

Evaluación del estado de conservación de una zona LIC (Gándaras de Budiño, Red Natura 2000) usando los coleópteros acuáticos como indicadores

Amaia Pérez-Bilbao* y Josefina Garrido

Departamento de Ecología y Biología Animal, Facultad de Biología, Universidad de Vigo, 36310, Vigo (España).

* Autor responsable de la correspondencia: amaiapb@uvigo.es

Recibido: 25/3/08

Aceptado: 8/9/08

ABSTRACT

Evaluation of the conservation state of a LIC area (Gandaras of Budiño, Natura 2000 Network) using the aquatic beetles as indicators

In this work we present the data of the study of the aquatic coleopteran community of the Gandaras of Budiño wetland (LIC area) (Pontevedra, NW of Spain). Semi quantitative samplings were conducted monthly during a year (february 2004-february 2005) in 8 points of two different types of habitat (4 in ponds and 4 in streams). A total of 2610 individuals belonging to 40 species of the families Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Scirtidae, Elmidae and Dryopidae were collected. Different community parameters (species richness, abundance and diversity) were analysed, as well as the influence of different environmental variables (water temperature, pH, conductivity, % O₂, and TDS) on the community. The results suggest a marked deterioration of the stagnant waters of the wetland due to a possible pollution.

Key words: Aquatic Coleoptera, conservation, Gandaras of Budiño, Natura 2000 Network, Galicia.

RESUMEN

Evaluación del estado de conservación de una zona LIC (Gándaras de Budiño, Red Natura 2000) usando los coleópteros acuáticos como indicadores

En este trabajo se presentan los datos sobre el estudio de la comunidad de coleópteros acuáticos en el humedal de las Gándaras de Budiño (zona LIC) (Pontevedra, NO de España). Se realizaron muestreos semicuantitativos mensuales durante un año (febrero 2004-febrero 2005) en 8 puntos de dos tipos de hábitats diferentes (4 en lagunas y 4 en arroyos). Se recogieron un total de 2610 individuos pertenecientes a 40 especies de las familias Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Scirtidae, Elmidae y Dryopidae. Se analizaron diversos parámetros de la comunidad (riqueza de especies, abundancia y diversidad), así como la influencia de diferentes variables ambientales (temperatura del agua, pH, conductividad, % O₂ y TDS) sobre la misma. Los resultados sugieren un acusado deterioro de las aguas estancadas del humedal debido a una posible contaminación.

Palabras clave: Coleópteros acuáticos, conservación, Gándaras de Budiño, Red Natura 2000, Galicia.

INTRODUCCIÓN

Los humedales constituyen uno de los ecosistemas más productivos que existen en el mundo,

ya que cumplen funciones ecológicas fundamentales, tales como regular los regímenes hidrológicos o proporcionar un hábitat adecuado para gran cantidad de especies tanto animales como vegeta-

les (Convención de Ramsar, 1971). Sin embargo, en las últimas décadas los humedales han sufrido un grave deterioro a nivel mundial debido a la acción antropogénica. En España, la creencia de que eran focos infecciosos en los que se reproducían insectos transmisores de enfermedades, la consideración de estas zonas como improductivas y la necesidad de nuevas tierras de cultivo, hizo que durante los años 50 se desecaran muchos de estos hábitats. A finales del siglo pasado se estimaba que habían desaparecido aproximadamente más del 60 % de humedales españoles (Casado & Montes, 1995).

La necesidad de proteger estos ecosistemas y otros muchos llevó a la creación de una red ecológica a nivel europeo, conocida como "Red Natura 2000", a partir de la Directiva Hábitats (DOCE, 1992) y la Directiva Aves (DOCE, 1979). En esta red se crearon figuras de protección (Lugares de Importancia Comunitaria, LIC) que deben garantizar el buen estado de conservación de hábitats y especies. En el año 2000, el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea aprobaron la Directiva 2000/60/CE por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, más conocida como Directiva Marco del Agua (DMA) (DOCE, 2000). Tal y como aparece reflejado en el Anexo V de esta directiva, la composición y abundancia de la fauna bentónica de invertebrados, se puede utilizar como indicador de calidad para la clasificación del estado ecológico de las aguas superficiales, dentro de las que se incluyen ríos y lagos.

Hasta hace poco sólo se evaluaba la calidad del agua mediante parámetros fisicoquímicos, pero en la actualidad son muchos los estudios que usan estos organismos acuáticos como bioindicadores (Lozano-Quilis *et al.*, 2001; Martínez-Bastida *et al.*, 2006). Esta fauna bentónica desempeña un papel fundamental en el funcionamiento del ecosistema fluvial, ya que forma parte integrante de la red trófica acuática actuando como enlace entre las diferentes comunidades (bentónica, planctónica, nectónica) (García de Jalón, 1982). La facilidad a la hora de tomar muestras, el amplio conocimiento de su taxonomía, y sobre todo, la gran capacidad de estos organismos para re-

flejar las perturbaciones fisicoquímicas del ecosistema, han provocado un incremento del uso de estos animales en estudios para evaluar el estado de conservación de los ecosistemas acuáticos (Eyre & Rushton, 1989; Oscoz *et al.*, 2006; Garrido & Munilla, 2007; Pérez-Quintero, 2007).

La propuesta y posterior inclusión del área objeto de estudio, las Gándaras de Budiño, como zona LIC (DOCE L 387 de 29.12.2004), nos llevó a plantearnos la siguiente pregunta: ¿es el estado de conservación de este humedal el adecuado para una zona incluida en la Red Natura 2000? Para comprobarlo, estudiamos la influencia de ciertos parámetros fisicoquímicos sobre la comunidad de coleópteros acuáticos. Se eligió este grupo faunístico dentro de los invertebrados acuáticos por ser muy abundantes y diversos en la mayoría de los ecosistemas acuáticos y por ser uno de los grupos más útiles para clasificar ecosistemas acuáticos en función de su interés de conservación (Foster, 1987; Foster *et al.*, 1990), y además, por estar reconocido su valor como indicadores ecológicos (Noss, 1990; Ribera & Foster, 1993; Pearson, 1994; Fairchild *et al.*, 2000, Fairchild *et al.*, 2003; Eyre *et al.*, 2005).

Tanto a nivel peninsular como de la comunidad gallega existen numerosos trabajos basados en la coleopterofauna de zonas húmedas (Valladares *et al.*, 1994; Régil Cueto & Garrido, 1998; Valladares & Garrido, 2001; Valladares *et al.*, 2002; Castro *et al.*, 2003; Garrido & Sáinz-Cantero, 2004; González *et al.*, 2005); incluso se han realizado algunos estudios sobre contaminación y calidad de aguas en los que se utilizan únicamente los coleópteros acuáticos como bioindicadores (García-Criado *et al.*, 1995, 1999; García-Criado & Fernández-Aláez, 1995, 2001; García-Criado, 1999, 2002; Benetti *et al.*, 2007).

ÁREA DE ESTUDIO

El humedal de las Gándaras de Budiño se encuentra situado en la llanura formada por la cuenca del río Louro, en la provincia de Pontevedra (N.O. España) (Fig. 1). Se trata de un complejo de charcas y pantanos de carácter permanente favorecido por las crecidas estacionales del río



Figura 1. Localización de los puntos de muestreo dentro de la zona LIC. *Location of the sampling points in the LIC area.*

Louro. Este valle es una importante zona de tránsito entre el norte de Portugal y las Rías Bajas, lo que motivó la construcción de dos importantes vías de comunicación que discurren paralelas: el ferrocarril Vigo-Monforte y la autovía A-55; que han tenido como consecuencia la fragmentación del humedal, actualmente dividido en dos. Además, cabe destacar que se trata de una zona muy afectada por diversas actividades antropogénicas, siendo el impacto más grave, junto con las ya citadas infraestructuras, la actividad de un polígono industrial cercano. Los vertidos aportan al ecosistema diversos tipos de contaminantes ajenos a éste, que no reciben el adecuado tratamiento de descomposición e integración en los ciclos biogeoquímicos (Silva-Pando *et al.*, 1987).

La valoración de este espacio como zona LIC es debido a que se trata de un lugar de gran interés en cuanto a su flora y fauna de vertebrados, pero no menos importantes son las comunidades de invertebrados que alberga, ya que su estudio, junto al de la estructura de la vegetación es fundamental para la valoración del estado de conservación de los humedales. Por todo ello, forma parte de la

Red Natura 2000 de Galicia desde diciembre de 2004 (DOCE L 387 de 29.12.2004).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron ocho estaciones de muestreo pertenecientes a dos tipos de hábitats diferentes: cuatro de ellos localizados en lagunas y cuatro en arroyos. En la Tabla 1 se presenta la relación de las estaciones de muestreo con el nombre que se les asignó, su correspondiente código, el tipo de hábitat del que se trata y las coordenadas U.T.M. Los arroyos muestreados son cursos de agua corriente con sustrato formado por rocas, gravas y arenas, con abundante vegetación macrófita y bosque de ribera; mientras que las lagunas presentan sustrato arcilloso con importantes formaciones de *Potamogeton sp.*, *Typha sp.*, *Juncus sp.* y vegetación ribereña. Se realizaron muestreos semicuantitativos mensuales durante un ciclo anual (febrero de 2004-febrero de 2005). Con el muestreo semicuantitativo se asume que el esfuerzo de muestreo es equivalente, lo que permite hacer comparacio-

Tabla 1. Estaciones de muestreo de las Gándaras de Budiño. *Sampling stations in Gándaras of Budiño.*

| Nombre de la estación | Código | Ecosistema | Coordenadas U.T.M. |
|-------------------------------------|--------|------------|--------------------|
| Laguna de Budiño (Observatorios) | GB1 | Laguna | 29T0530719 4662466 |
| Laguna de Budiño (Canal periférico) | GB2 | Laguna | 29T0530669 4662775 |
| Viza | GB3 | Laguna | 29T0531169 4661536 |
| Orbenlle | GB4 | Laguna | 29T0530534 4661108 |
| Folón | GB5 | Arroyo | 29T0528674 4663079 |
| Penedo | GB6 | Arroyo | 29T0529065 4661723 |
| San Simón | GB7 | Arroyo | 29T0529324 4660860 |
| Delque | GB8 | Arroyo | 29T0529905 4657537 |

nes tanto espaciales como temporales (Garrido & Munilla, 2007). 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, independiente del tipo de hábitat. 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.

Además, se tomaron medidas *in situ* de varios parámetros fisicoquímicos, que pueden influir en la composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos. Dichas variables fueron la temperatura del agua, el pH, la conductividad, el % O₂ disuelto y los sólidos disueltos totales (TDS). Se analizó la posible influencia de los diversos factores fisicoquímicos sobre la distribución de los coleópteros acuáticos, estableciendo una posible relación entre la presencia o ausencia de ciertos taxones con las variables ambientales medidas. Para ello, se realizó un Análisis de Correspondencias Canónicas (CCA) mediante el programa CANOCO 4.5 (Ter Braak & Šmilauer, 2002). Para el análisis se utilizaron el valor total de la abundancia y los valores medios anuales de las variables ambientales, y se eliminaron aquellas especies que presentaban una abundancia menor de un individuo, ya que la captura podría haber sido accidental.

Por otro lado, se calculó la diversidad en cada estación de muestreo mediante el índice de Shannon-Wiener, que asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Según Magurran (1989), el rango habitual para este índice se encuentra entre 1.5-3.5.

RESULTADOS

Se utilizaron 3 parámetros para estudiar la estructura de la comunidad: riqueza de especies, abundancia y diversidad. Se identificaron 2610 ejemplares adultos y larvas de coleópteros acuáticos pertenecientes a 28 géneros y 40 especies de las familias Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Scirtidae, Elmidae y Dryopidae, tal y como aparece reflejado en la Tabla 2. Hay que destacar que, de las 40 especies recogidas, únicamente 16 se encontraron en las lagunas, mientras que en los arroyos fueron 34 las especies recolectadas. Además, del total de individuos estudiados, 2345 aparecieron en las aguas corrientes, mientras que sólo 265 fueron recogidos en las aguas estancadas (Tabla 3). Las especies más abundantes en los arroyos pertenecen a las familias Elmidae, Hydraenidae y Gyrinidae; y en las lagunas a Dytiscidae y Noteridae. En cuanto al índice de Shannon-Wiener, en los medios lóticos se alcanza un valor de 2.7, lo cual se encuentra dentro del rango habitual propuesto por Magurran (1989); mientras que los medios leníticos presentan un valor de 0.8, el cual se encontraría fuera de dicho rango. En nuestra área de estudio, el valor medio del índice es de 1.7 (Tabla 3).

Siguiendo el esquema corológico propuesto por Ribera *et al.* (1998), se asignaron las 40 especies presentes en esta zona LIC a sus correspondientes categorías corológicas. El corotipo dominante lo constituyen especies de distribución transibérica (48 %), seguido de las especies endémicas (28 %) y septentrionales (23 %). Hay que destacar un importante número de en-

Tabla 2. Abundancia de las especies de coleópteros acuáticos capturados en las Gándaras de Budiño. *Abundance of the aquatic Coleopteran species captured in Gándaras of Budiño.*

| | GB1 | GB2 | GB3 | GB4 | GB5 | GB6 | GB7 | GB8 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Gyrinidae | | | | | | | | |
| <i>Orectochilus villosus</i> (O.F. Müller, 1176) | | | | | | 44 | | 21 |
| Haliplidae | | | | | | | | |
| <i>Haliplus (Neohaliplus) lineatocollis</i> (Marsham, 1802) | | | | | | | | 1 |
| Noteridae | | | | | | | | |
| <i>Noterus laevis</i> Sturm, 1834 | 1 | 1 | 89 | 96 | | | | |
| Dytiscidae | | | | | | | | |
| <i>Agabus bipustulatus</i> (Linné, 1767) | | 1 | | | | 1 | | |
| <i>Bidessus minutissimus</i> (Germar, 1824) | | | | 7 | | | | 1 |
| <i>Hydroglyphus geminus</i> (Fabricius, 1792) | | | | | | | | 6 |
| <i>Hydroporus gyllenhalii</i> Schiödte, 1841 | | | | | 1 | | | |
| <i>Hydroporus tesellatus</i> Drapiez, 1819 | | | | | | | | 1 |
| <i>Nebrioporus (Nebrioporus) carinatus</i> (Aubé, 1838) | | | | | | | | 1 |
| <i>Stictonectes</i> sp. Brink, 1943 | 1 | | | | | | | |
| <i>Stictotarsus bertrandi</i> (Legros, 1956) | | | | | | 1 | | |
| <i>Hyphydrus aubei</i> Ganglbauer, 1891 | | | 1 | | | | | |
| <i>Laccophilus hyalinus</i> (De Geer, 1774) | | | 10 | 8 | | | | |
| Helophoridae | | | | | | | | |
| <i>Helophorus (Rhopalhelophorus) minutus</i> Fabricius, 1775 | | | 1 | 1 | | | | |
| <i>Helophorus (Trichohelophorus) alternans</i> Gené, 1836 | | | | 1 | | | | 1 |
| Hydrochidae | | | | | | | | |
| <i>Hydrochus angustatus</i> Germar, 1824 | | | | 1 | 3 | | | |
| Hydrophilidae | | | | | | | | |
| <i>Anacaena globulus</i> (Paykull, 1798) | 3 | 1 | | | 5 | 3 | 1 | 8 |
| <i>Berosus (Berosus) signaticollis</i> (Charpentier, 1825) | | | | | | | | 2 |
| <i>Helochares (Helochares) lividus</i> (Forster, 1771) | | | | | | | | 1 |
| <i>Laccobius (Dimorpholaccobius) sinuatus</i> Motschulsky, 1849 | | | | | | | | 1 |
| Hydraenidae | | | | | | | | |
| <i>Hydraena barrosi</i> D' Orchymont, 1934 | | | | | 1 | 9 | | |
| <i>Hydraena brachymera</i> D' Orchymont, 1936 | | | | | 191 | 56 | 28 | 9 |
| <i>Hydraena corinna</i> D' Orchymont, 1936 | | | | | 35 | 7 | | |
| <i>Hydraena iberica</i> D' Orchymont, 1936 | | | 1 | | 7 | 18 | 14 | 10 |
| <i>Hydraena inapicipalpis</i> Pic, 1918 | | | | | 1 | | | |
| <i>Hydraena testacea</i> Curtis, 1830 | | | | | 8 | 1 | | |
| Scirtidae | | | | | | | | |
| <i>Cyphon</i> sp. Paykull, 1799 | | 1 | | 1 | | | | |
| <i>Elodes</i> sp. Latreille, 1796 | | | | | 3 | 1 | | |
| <i>Hydrocyphon</i> sp. Redtenbacher, 1858 | 7 | | | | | 5 | | 24 |
| Elmidae | | | | | | | | |
| <i>Dupophilus brevis</i> Mulsant & Rey, 1872 | | | | | 4 | 90 | 1 | 4 |
| <i>Elmis aenea</i> (P.W.J. Müller, 1806) | | | | | 23 | 19 | 6 | |
| <i>Elmis maugetii maugetii</i> Latreille, 1798 | | | | | 130 | 46 | | |
| <i>Elmis rioloides</i> (Kuwert, 1890) | | | | | 8 | 5 | 10 | 1 |
| <i>Esolus parallelepipedus</i> (P.W.J.Müller, 1806) | | | | | 1 | 43 | 3 | 15 |
| <i>Oulimnius bertrandi</i> Berthélemy, 1964 | | | 3 | | | 166 | 113 | 7 |
| <i>Oulimnius troglodytes</i> (Gyllenhal, 1827) | | | | | 1 | 28 | 7 | 51 |
| <i>Oulimnius tuberculatus perezii</i> (Crotch in Sharp, 1872) | | | | | 7 | 30 | 31 | 5 |
| <i>Limnius perrisi carinatus</i> (Pérez-Arcas, 1865) | | | | | 155 | 97 | 8 | 58 |
| <i>Limnius volckmari</i> (Panzer, 1793) | 2 | | 9 | 1 | 49 | 358 | 119 | 116 |
| Dryopidae | | | | | | | | |
| <i>Dryops luridus</i> (Erichson, 1847) | | | 2 | 17 | 7 | 3 | 2 | 3 |

Tabla 3. Valores de riqueza de especies, abundancia y diversidad en ambos tipos de ecosistemas. *Species richness, abundance and diversity values in both types of ecosystems.*

| | Riqueza | Abundancia | H' |
|-------------------------------|---------|------------|-----|
| GB1 | 1 | 12 | 0 |
| GB2 | 2 | 4 | 1 |
| GB3 | 8 | 116 | 1.3 |
| GB4 | 6 | 133 | 0.9 |
| Valor promedio en las lagunas | 4.25 | 66.25 | 0.8 |
| GB5 | 17 | 633 | 2.6 |
| GB6 | 18 | 1048 | 3.1 |
| GB7 | 11 | 317 | 2.4 |
| GB8 | 19 | 347 | 3 |
| Valor promedio en los arroyos | 16.25 | 586.25 | 2.7 |

demismos (10 especies) en una zona relativamente pequeña como la estudiada. Estos endemismos están representados por: *Nebrioporus carinatus* (Aubé, 1838) y *Stictotarsus bertrandi* (Legros, 1956), entre los Dytiscidae. En la familia Hydraenidae se han encontrado: *Hydraena barrosi* D'Orchymont, 1934, *Hydraena brachymera* D'Orchymont, 1936, *Hydraena corinna* D'Orchymont, 1936, *Hydraena iberica* D'Orchymont, 1936 e *Hydraena inapicipalpis* Pic, 1918. A Elmidae pertenecen: *Oulimnius bertrandi* Berthélemy, 1964, *Oulimnius tuberculatus perezii* (Crotch in Sharp, 1872) y *Limnius perrisi carinatus* (Pérez-Arcas, 1865). Todas estas especies aparecieron en medios de agua corriente.

Las variables ambientales medidas sufrieron una mayor variación temporal en los medios leníticos que en los lóticos (Tabla 4). Llama la

atención el valor tan elevado de algunos parámetros, como por ejemplo, los valores de conductividad registrados en el punto GB1 (laguna de Budiño) en los meses de julio (629 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y febrero (553 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Asimismo, se observa también un déficit de oxígeno en los puntos GB1 y GB2, que podría deberse a la descomposición de materia orgánica presente en el agua (Paz, 1993) o a la presencia en la superficie de sustancias aceitosas, observada durante los muestreos, que impidan el intercambio gaseoso con la atmósfera.

En relación con el CCA, el análisis basado en los dos primeros ejes explica el 55.8 % de la varianza acumulada en los datos de las especies y el 84.5 % de la varianza acumulada en la relación especies-variables ambientales, tal y como se aprecia en la Tabla 5. Al realizar el análisis, se eliminó la variable TDS, al ser redundante con

Tabla 4. Valores medios, mínimos y máximos de los parámetros fisicoquímicos ($n = 13$). *Average, minimum and maximum values of the physicochemical parameters (n = 13).*

| | Tª agua (°C) | | | pH | | | %O ₂ | | | Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | | | TDS (mg/l) | | |
|------------|--------------|------|------|------|------|------|-----------------|------|------|---|------|------|------------|------|------|
| | Med. | Mín. | Máx. | Med. | Mín. | Máx. | Med. | Mín. | Máx. | Med. | Mín. | Máx. | Med. | Mín. | Máx. |
| GB1 | 12.4 | 6.7 | 20.6 | 6.46 | 6.1 | 7.2 | 29.6 | 5.7 | 63.3 | 312 | 52.5 | 629 | 155 | 30 | 298 |
| GB2 | 15.6 | 6.15 | 37.3 | 5.86 | 5.08 | 7.15 | 41.4 | 4 | 89 | 136 | 28.7 | 300 | 82.1 | 13 | 182 |
| GB3 | 17.8 | 10.1 | 30.8 | 6.94 | 6.3 | 7.56 | 62.7 | 18.3 | 118 | 186 | 39.3 | 262 | 104 | 24 | 307 |
| GB4 | 17.6 | 8.1 | 32 | 7.12 | 5.16 | 8.9 | 74.7 | 25 | 119 | 113 | 22.8 | 165 | 64.3 | 11 | 128 |
| GB5 | 14 | 10.9 | 17 | 6.58 | 5.3 | 8.55 | 94.5 | 67 | 111 | 64.1 | 12.1 | 100 | 36.5 | 6 | 70 |
| GB6 | 13.7 | 10.9 | 16.6 | 6.29 | 4 | 7.8 | 94.1 | 80.2 | 113 | 47.6 | 8.5 | 56 | 27.3 | 11 | 51 |
| GB7 | 13.2 | 8.8 | 17.8 | 6.66 | 5.85 | 8.48 | 95.1 | 58 | 110 | 44.4 | 7.1 | 60.4 | 23.5 | 9 | 48 |
| GB8 | 13.6 | 10.2 | 19.8 | 6.51 | 5.89 | 7.71 | 96.1 | 83.6 | 108 | 50.8 | 9.6 | 68 | 28.5 | 12 | 59 |

Tabla 5. Autovalores y porcentaje de varianza acumulada para los ejes del CCA. *Autovalues and cumulative percentage variance for the CCA axes.*

| Ejes | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Autovalores | 0.881 | 0.285 | 0.123 | 0.092 |
| Porcentaje varianza acumulada | | | | |
| datos de especies | 42.1 | 55.8 | 61.6 | 66.0 |
| relación especies-ambiente | 63.8 | 84.5 | 93.3 | 100.0 |

la conductividad. El tanto por ciento de oxígeno O₂ presenta una elevada correlación negativa con la conductividad ($r = -0.96$) y con la temperatura del agua ($r = -0.77$). Asimismo, todos los parámetros presentan valores de correlación muy altos con respecto al eje 1, positivos para temperatura del agua ($r = 0.97$), pH ($r = 0.74$) y conductividad ($r = 0.78$); y negativo para el tanto por ciento de oxígeno ($r = -0.83$). El eje 2 está asociado a las especies y separa ambos tipos

de hábitats (Fig. 2). Las lagunas (puntos GB2, GB3 y GB4) presentan una relación positiva con la temperatura, el pH y la conductividad, y negativa con el tanto por ciento de oxígeno. Algunas especies asociadas a estos puntos son *Noterus laevis*, *Laccophilus hyalinus* y *Helophorus minutus*. Sin embargo, la mayoría de las especies aparecen relacionadas con los puntos GB5, GB6, GB7 y GB8, todos ellos arroyos, ya que son especies fundamentalmente ligadas a aguas corrientes, como por ejemplo *Orectochilus villosus*, *Dupophilus brevis*, *Elmis aenea* o *Hydraena brachymera* (Valladares, 1988; Garrido, 1990; Gayoso, 1998). Estos puntos están asociados a valores altos de tanto por ciento de oxígeno. El eje 2 actúa como un gradiente que separa los arroyos entre si, apareciendo el punto GB5 separado del resto. Esto puede ser debido a la presencia de fauna diferente. En este punto se recolec-

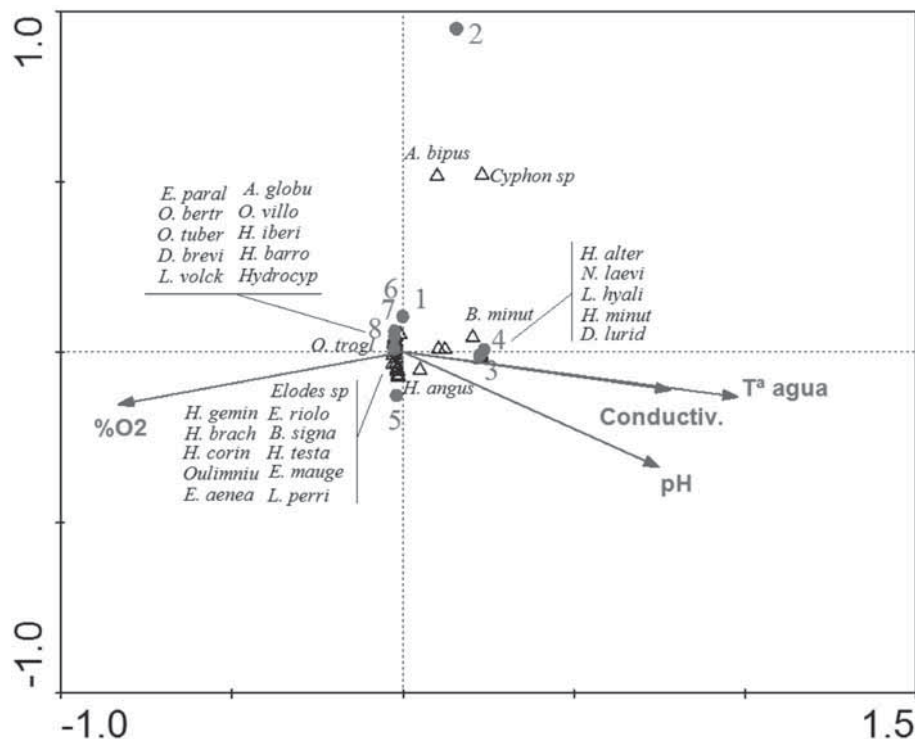


Figura 2. Resultado del Análisis de Correspondencias Canónicas (CCA) de las especies de coleópteros respecto a las variables ambientales. Las flechas representan los parámetros fisicoquímicos, los círculos las estaciones de muestreo y los triángulos las especies de coleópteros acuáticos. *Results of the Canonical Correspondence Analysis (CCA) of the Coleopteran species in reference to environmental variables. The arrows represent the physicochemical parameters, the circles the sampling points, and the triangles the aquatic Coleopteran species.*

taron especies únicas como *Hydrochus angustatus*; y otras como *Elmis maugetii maugetii*, *Hydraena barrosi*, *H. corinna* o *H. testacea*, aparecieron sólo en GB5 y GB6, en lo que a medios corrientes se refiere. Por el contrario, especies como *Oulimnius bertrandi*, presente en el resto de los puntos lóticos, no se recogió en GB5.

DISCUSIÓN

Tras analizar los resultados, observamos que el número de especies (40) concuerda con lo indicado por Bameul (1994), que considera que un humedal está en buenas condiciones cuando alberga entre 40 y 50 especies de coleópteros acuáticos. Sin embargo, en general las aguas estancadas son más diversas que las aguas corrientes (European Pond Conservation Network, 2008), por lo que llama la atención el bajo número de especies (16) en los medios leníticos, lo que podría ser un síntoma de posible contaminación, ya que en general, se considera que en las aguas contaminadas se reduce el número de especies debido a la desaparición de las más sensibles (Margalef, 1983).

Según Duigan *et al.* (1998), la riqueza de especies es uno de los parámetros más importantes que se usan para valorar el estado de conservación de un hábitat. Si comparamos el presente estudio con otros similares, observamos que, por ejemplo Valladares *et al.* (2002) identificaron 92 especies en 12 lagunas asociadas al Canal de Castilla (Palencia), y Valladares *et al.* (1994) 50 especies en la laguna de La Nava (Palencia); mientras que Régil & Garrido (1993) en un estudio sobre la laguna de Villafáfila (Zamora) recogieron 31 especies de coleópteros acuáticos, pero únicamente del suborden Adephaga. Garrido & Munilla (2007) hallaron 52 especies de coleópteros acuáticos en tres lagunas costeras de Galicia.

Asimismo, los valores de diversidad obtenidos indican que este parámetro es notablemente bajo en el área de estudio (1.7), debido a la escasa diversidad hallada en los medios leníticos (0.8), tal y como ocurre en el punto GB1, perteneciente a la principal laguna de esta zona húmeda, donde la diversidad fue nula. Estos valores se podrían comparar con

los hallados por Valladares *et al.* (1994), que obtuvieron valores superiores a 3 en la mayoría de los muestreos en la laguna de La Nava, o superiores a 3.5 en la mayor parte de las lagunas asociadas al Canal de Castilla (Valladares *et al.*, 2002). También Montes *et al.* (1982) hallaron valores de diversidad superiores a 3 en las cuatro lagunas muestreadas en el bajo Guadalquivir.

Los valores de las variables fisicoquímicas sufren una gran variación en las lagunas, mientras que en los arroyos se mantienen más constantes. El CCA indica que las lagunas están relacionadas con valores altos de conductividad y los arroyos con valores elevados de saturación de oxígeno. Estos datos podrían indicar algún tipo de contaminación, en consonancia con García-Criado (1999), que halló valores superiores a 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en los tramos más afectados por la minería en varios ríos leoneses. Según Paz (1993) la conductividad es un buen indicador de determinados tipos de polución puesto que los vertidos de aguas residuales suelen traducirse en un aumento de este parámetro. Trigal (2006) en un estudio sobre las lagunas esteparias de la depresión del Duero, halla en varias lagunas valores elevados de conductividad (superiores a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y comenta que probablemente se deba al impacto agrícola. Garrido & Munilla (2007) también obtuvieron valores superiores a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en casi todas las estaciones de muestreo en la laguna de Vixán (A Coruña) debido a un incremento en la salinidad, algo que en nuestro caso no es posible, ya que no se trata de lagunas costeras. La proximidad de un polígono industrial, de industrias relacionadas con la extracción de arcilla, de la autovía A-55 y de campos de cultivo, pueden ser las causas del aporte de contaminantes que están provocando un progresivo deterioro de esta zona húmeda.

Desde este estudio planteamos que sería necesario poner en marcha el proyecto de “Restauración, conservación y uso público de Las Gándaras de Budiño y riberas del Río Louro”, aprobado por el Ministerio de Medio Ambiente en septiembre de 2007, para mejorar el estado de conservación de este lugar, ya que tanto los bajos valores de los parámetros de la comunidad como el análisis de las variables fisicoquímicas indican una posible contaminación de las aguas estancadas de esta zona LIC.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se engloba dentro del proyecto “Estudio de la biodiversidad de invertebrados acuáticos en las Gándaras de Budiño. Lugar de Importancia Comunitaria (Red Natura 2000)” (PGIDIT02RFO30102PR), subvencionado por la Xunta de Galicia (Programa de Biodiversidad y Recursos Forestales).

BIBLIOGRAFÍA

- BAMEUL, F. 1994. Les Coléoptères aquatiques des Marais de La Perge (Gironde), témoins de la fin des temps glaciaires en Aquitaine. *Bull. Soc. Entomol. France*, 99: 301-321.
- 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(1): 115-128.
- CASADO, S. & C. MONTES. 1995. *Guía de los lagos y humedales de España*. Madrid. J. M. Reyero Editor. 255 pp.
- CASTRO, A., J. M. HIDALGO & A. M. CÁRDENAS. 2003. Nuevos datos sobre los coleópteros acuáticos del Parque Nacional de Doñana (España): Capturas realizadas mediante trampas de luz y técnicas de muestreo para fauna edáfica. *Bol. S.E.A.*, 33: 153-159.
- CONVENCIÓN RAMSAR. 1971. Los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas. Ramsar (Irán), 2 de febrero de 1971. UN Treaty Series No. 14583. Modificada según el Protocolo de París, 3 de diciembre de 1982, y las Enmiendas de Regina, 28 de mayo de 1987. UNESCO.
- D.O.C.E. 1979. Directiva 79/409/CEE del Consejo de 2 de abril de 1979 relativa a la conservación de las aves silvestres. D.O.C.E. L 103 de 25.4.1979. 25 pp.
- D.O.C.E. 1992. Directiva 92/43/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. D.O.C.E. L 206 de 22.7.1992. 55 pp.
- D.O.C.E. 2000. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. D.O.C.E. L 327 de 22.12.00. 69 pp.
- D.O.C.E. 2004. Decisión de la Comisión de 7 de diciembre de 2004 por la que se aprueba, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo, la lista de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica atlántica. D.O.C.E. L 387 de 29.12.2004. 96 pp.
- DUIGAN, C. A., T. E. H. ALLOT, D. T. MONTEITH, S. T. PATRICK, J. LANCASTER & J. M. SEDA. 1998. The ecology and conservation of Llyn Idwal and Llyn Cwellyn (Snowdonia National Park, North Wales, U.K.)- two lakes proposed as Special Areas of Conservation in Europe. *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.*, 8: 325-360.
- EUROPEAN POND CONSERVATION NETWORK (EPCN). 2008. The Pond Manifesto. www.europeanponds.org.
- EYRE, M. D. & S. P. RUSHTON. 1989. Quantification of conservation criteria using invertebrates. *J. Appl. Ecol.*, 26: 159-171.
- 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*, 533: 87-98.
- FAIRCHILD, G. W., A. M. FAULDS & J. F. MATTA. 2000. Beetle assemblages in ponds: effects of habitat and site age. *Freshwat. Biol.*, 44: 523-534.
- FAIRCHILD, G. W., J. CRUZ & A. M. FAULDS. 2003. Microhabitat and landscape influences on aquatic beetle assemblages in a cluster of temporary and permanent ponds. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 22(2): 224-240.
- 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. Univ. Newcastle. Newcastle Upon Tyne.
- FOSTER, G. N., A. P. FOSTER, M. D. EYRE & D. T. BILTON. 1990. Classification of water beetle assemblages in arable fenland and ranking of sites in relation to conservation value. *Freshwat. Biol.*, 22: 343-354.
- GARCÍA de JALÓN, D. 1982. Los insectos como bioindicadores de la contaminación. *Quercus*, 4: 36-39.
- GARCÍA-CRIADO, F. 1999. *Impacto de la minería del carbón sobre Hydraenidae y Elmidae (Coleoptera) en la cuenca del río Sil (León, España)*. Tesis Doctoral. Universidad de León, 281 pp. (inédita).

- GARCÍA-CRIADO, F. 2002. Distribución y autoecología de Coleoptera acuáticos en ríos afectados por minería del carbón (cuenca del Sil, León, España). 2. Hydraenidae. *Boln. Asoc. Esp. Ent.*, 26 (1-2): 69-89.
- GARCÍA-CRIADO, F. & M. FERNÁNDEZ-ALÁEZ. 1995. Aquatic Coleoptera (Hydraenidae and Elmidae) as indicators of the chemical characteristics of water in the Órbigo River basin (N-W Spain). *Ann. Limnol.*, 31: 185-199.
- GARCÍA-CRIADO, F. & M. FERNÁNDEZ-ALÁEZ. 2001. Hydraenidae and Elmidae assemblages (Coleoptera) from Spanish river basin: good indicators of coal mining pollution? *Arch. Hydrobiol.*, 150: 641-660.
- 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. *Eur. J. Entomol.*, 96: 37-44.
- GARCÍA-CRIADO, F., M. FERNÁNDEZ-ALÁEZ & J. A. RÉGIL. 1995. Datos sobre la ecología de la familia Elmidae en la cuenca del río Órbigo (León, España). *Boll. Soc. Ent. Ital.*, 126(3): 200-210.
- GARRIDO, J. 1990. *Adephaga y Polyphaga acuáticos (Coleoptera) en la provincia fitogeográfica Orocantábrica (Cordillera Cantábrica)*. Tesis Doctoral. Secretariado de Publicaciones. Universidad de León. Microficha nº 59. 432 pp.
- 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 Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.* Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/aqc.883.
- GARRIDO, J. & C. E. SAINZ-CANTERO. 2004. Diversidad de coleópteros acuáticos en la Península del Barbanza (Galicia, NW España) (Coleoptera, Adephaga y Polyphaga). *Nouv. Revue Ent. (N.S.)*, 21(1): 49-64.
- GAYOSO, A. 1998. *Los coleópteros acuáticos de la familia Elmidae Curtis, 1830 de Galicia*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Santiago de Compostela. 103 pp.
- GONZÁLEZ, J., F. NOVOA & A. BASELGA. 2005. Coleópteros acuáticos de la Sierra de Xistral, noroeste la Península Ibérica (Coleoptera: Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae e Hydrophilidae). *Nouv. Revue. Ent. (N.S.)*, 22(2): 107-115.
- LOZANO-QUILIS, M. A., A. PUJANTE & F. MARTÍNEZ-LÓPEZ. 2001. Macroinvertebrados y calidad de las aguas de algunos ríos de la provincia de Valencia (España). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.)*, 96: 151-164.
- MAGURRAN, A. E. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Vedral, Barcelona. 200 pp.
- MARGALEF, R. 1983. *Limnología*. Omega. Barcelona. 1010 pp.
- MARTÍNEZ-BASTIDA, J. J., M. ARAUZO & M. VALLADOLID. 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.
- MONTES, C., L., RAMÍREZ & A. G. SOLER, 1982. *Variación estacional de las taxocenosis de Odonatos, Coleópteros y Heterópteros acuáticos en algunos ecosistemas del bajo Guadalquivir (SW España) durante un ciclo anual*. Anales Universidad de Murcia (Cienc.), 38: 21-100.
- NOSS, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4: 355-364.
- OSCOZ, J., F. CAMPOS & M. C. ESCALA. 2006. Variación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en relación con la calidad de las aguas. *Limnetica*, 25(3): 683-692.
- 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. 381 pp.
- PÉREZ-QUINTERO, J. C. 2007. Diversity, habitat use and conservation of freshwater molluscs in the coger Guadiana River basin (SW Iberian Peninsula). *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.*, 17: 485-501.
- PEARSON, D. L. 1994. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 345: 75-79.
- RÉGIL CUETO, J. A. & J. GARRIDO. 1998. Fauna acuática de las Lagunas de Villafáfila (Zamora, España) (Coleoptera, Adephaga). *Bull. Soc. entomol. France*, 98: 371-380.
- RIBERA, I. & G. FOSTER, 1993. Uso de Coleópteros acuáticos como indicadores biológicos (Coleoptera). *Elitron*, 6: 61-75.

- RIBERA, I., C. HERNANDO, P. AGUILERA & A. MILLÁN. 1998. Especies poco conocidas o nuevas para la familia ibérica de coleópteros acuáticos (Coleoptera: Dytiscidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Dryopidae). *Zapateri Revta. Aragon Ent.*, 7 (1997): 83-90.
- SILVA-PANDO, F. J., N. R. GARCÍA-MARTÍNEZ & E. VALDÉS-BERMEJO. 1987. *Vegetación de las Gándaras de Budiño*. Diputación Provincial de Pontevedra. 46 pp.
- TER BRAAK, C. J. F. & P. ŠMILAUER. 2002. *CANOCO Referente manual and CanoDraw for Windows User's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)*. Microcomputer Power, Ithaca.
- TRIGAL, C. 2006. *Evaluación del estado ecológico de las lagunas esteparias de la depresión del Due-ro: ¿son los macroinvertebrados buenos indicadores?* Tesis doctoral, Universidad de León. 238 pp.
- VALLADARES, L. F. & J. GARRIDO. 2001. Coleópteros acuáticos de los humedales asociados al Canal de Castilla (Palencia, España): Aspectos faunísticos y fenológicos (Coleoptera, Adepaga y Polyphaga). *Nouv. Revue. Ent. (N.S.)*, 18(1): 61-76.
- VALLADARES, L. F., J. GARRIDO & B. HERREIRO. 1994. The annual cycle of the community of aquatic Coleoptera (Adepaga and Polyphaga) in a rehabilitated wetland pond: the Laguna de La Nava (Palencia, Spain). *Annl. Limnol.*, 30(3): 209-220.
- VALLADARES, L. F., J. GARRIDO & F. GARCÍA-CRIADO. 2002. The assemblages of aquatic Coleoptera from shallow lakes in the northern Iberian Meseta: Influence of environmental variables. *Eur. J. Entomol.*, 99: 289-298.