

INFLUENCIA DE LA BIOGEOGRAFIA EN LA ESTRUCTURACION DE LAS COMUNIDADES BENTICAS FLUVIALES EN LA PENINSULA IBERICA

B. Sabio González
*Cátedra de Zoología. E.T.S.I. de Montes.
Avda. Rámiro de Maeztu s/n. 28040 Madrid.*

Palabras clave: biogeografía, comunidades macroinvertebradas, Península Ibérica.

ABSTRAT

Looking at several studies of various authors about benthonic macroinvertebrate communities in different river basins of the Iberican Peninsula, a synthetic analysis of its fluvial dynamic had been made.

Physique-chemical and biological factors were considered in the present study in order to establish different fluvial regions in the Iberican Peninsula.

It's very easy to differ a community associated with mountainous area in Hesperic Chain, constituted by numerous cold water species, wich in many cases are iberian endemic species. This observations conclude in a distribution pattern in disagreement with fluvial theories bassed on River Continuum Concept.

INTRODUCCION

Situada en el extremo Suroeste de Europa y no ajena a las influencias Norteafricanas, la Península Ibérica constituye un enclave singular para la realización de toda clase de estudios biogeográficos. A pesar de una historia geológica que ha condicionado ciertamente las pautas de distribución de una parte importante de su fauna, los antecedentes de estudios zoogeográficos son bastante escasos, sobre todo los que abordan la totalidad de la Península, y en particular los que atañen a la fauna fluvial. Múgica (1990), establece una regionalización biogeográfica de la Península Ibérica utilizando como elemento caracterizador su herpetofauna (anfibios y reptiles) considerando su capacidad integradora de factores biogeográficos, ecológicos e históricos. Doadrio (1988), aplica distintos métodos de evaluación filogenética para determinar áreas biogeográficas en la Península en cuanto a la distribución de su ictiofauna. Los macroinvertebrados tienen un interés diferente al que aporta la fauna piscícola dada su mayor riqueza faunística y diversidad, junto con el hecho de que su capacidad de dispersión es más reducida respecto a la de los peces, por lo cual se hace necesario en muchos casos recurrir a la biogeografía para explicar la distribución de sus especies. Margalef (1983) destaca la importancia de la historia geográfica en la distribución de la fauna fluvial, especialmente en los crustáceos, para los que las condiciones ecológicas actuales no han conseguido borrar un esquema de distribución dependiente de las circunstancias geológicas y ecológicas del pasado.

La relación entre la fauna macroinvertebrada fluvial y los factores abióticos del medio ha generado multitud de trabajos para la clasificación de los ríos (Hawkes, 1975, por referencias), todavía sin concluir en un sistema universalmente aceptado (Cushing *et al*, 1980). La aplicación de los modelos propuestos para la clasificación de los ríos se encuentra con diferentes problemas y son necesarias modificaciones al aplicarlos en

areas geográficas distintas a donde fueron desarrollados (Minshall *et al*, 1985a). No obstante, las sucesivas aportaciones en cuanto a la caracterización de áreas geográficas concretas empleando técnicas multivariantes, puede tener un interés especial para integrar los esfuerzos de la clasificación de los ríos (Wright *et al*, 1984). Por otra parte, los factores biogeográficos pueden aportar importantes consideraciones en la composición de las comunidades macroinvertebradas.

METODOLOGÍA

Para el presente estudio fueron utilizados los datos de diversas publicaciones, proyectos de investigación y tesis doctorales que tenían como fondo el estudio de la fauna macroinvertebrada fluvial en distintas áreas geográficas de España, intentando cubrir la mayor parte del territorio o al menos tener representación de las cuencas fluviales más características.

Han sido considerados los trabajos de García de Jalón *et al* (1989) en distintos ríos gallegos, el de Ortega (1990) en la red fluvial de Cantabria, el estudio sobre la red hidrográfica de Vizcaya de Orive *et al* (1987), la clasificación biotipológica de la cuenca del Duero de González del Tánago y García de Jalón (1982), de los mismos autores los trabajos realizados en el río Jarama (1980) y en las cuencas del Guadalhorce y Guadiaro (1986), el trabajo en la cuenca del río Genil de Palomares (1982), el estudio de comunidades de Baltanás (1990) en el Alto Tajo, el trabajo de García de Jalón *et al* (1986b) en los ríos extremeños, el estudio sobre el río Llobregat de Prat *et al* (1984) y el trabajo de García de Jalón *et al* (1988) en el río Ara.

La selección de las variables utilizadas se hizo en base a la disponibilidad de datos homogéneos para todas las cuencas, o fácilmente calculables a partir de lo ya publicado. En el estudio se incluyeron 20 variables, cuantitativas y cualitativas, relativas a las características de la cuenca, a la físico-química de los tramos considerados, así como a las comunidades macroinvertebradas presentes. En cada cuenca se incluyen tramos de diferente magnitud, excluyendo siempre las estaciones con evidencia de contaminación que distorsionarían los resultados, aunque esta discriminación puede resultar muy laxa pudiendo quedar la contaminación enmascarada sin que sea detectada por la medición de variables que se realiza en algunos estudios. Como variables para la caracterización físico-química de las estaciones fueron incluidos en el estudio los datos correspondientes a la altitud de la localidad, distancia al origen, pendiente, superficie de área drenada hasta ese punto, orden jerárquico de río, caudal medio anual, temperatura media anual, anchura media, conductividad media, tipo de sustrato predominante y geología, que son comunes a todos los trabajos considerados, o bien se pueden completar a partir de mapas topográficos o registros de las estaciones de aforos. Y como variables relativas a las comunidades presentes en cada punto se consideraron el nº total de taxones en el año, nº medio de taxones, diversidad media anual y proporción de endemismos ($\text{n}^\circ \text{endemismos} / \text{n}^\circ \text{total de taxones} \times 100$), junto con el nº de taxones de plecópteros, efemerópteros, tricópteros, moluscos y crustáceos, seleccionando estos órdenes por considerar que ofrecen mayor información al presentar mayor número de endemismos que otros grupos.

El análisis estadístico incluye la aplicación de un método de clasificación, el TWINSpan, (Two Ways Indicator Species Analysis) (Hill, 1979a) y un método de ordenación, el DECORANA (Detrended Correspondence Analysis) (Hill, 1979b). Ambos métodos han sido aplicados sobre las variables consideradas pero de manera separada para las variables físico-químicas y las biológicas. La clasificación permite identificar

grupos de muestras de características similares y la ordenación ayuda a establecer la orientación o proximidad de las muestras en función de los gradientes que marcan las variables consideradas.

El resto de las variables no incluidas en el tratamiento estadístico, tales como la anchura del cauce, sustrato predominante, geología, así como el nº de taxones de moluscos y nº de taxones de crustáceos, ayudan a la interpretación de los resultados obtenidos, de igual modo que aportan importante información para las consideraciones biogeográficas.

RESULTADOS

Caracterización de las estaciones fluviales de acuerdo con las variables físico-químicas del medio

En la ordenación de las variables que realiza el DECORANA se observa como el primero de los ejes está significativamente correlacionado con la pendiente ($r=0.353$), la altitud ($r=0.225$) y la temperatura ($r=0.219$), de manera que refleja variaciones en relación al gradiente longitudinal del río y a la región fisiográfica del tramo, ordenando las estaciones desde localidades situadas a gran altitud, con fuerte pendiente y baja temperatura, hasta aquellas más próximas a la desembocadura con pendientes más suaves y temperaturas más altas, que abarcan áreas más amplias. El segundo eje sólo muestra una correlación más significativa con la conductividad ($r=0.225$), ordenando las estaciones, fundamentalmente, en función del grado de mineralización de sus aguas.

Del mismo modo, en el primer nivel de división del TWINSpan se separan dos grandes grupos de muestras, quedando agrupadas de un lado las cuencas pequeñas representadas por tramos de cabecera o tramos medios de todas las cuencas de España incluyéndose también los tramos finales de los cortos ríos de la vertiente Cantábrica. Del otro lado quedarían los tramos altos del Sur de la Península, los tramos medios de cuencas más amplias y tramos finales de toda España.

Atendiendo a la secuencia de grupos obtenidos en el TWINSpan a partir de parámetros abióticos se pueden definir dos grandes regiones fluviales en la Península Ibérica.

La región que denominamos Occidental que incluye Galicia, la cuenca del Duero, cabecera del río Ebro, cuenca del Tajo, y los afluentes del Guadiana con nacimiento en los Montes de Toledo, junto con el Pirineo (río Ara). El grupo queda caracterizado por unas aguas medianamente mineralizadas, que mantienen temperaturas bajas o muy bajas durante el invierno. El régimen de caudales varía según las zonas, aportando importantes diferencias entre las cuencas de esta Región Occidental, pudiéndose distinguir:

1. Subregión Gallega: incluye los ríos de Galicia junto con el río Tera. Son ríos que nacen por debajo de los 1000 metros, con aguas escasamente mineralizadas y temperatura media anual baja.
2. Subregión del Duero: agrupa a los afluentes del Duero de la parte Norte de la cuenca. Presentan un mayor grado de mineralización de sus aguas y, en general, con grandes oscilaciones de temperatura en el año. Las cabeceras se localizan por encima de los 1000 m, y presentan un largo recorrido a través de la Meseta Castellano-leonesa.

3. Subregión asociada al Sistema Central: incluimos en este grupo la cabecera del río Duero, las cabeceras de sus afluentes Aralanza y Arlanzón que nacen sobre sustrato cristalino, junto con la cabecera del Eresma, río Tormes, Agueda y Jarama, que nacen en el Sistema Central. Son ríos cuyo origen se sitúa por encima de los 1000 m, pudiéndose considerar como ríos de montaña media, caracterizados por una baja mineralización de sus aguas y un régimen de caudales con cierta influencia del factor nival.
4. Subregión del Alto Tajo
5. Subregión Extremeña: en donde situamos la parte baja de la cuenca del Tajo junto con el Guadiana y sus afluentes.
6. Subregión Pirenaica: río Ara.

La otra gran región fluvial incluiría Cantabria, País Vasco (Vizcaya), Este y Sur de la Península, que denominamos Región Oriental. Como grupo queda caracterizado por una mayor mineralización de sus aguas frente a la Región Occidental. En él diferenciamos las siguientes subregiones:

1. Subregión Norte: ríos de Cantabria y Vizcaya. Son ríos cortos que circulan por cuencas de gran permeabilidad presentando pendientes muy acusadas.
2. Subregión Catalana: representada por el río Llobregat, de nacimiento a gran altitud y con un largo recorrido, presenta importantes fluctuaciones en el año del régimen de caudales, ya que el factor nival determina en gran medida su régimen hidrológico, no obstante, su situación geográfica con clara influencia mediterránea, hace que presente una temperatura media anual alta.
3. Subregión Sur: incluimos en este grupo las cuencas de los ríos Guadalhorce, Guadiaro y Genil. Presentan una fuerte mineralización de sus aguas y una temperatura media anual muy elevada. Su régimen de caudales es de gran irregularidad con importantes estiajes que pueden producir sequías temporales en los cauces.

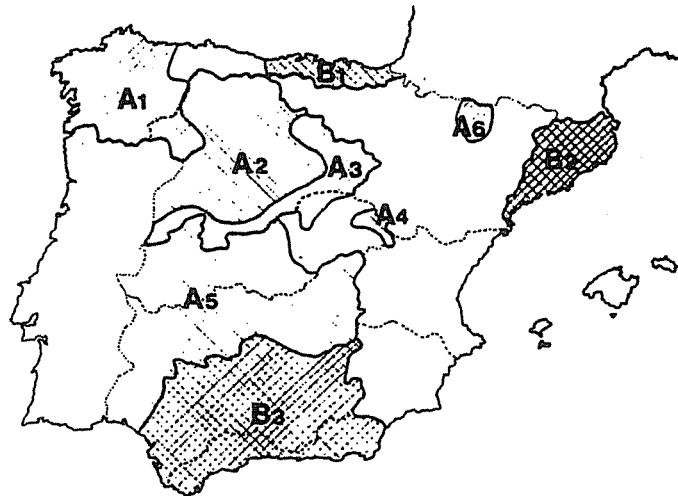


Figura 1. Grandes regiones fluviales de la Península Ibérica en función de la clasificación que realiza el TWINSPLAN para los factores abióticos.

Caracterización de las estaciones en función de sus comunidades

La ordenación de parámetros biológicos que realiza el DECORANA manifiesta la importancia del nº de endemismos y taxones de plecópteros en primer término, y la riqueza específica y el nº de taxones de tricópteros en segundo, como factores principales para la discriminación de grupos de comunidades.

De acuerdo con la clasificación de localidades de acuerdo con sus comunidades obtenida en el TWINSpan, podemos diferenciar dos grandes áreas ecológicas:

1. Región Noroccidental: en el que incluimos Galicia, Cantabria, País Vasco, Pirineo, cuenca del Duero y cuenca del Tajo. Presentan comunidades ricas en plecópteros y tricópteros, con un elevado número de endemismos, especialmente en las cabeceras. Quedan asociadas a sistemas montañosos, generalmente de tipo silíceo y cuando aparecen en aguas más blandas las bajas temperaturas pueden compensar el efecto de una mayor mineralización, tal y como sucede en la cornisa Cantábrica o Alto Tajo, en donde los factores biogeográficos toman mayor importancia para la determinación del grupo que otras variables medidas, de igual manera que propone Corkum (1989).

2. Región Oriental: de comunidades más simplificadas, en donde los tricópteros y, especialmente los plecópteros, son poco abundantes tomando mayor relevancia otros grupos, tales como los dípteros o una mayor proporción de efemerópteros.

DISCUSION

La clasificación de las estaciones en función de los parámetros abióticos, sugiere la importancia de magnitud del curso como factor inicial para la segregación de grupos, coincidiendo con los resultados obtenidos por Cushing *et al* (1980) en su trabajo sobre diversos ríos de Europa y Norteamérica.

El área drenada, la distancia al origen o el orden jerárquico, permiten separar grandes grupos de estaciones que corresponden a tramos de diferente entidad, dada la gran heterogeneidad de cursos que se incluyen en el estudio. De acuerdo con Corkum (1989) la región fisiográfica en la que se sitúan los tramos permite matizar diferencias dentro de los grandes grupos, del mismo modo que el tipo de sustrato, altitud, conductividad y temperatura media anual, ofrecen información acerca de la situación del tramo, como sugiere Wright (1984) para el caso de los ríos británicos.

En la Península Ibérica Doadrio (1988) define dos grandes regiones biogeográficas en base a su ictiofauna, diferenciando una región Noribérica donde incluye toda la cornisa Cantábrica, Pirineo, cuenca del Ebro y Cataluña. El resto de la Península queda incluida en la región que denomina Suribérica. Los resultados de Doadrio difieren de los obtenidos en este estudio, ya que él identifica las principales diferencias en el eje Norte-Sur, mientras que en nuestro caso se presentan fundamentalmente en el eje Este-Oeste. Hay que destacar que el análisis de Doadrio está basado principalmente en ciprínidos sin incluir en su estudio especies propias de aguas muy frías (salmónidos), y que al menos están presentes en las cabeceras de muchos de los ríos que él considera incluidos en la región Suribérica, y seguramente variarían la interpretación de sus resultados.

En la sectorización biogeográfica de la Península Ibérica que establece Múgica (1990) para la fauna anfibia identifica, en un primer término, dos grandes regiones que obedecen al eje Norte-Sur. Múgica diferencia una región Septentrional donde incluye Galicia, Norte de Portugal, el área Cantábrica, Pirineos y valle del Ebro, y el resto de la

Península quedaría incluida en la región Mediterránea. El hecho de que en nuestro estudio las cuencas del Duero y del Tajo queden asociadas al Norte de la Península, a diferencia de los resultados de Múgica, es atribuible a que la fauna anfibia se encuentra, indudablemente, ligada al medio terrestre haciéndosele difícil soportar las altas temperaturas estivales del interior de la Península, quedando limitada a áreas permanentemente húmedas. Las comunidades macroinvertebradas que hemos caracterizado como pertenecientes a la región Noroccidental, pueden ocupar latitudes más bajas refugiándose en áreas montañosas a gran altitud que permiten mantener temperaturas más bajas.

Dentro de las dos grandes áreas ecológicas que hemos definido diferenciamos varias subregiones de acuerdo con la sucesión de comunidades en el eje longitudinal que presentan sus ríos:

REGION NOROCCIDENTAL

1. Subregión Hespérica: Galicia, río Tera, las cabeceras del Duero y de alguno de sus afluentes tales como el Pisuerga, Porma, Esla, Arlanzón, Rianza y Eresma, junto con el Jarama y Alto Tajo.
2. Subregión Cántabra: Deva, Saja y Pas.
3. Subregión Vasca: cuencas de Vizcaya.
4. Subregión del Duero y bajo Tajo: parte extremeña del Tajo y cuenca del Duero no incluida en el grupo 1.
5. Subregión Pirenaica: río Ara.

REGION ORIENTAL

1. Subregión Catalana: río Llobregat.
2. Subregión del Ebro: cabecera del río Ebro.
3. Subregión Sur de la Península: cuencas del Guadiana, Genil, Guadalhorce y Guadiaro.

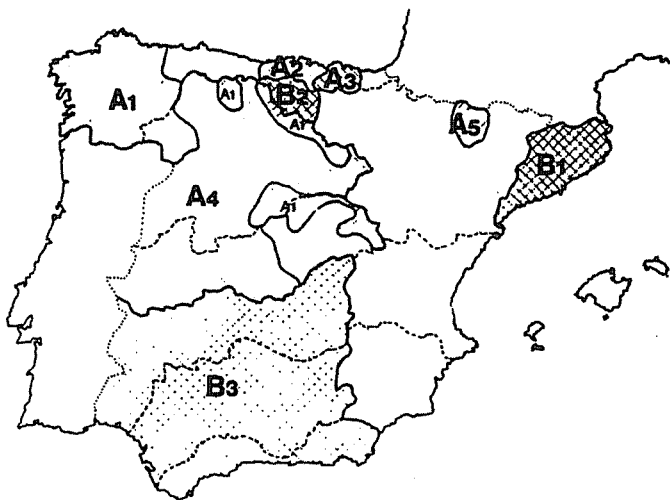


Figura 2. Grandes regiones fluviales de la Península Ibérica de acuerdo con sus comunidades de macroinvertebrados según la clasificación del TWINSpan.

Es destacable la distribución de la subregión Hespérica que queda asociada a sistemas montañosos geológicamente antiguos (Macizo Hespérico) de gran aislamiento geográfico, caracterizada por una gran riqueza específica junto con un alto número de endemismos, fundamentalmente plecópteros, tricópteros y efemerópteros con un fuerte carácter estenotermo (González *et al*, 1987; Casado *et al*, 1990). En Galicia, la escasa mineralización de las aguas y las bajas temperaturas permiten que este tipo de comunidades descienda hasta los tramos medios o bajos, mientras que en las áreas de las cuencas del Duero y Tajo que incluidos en este grupo presentan un mayor grado de mineralización, o incluso elevada (Alto Tajo), obligando a refugiarse a altitudes superiores a los 1000 m donde las aguas son más frías.

Vizcaya presenta cierta conexión con la subregión Hespérica al ofrecer una estructura de comunidad similar de gran riqueza y valor endémico. Además, se puede suponer que especies hespéricas de aguas frías hayan aumentado sin dificultad su área de distribución a estas zonas colindantes, como ya ha sido reconocido para las especies lusitánicas (Margalef, 1955). La localización geográfica de Vizcaya y el encajonamiento de sus ríos permite mantener aguas rápidas y frías que albergan un número importante de plecópteros y tricópteros, incluso en los tramos medios.

En la región Oriental los taxones característicos de aguas frías son ciertamente escasos, identificados invariablemente en los tramos más altos donde el número de endemismos es también más importante. Sus comunidades presentan mayor representación de elementos que soportan con distintas estrategias temperaturas elevadas del agua, y en muchos casos un régimen de caudales enormemente fluctuante.

Las dos grandes regiones identificadas responden a una estructura de comunidad bien distinta, en donde los factores relativos a la físico-química del agua, la hidrología, y especialmente los factores biogeográficos toman una gran relevancia.

No obstante, la Península Ibérica presenta uniformemente para todas sus cuencas unos valores máximos de riqueza específica localizados en los tramos de orden 1,2 o 3, lo cual discrepa claramente del modelo de funcionamiento fluvial en base al río como un continuo (Vannote *et al*, 1980), que propone un incremento de la riqueza con el tamaño del río alcanzando su máximo en los tramos medios, que Minshall *et al* (1985b) localizan en el orden 5. La concentración de actividades humanas en los tramos bajos de los ríos de España explica, por una parte, y el origen biogeográfico de los taxones de aguas frías por otro, que las comunidades de mayor estabilidad y complejidad se localicen en los ríos de cabecera y no en los tramos medios, haciéndose difícil separar la incidencia de la contaminación de las peculiaridades biogeográficas como factores importantes en la dinámica fluvial de la Península, por lo que la aplicación de las propuestas del River Continuum Concept estaría sujeta a importantes modificaciones.

BIBLIOGRAFIA

- Baltanás, A. (1990) Estructura y organización de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos del Alto Tajo: escalas, patrones aleatorios y perturbación. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- Casado, C., C. Montes, D. García de Jalón y O. Soriano (1990) Contribución al estudio faunístico del bentos fluvial del río Lozoya (Sierra de Guadarrama, España). *Limnetica*, 6: 87-100.
- Corkum, L.D. (1989) Patterns of benthic invertebrate assemblages in rivers of northwestern North America. *Freshwater Biology*, 21: 191-205.
- Cushing, C.E., C.D. McIntire, J.R. Sedell, K.W. Cummins, G.W. Minshall, R.C. Petersen & R.L. Vannote (1980) Comparative study of physical-chemical variables of stream using multivariate analyses. *Archiv für Hydrobiologie*, 89: 343-352.

- Doadrio, I. (1988) Delimitation of areas in the Iberian Peninsula on the basis of freshwater fishes. Bonn. zool. Beitr., 39: 113-128.
- García de Jalón, D., M.G. Tánago, G. Prieto, E. Barceló y C. Vileta (1986b) Estudio limnológico de los ríos extremeños. Dirección General de Medio Ambiente. Junta de Extremadura.
- García de Jalón, D., C. Montes, E. Barceló, C. Casado & F. Menes (1988) Effects of hydroelectric scheme on fluvial ecosystems within the Spanish Pyrenees. Regulated Rivers: research and management, vol. 2, 479-491.
- García de Jalón, D., M. Mayo, F. Hervella, E. Barceló y C. Vileta (1989) Estudio del potencial biológico de los ríos Arnoia, Ulla, Lor, Sor y Eo. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela.
- González, M.A., D. García de Jalón & L.W. Da Terra (1987) Faunistic studies on Iberian Trichoptera: a historical survey and present state of knowledge. M. Bournaud and H. Tachet (eds). Proc. of the 5th Int. Symp. on Trichoptera. ISBN 90-6193-620-9.
- González del Tánago, M. y D. García de Jalón (1980) Estimación de la contaminación de las aguas mediante indicadores biológicos. Aplicación al río Jarama. ICONA, Madrid.
- González del Tánago, M. y D. García de Jalón (1982) Estudio para una metodología de clasificación biotipológica de los ríos españoles según el modelo propuesto para la CEE: aplicación a la cuenca del Duero. Centro de Estudios de Ordenación Territorial y Medio Ambiente, MOPU. Madrid.
- González del Tánago, M. y D. García de Jalón (1986) Estudio sobre la calidad biológica y grado de contaminación de las aguas en las cuencas de los ríos Guadalhorce y Guadiaro. Proyecto LUCDEME, ICONA, Madrid.
- Hawkes, H.A. (1975) River zonation and classification. In: River Ecology (Ed. B.A. Whitton), pp. 312-374. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Hill, M.O. (1979a) TWINSPAN. A FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an Ordered Two Ways Table by Classification of the Individuals and Attributes. Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, New York.
- Hill, M.O. (1979b) DECORANA. A FORTRAN Program for Detrended Correspondence Analysis and Reciprocal Averaging. Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, New York.
- Margalef, R. (1955) Contribución al estudio de la fauna de las aguas dulces del Noroeste de España. P. Inst. Biol. Apl. 21: 5-85.
- Margalef, R. (1983) Limnología. Ed. Omega, S.A., Barcelona. 1010 pp.
- Múgica, A. (1990) Sectorización biogeográfica de la Península Ibérica en función de su herpetofauna. Proyecto Fin de Carrera. E.T.S. Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid.
- Minshall, G.W., K.W. Cummins, R.C. Petersen, C.E. Cushing, D.A. Bruns, J.R. Sedell & R.L. Vannote (1985a) Developments in stream ecosystem theory. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 42: 1045-1055.
- Minshall, G.W., R.C. Petersen & C.F. Nimz (1985b) Species richness in streams of different size from the same drainage basin. The American Naturalist, 125: 16-38.
- Orive, E. y A. Rallo (1987) Estudio de caracterización físico-química de la red hidrográfica de Bizkaia. Diputación Foral de Bizkaia. Bilbao.
- Ortega, C. (1990) La calidad del agua en la red fluvial de Cantabria. Tesis doctoral. Universidad de Oviedo.
- Palomares, A. (1982) Zonación por calidades de agua en la cuenca del río Genil en base a métodos ecológicos. Proyecto Fin de Carrera. E.T.S. Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.
- Prat, N.F., M.A. Puig, G. González, M.F. Tort & M. Estrada (1984) Llobregat. In: Ecology of European Rivers. (Ed. B.A. Whitton), pp. 527-553. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Vannote, R.L., G.W. Minshall, K.W. Cummins, J.R. Sedell & C.E. Cushing (1980) The river continuum concept. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37: 130-137.
- Wright, J.F., D. Moss, P.D. Armitage & M.T. Furse (1984) A preliminary classification of running-waters sites in Great Britain based on macro-invertebrate species and the prediction of community type using environmental data. Freshwater Biology, 14: 221-256.