

# EL RIO MAGRO, PARTE I: EVALUACION DE SU CALIDAD BIOLÓGICA MEDIANTE LA APLICACION DEL BMWP<sup>1</sup> Y DEL ASPT<sup>1</sup>

J. RUEDA<sup>1,2</sup>, G. TAPIA<sup>1</sup>, R. HERNÁNDEZ<sup>1</sup> & F. MARTÍNEZ-LÓPEZ<sup>1</sup>

## RESUMEN

Se realizó un estudio sobre la calidad biológica de la cabecera del río Magro, situado al nor-oeste de la Comunidad Valencia. Se establecieron 13 estaciones que fueron muestreadas trimestralmente desde diciembre de 1993 hasta julio de 1995. Hemos utilizado los índices biológicos BMWP<sup>1</sup> y ASPT<sup>1</sup>. Los resultados reflejan un importante impacto antrópico debido a diferentes vertidos (urbanos, industriales y agrícolas) y a su vez una recuperación en la parte final del tramo estudiado debido a los efectos de autodepuración así como de los aportes producidos por diferentes ramblas, manantiales y pequeños ríos.

**Palabras clave:** Invertebrados acuáticos, índices biológicos, BMWP<sup>1</sup>, ASPT<sup>1</sup>, río Magro.

## INTRODUCCION

Ya son relativamente frecuentes los estudios de calidad de los ríos mediante la aplicación de diferentes índices biológicos. Estos se basan en la presencia de los invertebrados en sus aguas. El objetivo principal de estos estudios es la cuantificación del grado de deterioro provocado básicamente por los diferentes tipos de vertidos, (industriales, agrícolas o urbanos (RUEDA 1997). El tramo de río estudiado recibe las aguas residuales, principalmente de dos municipios (Utiel y Requena), a través de varios núcleos de población, pero también algunos vertidos de carácter industrial (alcoholeras, curtidos y granjas).

La preocupación por el estado de salud de los sistemas acuáticos y la necesidad de establecer estrategias de recuperación, son las principales razones que justifican al presente estudio. El objetivo se dirige hacia una decisiva protección de estos ecosistemas, minimizando el impacto antrópico y racionalizando su aprovechamiento,

optimizando este recurso dentro del concepto actual de «desarrollo sostenible».

## METODOLOGIA

### Estaciones de muestreo

Hemos seleccionado 13 estaciones representativas atendiendo a los criterios propuestos por MARTÍNEZ-LÓPEZ *et al.* (1994). El tramo de río estudiado (48 km) empieza en su nacimiento próximo a Utiel y finaliza antes del embalse de Forata, tras la confluencia del río Mijares (Yátova). La ubicación de las mismas se realizó previamente sobre los mapas del Servicio Geográfico del Ejército (SGE) a escala 1:50.000 y de proyección UTM. La Figura 1 nos indica la situación geográfica de las estaciones de muestreo. En la Figura 2 podemos observar el perfil longitudinal del tramo de río estudiado. Por otro lado hemos confeccionado la Tabla I, que nos aporta la información sobre altitud, distancia al origen, UTM, municipio, hoja del SGE y denominación de las estaciones de muestreo.

### Toma de muestras e identificación de los organismos

Los muestreos se realizaron trimestralmente durante un periodo de dos años (diciembre 1993-

<sup>1</sup> Departamento de Biología Animal. Facultad de CC Biológicas.

<sup>2</sup> Domicilio postal: C/ San Rafael 40, pta. 34. 46011 Valencia.

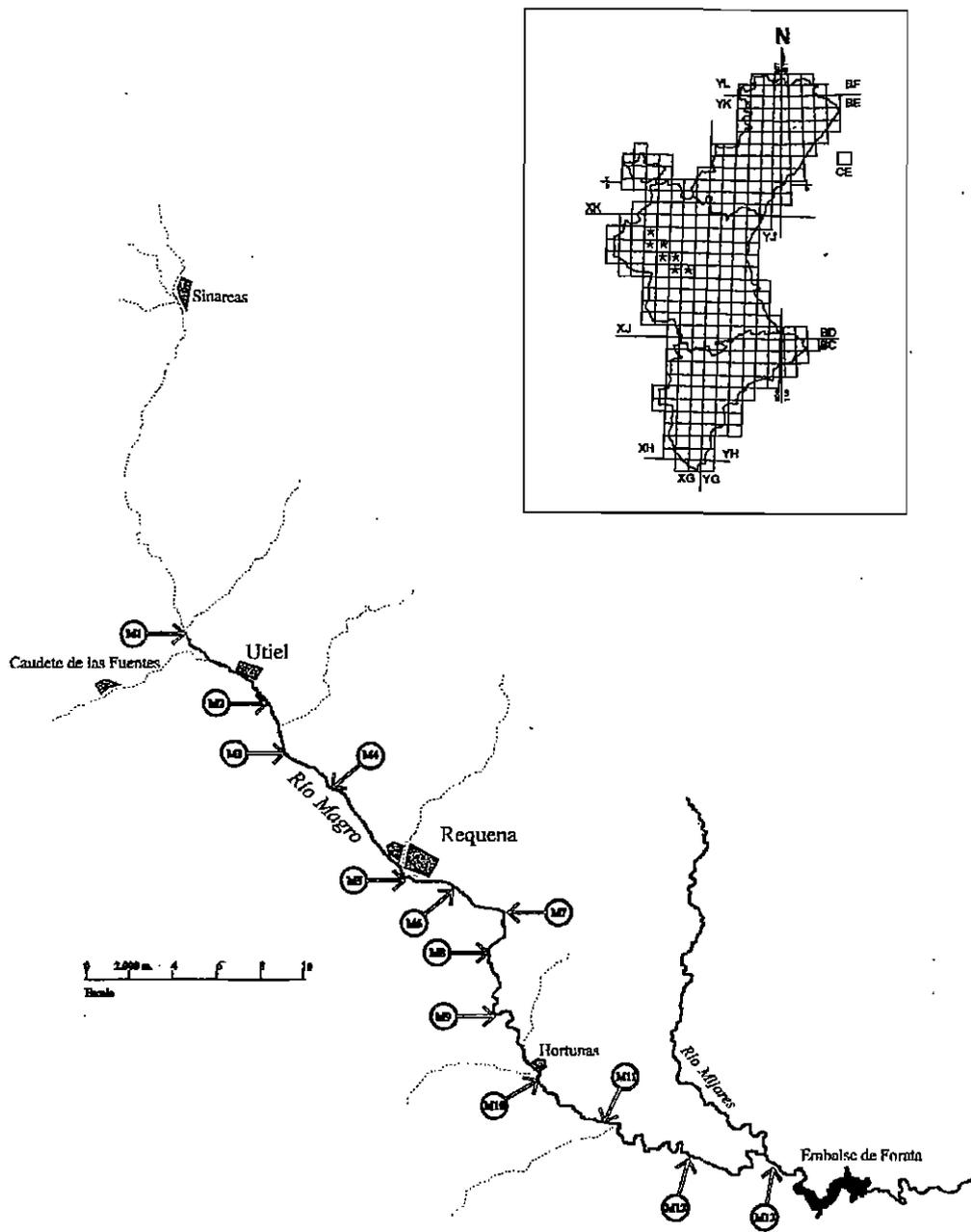


Fig. 1. Situación de las estaciones de muestreo.

TABLA I  
DATOS DE SITUACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

Estaciones	Nombre	Distancia al origen (m)	Altitud (m)	UTM	Municipio	Hoja SGE
Utiel	M. 1	0	740	30SXJ526817	Utiel	26-27
Los Tunos	M. 2	5.200	720	30SXJ560785	Requena	27-27
San Juan	M. 3	7.450	700	30SXJ573768	Requena	27-27
San Antonio	M. 4	9.000	690	30SXJ586759	Requena	27-27
Pontón	M. 5	14.500	660	30SXJ619716	Requena	27-28
San Blas	M. 6	17.750	650	30SXJ649709	Requena	27-28
Atrafal	M. 7	20.000	630	30SXJ667701	Requena	27-28
El Jabonero	M. 8	21.950	615	30SXJ663685	Requena	27-28
Angelito	M. 9	25.350	580	30SXJ665658	Requena	27-28
Hortunas	M. 10	31.100	530	30SXJ685622	Requena	27-28
Horr. de Abajo	M. 11	34.500	515	30SXJ712604	Requena	27-28
Tabarla	M. 12	41.400	450	30SXJ753591	Yátova	27-28
Cola de Forata	M. 13	47.650	395	30SXJ793586	Yátova	27-28

septiembre 1995, Tabla II). Esta frecuencia de muestreo se seleccionó debido a la posible variación temporal de la composición y estructura de las comunidades de invertebrados de los ríos, que puede influir en los resultados al aplicar índices biológicos (GARCÍA DE JALÓN & GONZÁLEZ DEL TÁNAGO 1986). Ocurre con frecuencia que algunas especies no se capturan durante una determinada campaña de muestreo a pesar de estar presentes en el río. Si estamos realizando un seguimiento exhaustivo de las características faunísticas, es importante no mermar la información reduciendo la periodicidad a uno o dos muestreos anuales. Existen estudios realizados mediante muestreos bimensuales como los de RODRÍGUEZ *et al.* (1994) y CHASSANY DE CASABIANCA (1982). Otros investigadores como JOHANSSON & NILSSON (1993) incluso llegan a los 10 días de intervalo, aunque lo habitual suele ser un muestreo por estación del año (BRITTAIN *et al.*, 1984; LILLEHAMMER & BRITAIN, 1987 y DETHIER, 1988). Las peculiares

características de nuestro río, como es el estado fangoso existente en varias estaciones, no nos permitió utilizar redes blandas debido a la colmatación. Esta condición nos indujo a realizar un muestreo de tipo espacial (m<sup>2</sup>) frente al temporal (minutos). Posteriormente se utilizó la información obtenida en estudios cuantitativos.

Pra realizar el muestreo biológico se eligieron en cada estación 10 puntos dentro de un marco aproximado de 25 m<sup>2</sup>. En el caso de no existir los 10 submuestreos diferenciados, debido a la monotonía de la estación, se procuró muestrear en el sustrato dominante, pero en velocidades de corriente distintas si era factible, siguiendo a VERNEAUX *et al.* (1982) y AFNOR (1985). Para la recolección de los invertebrados se utilizó un tamiz circular de acero inoxidable de 30 cm de diámetro y 200 µm de luz de malla que se intro-

TABLA II  
FECHA Y DENOMINACION DE LOS MUESTREOS

Programación	Realización	Denominación
Invierno 1993/1994	18/19 XII 1993	A
Primavera 1994	1/2 IV 1994	B
Verano 1994	18/19 VI 1994	C
Otoño 1994	12/13 XI 1994	D
Invierno 1994/1995	21/22 I 1995	E
Primavera 1995	8/9 IV 1995	F
Verano 1995	7/8 VII 1995	G
Otoño 1995	Anulado	H

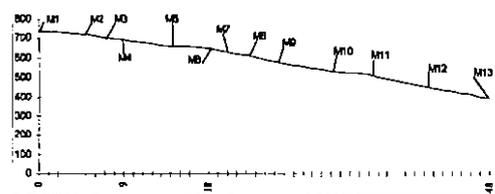


Fig. 2. Perfil longitudinal del río Magro. Eje X, distancia al punto de origen (km); Eje Y, altitud (m).

ducía en el agua realizando un recorrido de 1 m sobre el sustrato elegido. Tras esta operación el contenido vivo se depositaba en un barreño de mayor tamaño que el tamiz. Al finalizar los 10 submuestras, se fijaba el material en alcohol de 70°, y etiquetado convenientemente, se trasladaba al laboratorio, donde posteriormente se separaba e identificaba. Algunos taxones como los turbelarios, hirudíneos y oligoquetos se guardaron vivos, procediendo a una relajación y fijación progresiva en laboratorio en el momento de ser identificados sistemáticamente. La realización de los muestreos por campaña se ejecutó en el intervalo de dos días como máximo, de forma que los posibles cambios en el medio no incidieran excesivamente en nuestros resultados. Debido a la gran cantidad de materia orgánica y sustrato recolectado con los invertebrados, se procedió a una primera separación de individuos mediante una observación directa, con ayuda del estereomicroscopio Leica Wild M8. Decidimos este método sin previo lavado en torre de tamices, para evitar posibles pérdidas de información, o rotura de algún elemento indispensable para la posterior determinación de los ejemplares, habiendo valorado previamente el aumento considerable de tiempo empleado en este cometido.

El nivel taxonómico requerido para la aplicación de los índices biológicos es el de familia. Hemos querido profundizar hasta el nivel específico siempre que fuera posible, permitiendo de este modo, y junto a los parámetros ambientales, obtener una información más precisa y puntual de la estructura de las comunidades de invertebrados que a nivel de familia (FURSE *et al.*, 1984).

Según TACHET *et al.* (1987) el concepto de macrofauna bentónica se define como: organismos que superan siempre el milímetro al final de su desarrollo larval o en su estadio adulto. En nuestro estudio, no hacemos diferencias entre macro y microinvertebrados. Tomamos en consideración toda la fauna sin límite de tamaño, salvo el de ser recolectada con nuestro tamiz de 200  $\mu\text{m}$  de luz de malla.

### Índices biológicos

A principio de siglo, KOLKWITZ & MARSSON (1902, 1908, 1909) presentaron un índice biológico conocido como el sistema de los saprobios.

Este se basa en la adaptación de los organismos acuáticos a las sucesivas fases de descomposición de la materia orgánica procedente de usos industriales, domésticos y agrícolas. Los ambientes se ordenan en sucesión lineal, desde mayor a menor concentración de materia orgánica según MARGALEF (1983). LANG & REYMOND (1994) observan las continuas interferencias producidas por las actividades humanas sobre el medio ambiente, en particular sobre el acuático, e inician el estudio y elaboración de diferentes índices biológicos que permitieron valorar el impacto antrópico producido en los ríos.

Hemos tenido que seleccionar entre diferentes índices biológicos, procurando que un mismo método de muestreo pudiese servir en las aplicaciones correspondientes. También tuvimos en consideración que el nivel taxonómico alcanzado en la determinación de los organismos, no provocara una excesiva complicación en su manejo. Subsanando estos criterios, nos inclinamos por la utilización del BMWP' y del ASPT'.

El BMWP' es una modificación del Biological Monitoring Working Party Score System (BMWP) (ISO-BMWP, 1979). Debido a las notables ausencias en la fauna inglesa de especies presentes en la Península Ibérica, ALBA TERCEDOR & SÁNCHEZ ORTEGA (1988) incluyeron estas últimas, asignándoles los valores correspondientes en la tabla original con puntuaciones de 1 a 10 en función de su grado de sensibilidad a la contaminación. Esta tabla fue posteriormente ampliada por ZAMORA MUÑOZ (1992), PUJANTE (1993) y PICAZO (1995), utilizando para nuestro estudio un complemento de todas ellas (Tabla III). El valor definitivo es la suma de los valores correspondientes a cada familia recolectada.

El ASPT' (Average Score Per Taxon) se obtiene a partir del valor del BMWP' y es el resultado de dividir el valor por el nº de taxones que contribuyen a obtenerlo. El valor del ASPT' es complementario al BMWP' y da una medida más real del estado de cada sitio. Su ventaja frente al BMWP' es que es independiente del esfuerzo de muestreo, de la estacionalidad y de la eficacia en la identificación según CHESTERS (1980).

Una vez obtenidos los valores correspondientes para cada uno de los índices biológicos, el siguiente

TABLA III

PUNTUACIONES ASIGNADAS A LAS DIFERENTES FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUATICOS PARA LA OBTENCION DEL BMWP<sup>1</sup>. CON\* SE SEÑALAN LAS FAMILIAS AÑADIDAS POR ZAMORA MUÑOZ (1992) A LA TABLA ORIGINAL (ALBA TERCEDOR & SÁNCHEZ ORTEGA, 1988), CON\*\* LAS AÑADIDAS POR PUJANTE (1993) Y CON\*\*\* LA UNICA FAMILIA AÑADIDA POR PICAZO (1995)<sup>(1)</sup>.

Familias	Puntuación
Aphelocheiridae, Athericidae, Beraeidae, Blephariceridae, Brachycentridae, Capniidae, Chloroperlidae, Ecnomidae**, Ephemeridae, Goeridae, Heptageniidae, Lepidostomatidae, Leptoceridae, Leptophlebiidae, Leuctridae, Molannidae, Odontoceridae, Perlidae, Perlodidae, Phryganeidae, Potamanthidae, Sericostomatidae, Siphonuridae, Taeniopterygidae,	10
Aeschnidae, Astacidae, Calopterygidae, Cordulegasteridae, Corduliidae, Glossosomatidae, Gomphidae, Lestidae, Libellulidae, Philopotamidae, Prosoptistomatidae**, Psychomyiidae,	8
Ecnomidae*, Ephemerellidae, Limnephilidae, Nemouridae, Polycentropodidae, Rhyacophilidae,	7
Ancylidae, Atyidae, Coenagrionidae, Corophiidae, Flabelliferidae**, Gammaridae, Hydroptilidae, Melanopsidae**, Neritidae, Platycnemididae, Thiaridae*, Unionidae, Viviparidae,	6
Clambidae, Dendrocoelidae, Dryopidae, Dugesidae, Elmidae, Helophoridae, Hydraenidae, Hydrochidae, Hydropsychidae, Oligoneuriidae, Planariidae, Polymitarcidae***, Simuliidae, Tipulidae,	5
Anthomyidae, Baeridae, Caenidae, Ceratopogonidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Dixidae, Dolichopodidae, Empididae, Haliplidae, HIDRACARINA, Limoniidae, Muscidae*, Piscicolidae, Psychodidae, Rhagionidae*, Sciomyzidae*, Sialidae, Stratiomyidae, Tabanidae,	4
Asellidae, Bithyniidae, Bythinellidae, Corixidae, Dytiscidae, Erpobdellidae, Gerridae, Glossiphoniidae, Gyrinidae, Helodidae, Hirudidae, Hydrobiidae, Hydrometridae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Lymnaeidae, Mesoveliidae, Naucoridae, Nepidae, Notonectidae, OSTRACODA, Physidae, Planorbidae, Pleidae, Sphaeriidae, Valvatidae, Veliidae*,	3
Chaoboridae**, Chironomidae, Culicidae, Ephydriidae, Muscidae, Rhagionidae**, Thaumaleidae,	2
OLIGOCHAETA (todas las familias), Syrphidae*,	1

<sup>(1)</sup> Las familias están ordenadas alfabéticamente.

te paso fue caracterizar las estaciones mediante unas clases de calidad y/o mediante un mapa de colores, que quedan representados en la Tabla IV (ALBA TERCEDOR & SÁNCHEZ ORTEGA, 1988).

## RESULTADOS

La riqueza faunística de nuestro río está influenciada por los vertidos efectuados en sus aguas.

Durante el periodo de muestreo hemos obtenido una buena representación de los invertebrados que pueblan este río. La identificación de los mismos se realizó al nivel taxonómico específico siempre que fue posible. Se contabilizaron 161 taxones, distribuidos en 6 filos y 87 familias (Tabla V).

El hallazgo más notable de nuestro estudio corresponde a las fuertes oscilaciones de las con-

TABLA IV  
CATEGORIAS DE CALIDAD DEL AGUA

Clase	Valor BMWP <sup>1</sup>	Significado	Color
I	> 150	Aguas muy limpias	Azul
	101-120	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible	
II	61 - 100	Evidentes algunos efectos de contaminación	Verde
III	36 - 60	Aguas contaminadas	Amarillo
IV	16 - 35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

TABLA V

TAXONES CAPTURADOS EN EL RÍO MAGRO (Abun.: ABUNDANCIA. % AT: PORCENTAJE DE ABUNDANCIA SOBRE EL TOTAL. ECC.: ESTACIONES Y CAMPAÑAS DE CAPTURA)

Río Magro Taxón	1994			1995		
	Abun.	% AT	ECC	Abun.	% AT	ECC
<b>CNIDARIA*</b>						
<i>Chlorobrydra viridissima</i>	0	0		7	0,018	E:10;F:10
<b>PLATHYHELMINTHA*</b>						
<i>Dugesia gonocephala</i>	5	0,06	A:13;B:1,13	5	0,013	E:10,12;G:12
<b>NEMATODA*</b>						
	19	0,228	A:13;B:6,9;C:4,6,7;D:3,9,10,13	33	0,086	E:4,12;F:3,4,5,12;G:1,4,6,8,10
<b>MOLLUSCA*</b>						
<i>Bithynia tentaculata</i>	27	0,323	B:13	39	0,101	G:1,12
<i>Bythinella</i> sp.	4	0,048	C:13;D:13	5	0,013	F:10,13;G:11
<i>Pseudamnicola</i> sp.	1	0,012	D:13	3	0,008	E:1;F:12
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	783	9,377	A:1,4,12,13;B:1,2,13; C:1,12,13;D:12,13	797	2,071	E:12;F:1,12,13;G:1,3,4,12
<i>Melanopsis dufouri</i>	0	0		2	0,005	E:13;F:13
<i>Lymnaea peregra</i>	12	0,144	A:1;B:1;C:1;D:3	28	0,073	E:3;F:3;G:3,13
<i>Physella acuta</i>	434	5,198	A:1,3,4,8,9,10,11,12,13; B:1,9,11,12,13;C:1,3,11,12,13; D:1,3,9,10,11,12	4022	10,45	E:3,9,10,11,12,13;F:3,4,9,10, 11,13;G:1,3,4,9,10,11,12,13
<i>Planorbis planorbis</i>	6	0,072	A:3,4	0	0	
<i>Ancylus fluviatilis</i>	15	0,18	A:12,13;B:12;C:12;D:12,13	62	0,161	E:12;F:1,12,13;G:1,11,12,13
<i>Ferrissia wautieri</i>	20	0,24	A:12;B:13;C:13;D:13	24	0,062	E:13;F:13;G:12,13
<i>Pisidium</i> sp.	11	0,132	A:1,12;B:1;D:13	2	0,005	G:1,3
<b>ANNELIDA*</b>						
Aelosomatidae	1	0,012	D:10	0	0	
Lumbricidae	0	0		1	0,003	E:6
<i>Eisenella tetraedra</i>	5	0,06	A:5,8,10,12	1	0,003	G:9
Tubificidae	255	3,054	A:1,6,7,8,9,10,11,12;B:1,8,9, 10,12,13;D:1,7,10,11	600	1,559	E:1,3,6,8,9,10,11,12,13;F:1,3,4, 7,8,9,10,11,12;G:1,3,4,6,9, 10,11,12,13
Naididae	73	0,874	B:1,2,10,12,13;C:12,13;D:9,10,13	31	0,081	E:1,3,12;F:1,4
<i>Enchytraeus</i> sp.	0	0		1	0,003	E:6
<i>Lumbricillus</i> sp.	0	0		1	0,003	E:6
<i>Helobdella stagnalis</i>	38	0,455	A:9,11,12;B:10,11;C:11; D:6,10,11	107	0,278	E:10;F:10,11;G:10,11,12
<i>Dina lineata</i>	19	0,228	A:11,12;B:1,12;C:12;D:11,12	35	0,091	E:12,13;F:1,10,11,12,13; G:10,11,12
<i>Haemopsis sanguisuga</i>	0	0		1	0,003	F:6
<b>ARTHROPODA*</b>						
Hydrachnidae	22	0,263	A:1;B:13;C:12;D:12,13	104	0,27	E:1,6;F:10;G:1,3,6,12
<i>Hydracna</i> sp.	3	0,036	A:1;B:13	5	0,013	F:3
Amphipoda	104	1,246	A:1;B:1,13;C:1,13;D:13	38	0,099	E:13;F:13;G:13
Isopoda	9	0,108	D:10,13	79	0,205	E:10;F:10;G:10,12
<i>Procambarus clarkii</i>	32	0,383	A:12;B:1,12,13;C:1,12;D:1,11,12	9	0,023	E:12;F:11,12,13;G:10,11,12
<i>Atyaephyra desmarestii</i>	2	0,024	D:13	17	0,044	F:13;G:13
<i>Dugastella valentina</i>	0	0		1	0,003	G:13
<i>Simocephalus exspinosus</i>	9	0,108	A:1,10;B:1,C:1	236	0,613	E:9,10,11;F:3,10,11,13; G:1,3,4,6,7,8,9
<i>Simocephalus vetulus</i>	18	0,216	A:1,10;B:1;C:1,12,13	158	0,411	E:1,3,10;F:3,10,13;G:3, 6,7,8,9,12
<i>Daphnia</i> sp.	0	0		3	0,008	E:6;F:6,7

(Continúa)

TABLA V

TAXONES CAPTURADOS EN EL RÍO MAGRO (Abun.: ABUNDANCIA. % AT: PORCENTAJE DE ABUNDANCIA SOBRE EL TOTAL. ECC.: ESTACIONES Y CAMPAÑAS DE CAPTURA) (continuación)

Río Magro Taxón	1994		1995	
	Abun.	% AT	ECC	Abun. %AT ECC
<i>Daphnia magna</i>	0	0		10 0,026 E:9;F:7,10
<i>Ilyocryptus sordidus</i>	0	0		1 0,003 F:12
<i>Chydorus</i> sp.	1	0,012	A:1	1 0,003 E:10
Ostracoda	22	0,263	A:9,10,11;B:12,13;C:1,3,11, 12,13;D:13	513 1,333 E:9,10,11,13;F:3,9,10, 11,12,13; G:1,3,8,9,10, 11,12
Cyclopidae	34	0,407	B:1,9;C:1,3,9;D:1,9,10, 11,13	65 0,169 E:9,10,13;F:1,4,10;G:10
Sminthuridae	4	0,048	B:12;C:13	4 0,01 E:1;F:10,12
Poduridae	4	0,048	A:1;C:1;D:1	33 0,086 E:4;F:3,10,12,13;G:4,12
Isotomidae	1	0,012	C:13	5 0,013 E:4,13;G:12
<i>Chototerpes picteti</i>	0	0		17 0,044 G:12,13
<i>Baetis rhodani</i>	36	0,431	A:13;C:12;D:12,13	46 0,12 E:13;G:11,12,13
<i>Baetis pavidus</i>	630	7,545	A:10,11,12,13;B:12,13;C:12; D:10,11,12,13	876 2,276 E:11,12,13;F:12,13;G:9,10, 11,12,13
<i>Baetis</i> sp.	0	0		40 0,104 F:13
<i>Cloeon dipterum</i>	384	4,599	A:1,4,7,8,10,11,12;B:1,9,13; C:1,3,9,11,12,13;D:1,4,6,7,8,9, 10,11,12,13	1611 4,186 E:1,3,8,9,10,11,12,13;F:3,4, 9,10,11,12,13;G:1,3,7,9,10, 11,12,13
<i>Cloeon simile</i>	100	1,198	A:1,8,9,10,12;B:1,9;C:1,12; D:3,7,9,11,13	211 0,548 E:1,9,10,11,13;F:9,11, 12;G:3, 9,10,12,13
<i>Procloeon bifidum</i>	0	0		7 0,018 G:13
<i>Caenis luctuosa</i>	1408	16,86	A:10,11,12,13;B:12,13;C:11,12, 13;D:9,10,11, 12,13	4288 11,14 E:9,10,11,12,13;F:4,10,11, 12,13;G:9,10,11,12, 13
<i>Ecdyonurus venosus</i>	0	0		9 0,023 F:12,13;G:13
<i>Leuctra geniculata</i>	0	0		1 0,003 G:13
<i>Cordulegaster annulatus</i>	1	0,012	B:13	0 0
Coenagrionidae	7	0,084	D:12	140 0,364 E:4,9,10,11;F:9,10,11, 13; G:3,9,10,13
<i>Ischnura</i> sp.	1	0,012	C:1	0 0
<i>Ischnura graellsii</i>	33	0,395	A:1,10,11,12;B:1,12;D:4,10	0 0
<i>Ischnura elegans</i>	18	0,216	D:1,4,10,11,13	6 0,016 E:1;F:4
<i>Coenagrion caerulescens</i>	30	0,359	D:3,4,11,13	2 0,005 F:4
<i>Anax imperator</i>	26	0,311	A:6,12,13;B:7,9;C:3,12;D:4,12	52 0,135 G:6,7,8,9,12
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	14	0,168	A:13;B:13;D:12,13	16 0,042 E:13;F:12,13;G:13
<i>Calopteryx splendens</i>	7	0,084	B:13;D:12	7 0,018 E:12,13;F:13;G:13
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	4	0,048	B:13	2 0,005 E:13;G:13
<i>Orithetrum coerulescens</i>	5	0,06	B:1;C:1;D:10,11,13	8 0,021 E:10;F: 3;G:6
<i>Platycnemis pennipes</i>	2	0,024	C:13	2 0,005 F:12
<i>Platycnemis latipes</i>	2	0,024	B:13;C:12	0 0
<i>Hydrometra stagnorum</i>	19	0,228	B:12,13;C:9,12,13;D: 11	80 0,208 F:4,8,9,11,12,13;G:4,6,8,9,10,12
<i>Nepa cinerea</i>	17	0,204	A:12;B:8,12,13;C:12,13;D:12	27 0,07 F:12;G:9,11,12,13
<i>Hebrus pusilla</i>	0	0		2 0,005 F:12;G:9
<i>Naiscoris maculatus</i>	140	1,677	B:12,13;C:1,12,13;D:1,12,13	182 0,473 E:12,13;F:12,13;G:10 ,11,12,13
<i>Micronecta</i> sp.	52	0,623	B:13;C:1,13	111 0,288 F:12,13;G:1,12,13
<i>Heliocoris vermiculata</i>	0	0		6 0,016 G:4,10
<i>Corixa punctata</i>	3	0,036	A:10	0 0
<i>Corixa</i> sp.	0	0		4 0,01 E:12,13;G:9
<i>Glaenocoris</i> sp.	0	0		1 0,003 G:11
<i>Notonecta maculata</i>	2	0,024	C:1	2 0,005 G:11
<i>Notonecta glauca</i>	2	0,024	C:1	4 0,01 G:10,11
<i>Plea minutissima</i>	27	0,323	A:1;B:1;C:1;D:1,7,9,11	5 0,013 G:10

(Continúa)

TABLA V

TAXONES CAPTURADOS EN EL RIO MAGRO (Abun.: ABUNDANCIA. % AT: PORCENTAJE DE ABUNDANCIA SOBRE EL TOTAL. ECC.: ESTACIONES Y CAMPAÑAS DE CAPTURA) (continuación)

Río Magro Taxón	1994			1995		
	Abun.	% AT	ECC	Abun.	%AT	ECC
<i>Aquarius najas</i>	2	0,024	D:12	84	0,218	F:12,13;G:9,11,12,13
<i>Ochthebius nanus</i>	1	0,012	A:1	0	0	
<i>Halitilus lineatocollis</i>	48	0,575	A:1;B:1;D:1,10,12	4	0,01	E:1;F:3;G:11
<i>Peltodytes</i> sp.	1	0,012	C:1	0	0	
<i>Helophorus rufipes</i>	37	0,443	A:10;B:6,7,9	0	0	
<i>Helophorus aequalis</i>	11	0,132	B:8	0	0	
Hydrophilidae	30	0,359	B:3,6,7,9;C:1,3,9;D:8	166	0,431	F:3,4,9,12;G:1,3,4,6,7,8,9, 10,11,12,13
<i>Helochares</i> sp.	7	0,084	C:3,8;D:9	1	0,003	G:13
<i>Hydrochara caraboides</i>	1	0,012	C:1	2	0,005	G:11
<i>Hydrous</i> sp.	7	0,084	C:4,13	0	0	
<i>Hydrophilus pistaceus</i>	2	0,024	D:11,12	12	0,031	E:10;G:6,8,10,11,12,13
<i>Laccobius</i> sp.	1	0,012	D:10	1	0,003	G:13
<i>Anacaena bipustulata</i>	0	0		1	0,003	E:12
<i>Hydrobius fuscipes</i>	2	0,024	B:1	0	0	
Chrysomelidae	14	0,168	B:6,7,8;C:2,8,13	8	0,021	F:12;G:3,7,12
Gyrinidae	0	0		6	0,016	F:13
<i>Gyrinus</i> sp.	2	0,024	B:13	0	0	
<i>Aulonogyrus striatus</i>	0	0		1	0,003	E:13
<i>Dryops</i> sp.	1	0,012	D:1	1	0,003	G:13
<i>Laccophilus hialinus</i>	142	1,701	A:1,4,10,12;B:1,3,7,12,13; C:1,3,4,11,12,13;D:1,8,9,10, 11,12,13	749	1,946	E:4,12;F:3,4,9,10,11,12,13; G:3,7,8,9,10,11,12,13
<i>Laccophilus</i> sp.	64	0,766	C:1,3,4,8,12	245	0,637	G:4,6,9,10,12
<i>Laccophilus minutus</i>	6	0,072	B:6,9;C:6,9	12	0,031	F:10;G:9,10
<i>Colymbetes fuscus</i>	3	0,036	A:3	0	0	
<i>Rhantus</i> sp.	54	0,647	A:3,4,6,8;B:1,6,7,8,9;C:3	55	0,143	F:9;G:6,7,8,9,10
<i>Agabus</i> sp.	46	0,551	A:1,4,8,9,10,11,12;D:1,9,10,11	62	0,161	E:1,9,10,11,12,13;F:3,9,10, 11,12,13;G:11,13
<i>Agabus didymus</i>	5	0,06	B:1;C:11,12	2	0,005	F:10,11
<i>Agabus bipustulatus</i>	1	0,012	A:4	0	0	
<i>Ilybius</i> sp.	0	0		27	0,07	G:3,4,8,12
<i>Ilybius fuliginosus</i>	11	0,132	A:12;C:11,12;D:9,12	50	0,13	F:9,12;G:6,7,8,9,10,11
<i>Meladema coriacea</i>	37	0,443	A:6;B:1,9;C:1,3,4,8,9,11	16	0,042	E:10,11;F:10,11
<i>Hydrovatus</i> sp.	0	0		1	0,003	G:10
<i>Potamonectes</i> sp.	0	0		1	0,003	G:12
<i>Noterus laevis</i>	10	0,12	A:1,4,12;B:9;C:3;D:11,12	15	0,039	F:4,10;G:3,9,10,11
<i>Oulimnius</i> sp.	1	0,012	D:13	0	0	
Curculionidae	0	0		4	0,01	F:9,13;G:1,4
<i>Sityra</i> sp.	0	0		1	0,003	G:13
<i>Hydroptila</i> sp.	52	0,623	A:11,12,13;B:13;C:12; D:10,11,12,13	101	0,262	E:11,12,13;F:10,11,12,13; G:11,12,13
<i>Agraylea</i> sp.	0	0		12	0,031	E:13;G:12
<i>Orthotrichia</i> sp.	1	0,012	D:13	1	0,003	F:13
<i>Orthotrichia costalis</i>	28	0,335	A:13;B:13;D:12,13	47	0,122	E:12,13;F:10,13;G:12
Hydroptilidae	1	0,012	D:13	0	0	
<i>Hydropsyche</i> sp.	0	0		58	0,151	F:13;G:11,12,13
<i>Hydropsyche exocellata</i>	40	0,479	A:11,12,13;B:12,13	0	0	
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	59	0,707	C:12;D:11,12,13	28	0,073	E:12,13;F:12
<i>Hydropsyche siltalai</i>	3	0,036	D:13	0	0	

(Continúa)

TABLA V

TAXONES CAPTURADOS EN EL RIO MAGRO (Abun.: ABUNDANCIA. % AT: PORCENTAJE DE ABUNDANCIA SOBRE EL TOTAL. ECC.: ESTACIONES Y CAMPAÑAS DE CAPTURA) (continuación)

Río Magro Taxón	1994			1995		
	Abun.	% AT	ECC	Abun.	%AT	ECC
<i>Cheumatopsyche lepida</i>	5	0,06	D:13	2	0,005	F:13;G:13
<i>Tinodes maclachlani</i>	1	0,012	C:12	0	0	
<i>Psychomyia pusilla</i>	1	0,012	D:13	0	0	
<i>Mesophylax impunctatus</i>	5	0,06	A:1;B:1	165	0,429	E:1,9,10,11,12,13;F:1, 12;G:12
Glossosomatidae	0	0		1	0,003	F:12
<i>Chimarra marginata</i>	0	0		3	0,008	G:13
Pyralidae	0	0		1	0,003	F:9
<i>Acentropus niveus</i>	1	0,012	B:8	1	0,003	G:13
Muscidae	9	0,108	A:1,9,11,12;B:13;C:3D:3,13	14	0,036	F:10,11;G:2,3,9,12
Syrphidae	73	0,874	A:4;B:6,9;C:2,4,5,6,8;D:5	335	0,87	E:6;F:6,8,9;G:2,5,6,7,8
<i>Tabanus</i> sp.	3	0,036	A:7;D:9,11	0	0	
Culicidae	190	2,275	A:7,8;B:3,6,7,9;C:3,4,6,8;D:1,3,4	5742	14,92	F:3,4,10;G:1,3,4,6,7,8
<i>Simulium</i> sp.	352	4,216	A:9,10,11,12,13;B:8,12,13;C:9; D:10,11,12,13	2296	5,966	E:10,11,12,13;F:9,10,11,12,13; G:7,8,9,10,11
Cylindrotomidae	0	0		15	0,039	G:12
<i>Limnophora</i> sp.	3	0,036	A:9;C:12;D:13	12	0,031	E:9,13;F:13;G:9,11,12
<i>Pericoma</i> sp.	0	0		14	0,036	E:2,6;F:9;G:2,3,6,7
<i>Pericoma blandula</i>	1	0,012	A:10	6	0,016	E:9;F:9;G:6,11
<i>Psychoda</i> sp.	0	0		1	0,003	F:4
<i>Psychoda alternata</i>	4	0,048	C:8	38	0,099	G:6,7
<i>Psychoda severini</i>	0	0		1	0,003	F:4
<i>Tipula</i> sp.	3	0,036	A:13;B:11	2	0,005	E:8;G:10
<i>Dixa</i> sp.	3	0,036	B:13	24	0,062	E:13;F:12,13;G:11
<i>Dixella</i> sp.	0	0		1	0,003	F:13
<i>Paradixa</i> sp.	0	0		1	0,003	F:11
Sciomyzidae	1	0,012	B:1	12	0,031	G:7,10,11,13
Limoniidae	4	0,048	B:6	0	0	
<i>Molophilus</i> sp.	1	0,012	B:8	1	0,003	F:13
<i>Taphrophila</i> sp.	0	0		1	0,003	G:11
Stratiomyidae	0	0		1	0,003	E:9
<i>Stratiomys</i> sp.	0	0		1	0,003	G:9
<i>Stratiomys furcata</i>	4	0,048	C:3,4,9	2	0,005	G:8,9
<i>Stratiomys longicornis</i>	0	0		4	0,01	F:7;G:7,9
<i>Stratiomys potamida</i>	6	0,072	C:3,6	12	0,031	G:6,7,8,9
<i>Solva</i> sp.	0	0		1	0,003	E:2
<i>Oxycera</i> sp.	1	0,012	D:13	1	0,003	F:13
Empididae	1	0,012	C:6	54	0,14	E:10,11,13;F:10,11,12, 13
Ceratopogonidae	11	0,132	D:13	7	0,018	E:12,13;F:13;G:12
Chironomidae	1968	23,57	A:1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13; B:3,6,7,8,9,11,12,13;C:1,3,4,7, 8,9,12,13;D:1,3,4,5,6,7,8,9,10, 11,12,13	12999	33,78	E:1,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13;F:1, 3,4,5,6,7,8,9,10, 11,12,13; G:1,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13
Ephydridae	5	0,06	B:6,13;D:10,12	88	0,229	F:4,11,13;G:1,3,6,8,9, 10,11,12,13

diciones físicas y químicas tal y como queda expuesto en RUEDA (1997) debido a todo tipo de vertidos realizados en el río. Estas oscilaciones influirán en mayor o menor medida sobre la riqueza faunística, según sea la intensidad y/o persistencia de dichos vertidos. Podemos observar una escasa representación de la fauna bentónica en las estaciones M2 y M5 (Figura 3), estando la causa en lo comentado anteriormente, pues estos puntos son los de mayor impacto antrópico. La disminución de este último, así como una paulatina autodepuración de las aguas, favorece un aumento en el número de taxones, en cuyo orden creciente tenemos las siguientes estaciones: M7, M6, M8, M4, M3, M10, M9, M11, M12, M1 y M13 para el año 1994 (Figura 3). En 1995 hemos registrado cambios en la ordenación de las estaciones según la riqueza faunística frente al año precedente: M7, M8, M6, M4, M3, M1, M9, M11, M10, M12 y M13. Se detectó un considerable descenso en el nacimiento del río y un ligero aumento en los demás puntos, alcanzándose valores próximos a 70 taxones en la última estación para ambos años estudiados. Tenemos que tener siempre presente la influencia del río Mijares, que aporta unas aguas de mejor calidad en la M13 del río Magro (Figura 1).

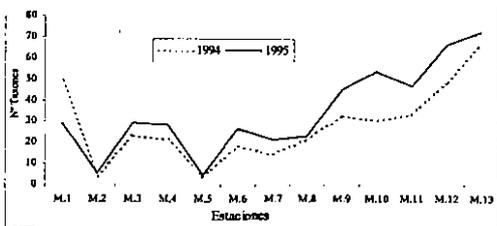


Fig. 3. Valores globales de la riqueza faunística.

### Indices biológicos

Tras aplicar el cálculo de los índices biológicos BMWP' y ASPT' según lo expuesto en el apartado correspondiente a la metodología, detallamos los resultados obtenidos en la Tabla VI.

Ambos índices coinciden en su percepción de la calidad del agua del río Magro como pésima en gran parte de su recorrido, lo que queda indicado por la gran abundancia del tramo de la clase V,

correspondiente a «aguas fuertemente contaminadas» (ver Tabla IV) en todos los muestreos parciales (Tabla VI). Sin embargo los valores de calidad mejoran cuando se calcula el índice globalmente para cada año (Tabla VII). Dos estaciones destacan por su pésima calidad: M2 y M5, debido a que ambas están bajo la influencia de los dos mayores núcleos urbanos de la zona, Utiel y Requena respectivamente. Las diferencias de calidad entre los muestreos parciales y el global anual se deben a que este último toma en consideración todos los taxones que pueblan el río en cualquier época del año, en tanto que en los muestreos parciales ciertos organismos no pueden ser capturados debido a sus particulares ciclos biológicos.

El cálculo del índice biótico BMWP presentaba el inconveniente de ser sensible a la estacionalidad, a la experiencia del investigador y al esfuerzo del muestreo. Es por ello que ya en 1980 Chesters propone el uso conjunto de una medida correctora del valor final del índice, que es el ASPT. Este es el resultado de dividir el valor del índice entre el número de taxones que contribuyen a obtener dicho valor. Así, valores altos del ASPT reflejan la presencia de taxones de elevado valor y viceversa, con lo que estaremos en condiciones de reconocer los lugares en los que los valores del BMWP' para una determinada clase de calidad no deben considerarse como absolutos, puesto que el ASPT' informa de la presencia o proporción de taxones de una calidad diferente, que puede ser superior o inferior a la reflejada por el valor del índice.

Comenzamos el análisis con el valor del BMWP' y ASPT' por separado para conjuntar ambas informaciones posteriormente.

Se registraron los mínimos valores del BMWP' en M2B, M4B, M5B, M2D, M5E y M2F (Tabla VI). La obtención del 0 fue debida a la ausencia total de representantes de la fauna acuática. Las estaciones clasificadas en el grupo V fueron numerosas. Sin embargo las que corresponden a la clase I fueron realmente escasas: M13B, M13D, M13E, M12F, M13F, M12G y M13G.

Podemos observar una disminución en la calidad de las aguas durante 1995 en las estaciones M1 y M6 con respecto al año anterior (Figura 4). Las demás experimentan una mejoría en los valores

**TABLA VI**  
**RESULTADOS DE LOS INDICES BIOLÓGICOS CORRESPONDIENTES A LAS CAMPAÑAS PARCIALES**  
**(VER TABLA IV PARA LA CALIDAD)**

A (invierno 1993-94)	M.1	M.2	M.3	M.4	M.5	M.6	M.7	M.8	M.9	M.10	M.11	M.12	M.13
BMWP'	59	2	11	19	1	14	13	15	30	43	50	70	64
CALIDAD	III	V	V	IV	V	V	V	V	IV	III	III	II	II
TAXONES ASPT'	16	1	4	7	1	4	5	6	10	12	14	18	13
ASPT'	3,69	2	2,75	2,71	1	3,5	2,6	2,5	3	3,58	3,57	3,89	4,92
B (primavera 1994)	M.1	M.2	M.3	M.4	M.5	M.6	M.7	M.8	M.9	M.10	M.11	M.12	M.13
BMWP'	69	0	10	0	0	26	27	27	32	4	13	57	113
CALIDAD	II	V	V	V	V	IV	IV	IV	IV	V	V	III	I
TAXONES ASPT'	17	0	4	0	0	9	7	8	10	2	4	16	27
ASPT'	4,06	-	2,5	-	-	2,89	3,86	3,38	3,2	2	3,25	3,56	4,19
C (verano 1994)	M.1	M.2	M.3	M.4	M.5	M.6	M.7	M.8	M.9	M.10	M.11	M.12	M.13
BMWP'	60	5	34	15	1	14	2	19	24		20	82	60
CALIDAD	III	V	IV	V	V	V	V	IV	IV		IV	II	III
TAXONES ASPT'	16	2	10	6	1	5	1	7	7		6	20	17
ASPT'	3,75	2,5	3,4	2,5	1	2,8	2	2,71	3,43		3,33	4,1	3,53
D (otoño 1994)	M.1	M.2	M.3	M.4	M.5	M.6	M.7	M.8	M.9	M.10	M.11	M.12	M.13
BMWP'	36	0	22	22	3	9	10	12	27	57	61	88	113
CALIDAD	III	V	IV	IV	V	V	V	V	IV	III	II	II	I
TAXONES ASPT'	11	0	7	5	2	3	4	4	9	15	16	21	25
ASPT'	3,27	-	3,14	4,4	1,5	3	2,5	3	3	3,8	3,81	4,19	4,52
E (invierno 1994-95)	M.1	M.2	M.3	M.4	M.5	M.6	M.7	M.8	M.9	M.10	M.11	M.12	M.13
BMWP'	34	8	13	11	0	12	2	12	45	64	48	78	105
CALIDAD	IV	V	V	V	V	V	V	V	III	II	III	II	I
TAXONES ASPT'	9	2	5	3	0	5	1	4	12	16	12	19	24
ASPT'	3,78	4	2,6	3,67	-	2,4	2	3	3,75	4	4	4,11	4,38
F (primavera 1995)	M.1	M.2	M.3	M.4	M.5	M.6	M.7	M.8	M.9	M.10	M.11	M.12	M.13
BMWP'	22	0	32	37	2	6	7	7	44	61	58	114	143
CALIDAD	IV	V	IV	III	V	V	V	V	III	II	III	I	I
TAXONES ASPT'	6	0	11	12	1	3	3	4	14	18	17	26	33
ASPT'	3,67	-	2,91	3,08	2	2	2,33	1,75	3,14	3,39	3,41	4,38	4,33
G (verano 1995)	M.1	M.2	M.3	M.4	M.5	M.6	M.7	M.8	M.9	M.10	M.11	M.12	M.13
BMWP'	43	9	52	27	3	45	44	36	68	71	95	117	135
CALIDAD	III	V	III	IV	V	III	III	III	II	II	II	I	I
TAXONES ASPT'	14	4	17	10	2	13	12	11	20	22	27	30	27
ASPT'	3,07	2,25	3,06	2,7	1,5	3,46	3,67	3,27	3,4	3,23	3,52	3,9	5

absolutos referentes al BMWP'. Sin embargo son pocas las estaciones que cambian de clase. La estación M1 pasa de la I a la II y las estaciones M10 y M11 mejoran desde II a I (Tabla VII).

Los valores de ASPT' obtenidos son, en general, muy bajos, inferiores a 5 (la media se sitúa en 5,11), lo que quiere decir que en el río predominan los taxones tolerantes a la contaminación.

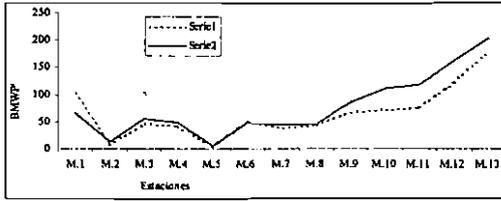


Fig. 4. Representación gráfica de los valores obtenidos del BMWP<sup>1</sup> comparando los dos años muestreados (serie 1 1993-94, serie 2 1994-95).

El punto de muestreo más altamente evaluado (4,74) fue M13 durante el segundo año (Tabla VII), donde se recolectaron el mayor número de especies sensibles a la polución. Los puntos con menor valor de ASPT<sup>1</sup> fueron M5A, M5C, M5D, M8F y M5G (Tabla VI)

Con respecto a la comparación del ASPT<sup>1</sup> para ambos años (Tabla VII), observamos un empeoramiento en el segundo año, aunque mínimo, en las estaciones M1, M3, M4, M7, M10 y M11. Se detecta a su vez una mejoría en M2, M5, M6, M8, M9, M12 y M13.

**DISCUSION**

Múltiples fueron los objetivos planteados en este estudio. Sin embargo, el conocimiento de la calidad de las aguas del río Magro y de la biodiversidad existente en ellas, a lo largo de dos años, fue básico para el entendimiento de la situación ecológica que encierra este río.

El peculiar lugar de afloramiento de sus aguas, rodeado de cultivos, y su inmediata captura en un cauce convertido en canal de riego determinan un papel clave en la agricultura de la comarca. Los diferentes tramos de encauzamiento y embalsamiento pueden observarse hasta el núcleo de población de Hortunas, aunque la máxima artificialidad se hace patente entre el nacimiento (M1) y San Blas (M6). En este tramo, los márgenes del río son prácticamente inexistentes o ausentes y se confunden frecuentemente con las parcelas recién cosechadas. Desgraciadamente para la fauna acuática, las interferencias son aún mayores al utilizar el cauce como receptor de todo tipo de vertidos, tanto industriales como urbanos.

En este apartado intentaremos resumir los resultados obtenidos en cada estación o conjunto de ellas.

La estación M1 ha demostrado tener unos resultados faunísticos muy variables. Dominaron los invertebrados ramoneadores, siendo representados básicamente por *Potamopyrgus antipodarum* y *Cloeon dipterum*. La calidad biológica de sus aguas con respecto al BMWP<sup>1</sup> corresponde a una clase I y II para los años 1993-94 y 1994-95.

La mayor contaminación se detectó en los puntos M2 y M5, disminuyendo la riqueza faunística de forma drástica. Ambas pertenecen a la clase V del índice biológico. La máxima representación pertenece a la familia Syrphidae seguida de Chironomidae, ambas muy tolerantes a la contamina-

TABLA VII

RESULTADOS GLOBALES DE LOS INDICES BIOLÓGICOS PERTENECIENTES A LOS DOS AÑOS ESTUDIADOS (VER TABLA IV PARA LA CALIDAD)

ABCD (1994)	M.1	M.2	M.3	M.4	M.5	M.6	M.7	M.8	M.9	M.10	M.11	M.12	M.13
BMWP <sup>1</sup>	101	7	46	42	4	50	39	44	67	72	76	121	181
CALIDAD	I	V	III	III	V	III	III	III	II	II	II	I	I
TAXONES ASPT <sup>1</sup>	27	3	13	12	3	15	11	14	20	19	20	30	40
ASPT <sup>1</sup>	3,74	2,33	3,54	3,5	1,33	3,33	3,55	3,14	3,35	3,79	3,8	4,03	4,53

EFG	M.1	M.2	M.3	M.4	M.5	M.6	M.7	M.8	M.9	M.10	M.11	M.12	M.13
BMWP <sup>1</sup>	66	13	56	47	5	48	45	46	84	110	117	162	204
CALIDAD	II	V	III	III	V	III	III	III	II	I	I	I	I
TAXONES ASPT <sup>1</sup>	19	5	18	15	3	14	13	14	24	30	32	37	43
ASPT <sup>1</sup>	3,47	2,6	3,11	3,13	1,67	3,43	3,46	3,29	3,5	3,67	3,66	4,38	4,74

ción orgánica. Esto confirmó el mal estado de ambas estaciones, situándolas en el grupo V (Tabla VII).

Diferentes manantiales se detectaron en el cauce del río Magro además del nacimiento. San Juan (M3) se surte por uno de ellos. Probablemente existen surgencias en Jabonero (M8) y Angelito (M9) dentro del curso de agua. Los índices biológicos de estas tres estaciones oscilan entre la clase II y III, debido a la influencia de los aportes antes citados.

En las estaciones de San Antonio (M4), próxima a un núcleo de población, San Blas (M6) y Atrafal (M7), rodeadas de cultivos, se registran las mayores oscilaciones con respecto a la fauna bentónica. El índice biológico otorgó la clase III a todas ellas.

El tramo de mejor calidad está representado por las estaciones de Hortunas (M10), Hortunas de Abajo (M11), Tabarla (M12) y Cola de Forata (M13). Todos los puntos citados en este apartado se encuentran en un proceso de recuperación, facilitado, de forma especial, por los aportes procedentes de fuentes que vierten río arriba de Hortunas, Barranco de Juan Vich entre M11 y M12 y del río Mijares antes de M13. En las aguas de este tramo coexisten especies muy tolerantes con otras sensibles a la contaminación, aunque estas últimas fueron poco frecuentes. Los índices biológicos situaron estos puntos en la clase I principalmente y esporádicamente en la clase II en M10 y M11 durante el primer año (Tabla VII).

Se pudo registrar un fuerte descenso del caudal del río debido a la insistente sequía durante el segundo año de muestreo, reduciéndose drásticamente la velocidad de la corriente. Esto produjo, por un lado, un cambio en las proporciones de los aportes de buena calidad (manantiales, Barranco de Juan Vich y río Mijares) y la subsiguiente llegada de especies más sensibles (*Leuctra geniculata*, *Ecdyonurus venosus*, *Choroterpes picteti*, *Cheumatopsyche lepida*, *Dugastella valentina*, *Aryaephyra desmarestii*, *Chimarra marginata*) en el tramo final (M10 a M13). Por otro lado, en el tramo más contaminado, desde M2 hasta M9, se produjo un aumento desmesurado de la abundancia en especies muy tolerantes (*Pericoma* sp., *P. blandula*, *Psycho-*

*da alternata*, *P. severini*, *Stratiomys* sp., *S. furcata*, *S. longicornis*, *S. potamida*, Syrphidae, Culicidae y Chironomidae).

Destacamos en este estudio el deplorable estado del río que debería ser considerado como no apto para su uso. Las aguas de Los Tunos son captadas para el regadío de los cultivos lindantes, ya de por sí en muy malas condiciones. Su utilización es arriesgada puesto que el consumo de plantas (verduras y hortalizas entre otras) regadas por estas aguas podría resultar dañino, aunque sea a medio o largo plazo.

En todas las pedanías de las poblaciones de Utiel y Requena existen vertidos de aguas negras directamente al cauce del río. La depuradora de Requena no recoge las aguas de los barrios que están situados en el margen derecho del Magro, ni tan siquiera las de los situados a la izquierda, pues se detectan vertidos en San Juan (M3) y en San Antonio (M4) entre otros. Concretamente esta última pedanía sufre las molestias continuas producidas por los mosquitos, debido al embalsamiento del río, siendo un perfecto criadero de estos.

En épocas de sequía, la carga orgánica de las estaciones contaminadas (desde M1 hasta M9) puede ser potencialmente perjudicial para la salud, pues proporciona hábitats apropiados para el desarrollo de especies nocivas, tanto para el hombre como para los animales de cría, desplazando a las inofensivas.

La estación de Pontón (M5) se caracteriza por su fuerte olor a putrefacción, que se hace extensivo incluso hasta la estación de Atrafal (M7). El estado del río en estas estaciones merma drásticamente las poblaciones de invertebrados, rompiéndose incluso la cadena alimenticia.

El encauzamiento de todos los vertidos de la zona se hace imprescindible y urgente, hacia complejos de depuración, antes de ser vertidos al río. La recuperación del río no se tiene que interpretar como un gasto, sino como una inversión que puede producir una mejora en la economía de la zona afectada.

Pero por encima de todo esto, está el legado que dejamos a las generaciones futuras: la desaparición de las fuentes de agua potable, de las espe-

cies existentes en éstas, así como el deterioro de un entorno a conservar.

En la introducción hacíamos referencia al concepto de desarrollo sostenible, que consiste en producir y consumir sin menoscabo del recurso y sin afectar al bienestar de las generaciones futuras. En este caso el uso del río Magro y su entorno próximo no está en consonancia con una visión de futuro estable y podemos concluir con los siguientes puntos.

1. El estado de las aguas del río Magro es deplorable, desde el punto de vista biológico.
2. Se distinguen dos tramos en el río:

Tramo 1: Comprende las estaciones M1 (Nacimiento), Los Tunos (M2), San Juan (M3), San Antonio (M4), Pontón (M5), San Blas (M6), Atrafal (M7), Jabonero (M8) y Angelito (M9). Este tramo sufre un importante impacto antrópico, situándose los focos principales en M2 y M5.

Tramo 2: Incluye los puntos M10 (Hortunas), Hortunas de Abajo (M11), Tabarla (M12) y Cola de Forata (M13). Destaca por su fuerte recuperación principalmente debida a los aportes de agua procedente de otros sistemas acuáticos así como de una paulatina autodepuración.

3. La riqueza faunística del primer tramo se ve directamente afectada por la contaminación eliminando cualquier invertebrado de su cauce en las estaciones M2 y M5 y ocasionalmente en M7.
4. Los dos índices biológicos utilizados BMWP' y ASPT' dieron unos resultados similares con respecto a la calidad del agua del río Magro. Las estaciones de Los Tunos (M2) y de Pontón (M5) se clasificaron como «aguas fuertemente contaminadas» para ambos años. San Juan (M3), San Antonio (M4), San Blas (M6), Atrafal (M7) y Jabonero (M8) como «aguas contaminadas» en los dos años consecutivos. Angelito (M9), Hortu-

nas (M10) y Hortunas de Abajo (M11) se consideran «evidentes algunos efectos de contaminación» en 1994, así como en el Nacimiento (M1) y Angelito (M9) durante 1995. Se registró una mejoría en Hortunas (M10) y Hortunas de Abajo (M11), que llegaron a pasar a «aguas no contaminadas» o «no alteradas de modo sensible» y Cola de Forata alcanzó la mejor categoría declarándose sus aguas como «muy limpias». Por último se detectó un empeoramiento en el Nacimiento (M1) alcanzando el nivel de «evidentes algunos efectos de contaminación».

5. El cambio de proporciones del agua procedente del río Magro con respecto a sus afluentes en el periodo más seco del segundo año fue el que provocó la mejoría del segundo tramo. Esta sequía prolongada se hizo notable en el primer tramo, facilitando el desarrollo de taxones tolerantes (Chironomidae y Culicidae) y muy tolerantes a la contaminación (Syrphidae y Psychodidae), algunos de ellos pudiendo ser perjudiciales para la salud.

6. Es urgente una acción seria por parte de la Administración para mejorar el estado de las aguas del río Magro, sobre todo en el primer tramo, que es el que sufre el mayor impacto antrópico. El río Magro se ha convertido en una cloaca apta para el desarrollo de diferentes plagas (sifídidos, culícidos, quironómidos y otros), presentando algunas de éstas, diversos problemas para la salud pública.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parte de la Tesis de Licenciatura del primer autor, que a su vez fue premiado en el concurso «Iniciativas Sobre El Medio Ambiente 1997» en la modalidad «Investigadora: Contaminación: aire, agua y tierra» por Fundació BANCAIXA. Se encuadra en el proyecto: GV-C-RN-12-115-96, de la Direcció D'ensenyaments Universitaris é Investigació.

## SUMMARY

A survey on the water quality of the upper part of the River Magro, north-western Valencian Community, was carried out. Thirteen stations were chosen for a quarterly sampling program between December 1993 and June 1995. To do that, the BMWP' and the ASPT' biotic indexes were used. Our

results show an important anthropogenic impact caused to the river by different kinds of sewage effluents (of urban, industrial and agricultural origin). The final stretch of the river gradually recovers from organic pollution due to self-depuration processes, so as to the contribution of several high quality water bodies such as springs, brooks and tributaries.

**Key Words:** Aquatic invertebrates, BMWP' and ASPT' biotic indexes, River Magro.

## BIBLIOGRAFIA

- AFNOR. 1985: *Détermination de l'indice biologique global (I.B.G.)*. Association Française de Normalisation. NF T 90-350.
- ALBA-TERCEDOR J. & 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.
- BRITTAİN J.E., LILLEHAMMER A. & BILDENG R. 1984: «The impact of water transfer scheme on the benthic macroinvertebrates of a Norwegian River». In: LILLEHAMMER A. & S.J. SALTVEIT (eds). *Regulated Rivers*. University Press, Oslo. 189-199.
- CHASSANY DE CASABLANCA M.L. 1982: «Lisières saumâtres et leurs indicateurs de fonctionnement et d'évolution». *Bull. Ecol.*, 13 (2): 165-188.
- CHESTERS R.K. 1980: *Biological Monitoring Working Party*. The 1978 National Testing Exercise. Technical memorandum, 19. Dept of the Envir, Water Data Unit. 37 pp.
- DETHIER M. 1988: «Hétéroptères aquatiques et ripicoles. Genres et principales espèces». *Bulletin mensuel de la société Linnéenne de Lyon*, 55 (1): 11-40.
- FURSE M.T., MOSS D., WRIGHT J.F. & ARMITAGE P. 1984: «The influence of seasonal and taxonomic factors on the ordination and classification of running-water sites in Great Britain and on the prediction of their macro-invertebrates communities». *Freshwater Biology*, 14: 257-280.
- GARCÍA DE JALÓN D., GONZÁLEZ DEL TÁNAGO M. 1986: *Métodos biológicos para el estudio de la calidad de las aguas. Aplicación a la cuenca del Duero*. ICONA-Monografías.
- ISO-BMWP 1979: *Final report: assesment and Presentation of the Biological Quality of Rivers in Great Britain*. Unpublished report. Dep. of Envir., Water Data Unit.
- JOHANSSON A. & NILSSON A.N. 1993: «Insects of a small aestival stream in northern Sweden». *Hydrobiologia* 294: 17-22.
- KOLKWITZ R. & MARSSON M. 1902: «Grundsartze fur die biologische beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna». *Mitt.a. d. Kgl. Prufungsanst. f. Wasserversory v. Abwasserbeseitigung zu Berlin*, 1: 33-72.
- KOLKWITZ R. & MARSSON M. 1908: «Okologie der Pflanzlichen Saprobien». *Ber. Dt. Botan. Ges.* 261: 505-519.
- KOLKWITZ R. & MARSSON M. 1909: «Okologie der tierischen Saprobien». *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 2: 125-152.
- LANG C. & REYMOND O. 1994: «Qualité biologique des rivières vaudoises indiquée par la diversité du zoobenthos: campagne 1991-1993». *Revue suisse de Zoologie*, 101 (4): 911-917.
- LILLEHAMMER A. & BRITTAİN J.E. 1987: «Longitudinal zonation of the benthic invertebrate fauna in the river Glomma, Eastern Norway». *Fauna norv. Ser. A* 8: 1-10.
- MARGALEF R. 1983: *Limnología*. Omega S.A. Barcelona.
- MARTÍNEZ-LÓPEZ F., PUJANTE A., RIBARROCHA V. & TAPIA G. 1994: «Macroinvertebrados y calidad de las aguas de la red fluvial de la provincia de Valencia». *Ecología*. 8: 23-62.

- PICAZO 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. Universidad de Granada. Granada.
- PUJANTE A. 1993: *Macroinvertebrados y calidad de las aguas de los ríos de la Comunidad Valenciana*. Tesis doctoral. Universitat de València. Valencia.
- RODRÍGUEZ S.E., FERNÁNDEZ-ALAEZ C., FERNÁNDEZ-ALAEZ M. & BÉCARES E. 1994: «Caracterización de las comunidades de macroinvertebrados de la cuenca alta del río Cares (NO España)». *Limnética* 10 (1): 93-100.
- RUEDA J. 1997: *Biodiversidad, Calidad Biológica y Características de las Aguas del Río Magro (NW de Valencia)*. Tesis de Licenciatura. Universitat de Valencia.
- RUEDA J., MARTÍNEZ-LÓPEZ F., HERNÁNDEZ R., LÓPEZ C., PUJANTE A., TAPIA G. & RODRÍGUEZ C. 1996: «El río Magro, calidad de sus aguas y caracterización de las comunidades de macroinvertebrados (NO de Valencia, España)». In: *Actas XII Bienal de la R.S.E.H.N.* Tomo Extraordinario pp. 145-148. Madrid.
- TACHET H., BOURNARD M. & RICHOUX P. 1987: *Introduction a l'étude des macroinvertébrés des eaux douces*. Univ. Lyon Publ. Lyon (France).
- VERNEAUX J., GARMICHE P., JANIER F. & MONNOT A. 1982: «Une nouvelle méthode pratique d'évaluation de la qualité des eaux courantes. Un indice biologique de qualité générale (I.B.G.)». *Biologie animale*, 4.<sup>a</sup> serie, (3) 11-21. Annales Scientifiques de l'Université de France-Comté Besançon.
- ZAMORA MUÑOZ C. 1992: *Macroinvertebrados acuáticos. Caracterización y calidad de las aguas de los cauces de la cuenca del río Genil*. Tesis doctoral. Universidad de Granada. Granada.