$ 109.3	94.3 $\pm$ 118.9	69.0 $\pm$ 39.3
SST (mg/l)	19.8 $\pm$ 8.5	47.7 $\pm$ 45.0	35.2 $\pm$ 37.7	35.1 $\pm$ 35.4	30.9 $\pm$ 39.6
SSV (mg/l)	18.7 $\pm$ 7.8	2.7 $\pm$ 3.0	10.9 $\pm$ 10.6	13.7 $\pm$ 12.6	7.6 $\pm$ 8.6
Nitrógeno total (mg N/l)	1.6 $\pm$ 2.1	5.0 $\pm$ 2.9	1.9 $\pm$ 1.7	3.8 $\pm$ 4.0	4.2 $\pm$ 3.2
Amonio (mg N/l)	0.2 $\pm$ 0.3	1.7 $\pm$ 2.6	0.1 $\pm$ 0.1	1.5 $\pm$ 2.3	1.4 $\pm$ 2.6
Nitrógeno orgánico (mg N/l)	1.4 $\pm$ 2.3	3.2 $\pm$ 1.0	1.8 $\pm$ 1.8	2.3 $\pm$ 2.0	2.8 $\pm$ 2.4
Fósforo total (mg/l)	0.0 $\pm$ 0.0	1.9 $\pm$ 1.9	0.6 $\pm$ 1.1	1.0 $\pm$ 1.5	1.2 $\pm$ 2.3

ción. Este método de muestreo semicuantitativo es uno de los más usados en este tipo de estudios en la Península Ibérica (Alba-Tercedor & Pujante, 2000; Sánchez-Fernández *et al.*, 2004).

### Análisis de datos

La riqueza se refiere al número de especies de coleópteros y hemípteros acuáticos capturados en cada muestreo. No se ha hecho ningún tipo de corrección debido a que el esfuerzo de muestreo fue el mismo en todas las ocasiones.

Para las especies de coleópteros acuáticos se utilizaron las categorías biogeográficas propuestas por Ribera *et al.* (1998), junto con las modificaciones de Fery & Fresneda (2007). Para los hemípteros acuáticos fueron usadas las categorías biogeográficas propuestas por Nieser *et al.* (1994).

En cuanto a los datos fisicoquímicos, se calcularon los valores medios de las variables físicas, químicas y microbiológicas del agua en las tres estaciones de muestreo y en las dos épocas del año estudiadas. También se ha realizado un análisis de varianza de dos factores para determinar si hay diferencias entre estaciones de muestreo y entre épocas del año, y si existe interacción entre ellas, usando para ello las comparaciones post-hoc con el test de Tukey. La normalidad de los datos se analizó utilizando el test de Kolmogorov-Smirnov, usando una transformación logarítmica ( $x + 1$ ) para los parámetros que no presentaban una distribución normal, cumpliendo todos ellos la homocedasticidad requerida. Para el análisis de correlación de estas variables fisicoquímicas se usó una correlación de Pearson. Estos análisis se realizaron utilizando el programa SPSS 15.0.

Se ha utilizado el índice de afinidad de Sørensen para comparar la similitud de la composición de las comunidades entre estaciones y épocas de muestreo (12 muestras). Con la matriz de similitud se agruparon las comunidades mediante el método U.P.G.M.A. (*unweighted pair-groups method using arithmetic averages*), gráficamente representado por un dendrograma. El programa usado fue Community Analysis Package 3.0. Se utilizó un Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) para estudiar las relaciones entre la composición de la comunidad y los factores am-

bientales (Ter Braak & Van Tongeren, 1995). El ACC permite identificar los factores ambientales que más influyen en la comunidad de coleópteros y hemípteros acuáticos. Para comprobar que las variables estudiadas influyen en la ordenación de las muestras y especies, se realizó previamente un Análisis de Correspondencias sin tendencias (ACD) sin variables ambientales, del que se obtuvo una ordenación en el gráfico similar al ACD, lo que pone de manifiesto que son las variables ambientales las que condicionan la composición de la comunidad. La significación estadística de la ordenación de los ejes 1 y 2 fue determinada usando el test de Monte Carlo. Se llevó a cabo con el programa CANOCO 4.5 y para el análisis se utilizó el valor total de la abundancia y los mismos valores de las variables ambientales que para el ANOVA. Para evitar la distorsión que pudieran producir las especies raras, se han excluido del análisis aquellas representadas por un solo individuo (Garrido & Munilla, 2007; Fernández-Díaz *et al.*, 2008).

## RESULTADOS

### Variables ambientales

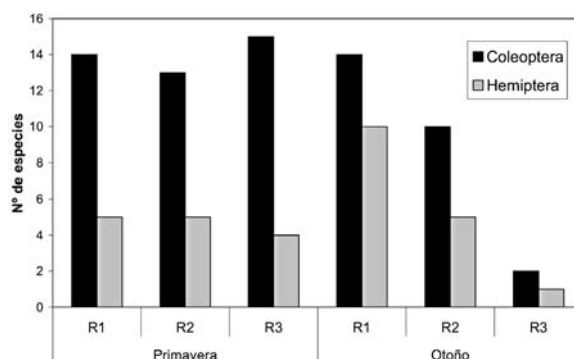
En la Tabla 1 se muestran los valores medios de las variables fisicoquímicas y microbiológicas analizadas en primavera y otoño y en las tres estaciones de muestreo. En cuanto a la época del año, existen diferencias aparentes en varias variables: conductividad, sólidos en suspensión volátiles (SSV), nitrógeno total y los parámetros relacionados con el oxígeno (OD, DBO<sub>5</sub> y DQO). Otras como la temperatura y el pH presentan valores muy homogéneos en las dos épocas del año. A nivel espacial, algunas de las variables analizadas se comportan de manera similar a lo largo del eje longitudinal del arroyo; es el caso de la temperatura y el pH. Tampoco varían los valores SST, SSV y potencial redox. En cambio parece existir un incremento de las concentraciones de los principales indicadores de contaminación hacia la desembocadura: conductividad, nitrógeno total, ión amonio, nitrógeno orgánico, fósforo total y coliformes fecales. Al mismo tiempo se pro-

duce un descenso en la concentración de oxígeno disuelto y de otros parámetros relacionados con éste (DBO<sub>5</sub> y DQO).

El análisis ANOVA de dos vías (Tabla 2) solo muestra diferencias significativas entre las épocas del año para dos variables, conductividad y SSV; otras tres variables presentan diferencias cercanas a la significación ( $p < 0.1$ ): nitrógeno total, oxígeno disuelto y fósforo total. Entre las estaciones de muestreo, solo la variable DBO<sub>5</sub> presenta diferencias significativas, ya que la estación R3 es significativamente diferente a las otras dos estaciones según el test de Tukey ( $p < 0.05$ ).

### Composición de la comunidad

Se han estudiado un total de 710 ejemplares adultos, 552 de coleópteros y 158 de hemípteros. Se han identificado 33 especies de Coleoptera y 11 especies de Hemiptera, que se relacionan en la Tabla 3. Para cada especie se indica el número de ejemplares capturado y el tipo biogeográfico, siguiendo las categorías que se indican en la metodología. Con un asterisco (\*) se señalan las nuevas citas para Asturias, que corresponden a 12 especies de coleópteros y a una de hemípteros (*Velia caprai bertrandi*). Las especies más



**Figura 2.** Riqueza total de especies en las tres estaciones de muestreo para cada época del año estudiada. *Total species richness in the three sampling sites for each studied season.*

abundantes fueron *Graptodytes varius*, *Ochthebius dilatatus* y *Helophorus brevipalpis* entre los coleópteros y *Sigara venusta* entre los hemípteros. Destaca la presencia de 12 especies (30 %) que se podrían calificar de “raras” ya que solo se ha capturado un ejemplar de cada una, a pesar de que se han llevado a cabo cuatro muestreos intensivos a lo largo de dos años.

Existe un claro gradiente de disminución de la riqueza entre la cabecera del arroyo y su desembocadura (Fig. 2). Esta reducción es más acentuada en los hemípteros, donde se pasa de 10 es-

**Tabla 2.** Comparaciones entre épocas del año y estaciones de muestreo analizadas mediante un ANOVA de dos vías (se presentan los valores de  $F$  y  $p$ ). Las diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) se señalan en negrita. *Comparisons among seasons and sampling sites were analysed by two-way ANOVA (F and p values are given). Significant differences ( $p < 0.05$ ) are in bold.*

	Épocas del año		Estaciones de muestreo	
	$F$	$p$	$F$	$p$
Temperatura agua	0.14	0.724	0.06	0.944
Conductividad	<b>21.62</b>	<b>0.004</b>	0.61	0.575
Oxígeno disuelto	4.46	0.079	1.15	0.379
pH	0.32	0.594	0.17	0.846
Potencial redox	0.01	0.945	1.20	0.364
Coliformes fecales	0.15	0.710	2.21	0.191
DBO <sub>5</sub>	1.91	0.216	<b>20.47</b>	<b>0.002</b>
DQO	0.09	0.770	2.02	0.214
SST	1.35	0.289	0.01	0.986
SSV	<b>16.45</b>	<b>0.007</b>	0.43	0.668
Nitrógeno total	4.08	0.090	0.73	0.520
Amonio	1.14	0.327	0.60	0.580
Nitrógeno orgánico	2.76	0.148	0.30	0.753
Fósforo total	3.94	0.094	0.14	0.871

pecies en R1 a solo 3 en R3, que en los coleópteros, donde se pasa de 23 en R1 a 17 en R3.

La relación entre el número de especies de coleópteros y de hemípteros en el conjunto del arroyo objeto de estudio es de 3:1. Sin embargo, esta relación tiene un gradiente ascendente desde la cabecera hacia la desembocadura; así, en R1 la relación es de 2.3:1, en R2 se incrementa y es de

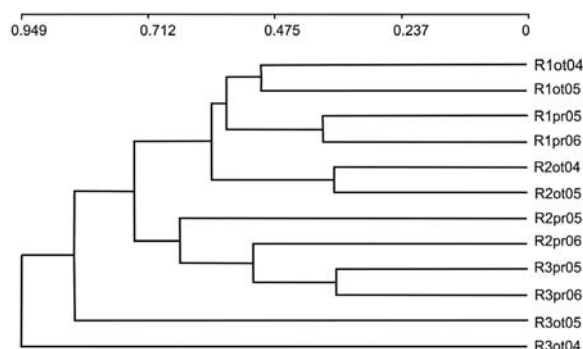
3.8:1, y, finalmente, en R3 el número de coleópteros respecto al de hemípteros es de 5.7:1.

### Composición biogeográfica

En la tabla 3 se muestra la asignación de cada especie a su correspondiente corotipo. La composición biogeográfica muestra un claro predomi-

**Tabla 3.** Abundancia y tipo biogeográfico de las especies de coleópteros y hemípteros acuáticos capturadas en el arroyo de La Llantada. El asterisco indica las nuevas citas para Asturias. T = especie transibérica, N = especie iberoeuropea, S = especie iberoafricana, E = especie endémica. *Abundance and biogeographical categories of the aquatic Coleopteran and Hemipteran species captured in La Llantada stream. With asterisk the new records for Asturias. T = Trans-Iberian species, N = Northern species, S = Southern species, E = Iberian endemic species.*

	N.º capturas	Tipo biogeográfico		N.º capturas	Tipo biogeográfico
<b>COLEOPTERA</b>			<b>Hydrophilidae (cont.)</b>		
<b>Gyrinidae</b>			<i>Coelostoma (Coelostoma) orbiculare</i> (Fabricius)	1	N
<i>Gyrinus urinator</i> Illiger*	14	T	<b>Hydraenidae</b>		
<b>Haliplidae</b>			<i>Hydraena testacea</i> Curtis *	2	T
<i>Halipilus lineatocollis</i> (Marshall)	17	T	<i>Octhebius (Asiobates) dilatatus</i> Stephens	81	T
<b>Noteridae</b>			<i>Octhebius (Asiobates) minimus</i> (Fabricius)	1	N
<i>Noterus laevis</i> Sturm	1	T	<b>Elmidae</b>		
<b>Dytiscidae</b>			<i>Elmis aenea</i> (Müller)	12	N
<i>Laccophilus hyalinus</i> (De Geer)	18	T	<i>Limnius perrisi carinatus</i> (Pérez-Arcas)	1	E
<i>Hydroporus discretus</i> (Fairmaire & Brisout)	1	T	<i>Limnius volckmari</i> (Panzer)	4	N
<i>Hydroporus tesellatus</i> Drapiez	1	T	<b>Dryopidae</b>		
<i>Hydroporus vagepictus</i> Fairmaire & Laboulbène	6	E	<i>Dryops luridus</i> (Erichson)	4	T
<i>Graptodytes flavipes</i> (Olivier)	4	T	<i>Dryops striatellus</i> (Fairmaire & Brisout)*	5	T
<i>Graptodytes ignotus</i> (Mulsant) *	15	T	<b>HEMIPTERA</b>		
<i>Graptodytes varius</i> (Aubé) *	150	T	<b>Hydrometridae</b>		
<i>Stictometes epipleuricus</i> (Seidlitz)	23	E	<i>Hydrometra stagnorum</i> (Linnaeus)	5	T
<i>Stictotarsus duodecimpustulatus</i> (Fabricius)	15	T	<b>Veliidae</b>		
<i>Agabus bipustulatus</i> (Linnaeus)	1	T	<i>Velia (Plesiovelia) caprai bertrandi</i> Tamanini*	4	E
<i>Agabus brunneus</i> (Fabricius) *	1	T	<b>Gerridae</b>		
<b>Hydrochidae</b>			<i>Aquarius najas</i> (De Geer)	20	T
<i>Hydrochus grandicollis</i> Kiesenweter *	4	T	<i>Gerris (Gerris) lacustris</i> (Linnaeus)	1	T
<b>Helophoridae</b>			<b>Corixidae</b>		
<i>Helophorus (Atractelophorus) brevipalpis</i> Bedel	47	N	<i>Corixa panzeri</i> Fieber	1	N
<i>Helophorus (Rhopalhelophorus) minutus</i> Fabricius *	10	N	<i>Hesperocorixa sahlbergi</i> (Fieber)	7	T
<i>Helophorus (Rhopalhelophorus) obscurus</i> Mulsant	38	N	<i>Sigara (Pseudovermicorixa) nigrolineata</i> (Fieber)	2	N
<b>Hydrophilidae</b>			<i>Sigara (Retrocorixa) venusta</i> (Douglas & Scout)	104	N
<i>Chaetarthria similima</i> Vorst & Cuppen *	2	N	<b>Nepidae</b>		
<i>Anacaena (Anacaena) bipustulata</i> (Marshall) *	7	T	<i>Nepa cinerea</i> (Linnaeus)	1	T
<i>Anacaena (Anacaena) lutescens</i> (Stephens) *	39	T	<b>Notonectidae</b>		
<i>Laccobius (Dimorpholaccobius) bipunctatus</i> (Fabricius)	11	T	<i>Notonecta maculata</i> Fabricius	12	T
<i>Laccobius (Dimorpholaccobius) ytenensis</i> Sharp	12	T	<i>Notonecta meridionalis</i> Poisson	1	S
<i>Helochares (Helochares) lividus</i> (Forster) *	4	T			



**Figura 3.** Análisis de afinidad mediante el índice cualitativo de Sørensen entre las muestras estudiadas. *Qualitative Sørensen index affinity between samples.*

nio de especies de amplia distribución, sobre todo transibéricas (64 %), seguidas por los elementos iberoeuropeos (25 %) y una representación muy reducida de elementos de distribución más restringida: una especie iberoafricana (2 %) y cuatro endémicas (9 %). Por órdenes, los coleópteros presentan un 67 % de especies transibéricas y un 24 % de iberoeuropeas, porcentajes muy similares a los de hemípteros (55 % de elementos transibéricos y 27 % de iberoeuropeos). Por último, los elementos iberoafricanos representan el 9 % de los hemípteros, y las especies endémicas el 9 % en ambos órdenes.

Llama la atención la presencia de especies consideradas meridionales como *Hydrochus grandicollis*, *Dryops striatellus* o *Velia caprai bertrandi*, el único endemismo ibérico de hemíptero capturado en el arroyo. Los coleópteros endémicos son *Hydroporus vagepictus*, *Stictonectes epipluricus* y *Limnius perrisi carinatus*.

### Variación espacial y temporal

El número total de especies capturadas es ligeramente superior en primavera que en otoño, 33 especies en primavera frente a 28 en otoño. Si diferenciamos por órdenes, se observa una mayor riqueza de coleópteros en primavera (25 especies frente a 18) y una mayor riqueza de hemípteros en otoño (10 especies frente a 8).

En el análisis de afinidad mediante el índice de Sørensen (Fig. 3) se pueden reconocer varios grupos de muestras con composiciones taxonó-

micas afines. En primer lugar, queda claramente delimitado un grupo con todas las muestras de la localidad R1. También se observa cómo las muestras de primavera de R2 y R3 constituyen otro grupo, mientras que las muestras de otoño de R2 forman un pequeño grupo más afín al grupo de R1 y que juntos constituyen un gran grupo. Las muestras de R3 en otoño difieren claramente de las restantes.

### Influencia de los factores ambientales

Los dos primeros ejes del ACC explican el 45.3 % de la varianza acumulada en los datos de las especies y el 66.3 % de la varianza acumulada en la relación especies-variables ambientales. El test de Monte Carlo indica que solo el primero de los dos ejes fue significativo ( $F = 1.736$ ,  $p = 0.049$ ). Las variables correlacionadas positivamente con el eje 1 son las tres formas del nitrógeno analizadas, con una  $r$  entre 0.86 y 0.71 y también el fósforo total ( $r = 0.58$ ). Entre ellas destaca el nitrógeno total, que presenta lógicamente una alta correlación positiva con el amonio ( $r = 0.78$ ,  $p < 0.05$ ) y el nitrógeno orgánico ( $r = 0.78$ ,  $p < 0.05$ ). En el otro extremo del eje hay dos variables correlacionadas negativamente con el eje 1, los SSV ( $r = -0.75$ ) y la conductividad ( $r = -0.56$ ). La conductividad presenta una elevada correlación positiva con SSV ( $r = 0.83$ ,  $p < 0.05$ ). Asimismo la conductividad tiene una elevada correlación negativa con el oxígeno disuelto ( $r = -0.82$ ,  $p < 0.05$ ). Por otro lado, el eje 2 tiene dos variables correlacionadas negativamente, los SST ( $r = -0.59$ ) y el oxígeno disuelto ( $r = -0.55$ ).

El eje 1 discrimina las muestras de primavera hacia la parte positiva o muy cerca de esta, mientras que todas las muestras de otoño se encuentran en la parte negativa del gráfico (Fig. 4). En el extremo positivo del primer eje aparecen las muestras con una mayor concentración de nitrógeno (en diversas formas) y que condicionan la composición de la comunidad.

Existe un pequeño grupo de ocho especies de coleópteros asociadas al extremo positivo del primer eje y caracterizadas por proceder de muestras con una fuerte carga de nutrientes: *Ochthebius dilatatus*, *Helophorus obscurus*, *Anacae-*

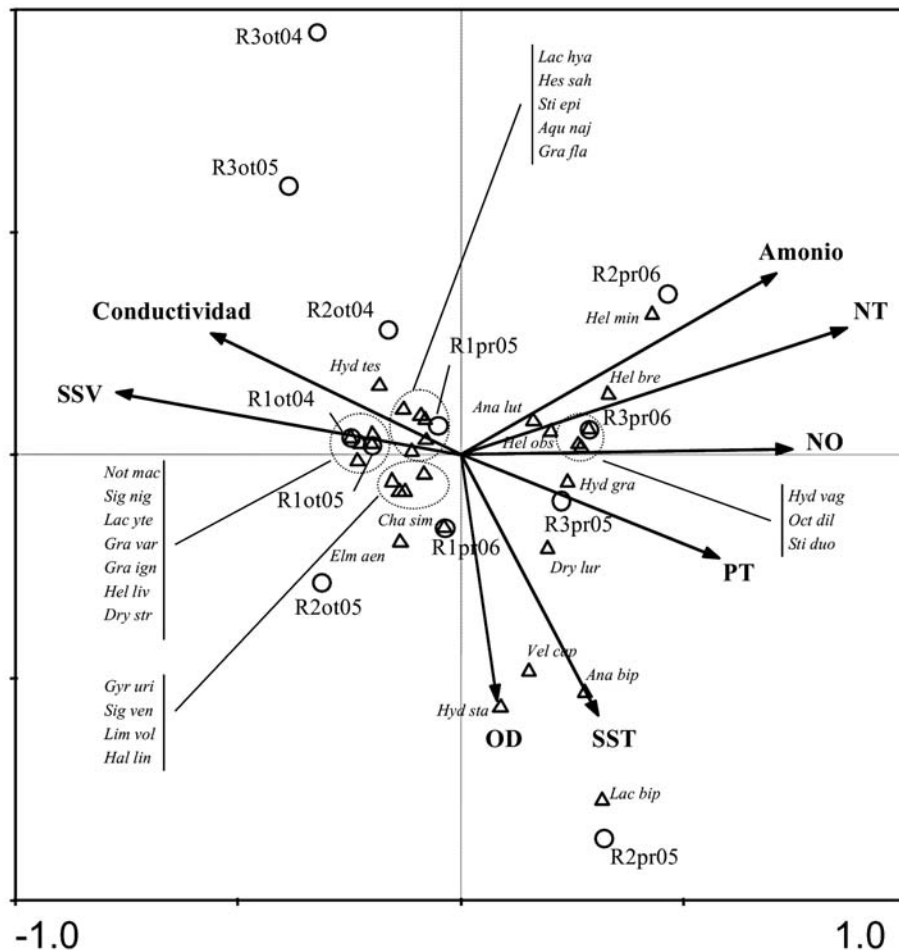


*na lutescens*, *Helophorus brevipalpis*, *Hydroporus vagepictus*, *Stictonectes duodecimpustulatus*, *Hydrochus grandicollis* y *Helophorus minutus*. Por el contrario, la mayoría de las especies responden negativamente a altas concentraciones de nitrógeno, amonio, nitrógeno orgánico y fósforo total. Especies como *Graptodytes ignotus*, *Helochaeres lividus*, *Dryops striatellus*, *Graptodytes varius* o el hemíptero *Sigara nigrolineata* se localizan en la parte del eje asociada a una menor presencia de nutrientes indicadores de contaminación. En el segundo eje aparece una relación con el oxígeno disuelto y los SST, que agrupa principalmente a las especies *Laccobius*

*bipunctatus*, *Anacaena bipustulata*, *Velia caprai bertrandi* o *Hydrometra stagnorum*. Al mismo tiempo se asocia con este eje la muestra R2pr05. Ninguna especie se asocia claramente con bajas concentraciones de oxígeno disuelto, si bien las dos muestras de otoño de R3 y una muestra de R2 aparecen en el extremo opuesto, asociadas a valores bajos de oxígeno.

## DISCUSIÓN

El área de estudio se localiza en una zona para la que algunos autores (Sánchez-Fernández *et*



**Figura 4.** Resultado del Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) de las especies de coleópteros y hemípteros acuáticos respecto a los factores ambientales. Las flechas representan las variables fisicoquímicas, los círculos los muestreos y los triángulos las especies. *Results of the Canonical Correspondence Analysis (CCA) of the Coleopteran and Hemipteran species with regard to environmental factors. Arrows represent the physicochemical parameters, circles the sampling campaigns, and triangles the species.*

*al.*, 2011) predicen una baja riqueza de coleópteros acuáticos a nivel peninsular. Sin embargo, teniendo en cuenta lo reducido del área de estudio (un único arroyo de pequeñas dimensiones con tres estaciones de muestreo) el número de especies inventariadas es notable. También hay que tener en cuenta que por sus características (bajo caudal, velocidad de la corriente escasa y sustrato preferentemente limoso) este arroyo carece de la mayoría de las especies de fauna reófila típicas de arroyos de montaña (especialmente especies de las familias Hydraenidae y Elmidae). Buena parte de la composición faunística del arroyo estudiado es típica de medios de aguas estancadas.

La mayoría de los estudios realizados en Asturias se han llevado a cabo en zonas de montaña de la Cordillera Cantábrica y Picos de Europa (Sánchez-Fernández *et al.*, 2011); en cambio, los estudios en zonas costeras son escasos y en la mayoría de los casos antiguos. Así, no sorprende que el número de nuevas especies citadas para Asturias sea de 13 (Tabla 3), todas menos una corresponden a especies de coleópteros. La existencia de un inventario y catálogo de hemípteros acuáticos de la provincia de Asturias (Fernández Bernaldo de Quirós, 1985) explica en gran medida el mejor conocimiento de este grupo respecto al de los coleópteros.

Tres citas de especies de coleópteros son aportaciones faunísticas de interés a nivel de la Península Ibérica. *Chaetarthria simillima* es una especie descrita recientemente que se distribuye por el centro y oeste de Europa, incluidas las Islas Británicas (Bratton, 2009). Hasta la actualidad solo existía un registro ibérico de esta especie en el norte de la provincia de León (Vorst & Cuppen, 2003). *Hydrochus grandicollis* se distribuye mayoritariamente por el sur peninsular (Valladares & Ribera, 1999), y en algunas localidades de la Meseta Norte (Valladares & Miguélez, 2004; Valladares *et al.*, 2000); su presencia en la costa cantábrica es pues destacable y parece indicar un área de distribución más amplia en zonas con características ambientales favorables. *Dryops striatellus* cuenta con muy escasas, y en general antiguas, citas ibéricas limitadas al área mediterránea, ya que está citada en las provincias de Badajoz, Girona, Huelva y sur de Portugal

(Montes & Soler, 1986; Ribera & Aguilera, 1996; Millán *et al.*, 2005). La presencia en Asturias de *Ochthebius dilatatus* y *O. minimus* también se señaló con el material de este estudio, pero estas citas han sido publicadas previamente (Valladares & Delgado, 2007). Destaca en este caso la singularidad del hábitat en que se ha localizado *Ochthebius minimus*, ya que se trata de una especie característica de charcas y humedales de meseta del centro peninsular, que aquí se ha capturado en un arroyo de la costa cantábrica.

En el arroyo de La Llantada conviven dos poblaciones de especies muy próximas, *Graptoodytes varius* y *G. ignotus*, donde se han encontrado varios ejemplares con características intermedias, tres en R1 y dos en R2, los cuales no pueden ser atribuidos a una u otra especie con certeza. Estos ejemplares o bien son el resultado de una hibridación entre ambas especies o bien un complejo de formas polimórficas de la misma especie (Ribera *et al.*, 1998).

La situación geográfica del área estudiada, su carácter no montañoso y su condición de medio de escasa corriente aportan una menor representación de elementos endémicos (Ribera & Vogler, 2000), y permiten explicar esta composición corológica. La endemidad del 9 % en los coleópteros es baja frente al 22 % a nivel peninsular. El único hemíptero endémico de la zona (9 % del total) indica un nivel de endemismo normal para este grupo en el contexto peninsular (10 %).

No se cumple aquí la regla señalada por algunos autores (Millán *et al.*, 2001) que observan un incremento en el número de especies de hemípteros en relación con el de coleópteros a medida que los medios están más contaminados. En el arroyo de La Llantada sucede lo contrario, la relación entre el número de coleópteros y hemípteros aumenta a lo largo del eje longitudinal del arroyo, el cual sufre un fuerte descenso en la calidad de sus aguas a medida que se acerca a su desembocadura, y que queda manifiesto en la disminución de los valores en los índices IBMWP e IASPT, en el número de familias y en la diversidad (Mazé *et al.*, 2011). Las diferencias de riqueza totales entre las tres estaciones muestreadas, y para ambos grupos, parecen seguir un patrón relacionado con el descenso de la calidad del agua.

La separación de las muestras de otoño de R3 que refleja el índice de Sørensen se debe, probablemente, a la mayor contaminación orgánica en este tramo, a la que se suma la influencia de la estacionalidad. La menor presión antrópica y la mayor precipitación en primavera explicarían la agrupación en el dendrograma de las muestras de R3pr con las muestras de R2pr. La estación R1, en la cabecera, queda bien delimitada en este análisis, con una comunidad faunística con menores impactos y menos influenciada por la estacionalidad. En general, las diferencias en la composición de la comunidad son más evidentes en las muestras de otoño, y especialmente en R3, mientras que las diferencias en primavera son menos evidentes.

La calidad del agua en el arroyo La Llantada está afectada por la contaminación de las actividades humanas, en especial durante los meses de verano, cuando disminuyen las precipitaciones y la incidencia del turismo es mayor. Los valores de temperatura del agua son homogéneos en las tres estaciones a causa de la climatología de la zona de estudio y la corta longitud del arroyo. El pH ligeramente básico podría ser debido a la disolución de materiales calcáreos del arroyo, ya que es homogéneo en las épocas y estaciones muestreadas. Sin embargo, el muestreo de otoño presenta valores significativamente más elevados en la conductividad y SSV, y aunque sin diferencias significativas se observa una disminución en la concentración de oxígeno disuelto, DQO y DBO<sub>5</sub>. La conductividad es una variable que aumenta a lo largo del gradiente longitudinal de un cauce, pero también es un indicador de contaminación orgánica (Sandin & Hering, 2004), y dada la escasa longitud del mismo, parece ser un parámetro importante. Los valores de conductividad parecen responder a un patrón estacional, con una conductividad más elevada en periodos de bajo caudal en verano y otoño. En varios ríos del noroeste de España se ha señalado la conductividad como una variable que determina la comunidad de coleópteros por ser un buen indicador de contaminación, tanto por vertidos de aguas residuales (Paz, 1993), como por los efectos de las ex-

tracciones mineras (García-Criado & Fernández-Aláez, 2001). También se ha señalado la conductividad como una variable determinante en la distribución de las especies de hemípteros acuáticos (Carbonell *et al.*, 2011). En el gráfico del análisis ACC, la variable SSV sigue el mismo patrón que la conductividad y ambas son opuestas a variables como PT, SST y oxígeno disuelto. Sin embargo, no se han medido otras variables, como fertilizantes, que pudieran influir en las diferencias estacionales. Aunque no se observan diferencias importantes de conductividad en las tres estaciones, es posible que la salinidad que aportan temporalmente las mareas pueda influir en la estación R3. Se ha señalado la salinidad como una variable que reduce la riqueza de especies de coleópteros y hemípteros en otros humedales costeros del noroeste de España y a la que responden negativamente la mayoría de las especies (Garrido & Munilla, 2007). En consonancia con nuestros resultados, estudios similares señalan que la mayoría de especies de coleópteros responden negativamente a la contaminación por nitrógeno y otras variables como el hierro y el manganeso (Fernández-Díaz *et al.*, 2008; Benetti & Garrido, 2010). También se ha señalado el oxígeno disuelto como una variable importante que determina que la comunidad de coleópteros sea más o menos reófila (Pérez-Bilbao & Garrido, 2009).

Diferentes estudios han relacionado la disminución de la riqueza de especies, la abundancia total y la diversidad con valores elevados de variables químicas (Prenda & Gallardo-Mayenco, 1996; Benetti & Garrido, 2010). Nuestros datos indican que la comunidad de coleópteros y hemípteros acuáticos del arroyo estudiado está influenciada por el grado de contaminación orgánica de sus aguas. Los impactos en el tramo bajo parecen ser la consecuencia del incremento de la población humana durante los meses de verano, la deficiente depuración de sus aguas y la disminución de las precipitaciones. Así, la mayoría de las especies responden negativamente a las variables indicadoras de contaminación y la riqueza de especies se reduce desde la cabecera a la desembocadura.

## AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a Hans Fery, Ignacio Ribera, Josefina Garrido y Alessandro Mascagni por su ayuda en algunas identificaciones taxonómicas. Gracias también a Reyes Tárrega, Francisco García-Criado, Sergio García, Javier García y Nacho Rodríguez por sus comentarios y ayuda en los análisis estadísticos. Este estudio ha sido financiado parcialmente por el Proyecto ULE2003-05 de la Universidad de León.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALBA-TERCEDOR, J. & A. PUJANTE. 2000. Running-water biomonitoring in Spain. Opportunities for predictive approach. In: *Assessing the Biological Quality of Freshwater RIVPACS and similar techniques*. Freshwater Biological Association: 207–216.
- BENETTI, C. J., A. I. ALONSO & J. GARRIDO. 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: 115–128.
- BENETTI, C. J. & J. GARRIDO. 2010. The influence of water quality and stream habitat on water beetle assemblages in two rivers in northwest Spain. *Vie et milieu - Life and Environment*, 60: 53–63.
- BRATTON, J. H. 2009. Further English and welsh records of *Chaetarthria latissimus*, 25: 13–14.
- CARBONELL, J. A., C. GUTIÉRREZ-CÁNOVAS, D. BRUNO, P. ABELLÁN, J. VELASCO & A. MILLÁN. 2011. Ecological factors determining the distribution and assemblages of the aquatic Hemiptera (Gerromorpha & Nepomorpha) in the Segura River basin (Spain). *Limnetica*, 30: 59–70.
- EYRE, M. D. & G. N. FOSTER. 1989. A comparison of Aquatic Heteroptera and Coleoptera communities as a basis for environmental and conservation assessments in static water sites. *Journal of Applied Entomology*, 108: 355–362.
- EYRE, M. D., G. N. FOSTER & M. L. LUFF. 2005. Exploring the relationship between land cover and the distribution of water beetle species (Coleoptera) at the regional scale. *Hydrobiologia*, 553: 87–98.
- FERNÁNDEZ BERNALDO DE QUIRÓS, C. 1982. Heterópteros acuáticos y semiacuáticos de Asturias (N. de España). I. Catálogo sistemático. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Biología)*, 80 (3-4): 211–218.
- FERNÁNDEZ-DÍAZ, M., C. J. BENETTI & J. GARRIDO. 2008. Influence of iron and nitrate concentration in water on aquatic Coleoptera community structure: Application to the Avia River (Ourense, NW. Spain). *Limnetica*, 27: 285–298.
- FERY, H. & J. FRESNEDA. 2007. Los *Hydradephaga* (Coleoptera: Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae, Paelobiidae) de la Península Ibérica e Islas Baleares de las colecciones J. Fresneda y H. Fery. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 41: 119–171.
- FOSTER, G. N. 1987. The use of Coleoptera records in assessing the conservation status of wetlands. In: *The use of Invertebrates in site assessment for conservation*. M. Luff (ed.): 8–18. University Newcastle, Newcastle Upon Tyne.
- FOSTER, G. N., A. P. FOSTER, M. D. EYRE & T. BILTON. 1990. Classification of water beetle assemblages in arable fenland and ranking of sites in relation to conservation value. *Freshwater Biology*, 22: 343–354.
- GARCÍA-CRIADO, F. & M. FERNÁNDEZ-ALÁEZ. 1995. Aquatic Coleoptera (Hydraenidae and Elmidae) as indicators of the chemicals characteristics of water in the Órbigo River basin (N-W Spain). *Annales de Limnologie*, 31: 185–199.
- GARCÍA-CRIADO, F., C. FERNÁNDEZ-ALÁEZ, & M. FERNÁNDEZ-ALÁEZ. 1999. Environmental variables influencing the distribution of Hydraenidae and Elmidae assemblages (Coleoptera) in a moderately-polluted river basin in north-western Spain. *European Journal of Entomology*, 96: 37–44.
- GARCÍA-CRIADO, F. & M. FERNÁNDEZ-ALÁEZ. 2001. Hydraenidae and Elmidae assemblages (Coleoptera) from a Spanish river basin: good indicators of coal mining pollution? *Archiv für Hydrobiologie*, 150 (4): 641–660.
- GARRIDO, J. & I. MUNILLA. 2007. Aquatic Coleoptera and Hemiptera assemblages in three coastal lagoons of the NW Iberian Peninsula: assessment of conservation value and response to environmental factors. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18 (5): 557–569.
- MAZÉ, R. A., G. ANSOLA & L. F. VALLADARES. 2011. Water quality assessment of a small coastal

- stream: use of different biological indices based on macroinvertebrates. *Vie et milieu-Life and Environment*, 61 (1): 27–34.
- MILLÁN, A., J. L. MORENO & J. VELASCO. 2001. Estudio faunístico y ecológico de los coleópteros y heterópteros acuáticos de las lagunas de Albacete (Alboraj, Los Patos, Ojos de Villaverde, Ontalafia y Pétrola). *Sabuco*, 1: 43–94.
- MILLÁN, A., J. L. MORENO & J. VELASCO. 2002. *Los coleópteros y heterópteros acuáticos y semi-acuáticos de la provincia de Albacete. Catálogo faunístico y estudio ecológico*. Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan Manuel”, de la Excm. Diputación Provincial de Albacete, Albacete.
- MILLÁN, A., C. HERNANDO, P. AGUILERA, A. CASTRO. & I. RIBERA. 2005. Los coleópteros acuáticos y semiacuáticos de Doñana: Reconocimiento de su biodiversidad y prioridades de conservación. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 36: 157–164.
- MONTES, C. & A. G. SOLER. 1986. *Lista faunística y bibliográfica de los coleópteros acuáticos Dryopoidea (Dryopidae & Elmidae) de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Listas de la Flora y Fauna de las aguas continentales de la Península Ibérica n.º 13. Asociación Española de Limnología, Madrid.
- NIESER, N., M. BAENA, J. MARTÍNEZ-AVILÉS & A. MILLÁN. 1994. *Claves para la identificación de los heterópteros acuáticos (Nepomorpha & Gerromorpha) de la Península Ibérica-Con notas sobre las especies de las Islas Azores, Baleares, Canarias y Madeira*. Asociación Española de Limnología. Madrid.
- PAZ, C. 1993. *Hydradephaga (Coleoptera) en la cuenca del río Landro (NW Península Ibérica). Estudio faunístico y ecológico*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, España.
- PEARSON, D. L. 1994. Selecting indicator taxa for quantitative assessment of biodiversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Series B, 345: 75–79.
- PÉREZ BILBAO, A. & J. GARRIDO. 2009. Evaluación del estado de conservación de una zona LIC (Gándaras de Budiño, Red Natura 2000) usando coleópteros acuáticos como indicadores. *Limnetica*, 28 (1): 11–22.
- PRENDA, J. & A. GALLARDO-MAYENCO. 1996. Self-purification, temporal variability and the macroinvertebrate community in small lowland Mediterranean streams receiving crude domestic sewage effluents. *Archiv für Hydrobiologie*, 136: 159–170.
- RIBERA, I. & G. N. FOSTER. 1993. Uso de coleópteros acuáticos como indicadores biológicos (Coleoptera). *Elytron*, 6: 61–75.
- RIBERA, I. & J. AGUILERA. 1996. Els estanys de Capmany: the missing Spanish pingo (or palsa) fens? *Latissimus*, 7: 2–6.
- RIBERA, I., C. HERNANDO & P. AGUILERA. 1998. An annotated checklist of the Iberian water beetles (Coleoptera). *Zapateri Revista aragonesa de Entomología*, 8: 43–111.
- RIBERA, I. & A. P. VOGLER. 2000. Habitat type as a determinant of species range sizes: the example of lotic-lentic differences in aquatic Coleoptera. *Biological Journal of the Linnean Society*, 71: 33–52.
- SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, D., P. ABELLÁN, J. VELASCO & A. MILLÁN. 2004. Selecting areas to protect the biodiversity of aquatic ecosystems in a semiarid Mediterranean region using water beetles. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 14: 465–479.
- SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, D., J. M. LOBO, P. ABELLÁN & A. MILLÁN. 2011. How to identify future sampling areas when information is biased and scarce: An example using predictive models for species richness of Iberian water beetles. *Journal for Nature Conservation*, 19: 54–59.
- SANDIN, L. & D. HERING. 2004. Comparing macroinvertebrate indices to detect organic pollution across Europe: a contribution to the EC Water Framework Directive intercalibration. *Hydrobiologia*, 516: 55–68.
- SAVAGE, A. A. 1996. Density dependent and density independent relationships during a twenty-seven year study of the population dynamics of the benthic macroinvertebrate community of a chemically unstable lake. *Hydrobiologia*, 335: 115–131.
- TER BRAAK, C. J. F. & O. F. R. VAN TONGEREN. 1995. *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press. Cambridge.
- VALLADARES, L. F. & J. A. DELGADO. 2007. Aportaciones al conocimiento faunístico de los géneros *Limnebius* Leach, 1815 y *Ochthebius* Leach, 1815 en la Península Ibérica (Coleoptera, Hydraenidae). *Graellsia*, 63: 333–338.
- VALLADARES, L. F., J. A. DÍAZ & J. GARRIDO. 2000. Coleópteros acuáticos del Sistema Ibérico Septentrional (Coleoptera: Haliplidae, Gyrinidae,

- Dytiscidae, Hydraenidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydrophilidae). *Boletín Asociación Española Entomología*, 24 (3-4): 59–84.
- VALLADARES, L. F. & D. MIGUÉLEZ. 2004. Fauna actual de coleópteros y heterópteros acuáticos de la turbera fósil de Espinosa de Cerrato (Palencia). *Boletín Asociación española Entomología*, 28 (1-2): 71–88.
- VALLADARES, L. F. & I. RIBERA. 1999. *Lista faunística y bibliográfica de los Hydrophiloidea acuáticos (Coleoptera) de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Listas de la Flora y Fauna de las aguas continentales de la Península Ibérica, n.º 15. Asociación Española de Limnología.
- VORST, O. & J. G. M. CUPPEN. 2003. A third Palearctic species of *Chaetarthria* Stephens (Coleoptera: Hydrophilidae). *Koleopterologische Rundschau*, 73: 161–167.