

**BIODIVERSIDAD, CARACTERIZACIÓN
DE LOS INVERTEBRADOS
Y CALIDAD BIOLÓGICA DE LAS AGUAS
DEL RÍO JÚCAR A SU PASO
POR LA PROVINCIA DE ALBACETE**

por

Juan RUEDA SEVILLA

Ramón HERNÁNDEZ VILLAR

Gloria TAPIA ORTEGA

Departamento de Microbiología y Ecología. Facultad de CC Biológicas.
Dr. Moliner 50 46100 Burjassot (Valencia)

INTRODUCCIÓN

El continuo abuso de los sistemas acuáticos empezó con la formación de las ciudades, pasando por la industrialización. El vertido de aguas contaminantes se ha venido realizando hasta nuestros días en que, lejos de disminuir, se hace cada vez más patente.

Socialmente se considera el agua como un bien imprescindible pero las alteraciones producidas aguas arriba influirán aguas abajo. Esta actuación amenaza ya nuestra economía. Se construyen depuradoras que apenas funcionan al 50 o 60%. Se canalizan aguas desde lugares remotos y se perforan más pozos en los acuíferos ya maltrechos. Paralelamente a la degradación de nuestros ríos se merma sin cesar la diversidad biológica o biodiversidad. Cada especie perdida supone la eliminación de un trozo del código genético del planeta. Esta situación forma parte del complicado y amplio concepto de "cambio global", y con respecto a esto, nuestro papel es clave (HALFFTER, 1992). Preocuparse por el estado de salud de nuestros ríos y protegerlos (con P mayúscula) del impacto antrópico distribuyendo adecuadamente sus aguas, sin agotarlos ni degradarlos, será un legado que nuestros hijos y nietos nos agradecerán. A esta optimización de recursos se la denomina hoy "desarrollo sostenible".

El río Júcar, objeto de nuestro estudio, nace en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha y concretamente en la provincia de Cuenca entre la Sierra de Tragacete y la Sierra de Valdeminguete, junto al Cerro de San Felipe. Tiene un recorrido de unos 535 km de los cuales aproximadamente 120 pertenecen a la provincia de Albacete. Este tramo empieza en las proximidades de Villalgordo del Júcar y finaliza en el término municipal de Villa de Ves antes de su paso a la Comunidad Valenciana. En este punto su caudal es de unos 32 m³/s.

OBJETIVOS

- 1.- Confeccionar un inventario de los invertebrados acuáticos recolectados en el río Júcar a su paso por la provincia de Albacete.
- 2.- Realizar un estudio de la calidad biológica de sus aguas mediante la aplicación de dos índices biológicos: El IBG (utilizado oficialmente en Francia y preceptivo a cualquier uso del agua de los ríos) y el BMWP' (de origen inglés).
- 3.- Dar a conocer los posibles efectos del impacto antrópico sobre la diversidad acuática.
- 4.- Realizar mapas de distribución geográfica de las especies más representativas.

removiendo el sustrato una vez finalizado lo anterior. Los invertebrados son recogidos en un envase de plástico situado en el fondo de la red. Posteriormente se vierte el contenido de dicho envase a una bandeja para aislar los ejemplares que requieren una fijación especial, tales como, turbelarios, hidroideos, briozoos, nemertinos, etc. que serán fijados en laboratorio. El resto de la muestra se fijó en alcohol de 70°. Cada envase fue debidamente etiquetado hasta la posterior separación y determinación de los invertebrados.

IDENTIFICACIÓN DE LOS ORGANISMOS

Los organismos son separados de la materia orgánica de cada muestreo mediante una observación directa con ayuda de estereomicroscopio. El nivel taxonómico requerido para la aplicación de los índices biológicos es básicamente el de familia salvo para oligoquetos, hidrácaros, ostrácodos y cladóceros, si bien, ampliando el estudio hasta el nivel específico siempre que nos fue posible.

La definición de macroinvertebrado, según TACHET *et al.* (1987), se aplica a los organismos que superan siempre el milímetro al final de su desarrollo larval o en su estadio adulto. Nosotros tomamos en consideración a toda la fauna, sin límite de tamaño, salvo el de ser recolectado en nuestra red Surber.

Las claves y monografías utilizadas en la identificación de los organismos fueron numerosas, entre las cuales destacamos las de carácter general.

MC CAFFERTY (1983)

TACHET *et al.* (1987)

NILSSON (1997)

ÍNDICES BIOLÓGICOS Y DE DIVERSIDAD

Basándonos en los invertebrados recolectados, se procedió a la utilización de dos índices biológicos. Por un lado, 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. Por otro, el IBG o Índice Biologique Global (AFNOR, 1985) es una modificación del IBQG de VERNEAUX *et al.* (1984) y se utiliza oficialmente en los estudios de impacto, por el ministerio de medio ambiente (Ministère d'Environnement).

El cálculo del índice de diversidad es básico en muchos estudios sobre la caracterización de la fauna. No es un simple concepto matemático pues encierra a menudo unas conclusiones tristes como la pérdida de especies (RUEDA, 1997). El índice de Shannon-Wiener (SHANNON-WEAVER, 1963) fue el utilizado en nuestro estudio. En el medio natural los valores llegan a poco más de 5 bits (unidad utilizada). Este nos permite comparar distintas muestras de una comunidad obteniéndose información sobre la variabilidad de su diversidad.

RESULTADOS

ESTACIONES DE MUESTREO Y PARÁMETROS AMBIENTALES

Cada estación de muestreo posee sus propios caracteres, los cuales exponemos a continuación a modo de ficha donde indicaremos la anchura del cauce, la profundidad, el tipo de sustrato (por orden de dominancia) y la velocidad de la corriente. También haremos constar cualquier observación que nos parezca importante.

J-1

Anchura del cauce: 8 m.

Profundidad: 27 cm.

Sustrato: Piedra, grava y arena

Velocidad de la corriente: 0,73 m/s

Observaciones: La estación de muestreo se sitúa a unos 50 metros del Puente Don Juan, río abajo de la retención de la central eléctrica. Este punto pertenece al municipio de Villalgordo del Júcar. Al finalizar nuestro trabajo, nos vimos sorprendidos por una subida repentina del caudal provocado por la apertura repentina de la retención antes citada. Se puede observar la estación en la foto 1.



Foto 1: Estación de muestreo J-1

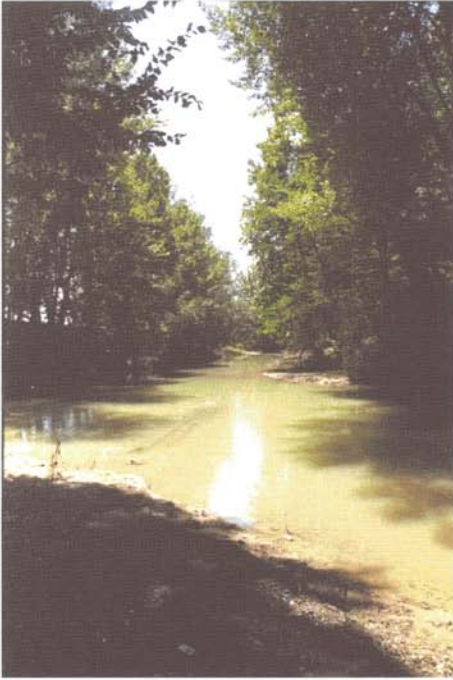


Foto 2: Estación de muestreo J-2



Foto 3: Estación de muestreo J-3

J-2

Anchura del cauce: 6 m
 Profundidad: 40 cm
 Sustrato: Arena y limo
 Velocidad de la corriente: 0,15 m/s

Observaciones: Se sitúa a unos 25 m del final de la población de Villalgor-do, tras el último vertido detectado. El fondo presenta fango anóxico y se observan numerosas conchas de gasterópodos muertos. Corresponde a la foto 2.

J-3

Anchura del cauce: 8 m
 Profundidad: 30 cm
 Sustrato: Grava.
 Velocidad de la corriente: 0,85 m/s

Observaciones: Estación situada tras el puente de San Alejandro, a 2 km de la central eléctrica *La Manchega* en los límites municipales de Tarazona y Fuensanta (foto 3). El punto muestreado resultó ser muy homogéneo.

J-4

Anchura del cauce: 11 m
 Profundidad: 28 cm
 Sustrato: Piedra, grava y arena.
 Velocidad de la corriente: 0,61 m/s

Observaciones: Estación de muestreo situada al final del camino del Molino de la Marmota, a 7 km de la central eléctrica *Los Cucos* y en el límite municipal Albacete-Tarazona de la Mancha.

J-5

Anchura del cauce: 9 m
 Profundidad: 28 cm
 Sustrato: Piedra y grava.
 Velocidad de la corriente: 0,37 m/s

Observaciones: Este punto está situado en la frontera de los municipios de Albacete y de Madrigueras, tras el puente de Motilleja (foto 4). En esta estación se observó gran cantidad de algas filamentosas.

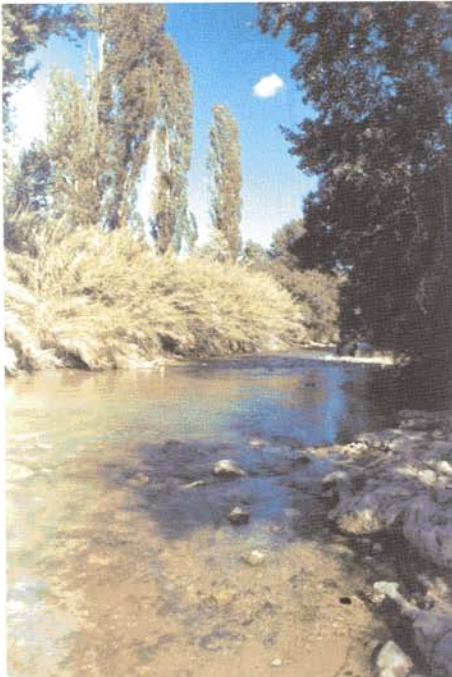


Foto 4: Estación de muestreo J-5

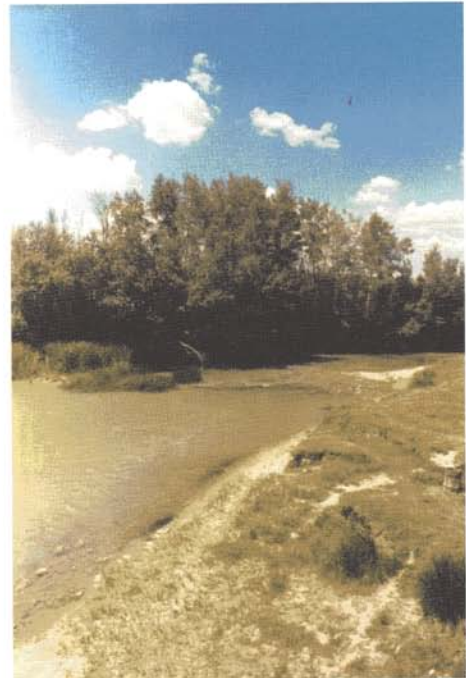


Foto 5: Estación de muestreo J-6

J-6

Anchura del cauce: 14 m
 Profundidad: 32 cm
 Sustrato: Piedra y grava.
 Velocidad de la corriente: 0,74 m/s

Observaciones: El muestreo se realizó aguas abajo del puente de Valdeganga dentro del término poblacional (foto 5). Este punto recibe las aguas del río Valdemembra unos kilómetros río arriba.

J-7

Anchura del cauce: 5,25 m
 Profundidad: 25 cm
 Sustrato: Piedra y grava.
 Velocidad de la corriente: 0,39 m/s

Observaciones: La segunda campaña de muestreo coincidió con una suelta de agua, desde la central eléctrica de Moranchel, situada a 1 kilómetro aguas arriba. La velocidad de la corriente pasó a 2,53 m/s. Este punto esta en el término municipal de Jorquera.

J-8

Anchura del cauce: 4 m
 Profundidad: 20 cm
 Sustrato: Piedra y grava.
 Velocidad de la corriente: 0,30 m/s

Observaciones: Dentro del término municipal de Jorquera y situado junto al salto de agua. Se pueden observar surgencias en su cauce.

J-9

Anchura del cauce: 7,5 m
 Profundidad: 29 cm
 Sustrato: Piedra y grava.
 Velocidad de la corriente: 0,77 m/s

Observaciones: Este punto esta situado en el término municipal de Alcalá del Júcar y a tres kilómetros de la central eléctrica. Recibe las aguas de varias ramblas y arroyos (foto 6).

J-10

Anchura del cauce: 9 m
 Profundidad: 35 cm

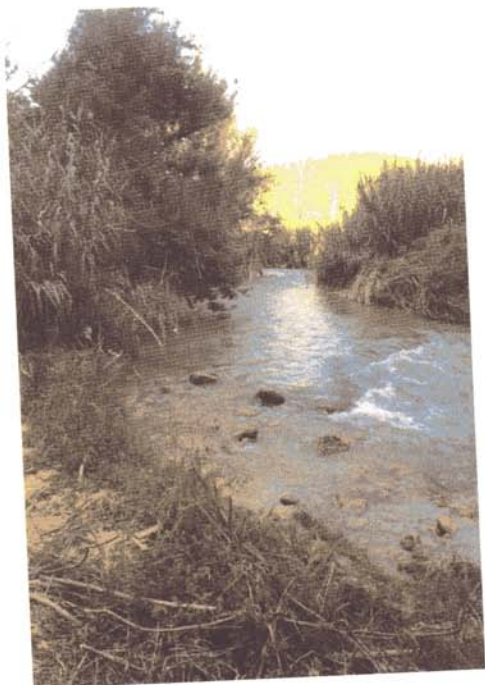


Foto 6: Estación de muestreo J-9



Foto 7: Estación de muestreo J-10

Sustrato: Piedra y grava.

Velocidad de la corriente: 0,63 m/s

Observaciones: La estación de muestreo se sitúa en el municipio de Alcalá del Júcar y al finalizar el núcleo urbano (foto 7). Como ocurrió en otros puntos, nos vimos sorprendidos por una fuerte subida del nivel del agua provocado por una suelta desde la central eléctrica situada aguas arriba.

J-11

Anchura del cauce: 4 m

Profundidad: 22 cm

Sustrato: Piedra y grava.

Velocidad de la corriente: 0,71 m/s

Observaciones: La ubicación de este punto se encuentra en el municipio de Casas de Ves y aguas abajo de la central eléctrica del *Molino de Don Benito* (foto 8). En este punto hemos encontrado conchas vacías de uniñidos.

J-12

Anchura del cauce: 8,5 m

Profundidad: 30 cm

Sustrato: Piedra y grava.

Velocidad de la corriente: 0,81 m/s

Observaciones: A un kilómetro de los pies del embalse de El Molinar esta situada nuestra última estación de muestreo. Pertenece al límite de los municipios de Villa de Ves y Balsa de Ves.



Foto 8: Estación de muestreo J-11

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Los valores de pH, temperatura del agua (T^a), oxígeno (O_2), conductividad (Cond.) fueron obtenidos según descripción anterior y tabulados a continuación por orden de estación y campaña (tabla 2)

Tabla 2. Resultados de los parámetros físico-químicos: pH en unidades de pH, T^a en $^{\circ}C$, Cond. en $\mu S/cm$ y el O_2 en mg/l o en porcentaje de saturación (%).

Estación	pH	O_2 en mg/l	O_2 en %	Cond. en $\mu S/cm$	T^a en $^{\circ}C$
J-1 P/V	7.67	9.3	115	742	19.6
J-1 O/I	8.64	15.3	162	560	8.5
J-2 P/V	8	7.2	87	807	20.2
J-2 O/I	8.53	8.6	90	610	8.3
J-3 P/V	7.86	9	108	756	20.8
J-3 O/I	8.09	10.9	114	590	7.4
J-4 P/V	7.95	9.1	109	757	21
J-4 O/I	8.33	12.2	120	590	8.2
J-5 P/V	7.98	10.6	134	729	23.7
J-5 O/I	7.53	9.1	102	690	11
J-6 P/V	7.6	9.1	107	856	20.9
J-6 O/I	7.91	10.2	110	600	12.2

Estación	pH	O ₂ en mg/l	O ₂ en %	Cond. en $\mu\text{S/cm}$	T ^a en °C
J-7 P/V	7.86	9.4	116	848	22.2
J-7 O/I	8.11	10.2	118	785	12.4
J-8 P/V	7.89	8.2	102	829	22.3
J-8 O/I	8.03	10.4	118	1160	11.6
J-9 P/V	7.38	7.8	91	871	20.6
J-9 O/I	7.5	10.2	115	900	15.5
J-10 P/V	7.48	8.4	102	870	22.5
J-10 O/I	7.86	10.9	104	810	15.3
J-11 P/V	7.67	9.4	116	859	23.4
J-11 O/I	7.79	12.5	112	780	14.7
J-12 P/V	7.65	8.5	105	831	24.3
J-12 O/I	7.82	13.2	190	700	13

pH: Durante este año de estudio hemos registrado unidades de pH comprendidas entre 7.38 y 8.64 (figura 3). Estos datos se ajustan a las características de nuestras aguas, las cuales son ricas en carbonatos. El valor registrado en J-1 durante la campaña de otoño-invierno podría ser debido a la actividad fotosintética producida en el embalse situado río arriba.

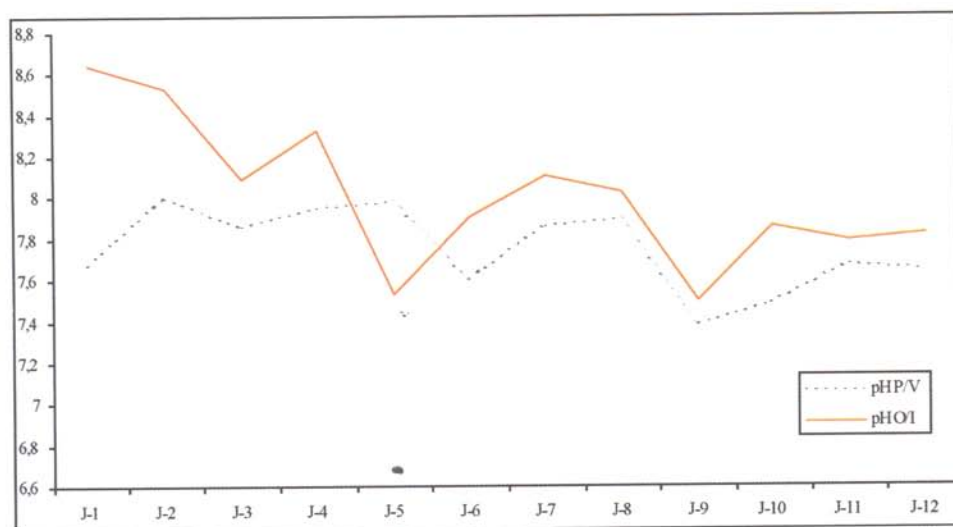


Figura 3. Unidades de pH registradas en el río Júcar.

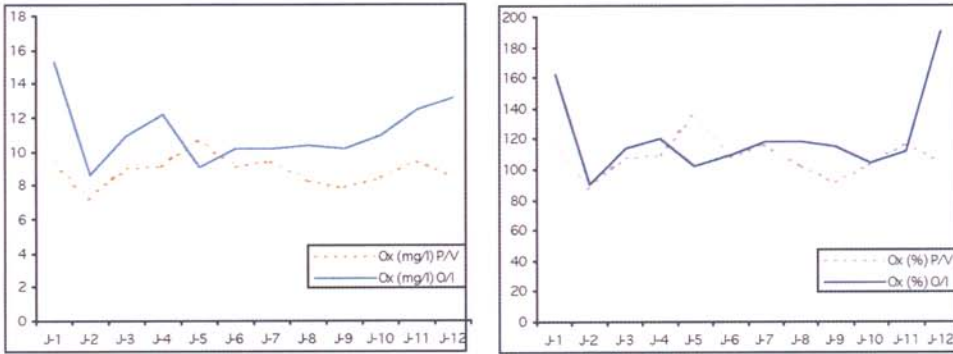


Figura 4. Oxígeno disuelto en el río Júcar. En mg/l gráfica de la izquierda, en % de saturación gráfica de la derecha.

Oxígeno: Podemos observar altas concentraciones de oxígeno en la primera y la última estación. Estos valores coinciden con los datos del pH, pudiendo proceder muy probablemente de los embalsamientos de agua construidos río arriba. Sin embargo encontramos valores inferiores al 100% en J-2 (figura 4), seguramente producido por la contaminación de los vertidos de la población.

Conductividad: En líneas generales la conductividad suele aumentar hacia la parte baja del río. Esta conductividad se hace excesiva en valores superiores a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que ocurre en la estación J-8 (figura 5). La causa podría estar en las características del subsuelo.

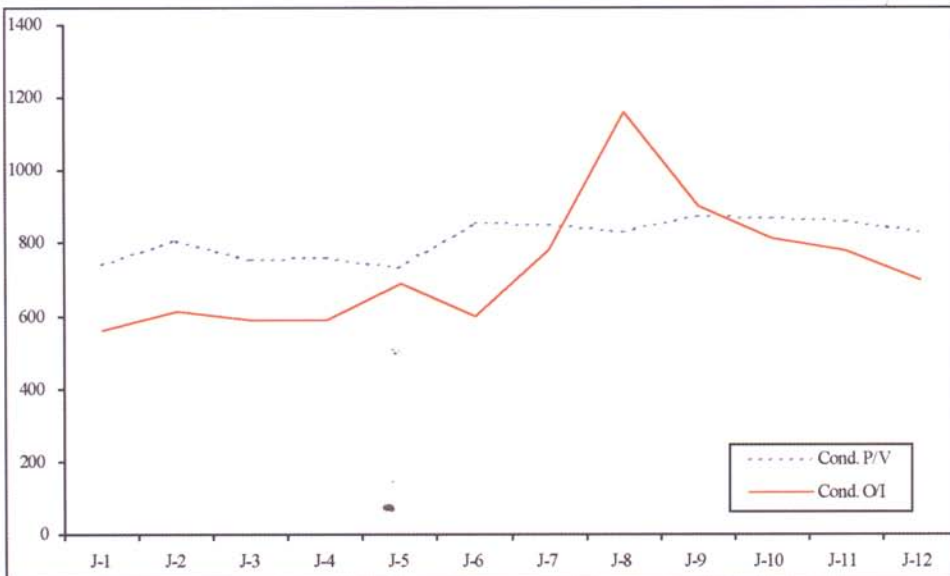


Figura 5. Conductividad registrada en el río Júcar ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

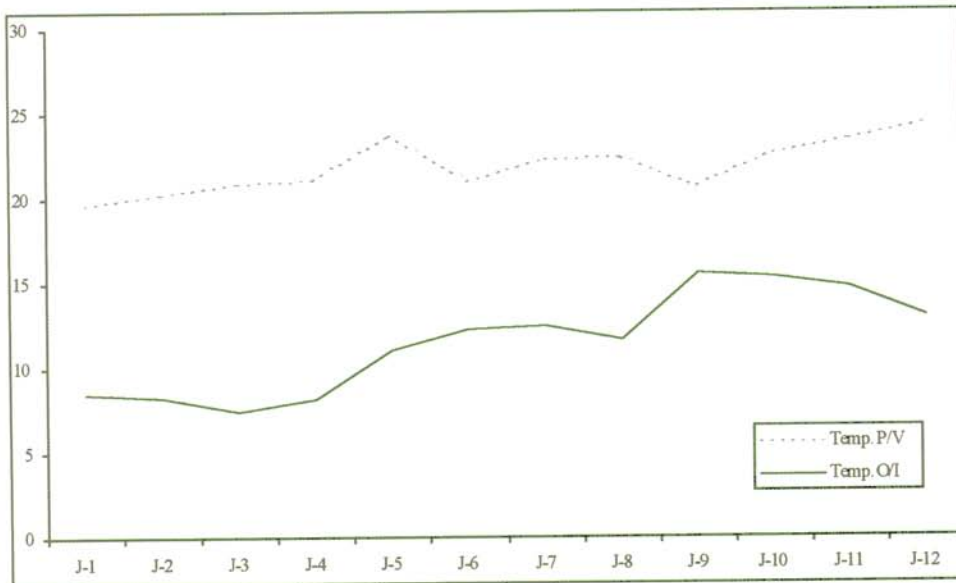


Figura 6. Temperatura del agua registrada en el río Júcar.

Temperatura: Las variaciones térmicas diurnas y estacionales se ven reducidas de manera notable en las retenciones o embalsamientos de aguas (GARCÍA DE JALÓN & GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, 1986), lo que ira en favor de las especies euritermas (soportan grande cambios de temperatura). En nuestro río se registraron temperaturas mínimas de 7.4 °C y máximas de 24.3 °C durante las dos campañas (figura 6).

GRUPOS FAUNÍSTICOS

La riqueza faunística esta influenciada por algunos vertidos pero básicamente por la gran cantidad de embalsamientos construidos en el tramo estudiado. Hemos registrado una buena representación de los invertebrados. Sospechamos de la desaparición de numerosas especies, sin embargo es un hecho que no podemos demostrar en este estudio debido a la falta de trabajos anteriores a la construcción de dichos embalses.

La identificación de los invertebrados se realizó a nivel específico siempre que fue posible. Hemos desarrollado el listado faunístico diferenciándose los grandes grupos taxonómicos (*FILO*, *CLASE*, *ORDEN*, *Familia*, *Género* y *especie*).

Phyllum *CNIDARIA*

Clase **HYDROZOA**

Orden HYDROIDA

Familia **Hydridae**

Hydra sp.

Phyllum *BRIOZOA*

Phyllum *PLATHYHELMINTHA*

Clase **TURBELLARIA**

Orden TRICLADIDA

Familia **Dugesiidae**

Dugesia sp.

Phyllum *NEMATODA*

Phyllum *MOLLUSCA*

Clase **GASTROPODA**

Orden MESOGASTROPODA

Familia **Neritidae**

Theodoxus fluviatilis (Linnaeus, 1758)

Familia **Bithyniidae**

Bithynia tentaculata (Linnaeus, 1758)

Familia **Hydrobiidae**

Potamopyrgus antipodarum Gray, 1843

Familia **Melanopsidae**

Melanopsis dufouri Férussac, 1823

Orden BASOMMATOPHORA

Familia **Lymnaeidae**

Lymnaea (Radix) peregra (Müller, 1774)

Familia **Physidae**

Physella (Costatella) acuta (Draparnaud, 1805)

Familia **Ancylidae***Ancylus fluviatilis* Müller, 1774*Ferrissia (Penttancylus) wautieri* (Mirolli, 1960)Clase **BIVALVIA**

Orden VENEROIDA

Familia **Sphaeridae** (= Pisidiidae)*Pisidium* sp.Phyllum **ANNELIDA**Clase **OLIGOCHAETA**

Orden LUMBRICIDA

Familia **Lumbricidae***Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1826)

Orden TUBIFICIDA

Familia **Tubificidae**Familia **Naididae**Clase **HIRUDINEA**

Orden ARHYNCHOBDELLAE

Familia **Erpobdellidae***Dina lineata* (O.F. Müller, 1774)Phyllum **ARTHROPODA**Clase **ARACHNIDA**

Orden ACARIFORMES

Clase **CRUSTACEA**

Orden CLADOCERA

Orden PODOCOPIDA (Ostracoda)

Orden CYCLOPOIDA

Orden DECAPODA

Familia **Atyidae***Atyaephyra desmarestii* (Millet, 1831)Familia **Cambaridae**

Procambarus (Scapulicambarus) clarkii (Girard, 1852)

Orden AMPHIPODA

Familia **Gammaridae**

Echinogammarus berilloni gr.

Clase **HEXAPODA (= INSECTA)**

Orden COLLEMBOLA

Familia **Poduridae**

Orden EPHEMEROPTERA

Familia **Baetidae**

Baetis spp.

Baetis pavidus Grandi, 1949

Baetis rhodani (Pictet, 1843)

Cloeon dipterum gr.

Familia **Heptageniidae**

Ecdyonurus venosus (Fabricius, 1775)

Heptagenia sulfurea (Müller, 1776)

Familia **Caenidae**

Caenis luctuosa (Burmeister, 1839)

Caenis macrura Stephens, 1835

Familia **Polymitarcyidae**

Ephoron virgo (Olivier, 1791)

Familia **Leptophlebiae**

Choroterpes picteti Eaton, 1871

Familia **Ephemeridae**

Ephemera glaucops Pictet, 1943-45

Familia **Oligoneuriidae**

Oligoneuriella rhenana (Imhoff, 1852)

Familia **Potamanthidae**

Potamanthus luteus (Linnaeus, 1767)

Orden ODONATA •

Familia **Gomphidae**

Onychogomphus forcipatus (Linnaeus, 1758)

Orden HETEROPTERA

Familia **Corixidae***Micronecta scholtzi* (Fieber, 1851)

Orden COLEOPTERA

Familia **Helophoridae***Helophorus* sp.Familia **Elmidae***Esolus* sp.*Elmis* sp.*Limnius* sp.*Normandia* sp.*Oulimnius* sp.

Orden TRICHOPTERA

Familia **Hydroptilidae***Hydroptila* sp.*Agraylea* sp.*Orthotrichia costalis* (Curtis, 1834)*Oxyethira* sp.Familia **Hydropsychidae***Hydropsyche* sp.*Cheumatopsyche lepida* (Pictet, 1834)Familia **Psychomyidae***Tinodes* sp.*Lype* sp.Familia **Philopotamidae***Chimarra marginata* (Linnaeus, 1767)Familia **Rhyacophylidae***Rhyacophyla* sp.

Orden DIPTERA

Familia **Ceratopogonidae**Familia **Chironomidae**Familia **Simuliidae**

- Simulium (Wilhelmia) pseudequinum* (Séguy, 1921)
Simulium (Wilhelmia) sergenti (Edwards, 1923)
Simulium (Nevermannia) cf. angustitarse (Lundström, 1911)
Simulium (Eusimulium) cf. angustipes (Edwards, 1915)
Simulium (Eusimulium) aureum gr.
Simulium (Simulium) cf. hispaniola (Grenier y Bertrand, 1954)
Simulium (Simulium) cf. reptans (Linnaeus, 1758)
Simulium sp.

Familia **Psychodidae**

- Pericoma* sp.
Psychoda alternata Say
Psychoda severini Tonnoir

Familia **Tipulidae**

- Tipula* sp.

Familia **Limoniidae**

- Ormosia* sp.

Familia **Empididae**

- Hemerodromia* sp.
Wiedemannia sp.
Atalanta sp.

Familia **Anthomyiidae**

- Limnophora (Callophrys) riparia*

Familia **Muscidae**

- Lispe* sp.

Podemos observar una escasa representación faunística en la estación J-2 (tras el último vertido de Villalgordo del Júcar). Destaca a su vez la ausencia total de ejemplares del orden Plecoptera en todo el tramo estudiado, representante de aguas frías y bien oxigenadas. Se detecta una elevada representación de invertebrados en J-8 con 45 taxones (figura 7), lo que demuestra que este río puede albergar una diversidad importante aunque la causa podría estar en los aportes de las diferentes ramblas y arroyos existentes antes de este punto. Contrastando con esta estación tenemos J-2 y J-3, la primera incluso con muy pocos individuos, pues se recolectaron 128 ejemplares.

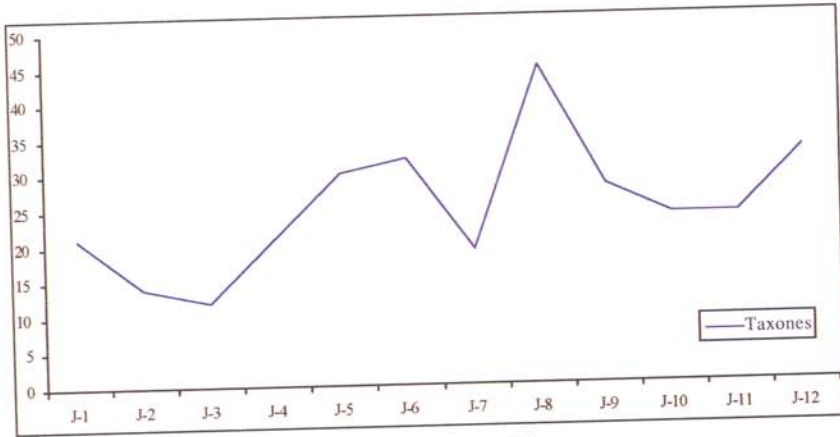


Figura 7. Riqueza faunística en el río Júcar.

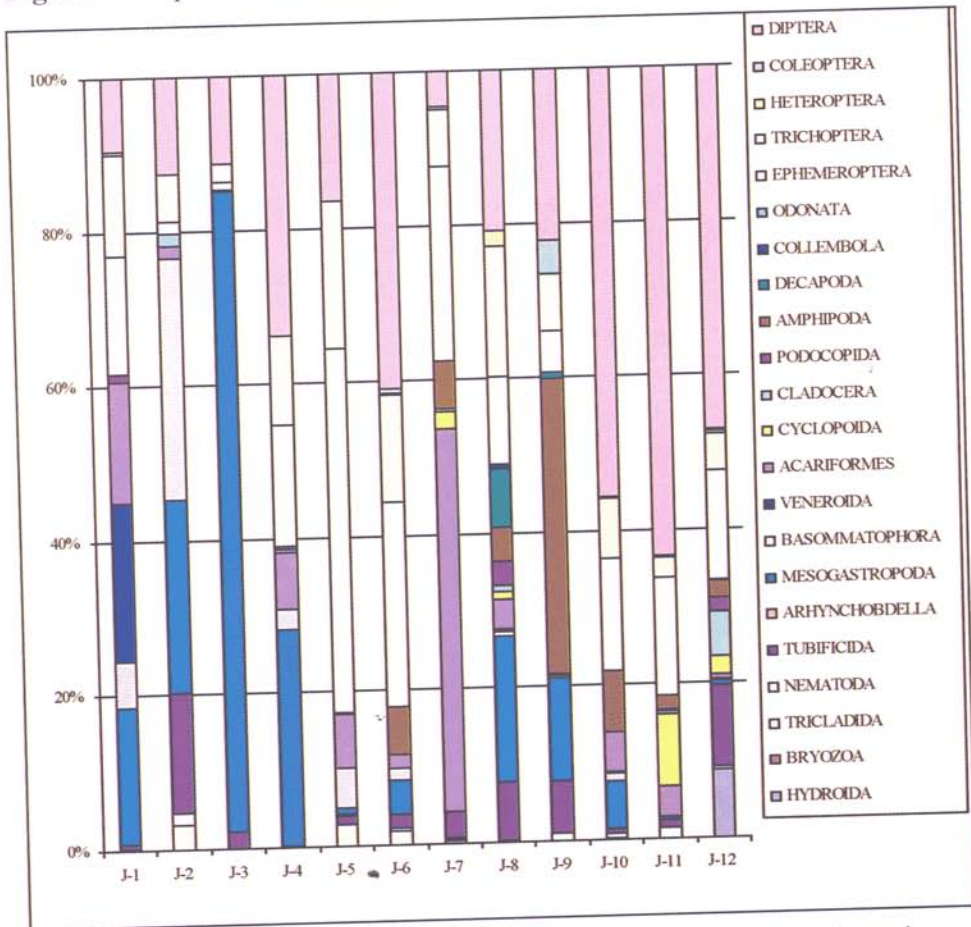


Figura 8. Frecuencia de aparición de los distintos órdenes recolectados en el río Júcar.

Nos ha parecido particularmente interesante presentar la frecuencia de capturas de los órdenes mencionados en el listado faunístico. Destacamos por su escasa presencia a los tricládidos, nemátodos, colémbolos, arhynchobdélidos, odonatos, cladóceros, ostrácodos, heterópteros y coleópteros que no superan el 1% para cada orden. Dominan los moluscos en las estaciones J-2 y J-3 y los dípteros en J-4, J-6, J-10, 11 y 12. El siguiente grupo en importancia es el de los efemerópteros (figura 8). La presencia de los cladóceros y de los copépodos indica una importante influencia por parte de las centrales ya que son grupos que suelen limitarse a zonas de retención. La presencia de estos en el río Júcar se debería al arrastre desde dichas construcciones.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Cada uno de los taxones ha sido representado en un mapa de distribución geográfica y será tratado brevemente a continuación.

Hydra sp. Pertenece al orden Hydroida del Phylum CNIDARIA (foto 9). En las aguas dulces viven una docena de especies. Son organismos solitarios de amplia distribución, difícil de detectar por su tamaño. Este trabajo supondría la primera cita de estos ejemplares en el río Júcar (figura 9). Su presencia esta ligada a retenciones de agua de diferentes tamaños.

BRIOZOA. Existen muy pocos representantes de este grupo y se confunden generalmente con la vegetación debido a su morfología ramificada, siendo de difícil determinación por la falta de trabajos científicos. Como en el caso de *Hydra* sp., que supondría la primera cita de este grupo en el río Júcar (figura 9). *Dugesia* sp. se llaman gusanos planos (foto 10), suelen estar presentes en muchos ríos y arroyos (figura 9).

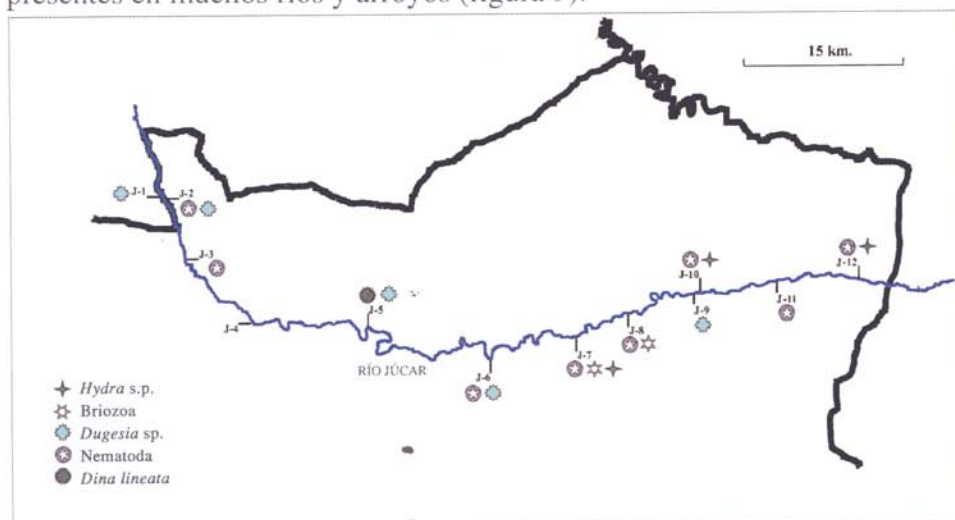


Figura 9. Distribución geográfica de *Hydra* sp., BRIOZOA, *Dugesia* sp., Nematoda y *Dina lineata*.



Foto 9: *Hydra* sp. (tamaño del animal: 3 mm aproximadamente).



Foto 10: *Dugesia* sp. (se observan perfectamente las manchas oculares. Tamaño aproximado 12 mm.).

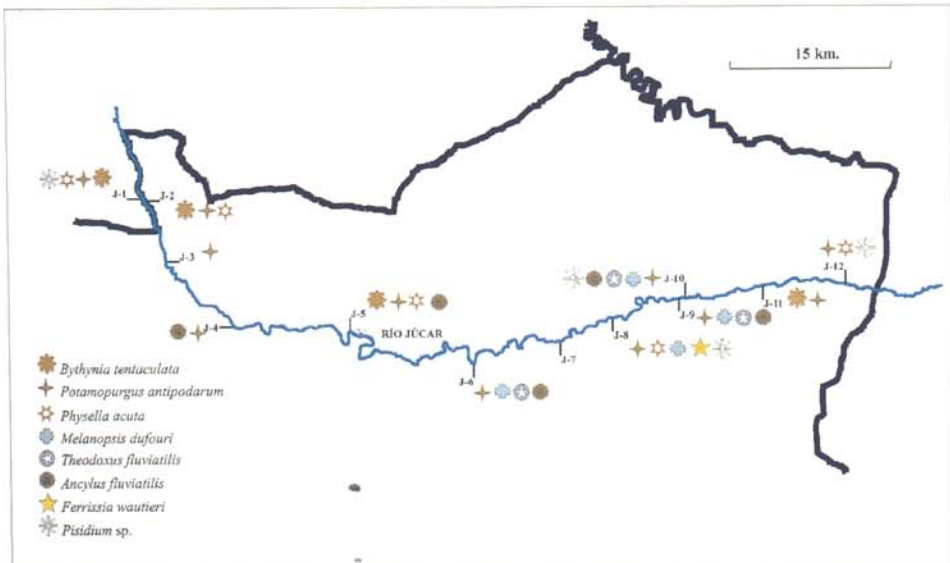


Figura 10. Distribución geográfica del phylum Mollusca.

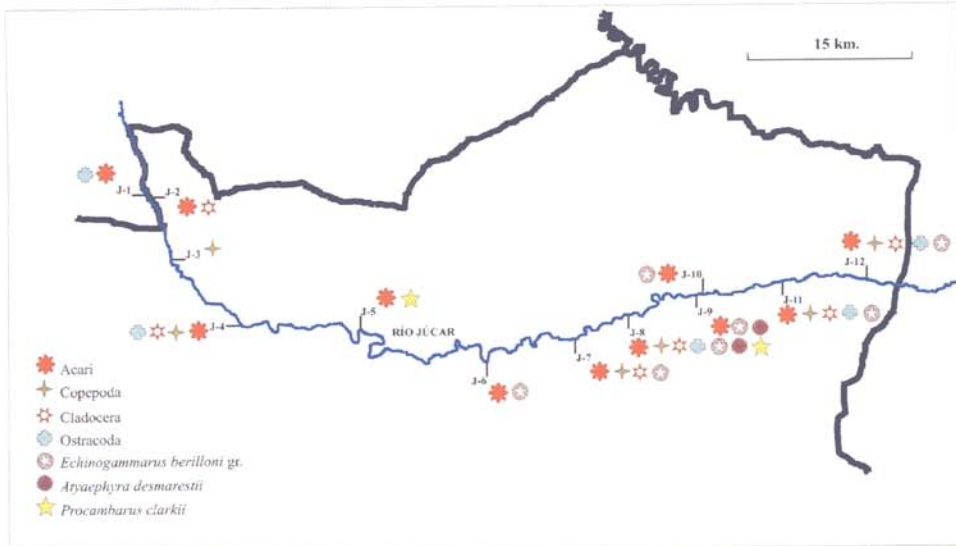


Figura 11. Distribución geográfica de Acari, Copepoda, Cladocera, Ostracoda, Amphipoda y Decapoda.

NEMATODA o gusanos redondos (figura 9). Su captura puede pasar desapercibida y su determinación es complicada pues requiere la ayuda de un especialista. Se alimentan de otros invertebrados y salvo contadas especies, son de vida libre. No hemos representado los oligoquetos en ninguna figura, si bien aparecen en todas las estaciones de muestreo. Una elevada abundancia de estos es una excelente referencia de mala calidad del agua. *Dina lineata* fue la única especie recolectada del grupo de las sanguijuelas o ARHYNCHOBDELLA. Tiene capacidad natatoria y se alimenta de otros invertebrados (figura 9). Suele aceptar bastante carga de materia orgánica en sus aguas.

Bithynia tentaculata pertenece al phylum MOLLUSCA (figura 10; foto 11) y habita normalmente en todo tipo de aguas, siendo más frecuente

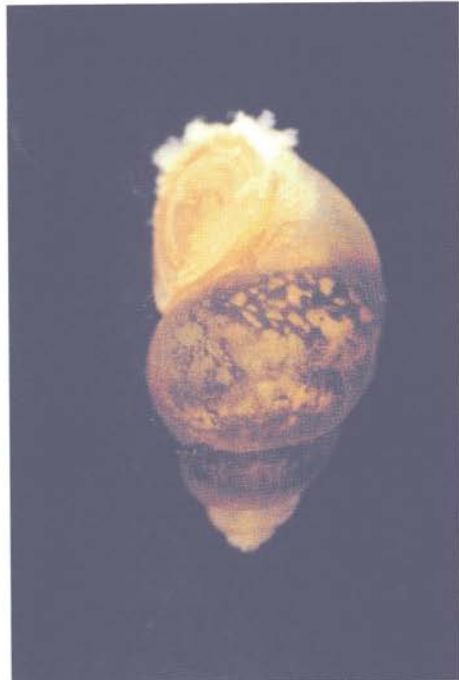


Foto 11: *Bithynia tentaculata*.

en estancadas y salobres (ADAM, 1960). Esta especie está asociada también a aguas ricas en materia orgánica. *Potamopyrgus antipodarum* solo falta en J-7. Ha demostrado ser un buen colonizador pues fue introducido desde Nueva Zelanda vía Inglaterra. *Physella acuta* suele tener preferencias por los tramos de peor calidad, lo que no quiere decir que este ausente en aguas menos contaminadas. *Theodoxus fluviatilis* resiste altas salinidades y prefiere algo de corriente. Se alimenta de micrófitos pues es raspador de sustrato. *Ancylus fluviatilis* y *Ferrissia wautieri* tienen forma de lapa, lo que les permite aceptar fuertes corrientes. *F. wautieri* no había sido detectada en trabajos anteriores, lo que nos permite considerarla como una nueva cita para este tramo de río. *Pisidium* sp. es un bivalvo de 3 o 4 mm y de distribución cosmopolita. En nuestro estudio fue localizado en J-1, J-8, J-10 y J-12, presumiblemente en los puntos de mejor calidad. ACARI (figura 11) es otro grupo de invertebrados que requiere un especialista para su determinación. Son parásitos en la fase larval y predadores en la adulta. Está presente en todos los puntos excepto en J-3. COPEPODA y CLADOCERA se han considerado siempre pertenecientes a zonas remansadas y el río Júcar posee abundantes de estas. *Echinogammarus berilloni* se nutre de restos orgánicos y de otros invertebrados, al igual que *Atyaephyra desmarestii* y *Procambarus clarkii*. Este último habría desplazado totalmente a la especie autóctona pues no hemos localizado un solo ejemplar.

EPHEMEROPTERA está bien representado (figura 12), destacándo-

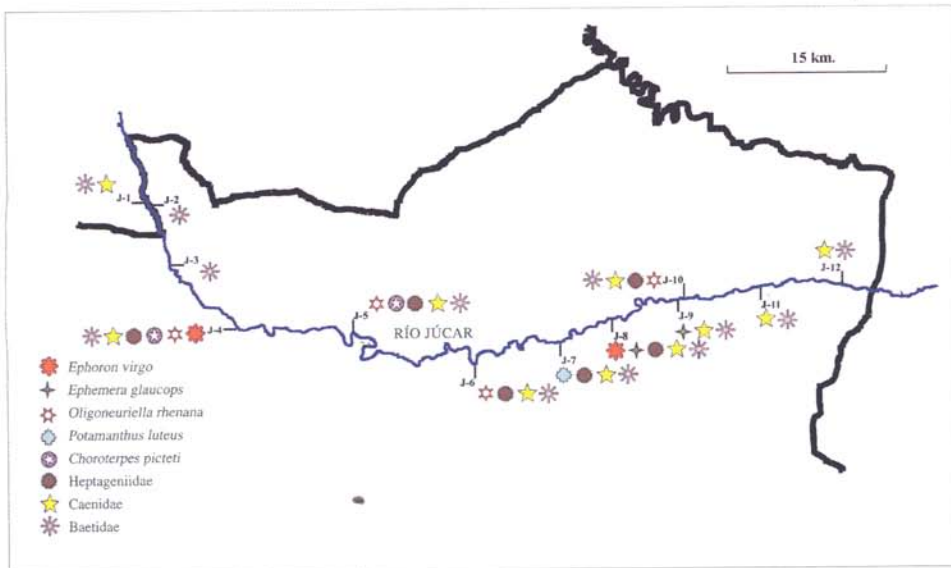


Figura 12. Distribución geográfica de Ephemeroptera.

se la presencia de *Oligoneuriella rhenana* que no había sido detectada anteriormente (foto 12).



Foto 12: *Oligoneuriella rhenana*.



Foto 13: *Hydropsyche* sp. (arriba) y *Cheumatopsyche lepida* (abajo).

TRICHOPTERA se caracteriza por construir estuches de arena o de seda para resguardarse, siendo algunos de estos muy singulares, como *Oxyethira*. *Hydropsyche* es amante de los tramos cargados de materia orgánica y construye redes para capturar su alimento (figura 13; foto 13).

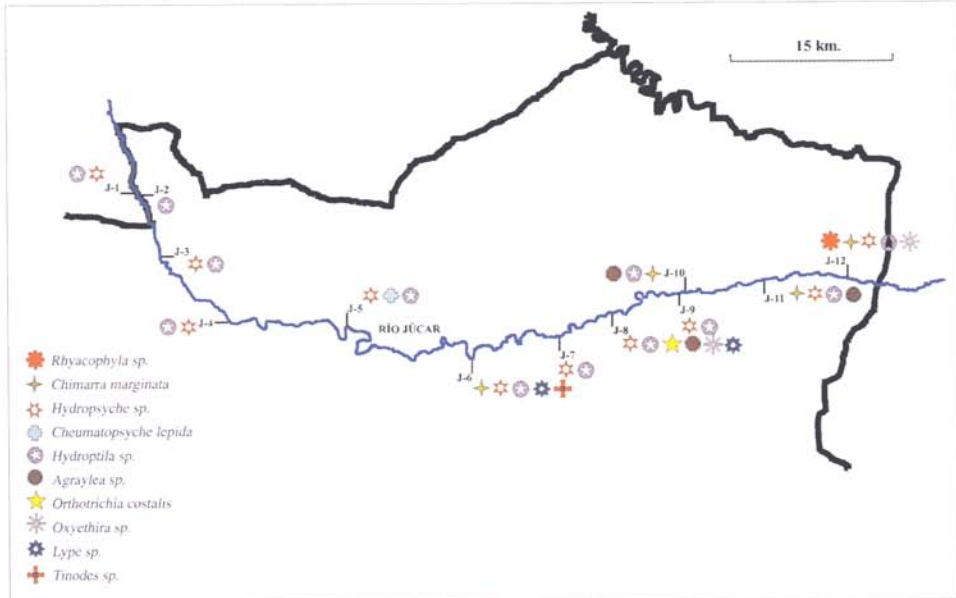


Figura 13. Distribución geográfica de Trichoptera.

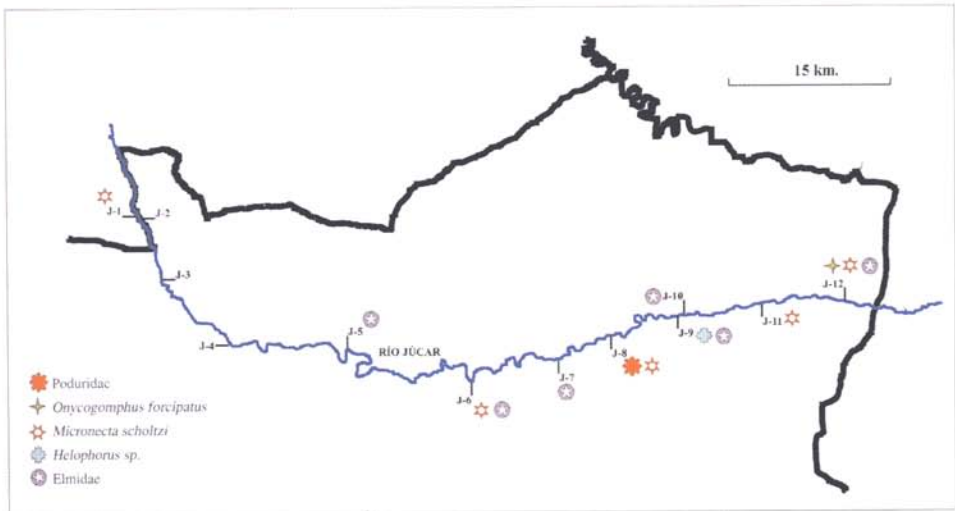


Figura 14. Distribución geográfica de Poduridae, Odonata, Heteroptera y Coleoptera.

Poduridae (figura 14) se alimenta de polen, partículas orgánicas y microorganismos de la película superficial. *Onycogomphus forcipatus* es el único representante, de los odonatos, capturado con nuestra red Surber aunque estamos seguros de la existencia de otras especies en el tramo estudiado

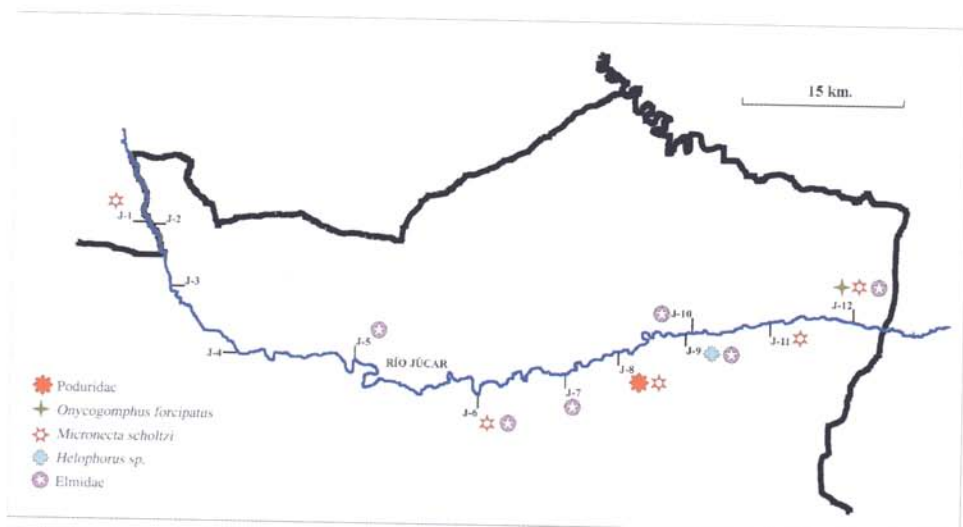


Figura 15. Distribución geográfica de Diptera.

pues nos acompañaron revoloteando la vegetación del litoral. Lo mismo ocurre con los heterópteros en que sólo se recolectó *Micronecta scholtzi*, sin embargo pudimos observar gérridos en varios puntos. En el grupo de los coleópteros se destacan los de la familia Elmidae por su presencia si bien fueron capturados algunos ejemplares del género *Helophorus* (figura 14; foto 14). Estos últimos no son verdaderos acuáticos pues prefieren las zonas pedregosas de los márgenes.

El grupo verdaderamente importante en representación fue el de los dípteros (figura 15). Destacamos la presencia de los quironómidos en todos los puntos de muestreo. Nos ha parecido muy interesante la determinación del género *Simulium* (foto 15 y 16) de las que podemos contar con 7 especies distintas a falta de la determinación del resto del material. No menos importante fueron los ejemplares de la familia Empididae con la captura de individuos del género *Hemerodromia* que destacan morfológi-



Foto 14: *Helophorus* sp. (estadio larval).



Foto 15: *Simulium (Wilhelmia) pseudequinum* (estadio pupal).

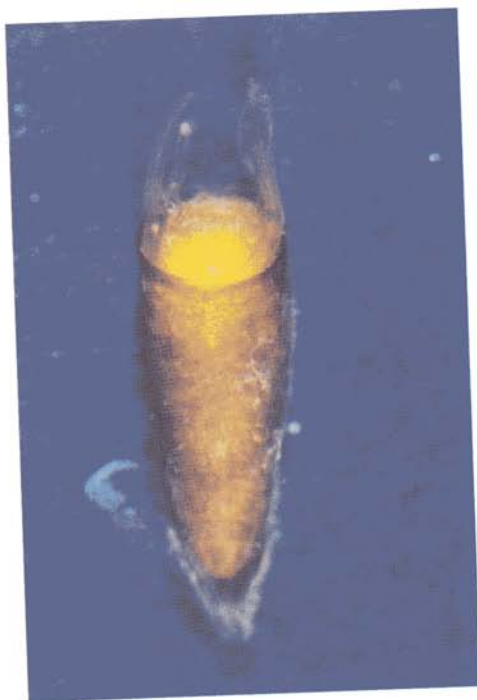


Foto 16: *Simulium (Wilhelmia) sergenti* (estadio pupal).

camente por sus filamentos abdominales en estadio pupal. En estadio larval se alimentan básicamente de simúlidos sin despreciar otros invertebrados.

DIVERSIDAD DE SHANNON

Los ambientes que proporcionan una mayor variedad de microhábitats, denominados ambientes heterogéneos, darán a su vez una mayor diversidad.

Si todas las especies de una muestra se presentaran en igual proporción, alcanzarían el valor de la diversidad máxima. Este valor puede compararse con la diversidad conjunta mediante el cálculo de la equitabilidad ($E=H'/H'\text{máx}$). Su utilización nos permite normalizar los índices de diversidad registrados en comunidades de invertebrados que poseen valores muy distintos en el número de especies y poder deducir cual de ellas está más alejada de su diversidad máxima. Éste es el caso de la estación J-3 (tabla 3). Representa el punto donde culmina el proceso desequilibrador provocado por los vertidos de origen urbano. Este fenómeno favorece el desarrollo de especies oportunistas (*Potamopyrgus antipodarum* y Chironomidae).

La diversidad conjunta disminuye en J-2 y J-3, coincidiendo con los vertidos de Villalgordo del Júcar. En este último punto se llega al valor mínimo del tramo estudiado con 1.08 bits. Tras este punto aumentan los valores hasta alcanzar 3.60 bits en J-5 para disminuir una vez más hasta J-7 (figura 16). J-8 llega a la máxima valoración con 4.14 bits para volver a bajar en Alcalá de Júcar 1 y Alcalá del Júcar 2 recuperándose posteriormente (tabla 3).

Con respecto a la equitabilidad, la mejor respuesta fue para J-2 y J-8 (0.75). En la primera se recolectaron pocos taxones pero las proporciones entre ellas fueron muy próximas. Todas las demás estaciones oscilan entre 0.57 y 0.74 y por fin la mínima se registró en J-3 tal y como comentábamos unas líneas arriba. En este caso el número de individuos recolectados de la especie *Potamopyrgus antipodarum* es el causante de este desequilibrio (1030 ind.). El siguiente grupo en número de ejemplares es el de los quironómidos con 93. Los otros taxones registran cantidades de entre 1 y 46.

Tabla 3. Diversidad de Shannon en el río Júcar. Diversidad conjunta (H' en bits), Diversidad máxima (H' máx en bits), Equitabilidad (E) y Número de taxones (T).

	J-1	J-2	J-3	J-4	J-5	J-6	J-7	J-8	J-9	J-10	J-11	J-12
T	21	14	12	21	30	32	19	45	28	24	24	33
H'	3,24	2,86	1,08	2,96	3,60	3,34	2,62	4,14	3,21	2,60	2,82	3,33
H' máx	4,39	3,81	3,58	4,39	4,91	5,00	4,25	5,49	4,81	4,58	4,58	5,04
E	0,74	0,75	0,30	0,67	0,73	0,67	0,62	0,75	0,67	0,57	0,61	0,66

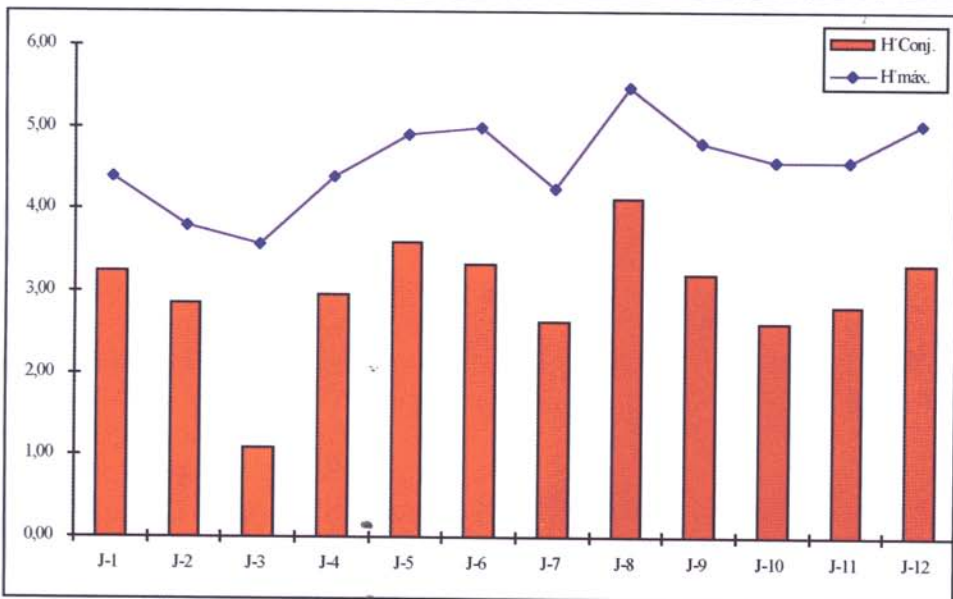


Figura 16. Representación gráfica de las diversidades.

ÍNDICES BIOLÓGICOS

Exponemos a continuación los resultados de la aplicación de los índices biológicos. Podemos observar en la figura 17 un diseño similar para ambos índices. La calidad disminuye tras J-1 debido al efecto producido por los vertidos de la población de Villalgordo del Júcar (en J-2 y J-3 respectivamente). Este fenómeno se repite tras J-6 y J-8, lo que coincidiría también con los vertidos de Valdeganga (J-7), Jorquera, La Requeja (J-9) y Alcalá del Júcar (J-10 y J-11). La recuperación se produce en J-4, J-5 y J-6, en J-8 y en J-12. El que la representación del BMWP' este por debajo del IBG en la figura 17 no significa necesariamente una peor calidad, de hecho, los resultados de las categorías nos informan de una desviación en una clase superior para todos los puntos salvo para J-5 en que obtienen la clase dos (tabla 4). Existe un valor corrector que se incluyó posteriormente en algunos estudios. Este es el ASPT'. Es el resultado de dividir el valor de calidad obtenido (C-B) por el número de taxones (T-B), (tabla 4). Un valor inferior a 4.6 nos indica una dominancia de taxones tolerantes a la contaminación y un valor superior a 5 implica la existencia de numerosas especies sensibles (o sea, de buena calidad). En nuestro caso J-7 se sitúa por encima de este último valor. Todos los demás puntos tienden a estar sobrestimados. Esta observación ya se tuvo en cuenta en trabajos anteriores como los realizados en los ríos Magro y Palancia (HERNÁNDEZ, 1996 y RUEDA, 1997).

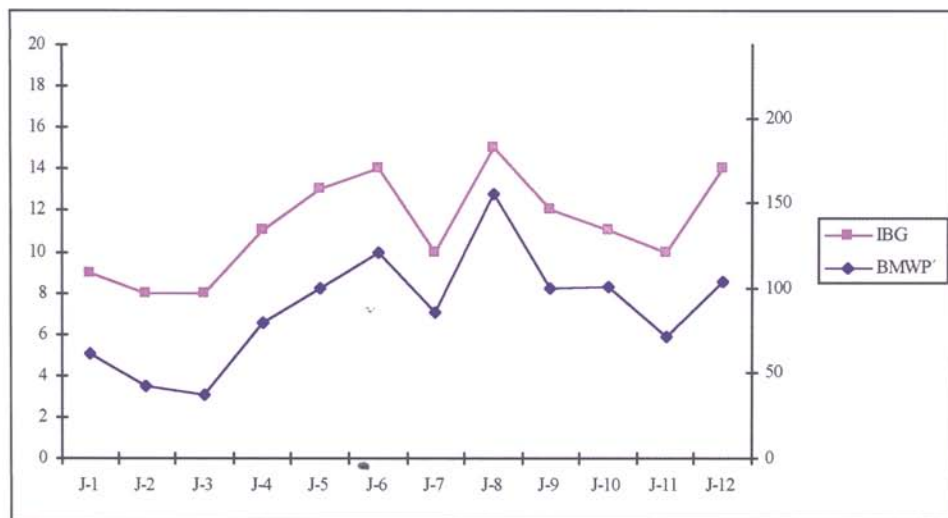


Figura 17. Representación gráfica de los dos índices biológicos.

El BMWP' (sin tener en cuenta el valor corrector del ASPT') otorga *aguas no contaminadas* para J-6, J-8 y J-12, *Evidentes algunos efectos de contaminación* en J-1, J-4, J-5, J-7, J-9, J-10 y J-11, *Aguas contaminadas* en J-2 y J-3.

El IBG, como ya hemos indicado, nos otorga un nivel inferior de calidad, a saber, que no obtenemos ninguna valoración máxima, J-5, J-6, J-8 y J-12 poseen *evidencias de algunos efectos contaminantes*, en J-1, J-4, J-7, J-9, J-10 y J-11 circularían *aguas contaminadas*, y en J-2 y J-3 *aguas muy contaminadas*.

CONCLUSIONES

Los invertebrados acuáticos recolectados en este trabajo están comprendidos en siete phylum (Cnidaria, Briozoa, Plathyhelmintha, Nematoda, Mollusca, Annelida y Arthropoda). Cabe destacar la determinación de unos 75 taxones en todo el tramo. Muchos de ellos se citan por primera vez en este cauce como Briozoa, *Hydra* sp., *Ferrissia wautieri*, *Oligoneuriella rhenana* entre otros.

La riqueza faunística es inferior a 25 taxones en las estaciones J-1, J-2, J-3, J-4, J-7, J-10 y J-11. Se observan niveles importantes de contaminación en el río Júcar a su paso por la provincia de Albacete mediante la aplicación de los índices biológicos. Estos estarían ligados a los vertidos de las poblaciones que jalonan su cauce como son principalmente Villalgorido del Júcar, Valdeganga, Jorquera, La Requeja y Alcalá del Júcar.

Existe cierta distorsión producida por las centrales eléctricas que deberían ofrecer un caudal mínimo no manipulable en cada una de las retenciones. Destacamos la ausencia total de individuos del orden Plecoptera y la presencia de numerosos cladóceros y copépodos (foto 17), estos últimos debido al arrastre por el río tras las sueltas de aguas.

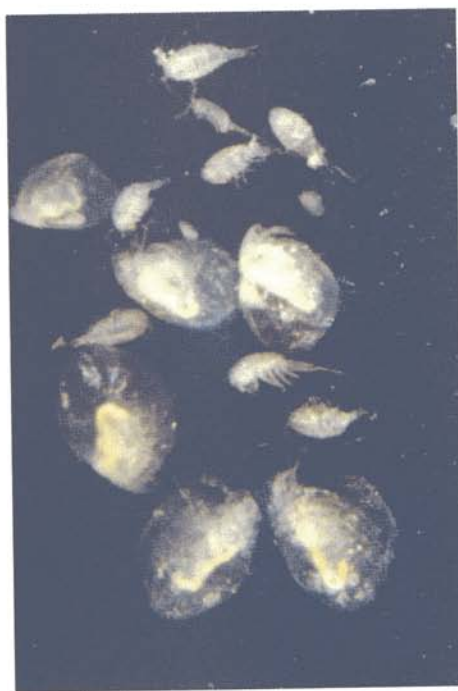


Foto 17: Zooplankton: Copépodos y Cladóceros.

El BMWP' (sin tener en cuenta el valor corrector del ASPT') otorga *aguas no contaminadas* para J-6, J-8 y J-12, *Evidentes algunos efectos de contaminación* en J-1, J-4, J-5, J-7, J-9, J-10 y J-11, *Aguas contaminadas* en J-2 y J-3.

El IBG, como ya hemos indicado, nos otorga un nivel inferior de calidad, a saber, que no obtenemos ninguna valoración máxima, J-5, J-6, J-8 y J-12 poseen *evidencias de algunos efectos contaminantes*, en J-1, J-4, J-7, J-9, J-10 y J-11 circularían *aguas contaminadas*, y en J-2 y J-3 *aguas muy contaminadas*.

CONCLUSIONES

Los invertebrados acuáticos recolectados en este trabajo están comprendidos en siete phylum (Cnidaria, Briozoa, Plathyhelmintha, Nematoda, Mollusca, Annelida y Arthropoda). Cabe destacar la determinación de unos 75 taxones en todo el tramo. Muchos de ellos se citan por primera vez en este cauce como Briozoa, *Hydra* sp., *Ferrissia wautieri*, *Oligoneuriella rhenana* entre otros.

La riqueza faunística es inferior a 25 taxones en las estaciones J-1, J-2, J-3, J-4, J-7, J-10 y J-11. Se observan niveles importantes de contaminación en el río Júcar a su paso por la provincia de Albacete mediante la aplicación de los índices biológicos. Estos estarían ligados a los vertidos de las poblaciones que jalonan su cauce como son principalmente Villalgordo del Júcar, Valdeganga, Jorquera, La Requeja y Alcalá del Júcar.

Existe cierta distorsión producida por las centrales eléctricas que deberían ofrecer un caudal mínimo no manipulable en cada una de las retenciones. Destacamos la ausencia total de individuos del orden Plecoptera y la presencia de numerosos cladóceros y copépodos (foto 17), estos últimos debido al arrastre por el río tras las sueltas de aguas.

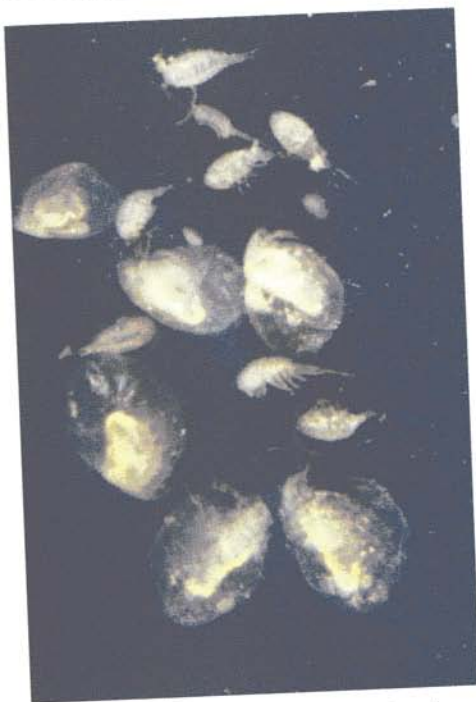


Foto 17: Zooplankton: Copépodos y Cladóceros.

La diversidad biológica queda muy mermada en algunos puntos, lo que confirma los resultados obtenidos con los índices biológicos.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAM, W. 1960. *Faune de Belgique. Tome I. Mollusques terrestres et dulcicoles*. Ed. Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, 402 pp.
- AFNOR. 1985. *Détermination de l'indice biologique global (I.B.G.)*. Association Française de Normalisation. NF T 90-350.
- 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). *Limnética* 4: 51-56.
- GARCÍA DE JALÓN, D. & M. GONZÁLEZ DEL TÁNAGO. 1986. *Métodos biológicos para el estudio de la calidad de las aguas. Aplicación a la cuenca del Duero*. Icona-Monografías. 244 pp.
- HALFFTER, G. 1992. Diversidad biológica y cambio global. *Ciencia* 43: 45-48.
- HERNÁNDEZ, R. 1996. *Utilización de substratos artificiales como método complementario al muestreo tradicional. Estudio comparativo entre los ríos Magro y Palancia*. Tesis de Licenciatura. Universitat de València. 162 pp.
- 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.
- MCCAFFERTY, W.P. 1983. *Aquatic Entomology*. Jones and Bartlet Publishers, Inc. 448 pp.
- NILSSON, A. 1997. *Aquatic Insects of North Europe*. Vol 1: Ephemeroptera, Plecoptera, Heteroptera, Neuroptera, Megaloptera, Coleoptera, Trichoptera, Lepidoptera. Apollo Books. 274 pp.
- NILSSON, A. 1997. *Aquatic Insects of North Europe*. Vol 2: Odonata-Diptera. Apollo Books. 440 pp.
- RUEDA, J. 1997. *Biodiversidad, Calidad Biológica y Caracterización de las Aguas del Río Magro (NW de Valencia)*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Valencia. 168 pp.
- SHANNON, C.E. & W. WEAVER. 1963. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press. 117 pp.

TACHET, H., M. BOURNARD & P. RICHOUX. 1987. *Introduction a l'étude des macroinvertébrés des eaux douces*. Univ. Lyon Publ. 154 pp.

VERNEAUX, J. & G. TUFFERY. 1984. Méthodes biologiques et problèmes de la détermination des qualités des eaux courantes. *Ecol.* 15 (1): 47-55.