

## ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO TURIA (TERUEL, ESPAÑA)

S. PÉREZ MURCIANO<sup>1</sup>, E. ANDREU-MOLINER<sup>1</sup> & N. DE PAUW<sup>2</sup>

### RESUMEN

Se ha estudiado la comunidad de macroinvertebrados que habita la cuenca alta del río Turia (Teruel) constituida básicamente por los ríos Guadalaviar y Alfambra. Para ello se han elegido 10 estaciones de muestreo situadas entre el nacimiento del río y el límite con la provincia de Valencia. Se midieron 9 parámetros físico-químicos (temperatura del agua, pH, alcalinidad, conductividad,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{2-}$  y oxígeno disuelto) y se determinaron un total de 163.856 macroinvertebrados, pertenecientes a 85 taxones diferentes. Los ríos Guadalaviar y Alfambra poseen una fauna muy diversificada, sólo ligeramente reducida tras su paso por pequeñas poblaciones como Albarracín y Alfambra. Por otro lado, las comunidades de macroinvertebrados del río Turia se vieron seriamente dañadas debido a los vertidos de la ciudad de Teruel, aunque se observa una progresiva recuperación de la calidad de las aguas (autodepuración del río) y por lo tanto también una recuperación de dichas comunidades en las estaciones de muestreo situadas aguas abajo de Teruel.

**Palabras clave:** Río Turia, macroinvertebrados, composición faunística, diversidad.

### INTRODUCCION

La cuenca hidrográfica del río Turia en la provincia de Teruel está constituida básicamente por el río Guadalaviar, llamado Turia aguas abajo de la ciudad de Teruel, y su principal afluente el río Alfambra. En conjunto la cuenca del río Turia posee una superficie asociada de, aproximadamente, 5.495 km<sup>2</sup> de los que más de la mitad pertenecen a la provincia de Teruel.

El principal impacto que sufre el río Turia está constituido por los vertidos, tanto urbanos como industriales, de la ciudad de Teruel. Estos desaguan directamente al río sin depuración previa, lo que origina una importante modificación en la composición y estructura de las comunidades de macroinvertebrados aguas abajo de dicha ciudad.

Por otro lado, los ríos Guadalaviar y Alfambra, enclavados en su mayor parte en las sierras de Albarracín y Gúdar respectivamente, se hayan muy poco alterados, debido principalmente al despoblamiento que sufre la zona (14 hab/km<sup>2</sup>). En estas áreas las actividades humanas predominantes son la agricultura y la ganadería, ésta última a base de rebaños transhumantes. La única excepción la constituyen municipios como Albarracín y Alfambra, donde se concentra la mayor parte de la población de la zona y que, junto al turismo (acumulación de basuras, apertura de nuevas pistas, incremento de los vertidos, etc.), constituyen un foco de impactos ocasionales. Aunque en estos ríos las comunidades de macroinvertebrados están altamente diversificadas el número de estudios realizados sobre dichas comunidades en la zona no es muy alto.

Los primeros trabajos estuvieron centrados en la distribución de ciertos taxones, como los oligoquetos (BALAGUER & MARTÍNEZ LÓPEZ, 1983; BALAGUER *et al.*, 1985; BALAGUER, 1988; MARTÍNEZ LÓPEZ & BALAGUER, 1987; MARTÍNEZ LÓPEZ *et al.*, 1990), moluscos (MARTÍNEZ LÓPEZ

<sup>1</sup> Laboratorio de Ecorotoxicología. Departamento de Biología Animal, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Valencia. C/ Dr. Moliner, 50. 46100 Burjassot. Valencia. España.

<sup>2</sup> Laboratory for Biological Research in Aquatic Pollution. University of Ghent. Plateaustraat, 22. 9000 Ghent. Belgium.

& SUBIAS, 1983; MARTÍNEZ LÓPEZ *et al.*, 1986; SUBIAS & MARTÍNEZ LÓPEZ, 1985) e hirudíneos (GARCÍA MAS & JIMÉNEZ, 1985). Posteriormente, han aparecido algunos estudios relacionados con la utilización de los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de las aguas de los ríos (PUEBLA *et al.*, 1990; MARTÍNEZ-LÓPEZ *et al.*, 1991; PÉREZ-MURCIANO, 1994 y PÉREZ-MURCIANO *et al.*, 1993; 1996).

En este trabajo se presenta una lista faunística de las comunidades de macroinvertebrados que pueblan la cuenca alta del río Turia y se estudia la abundancia, distribución, diversidad y estructura trófica de las mismas. También se ha realizado un análisis estadístico en el que se ha agrupado las estaciones de muestreo en relación con los taxones característicos de cada tramo del río.

## DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El río Guadalaviar nace en la Muela de San Juan, vertiente septentrional de la Sierra de Albaracín, a una altitud próxima a los 1.600 m. Desde su nacimiento recorre un trayecto de aproximadamente 80 km en dirección NO-SE hasta llegar a la ciudad de Teruel, donde describe un brusco giro, de casi 90°, para cambiar a NE-SO, punto en el que es engrosado por el río Alfambra, a partir del cual sus aguas discurren bajo el nombre de río Turia.

Este río posee un recorrido total de 300 km desde su nacimiento en la Sierra de Albaracín hasta su desembocadura en Valencia en el mar Mediterráneo; de ellos, aproximadamente 120 km corresponden a la provincia de Teruel.

Su principal afluente es el Alfambra, que nace en la Sierra de Gúdar, a unos 1.500 m de altura, y discurre en dirección SSE-NNO hasta Galve donde gira bruscamente 60° para cambiar a dirección NE-SO hasta su desembocadura en el río Turia, a la altura de Teruel.

Toda la zona considerada disfruta de un clima continental caracterizado por una notable amplitud en sus oscilaciones interanuales. La humedad relativa es baja, con precipitaciones oscilantes entre los 400 y los 900 mm anuales; con inviernos muy fríos y veranos de tipo templado. Por

ello, el régimen del río es relativamente irregular, con un caudal máximo principal en marzo y otro secundario en otoño-invierno.

Geomorfológicamente el río Guadalaviar discurre, en sus primeros kilómetros, por materiales impermeables del Cretácico Inferior y Jurásico Superior (Muela de San Juan); infiltrándose al llegar al acuífero calizo del Jurásico inferior a favor de un drenaje vertical alimentador del Karst (valle ciego a la altura de Villar del Cobo) y resurgiendo en las proximidades del municipio de Tramacastilla (ojos del Guadalaviar). Por esta zona de cabecera, el río discurre ortogonal a la estructura del plegamiento, excavando profundos cañones de varios cientos de metros, abiertos fundamentalmente en los materiales calizos de la Sierra. Debido a esta angostura de los valles, el desarrollo de terrazas fluviales se ha visto muy reducido.

Al llegar a Teruel, gran parte de su trayecto hasta la provincia de Valencia discurre por una fosa de dirección NNE-SSO, enmarcada en terrenos mesozoicos y rellena de sedimentos neógenos (mio-pliocenos). A esta depresión terciaria (Plioceno Superior) se la conoce como fosa o depresión de Alfambra-Teruel-Mira. A lo largo de todo el curso se reconocen cuatro niveles de terraza escalonados (80-40-20-1 m), existiendo otro nivel más a partir de la confluencia Alfambra-Guadalaviar (10 m).

El río Alfambra discurre en su curso alto entre litologías calcáreas Jurásicas y Cretácicas de las Sierras de Gúdar y del Pobo, para luego introducirse y encajarse entre materiales arcillosos y calcáreos de la depresión de Alfambra-Teruel.

## METODOLOGÍA

Se han estudiado un total de 10 estaciones de muestreo a lo largo de la cuenca alta del río Turia que se distribuyeron de la siguiente forma (Fig. 1):

- 4 en el río Guadalaviar (Gu-1, Gu-2, Gu-3 y Gu-4).
- 3 en el río Alfambra (Al-1, Al-2 y Al-3).
- 3 en el río Turia (Tu-1, Tu-2 y Tu-3).

Para la elección de los puntos de muestreo, se tuvieron en cuenta una serie de factores tales



Fig. 1. Área de estudio y situación de las estaciones de muestreo.

como: presencia de posibles focos de contaminación, confluencia de dos ríos, sequía temporal de un tramo del río y facilidad de acceso al mismo. Además, se procuró no dejar más de 30 km de separación entre dos puntos contiguos, con el fin de que quedara representada la totalidad de la cuenca.

El muestreo se realizó en febrero de 1993 y fue de tipo cualitativo. Se pretendió recoger el mayor número de taxones presentes, con el fin de dar la idea más completa de la composición de las comunidades de macroinvertebrados de la zona. Para ello se muestreó durante 5 minutos en todos los hábitats presentes en el río, a red de mano (300  $\mu$ m), de acuerdo con el procedimiento descrito por DE PAUW & VANHOOREN (1983). Una vez realizado el muestreo se procedió a la fijación de los ejemplares con formalina al 4% para su

posterior identificación y recuento en el laboratorio.

Además, con el fin de caracterizar lo mejor posible las estaciones de muestreo, se hicieron mediciones *in situ* de algunos parámetros físico-químicos (oxígeno disuelto, temperatura del agua, pH, conductividad, amonio, nitratos, nitritos, fosfatos y alcalinidad). También se anotaron las características físicas más relevantes (altitud, distancia al origen, pendiente, anchura y profundidad del cauce, velocidad de corriente y sustrato dominante).

La estructura de la comunidad macrobentónica se estableció por medio del cálculo de la diversidad (MARGALEF, 1951 y SHANNON-WEAVER, 1949) y de la riqueza faunística.

Para interpretar mejor los resultados obtenidos se realizó un análisis factorial de correspondencia

NTSYS (ROHLF, 1988) entre los taxones encontrados y las estaciones de muestreo. Con este análisis se pretendía agrupar las estaciones de muestreo en relación con los taxones característicos de cada tramo del río.

También se realizó un estudio de la estructura trófica de las comunidades de macroinvertebrados para comprender mejor el funcionamiento del ecosistema fluvial. Dicho estudio estaba basado en el realizado por GARCÍA-JALÓN & GONZÁLEZ DEL TANAGO (1986) en la cuenca del río Duero.

## RESULTADOS

### Parámetros ambientales y físico-químicos

La Tabla I presenta la caracterización de los puntos de muestreo en base a sus parámetros

ambientales. Dichos puntos se hallan situados entre los 1.560 y 770 m de altitud. La anchura del cauce oscila entre 9 y 1 m, siendo la profundidad media inferior a medio metro en todos los casos. En cuanto al tipo de sustrato se observa la dominancia de los cantos y gravas en toda la cuenca, siendo los bloques el sustrato accidental más frecuente.

Las principales alteraciones del cauce son debidas al cultivo de choperas en los márgenes del río y al paso de ganado ovino. También hay que destacar la regulación a la que se ve sometido el río Guadalaviar por el embalse de Arquillo de San Blas así como el impacto de la ciudad de Teruel.

Los resultados obtenidos de los 9 parámetros físico-químicos analizados se muestran en la Tabla II. Como cabría esperar son los tramos iniciales de los ríos Guadalaviar y Alfambra los que tienen

TABLA I  
RESULTADOS DE LOS PARAMETROS FISICO-QUIMICOS

	Altitud (m)	Distancia (km)	Pendiente (%)	Anchura (m)	Profundidad (cm)	Velocidad	Sustrato dom*	Sust. acc.
Gu-1	1560	1,5	2,86	1,0	12	Lenta	G-A	B
Gu-2	1175	23,7	1,82	5,5	25	Moderada	C-G	B
Gu-3	1090	36,7	0,57	9,0	20	Rápida	C-G	B
Gu-4	910	64,5	0,80	4,2	6	Lenta	G-A	C-B
Tu-1	870	74,2	0,45	7,1	27	Moderada	A-F	G
Tu-2	810	88,2	0,87	6,7	44	Moderada	B-C-G-A	F
Tu-3	770	102,3	0,32	9,0	36	Rápida	C-G-A	B-F
Al-1	1470	8,0	3,33	2,5	27	Lenta	B-C	G
Al-2	1055	58,6	0,62	4,0	31	Moderada	C-G-A	B
Al-3	935	87,6	0,67	4,5	23	Rápida	B-C-G	A

\*Tipo de sustrato: B= bloques; C=cantos; G=gravas; A=arenas; F=fangos.

TABLA II  
CARACTERISTICAS AMBIENTALES DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

	Temper. (°C)	pH	Alcalinid. (mmol/l)	Conduct. (µS/cm)	Amonio (mg/l)	Nitritos (mg/l)	Nitratos (mg/l)	Fosfatos (mg/l)	Oxígeno (%)
Gu-1	4,1	8,5	5,4	520	0,02	0,01	0,25	0,00	94
Gu-2	5,8	8,5	3,5	710	0,02	0,01	0,30	0,00	104
Gu-3	9,6	9,2	3,7	720	0,01	0,06	2,00	0,03	125
Gu-4	11,7	7,8	3,1	700	0,02	0,01	1,00	0,05	101
Tu-1	10,8	8,5	4,2	1080	0,20	0,25	3,50	0,10	62
Tu-2	9,5	8,4	4,1	1060	0,30	0,10	5,00	0,07	93
Tu-3	8,8	8,7	4,1	1090	0,50	0,10	3,00	0,25	121
Al-1	5,6	8,5	4,1	430	0,00	0,005	0,10	0,00	104
Al-2	9,0	8,8	3,4	610	0,00	0,01	0,50	0,01	107
Al-3	7,8	8,5	4,0	940	0,03	0,05	3,00	0,01	94

sus aguas más frías. La conductividad presenta un rango de variación entre los 430-1.090  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , siendo las estaciones situadas aguas abajo de la ciudad de Teruel las que presentan los valores significativamente más altos. El mismo patrón se puede observar en el caso del amonio y fosfatos. Sin embargo las concentraciones de nitritos y nitratos son más altas tanto después de la ciudad de Teruel (Tu-1, Tu-2 y Tu-3) como después de las ciudades de Albarracín (Gu-3) y Alfambra (Al-3). El porcentaje de oxígeno disuelto en el agua se halla próximo a la saturación en todos los casos e incluso en dos estaciones (Gu-3 y Tu-3) se alcanza la hipersaturación.

**Macroinvertebrados**

Se identificaron un total de 163.856 macroinvertebrados pertenecientes a 85 taxones diferentes (Tabla III), que se distribuyeron de la siguiente forma: Turbellarios (2), Moluscos (8), Oligoquetos (5), Hirudíneos (3), Arácnidos (7), Crustáceos (1), Colémbolos (1), Efemerópteros (8), Plecópteros (10), Odonatos (4), Heterópteros (1), Coleópteros (9), Tricópteros (10), Megalópteros (1) y Dípteros (15).

En general, se llegó a nivel de género o especie en todos los órdenes excepto con los oligoquetos, colémbolos, tricópteros, dípteros y coleópteros

TABLA III

RELACION DE LOS TAXONES ENCONTRADOS EN LAS 10 ESTACIONES DE MUESTREO Y SU ABUNDANCIA

	Gu-1	Gu-2	Gu-3	Gu-4	Tu-1	Tu-2	Tu-3	Al-1	Al-2	Al-3
Ph. PLATHELMINTHES										
Cl. TURBELLARIA										
<i>Dugesia</i> spp.	-	5	116	64	-	-	-	-	22	-
<i>Polycelis</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
Ph. MOLLUSCA										
Cl. GASTROPODA										
Hydrobiidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Potamoxyrgus antipodarum</i>	27	636	1319	17021	-	56	3008	-	258	40
<i>Bhythinella</i> spp.	1	-	-	7	-	-	-	-	-	-
<i>Physella acuta</i>	-	-	-	2	-	4	5	-	-	-
<i>Radix peregra</i>	-	3	-	-	-	-	3	-	-	17
<i>Ancylus fluviatilis</i>	-	11	79	-	-	1	2	-	-	-
<i>Ferrisia wautieri</i>	-	4	6	12	-	-	-	-	-	-
Cl. BIVALVIA										
<i>Pisidium</i> spp.	72	250	954	23	-	19	80	1	1	-
Cl. OLIGOCHAETA										
Lubriculidae	-	44	-	35	-	-	-	12	2	-
Tubificidae	115	185	521	21	68	646	1040	1	13	120
Naididae	12	1142	767	-	-	482	4140	-	114	806
Enchytraeidae	-	23	-	27	18	-	-	-	-	-
Lumbricidae	-	2	-	43	-	8	8	2	-	-
Cl. HIRUDINEA										
<i>Glossiphonia</i> spp.	1	-	-	1928	-	-	-	1	-	-
<i>Helobdella stagnalis</i>	-	1	3	3	-	31	4	-	-	1
Erpobdellidae	11	44	133	107	-	120	19	-	2	10
Ph. ARTHROPODA										
Cl. ARACHNIDAE										
O. Hydracarina										
<i>Sperchon</i> spp.	1	4	3	1	-	-	-	9	3	-
<i>Protzia</i> spp.	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Torrenticola</i> spp.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lebertia</i> spp.	-	1	-	-	-	-	-	19	3	1
<i>Atractides</i> spp.	-	-	3	10	-	-	-	-	3	-
<i>Hygrobates</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	22	-	-
<i>Sperchonopsis</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-

TABLA III (continuación)

## RELACION DE LOS TAXONES ENCONTRADOS EN LAS 10 ESTACIONES DE MUESTREO Y SU ABUNDANCIA

	Gu-1	Gu-2	Gu-3	Gu-4	Tu-1	Tu-2	Tu-3	Al-1	Al-2	Al-3
CI. CRUSTACEA										
<i>Echinogammarus</i> spp.	18	1291	6520	8750	-	1	7	318	8580	2741
CI. INSECTA										
O. Collembola										
Isoromidae	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
O. Ephemeroptera										
Baetidae	1490	716	138	6118	-	794	1191	573	2335	3327
<i>Epeorus</i> spp.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhythrogena</i> spp.	5	165	-	-	-	-	-	-	16	-
<i>Ecdyonurus</i> spp.	31	457	56	1852	-	-	-	20	415	17
<i>Ephemerella ignita</i>	-	27	4	10	-	-	-	1	10	1
<i>Caenis luctuosa</i> gr.	10	-	-	90	-	-	1	-	520	115
<i>Paraleptophlebia</i> spp.	328	-	-	3	-	-	-	23	-	-
<i>Habroptlebia fusca</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O. Plecoptera										
<i>Taeniopteryx</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Amphinemura</i> spp.	2	-	-	-	-	-	-	271	-	-
<i>Nemoura</i> spp.	194	-	-	-	-	-	-	9	-	-
<i>Protonemura</i> spp.	140	10	-	-	-	-	-	4	49	-
<i>Leuctra</i> spp.	45	-	-	42	-	-	-	147	-	-
Capnidae	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Capnia</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Isoperla</i> spp.	17	55	-	-	-	-	-	-	29	-
<i>Perla marginata</i>	-	303	-	3	-	-	-	-	75	-
Chloroperlidae	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
O. Odonata										
<i>Calopteryx virgo</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphus pulchellus</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Cordulegaster annulatus</i>	-	2	-	9	-	-	-	-	-	-
<i>Cordulegaster bidentatus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O. Heteroptera										
<i>Gerris gibbifer</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
O. Coleoptera										
Gyrinidae	1	6	-	30	-	-	-	-	31	-
Haliplidae	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
Dytiscidae	3	-	-	-	-	-	1	-	-	1
<i>Hydraena</i> spp.	7	1	-	-	-	-	-	7	-	-
Dryopidae	-	25	-	2	-	-	-	-	49	-
Elmidae	18	2716	45	3067	-	1	-	240	2213	12
<i>Elmis</i> spp.	274	1027	148	1925	-	-	2	76	714	26
<i>Riolis</i> spp.	-	19	-	-	-	-	-	46	-	1
Helodidae	26	1	-	-	-	-	-	-	-	-
O. Megaloptera										
<i>Sialis fuliginosa</i>	3	-	-	-	-	-	-	45	-	-
O. Trichoptera										
Rhyacophilidae	3	267	4	6	-	-	-	4	3	-
<i>Agaperus fuscipes</i>	1	-	-	1928	-	-	-	1	-	-
Hydroptilidae	-	-	20	2	-	-	-	-	11	5
Hydropsychidae	14	504	30	18	-	155	292	2	31	29
Polycentropodidae	88	-	-	71	-	-	-	4	-	-
Psychomyiidae	-	61	-	-	-	-	-	2	1	-
Ecnomidae	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-
Limnephilidae	37	13	17	1	-	-	-	33	3	33
Sericostomatidae	3	28	1	-	-	-	-	9	2	-
Beraeidae	1	216	952	-	-	-	-	-	-	-

TABLA III (continuación)

RELACION DE LOS TAXONES ENCONTRADOS EN LAS 10 ESTACIONES DE MUESTREO Y SU ABUNDANCIA

	Gu-1	Gu-2	Gu-3	Gu-4	Tu-1	Tu-2	Tu-3	Al-1	Al-2	Al-3
O. Díptera										
Tipulidae	4	1	-	1	-	-	2	-	-	2
Limoniidae	15	145	-	93	-	-	1	23	120	12
Psychodidae	-	2	10	2	-	1	10	1	-	3
Dixidae	-	-	-	46	-	-	-	-	-	-
Culicidae	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
Simuliidae	211	271	110	11969	-	47	142	18	92	94
<i>Chironomus thummi-plumosus</i> gr.	-	-	-	-	41	32	69	-	-	-
<i>Chironomus non thummi-plumosus</i>	2805	14000	1931	156	23	1289	2431	1320	2084	8602
Ceratopogonidae	1	4	1	56	-	1	-	4	-	14
Stratiomyidae	15	37	13	1	-	-	-	1	-	-
Empididae	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Dolichopodidae	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1
Tabanidae	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Athericidae	-	1	-	-	-	-	-	2	18	-
Anthomyidae	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-

que se llegó a familia. Los dípteros fueron el taxón más abundante seguido de los crustáceos, moluscos y efemerópteros. Por otra parte los taxones menos frecuentes fueron los odonatos, colémbolos y heterópteros.

En la Figura 2 están representadas la riqueza faunística y diversidad de macroinvertebrados en cada una de las estaciones de muestreo. La mayor riqueza faunística, así como la mayor diversidad correspondió a los ríos Guadalaviar y Alfambra, aunque en ambos se detectó un claro descenso de las mismas en las estaciones Gu-3 y Al-3 situadas aguas abajo de los municipios más importantes del área (Albarracín y Alfambra respectivamente). Tras su paso por la ciudad de Teruel, el río Turia sufre un drástico descenso tanto de la riqueza faunística (4 taxones) como de la abundancia (150 ejemplares) y por tanto una disminución en la diversidad de macroinvertebrados. Los únicos grupos presentes eran los más resistentes a la contaminación (quironómidos y tubificidos). Se observó una recuperación del río (estaciones Tu-2 y Tu-3) pero sin llegar a alcanzar las comunidades la diversidad inicial.

En cuanto a la estructura trófica (Figura 3) de dichas comunidades, en los tramos altos de los ríos Guadalaviar y Alfambra, la composición trófica estaba equilibrada, constituyendo los predadores-parásitos junto con los colectores la fauna

dominante, aunque también se hallaban bien representados los detritívoros y fitófagos, como corresponde a la mayor diversidad de hábitats presentes en las cuencas altas de los ríos. A medida que la contaminación de las aguas se hizo más petente (estaciones Tu-1, Tu-2 y Tu-3), se observó un aumento del número de organismos colectores hasta constituir el 100% de la fauna, en la estación más contaminada (Tu-1).

El resultado del análisis factorial de correspondencia realizado entre los taxones determinados y las estaciones elegidas (Fig. 4) muestra la aparición de cinco agrupaciones:

- GRUPO 1: taxones asociados a la estación Tu-1. *Chironomus thummi-plumosus* gr.
- GRUPO 2: taxones asociados a las estaciones Tu-2 y Tu-3. Culicidae, *Physella acuta*, Enchytraeidae, *Helobdella*, Tubificidae, Naididae, Hydropsychidae, Psychodidae y Erpobdellidae.
- GRUPO 3: taxones asociados a las estaciones Al-1, Gu-1, Gu-2 y Al-3. Tipulidae, Dytiscidae, *Radix peregra*, *Chironomus non thummi-plumosus*, Tabanidae, Empididae, *Epeorus*, *Torrenticola*, *Amphinemura*, *Polycelis*, *Hygrobatas*, Capnidae, *Capnia*, *Gerris gibbifer*, Rhyacophilidae, *Isoperla*, Stratiomyidae, Perlidae, *Protonemura*, *Protzia*, Leucridae, *Sperchon*, *Lebertia*, *Sialis fuliginosa*, *Riolus*, *Hydraena*, *Polycelis*, Sericostomatidae,

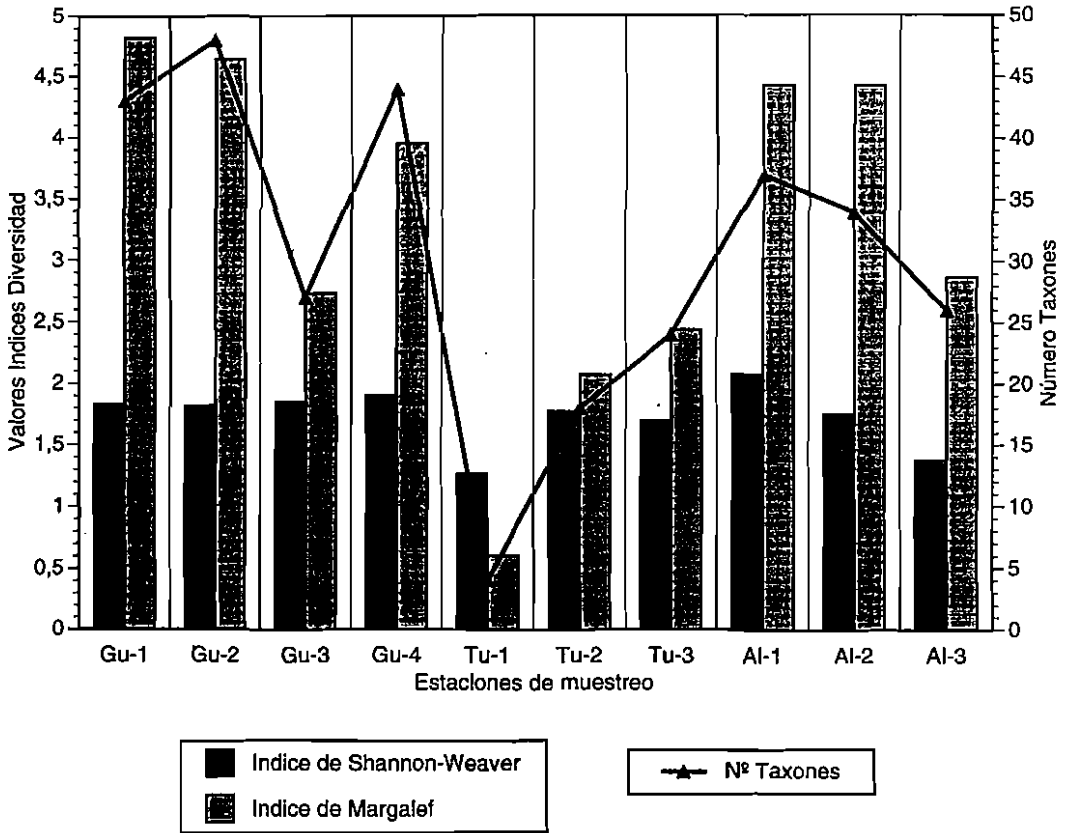


Fig. 2. Riqueza faunística y diversidad de macroinvertebrados.

*Paraleptophlebia*, *Nemoura*, Helodidae, Psychomyidae, Anthomyidae, Limnephilidae, Dolichopodidae, *Rhythrogena*, *Cordulegaster bidentatus*, *Calopteryx virgo*, *Habroplebia fusca* e Hydrobiidae.

– GRUPO 4: taxones asociados a las estaciones Al-2 y Gu-3. Baetidae, Polycentropodidae, *Elmis*, Elmidae, *Dugesia*, Echinogammarus, Gyrinidae, Lumbriculidae, *Ancyclus fluviatilis*, *Ephemerella ignita*, Limoniidae, Beraeidae, Hydroptilidae, Dryopidae, *Caenis*, Athericidae, *Sperchon*, *Taeniopteryx*, Chloroperlidae, Ecnomiidae y Pisidium.

– GRUPO 5: taxones asociados a la estación Gu-4. Haliplidae, Lumbricidae, *Potamopyrgus antipodarum*, *Cordulegaster annulatus*, *Bhytinella*, *Agapetus fuscipes*, Glossiphonia, *Gomphus pulche-*

*llus*, Dixidae, Isotomidae, Ceratopogonidae, *Ferrisia wautieri*, Ecdyonurus, *Atractides* y Simuliidae.

## DISCUSION

A pesar de que los resultados obtenidos corresponden a una sola campaña de muestreo, se puede observar claramente una variación longitudinal tanto de la composición de las comunidades de macroinvertebrados como de la estructura trófica de las mismas.

Estas variaciones no sólo son debidas a la variación del régimen hidrológico sino a la influencia humana, que determina una eutrofización relativamente moderada en tramos muy localizados (ciudades como Albarracín y Alfambra) y el gran



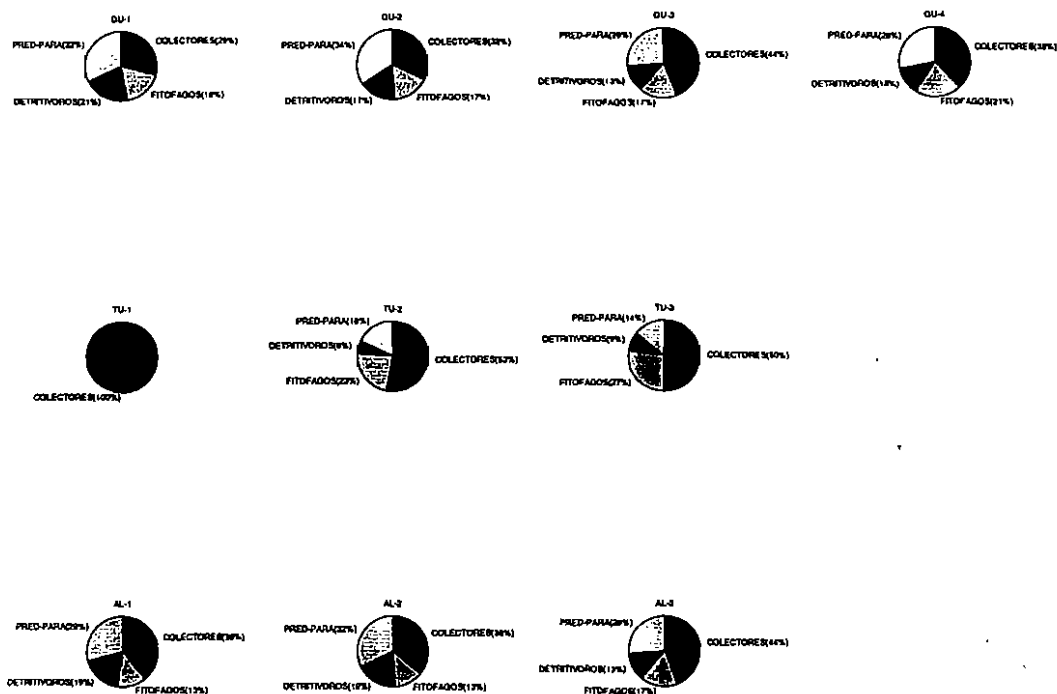


Fig. 3. Estructura trófica de la comunidad de macroinvertebrados.

impacto producido por los vertidos incontrolados de la ciudad de Teruel. Esto causa una disminución en la diversidad de las comunidades de macroinvertebrados, desapareciendo los taxones del agua baja y práctica ausencia de elementos más sensibles (plecópteros, heptagénidos) y proliferando los taxones más tolerantes a la contaminación (quironómidos, tubificidos).

Por otra lado, el enriquecimiento orgánico moderado (Gu-3 y Al-3) favorece la instalación de una comunidad tolerante a esta ligera eutrofización (*Potamopyrgus*, *Pisidium*, Erpobdellidae, Baetidae, etc.), mientras que el vertido descontrolado de la ciudad de Teruel (Tu-1) sólo permite mantener a una comunidad pobre, compuesta básicamente por *Chironomus thummi-plumosus* gr., Tubificidae y Enchytraeidae. La comunidad se recupera ligeramente en las estaciones Tu-2 y Tu-3, apareciendo taxones típicos de los tramos de recuperación de los ríos como son *Physella acuta*, *Helobdella*, Erpobdellidae e Hydropsychidae.

Sin embargo en las zonas de cabecera del río Guadalaviar (Gu-1 y Gu-2) y Alfambra (Al-1 y Al-2), con aguas ricas en oxígeno, temperatura del agua baja y práctica ausencia de elementos indicadores de contaminación, aparece una fauna compuesta por especies intolerantes como son los plecópteros (*Amphinemura*, Capnidae, *Isoperla*, Perlidae, *Protonemura*, Leuctreidae y *Nemoura*), algunas familias de efemerópteros como los heptagénidos (*Epeorus* y *Rhytrogena*) y los leptoplébedos (*Paraleptophlebia* y *Habrophlebia*) y, algunos tricópteros de la familia Sericostomatidae.

En la estación situada aguas abajo del Embalse de San Blas (Gu-4) se observa una clara modificación de la estructura del cauce y del régimen hidrológico debido a la regulación del embalse. Existen signos evidentes de una ligera eutrofización que favorece la formación de los típicos tapices de simúlidos, también predominan algunas especies como *Potamopyrgus antipodarum* y *Agapetus fuscipes*, cuyas poblaciones son extraordinariamente elevadas.

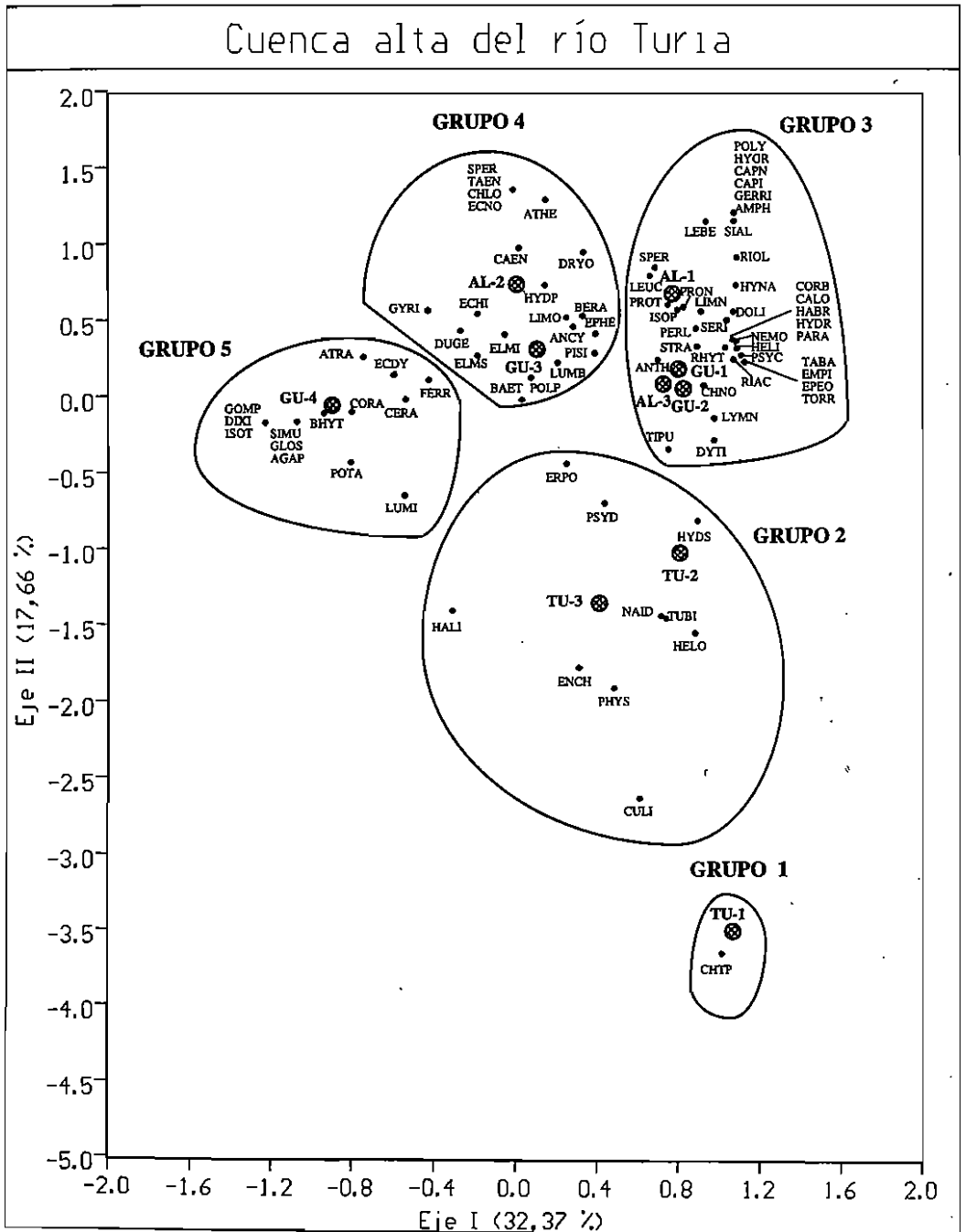


Fig. 4. Análisis factorial de correspondencia entre taxones y estaciones de muestreo.

Comparando estos resultados faunísticos con los encontrados anteriormente por MARTÍNEZ-LÓPEZ *et al.*, (1991) en la misma zona, no existen grandes diferencias en cuanto a los tramos altos de los ríos. Sin embargo, sí observamos una recuperación lenta pero progresiva tanto de la fauna como de la calidad biológica en las estaciones situadas aguas abajo de Tu-1, aunque sin alcanzar la que tenían antes de los vertidos de la ciudad de Teruel, a diferencia de lo encontrado por dichos autores: «... a su paso por Teruel las aguas van perdiendo calidad biológica gradualmente hasta llegar a las proximidades de Valencia». PUEBLA *et al.*, (1990) coinciden, no obstante, con nuestros

resultados al confirmar «...el deterioro de la calidad del agua de la cuenca por los vertidos de la ciudad de Teruel y la recuperación del río aguas abajo de dicha población».

En cuanto a los resultados obtenidos con el estudio de la estructura trófica de las comunidades de macroinvertebrados encontrada en la cuenca alta del río Turia, éstos concuerdan con los obtenidos por GARCÍA-JALÓN y GONZÁLEZ DEL TANAGO (1986) en la cuenca del río Duero. Es decir, que a medida que la contaminación de las aguas se hizo más patente se produjo un aumento del número de organismos colectores en detrimento del resto de grupos tróficos.

## SUMMARY

The faunistic composition of macroinvertebrates communities of the Upper Turia Basin was studied during February 1993. Ten sampling stations were chosen in the study area, from the source to the limit with Valencia province. Nine physical-chemical parameters (water temperature, pH, alkalinity, conductivity,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^-$  and dissolved oxygen) were also measured to characterize each station during the sampling campaign. 85 different taxa have been identified, most of them up to genus level and the rest to species or family level. The Guadalaviar and Alfambra rivers have a very diversified fauna only slightly reduced downstream of bigger populations as Albarracín or Alfambra. On the other hand, the Turia river communities had been severely damaged due to the fact of Teruel city impact; a slightly recovery of these communities and the water quality could be observed in the stations located downstream.

**Key Words:** Turia river, macroinvertebrates, faunistic composition, diversity.

## BIBLIOGRAFIA

- BALAGUER V. 1988: *Primeros datos sobre la distribución, composición específica y autoecología de los Oligoquetos del río Turia*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Valencia. 161 pp.
- BALAGUER V. & MARTÍNEZ-LÓPEZ F. 1983: «Datos autoecológicos de *Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1826) en la Cuenca del río Turia». *VI Bienal Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, Santiago.
- BALAGUER V., MARTÍNEZ-LÓPEZ F. & RODRÍGUEZ C. 1985: «Datos autoecológicos de *Brachiura sowerbyi* (Beddard, 1892) (Oligochaeta, Tubificidae) en el río Turia». *VII Bienal Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, Barcelona.
- DE PAUW N. & VANHOOREN G. 1983: «Method for biological quality assessment of water courses in Belgium». *Hydrobiologia*, 133: 237-258.
- GARCÍA DE JALÓN D. & GONZÁLEZ DEL TANAGO M. 1986: *Métodos biológicos para el estudio de la calidad de las aguas. Aplicación a la Cuenca del Duero*. ICONA, Monogr. 45: 1-244.
- GARCÍA-MAS I. & JIMÉNEZ J.M. 1985: «Contribución al conocimiento de los Hirudíneos del río Turia». *II Congreso Español de Limnología*, León.

- MARGALEF R. 1951: «Diversidad de especies en las comunidades naturales». *Pub. Inst. Biol. apl. Barcelona*, 6: 59-72.
- MARTÍNEZ-LÓPEZ F. & SUBIAS J. 1983: «Datos preliminares acerca de la distribución de los Moluscos de aguas continentales capturados a lo largo del río Turia. Datos autoecológicos». *VIII Bienal Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, Pamplona.
- MARTÍNEZ-LÓPEZ F. & BALAGUER V. 1987: «Sobre la presencia de *Eukerria saltensis* (Beddard, 1895) (Oligochaeta, Megascolecidae) en el río Turia. Datos autoecológicos». *VIII Bienal Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, Pamplona.
- MARTÍNEZ-LÓPEZ F., JIMÉNEZ J., SUBIAS J. & AMELA J.F. 1986: «Sobre la distribución de *Potamopygus jenkinsi* (Smith, 1889) (Gastropoda: Prosobranchia) en las cuencas de los ríos Mijares, Turia y Júcar». *Iberus*, 6(2): 245-255.
- MARTÍNEZ-LÓPEZ F., BALAGUER V., PUJANTE A.M. & SALVADOR A. 1990: «Introducción al estudio de las comunidades de Oligoquetos acuáticos del río Turia (Teruel-Valencia, España)». *SCIENTIA gerundensis*, 16/1: 115-127.
- MARTÍNEZ-LÓPEZ F., PUJANTE A.M., GIL-QUÍLEZ M.J. & TAPIA-ORTEGA G. 1991: «Macroinvertebrados y calidad de las aguas del río Guadalaviar y cuenca del río Mijares (Teruel)». *Teruel*, 82(1): 115-160.
- PÉREZ-MURCIANO S. 1994: *Contribución al estudio de los macroinvertebrados bentónicos del Alto Turia (Teruel). Aplicación de índices biológicos*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Valencia, 172 pp.
- PÉREZ-MURCIANO S., ANDREU-MOLINER E. & DE PAUW N. 1993: «Estudio comparativo de dos métodos de muestreo de macroinvertebrados de agua dulce en la cuenca del Alto Turia». *VII Congreso de la Asociación Española de Limnología*, Bilbao.
- PÉREZ-MURCIANO S., GUARA M., ANDREU-MOLINER E. & DE PAUW N. 1996: «Contribución al estudio de los macroinvertebrados bentónicos de la cuenca alta del río Turia (Teruel, España)». *VIII Congreso Español de Limnología*, Mallorca.
- PUEBLA P., LANAJA J., VIGURI F., MATUTE R., PUEBLA J., SAINZ A., SANCHEZ D. & SANTOLARIA A. 1990: «Calidad de las aguas superficiales en la cuenca del río Turia II. Aptitud para el riego e índices de calidad». *Tecnología del agua*, 72: 26-72.
- ROHLE J. 1988: *NTSYS-PC. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*. Exeter Publishing Ltd, 166 pp.
- SHANNON C.E. & WEAVER W. 1949: *The Mathematical theory of Communication*. Univ. Illinois Press. Urbana. 125 pp.
- SUBIAS J. & MARTÍNEZ-LÓPEZ F. 1986: «Nuevas aportaciones sobre la distribución de la malacofauna del río Turia (Teruel-Valencia)». *VI Congreso Nacional de Malacología*, Tenerife.