

# IMPORTANCIA DE LA FAUNA MACROINVERTEBRADA DE LOS RÍOS EN LOS ESTUDIOS DE ZONACION: APLICACIONES A LA CUENCA DEL ALTO TAJO

J. M. HERRANZ SANZ\*

## RESUMEN

En este trabajo se realiza una zonación biológica de los ríos de la Cuenca del Alto Tajo a través de sus comunidades de macroinvertebrados bénticos.

La similitud faunística entre las estaciones de muestreo se ha calculado por medio del coeficiente de afinidad de JACCARD, resultando tres zonas biocenóticas principales homologables a las establecidas en el modelo de zonación de ILLIES y BOTOSANEANU.

## INTRODUCCION

En un principio, la clasificación limnológica de las aguas corrientes puede abordarse de alguna de las siguientes formas:

- 1) Considerando cada río como una unidad indivisible y estableciendo grupos en función de su riqueza en nutrientes, o de la velocidad de la corriente o de la temperatura del agua, por ejemplo.
- 2) Partiendo del estudio de diferentes hábitats poblados por sus biotas características y considerando a cada río como un mosaico de biotopos.
- 3) Dividiendo cada curso de agua en tramos caracterizados por sus particularidades abióticas y biocenóticas (zonación).

El primer método tiene el inconveniente de que el factor de clasificación suele variar mucho dentro de un mismo curso de agua, siendo difícil encontrar un río cuyo contenido en calcio o cuya temperatura, por ejemplo, permanezcan uniformes en todo su recorrido. Se-

gún ILLIES y BOTOSANEANU (1963), esta forma de abordar la clasificación limnológica de los ríos solamente es útil cuando se pretende obtener una visión general y rápida de las aguas corrientes de una región en la que no se ha realizado ningún trabajo previo.

En lo que respecta a la clasificación por mosaicos de biotopos, los autores citados anteriormente opinan que solamente es interesante cuando está precedida por un conocimiento de la zonación. Por su parte, OLAH (1967) señala que los mosaicos de sustratos con sus asociaciones animales están siempre subordinados a las zonas y que los factores principales que modelan permanentemente la estructura de los mosaicos son el caudal y la velocidad de la corriente, factores que también son esenciales en la delimitación de zonas.

Ello nos lleva a considerar el método de zonación como el más apropiado para abordar la clasificación limnológica de los ríos. Dicho método, ideado por ILLIES y BOTOSANEANU (1963), distingue tres zonas universalmente válidas en las aguas corrientes (Crenon, Rhithron y Potamon), cada una de ellas caracterizada tanto desde el punto de vista fisiológico (variaciones térmicas, caudal, velocidad de la corriente, tipo de sustrato, etcétera) como

\* Cátedra de Botánica Forestal y Ecología y Medio Ambiente.  
Escuela Universitaria Politécnica de Albacete.

por el conjunto de sus poblaciones de animales bénticos, especialmente insectos.

Con anterioridad a la utilización de las poblaciones de insectos bénticos para delimitar las diferentes zonas fueron empleadas las poblaciones piscícolas. Así, HUET (1946), considerando la anchura y pendiente de los cauces, estableció la siguiente zonación: zona de trucha, zona de timalo, zona de barbo y zona de brema. MÜLLER (1951) estableció en el río Fulda, de Alemania, cuatro regiones de peces: región alta de salmónidos, región media de salmónidos, región baja de salmónidos y región del barbo.

No obstante, las tendencias de limitar la zonación biológica de las aguas corrientes a la simple delimitación de zonas piscícolas han recibido fuertes críticas. Así, SCHMITZ (1957) manifiesta que es difícil obtener una zonación válida tomando como base animales tan móviles como los peces y que el zoobentos debe ser tomado como base de la zonación sociológica de las aguas corrientes. En el mismo orden de ideas, ILLIES (1958) considera que es muy poco probable que los peces, representando una fracción tan ínfima del conjunto de la fauna, puedan ser utilizados por sí solos en los ensayos de zonación regional-limnológica, y, según SCHWOERBEL (1959), los peces permiten como mucho una división relativamente grosera de los cursos de agua, en comparación con los organismos bénticos de pequeña talla que permiten establecer no solamente la sucesión de las grandes regiones de las aguas corrientes, sino también la de mosaicos de microbiocenosis.

Para ILLIES y BOTOSANEANU (1963) los órdenes de insectos acuáticos son los organismos más adecuados para establecer la zonación biológica de las aguas corrientes, ya que el espectro ecológico de las diferentes especies suele ser lo suficientemente estrecho como para dar a estos insectos el valor de excelentes formas características o indicadoras.

En nuestro caso hemos efectuado una zonación de los ríos de la cuenca del Alto Tajo, tomando como base las comunidades de macroinvertebrados bénticos (principalmente insectos acuáticos de los órdenes *Ephemeroptera*, *Ple-*

*coptera*, *Coleoptera*, *Trichoptera* y *Diptera*), que habitan en dichos ríos.

## ZONA DE ESTUDIO

La zona estudiada está ubicada en la cuenca del Alto Tajo, abarcando el río Tajo, desde su nacimiento hasta Trillo, y los ríos Hoz Seca, Cabrillas y Gallo en toda su longitud. En su mayor parte pertenece a la provincia de Guadalajara.

Aunque una descripción más completa de la zona de estudio y de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos que habitan en la misma ha sido objeto de trabajos anteriores (HERRANZ, 1983; HERRANZ y GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, 1985), mencionaremos aquí los aspectos más relevantes.

El tramo del río Tajo estudiado tiene una longitud de 144 km, con unos límites altitudinales que oscilan entre los 1.570 m del nacimiento y los 730 m de las cercanías de Trillo, lo que representa una pendiente media del 5,8%. Efectúa todo su recorrido entre sustratos calizos. En el mismo hemos situado 13 estaciones de muestreo.

El río Hoz Seca tiene 29 km de longitud, sus límites altitudinales oscilan entre los 1.620 m del nacimiento y los 1.250 m en el punto en que se une al Tajo, siendo su pendiente media del 12'7%. La primera mitad del río discurre entre cuarcitas y el resto entre calizas. Debe su nombre a que un tramo del mismo permanece seco durante los meses de verano. En dicho río hemos ubicado cinco estaciones de muestreo.

El río Cabrillas tiene 41 km de longitud, con límites altitudinales que oscilan entre los 1.490 m del nacimiento y los 1.000 m del punto en que se incorpora al Tajo, lo que significa una pendiente media del 11'9%. Hace casi todo su recorrido entre calizas y hemos ubicado en el mismo cuatro estaciones de muestreo.

El río Gallo tiene 98 km de longitud, con altitudes que oscilan entre 1.600 y 890 m. Su pendiente media es del 7'2%. Hasta Orihuela del Tremedal discurre entre cuarcitas, efectuando el resto de su recorrido entre calizas.

En el mismo hemos ubicado cinco estaciones de muestreo, si bien en una de ellas (Gallo-2) no nos ha sido posible recolectar fauna macroinvertebrada, pues corresponde a un tramo de carácter temporal que se hallaba seco en todas las ocasiones en que fue visitado, por lo que en la práctica han sido cuatro las estaciones de muestreo de este río.

En la Figura 1, que contiene también la delimitación de zonas bióticas, se refleja la ubicación de las estaciones de muestreo.

A lo largo del período 1979-81 llevamos a cabo un total de 105 muestreos faunísticos directos por medio de una red manual y 197 por medio de sustratos artificiales, consistentes la mayoría de éstos en ladrillos de cerámica rellenos de gravas. Con el material recogido en dichos muestreos determinamos un total de 158 taxones, cuya repartición entre los diferentes grupos faunísticos es la siguiente:

<i>Phyllum</i> MOLUSCA. Clase GASTROPODA .....	3
<i>Phyllum</i> MOLUSCA. Clase BIVALBIA ..	1
<i>Phyllum</i> ANNELIDA. Clase CLITELLATA .....	3
<i>Phyllum</i> ARTHROPODA. Clase CRUSTACEA .....	3
<i>Phyllum</i> ARTHROPODA. Clase INSECTA:	
Orden EPHEMEROPTERA .....	25
Orden PLECOPTERA .....	22
Orden ODONATA .....	9
Orden HETEROPTERA .....	2
Orden COLEOPTERA .....	39
Orden NEUROPTERA .....	1
Orden TRICHOPTERA .....	33
Orden DIPTERA .....	17

**METODOLOGIA**

Para estudiar la zonación biológica en los ríos incluidos en este trabajo hemos realizado una

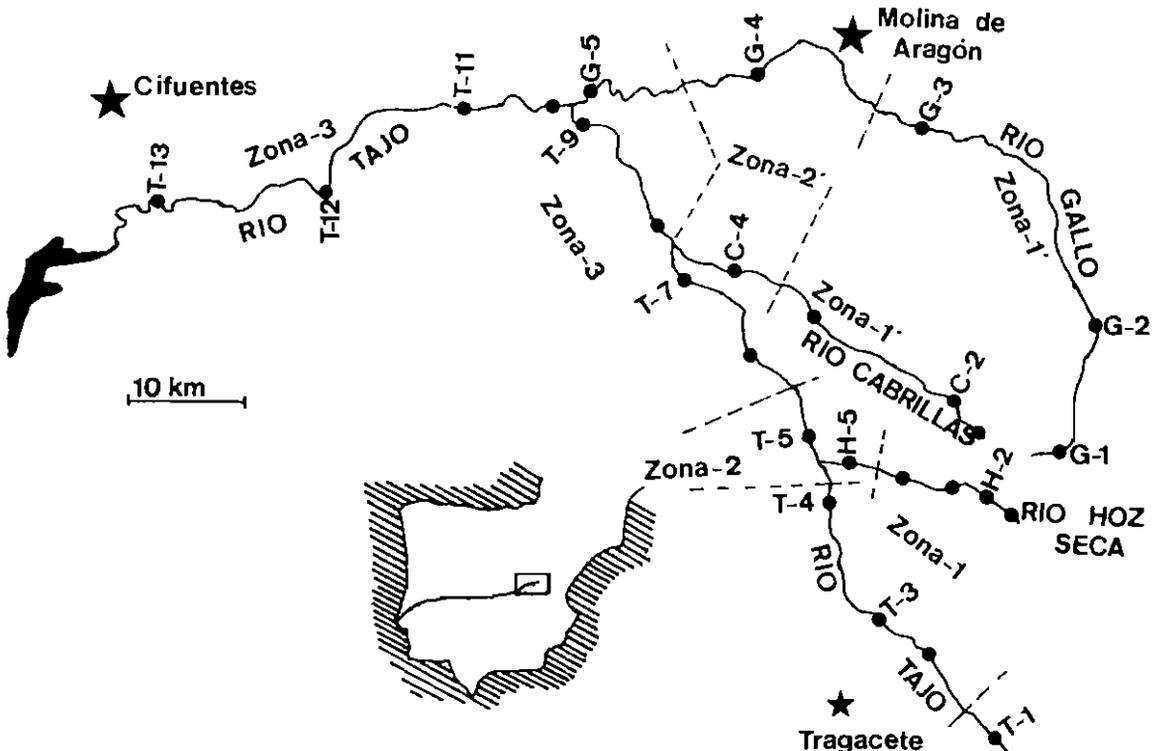


Fig. 1. Amplitud de las zonas biocenóticas y ubicación de las estaciones de muestreo.

agrupación de las diferentes estaciones de muestreo en «Clases» o «Zonas biocenóticas», tomando como base para ello la similitud faunística, relativa a comunidades de macroinvertebrados bénticos, existente entre las distintas estaciones de muestreo, calculada por medio del coeficiente de Jaccard.

Dicho coeficiente permite evaluar el grado de afinidad faunística entre las estaciones de muestreo comparadas dos a dos, en función del número de taxones comunes y el número total de taxones inventariados en cada una de las dos estaciones:

$$J = \frac{c}{a + b - c} \times 100, \text{ siendo}$$

J = coeficiente de afinidad entre dos estaciones de muestreo A y B.

a = número de taxones inventariados en la estación A.

b = número de taxones inventariados en la estación B.

c = número de taxones comunes a las estaciones A y B.

Para cada estación de muestreo se ha calculado el número de taxones comunes con el resto de ellas, lo que ha permitido obtener una matriz simétrica (Figura 2), cuya diagonal refleja el número de taxones de las diferentes estaciones de muestreo. A partir de dicha matriz se ha calculado el coeficiente de afinidad entre cada dos estaciones de muestreo.

En la Figura 3 se ha reflejado una representación esquemática de los coeficientes de afinidad, habiéndose efectuado ciertas variaciones en el orden de colocación de las estaciones de muestreo, de tal forma que cada una de éstas se agrupara con aquellas con las que posee mayor afinidad faunística.

En la Figura 3 puede detectarse la existencia de tres zonas claramente individualizadas, así como de otras dos zonas que tienen un carácter de transición, existiendo, además, dos estaciones que no se asocian con ninguna de las zonas precedentes. Cada zona biocenótica se visualiza fácilmente, al estar caracterizadas por unos valores altos del coeficiente de afinidad cerca de la diagonal de la matriz.

Siguiendo el criterio de GIUDICELLI (1968), dentro de cada zona biocenótica las especies se han clasificado en:

a) Especies fundamentales. Son aquellas que estando presentes en al menos la mitad de las estaciones de muestreo, que determinan una zona biocenótica, tienen una abundancia relativa superior o igual al 1%.

b) Especies constantes. Como las anteriores, pero con una abundancia relativa inferior al 1%.

c) Especies accesorias. Son aquellas que están presentes entre el 25 y el 49% de las estaciones de muestreo que determinan una zona biocenótica, pudiendo tener cualquier grado de abundancia.

d) Especies esporádicas. Están presentes en menos del 25% de las estaciones de muestreo que determinan una zona biocenótica, pudiendo tener cualquier grado de abundancia.

e) Especies características exclusivas. Son aquellas de entre cualquiera de las precedentes, presentes únicamente en las estaciones de la zona que caracterizan.

En las dos zonas de transición, cada una con dos estaciones de muestreo, todas las especies aparecen en al menos la mitad de las estaciones, por lo que en ellas no tiene sentido distinguir entre especies fundamentales, constantes, accesorias y esporádicas.

## ZONAS BIOCENOTICAS RESULTANTES

De las 26 estaciones de muestreo comparadas, dos de ellas, Tajo-1 (1.565 m) y Hoz Seca-4 (1.360 m), no se asocian con ninguna de las restantes. En la primera el río Tajo está reducido a una serie de charcas con vegetación acuática sumergida, caudal escaso y aguas prácticamente quietas, mientras que la segunda es representativa del tramo del río Hoz Seca, que solamente lleva agua cuando se producen avenidas de primavera, habiéndose recolectado en ella un total de cinco taxones solamente en el único muestreo que pudimos efectuar.

Entre el resto de las estaciones se observan los

siguientes agrupamientos faunísticos o zonas biocenóticas (ver Figura 1):

Zona biocenótica 1. Comprende las siguientes estaciones de muestreo: Tajo-2 (1.510 m), Tajo-3 (1.475 m), Tajo-4 (1.250 m), Hoz Seca-1

(1.560 m), Hoz Seca-2 (1.520 m) y Hoz Seca-3 (1.480 m). Hemos hallado en ella un total de 96 taxones, siendo 26 fundamentales, 16 constantes, 26 accesorios y 28 esporádicos.

Zona biocenótica 2: Tajo-5 (1.240 m) y Hoz

	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	T-12	T-13	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	C-1	C-2	C-3	C-4	G-1	G-3	G-4	G-5	
T-1	22																										
T-2	12	37																									
T-3	8	20	46																								
T-4	9	17	25	36																							
T-5	2	9	12	13	24																						
T-6	6	16	31	23	17	50																					
T-7	5	19	30	20	19	42	65																				
T-8	5	15	24	20	14	38	48	60																			
T-9	2	9	19	14	14	29	36	37	42																		
T-10	3	11	20	11	10	29	39	36	31	51																	
T-11	2	11	20	14	12	27	38	35	31	33	50																
T-12	3	11	20	12	11	30	39	36	32	36	43	53															
T-13	3	11	17	12	9	21	29	28	24	27	33	33	41														
H-1	7	14	21	16	8	17	15	14	9	12	8	10	11	29													
H-2	8	20	35	24	15	34	32	30	19	23	22	22	16	24	59												
H-3	8	25	35	24	14	34	37	31	20	26	23	22	19	22	48	59											
H-4	1	2	3	3	1	2	4	4	3	2	2	2	2	4	3	3	5										
H-5	7	20	25	22	19	29	32	26	20	20	19	19	13	16	30	29	4	54									
C-1	3	8	16	9	7	17	16	18	13	14	10	13	11	13	19	17	2	15	26								
C-2	2	11	24	13	13	27	28	22	21	23	20	22	17	16	30	28	1	23	19	41							
C-3	5	17	27	16	11	32	32	29	23	25	24	26	18	17	33	32	3	28	17	28	52						
C-4	4	13	24	15	12	33	37	33	28	29	25	28	21	13	25	25	2	21	18	24	26	42					
G-1	3	10	23	14	8	23	22	21	14	16	14	16	13	15	24	23	2	16	15	22	22	21	30				
G-3	5	14	16	11	7	20	21	19	14	17	15	19	16	14	19	19	2	13	13	15	19	20	13	25			
G-4	3	11	19	10	9	25	25	25	20	23	19	24	18	11	22	22	2	19	18	20	25	23	18	17	36		
G-5	2	10	16	9	10	24	32	32	28	34	32	32	25	8	19	22	2	19	14	18	20	25	13	17	22	42	

Fig. 2. Número de taxones comunes entre cada dos estaciones de muestreo. T, río Tajo; H, río Hoz Seca; C, río Ca-brillas, y G, río Gallo.

Seca-5 (1.255 m). Tiene un carácter de transición entre la 1 y la 3. Se han recolectado en ella un total de 59 taxones.

Zona biocenótica 3: Tajo-6 (1.100 m), Tajo-7 (1.020 m), Tajo-8 (990 m), Tajo-9 (890 m), Tajo-10 (885 m), Tajo-11 (830 m), Tajo-12

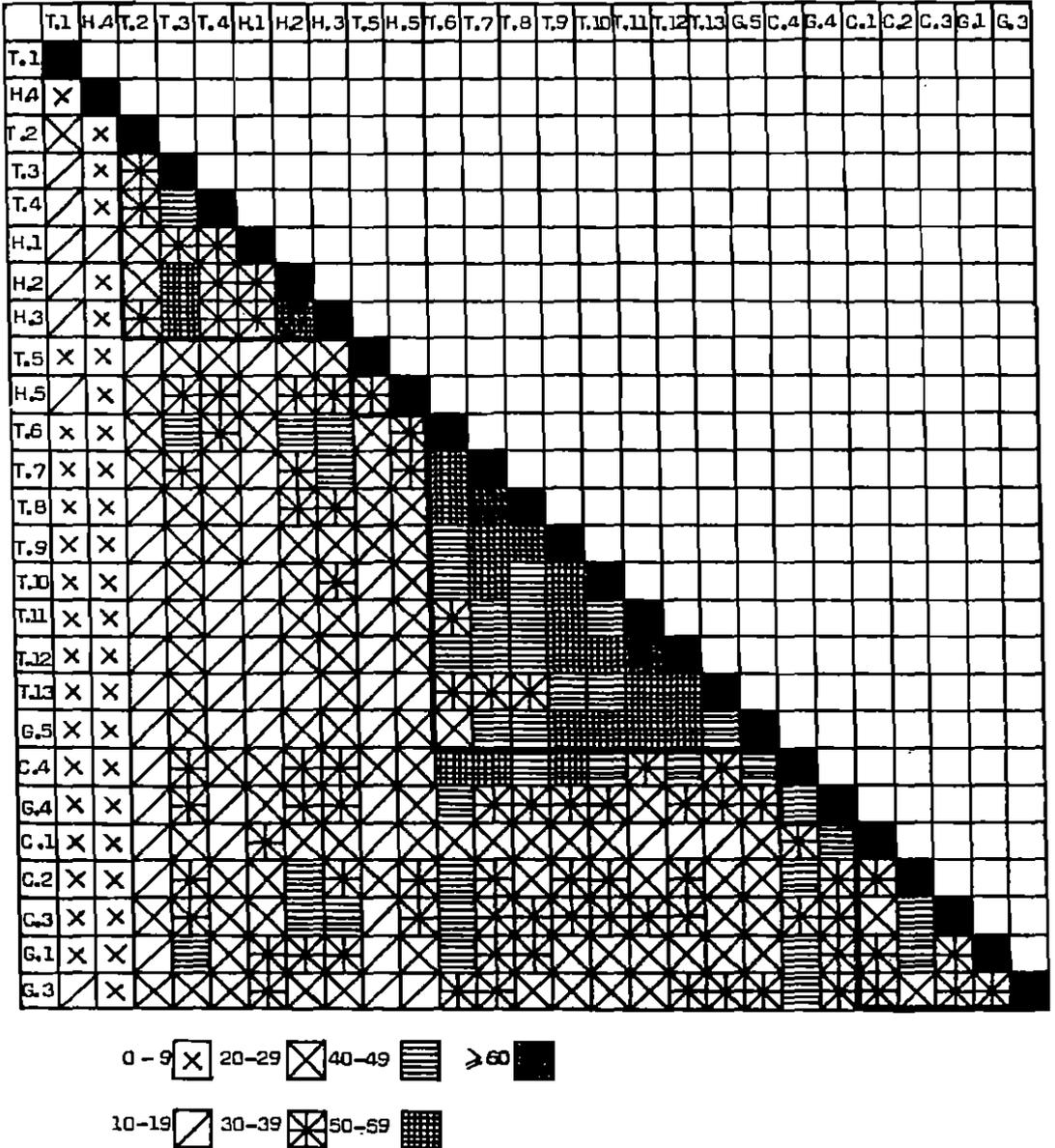


Fig. 3. Representación esquemática de los valores tomados por el coeficiente de Jaccard, habiendo efectuado algunas variaciones en la colocación de las estaciones de muestreo con respecto a la matriz de la Figura 1, de forma que cada una de éstas se agrupa con las que posee mayor similitud faunística.

(770 m), Tajo-13 (730 m) y Gallo-5 (910 m). Hemos hallado en ella un total de 106 taxones, siendo 23 fundamentales, 22 constantes, 24 accesorios y 37 esporádicos.

Zona biocenótica 1': Cabrillas-1 (1.480 m), Cabrillas-2 (1.420 m), Cabrillas-3 (1.160 m), Gallo-1 (1.500 m) y Gallo-3 (1.100 m). Se han recolectado en ella un total de 77 taxones, de los que 20 son fundamentales, siete constantes, 16 accesorios y 34 esporádicos.

Zona biocenótica 2': Cabrillas-4 (1.090 m) y Gallo-4 (1.010 m). Tiene un carácter de transición entre la 1' y 3. Hemos hallado en ella 56 taxones.

La Zona-1 (cabeceras de los ríos Tajo y Hoz Seca) y la Zona-1' (cabeceras de los ríos Cabrillas y Gallo) corresponden al «Rhithron», dado que gran parte de las especies fundamentales y constantes de dichas zonas pertenecen a las familias: *Ecdyonuridae*, *Ephemerellidae*, *Lepidopterygidae*, *Leuctridae*, *Nemouridae*, *Elmidae*, *Hydraenidae* y *Rhyacophilidae*, todas ellas características del rhithron, según ILLIES y BOTOSANEANU (1963) y HAWKES (1975). De hecho, numerosas especies que hemos hallado abundantemente en estas zonas ya han sido citadas con anterioridad como características del rhithron. Así, SOWA (1975) y BOTOSANEANU (1979) mencionan a *Baetis muticus* y *Habroleptoides modesta* como características del rhithron en ríos de los Cárpatos polacos; las especies *Ephemera danica*, *Perla marginata*, *Hydropsyche sitalai* y *Rhyacophila dorsalis* son citadas por GIUDICELLI *et al.* (1980), formando parte del cortejo de especies preferentes y acompañantes del rhithron de ríos costeros mediterráneos; las especies *Habrophlebia fusca*, *Rhyacophila tristis*, *Hydropsyche instabilis* y *Haliplus lineatocollis* han sido citadas por GIUDICELLI (1968) en el rhithron de Córcega y por BOTOSANEANU (1979) en el de los Cárpatos; asimismo las especies *Centroptilum luteolum*, *Rhithrogena semicolorata* y *Allogamus ligonifer* han sido citadas por GARCÍA DE JALÓN y GONZÁLEZ DEL TÁNAGO (1982) en el rhithron de los ríos de la Sierra de Guadarrama.

Aunque ambas zonas corresponden al rhithron, difieren en las características de sus pobla-

ciones. La Zona-1' tiene su límite altitudinal inferior (1.050 m) más bajo que la Zona-1 (1.250 m) y se hallan en la misma, con carácter esporádico, especies que son fundamentales en altitudes inferiores, como es el caso de *Oligoneuriella rhenana* y *Dictyogenus ventralis*. La Zona-1 posee 15 taxones característicos exclusivos de la misma, mientras que la Zona-1' sólo posee cuatro taxones exclusivos de la misma.

La Zona-3 (cursos inferiores de la zona de estudio) corresponde al «Potamon», dado que posee gran número de taxones pertenecientes a las familias: *Potamanthidae*, *Caenidae*, *Perlodidae*, *Perlidae*, *Hydroptilidae*, *Tabanidae* y *Stratiomyidae*, todas ellas características del potamon según ILLIES y BOTOSANEANU. Por otra parte, la pertenencia de la Zona-3 de la cuenca del Alto Tajo al potamon, concretamente el epipotamon, queda puesta de manifiesto por la presencia en la misma, con carácter de especies fundamentales, constantes o características exclusivas, de numerosas especies que han sido citadas con anterioridad como características del epipotamon de diferentes ríos. Así, GIUDICELLI *et al.* (1980) mencionan a *Baetis fuscatulus*, *Heptagenia sulphurea*, *Oligoneuriella rhenana*, *Potamanthus luteus*, *Eoperla ochracea*, *Cheumatopsyche lepida*, *Normandia nitens*, *Elmis maugetii*, *Esolus pygmaeus* y *Limnius intermedius* como típicas del epipotamon en los ríos costeros mediterráneos; las especies *Brachyptera braueri* y *Dictyogenus ventralis* han sido citadas por BERTHELEMY (1966) como características de los cursos inferiores de grandes ríos; los tricópteros *Oligopteryx maculatum* y *Brachycentrus subnubilus*, característicos exclusivos de la Zona-3, han sido citados por BOTOSANEANU (1979) en el epipotamon de los ríos de los Cárpatos; por último, indicar que *Heptagenia sulphurea* y *Potamanthus luteus* figuran también en el epipotamon del río Doubs (VERNEAUX, 1973). Esta zona posee 19 taxones característicos exclusivos.

La Zona-2 tiene un carácter de transición entre el rhithron de las cabeceras de los ríos Tajo y Hoz Seca y el epipotamon del río Tajo. En ella habitan especies típicas de los tramos altos, como *Baetis muticus*, *Habroleptoides modesta*,

*Elmis aenea*, *Limnius volckmari*, *Rhyacophila dorsalis* e *Hydropsyche instabilis*, junto a otras que caracterizan al epipotamon, como *Heptagenia sulphurea*, *Caenis moesta*, *Eoperla ochracea*, *Elmis maugetii* y *Lasiocephala basalis*. Esta última especie, aunque no ha sido hallada en el epipotamon del río Tajo, ha sido citada en el epipotamon de los Cárpatos polacos por BOTOSANEANU (1979).

Asimismo, la Zona-2' tiene también un carácter de transición, pero en este caso entre el rhithron de las cabeceras de los ríos Gallo y Cabrillas y el epipotamon del Tajo. De la misma forma que en la zona de transición anterior, en ella cohabitan especies típicas de tramos altos junto a otras características de los tramos inferiores de los ríos estudiados. Entre las pertenecientes al rhithron de los ríos Gallo y Cabrillas se hallan las siguientes: *Baetis muticus*, *Habroleptoides modesta*, *Perla marginata*, *Rhyacophila dorsalis*, *Hydropsyche instabilis*, *Hydropsyche siltalai* y *Limnius volckmari*. Entre las pertenecientes al epipotamon habitan también en esta zona las que se mencionan a continuación: *Oligoneuriella rhenana*, *Heptagenia sulphurea*, *Dictyogenus ventralis*, *Cheumatopsyche lepida*, *Elmis maugetii* y *Limnius intermedius*.

Ambas zonas de transición carecen prácticamente de especies características exclusivas, dada, precisamente, su posición de tránsito entre dos zonas. Así, la Zona-2 posee dos taxones característicos exclusivos, y la Zona-2', solamente uno.

## DISCUSION

Si se compara la zonación biológica resultante en los ríos de la cuenca del Alto Tajo con la establecida en el sistema de ILLIES y BOTOSANEANU, llama la atención la ausencia de crenon, zona característica de arroyos de alta montaña. En principio el crenon debería estar presente en las cabeceras de los ríos Tajo, Hoz Seca y Gallo, ríos cuyo nacimiento ronda los 1.600 m de altitud. Sin embargo, la ausencia de crenon se comprende si tenemos en cuenta que el río Tajo, en sus primeros 15 km de recorrido, discurre por una amplia vega casi llana, cuya pendiente (5‰) es del mismo orden de magnitud

que la existente 80 km aguas abajo y quedando el río reducido, durante la mayor parte del año, a una serie de charcas que apenas se comunican entre sí. Algo parecido sucede en el río Hoz Seca, cuyos primeros 5 km tienen la mitad de pendiente que los que les siguen inmediatamente después. En el río Gallo los tramos iniciales tienen gran pendiente, pero el caudal es tan escaso que el cauce permanece seco gran parte del año y, de hecho, a unos 6 km del nacimiento un tramo de río se seca permanentemente y sólo lleva agua con ocasión de las grandes avenidas.

Otro aspecto digno de ser resaltado se refiere al hecho de que las zonas biocenóticas resultantes en la cuenca del Alto Tajo incluyen, a veces, estaciones de muestreo cuyas aguas poseen características químicas muy diferentes. Así sucede en la Zona-1, que comprende tres estaciones de muestreo de la cabecera del Tajo y otras tres de la cabecera del Hoz Seca. Pues bien, en las aguas del río Tajo incluidas en esta zona el pH oscila entre 7'9-8'2; la conductividad referida a 25° C y expresada en micromhos/cm, entre 485-529; la alcalinidad expresada en mg/l de CO<sub>3</sub> Ca, entre 189-203, y la dureza, expresada también en mg/l de CO<sub>3</sub> Ca, entre 196-217; en contraposición, en las aguas del río Hoz Seca incluidas en esta misma zona biocenótica los parámetros indicados anteriormente oscilan entre los siguientes valores: el pH varía entre 6'7-7'8; la conductividad, entre 87-308; la alcalinidad, entre 14-56, y la dureza, entre 21-112. Sin embargo, las distintas estaciones de muestreo incluidas dentro de esta Zona-1 son muy similares en cuanto a régimen de caudal, pendiente de los cauces y anchura de los mismos y amplitud de las oscilaciones térmicas impuestas por la altitud. Ello revela que, en el caso que estamos considerando, estos factores físicos son fundamentales como determinantes de la zonación, como ya habían indicado con carácter general ILLIES y BOTOSANEANU (1963).

Algo similar a lo señalado anteriormente sucede en la Zona-1', que incluye la estación de muestreo Gallo-1, cuyas aguas de naturaleza silíceas poseen valores muy bajos de conductividad, alcalinidad y dureza, mientras que el resto de las estaciones de muestreo de la misma

poseen aguas calizas con valores altos de los parámetros citados.

En lo que se refiere a la estructura trófica de las comunidades de macroinvertebrados que habitan en las distintas zonas biocenóticas, no hemos observado grandes diferencias entre las zonas, siendo los organismos colectores los más abundantes en dichas comunidades. Así, en la Zona-1 (rhithron) el total de especies fundamentales y constantes es de 42; de ellas cuatro son fitófagas (9,52%); nueve, detritívoras (21,42%); 12, predadoras (28,57%), y 17, colectoras (40,47%). En la Zona-1' (también rhithron) hay 27 especies entre fundamentales y constantes; de ellas 12 son colectoras (44,44%) y el 55,5% restante se reparte uniformemente entre las especies fitófagas, detritívoras y predadoras. En la Zona-3 (epipotamon) el total de especies fundamentales y constantes es de 45; de ellas nueve son fitófagas (20%); seis, detritívoras (13,3%); 12, predadoras (26,66%), y 18, colectoras (40%). En las dos zonas de transición también predominan las especies colectoras sobre las demás.

#### RELACION SISTEMÁTICA DE LAS ESPECIES CITADAS

*Phyllum* ARTHROPODA. Clase INSECTA.

Orden EPHEMEROPTERA.

Familia Baetidae: *Baetis fuscatus*, *Baetis muticus*, *Centroptilum luteolum*.

Familia Oligoneuriidae: *Oligoneuriella rhena*.

Familia Heptageniidae: *Rhithrogena semicolorata*, *Heptagenia sulphurea*.

Familia Caeniidae: *Caenis moesta*.

Familia Leptophlebiidae: *Hebroleptoides modesta*, *Habrophlebia fusca*.

Familia Ephemeridae: *Ephemera danica*.

Familia Potamanthidae: *Potamanthus luteus*.

Orden PLECOPTERA.

Familia Taeniopterygidae: *Brachyptera braueri*.

Familia Perlodidae: *Dictyogenus ventralis*.

Familia Perlidae: *Eoperla ochracea*, *Perla marginata*.

Orden COLEOPTERA.

Familia Haliplidae: *Haliplus lineatocollis*.

Familia Elmidae: *Elmis aenea*, *E. maugetii*, *Esolus pygmaeus*, *Limnius intermedius*, *L. volckmari*, *Normandia nitens*.

Orden TRICHOPTERA.

Familia Rhyacophilidae: *Rhyacophila dorsalis*, *R. tristis*.

Familia Hydropsychidae: *Hydropsyche instabilis*, *H. siltalai*, *Cheumatopsyche lepida*.

Familia Brachycentridae: *Brachycentrus subnubilus*, *Oligopteryx maculatum*.

Familia Limnephilidae: *Allogamus ligonifer*.

Familia Lepidostomatidae: *Lasiocephala basalis*.

#### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es fruto de mi tesis doctoral, realizada en la Cátedra de Zoología y Entomología de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid. Desde estas líneas quisiera expresar mi gratitud a Marta González del Tánago, que dirigió dicha tesis; a Diego García de Jalón y Emilio Roy, que me ayudaron en la determinación de numerosos organismos, y al profesor García de Viedma, que puso a nuestra disposición todos los medios y bibliografía existente en la cátedra, así como por las sugerencias de él recibidas a lo largo de la realización del trabajo, y al doctor Berthélemy (Universidad de Toulouse), que revisó algunos plecópteros.

#### SUMMARY

In this work a biological zonation of streams in the upper reaches of Tajo Basin is carried out, through their communities of benthic macroinvertebrates.

The faunistic similarity among the different sampling locations have been calculated by means of Jaccard's coefficient; three main biocenotic zones have resulted and they are closely related to the zones of ILLIES and BOTOSANEANU.

## BIBLIOGRAFIA

- BERTHELEMY, C., 1986: «Recherches écologiques et biogéographiques sur les pléocoptères et coléoptères d'eau courante (*Hydraena* et *Elmuthidae*) des Pyrénées». *Annals. Limnol.*, tomo 2, fascículo 2, 227-458.
- BOTOSANEANU, L., 1979: «Quinze années de recherches sur la zonation des courses d'eau: 1963-1978». *Bijdr. Dierk.*, 49 (1): 109-134.
- GARCÍA DE JALÓN, D., y GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M., 1982: «Introducción a una zoosociología del macrobentos en los ríos de la Sierra de Guadarrama». *Bol. Est. Cent. Ecol.*, 21: 63-71.
- GIUDICELLI, J., 1968: *Recherches sur le peuplement, l'écologie et la biogéographie d'un réseau hydrographique de la Corse centrale*. Thèse Sciences, Aix-Marseille, CNRSO 2478, 437 págs.
- GIUDICELLI, J.; DÍA, A., y LEGIER, P., 1980: «Etude hydrobiologique d'une rivière de région méditerranéenne, L'Argens (Var, France)». *Bijdr. Dierk.*, 50 (2): 303-341.
- HAWKES, H. A., 1975: «River zonation and classification». In: *River Ecology*: 312-375. Ed. Whitton. Blackwell Scientific Publications.
- HERRANZ, J. M., 1983: *Estudio de la fauna macroinvertebrada de la cuenca del Alto Tajo. Comparación de métodos de muestreo*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, 464 págs.
- HERRANZ, J. M., y GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M., 1985: «Efemerópteros, plecópteros y tricópteros de la cuenca del Alto Tajo (Guadalajara)». *Boletín Asoc. Esp. Entom.*, vol. 9: 35-53.
- HUET, M., 1946: «Note préliminaire sur les relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes. Régle des pentes». *Dodonaea*, 13: 232-243.
- ILLIES, J., 1958: «Die barbenregion mitteleuropäischer Fließgewässer». *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 13: 834-844.
- ILLIES, J., y BOTOSANEANU, L., 1963: «Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique». *Witt. Soc. Int. Limnol.*, 12: 1-57.
- MÜLLER, K., 1951: «Fische und Fischregionen der Fulda». *Ber. Limnol. Flusst. Freudenthal*, 2: 18-23.
- OLAH, J., 1967: «Untersuchungen über die Trichopteren eines Bachsystems der Karpaten». *Acta Biol. Debrecina*, 5: 71-91.
- SCHMITZ, W., 1957: «Die Bergbach-zoozönosen und ihre Abgrenzung, dargestellt am Beispiel der oberen Bulda». *Arch. Hydrobiol.*, 53: 465-498.
- SCHOWOERBEL, J., 1959: «Die biologische Gliederung des Rheinstromes». *Wasserfach*, 100: 1-6.
- SOWA, R., 1975: «Ecology and biogeography of mayflies (*Ephemeroptera*) of running waters in the Polish part of the Carpathians». *Acta Hydrobiol.*, 17: 223-297.
- VERNEAUX, J., 1973: *Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Essai de biotypologie*. Thèse de doctorat. Université de Besançon, 260 págs.