
Calidad biológica de las aguas de los ríos del Parque Natural de la Sierra de Huétor (Granada, España)

Biological quality of the water from Parque Natural de la Sierra de Huétor (Granada, Spain) rivers

P. JÁIMEZ-CUÉLLAR^{1,2}, J.M. LUZÓN-ORTEGA^{1,2}, M. RUIZ-RODRÍGUEZ¹, J.A. PALOMINO-MORALES^{1,2}, J.M. TIerno DE FIGUEROA^{1,2} y J. ALBA-TERCEDOR^{1,2}

¹ Dpto. de Biología Animal y Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. 18071 Granada. España. E-mail: acuatica@ugr.es

² Hydraena S.L.L. C/Nenúfares, 8. 18170 Jun. Granada. España. E-mail: hydraena@eresmas.com

Palabras clave: BMWP⁹, calidad biológica, macroinvertebrados, ríos, arroyos, Sierra de Huétor, Sur de España.

Key words: BMWP⁹, water quality, macroinvertebrates, rivers, streams, Sierra de Huétor, Southern Spain.

RESUMEN

Se realiza un estudio sobre el estado ecológico de las aguas de varios arroyos del Parque Natural de la Sierra de Huétor (Granada, España) mediante el empleo del índice biológico BMWP⁹. Se eligieron cinco medios acuáticos de diversas características en cuanto a su carácter permanente o estacional. La comunidad de macroinvertebrados estudiados muestra la ausencia de taxones a nivel de familia exclusivos de medios estacionales que llegan a secarse durante algún periodo del año, un 51,8% de taxones ligados a aguas permanentes y un 48,2% presentes en ambos tipos de medios. Los resultados muestran una calidad biológica generalmente buena para los distintos puntos estudiados.

ABSTRACT

A study on the water ecological status of some streams from *Parque Natural de Sierra de Huétor* (Granada, Spain) is realized by means of BMWP⁹ biological index. Five aquatic points with different characteristics (seasonal or permanent) were selected. The studied macroinvertebrate communities show the absence of family taxons exclusive from seasonal streams drying during a period of the year, 51.8% of the taxons related to permanent waters and 48.2% of the taxons present in both types of aquatic systems. Results show a good water quality for the different studied points.

INTRODUCCIÓN

El Parque Natural de la Sierra de Huétor está formado por una unidad montañosa de mediana altitud situada en la provincia de Granada, rica en medios acuáticos (arroyos, fuentes, charcas, etc) tanto de carácter temporal como permanente.

Recientes estudios sobre algunos grupos de macroinvertebrados de la Sierra de Huétor han puesto de manifiesto una gran riqueza específica. Entre ellos, destacan los trabajos en plecópteros (Tierno de Figueroa

et al., 1997, 1998; Luzón-Ortega *et al.*, 1998, 1999a, 1999b; Luzón-Ortega y Tierno de Figueroa, 2000a), odonatos (Luzón-Ortega y Tierno de Figueroa, 2000b), heterópteros (Jáimez-Cuéllar *et al.*, 2000), efemerópteros (Alba-Tercedor y Jáimez-Cuéllar, 1999) y otros grupos (Aceituno-Castro *et al.*, 1999).

No obstante la información sobre la calidad biológica de los medios acuáticos de este entorno es escasa y limitada a dos puntos en del río Fardes, como parte de un amplio estudio inédito sobre la Cuenca del Río Guadiana Menor (Picazo-Muñoz, 1995).

La finalidad del presente trabajo es catalogar el estado de calidad de las aguas de algunos ríos del parque mediante el uso del índice BMWP' (Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega, 1988; Alba-Tercedor, 1996) en ríos de carácter permanente y estacional.

Esto último resulta de especial interés dadas las características peculiares de los ríos mediterráneos, marcados por grandes fluctuaciones de caudal que provocan que durante el estiaje muchos de ellos se sequen o disminuyan drásticamente su caudal (En: Bonada *et al.*, 2000). Como consecuencia de ello, las comunidades de macroinvertebrados de estos ríos presentan diferencias en composición con respecto a las de ríos permanentes (Vidal-Abarca *et al.*, 1992; Gasith y Resh, 1999; y otros).

ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Natural de la Sierra de Huétor, englobado dentro del Sistema Penibético, está constituido por un macizo montañoso que agrupa varias sierras: Sierra Arana, Sierra de Cogollos, Sierra de la Yedra, Sierra de la Alfaguara y Sierra de Huétor-Santillán, cuya cota máxima se sitúa en el Pico del Majalijar (1889 m.s.n.m.) y con cota mínima en los 1100 m.s.n.m. La composición geológica del parque es fundamentalmente caliza, lo que condiciona la existencia de fenómenos kársticos y la riqueza de fuentes. Todo este conjunto montañoso se encuentra comprendido entre los pisos bioclimáticos meso- y supramediterráneos.

Se seleccionaron cinco estaciones de muestreo que representaban tanto cursos de agua permanente como temporales, todos ellos sin ningún tipo de contaminación de origen antrópico:

E1. Barranco de Fuente Grande, Huétor-Santillán, 1400 m, UTM: 30SVG592307. Permanente con marcada disminución de caudal.

E2. Fuente de la Teja, Alfacar, 1250 m, UTM: 30SVG550252. Fuente permanente con curso estacional.

E3. Arroyo de las Perdices, Huétor-Santillán, 1350 m, UTM: 30SVG582278. Estacional.

E4. Arroyo de Prado Negro, Cortijo del Despeñadero, Huétor-Santillán, 1320 m, UTM: 30SVG598303. Permanente.

E5. Río Bermejo, Cortijo de Carialfaquí, Cogollos-Vega, 1200 m, UTM: 30SVG535265. Permanente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los muestreos de los arroyos temporales se realizaron en tres momentos del año que coincidieron con su máximo caudal (marzo de 2001), con el inicio del estiaje (abril de 2001) y con el mínimo caudal previo a la sequía (junio de 2001). Respecto a los arroyos permanentes, los muestreos, a fines de comparación, se realizaron en las mismas fechas.

Los muestreos consistieron en la colecta de macroinvertebrados siguiendo la metodología adecuada para el cálculo del índice BMWP' (Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega, 1988; Alba-Tercedor, 1996). Los ejemplares fueron conservados en alcohol e identificados a nivel de familia en el laboratorio, salvo Oligochaeta e Hydracarina que se identificaron a nivel de orden.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Macroinvertebrados

Se detectaron 56 taxones, todos ellos a nivel de familia (excepto Oligochaeta e Hydracarina), en el Parque Natural de la Sierra de Huétor, de los cuales 47 (83,93%) fueron familias de insectos, 1 familia de crustáceos (0,02%), 1 taxón a nivel orden

dentro de los quelicerados (0,02%), 2 familias de moluscos (0,04%), 2 familias de turbelarios (0,04%) y 3 taxones de anélidos (0,05%) (tabla 1). La estación del Río Bermejo (E5) fue la que presentó mayor diversidad, seguida por la estación del Arroyo de Prado Negro (E4), ambas de carácter permanente. La estación E3 (Arroyo de las Perdices) mostró el más claro descenso en número de taxones en el tercer muestreo, lo que está relacionado con su carácter

temporal. En lo que respecta a E2 (Fuente de la Teja), presenta valores intermedios de diversidad entre las estaciones permanentes y estacionales, lo que podría ser causado por su régimen hídrico (ver área de estudio). La estación del Barranco de Fuente Grande (E1), a pesar de ser permanente, presenta una marcada disminución del caudal que podría ser responsable de los bajos valores de diversidad de taxones.

Taxones	E1			E2			E3			E4			E5		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
Aeshnidae						X							X	X	X
Ancylidae						X							X		
Athericidae	X	X	X								X		X	X	
Baetidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Brachycentridae													X		
Caenidae													X		X
Calopterygidae								X					X	X	
Capniidae							X				X		X		
Chironomidae	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
Cordulegasteridae					X	X							X	X	
Dixidae							X	X	X			X			
Dryopidae								X							X
Dugesiiidae			X												
Dytiscidae				X	X	X	X	X	X			X	X	X	X
Elmidae	X	X								X	X	X	X	X	
Ephemeraidae	X	X	X		X	X					X	X	X	X	X
Erpobdellidae										X	X				
Gammaridae										X	X	X			
Gerridae		X		X	X	X	X	X					X	X	X
Glossiphoniidae							X			X	X				
Glossosomatidae		X													
Gomphidae			X												X
Gyrinidae						X		X							X
Haliplidae								X							X
Heptageniidae		X								X	X	X	X	X	
Hydracarina	X									X		X	X		
Hydraenidae				X	X		X			X	X		X		X
Hydrometridae							X	X							X
Hydrophillidae			X	X		X	X	X				X	X	X	X
Hydropsychidae	X	X		X	X					X	X	X	X	X	X
Leptoceridae															X
Leptophlebiidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X
Leuctridae	X		X	X	X	X	X		X	X			X	X	X
Limnephilidae	X	X	X	X	X				X	X	X			X	X
Limoniidae			X	X	X		X	X			X				X
Nemouridae	X	X		X	X		X	X		X	X	X	X		
Nepidae															X

Notonectidae		X			X	X	X			X	X				
Oligochaeta	X	X	X			X	X		X	X	X				
Perlidae		X							X						
Perlodidae	X	X				X	X	X	X	X	X				
Phylopotamidae					X	X									
Planariidae		X		X	X	X			X	X	X				
Platycnemididae				X							X				
Polycentropodidae					X						X				
Psychodidae	X	X			X	X					X				
Rhyacophilidae	X	X			X				X		X				
Scirtidae					X				X	X					
Sericostomatidae	X			X					X		X				
Sialidae											X				
Simuliidae		X	X		X	X			X	X	X				
Sphaeriidae											X				
Stratyomidae	X										X				
Tabanidae						X			X		X				
Tipuliidae			X		X		X	X	X		X				
Veliidae			X	X	X	X	X				X				
TOTAL: 56	17	20	15	16	19	19	21	17	11	20	21	20	30	22	26

Tabla 1. Presencia de taxones de macroinvertebrados acuáticos en las distintas estaciones de muestreo (E1, E2, E3, E4 y E5) y en las distintas fechas (M1: 23/III/01, M2: 22/IV/01, M3: 5/VI/01).

Table 1. Presence of aquatic macroinvertebrate taxons in the different sampling sites (E1, E2, E3, E4 & E5) and along the three dates (M1: III/23/01, M2: IV/22/01, M3: VI/5/01).

Un total de 29 taxones (51,8%) apareció exclusivamente en las estaciones permanentes y no en la de carácter estacional (E3). Los 27 taxones restantes (48,2%) aparecieron indistintamente en ambos tipos de estaciones, mientras que ningún taxón fue exclusivo de arroyos estacionales con época de sequía completa. Todo ello, por supuesto, considerando el nivel de familia sobre el que se trabaja, ya que, si descendemos a un nivel específico sí que podríamos señalar taxones exclusivos de arroyos estacionales en el Parque Natural de la Sierra de Huétor, como es el caso de los plecópteros *Hemimelaena flaviventris* (Pictet, 1841), *Nemoura cinerea* (Retzius, 1783) y *Capnia bifrons* (Newman, 1839), (Luzón-Ortega *et al.*, 1998) o el heteróptero *Velia nonalhierii iberica* Tamanini, 1968 (Jáimez-Cuéllar *et al.*, 2000). Asimismo, debemos señalar que el estudio de otros medios de carácter estacional podría mostrar la

existencia de algún taxón a nivel de familia exclusivo.

En lo que respecta a los órdenes de insectos, en cuanto a porcentaje de familias que aparecieron exclusivamente en arroyos permanentes, encontramos: el 100% de tricópteros (7 familias) y megalópteros (1 familia), el 80% de odonatos (4 de las 5 familias), el 60% de efemerópteros (3 de las 5 familias), el 25% de coleópteros (2 de las 8 familias), el 22,2% de dípteros (2 de las 9 familias) y el 20% en plecópteros (1 de las 5 familias) y hemípteros (1 de las 5 familias).

Calidad biológica de las aguas. Índice BMWP'

Los resultados de la aplicación del índice biológico de calidad de agua BMWP' (Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega, 1988; Alba-Tercedor, 1996) se recogen en la Tabla 2. A partir de los datos obtenidos se observa que:

- Las estaciones permanentes que no sufren marcados estiajes (E4 y E5) mantienen unos valores de BMWP' altos

que ponen de manifiesto una calidad "buena" (clase I).

Estación	Muestreo	Nº taxones	BMWP'	Clases de calidad
E1	M1	17	107	I
	M2	20	126	I
	M3	15	87	II
E2	M1	16	99	I-II
	M2	19	107	I
	M3	19	104	I
E3	M1	21	107	I
	M2	17	81	II
	M3	11	59	II-III
E4	M1	20	116	I
	M2	21	130	I
	M3	20	108	I
E5	M1	30	174	I
	M2	22	144	I
	M3	26	136	I

Tabla 2. Valores de BMWP' y clases de calidad del agua de las estaciones de muestreo durante las distintas fechas (M1: 23/III/01, M2: 22/IV/01, M3: 5/VI/01).

Table 2. BMWP' values and water quality classes of the sampling sites in the different sampling dates (M1: III/23/01, M2: IV/22/01, M3: VI/5/01).

- La estación 3, de tipo estacional (con sequía completa de su cauce desde comienzos del verano hasta inicios de otoño), muestra un claro descenso de los valores de BMWP' conforme disminuye el caudal, pasando de una calidad "buena" (clase I) en marzo, a una calidad "aceptable" (clase II) a finales de abril y "aceptable/dudosa" (clase II-III) en junio. Estos resultados muestran un cambio en la calidad biológica del agua, ya que las comunidades de estos ríos estacionales llegan a ser más simples al aproximarse el estiaje que las de los permanentes (Martínez-López *et al.*, 1996; Coimbra *et al.*, 1996; Domínguez *et al.*, 1997).

- En la estación 1, caracterizada por presentar agua durante todo el año pero con un acusado estiaje, los valores de BMWP' mostraron una calidad "buena" (clase I) durante los dos primeros muestreos y una ligera disminución (calidad "aceptable", clase II) en el tercer muestreo. Estos resultados

podrían tener la misma explicación que el anterior.

- La estación 2 presentó valores de BMWP' oscilantes entre calidad "buena-aceptable" (clase I-II) en los muestreos primero y tercero y "buena" (clase I) en el segundo muestreo, lo que podría explicarse por las peculiares características de esta estación, consistente en un nacimiento de agua permanente de escaso caudal y cuyo cauce se reduce a unos metros durante el verano.

Todos estos datos apoyan que el índice BMWP' funciona de manera correcta en ríos permanentes y, en el caso de los estacionales también, siempre y cuando sean aplicados en las épocas en las que no sufren estiaje. Sobre este aspecto existe una opinión contradictoria. Algunos autores como Herrera Grao y Ferreras Romero (1998) defienden la utilidad del BMWP' en la valoración y caracterización de cursos fluviales de carácter mediterráneo sin

restricciones. No obstante otros trabajos (Martínez-López *et al.*, 1996; Coimbra *et al.*, 1996; Domínguez *et al.*, 1997) presentan la opinión contraria. En este sentido, nuestros datos en ríos que no sufren contaminación de origen antrópico en ningún momento del año, muestran, coincidiendo con estos últimos autores, que se hace necesaria la aplicación del índice biológico BMWP' en este tipo de medios acuáticos, tan comunes en nuestras latitudes, solo cuando su régimen de caudal no está bruscamente disminuido.

Agradecimientos. Nuestro sincero agradecimiento a Tomas Derka (Universidad de Bratislava) por su ayuda en el trabajo de campo.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBA-TERCEDOR, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *IV Simposio del Agua en Andalucía* (SIAGA), 2: 203-213.
- ALBA-TERCEDOR, J. y JÁIMEZ-CUÉLLAR, P. 1999. Estudio preliminar de los efemerópteros de dos parques naturales andaluces (Sierra de Baza y Sierra de Huétor). *XVII Jornadas de la Asociación española de Entomología*. Bilbao, 60.
- ALBA-TERCEDOR, J. y SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnética*, 4: 51-56.
- ACEITUNO-CASTRO, E., LUZÓN-ORTEGA, J. M., TIerno DE FIGUEROA, J. M., GONZÁLEZ-CHAMORRO, B., JÁIMEZ-CUÉLLAR, P. y ZAMORA-MUÑOZ, C. 1999. Contribución al conocimiento de los insectos acuáticos de la Sierra de Huétor (Granada, España). *XVII Jornadas de la Asociación española de Entomología*. Bilbao, 58.
- BONADA, N., RIERADEVALL, M. y PRAT, N. 2000. Temporalidad y contaminación como claves para interpretar la biodiversidad de macroinvertebrados en un arroyo mediterráneo (Riera de Sant Cugat, Barcelona). *Limnética*, 18: 81-90.
- COIMBRA, C. N., GRAÇA, M. A. S. y CORTÉS, R. M. 1996. The effects of a basic effluent on macroinvertebrate community structure in a temporary mediterranean river. *Environmental pollution*, 94(3): 301-307.
- DOMÍNGUEZ, M. I., MARTÍNEZ-LÓPEZ, F. y PUJANTE, A. 1997. Determinación de la calidad de las aguas en once arroyos de la cuenca del río Cabriel. *Ecología*, 11: 63-81.
- GASITH, A. y RESH, V. H. 1999. Streams in Mediterranean climate regions: Abiotic influences and biotic responses to predictable seasonal events. *Annual Review Ecology & Systematic*, 30: 51-81.
- HERRERA GRAO, A. y FERRERAS ROMERO, M. 1998. El uso de macroinvertebrados acuáticos como indicadores en la calidad en cursos de agua con marcada estacionalidad: río Hozgarganta. *Almoraima*, 103-113.
- JÁIMEZ-CUÉLLAR, P., LUZÓN-ORTEGA, J. M. y TIerno DE FIGUEROA, J. M. 2000. Contribución al conocimiento de los hemípteros acuáticos (Insecta, Heteroptera) del Parque Natural de la Sierra de Huétor (Granada, España). *Zoologica baetica*, 11: 115-126.
- LUZÓN-ORTEGA, J. M. y TIerno DE FIGUEROA, J. M. 2000a. Primeras citas de *Capnia bifrons* (Newman, 1839) (Plecoptera, Capniidae) en el sur de la Península Ibérica. *Boletín de la Asociación española de Entomología*, 24(3-4): 218-219.
- LUZÓN-ORTEGA, J. M. y TIerno DE FIGUEROA, J. M. 2000b. Primeras citas de odonatos (Insecta, Odonata) del Parque Natural de la Sierra de Huétor (Granada, España). *Boletín de la Asociación española de Entomología*, 24(1-2): 257-259.
- LUZÓN-ORTEGA, J. M., TIerno DE

- FIGUEROA, J. M. y SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1998. Faunística y fenología de los plecópteros (Insecta, Plecoptera) de la Sierra de Huétor (Granada, España). Relación con otras áreas del sur de la Península Ibérica y Norte de África. *Zoologica baetica*, 9: 91-106.
- LUZÓN-ORTEGA, J. M., TIERNO DE FIGUEROA, J. M. y SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1999a. Estudio de la variabilidad morfológica en una población de *Leuctra maroccana* Aubert, 1956 (Plecoptera, Leuctridae). *Boletín de la Asociación española de Enomología*, 23(1-2): 9-13.
- LUZÓN-ORTEGA, J. M., TIERNO DE FIGUEROA, J. M. y SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1999b. The nymphs of *Capnionneura* Ris, 1905 (Plecoptera, Capniidae) of the Iberian Peninsula and Northern Africa. Description of *Capnionneura gelesae* Berthélemy & Baena, 1984 and *C. libera* (Navás, 1909) nymphs. *Annales Société Entomologique France*, 35(3-4): 295-301.
- MARTÍNEZ-LÓPEZ, F., PUJANTE, A. y RIBAROCHE, V. 1996. Macroinvertebrados, comunidades vegetales y calidad de las aguas de la cuenca del río Palancia (Castellón, Valencia, España). *Ecología*, 10: 113-135.
- PICAZO-MUÑOZ, J. 1995. *Caracterización y calidad de las aguas de los cauces de la Cuenca del Río Guadiana Menor. Aspectos físico-químicos y macroinvertebrados acuáticos*. Tesis Doctoral inédita. Universidad de Granada. 256 + 76 pp.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M., LUZÓN-ORTEGA, J. M. y SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1997. Presencia de *Capnionneura libera* (Navás, 1909) (Insecta, Plecoptera). *Boletín de la Asociación española de Enomología*, 21(3-4): 277-278.
- TIERNO DE FIGUEROA, J. M., LUZÓN-ORTEGA, J. M. y SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1998. Imaginal biology of the stonefly *Hemimelaena flaviventris* (Pictet, 1841) (Plecoptera, Perlodidae). *Annals Zoologica Fenici*, 35: 225-230.
- VIDAL-ABARCA, M. R., SUÁREZ, M. L. y RAMÍREZ-DÍAZ, L. 1992. Ecology of Spanish semiarid streams. *Limnética*, 8:151-160.