



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

**EVALUACIÓN DEL USO DE SUSTRATOS ARTIFICIALES COMO
COMPLEMENTO AL MUESTREO DE MACROINVERTEBRADOS
BENTÓNICOS MEDIANTE EL PROTOCOLO IBMWP
SEMICUANTITATIVO PARA EL CÁLCULO DEL ESTADO
ECOLÓGICO.**



HYDRAENA_{S.L.L.}



**EVALUACIÓN DEL USO DE SUSTRATOS ARTIFICIALES COMO
COMPLEMENTO AL MUESTREO DE MACROINVERTEBRADOS
BENTÓNICOS MEDIANTE EL PROTOCOLO IBMWP SEMICUANTITATIVO
PARA EL CÁLCULO DEL ESTADO ECOLÓGICO.**

Diciembre, 2007

Equipo:

Dr. Pablo Jáimez Cuéllar, Dr. Julio Luzón Ortega y D. José Antonio Palomino Morales.

Dirección y Supervisión:

Prof. Dr. Javier Alba-Tercedor (Dpto. Biología Animal y Ecología, Universidad de Granada).

Hydraena S.L.L.

C/Nenúfares nº 8, 18213, Jun, Granada.

Tlf: 958416006; e-mail: hydraena@hydraena.com

www.hydraena.com

EVALUACIÓN DEL USO DE SUSTRATOS ARTIFICIALES COMO COMPLEMENTO AL MUESTREO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS MEDIANTE EL PROTOCOLO IBMWP SEMICUANTITATIVO PARA EL CÁLCULO DEL ESTADO ECOLÓGICO

1.- Introducción

Durante años se ha usado en España el índice BMWP' (Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988), actualmente denominado IBMWP (Alba-Tercedor *et al.*, 2004; Jáimez-Cuéllar *et al.*), para evaluar el estado ecológico de los cursos de agua. Este índice viene siendo empleado desde hace más de una década por la Confederación Hidrográfica del Ebro, que dispone de la serie de datos biológicos más extensa dentro de España.

En la Directiva Marco del Agua (DMA) se especifica la obligatoriedad de estudiar la “**Composición y Abundancia**” de la fauna de macroinvertebrados. En términos estrictos el protocolo original de muestreo (Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988; Alba-Tercedor, 1996), permite obtener datos de la composición de la comunidad de macroinvertebrados, pero no de su abundancia y con ellos evaluar el estado ecológico. Es por ello que a lo largo del proyecto GUADALMED se desarrolló un nuevo protocolo que permite una aproximación al cálculo de abundancias relativas (Jáimez-Cuéllar *et al.*, 2004).

En la actualidad ha sido desarrollada una nueva metodología de muestreo (Jáimez-Cuéllar *et al.*, 2006) que permite obtener datos de abundancias a partir de la modificación del protocolo IBMWP (Alba-Tercedor *et al.*, 2004). Esta metodología fue desarrollada por los autores en colaboración con la Confederación Hidrográfica del Ebro que financió el estudio.

2.- Problemática de la que surge la necesidad del estudio

Para la correcta aplicación del índice IBMWP, es necesario muestrear todos los microhábitats presentes en el tramo a analizar (Alba-Tercedor *et al.*, 2004; Jáimez-Cuéllar *et al.*, 2004; Jáimez-Cuéllar *et al.*, 2006). Esta metodología presenta un problema de aplicación en ciertas masas de agua en donde no se puede acceder a todos los hábitats presentes debido a la profundidad que adquiere el cauce. Esto es común en los grandes ejes de los ríos peninsulares y es especialmente representativo en la cuenca del Ebro, en donde este tipo de masas de agua tiene grandes extensiones. Por tanto, parece necesario adaptar las metodologías de muestreo disponibles para que nos permitan acceder a las partes del río profundas en donde no se puede realizar el muestreo a pie por el operador (Barbour *et al.*, 1999). De entre todos los métodos disponibles para acceder a estas zonas, los más eficaces y versátiles son los sustratos artificiales (Presa, 1980; Herranz y González del Tánago, 1986; Alba-Tercedor *et al.*, 1990; Barbour *et al.*, 1999; Reda y Williams, 2006).

3.- Material y métodos

3.1. Área de estudio.

Se seleccionaron 12 estaciones de muestreo (tabla 1) situadas en las tipologías de ríos de la Cuenca del Ebro que poseen tramos no vadeables que, a priori, sugieren la imposibilidad, en determinados momentos, de realizar muestreos directos convencionales y que exigirían un muestreo mediante sustratos artificiales.

Las tipologías a las que pertenecen estas estaciones fueron definidas por Munné y Prat (1999) en principio, con cambios posteriores que fueron introducidos por el CEDEX que dieron lugar a las tipologías definitivas a las que pertenecen las estaciones muestreadas: ejes mediterráneo continentales poco mineralizados y grandes ejes en ambiente mediterráneo (figuras 1 a 12).



Figura 1: Estación CEMAS 0002, Río Ebro en Castejón, tipología 117-“Grandes Ejes en Ambiente Mediterráneo”.



Figura 2: Estación CEMAS 0025, Río Segre en Serós, tipología 115-“Ejes Mediterráneos Continentales Poco Mineralizados”.



Figura 3: Estación CEMAS 0027, Río Ebro en Tortosa, tipología 117-“Grandes Ejes en Ambiente Mediterráneo”.

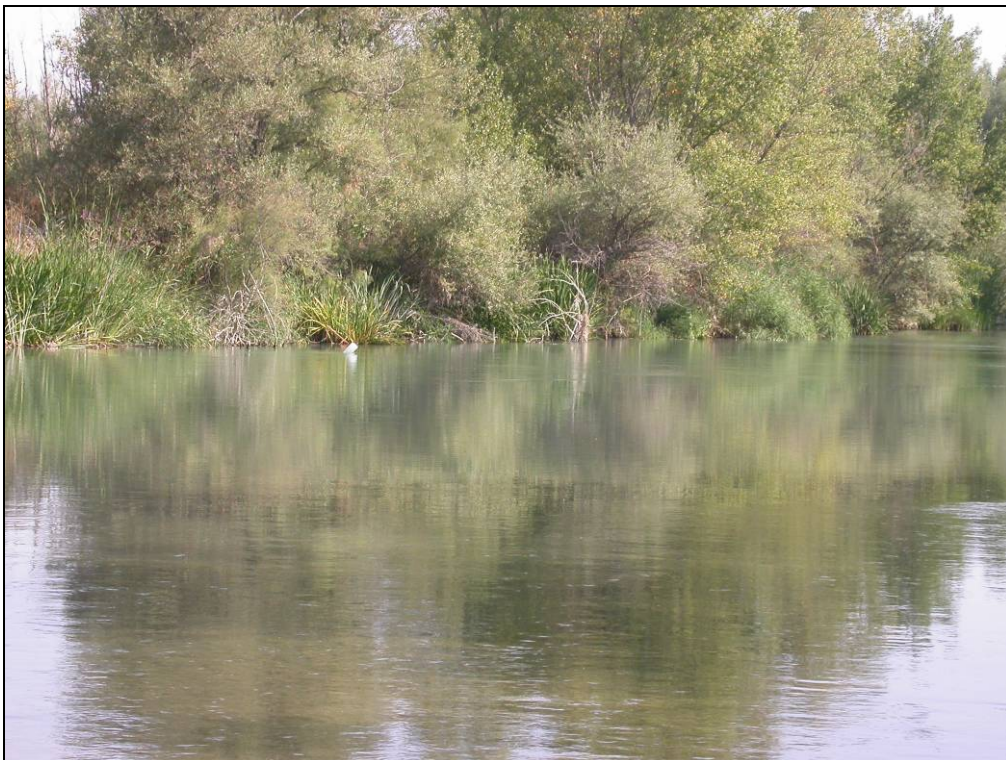


Figura 4: Estación CEMAS 0209, Río Gállego en Zuera, tipología 115-“Ejes Mediterráneo Continentales Poco Mineralizados”.



Figura 5: Estación CEMAS 0506, Río Ebro en Tudela, tipología 117-“Grandes Ejes en Ambiente Mediterráneo”.



Figura 6: Estación CEMAS 0508, Río Ebro en Gallur, tipología 117-“Grandes Ejes en Ambiente Mediterráneo”.



Figura 7: Estación CEMAS 0592, Río Ebro en Pina de Ebro, tipología 117-“Grandes Ejes en Ambiente Mediterráneo”.



Figura 8: Estación CEMAS 1157, Río Ebro en Mendavia, tipología 115-“Ejes Mediterráneo Continentales Poco Mineralizados”.



Figura 9: Estación CEMAS 1158, Río Ebro en Lodosa, tipología 115-“Ejes Mediterráneo Continentales Poco Mineralizados”.



Figura 10: Estación CEMAS 1164, Río Ebro en Alagón, tipología 117-“Grandes Ejes en Ambiente Mediterráneo”.



Figura 11: Estación CEMAS 1167, Río Ebro en Mora de Ebro, tipología 117-“Grandes Ejes en Ambiente Mediterráneo”.



Figura 12: Estación CEMAS 1295, Río Ebro en Burgo de Ebro, tipología 117-Grandes Ejes en Ambiente Mediterráneo”.

Tabla 1. Estaciones de muestreo seleccionadas, fecha de colocación de los sustratos, fecha de muestreo y tipología a la que pertenecen.

Nº Estación	Río	Fecha colocación	Fecha muestreo	Tipología
0002	Ebro/Castejón	21/08/2007	11/09/2007	117-Grandes Ejes en Ambiente Mediterráneo
0025	Segre/Serós	22/08/2007	12/09/2007	115-Ejes Mediterráneo Continentales Poco Mineralizados
0027	Ebro/Tortosa	23/08/2007	13/09/2007	117-Grandes Ejes en Ambiente Mediterráneo
0209	Gállego/Zuera	22/08/2007	12/09/2007	115-Ejes Mediterráneo Continentales Poco Mineralizados
0506	Ebro/Tudela	21/08/2007	11/09/2007	117-Grandes Ejes en Ambiente Mediterráneo
0508	Ebro/Gallur	21/08/2007	11/09/2007	117-Grandes Ejes en Ambiente Mediterráneo
0592	Ebro/Pina de Ebro	22/08/2007	12/09/2007	117-Grandes Ejes en Ambiente Mediterráneo
1157	Ebro/Mendavía	20/08/2007	10/09/2007	115-Ejes Mediterráneo Continentales Poco Mineralizados
1158	Ebro/Lodosa	20/08/2007	10/09/2007	115-Ejes Mediterráneo Continentales Poco Mineralizados
1164	Ebro/Alagón	21/08/2007	11/09/2007	117-Grandes Ejes en Ambiente Mediterráneo
1167	Ebro/Mora de Ebro	23/08/2007	12/09/2007	117-Grandes Ejes en Ambiente Mediterráneo
1295	Ebro/Burgo de Ebro	22/08/2007	11/09/2007	117-Grandes Ejes en Ambiente Mediterráneo

3.2. Protocolo de muestreo con sustratos artificiales.

Los sustratos utilizados se inspiraron en los descritos por Alba-Tercedor *et al.* (1990) y Alba-Tercedor (1996) (figura 13). Se construyeron con una malla plástica de 1 cm. de luz y se rellenaron con guijarros de unos 5 cms de diámetro (figura 14). El fondo y los laterales (hasta unos 10 cms de altura) de estas “jaulas” fue reforzado con malla de 0,5 mm., que evita que los macroinvertebrados escapen en el momento de extraer los sustratos. Para aumentar la eficacia de los sustratos artificiales, se introdujeron en ellos pequeños haces de leña, realizados con ramitas de la vegetación de orillas, así como estropajos, bien de esparto o de plástico. También fue introducido un ladrillo de seis agujeros por cada sustrato, tratando con ello de reproducir los diferentes hábitats susceptibles de ser colonizados por los macroinvertebrados. Los sustratos artificiales se colocaron a lo largo del transecto del cauce (4 sustratos, dos en orillas y dos en el centro del río) y se dejaron sumergidos

entre 21 y 25 días, tiempo idóneo para obtener la mayor diversidad posible (Herranz y González del Tánago, 1986; Alba-Tercedor, 1996; Jesus *et al.*, 2001; Reda y Williams, 2006). La colocación y retirada de los mismos se realizó empleando una embarcación neumática autopropulsada con un motor de gasolina de 4 caballos de potencia (figura 15).

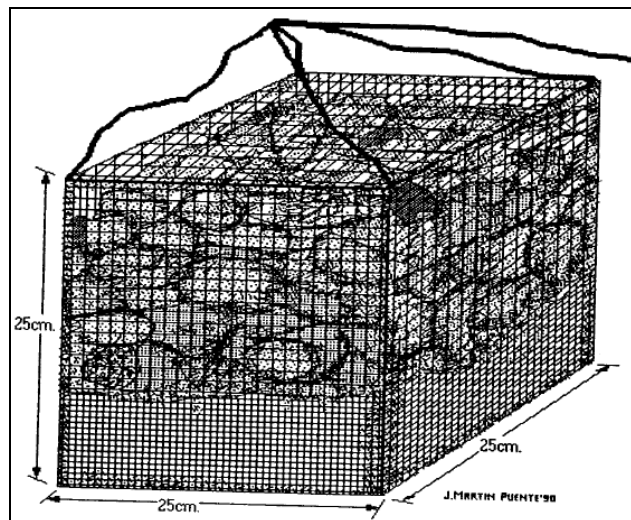


Figura 13.- Sustrato artificial propuesto por Alba-Tercedor *et al.* (1990) y Alba-Tercedor (1996).



Figura 14.- Sustrato artificial empleado en el presente trabajo.

Una vez fondeados los sustratos fueron señalizados por medio de una boya que permitía localizarlos y recogerlos trascurridos los días necesarios para la colonización por parte de los macroinvertebrados (figura 16).



Figura 15.- Embarcación usada para la colocación y retirada de los sustratos artificiales.



Figura 16.- Boya de señalización de los sustratos.

Las muestras procedentes de los sustratos artificiales fueron fijadas con formol al 4% y llevadas al laboratorio donde se extrajeron todos los macroinvertebrados para su posterior identificación.

3.3. Protocolo de muestreo armonizado (“IBMWP semicuantitativo”)

El muestreo de las zonas accesibles del río se realizó en el mismo punto donde se colocaron los sustratos artificiales en el mismo momento en el que se retiraron (figura 17). El tramo muestreado fue de unos 100 metros.



Figura 17.- Muestreo de la zona vadeable del río.

Para el muestreo de la zona vadeable se utilizó el protocolo “IBMWP semicuantitativo” (Jáimez Cuéllar et al., 2006) que se describe brevemente a continuación (ver esquema en figura 18):

- 1) Se realiza un muestreo de tipo multihábitat, siguiendo el protocolo IBMWP (muestreando todos los microhábitats existentes), con la salvedad de que

el sustrato que se remueve por delante de la red debe ser tal que la superficie muestreada sea de 0,5 m x 0,25 m (lo que llamamos “1 kick”). Se muestrean todos los microhábitats existentes en el tramo del río, contabilizando el número de redadas recogidas en cada uno de ellos. La muestra se mira en campo, capturando un ejemplar de cada taxón diferente y el muestreo termina cuando nuevas redadas (“kicks”) no aportan nuevos taxones. El material de todas las redadas necesarias para capturar todos los taxones es fijado con formol al 40 % y conservado, en botes de plástico de 750 cc a una concentración aproximada del 4 % de formol, para su identificación en el laboratorio.

- 2) Posteriormente, se recorre el tramo muestreado y se calculan las proporciones de cada hábitat presentes en dicho tramo, como se realiza para el muestreo con la metodología “20 kicks”. Para no sobreestimar los taxones que se han capturado en aquellos microhábitats que están en menor proporción, y en los que se ha podido aplicar un mayor esfuerzo de muestreo respecto de los mayoritarios, que han podido ser submuestreados, se cogen nuevos “kicks” (“muestras de ajuste”) hasta que el número total de redadas tomadas en cada microhábitat sea proporcional a su representación en el tramo de río. Todo este material es fijado y conservado para su identificación en el laboratorio.
- 3) En el laboratorio se combinan las muestras del muestreo multihábitat (IBMWP) y las “muestras de ajuste”.
- 4) Se separa la muestra en el laboratorio de la misma forma que en el protocolo de la metodología de los “20 Kicks”. Para ello se realizó una separación de la muestra en el laboratorio con los siguientes pasos:
 - Se colocan tamices de 5 mm, 1 mm y 0,5 mm y se filtra la muestra, hasta obtener tres fracciones (submuestras), una en cada tamiz (grande, mediana y pequeña).
 - Se separa el contenido de cada tamiz en distintas bandejas.

- De la fracción gruesa se extraen **todos** los invertebrados que haya.
- De la submuestra mediana (entre 5 y >1 mm), en una primera fase, se extraen todos aquellos taxones diferentes (1 ejemplar de cada taxón) que haya en la muestra.
- Se extraen al azar (con ayuda de una cuadrícula) al menos 100 ejemplares de esta fracción.
- Se separa la fracción fina (entre 1 y 0,5 mm) con el mismo procedimiento que el punto anterior.

5) Finalmente se identifican todos los taxones y se calculan las abundancias de cada uno de los taxones.

6) Se identifican todos los taxones y se calculan las abundancias.

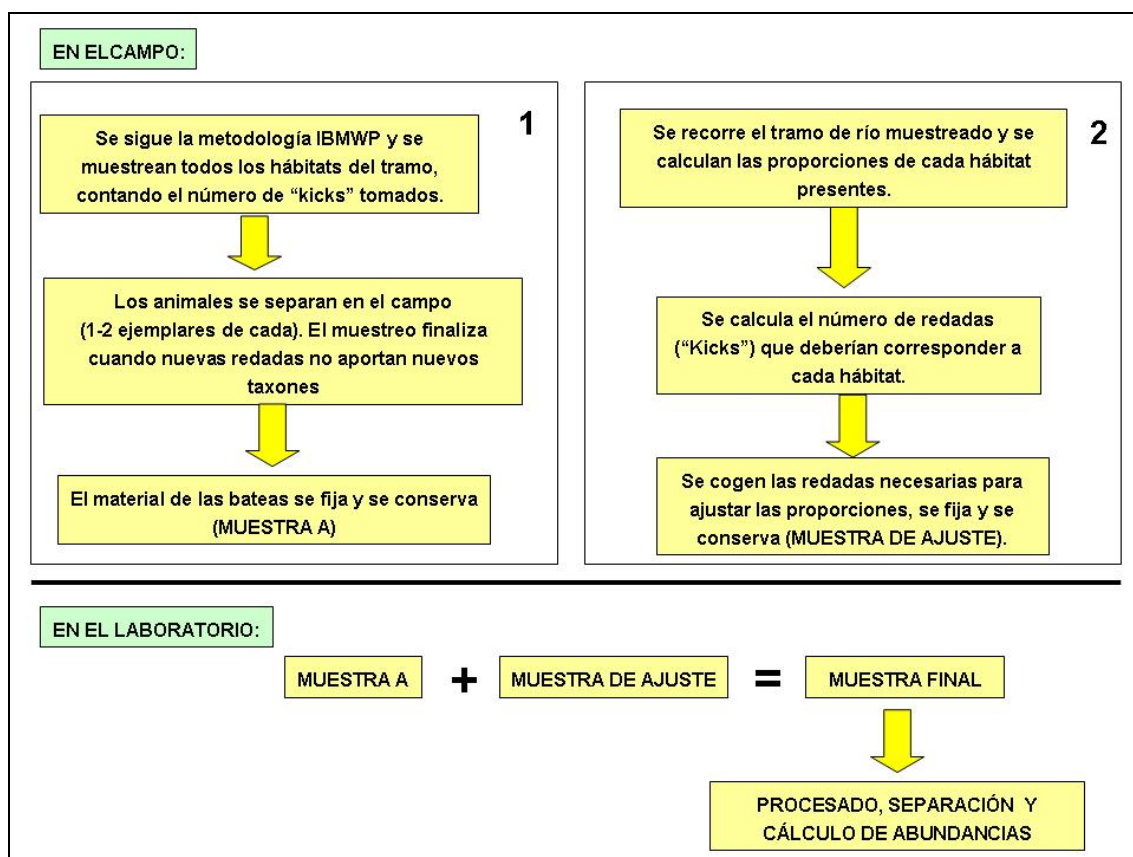


Figura 18: Esquema de aplicación del protocolo "IBMWP semicuantitativo" (Jáimez Cuéllar et al., 2006).

4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1.- Comparativa entre las metodologías estudiadas.

4.1.1.- Número de taxones capturados.

En cuanto al número de taxones capturados (figura 19), el método de muestreo que resultó menos eficaz fue el de los sustratos artificiales ya que con él se capturaron 12,1 taxones de media, frente a la metodología IBMWP “Protocolo I” que capturó 17,1 taxones de media. Más eficaz resultó la metodología “IBMWP semicuantitativo” con una media de taxones capturados de 20,4. El número total de taxones capturado en cada estación integrando todos los taxones distintos capturados aplicando las tres metodologías fue de 23 taxones.

Como ya quedó de manifiesto en el estudio realizado por Jáimez Cuéllar et al. (2006), con la metodología de muestreo “IBMWP semicuantitativo” se capturan la mayor parte de los taxones presentes en el río (2,6 taxones menos de media que el total, refiriéndose “total” a los datos obtenidos combinando los resultados de las tres metodologías utilizadas), mientras que con la metodología IBMWP “Protocolo I” se capturan 5,9 taxones menos que el total y finalmente con los sustratos artificiales se capturan 10,9 taxones menos. Esto nos indica que los datos obtenidos mediante el muestreo con sustratos artificiales por sí solos resultan menos representativos de la comunidad de macroinvertebrados. A pesar de ello, se ha comprobado que de media aportan 2,6 taxones nuevos (min.= 1; máx.= 6), respecto al número de taxones que se obtiene mediante el muestreo “IBMWP semicuantitativo” (muestreando en las zonas de orillas y accesibles de los grandes ríos).

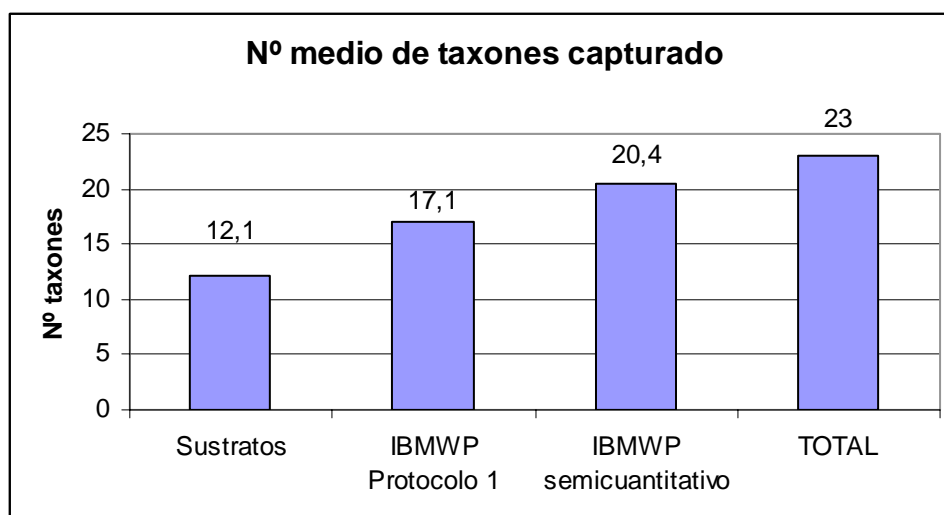


Figura 19. Número medio de taxones capturados con cada una de las tres metodologías empleadas en las 9 estaciones de muestreo estudiadas.

En todos los sitios muestreados (9), se capturaron más taxones con la metodología IBMWP “Protocolo I” que con los sustratos artificiales, (tabla 2 y figuras 19 y 20). De la misma forma, en el 100% de los casos se capturaron más taxones con la metodología “IBMWP semicuantitativo”, con respecto tanto a los sustratos artificiales como a la metodología IBMWP “Protocolo I”.

Tabla 2. Número de taxones capturados con cada una de las tres metodologías empleadas en las 9 estaciones de muestreo.

Punto muestreo	Sustratos	IBMWP “Protocolo I”	“IBMWP semicuantitativo”	TOTAL
0002 Ebro/Castejón	14	17	19	20
0027 Ebro/Tortosa	9	19	24	26
0209 Gállego/Zuera	11	17	19	22
0508 Ebro/Gallur	16	20	24	26
0592 Ebro/Pina de Ebro	12	20	21	22
1158 Ebro/Lodosa	12	13	17	23
1164 Ebro/Alagón	15	19	22	24
1167 Ebro/Mora de Ebro	9	17	23	24
1295 Ebro/Burgo de Ebro	11	12	15	20
MEDIAS	12,1	17,1	20,4	23

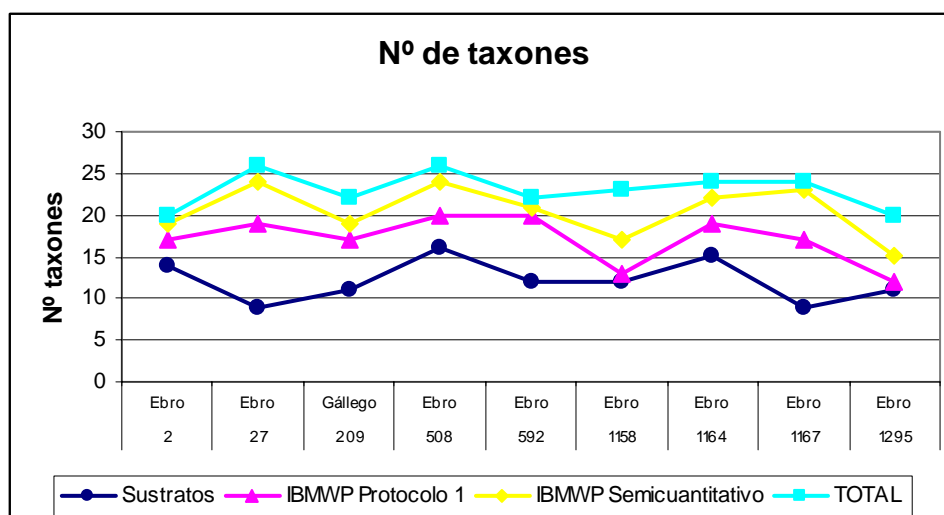


Figura 20. Número de taxones capturados con cada una de las tres metodologías empleadas en las 9 estaciones de muestreo.

4.1.2.- Puntuaciones del índice IBMWP

Como se puede observar en la tabla 3, en todos los casos se obtuvo una puntuación más alta aplicando la metodología de muestreo “IBMWP semicuantitativo” que con las otras dos. También se obtuvo mayor puntuación en todos los puntos de muestreo con la metodología IBMWP “Protocolo 1” que con los sustratos artificiales.

Por término medio, como cabría esperar, estos porcentajes son muy parecidos a los obtenidos en la comparación realizada en el mismo sentido con el número de taxones capturados.

Tabla 3. Puntuación final del índice IBMWP calculado con cada una de las tres metodologías empleadas en las 9 estaciones de muestreo y “total” que es la puntuación obtenida a partir de todos los taxones diferentes capturados en esa estación con las distintas metodologías.

Punto muestreo	Sustratos	IBMWP “Protocolo I”	“IBMWP semicuantitativo”	TOTAL
0002 Ebro/Castejón	63	83	89	93
0027 Ebro/Tortosa	41	99	121	127
0209 Gállego/Zuera	58	69	75	103
0508 Ebro/Gallur	85	95	116	129
0592 Ebro/Pina de Ebro	47	89	95	98
1158 Ebro/Lodosa	56	65	83	106
1164 Ebro/Alagón	73	96	108	116
1167 Ebro/Mora de Ebro	45	72	96	101
1295 Ebro/Burgo de Ebro	43	51	67	88
Medias	56,8	79,9	94,4	106,8

Mediante el muestreo directo en las zonas accesibles utilizando la metodología “IBMWP semicuantitativo” se obtuvieron la mayoría de los taxones y con puntuaciones de IBMWP similares a las totales (tabla 3). De hecho, de media se capturaron 2,6 taxones menos y 12,1 puntos menos con respecto al total. Las diferencias fueron más considerables en cuanto al IBMWP “Protocolo I” (unos 26 puntos menos que el total). Si solamente se tuvieran en cuenta los sustratos artificiales, se obtendrían unos valores muy bajos de IBMWP.

Como se puede ver en la tabla 4 hay dos grupos de estaciones de muestreo bien diferenciados en cuanto a la puntuación y número de taxones que aportan los sustratos artificiales. En un grupo (estaciones 2, 27, 592, 1164 y 1167) se engloban estaciones en donde el número de taxones y su puntuación no aumentan demasiado con los sustratos artificiales y en otro grupo están las estaciones (209, 508, 1158 y 1295) en donde el número de taxones y su puntuación aumentan considerablemente con los sustratos artificiales. Esta clara diferencia está relacionada con la dificultad de muestreo y la accesibilidad a todos los hábitats en una proporción aceptable como para hacer un muestreo representativo.

Para poder relacionar la dificultad de muestreo con la mayor aportación en número de taxones y puntuación de los sustratos artificiales se ha

establecido una estimación de la accesibilidad a los diferentes microhábitats del tramo de estudio, calificándolos con una escala de 1 a 10, de forma que los ríos totalmente accesibles tendrían una puntuación de 10 y los totalmente inaccesibles tendrían una puntuación de 1. La calificación de la dificultad de muestreo para los ríos muestreados aparece en la tabla 4.

Tabla 4. Taxones capturados sólo con sustratos artificiales y puntuaciones que aportan.

Punto muestreo	Taxones nuevos	Nº taxones nuevos	Puntuación de los taxones nuevos	Dificultad de muestreo
0002 Ebro/Castejón	Limoniidae	1	4	6
0027 Ebro/Tortosa	Glossiphoniidae, Lymnaeidae	2	6	7
0209 Gállego/Zuera	Calopterygidae, Heptageniidae, Leptophlebiidae	3	28	3
0508 Ebro/Gallur	Hydropsychidae, Glossiphoniidae, Polycentropodidae	3	20	2
0592 Ebro/Pina de Ebro	Bithyniidae	1	3	7
1158 Ebro/Lodosa	Bithyniidae, Dryopidae, Erpobdellidae, Hydrobiidae, Neritidae, Ostracoda	6	23	1
1164 Ebro/Alagón	Asellidae, Elmidae	2	8	6
1167 Ebro/Mora de Ebro	Hydropsychidae	1	5	7
1295 Ebro/Burgo de Ebro	Asellidae, Dugesiidae, Ecnomidae, Erpobdellidae, Ostracoda	5	21	3
Medias		2,7	13,1	

Como se desprende de los datos presentados en la tabla 4, a mayor dificultad de muestreo de una estación, mayor fue el número de taxones nuevos que aportan los sustratos artificiales y mayor la puntuación aportada por esos taxones. Esto se puede apreciar en las altas correlaciones existentes entre el número de taxones nuevos y la dificultad de muestreo ($r = -0,87$; $p < 0,05$; $N = 9$) y entre el incremento de puntuación de los taxones nuevos y la dificultad de muestreo ($r = -0,91$; $p < 0,05$; $N = 9$).

Finalmente, se estudió la posibilidad de establecer una relación entre los valores de IBMWP obtenidos con el método IBMWP semicuantitativo y los valores de IBMWP calculados solamente con los sustratos artificiales, con el objeto de acotar clases de calidad específicas para el muestreo con sustratos artificiales. La correlación obtenida ($r=0,41$; $p=0,274$; $n=9$) descartó cualquier posibilidad de realizar esta acotación y, por tanto, usar únicamente los sustratos artificiales como método de evaluación del estado ecológico.

4.1.3.- Clases de estado ecológico.

Al comparar las clases de estado ecológico (siguiendo los criterios de Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega, 1988, Alba-Tercedor, 1996 y Alba-Tercedor *et al.*, 2004) obtenidas al muestrear las zonas accesibles del río mediante la metodología “IBMWP semicuantitativo” con respecto a la clase de estado ecológico total obtenida a partir de todos los taxones incorporando los nuevos capturados con los sustratos artificiales, vemos que obtuvieron clases de estado ecológico similares (tabla 5), ya que en 6 casos se obtuvo el mismo nivel y en los tres restantes (sin tener en cuenta los sustratos artificiales) la clase de estado ecológico fue inferior.

Tabla 5. Clase de estado ecológico del índice IBMWP calculado con cada una de las tres metodologías empleadas en las 9 estaciones de muestreo.

Punto muestreo	Sustratos	IBMWP “Protocolo I”	“IBMWP semicuantitativo”	TOTAL
0002 Ebro/Castejón	II-III	II	II	II
0027 Ebro/Tortosa	III-IV	I-II	I	I
0209 Gállego/Zuera	II-III	II	II	I-II
0508 Ebro/Gallur	II	II	I	I
0592 Ebro/Pina de Ebro	III	II	II	I-II
1158 Ebro/Lodosa	II-III	II-III	II	I-II
1164 Ebro/Alagón	II	I-II	I	I
1167 Ebro/Mora de Ebro	III	II	I-II	I-II
1295 Ebro/Burgo de Ebro	III	III	II	II

Con la metodología “IBMWP semicuantitativo” en las zonas vadeables se obtuvo que todas las estaciones muestreadas presentaban un estado igual o

superior a “Bueno”, mientras que con el resto de las metodologías ensayadas las clases de estado ecológico se infravaloraron en 6 casos para el Protocolo I del IBMWP y en todos los casos con los sustratos artificiales únicamente. Con esta metodología solo dos estaciones presentaron clase II (estado “Bueno” y ninguna estación presentó clase I (estado “Muy Bueno”).

Con estos datos podemos concluir que con el muestreo de las zonas accesibles del río, a pesar de que éste no sea vadeable, se pueden obtener unos valores en número de taxones, puntuación de IBMWP y clase de estado ecológico, similares a los totales, pero no suficientes para dar una completa representación de la comunidad de macroinvertebrados de la estación de muestreo y en consecuencia para evaluar correctamente el estado ecológico, ya que en el 33,3 % de los puntos de muestreo se infravaloró la clase de estado ecológico.

También se pudo apreciar que en este tipo de ríos la metodología de muestreo “IBMWP Protocolo I” infravaloró la clase de estado ecológico con respecto al total, y que los datos obtenidos únicamente mediante sustratos artificiales presentaron grandes diferencias con respecto al total.

4.2.- Frecuencia de captura de los taxones con las diferentes metodologías.

Con la metodología “IBMWP semicuantitativo” se capturaron un total de 50 taxones, mientras que con los sustratos artificiales se capturaron 31 de los 53 taxones diferentes capturados con las dos metodologías (total). Además, 22 taxones no fueron capturados con los sustratos artificiales y tan solo 2 familias de moluscos (Bithyniidae y Lymneidae) y una de tricópteros (Polycentropodidae) aparecieron en los sustratos y no lo hicieron con la metodología de muestreo “IBMWP semicuantitativo”.

De los 53 taxones capturados, 37 de ellos se colectaron más veces con la metodología “IBMWP semicuantitativo”, 12 taxones se capturaron en el mismo número de casos con ambas metodologías y 6 taxones (2 familias de

moluscos: Bithyniidae y Lymneidae; 3 familias de tricópteros: Ecnomidae, Hydropsychidae y Polycentropodidae y una familia de efemerópteros: Leptophlebiidae) fueron capturados en más ocasiones con los sustratos artificiales (ver anexo I). Por tanto, con la metodología de los sustratos artificiales se capturó un 57,7 % del total de los taxones capturados en el tramo, lo que supone un porcentaje bajo comparado con el 94,2 % de la metodología “IBMWP semicuantitativo”. No obstante, hay grupos que difícilmente pueden ser capturados con el tipo de sustratos artificiales utilizados ya sea por su condición de animales habitantes de la superficie (heterópteros del grupo Gerromorpha) o por su necesidad de desplazamientos continuos a la superficie para respirar (algunas familias de coleópteros y heterópteros del grupo Nepomorpha). Por esta causa, taxones capturados con el “IBMWP semicuantitativo” como Dytiscidae, Gerridae, Hydrometridae, Mesoveliidae y Naucoridae no han sido capturados con los sustratos artificiales.

Los taxones que se capturaron más frecuentemente con la metodología “IBMWP semicuantitativo” también se capturaron con más frecuencia con la metodología de los sustratos artificiales.

En la tabla 6 se muestran los porcentajes de taxones que colonizan los sustratos artificiales respecto al número total de taxones detectados en cada punto de muestreo. Era de esperar que cuantos más sustratos se recuperaran en un punto de muestreo, mayor número de taxones aparecerían en estos sustratos artificiales. Para verificar esto se realizó una correlación entre el número de sustratos recuperados en cada punto y el porcentaje de captura respecto al total ($r=0,53$; $N=9$; $p=0,05$). Se puede observar que la correlación es baja y por tanto se podría concluir que el hecho de recoger más sustratos no implicaría obtener más taxones con esta metodología, resultado opuesto al encontrado por otros autores en ríos de diferentes características (Reda y Williams, 2006). El bajo número de casos ($N=9$) podría inducir a pensar que no se puede llegar a esta conclusión de forma categórica, y de hecho sería interesante disponer de un mayor número de datos.

Tabla 6. Número de taxones capturados con los sustratos y en total, porcentaje de los taxones que se capturan con los sustratos artificiales respecto al total y número sustratos recuperados en las 9 estaciones de muestreo.

Punto muestreo	Sustratos	TOTAL	% captura sustratos/total	Nº sustratos
0002 Ebro/Castejón	14	20	70	3
0027 Ebro/Tortosa	9	26	34,6	2
0209 Gállego/Zuera	11	22	50	2
0508 Ebro/Gallur	16	27	59,3	3
0592 Ebro/Pina de Ebro	12	22	54,5	3
1158 Ebro/Lodosa	12	23	52,2	3
1164 Ebro/Alagón	15	24	62,5	4
1167 Ebro/Mora de Ebro	9	24	37,5	2
1295 Ebro/Burgo de Ebro	11	20	55	1

4.3.- Abundancia de los taxones capturados con sustratos artificiales.

En el anexo I se incluyen los datos de número de ejemplares y abundancias de cada taxón en cada estación de muestreo, obtenidos con las metodologías de “IBMWP semicuantitativo” y con los sustratos artificiales respectivamente.

En cuanto a la abundancia de los taxones que sólo se capturaron mediante el uso de sustratos artificiales (tabla 7), se aprecia que presentaron abundancias muy bajas (en la mayoría de los casos inferiores al 1 %). Esto era esperable ya que su escasez explica que no hayan podido ser capturados con el muestreo directo de las zonas vadeables. Ninguno de estos taxones son representantes típicos de hábitats no accesibles ya que esos mismos taxones se han podido capturar en otras estaciones con la metodología de muestreo del “IBMWP semicuantitativo”. Un ejemplo de ello lo constituye la familia Asellidae que suelen vivir en ríos más o menos grandes y en zonas con corriente y gravas en las que el muestreo se dificulta mucho. En el presente estudio se ha capturado esta familia en cuatro estaciones: en dos de ellas se capturó con los sustratos artificiales (estaciones 1164 Ebro en Alagón y 1295 Ebro en Burgo de Ebro) y en otras dos con el muestreo “IBMWP semicuantitativo”. Por tanto, parece que el uso de sustratos artificiales es útil para capturar taxones escasos

que pueden pasar desapercibidos en un muestreo multihábitat en ríos no vadeables con dificultad de acceso.

Tabla 7. Número de individuos por sustrato y abundancia de los taxones que sólo fueron capturados con los sustratos artificiales.

Punto muestreo	Taxones	Nº individuos/sustrato	Abundancia (%)
0002 Ebro/Castejón	Limoniidae	2	0,12
0027 Ebro/Tortosa	Glossiphoniidae,	0,96	0,84
	Lymnaeidae	0,50	0,44
0209 Gállego/Zuera	Calopterygidae,	1,5	0,12
	Heptageniidae,	1	0,08
	Leptophlebiidae	4,5	0,36
0508 Ebro/Gallur	Hydropsychidae,	4,5	0,61
	Glossiphoniidae,	1,5	0,2
	Polycentropodidae	4,5	0,61
0592 Ebro/Pina de Ebro	Bithyniidae	6,75	0,37
1158 Ebro/Lodosa	Bithyniidae,	1,5	0,59
	Dryopidae,	1,5	0,59
	Erpobdellidae,	1,5	0,59
	Hydrobiidae,	2,7	1,07
	Neritidae,	1,5	0,59
	Ostracoda	6	2,37
1164 Ebro/Alagón	Asellidae,	6,75	0,34
	Elmidae	6,75	0,34
1167 Ebro/Mora de Ebro	Hydropsychidae	3,86	1,64
1295 Ebro/Burgo de Ebro	Asellidae,	21	1,39
	Dugesiidae,	9	0,59
	Ecnomidae,	44	2,91
	Erpobdellidae,	22	1,45
	Ostracoda	6	0,4

4.4.- Recuperación de sustratos.

De los 12 puntos de muestreo en los que se colocaron sustratos artificiales se recuperó, al menos uno, en 9 puntos de muestreo (en un 75 % de los casos). La media de recuperación de sustratos fue del 63,9 % en aquellas estaciones en las que se recuperaron sustratos.

En cualquier caso, el muestreo con sustratos artificiales queda sometido a un importante componente de azar por el hecho de que es posible perder los sustratos principalmente por dos causas que se han sufrido en el presente estudio: el arrastre por crecidas y el vandalismo (Barbour *et al.*, 1999; Reda y Williams, 2006). Así, a lo largo del estudio, por arrastre se perdieron los

sustratos en el Río Ebro en Mendavía (punto 1157) y en el Río Segre en Serós (punto 25). En el caso del Río Ebro en Tudela (punto 506) la pérdida de los mismos se debió al vandalismo. De hecho, el tramo es recorrido diariamente por muchos piragüistas. En relación con esto pudimos observar la cuerda de las boyas de localización de los sustratos cortada en la orilla.

4.5.- Comparación del esfuerzo de muestreo y análisis de las muestras en laboratorio.

Por término medio el tiempo empleado para la realización del protocolo completo de los sustratos artificiales fue mayor (tabla 8) que el empleado en el “IBMWP semicuantitativo”, aunque fue en la toma de muestras donde realmente se empleó mucho más tiempo, aproximadamente el doble, ya que la colocación y retirada de los sustratos artificiales implica usar una embarcación, el izado de los sustratos a bordo y la limpieza del contenido de los sustratos para ser fijado en formol. En el resto de los procesos los tiempos fueron muy parecidos, si bien algo menores para la separación e identificación de las muestras de los sustratos artificiales, seguramente debido a la menor diversidad presente en este tipo de muestras.

A la hora de considerar estos tiempos como definitivos hay que tener en cuenta que la selección de los puntos, a priori, fue realizada con el requisito de la buena accesibilidad debido al hecho de tener que desplazar una embarcación neumática, y el resto del material, hasta la orilla. Por tanto, tenemos que puntualizar que el acceso puede condicionar mucho el tiempo de trabajo de campo hacia su aumento en caso de no poder llegar cerca del agua con el vehículo, que las orillas sean abruptas o que tengan excesiva vegetación.

Tabla 8. Tiempos (medias, N=9) de cada una de las fases de toma y procesado de las muestras.

	Sustratos	“IBMWP semicuantitativo”
Campo (colocación y recogida)	188 min.	93 min.
Separación	131 min.	136 min.
Identificación	84 min.	93 min.
Total	403 min.	322 min.

5.- CONCLUSIONES

- En cuanto al número de taxones capturados, el método de muestreo menos eficaz fue el de los sustratos artificiales ya que con él se capturaron 12,1 taxones de media, mientras que con la metodología IBMWP “Protocolo I” se capturaron 17,1 taxones de media y como método más eficaz resultó la metodología “IBMWP semicuantitativo” con una media de taxones capturados de 20,4. El número total de taxones capturado en cada estación integrando todos los taxones distintos capturados aplicando las tres metodologías fue de 23 taxones. Por tanto, el muestreo con sustratos artificiales por sí solo no es suficiente para obtener datos representativos de la comunidad de macroinvertebrados del tramo en estudio.
- Con el muestreo de las zonas accesibles del río con la metodología “IBMWP semicuantitativo” se obtuvieron la mayoría de los taxones y con puntuaciones de IBMWP similares a las totales. De hecho, con el protocolo “IBMWP semicuantitativo” se capturaron de media 2,6 taxones menos y 12,1 puntos menos con respecto al total. Las diferencias fueron más considerables en cuanto al IBMWP “Protocolo I” (unos 26 puntos menos que el total). Si solamente se tuvieran en cuenta los sustratos artificiales, se obtendrían unos valores muy bajos de IBMWP que no se corresponderían con la realidad. La correlación obtenida entre los valores de IBMWP calculados con el método IBMWP semicuantitativo y los calculados únicamente con sustratos artificiales ($r=0,41$; $p=0,274$; $n=9$) descartó cualquier posibilidad de realizar una acotación de clases de calidad específicas para los sustratos artificiales y, por tanto, usar únicamente los sustratos artificiales como método de evaluación del estado ecológico.
- A mayor dificultad de muestreo de una estación, mayor fue el número de taxones capturados solo por los sustratos artificiales y mayor la puntuación aportada por esos taxones. Esto se puede apreciar en las altas correlaciones existentes entre el número de taxones nuevos y la

dificultad de muestreo ($r = -0,87$; $p < 0,05$; $N = 9$) y entre el incremento de puntuación de los taxones nuevos y la dificultad de muestreo ($r = -0,91$; $p < 0,05$; $N = 9$).

- Con el muestreo de las zonas accesibles del río, a pesar de que éste no sea vadeable, se pudieron obtener unos valores en número de taxones, puntuación de IBMWP y clase de estado ecológico, similares a los totales, pero no suficientes para dar una completa representación de la comunidad de macroinvertebrados de la estación de muestreo y para establecer correctamente el estado ecológico, ya que en 3 de los puntos de muestreo se infravaloró la clase de calidad, aunque sólo fuera en una clase intermedia.
- Con la metodología de los sustratos artificiales se capturó un 57,7 % del total de los taxones presentes en el tramo, lo que supone un porcentaje bajo comparado con el 94,2 % obtenido mediante la metodología “IBMWP semicuantitativo”.
- El muestreo con sustratos artificiales queda sometido a un importante componente de azar por el hecho de que es posible y probable perder los sustratos durante el tiempo que pasan en el río.
- El muestreo con sustratos artificiales añade por término medio 81 minutos de trabajo a la toma y elaboración completa de las muestras.
- Los sustratos artificiales aportaron una media de 2,6 taxones nuevos (min.= 1; máx.= 6), no capturados mediante el muestreo directo en las zonas accesibles de ríos no vadeables (usando la metodología “IBMWP semicuantitativo”). Por tanto, queda claro que su uso es útil para capturar taxones de escasa abundancia que pasan desapercibidos en muestreos multihábitats de ríos no vadeables. Por tanto proponemos que se usen los sustratos artificiales para completar la comunidad de macroinvertebrados y afinar la clase de estado ecológico pero podría ser válido separar los diferentes taxones de los sustratos artificiales in situ

en el campo, con un ahorro importante de tiempo de separación e identificación en laboratorio.

6.- Bibliografía.

- Alba-Tercedor, J. y A. Sánchez-Ortega. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnetica*, 4: 51-56.
- Alba-Tercedor, J., L. F. Capitan Vallvey, M. Espigares García, C. Coca Pérez, I. Guisasola Díaz de Mendíbil y J.M. Martín Puente. 1990. Estudio de las condiciones ecológicas, sanitarias, químicas y de la calidad de las aguas de la cuenca media-alta del río Guadalquivir. Universidad de Granada-Dirección General de Obras Hidráulicas. Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (MOPU) 428 pp. (inédito).
- Alba-Tercedor, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), Almería, España: 203-213.
- Alba-Tercedor, J., P. Jáimez-Cuéllar, M. Álvarez, J. Avilés, N. Bonada, J. Casas, A. Mellado, M. Ortega, I. Pardo, N. Prat, M. Rieradevall, S. Robles, C. E. Sáinz-Cantero, A. Sánchez-Ortega, M. L. Suárez, M. Toro, M. R. Vidalabarca, S. Vivas y C. Zamora-Muñoz. 2004. Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (=BMWP'). *Limnetica*, 21(3-4), 2002: 175-185.
- Barbour, M. T., J. Gerritsen, B. D. Snyder y J. B. Stribling. 1999. *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, 2nd ed.* EPA 841-B-99-002. US EPA, Office of Water, Washington D.C., USA.
- Herranz Sanz, J.M. y González del Tánago, M., 1986. La colonización de sustratos artificiales por macroinvertebrados bénticos en las aguas del Alto Tajo. Comparación de métodos de muestreo. *Limnetica*, 2: 163-171.

- Jáimez-Cuéllar, P., Vivas, S., Bonada, N., Robles, S., Mellado, A., Álvarez, M., Avilés, J., Casas, J., Ortega, M., Pardo, I., Prat, N., Rieradevall, M., Sáinz-Cantero, C., Sánchez-Ortega, A., Suárez, M.L., Toro, M., Vidal-Abarca, M.R., Zamora-Muñoz, c. y Alba-Tercedor, J., 2004. Protocolo GUADALMED (PRECE). *Limnetica*, 21(3-4), 2002: 187-204.
- Jáimez-Cuéllar, P., Palomino-Morales, J.A., Luzón-Ortega, J.M. y Alba-Tercedor, J., 2006. Comparación de metodologías empleadas para la evaluación del estado ecológico de los cursos de Agua. *Tecnología del Agua*, 278:42-57.
- Jesus, T., Vieira, N. y Formigo, N. 2001. Case study of the colonisation of artificial substrates of the lagoons of a wastewater treatment plant and in the watercourse receiving the effluent. *Limnetica*, 20(2): 197-203.
- Munné, A. y N. Prat. 1999. *Regionalización de la cuenca del Ebro para el establecimiento de los objetivos del estado ecológico de sus ríos*. Confederación Hidrográfica del Ebro (Oficina de Planificación Hidrológica). Zaragoza. 186 pp. [http://oph.chebro.es/ DOCUMENTACION/ EstudiosEcologicos/1999-Ph-25-i/present.htm](http://oph.chebro.es/DOCUMENTACION/EstudiosEcologicos/1999-Ph-25-i/present.htm)
- Presa, Y. 1980. Estudio de las comunidades de macroinvertebrados como indicadores de los impactos de la ciudad de León en los ríos Bernesga y Torío. Tesis de Licenciatura. Universidad de León. 139 pp.
- Reda Fishar, M. y Williams, P., 2006. A feasibility study to monitor the macroinvertebrate diversity of the River Nile using three sampling methods. *Hydrobiologia*, 556: 137-147.

ANEXOS

Anexo I: Número de casos en los que se ha capturado cada taxón con cada una de las metodologías.

	Sustratos	IBMWP semicuant.
TRICLADIDA		
DugesIIDae	3	3
Planariidae	0	1
OLIGOCHAETA	5	8
HIRUDINEA		
Erpobdellidae	6	6
Glossiphoniidae	5	6
MOLLUSCA		
Ancylidae	0	2
Bithyniidae	2	0
Ferrissidae	0	1
Hydrobiidae	2	2
Lymnaeidae	1	0
Neritidae	5	5
Physidae	7	7
Sphaeriidae	0	1
Thiaridae	0	1
Unionidae	0	1
HYDRACARINA	0	7
OSTRACODA	5	7
AMPHIPODA		
Gammaridae	9	9
ISOPODA		
Asellidae	2	2
DECAPODA		
Atyidae	5	8
Palaemonidae	0	1
EPHEMEROPTERA		
Baetidae	4	9
Caenidae	7	9
Ephemeridae	0	1

Heptageniidae	4	6
Leptophlebiidae	6	5
Oligoneuriidae	0	1
Polymitarcidae	1	2
ODONATA		
Aeshnidae	0	2
Calopterygidae	1	1
Coenagrionidae	1	4
Gomphidae	1	2
Libellulidae	1	3
Platycnemididae	0	2
PLECOPTERA		
Capniidae	0	1
HETEROPTERA		
Corixidae	2	7
Gerridae	0	8
Hydrometridae	0	2
Mesoveliidae	0	1
Naucoridae	0	2
COLEOPTERA		
Dryopidae	1	2
Dytiscidae	0	3
Elmidae	1	1
TRICHOPTERA		
Ecnomidae	2	1
Hydropsychidae	8	7
Hydroptilidae	1	6
Leptoceridae	0	1
Polycentropodidae	1	0
DIPTERA		
Ceratopogonidae	0	2
Chironomidae	9	9
Ephydriidae	0	1
Limoniidae	1	2
Muscidae	0	2
Simuliidae	0	2

Anexo II: Número de ejemplares capturados de cada taxón con ambas metodologías.

Estación	Nombre	Sustratos artificiales		IBMWP semicuant.	
		Nº ejemplares/ sustrato	Abundancia %	Nº ejemplares/ Kick	Abundancia %
0002	Atyidae	0	0	6	3,15
0002	Baetidae	0	0	2,8	1,47
0002	Caenidae	23,55	1,41	12,8	6,73
0002	Chironomidae	197,55	11,87	47,51	24,98
0002	Corixidae	2	0,12	27,04	14,21
0002	Dytiscidae	0	0	1	0,53
0002	Erpobdellidae	12,64	0,76	1	0,53
0002	Gammaridae	1120	67,3	36,84	19,37
0002	Glossiphoniidae	9	0,54	1,8	0,95
0002	Gomphidae	0	0	1	0,53
0002	Heptageniidae	2	0,12	12,8	6,73
0002	Hydracarina	0	0	1	0,53
0002	Hydropsychidae	222,36	13,36	1	0,53
0002	Leptophlebiidae	12,27	0,74	26,44	13,9
0002	Limoniidae	2	0,12	0	0
0002	Neritidae	10,64	0,64	1	0,53
0002	Oligochaeta	10,64	0,64	4,6	2,42
0002	Ostracoda	29	1,74	1	0,53
0002	Physidae	10,64	0,64	3,6	1,89
0002	Planariidae	0	0	1	0,53
0027	Aeshnidae	0	0	1	0,29
0027	Asellidae	0	0	4,15	1,2
0027	Atyidae	4,43	3,87	42,26	12,24
0027	Baetidae	0	0	126,82	36,72
0027	Caenidae	0	0	1	0,29
0027	Chironomidae	0,5	0,44	12,57	3,64
0027	Coenagrionidae	5,32	4,65	17,99	5,21
0027	Dryopidae	0	0	2,42	0,7
0027	Dugesidae	1,46	1,28	3	0,87
0027	Ecnomidae	0,96	0,84	17,41	5,04
0027	Elmidae	0	0	35,76	10,35
0027	Gammaridae	96,32	84,26	31	8,98
0027	Gerridae	0	0	1	0,29
0027	Glossiphoniidae	0,96	0,84	0	0
0027	Hydracarina	0	0	1	0,29
0027	Hydropsychidae	0	0	5,15	1,49
0027	Hydroptilidae	0	0	1	0,29
0027	Leptoceridae	0	0	2,42	0,7
0027	Libellulidae	0	0	4,15	1,2
0027	Lymnaeidae	0,5	0,44	0	0
0027	Mesoveliidae	0	0	4,15	1,2
0027	Naucoridae	0	0	1	0,29
0027	Neritidae	0	0	1,42	0,41
0027	Ostracoda	0	0	1	0,29
0027	Palaemonidae	0	0	24,68	7,15
0027	Physidae	3,86	3,37	3	0,87

Estación	Nombre	Sustratos artificiales		IBMWP semicuant.	
		Nº ejemplares/ sustrato	Abundancia %	Estación	Nombre
0209	Baetidae	0	0	2516,52	39,35
0209	Caenidae	1143	90,28	1696,52	26,53
0209	Calopterygidae	1,5	0,12	0	0
0209	Chironomidae	64,5	5,09	1457,39	22,79
0209	Dugesidae	0	0	0,87	0,01
0209	Erpobdellidae	10,5	0,83	47,83	0,75
0209	Gammaridae	9	0,71	47,83	0,75
0209	Gerridae	0	0	1,74	0,03
0209	Heptageniidae	1	0,08	0	0
0209	Hydrobiidae	0	0	0,87	0,01
0209	Hydropsychidae	21	1,66	170,43	2,66
0209	Hydroptilidae	4,5	0,36	1,74	0,03
0209	Leptophlebiidae	4,5	0,36	0	0
0209	Oligochaeta	0,5	0,04	71,3	1,11
0209	Ostracoda	0	0	281,74	4,41
0209	Physidae	6	0,47	49,57	0,77
0209	Platycnemididae	0	0	0,87	0,01
0209	Simuliidae	0	0	0,87	0,01
0209	Sphaeriidae	0	0	46,96	0,73
0508	Ancylidae	0	0	1	0,05
0508	Atyidae	30	4,05	142	6,75
0508	Baetidae	0	0	3	0,14
0508	Caenidae	94,91	12,83	40	1,9
0508	Chironomidae	80,45	10,87	171	8,12
0508	Coenagrionidae	0	0	14	0,67
0508	Corixidae	0	0	34,5	1,64
0508	Dytiscidae	0	0	1	0,05
0508	Erpobdellidae	7,5	1,01	13	0,62
0508	Gammaridae	259,77	35,11	93	4,42
0508	Gerridae	0	0	1	0,05
0508	Glossiphoniidae	1,5	0,2	0	0
0508	Gomphidae	1,5	0,2	1	0,05
0508	Heptageniidae	15	2,03	6	0,29
0508	Hydracarina	0	0	14,5	0,69
0508	Hydroptilidae	0	0	2	0,1
0508	Hydropsychidae	4,5	0,61	0	0
0508	Leptophlebiidae	31,5	4,26	23	1,09
0508	Limoniidae	0	0	1	0,05
0508	Muscidae	0	0	6	0,29
0508	Neritidae	36,27	4,9	7	0,33
0508	Oligochaeta	84	11,35	1422	67,55
0508	Ostracoda	27,82	3,76	20,5	0,97
0508	Physidae	17,05	2,3	76,5	3,63
0508	Polycentropodidae	4,5	0,61	0	0
0508	Platycnemididae	0	0	2	0,1
0508	Polymitarcidae	43,64	5,9	10	0,48
0592	Atyidae	0	0	414,31	12,05
0592	Baetidae	10,8	0,59	339,5	9,87

Estación	Nombre	Sustratos artificiales		IBMWP semicuant	
		Nº ejemplares/ sustrato	Abundancia %	Estación	Nombre
0592	Bithyniidae	6,75	0,37	0	0
0592	Caenidae	62,1	3,37	410,46	11,93
0592	Calopterygidae	0	0	5,15	0,15
0592	Chironomidae	706,05	38,29	1445,5	42,03
0592	Corixidae	0	0	55	1,6
0592	Ephydriidae	0	0	1	0,03
0592	Erpobdellidae	18,9	1,02	14,5	0,42
0592	Gammaridae	172,8	9,37	76,81	2,23
0592	Gerridae	0	0	14,5	0,42
0592	Glossiphoniidae	12,15	0,66	41,5	1,21
0592	Heptageniidae	0	0	22,81	0,66
0592	Hydracarina	0	0	1	0,03
0592	Hydrometridae	0	0	1	0,03
0592	Hydroptilidae	0	0	14,5	0,42
0592	Hydropsychidae	804,6	43,63	317,35	9,23
0592	Leptophlebiidae	10,8	0,59	53,96	1,57
0592	Oligochaeta	6,75	0,37	77,15	2,24
0592	Ostracoda	16,2	0,88	104,5	3,04
0592	Physidae	16,2	0,88	15,5	0,45
0592	Unionidae	0	0	13,5	0,39
1158	Atyidae	2,5	0,99	20	3,85
1158	Baetidae	0	0	139	26,74
1158	Bithyniidae	1,5	0,59	0	0
1158	Caenidae	1,83	0,73	22,25	4,28
1158	Ceratopogonidae	0	0	1	0,19
1158	Chironomidae	222,17	87,92	195,5	37,61
1158	Dryopidae	1,5	0,59	0	0
1158	Erpobdellidae	1,5	0,59	0	0
1158	Gammaridae	0,33	0,13	8,75	1,68
1158	Gerridae	0	0	2	0,38
1158	Glossiphoniidae	0	0	6,75	1,3
1158	Hydrobiidae	2,7	1,07	0	0
1158	Heptageniidae	0	0	8	1,54
1158	Hydropsychidae	6,33	2,51	88,25	16,98
1158	Leptophlebiidae	4,83	1,91	1	0,19
1158	Muscidae	0	0	1	0,19
1158	Oligochaeta	0	0	21,25	4,09
1158	Oligoneuriidae	0	0	1	0,19
1158	Neritidae	1,5	0,59	0	0
1158	Ostracoda	6	2,37	0	0
1158	Polymitarcidae	0	0	2	0,38
1158	Simuliidae	0	0	1	0,19
1158	Thiaridae	0	0	1	0,19
1164	Asellidae	6,75	0,34	0	0
1164	Atyidae	17,55	0,88	0	0
1164	Baetidae	20,25	1,02	7	0,62
1164	Caenidae	39,83	2	7	0,62
1164	Chironomidae	155,93	7,83	111	9,81

Estación	Nombre	Sustratos artificiales		IBMWP semicuant.	
		Nº ejemplares/ sustrato	Abundancia %	Estación	Nombre
1164	Corixidae	40,5	2,03	0	0
1164	Coenagrionidae	0	0	4	0,35
1164	Elmidae	6,75	0,34	0	0
1164	Ephemeridae	0	0	1	0,09
1164	Erpobdellidae	0	0	1	0,09
1164	Gammaridae	517,05	25,97	118	10,43
1164	Gerridae	0	0	2	0,18
1164	Glossiphoniidae	6,75	0,34	1	0,09
1164	Heptageniidae	65,48	3,29	14	1,24
1164	Hydrobiidae	6,75	0,34	6	0,53
1164	Hydrometridae	0	0	1	0,09
1164	Hydropsychidae	905,18	45,47	1	0,09
1164	Hydroptilidae	0	0	1	0,09
1164	Leptophlebiidae	28,35	1,42	55	4,86
1164	Libellulidae	0	0	2	0,18
1164	Neritidae	137,7	6,92	56	4,95
1164	Oligochaeta	0	0	15	1,33
1164	Ostracoda	0	0	30	2,65
1164	Physidae	35,78	1,8	33	2,92
1167	Aeshnidae	0	0	1	0,34
1167	Asellidae	0	0	1	0,34
1167	Atyidae	6	2,54	23,6	7,97
1167	Baetidae	3,86	1,64	5,6	1,89
1167	Caenidae	0	0	6,05	2,05
1167	Ceratopogonidae	0	0	3,6	1,22
1167	Chironomidae	0,5	0,21	12,11	4,09
1167	Coenagrionidae	0	0	5,45	1,84
1167	Corixidae	0	0	2	0,68
1167	Dryopidae	0	0	3,6	1,22
1167	Dugesidae	169,29	71,8	113,6	38,39
1167	Dytiscidae	0	0	3,6	1,22
1167	Erpobdellidae	0	0	4,6	1,55
1167	Gammaridae	38,14	16,18	11,51	3,89
1167	Gerridae	0	0	1	0,34
1167	Glossiphoniidae	0	0	1	0,34
1167	Hydracarina	0	0	1	0,34
1167	Hydropsychidae	3,86	1,64	0	0
1167	Libellulidae	2,43	1,03	2	0,68
1167	Naucoridae	0	0	1	0,34
1167	Neritidae	4,43	1,88	5,6	1,89
1167	Oligochaeta	0	0	5,6	1,89
1167	Ostracoda	0	0	74,8	25,28
1167	Physidae	7,29	3,09	6,6	2,23
1295	Asellidae	21	1,39	0	0
1295	Atyidae	0	0	67,5	0,84
1295	Baetidae	33	2,18	2702,5	33,7
1295	Caenidae	9	0,59	7,5	0,09
1295	Chironomidae	1063	70,21	2087,5	26,03

Estación	Nombre	Sustratos artificiales		IBMWP semicuant.	
		Nº ejemplares/ sustrato	Abundancia %	Estación	Nombre
1295	Corixidae	0	0	1647,5	20,54
1295	DugesIIDae	9	0,59	0	0
1295	Ecnomidae	44	2,91	0	0
1295	Erpobdellidae	22	1,45	0	0
1295	Ferrissidae	0	0	67,5	0,84
1295	Gammaridae	3	0,2	2,5	0,03
1295	Gerridae	0	0	5	0,06
1295	Glossiphoniidae	0	0	70	0,87
1295	Heptageniidae	0	0	2,5	0,03
1295	Hydracarina	0	0	2,5	0,03
1295	Hydropsychidae	172	11,36	1207,5	15,06
1295	Hydroptilidae	0	0	2,5	0,03
1295	Limoniidae	0	0	2,5	0,03
1295	Oligochaeta	132	8,72	145	1,81
1295	Ostracoda	6	0,4	0	0

7.- Índice

	Página
1.- Introducción	1
2.- Problemática de la que surge la necesidad del estudio	2
3.- Material y métodos	2
3.1. Área de estudio.	2
3.2. <i>Protocolo de muestreo con sustratos artificiales.</i>	9
3.3. <i>Protocolo de muestreo armonizado (“IBMWP semicuantitativo”)</i>	12
4.- Resultados y discusión.	15
4.1.- <i>Comparativa entre las metodologías estudiadas.</i>	15
4.1.1.- <i>Número de taxones capturados.</i>	15
4.1.2.- <i>Puntuaciones del índice IBMWP</i>	17
4.1.3.- <i>Clases de estado ecológico.</i>	20
4.2.- <i>Frecuencia de captura de los taxones con las diferentes metodologías.</i>	21
4.3.- <i>Abundancia de los taxones capturados con sustratos artificiales.</i>	23
4.4.- <i>Recuperación de sustratos.</i>	24
4.5.- <i>Comparación del esfuerzo de muestreo y análisis de las muestras en laboratorio.</i>	25
5.- Conclusiones	27
6.- Bibliografía	30
Anexos	32