

# CALIDAD DEL AGUA EN EL ARROYO GUADALQUITÓN Y OTROS CAUCES DE SAN ROQUE: APLICACIONES DE LOS ÍNDICES IBMWP E IASPT

*Alfonso Gallardo-Mayenco / Instituto de Estudios Campogibraltareses (†)*

*Eric Shaw / Instituto de Estudios Campogibraltareses*

## RESUMEN

Uno de los objetivos del proyecto de estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Campo de Gibraltar es la tipificación de la calidad de sus aguas mediante el índice IBMWP. Aplicado este índice a los resultados preliminares del muestreo se ha obtenido que para la mayoría de los cauces estudiados la calidad del agua es mala e interpreta signos de contaminación importante, tal y como se apreciaba de visu. Sin embargo, los valores de este índice obtenidos en el arroyo Guadalquitón en el periodo de muestreo enero-2005/enero-2006 han registrado un rango de 70-130, lo que significa que durante todo ese año este arroyo se ha encontrado entre las clases I y II del índice, comprendiendo aguas de calidad buena a aceptable e interpreta ligeras evidencias de contaminación en el peor de los casos.

Al aplicar el índice IASPT en este arroyo en el mismo periodo, el rango obtenido fue de 3,9-4,4. Se infiere que en el Guadalquitón son escasas las especies con requerimientos ecológicos exigentes pero en compensación hay una diversidad muy alta de especies eurioicas.

**Palabras clave:** macroinvertebrados acuáticos, bioindicadores, ríos mediterráneos, sitios de referencia

## **INTRODUCCIÓN**

Uno de los objetivos del estudio que el primer autor está realizando sobre los macroinvertebrados acuáticos de la red hidrográfica del Campo de Gibraltar contempla la tipificación de la calidad de las aguas mediante el uso de aquellos como bioindicadores. La importancia de los indicadores biológicos como herramienta para evaluar el estado ecológico de las aguas superficiales es reconocida en la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE). En la península Ibérica, como en la mayor parte del mundo, es mayoritario el uso de los macroinvertebrados como indicadores biológicos debido a la importante serie de ventajas que presentan con respecto a otros organismos (Hellawell, 1986; Bonada *et al.*, 2006). Hay un gran número de diferentes métodos para la evaluación biológica de la calidad de las aguas basados en los macroinvertebrados, siendo el índice IBMWP (Iberian BioMonitoring Working Party score system) (Alba-Tercedor *et al.*, 2002) el más extendido en la península Ibérica, de manera que desde hace años es el recomendado por la Asociación Ibérica de Limnología para su utilización en los ríos ibéricos. El índice IASPT constituye un complemento del IBMWP y aporta información sobre el tipo de comunidad dominante en el tramo en estudio.

En este trabajo se presentan los valores de los índices IBMWP e IASPT calculados para el arroyo Guadalquitón durante un muestreo anual y los obtenidos en otros muestreos puntuales de cinco tramos diferentes localizados en el término de San Roque. También, se discute la validez del Guadalquitón como sitio de referencia para el área de estudio.

## **ÁREA DE ESTUDIO Y METODOLOGÍA**

Para este trabajo se han utilizado las muestras recogidas en diversos cauces de San Roque que fueron muestreados tras una selección más amplia (Gallardo-Mayenco y Shaw, 2007). Finalmente se pudo muestrear en un tramo de río (Guadiaro) y cinco de arroyos (Guadalquitón, Cañuelo, Alaha, de los Cortijos, y Shaw, este último en un tramo localizado en La Línea). El muestreo de macroinvertebrados se inició en agosto de 2003 en el arroyo Guadalquitón (representado en la tabla y figuras como GQT) y en el río Guadiaro en San Enrique (GUA), en la orilla derecha. Posteriormente, el Guadalquitón fue muestreado en enero y noviembre de 2004, y luego mensualmente durante todo el año 2005 (excepto en noviembre a causa de las lluvias torrenciales) y en enero de 2006, mientras que en los otros cauces el muestreo fue puntual: arroyo de Shaw (SHW1 y SHW2) en enero de 2004 y marzo de 2005 respectivamente; arroyo de Cañuelo (CAÑ) en enero de 2004; arroyo de Alaha (ALA1 y ALA2) en noviembre de 2004 y abril de 2005 respectivamente; y arroyo de los Cortijos (COR1 y COR2) en mayo y agosto de 2005 respectivamente. En Gallardo-Mayenco *et al.* (en este mismo volumen) se encuentra la localización exacta y coordenadas UTM de cada tramo.

## Índices biológicos

El índice IBMWP (*Iberian Biological Monitoring Working Party*) (Alba-Tercedor *et al.*, 2002) es una modificación para la península Ibérica de Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega (1988) del *Biological Monitoring Working Party* score system elaborado originalmente para el Reino Unido. El valor del índice se obtiene por la suma de la puntuación correspondiente a cada familia que habita en el tramo objeto de estudio. Tiene la ventaja de que solo requiere la identificación a nivel de familia. Una vez calculado el valor del índice se puede conocer la situación del tramo estudiado según los siguientes tramos de valores:

- Clase I se corresponde con un rango de valores  $\geq 101$  que significa desde aguas muy limpias a aguas no alteradas de modo sensible y que tipifican aguas con una buena calidad del agua. Se representa en color azul.
- Clase II con un rango de valores de 61 a 100 que significa aguas con signos de contaminación y una calidad del agua aceptable. Se representa en verde.
- Clase III con un rango de 36 a 60 que significa aguas contaminadas y una calidad del agua dudosa. Se representa en amarillo.
- Clase IV con un rango de 16 a 35 que significa aguas muy contaminadas y calidad del agua crítica. Se representa en naranja.
- Clase V con un valor  $\leq 15$  que significa aguas fuertemente contaminadas y calidad del agua muy crítica. Se representa en rojo.

El índice IASPT (*Iberian Average Score Per Taxon*) es una modificación del ASPT (también para el Reino Unido) elaborado por los mismos autores del IBMWP. Se calcula dividiendo el valor del IBMWP por el número de familias presentes en la muestra. Su valor indica el valor medio de las familias contenidas en la muestra. Tampoco precisa de datos cuantitativos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prácticamente la totalidad de los cauces muestreados ocasionalmente han mostrado tener una calidad del agua entre dudosa y crítica, y con una significación de niveles de contaminación de hasta muy alto (Tabla 1). El caso más grave se encontró en el arroyo de los Cortijos en agosto de 2005 (valor de IBMWP de 25) y en Shaw en los dos muestreos (valores de IBMWP de 33 y 36 en enero de 2004 y marzo de 2005 respectivamente) y en Alaha en noviembre de 2004 (valor de IBMWP de 34). Guadiaro y Cañuelo también dieron una calidad del agua dudosa (40 y 43 de IBMWP respectivamente). El único de estos tramos con un nivel de calidad del agua aceptable fue el arroyo de los Cortijos en mayo de 2005 (IBMWP de 69). Estos resultados corroboran la apreciación que se obtuvo de visu cuando fueron visitados (Gallardo-Mayenco y Shaw, 2007).

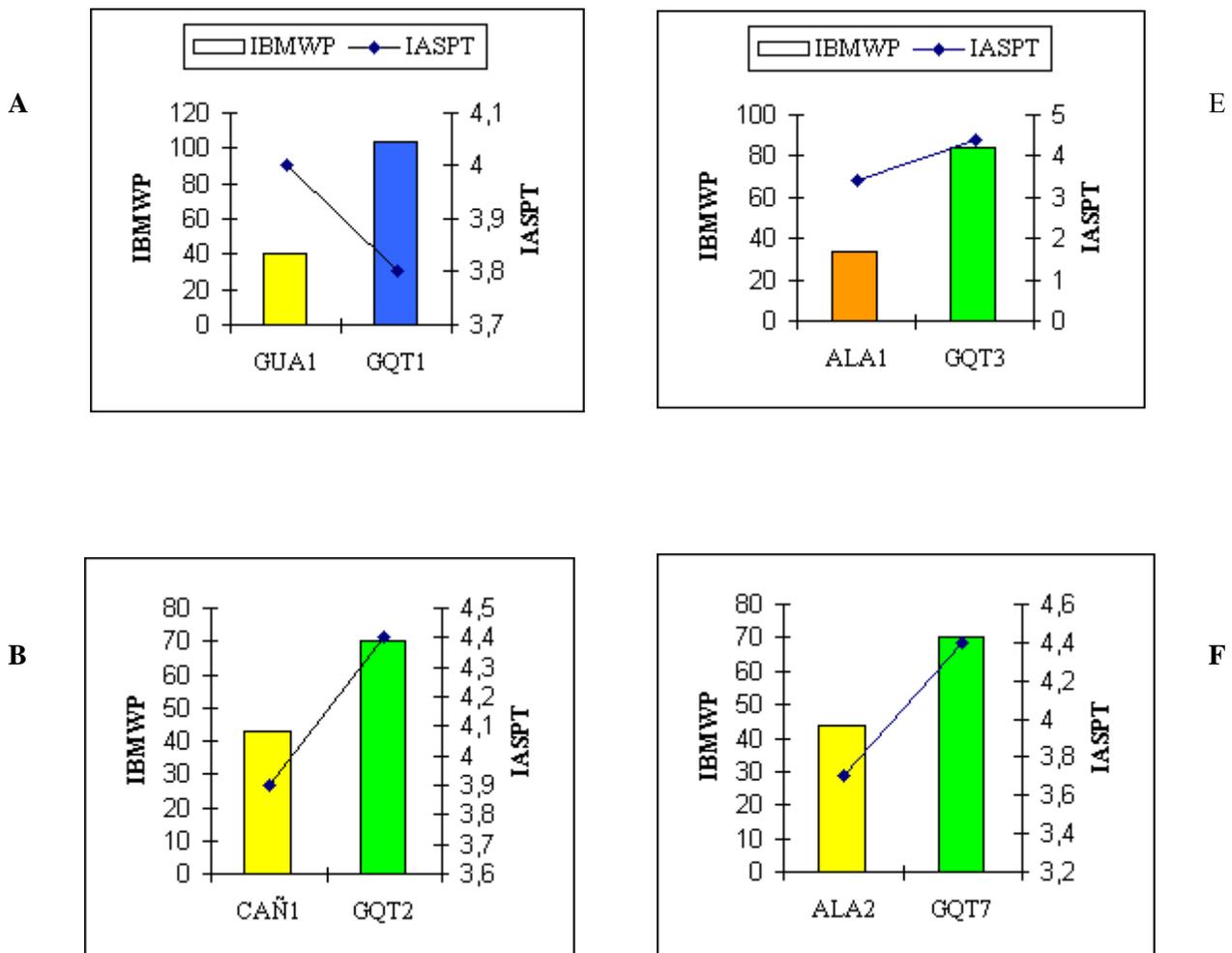
	GUA1	SHW1	SHW2	CAN1	ALAI	ALA2	COR1	COR2	GQT1	GQT2	GQT3	GQT4	GQT5	GQT6	GQT7	GQT8	GQT9	GQT10	GQT11	GQT12	GQT13	GQT14	GQT15
DIGESIDAE	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
HYDROBIDAE	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PHYSIDAE	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LYMAEIDAE	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1
THALIDAE	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
PLANORBIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANCYLIDAE	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SPHAERIDAE	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
OLIGOCHAETA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
OSTRACODA	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
ATYIDAE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMBARIDAE	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ASELLIDAE	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
GAMMARIDAE	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BAETIDAE	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CAENIDAE	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PLATYCNEMIDIDAE	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AESHNIDAE	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
LIBELLULIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HYDROMETRIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
GERRIDAE	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
CORIXIDAE	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NEPIDAE	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
NOTONECTIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
GYRINIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DYTISCIDAE	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
HYDROPHILIDAE	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0
HYDRAENIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
DRYOPIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HYDROPTILIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
PHILOPOTAMIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HYDROPSYCHIDAE	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

	GUA1	SHW1	SHW2	CAN1	ALAI	ALA2	COR1	COR2	GQT1	GQT2	GQT3	GQT4	GQT5	GQT6	GQT7	GQT8	GQT9	GQT10	GQT11	GQT12	GQT13	GQT14	GQT15
PSYCHOMYIIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEPTOCERIDAE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TIPULIDAE	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
LIMONIDAE	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
PSYCHODIDAE	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
CULICIDAE	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
SIMULIDAE	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CHIRONOMIDAE	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CERATOPOGONIDAE	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
STRATIOMYIDAE	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
EMPIIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
TABANIDAE	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
ATHERICIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
RHAGIONIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
EPHYDRIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SCOTOMYZIDAE	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ANTHOMYIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
Nº Familias	10	9	11	10	12	20	8	27	16	19	20	22	16	16	16	18	27	29	30	31	26	19	16
IBMWP	40	33	36	43	34	44	69	25	104	70	84	89	87	71	70	75	109	119	127	130	105	81	71
IASPT	4	3,7	4	3,9	3,4	3,7	3,4	3,1	3,8	4,4	4,4	4,4	3,9	4,4	4,4	4,2	4	4,1	4,2	4,2	4	4,3	4,4

Tabla 1. Valores de los índices IBMWP e IASPT y número de familias en cada sitio y fecha.

En cuanto al índice IASPT, sus valores se localizan en un rango entre 3,1 y 4 en el río Guadiaro y arroyos, excepto Guadalquítón, en concordancia con los valores de IBMWP y número de familias obtenidos (Tabla 1). Un buen ejemplo de la estructura de las comunidades de macroinvertebrados en estos sitios la constituye el arroyo de los Cortijos en mayo de 2005, cuando se registró el mayor número de familias de estos cauces (20), y sin embargo un valor de IASPT de 3,4 (de los más bajo del grupo). La suma de las puntuaciones de las veinte familias dió un valor de IBMWP indicativo de aguas de calidad aceptable (69), pero su valor de IASPT fue similar al obtenido en el mismo sitio en agosto de 2005 (3,1) y que resultó ser el más bajo de todo el estudio (tabla 1). Por lo tanto, hablamos de comunidades más o menos diversas pero con bajos requerimientos ecológicos y por ello baja puntuación.

El arroyo Guadalquítón mostró valores más altos del índice IBMWP en la comparativa con el resto de los cauces muestreados (Fig. 1). Con respecto al índice IASPT se obtuvieron los mismos resultados, excepto con el río Guadiaro en agosto de 2003 cuando los valores fueron ligeramente más altos en el río (4 frente a 3,8) (fig. 1A).



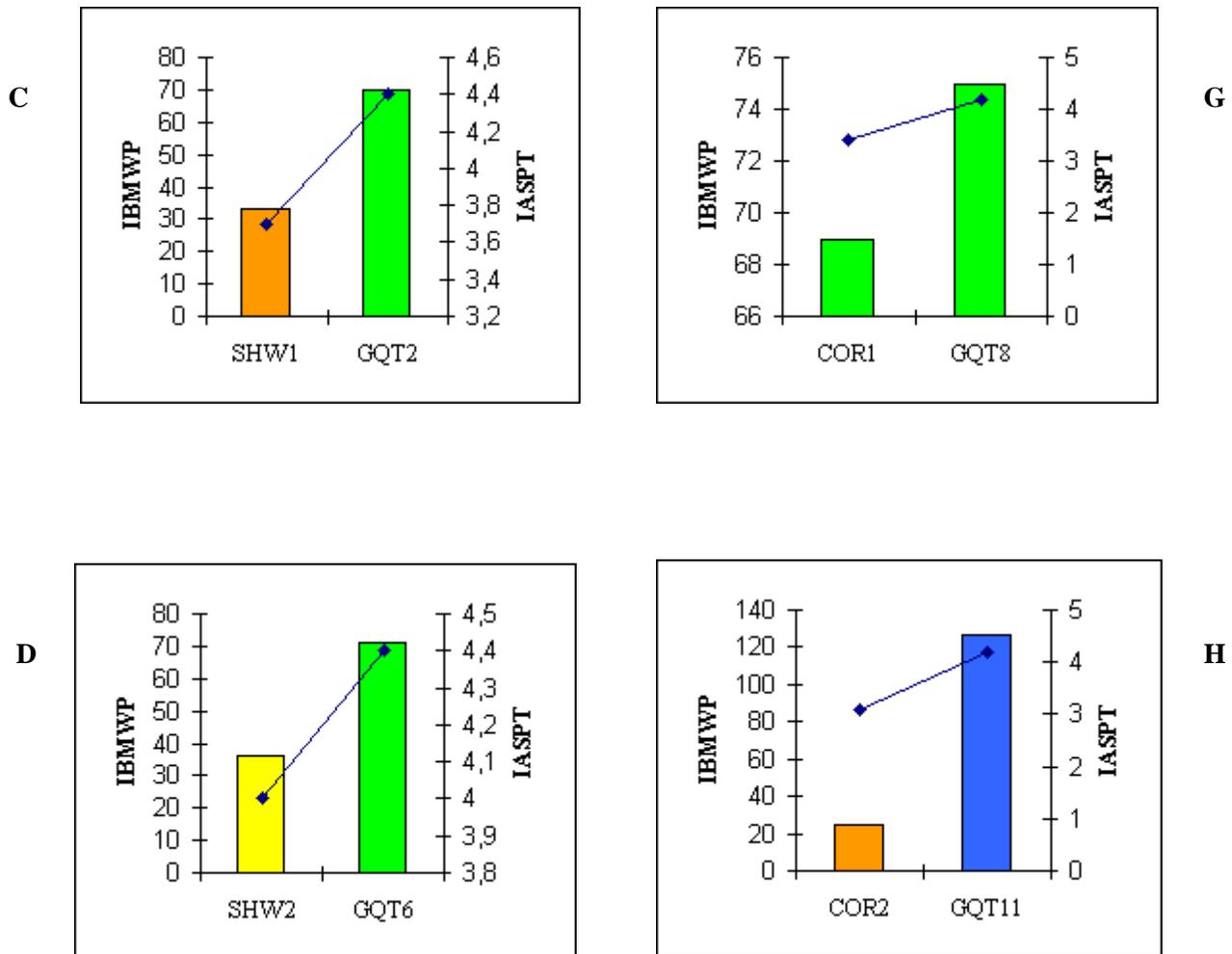


Figura 1.- Comparativa entre el arroyo Guadalquitón y el resto de los cauces muestreados

En el periodo comprendido entre enero 2005 y enero de 2006 se registraron en el arroyo Guadalquitón valores del IBMWP comprendidos entre 70 (abril) y 130 (septiembre), encontrando entre junio y octubre los valores más altos (Tabla 1, Fig. 2). Estos resultados están en concordancia con los encontrados en otros cauces mediterráneos (Gallardo-Mayenco *et al.*, 2004) y están relacionados con los fenómenos de abrasión del lecho del cauce en los meses de mayor pluviometría, y de mayor ocupación del cauce por especies oportunistas en los meses de verano. Este último hecho viene corroborado por el mayor número de familias

registrado durante el estío (Tabla1, Fig. 3). Por otra parte, los valores del índice IASPT en el mismo periodo se encontraron en un rango entre 3,9 (febrero) y 4,4 (enero, marzo, abril de 2005 y enero de 2006) (Tabla1, Fig. 3). Las diferencias entre estos valores demuestra que no hay estacionalidad importante en este índice, de acuerdo con lo encontrado en otros cauces mediterráneos (Gallardo-Mayenco *et al.*, 2004) y quedaría explicado por lo comentado anteriormente para el arroyo de los Cortijos.

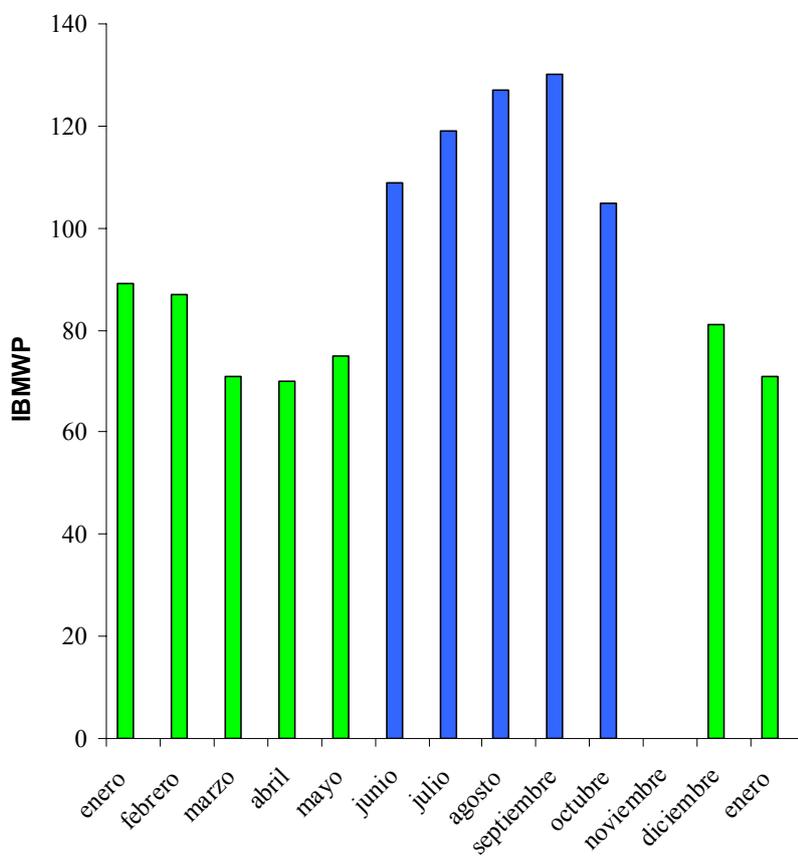


Figura 2.- Valores del índice IBMWP en Guadalquivir en 2005.

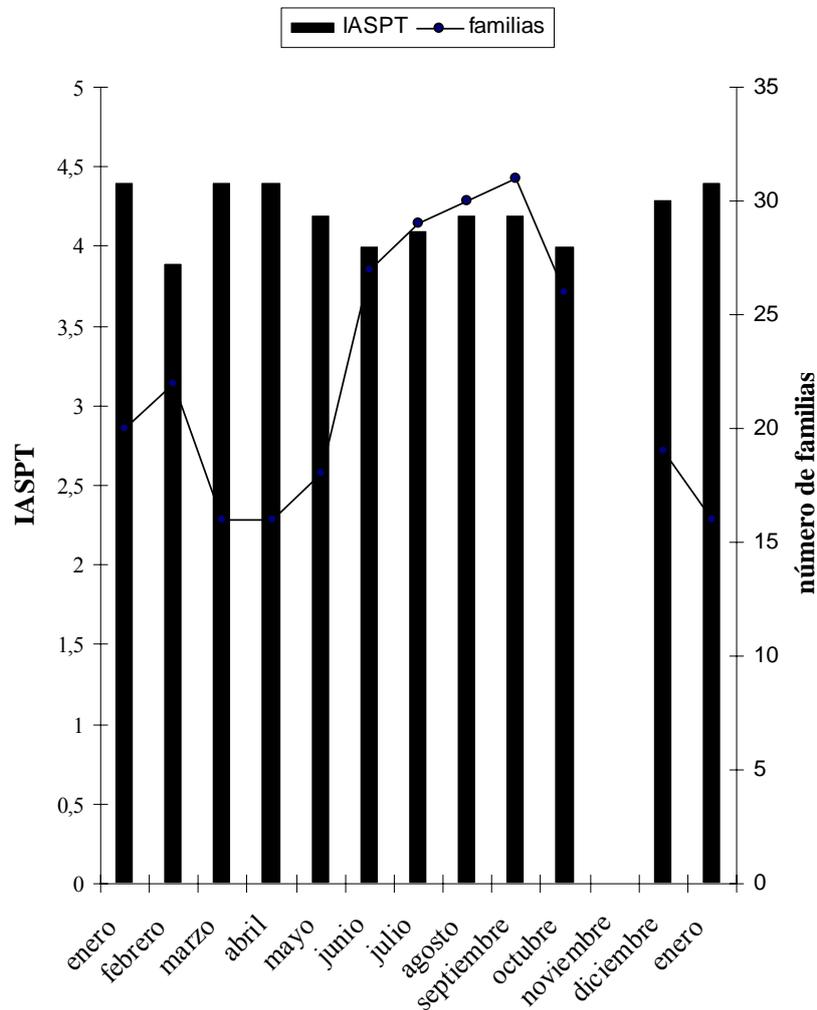


Figura 3.- Valores del índice IASPT y número de familias en Guadalquítón en 2005.

## ¿El arroyo Guadalquítón como sitio de referencia?

Un sitio de referencia de un arroyo o río es aquél en el que su biota está expuesta a los niveles mínimos de estrés antropogénico, aunque en muchas regiones la dificultad para encontrar un sitio de estas características induce a seleccionar los menos perturbados (Whittier *et al.*, 2007). A partir de esta definición y de los criterios que debe cumplir para ser considerado como tal (Chovanec *et al.*, 2000; Resh *et al.*, 1995) ¿podemos seleccionar al Guadalquítón como sitio de referencia? según los últimos autores no, principalmente porque recibe las aguas de riego de los campos de golf existentes aguas arriba del tramo estudiado con la consiguiente carga de nutrientes empleados para el desarrollo del césped. Según Whittier *et*

*al.* (2007) la respuesta es sí. Para despejar dudas y de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto GUADALMED, un sitio puede ser considerado de referencia si presenta unos valores del índice IBMWP superiores a 100 en todas las estaciones del año (Bonada *et al.*, 2002), por lo tanto teniendo en cuenta que en Guadalquítón se han registrado valores de este índice superiores a 100 en agosto de 2003, junio, julio, agosto, septiembre y octubre de 2005, y considerando que una parte del material recogido aún se encuentra en fase de identificación, pensamos que el arroyo Guadalquítón puede considerarse sitio de referencia para el área de estudio.

## **CONCLUSIONES**

Aplicado el índice IBMWP a los resultados preliminares del muestreo se ha obtenido que para la mayoría de los cauces estudiados la calidad del agua no es buena e interpreta en algunos casos signos de contaminación importante. Sin embargo, los valores de este índice obtenidos en el arroyo Guadalquítón en el periodo de muestreo enero-2005/enero-2006 han registrado un rango de 70-130, lo que significa que durante todo este año el Guadalquítón se ha encontrado entre las clases I y II del índice, comprendiendo aguas de calidad buena a aceptable e interpreta ligeras evidencias de contaminación en el peor de los casos. Por otra parte, al aplicar el índice IASPT el rango en el mismo periodo ha sido de 3,9-4,4 por lo que se infiere que en el Guadalquítón son escasas las especies con requerimientos ecológicos exigentes pero en compensación hay una diversidad muy alta de especies eurioicas.

Por último, de los resultados del índice IBMWP, cuando aún no todo el material ha sido identificado, se puede concluir que el Guadalquítón en el tramo estudiado puede tener la calificación de sitio de referencia.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALBA-TERCEDOR, J. y otros: "Caracterización del estado ecológico de los ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP)", *Limnetica*, 21 (2002), pp. 175-185.
- ALBA-TERCEDOR, J. y A. Sánchez-Ortega.: "Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978)". *Limnetica*, 4 (1988), pp. 51-56.
- BONADA, N. y otros: "Criterios para la selección de sitios de referencia en los ríos mediterráneos. Resultados del proyecto GUADALMED", *Limnetica*, 21 (2002), pp. 99-114.
- BONADA, N. y otros: "Developments in Aquatic Insect Biomonitoring: A Comparative Analysis of Recent Approaches", *Annual Reviews*, 51 (2006), pp. 495-523.
- CHOVANEK, A. y otros: "The Austrian way for assessing ecological integrity of running waters: a contribution to the EU Water Framework Directive", *Hydrobiologia*, 422/423 (2000), pp. 445-452.
- GALLARDO-MAYENCO, A. y otros: "Aportaciones al listado de especies de macroinvertebrados acuáticos en el Campo de Gibraltar: el arroyo Guadalquivir ¿un cauce a conservar?", *Almoraima*, 37, 2008.
- GALLARDO-MAYENCO, A. y otros: "Efectos de la descarga en la calidad del agua a lo largo de un río mediterráneo: el río Guadaira (Sevilla)", *Limnetica*, 23 (2004), pp. 65-78.
- GALLARDO-MAYENCO, A. y E. Shaw. "Conservación frente a desarrollo. ¿Hacia un desarrollo insostenible en San Roque?", *Almoraima*, 35 (2007), pp. 21-29.
- HELLAWELL, J.: *Biological indicators of freshwater pollution and environmental management*, Elsevier Applied Science Publ., London & New York (1986), 546 pp.
- RESH, V. H., y otros: "Design and implementation of rapid assessment approaches for water resource monitoring using benthic macroinvertebrates", *Aus. J. Ecol.*, 20 (1995), pp. 108-121.
- WHITTIER, T. R. y otros: "Selecting reference sites for stream biological assessments: best professional judgment or objectives criteria", *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 26 (2007), pp. 349-360.