

# CALIDAD BIOLÓGICA (BMWP') DE LAS AGUAS DEL RÍO CINCA (HUESCA)

Gil Quilez, M.J.<sup>1</sup>; Palau, A.<sup>2</sup> y Fernandez Manzanal, Ch.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento Didáctica Ciencias Experimentales, Universidad de Zaragoza, 50009-Zaragoza.

<sup>2</sup>Departament Medi Ambient i Ciències del Sòl (ETSEA). Universitat de Lleida. Avda. Rovira Roura, 177. 25198-Lleida.

## RESUMEN

El río Cinca es quizás el río pirenaico, no sólo más importante en caudal, sino en valores ambientales por competencia su aprovechamiento eléctrico y agrícola. La zona estudiada presenta grandes contrastes pues en ella se encuentran ríos vírgenes, sin ningún embalse como el Ara, junto con ríos muy explotados como el Cinca y el Esera. En la actualidad existe la amenaza de construir nuevos embalses, como son el de Santaliestra en el Ésera y Jánovas en el Ara.

En este trabajo se presentan los resultados derivados del estudio de la calidad biológica del agua de la cuenca del Cinca, desde Monzón hasta los Pirineos, utilizando el índice BMWP'.

Los resultados obtenidos señalan que la calidad de estos ríos, exceptuando algunos puntos concretos como Benasque, es buena. No hay contaminación importante y las fuertes variaciones en el caudal de agua no parecen afectar de manera decisiva a la calidad biológica de los ríos estudiados.

Palabras clave: Índice biológico, BMWP', río Cinca.

## ABSTRACT

*The River Cinca is possibly the richest Pyrenean river with respect to flow and environmental values, competing with hydroelectric and agricultural activities. The area studied has big contrasts. Pristine rivers, without dams, such as River Ara, are found next to very exploited rivers, like Cinca and Esera. New dams are threatening to be constructed, like Santaliestra on the River Esera and Jánovas on the River Ara.*

*In this paper; are presented results of a water quality study using the BMWP' index of the River Cinca basin, from Monzón to the Pyrenees.*

*Rivers were shown to be in a good state as regards water quality, with the exception of areas such as Benasque. No significant contamination was detected in the rivers studied. Large variations inflows did not seem to have important effects on the biological quality of the rivers.*

*Keywords: Biological indices, BMWP', Cinca river.*

## INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua es la causa principal de la desaparición progresiva de especies animales y vegetales. Este fenómeno discurre paralelo al crecimiento económico en los países desarrollados y se ha agudizado en nuestros ríos y lagos, como demuestran diferentes estudios (Alba-Tercedor y Sánchez Ortega, 1988; Muñoz y Prat, 1996; Prat, 1998; Benito de Santos y Puig García, 1999).

Además, otra de las causas de la disminución de las comunidades acuáticas es la variación del caudal de sus aguas. Las fluctuaciones inducidas por cambios en el régimen del caudal pueden modificar la composición de las especies, sus ciclos de vida y la abundancia de las poblaciones (Torralva *et al.* 1995; Bonada *et al.* 2000).

El presente trabajo se dedica al análisis de la cuenca del río Cinca (Huesca) (Fig.1), quizás el río pirenaico no sólo más rico en caudales sino en valores ambientales, en competencia con aprove-

chamientos eléctricos y agrícolas. Este trabajo forma parte de un amplio proyecto interdisciplinar desarrollado en la Universidad de Zaragoza bajo el título: *Estudio hidrológico, ecológico y económico de los recursos hídricos de la Cuenca del Cinca para el diseño de un modelo de gestión sostenible (HID96-1882)*.

Uno de los bloques de la investigación tiene por finalidad abordar el estudio económico de costes y beneficios derivados de la actividad económica (aprovechamiento hidroeléctrico, agrícola, urbano, etc.); otro gran apartado de este proyecto lo constituye la valoración del estado de salud de los ecosistemas de la cuenca, entre los que se encuentra la calidad de las aguas. En este segundo bloque se ha analizado el estado ecológico de los ríos mediante el estudio de los bosques de ribera y la determinación de los índices biológicos a partir de los macroinvertebrados acuáticos. El trabajo que se presenta a continuación, forma parte de este segundo apartado.

## MATERIAL Y MÉTODOS

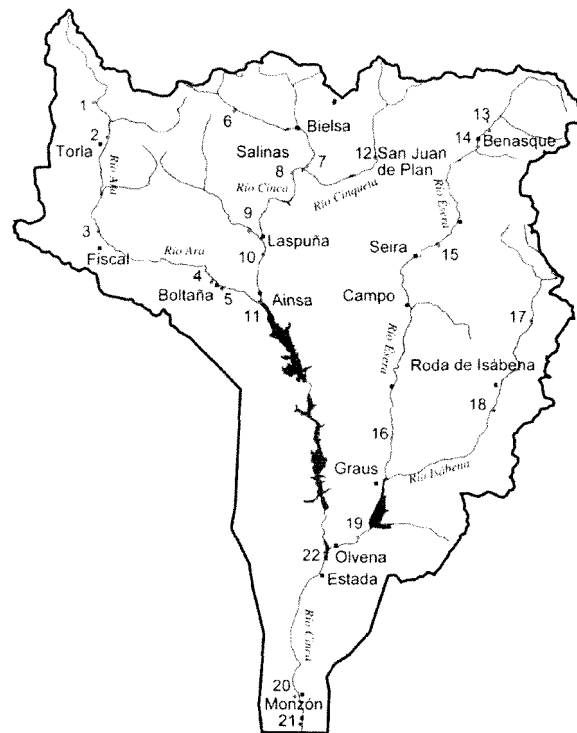
### Área de estudio

La zona estudiada (Fig. 1) presenta grandes contrastes, tanto porque en ella conviven ríos vírgenes, sin ningún embalse, como es el caso del río Ara, como por la presencia de ríos muy explotados: el mismo Cinca y el Ésera. En el Pirineo aragonés, los valles con mayor superficie embalsada son los valles altos y medios de este río y los del Noguera Ribargozana. El caudal del Cinca se presenta mermado, y a tramos seco, debido a la canalización y entubado de gran parte de los aportes de cabecera. A la vez, se ha modificado el cauce mediante la construcción de dos importantes embalses, el de Mediano y de El Grado.

En el Ésera existen hoy en día cuatro centrales de caída o de montaña situadas una a continuación de otra, de tal forma que a escasos metros aguas abajo de la salida al río de una central existe un nuevo azud de toma que vuelve a llevarse

las aguas del río a un canal. En los tramos entre el azud y la central, buena parte o la totalidad del agua del río discurre por el canal a media ladera en lugar de por el río (Gracia Santos, 2000). Las cuatro centrales del Ésera dejan más de cincuenta Km de río de montaña convertido en un rosario de balsetas entre Benasque y Campo.

Entre los grandes ríos del Pirineo aragonés, tan sólo el Ara ha quedado hasta ahora milagrosamente preservado desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Cinca. Así, continúa cumpliendo con su función de corredor entre la alta montaña y el curso medio del Cinca, salvando, mediante los más variados hábitats acuáticos, un desnivel de más de 2.500 metros. Probablemente el papel que cumple el Ara en el mantenimiento del índice biótico que analizamos a continuación es clave, ya que el Ésera y el



**Figura 1.** Estaciones de muestreo en la cuenca del Cinca (Huesca).  
Sampling sites in the Cinca basin (Huesca).

**Tabla 1.** Valores y rango BMWP' (Alba-Tercedor y Sancliez-Ortega, 1988) en los diferentes periodos y estaciones muestreadas. *BMWP' values and ranks according to Alba-Tercedor y Sanchez-Ortega (1988), in the different periods and stations sampled.*

Nº	Campaña	Lugar	Fecha	BMWP'	Rango BMWP'
1	1 <sup>a</sup>	Bujaruelo	130597	106	I
1	4"	Bujaruelo	250498	104	I
1	5"	Bujaruelo	60998	113	I
2	1"	Torla	130597	156	I
2	2"	Torla	20697	150	I
2	4"	Torla	250498	116	I
2	5"	Torla	60998	81	II
3	1 <sup>a</sup>	Planduviar	130597	79	II
3	2"	Planduviar	20697	92	S
3	4"	Planduviar	250498	71	II
3	5 <sup>a</sup>	Planduviar	60998	102	I
4	6"	Boltaña (p)	220799	130	I
4	1 <sup>a</sup>	Boltaña(p)	130597	67	II
4	2"	Boltaña(p)	20697	74	II
4	4"	Boltaña(p)	250498	60	III
4	5"	Boltaña(p)	60998	87	II
5	6"	Boltaña (c)	220799	135	I
5	2"	Boltaña(c)	20697	62	II
5	5"	Boltaña(c)	60998	68	II
6	3"	Monte perdido(p)	181097	88	II
6	4"	Monte perdido(p)	260498	56	III
6	5"	Monte perdido(p)	60998	67	II
7	4"	Salinas 1	260498	63	II
7	5 <sup>a</sup>	Salinas 1	60998	84	II
8	6"	Salinas 2	220799	112	I
8	3"	Salinas 2	181097	88	II
8	4"	Salinas 2	260498	38	III
8	5"	Salinas 2	60998	59	III
9	3"	Escalona	171097	141	I
9	3"	Escalona	171097	116	I
9	4"	Escalona	250498	63	II
9	5"	Escalona	50998	67	II
10	5"	Ainsa Km 54	50998	72	II
11	6"	Ainsa	220799	136	I
11	3"	Ainsa	171097	139	I
11	4"	Ainsa	250498	63	SI
11	5"	Ainsa	50998	84	II
12	3"	Plan	181097	107	I
12	4"	Plan	260498	94	II
12	5"	Plan	60998	83	II
13	6"	Vallibierna	220799	137	I
13	4"	Vallibierna	230498	119	I
13	5"	Vallibierna	50998	169	I
14	6"	Benasque	220799	50	III
14	4"	Benasque	230498	45	III
14	5"	Benasque	50998	48	III
15	4"	Ventamillo	230498	62	II
15	5 <sup>a</sup>	Ventamillo	50998	74	II
16	4"	Graus(a)	230498	71	II
16	5 <sup>a</sup>	Graus(a)	50998	67	II
17	4"	Obarra	230498	129	I
17	5"	Obarra	50998	79	II
18	6"	Roda de Isábena	210799	66	II
18	4"	Roda de Isábena	230498	55	III
18	5 <sup>a</sup>	Roda de Isábena	50998	87	II
19	5"	Olvena	50998	80	II
20	6"	Monzón	210799	99	II
20	5"	Monzón	40998	121	I
21	6"	Alcolea de Cinca	210799	69	II
22	6"	Estada	220799	100	II

mismo Cinca, como se ha señalado, han sido fuertemente fragmentados con numerosos embalses y azudes y sus cauces desviados a través de canalizaciones hidroeléctricas.

Además el Plan Hidrológico contempla la construcción de grandes obras de regulación en los ríos de la margen izquierda, entre los que se encuentran proyectos de embalses como el de Santaliestra en el Ésera y el de Jánovas en el Ara. Una parte de estas obras son cuestionadas por la población de la zona (Arrojo, 1997; Arrojo *et al.*, 1998; Gracia Santos *et al.*, 1998).

En este trabajo se ha estudiado la cuenca del Río Cinca, desde Monzón hasta los Pirineos muestreandose, además del Cinca, los afluentes que también nacen en el Pirineo, es decir Cinqueta (valle de Gistau), Ara (Bujaruelo), Ésera (valle de Benasque) e Isábena (Collado de la Corva)(Fig. 1).

### Recogida y análisis de las muestras

Se realizaron seis campañas entre los años 1997 y 1999 en distintas épocas con diferentes condiciones climatológicas con el objeto de estudiar las comunidades de macroinvertebrados (Tabla 1). En la 1ª y 2ª sólo se muestreó el Ara en meses con distinto caudal ya que era uno de los ríos con más interés por la ausencia de embalses en sus aguas; en la 3ª campaña se estudió la cabecera del Cinca hasta Aínsa. De este modo se podrían comparar los resultados entre un río sin detración de caudales como el Ara, y otro muy regulado como el Cinca. En la 4ª y 5ª campaña se estudiaron todos los ríos de la cuenca; finalmente en la 6ª, únicamente se muestrearon algunas estaciones de los diferentes ríos para confirmar los resultados obtenidos hasta ese momento.

Los macroinvertebrados eran recogidos directamente con dos redes, una de 250 micras y otra de 180 micras, conservándose las muestras *in situ* en alcohol de 70°. El nivel de calidad del agua de la cuenca ha sido diagnosticado mediante el índice BMWP' (Alba-Tecedor y Sánchez Ortega 1988; Prat *et al.* 1999).

## RESULTADOS

El análisis de los resultados del índice BMWP' (Tabla 1) indica que la calidad de estos ríos, exceptuando algunos puntos concretos como Benasque y Salinas 2, es buena. No hay contaminación importante y las fuertes variaciones en el caudal de agua no parecen afectar a la calidad biológica de los ríos estudiados. En la Tabla 1 se detallan las localidades así como el valor y rango BMWP'.

Una de las localidades con un rango bajo en distintas campañas (nivel III en el BMWP') es, como hemos dicho, Benasque (nº14). Esta estación estaba situada aguas abajo de la localidad y cerca de la desembocadura del barranco de Peñascaro y las aguas presentaban gran turbidez. Creemos que el bajo nivel de calidad, mas que a aportes residuales del pueblo y a la existencia de un embalse aguas arriba del pueblo, puede ser debido a la naturaleza geológica del lugar. Este barranco atraviesa un gran afloramiento del cuaternario, es decir materiales poco compactados tipo gravas, arenas y limos que al ser arrastrados enturbian el agua disminuyendo la transparencia de la misma.

**Tabla 2.** Composición porcentual (%) de los macroinvertebrados en cada uno de los tres rangos BMWP' registrados en este estudio. *Percentage of different macroinvertebrate of each of the three BMWP' ranks recorded.*

% / rango BMWP'	I	II	III
Diptera	31.0	30.8	64.2
Ephemeroptera	29.3	38.4	19.1
Plecoptera	9.7	8.3	4.8
Coleoptera	6.0	2.4	0.2
Acari	5.4	3.8	0.3
Heteroptera	4.8	1.4	0.0
Oligochaeta	4.6	9.5	10.8
Tricoptera	3.9	4.6	0.5
Gasteropoda	3.8	0.5	0.0
Tricladida	1.6	0.0	0.0
Nematoda	0.0	0.0	0.1
Amphipoda	0.0	0.3	0.0
Decapoda	0.0	0.1	0.0
Odonata	0.0	0.1	0.0
	100.0	100.0	100.0

Otra estación con un rango bajo en varias campañas fue Salinas 2 (nº8 y Nivel III en el BMWP'), localizada aguas abajo del pueblo y antes de una gasolinera y de una pequeña presa. Quizás en este caso si que podríamos hablar de una perturbación de origen antrópico.

Las localidades 4, 6 y 18 presentan en la campaña 4' una contaminación moderada (Nivel III en el BMWP'). Cuando se realizó esta campaña el caudal de agua era importante debido al deshielo y lluvias recientes; en estas localidades este incremento del caudal iba acompañado de un aumento de la turbidez que podría haber influido en la calidad de estas estaciones.

En la Tabla 2 aparece el porcentaje de los órdenes y clases para los diferentes rangos BMWP' obtenidos en las referidas campañas. Si comparamos el Nivel I y III, se puede reconocer

que en en este último el mayor porcentaje corresponde al orden Diptera que se duplica respecto a su valor en el Nivel I. A su vez, este porcentaje es más de tres veces superior al valor del siguiente orden que es el de Ephemeroptera. Por el contrario, todos los demás órdenes que aparecen representados en estos dos rangos presentan menor porcentaje en el Nivel III. La clase Oligochaeta es una excepción. Esta situación aparece asociada a un importante descenso del número total de individuos, que pasa de 11.975 para el Nivel I a 2.770 para el III. El Nivel II presenta valores intermedios respecto a los comentados para los otros dos rangos, salvo los órdenes Ephemeroptera y Tricoptera. Asimismo, en este nivel también hay un incremento del número de individuos que, como se ha señalado, desciende notablemente en el Nivel III.

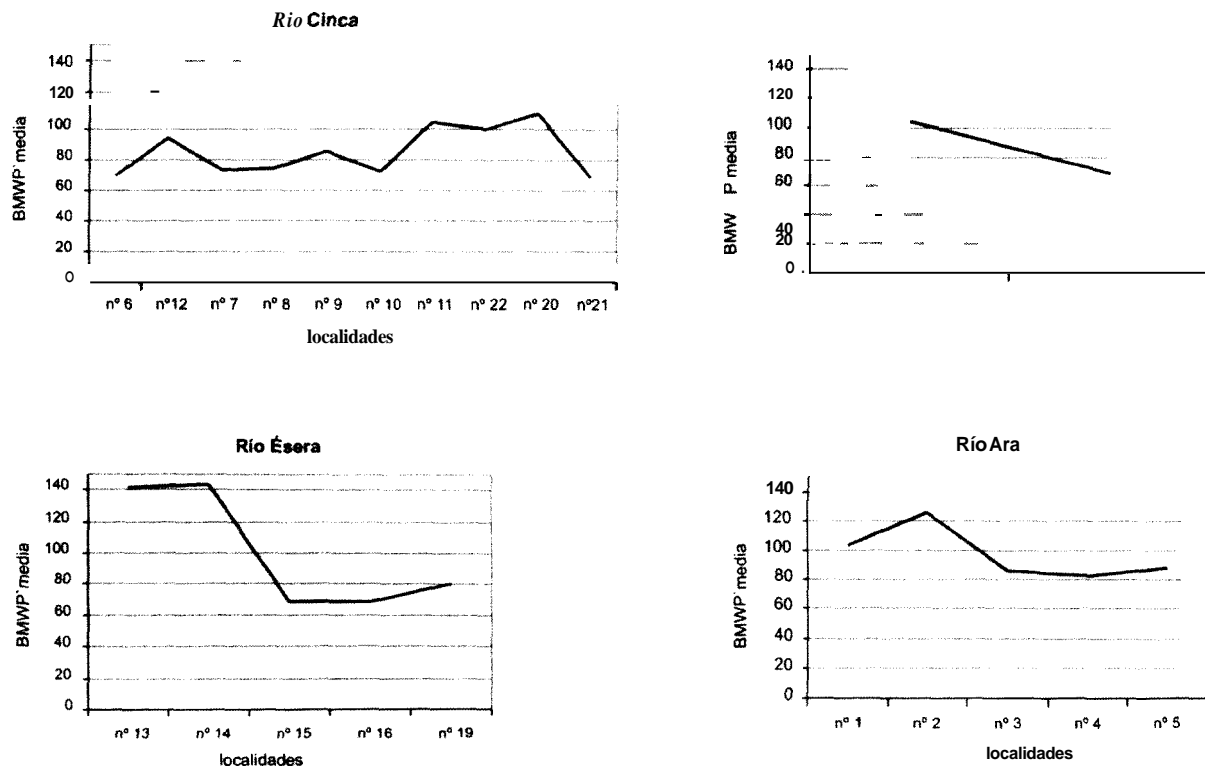


Figura 2. Valor medio del índice BMWP' para las diferentes campañas y puntos de muestreo de los ríos estudiados. Mean values of the BMWP' index to the different sampling periods and stations sites at the different rivers studied.

Con objeto de comparar los cuatro ríos estudiados, en la figura 2 se muestran los valores medios del índice BMWP' para las distintas campañas.

El río Ara es el que presenta un valor BMWP' más elevado a lo largo de todo su recorrido. Este dato confirma la idea anteriormente señalada acerca de que es el río mejor preservado de toda la cuenca. Probablemente porque, como señalan Munné y Prat (1997), el caudal y la velocidad del flujo condicionan el tipo y la organización de las comunidades biológicas. En este sentido, hacemos notar que en este río no hay detracción de caudales, al contrario de lo que sucede en el resto de los afluentes.

En el Ésera e Isábena la calidad del agua decrece conforme se avanza en el cauce, posiblemente por varias causas que concurren en estos dos ríos: la geología del terreno (estación nº 14 y nº 18), la detracción del caudal mediante embalses, azudes y canales (estaciones nº 14, 15, 16 y 19) y finalmente el aporte derivado del uso del agua en las diferentes poblaciones. El punto nº 19, situado en el tramo final del Ésera y aguas abajo del embalse de Barasona, tiene un índice biótico (BMWP') de 80. Este dato coincide con el encontrado por Palau (1998) para el mismo tramo antes del vaciado del embalse de Barasona y apoyaría la hipótesis de la rápida recuperación del río expresada por el mismo autor.

En el río Cinca hay un incremento sorprendente del valor BMWP' en la localidad de Aínsa (nº11). Esta estación coincide con el aporte de las aguas del Ara, lo que parece elevar la calidad del agua y apoya la hipótesis del importante papel de este río a la hora de mantener un índice biótico elevado.

## DISCUSIÓN

El índice BMWP' Únicamente presenta un nivel de calidad excelente (I) en las localidades situadas en cabecera de los ríos, donde no hay ninguna intervención humana: Bujaruelo, Torla y Vallibierna (nº1,2 y 13). En el resto de las estaciones la calidad es aceptable y aunque en algunos puntos y momentos se ve alterada dicha cali-

dad, en términos generales se puede decir que el río se recupera, como se deduce del cambio de rango III en el año 98 de algunas estaciones al rango II o I en el año 99. Es decir las detracciones de caudal no parecen afectar de forma definitiva y mantenida al río, de manera que una vez que el caudal de agua aumenta por las lluvias o el deshielo el río vuelve a presentar una calidad alta. Hay que señalar que el año 1999 fue un 59% más húmedo que 1998, siendo las lluvias de este año 1998 un 39% menos con respecto a los últimos 10 años (datos del Anuario Estadístico Agrario de Aragón). Estos datos apoyarían la hipótesis antes señalada sobre que un aumento de caudal conlleva un incremento en la calidad del agua

No obstante lo anterior, los ríos Cinca y Ésera, los más regulados presentan un valor BMWP' medio más bajo. Siendo el Ara el de valor medio BMWP' más alto, este río no tiene detracciones de caudal. Coincidimos en lo expresado por otros autores (Torralva *et al.* 1995; Bonada *et al.* 2000) acerca de que el descenso del flujo de agua conlleva, como sería el caso de los ríos regulados, conlleva una pérdida de la biodiversidad y un descenso en la densidad de las comunidades de macroinvertebrados.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALBA-TERCEDOR, J. & 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.
- ARROJO, P. 1997. Los regadíos del valle del Ebro: *La gestión del agua de riego*. Fundación Argentaria - Visor: Madrid.
- ARROJO, P., J. MARTÍNEZ GIL & J.J. GRACIA SANTOS. 1998. *Embalse de Santaliestra: un impacto social y ambiental para Aragón*. Congreso Ibérico sobre gestión y planificación de aguas, Zaragoza 14-18 septiembre.
- BENITO DE SANTOS, P. & M.A. PUIG GARCIA. 1999. BMWPC un índice biológico para la calidad de las aguas adaptado a las características de los ríos catalanes. *Tecnología del Agua*, 161: 43-56.
- BONADA, N, M. RIERADEVALL & N. PRAT 2000. Temporalidad y contaminación como claves para

- interpretar la biodiversidad de macroinvertebrados en un arroyo mediterráneo (Riera de San Cugat, Barcelona). *Limnetica*, 18: 81-90.
- DIPUTACIÓN GENERAL DE ARAGÓN 1997-99. *Anuario Estadístico Agrario de Aragón*.
- GRACIA SANTOS, J.J.; J.M. SANTOS DE LAS HERAS; J.GUERRERO; P.ARROJO & J. MARTINEZ GIL. 1998. Proyecto de embalse de Jánovas (Río Ara, Huesca): discusión de sus objetivos y alternativas. *Congreso Ibérico sobre gestión y planificación de aguas*, Zaragoza 14-18 septiembre.
- GRACIA SANTOS, J. J. 2000. La nueva cultura del agua frente a la vieja planificación hidráulica. *Educación uhierta: Aspectos didácticos de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*. 2. ICE- Universidad de Zaragoza.
- MUÑOZ, I. & N. PRAT. 1996. Effects of water abstraction and pollution on macroinvertebrate community in a mediterranean driver. *Limnetica*, 12 (1): 9-16.
- PALAU, A. 1998. Estudio limnológico del ecosistema fluvial afectado por los vaciados del embalse de Barasona. *Limnetica*, 14 : 1-15.
- PRAT, N. 1998. Estado ecológico de los ecosistemas acuáticos en España. *Congreso Ibérico sobre gestión y planificación de aguas*, Zaragoza 14-18 septiembre.
- PRAT, N.; A. MUNNÉ; C. SOLÁ; M.RIERADEVALL; N. BONADA & G.CHACÓN 1999. La qualitat ecologica del Llobregat, el Besós i el Foix. *Informe 1997. Col·lecció estudis de la qualitat ecològica dels rius*, nº6. Diputació de Barcelona
- TORRALVA, M. M.; F. J. OLIVA; N. A. UBEROPASCAL; J. MALO & M. A. PUIG. 1995. Efectos de la regulación sobre los macroinvertebrados en el río Segura (S. E. España). *Limnetica*, 11 (2): 49-56.