CARACTERIZACION FISIOGRAFICA DE LA CUENCA DE UN RIO MEDITERRANEO: EL TER.

Francesc SABATER, Sergi SABATER y Joan ARMENGOL.

Departament d'Ecologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona.
Diagonal 645. 08028 BARCELONA.

Palabras clave: Cuenca fluvial, morfometría, hidrografía, litología, pedología, vegetación, clima.

PHYSIOGRAPHIC CHARACTERIZATION OF A MEDITERRANEAN RIVER BASIN, THE RIVER TER.

Key words: River basin, morphometry, hydrography, lithology, pedology, vegetation, climate.

SUMMARY

The main physiographic descriptors of a Mediterranean river have been used in the characterization of its basin. Human activities and morphological, hydrological and lithological parameters have been defined in every particular sampling point by its basin. A Principal Components analysis has been carried out in order to characterize the different sections of the river and tributaries. The ordination of physiographic descriptors may be interpreted as revealing the longitudinal structure of the river. At the same time, the similarity between the obtained results and the ordination based on physico-chemical variables is showed. There is a very high correlation between the physiographic features and the values of physico-chemical parameters.

INTRODUCCION

Las características físico-químicas del agua de un río dependen básicamente de los procesos que se dan en toda su cuenca. Además de los procesos internos derivados de la actividad de los organismos (MARGALEF, 1983), existen otros factores que están en función de la topografía, la estructura geológica, la edafología, la vegetación, la climatología y la actividad humana.

La cuenca del río Ter ha sido estudiada desde el punto de vista físico-químico y biológico, con el fin de relacionar la composición físico-química del agua con las diferentes comunidades de organismos. Se han descrito las comunidades de macroinvertebrados (PUIG, et al, 1986 a), el fitobentos (SABATER y SABATER, 1987a,b), los macrófitos (PEÑUELAS y SABATER, 1986) y la fauna intersticial (SABATER, 1987). Al mismo tiempo se ha efectuado una caracterización química de la cuenca (SABATER y ARMENGOL, 1986). Igualmente, se ha estudiado la influencia que los embalses de Sau, Susqueda y el Pasteral, situados en el tramo medio del río, tienen sobre su curso bajo (PUIG et al., 1986 b).

Desde un punto de vista estrictamente descriptivo, se pretende realizar una caracterización fisiográfica de la cuenca del río Ter basada en los parámetros de tipo morfométrico, geológico, climatológico, de vegetación y los derivados de la actividad humana. Aunque dichas características ya habían sido consideradas en los anteriores trabajos, hasta el momento no habían sido tratadas de forma sistemática. En este trabajo, se realiza una aproximación a este objetivo, partiendo de datos cuantificables de los más importantes parámetros fisiográficos de la cuenca. Con ello se intenta estudiar sus relaciones con las características físico-químicas y biológicas del río Ter, a fin de observar hasta que punto la estructura y funcionamiento del río es el resultado de los procesos que tienen lugar en la cuenca.

MATERIAL Y METODOS

El material básico que hemos utilizado en este trabajo proviene de las bases de datos "CATALUNYA" y "GRANCAT" de la Generalitat de Catalunya. Estas bases de datos proporcionan información a partir de la elaboración de mapas previos (Cultivos y aprovechamientos. Minist. Agricultura) así como del análisis de teledetección (satélite LANDSAT) y fotografía aérea elaborados por "el Servei de Política Territorial de Catalunya". Los datos están referidos a cuadrados de 1/4 de km de lado. Los mapas de los que se

1.-Mapa de la cuenca del río Ter mostrando las 50 subcuencas, establecidas en él de acuerdo con los puntos de muestreo.

1.-Map of the river Ter basin showing the 50 particular basins defined by the sampling points.

ha partido para caracterizar la cuenca han sido los de litología, población, industrias y usos del suelo.

El tratamiento estadístico aplicado a los datos corresponde a un análisis de Componentes Principales incluido en el paquete de programas estadísticos BMDP (Centre de Càlcul, U. de Barcelona).

Parámetros fisiográficos utilizados para la cuenca del río Ter:

Un total de 46 variables fisiográficas han sido calculadas para caracterizar prácticamente toda la cuenca de drenaje del río Ter. Se ha procedido a dividir toda la cuenca en subáreas de drenaje, que se corresponden a los distintos puntos de muestreo de otros estudios (SABATER y ARMENGOL, 1986), para el posterior tratamiento estadístico de los datos (fig.1). Todas las variables utilizadas han sido agrupadas entorno a 4 descriptores principales que caracterizan la fisiografía de toda la cuenca y a la vez influyen sobre las propiedades físico-químicas y biológicas del río. Se trata de los morfométricos e hidrográficos, litológicos y edáficos, el tipo de vegetación y el clima, y por último todo lo referente al número y distribución de los habitantes y de toda actividad humana desarrollada en la cuenca.

Los descriptores morfométricos reúnen los siguientes parámetros: Distancia a la desembocadura, área de drenaje acumulada, altitud y pendiente promediada para cada subcuenca. A su vez, las pendientes se han clasificado en 6 categorías (Pendientes > 35%; entre 20 y 35%; de 10 a 20%; de 5 a 10%; de 2 a 5%; y pendientes inferiores al 2%). El cálculo de cada una de ellas se ha elaborado con un mapa topográfico a escala 1/100.000. Como parámetro hidrográfico se ha calculado el caudal medio para cada punto.

Las principales unidades litológicas de la cuenca se han diferenciado en rocas cristalinas, pizarras y esquistos, conglomerados y areniscas, calizas, margas y arcillas, dolomitas, yesos, limos, y arenas silíceas. En cuanto a las características edáficas se han distinguido los suelos que presentan permeabilidad alta por fisuración y carstificación, de los que son de permeabilidad media por porosidad aluvial. Paralelamente se ha considerado una clasificación en suelos de tipo rocoso y otros de tipo arenoso.

Los parámetros utilizados para caracterizar el tipo de vegetación para cada subcuenca han sido los de bosques de alta montaña, bosques de montaña media, bosques mediterráneos, prados alpinos y subalpinos, matorrales, prados de siega y tierras desforestadas-abandonadas. El registro

pluviométrico anual para cada subcuenca, se ha utilizado como variable descriptora del clima.

Por último, quedan todas aquellas variables que nos reflejan la presencia humana en la cuenca: El número total de habitantes por subcuenca, su densidad media, la media poblacional (Mean crowding), media de la agrupación (Patchiness de LLOYD, 1967), densidad industrial elevada, densidad industrial baja, agricultura intensiva de regadío, agricultura de secano y otras actividades diversas (urbes y otras construcciones).

RESULTADOS

Se ha realizado un análisis de Componentes Principales con el objeto de agrupar cada una de las 46 variables fisiográficas y obtener así, información de cómo se ordenan en el espacio los diferentes tramos del río y sus principales afluentes. La figura 2 nos muestra la distribución de cada uno de los parámetros fisiográficos en el espacio formado por los 3 primeros componentes principales, que en conjunto explican un 50% de la varianza total de los datos.

El primer componente (30% de la varianza) está fuertemente correlacionado con las variables morfológicas e hidrográficas. La posición extrema y antagónica entre parámetros característicos de la cabecera del río -situada en los Pirineos- (altitud, pluviosidad anual alta, distancia a la desembocadura, pendientes elevadas...), frente a otros más bien propios del curso bajo del río (Superficie de drenaje acumulada, pendiente suave, flujo elevado, abundancia de limos aluviales...) es consecuencia de la ordenación longitudinal del curso del río.

El segundo componente (12% de la varianza) pone de manifiesto aquellas variables relacionadas con la litología y el tipo de vegetación. Por un lado se encuentra positivamente correlacionado con las calizas y las margas, así como con bosques de montaña media y pendientes que van del 10 al 35%. En el otro extremo destaca la presencia de las pizarras.

Por último, el tercer componente (8,2% de la varianza) parece estar relacionado con las variables que dependen de la actividad humana. Aquellos parámetros que tienen más peso son los referentes al número de habitantes y su distribución (Media poblacional, Patchiness, densidad de individuos y número total de habitantes), así como, los que reflejan una actividad urbana e industrial elevada.

2.-Representación de las variables fisiográficas en el espacio establecido por el primer y segundo, y el primer y el tercer componentes principales.

2.-Representation in the space of the three first principal components of the main physiographic variables.

3.-Ordenación de las distintas subcuencas del río en el espacio de los tres primeros componentes principales.

3.-Basins ordination in the space according to the three principal components.

DISCUSION

La representación de los puntos de muestreo correspondientes a cada una de las subcuencas analizadas dentro del espacio que determinan los tres primeros componentes principales, nos permite ordenar y agrupar geográficamente cada tramo del río y cada uno de los distintos afluentes (fig. 3). El primer componente ordena las subcuencas en el sentido longitudinal del río (desde la cabecera a la desembocadura). El segundo componente agrupa las subcuencas con características litológicas afines, separando los afluentes sobre terrenos calizos de los que son graníticos y con pizarras. También, pone de manifiesto la presencia de bosques de montaña media (*Quercus pubescens* y *Pinus sylvestris*), que coinciden con las subcuencas de substrato calizo. De la ordenación de las subcuencas que resulta del tercer componente destaca la influencia de la actividad humana. Las subcuencas que poseen importantes núcleos urbanos y de gran actividad industrial quedan desplazadas del sentido longitudinal del río (fig.3).

Varios autores (ODUM,1956; MARGALEF,1960; VANNOTE et al.,1980) han destacado la importancia de la organización espacial en un ecosistema fluvial. Desde el punto de vista químico y biológico, éste se comporta como un gradiente de condiciones ambientales en el que las características de cada punto son el resultado de los procesos que tienen lugar en él, más la influencia que recibe de los tramos precedentes. La estructura del río Ter, bajo su característica química, se organiza en el sentido longitudinal, con un aumento en la concentración de sales disueltas a lo largo de su recorrido (SABATER y ARMENGOL,1986). Los resultados obtenidos a partir de los datos fisiográficos de la cuenca muestran igualmente una organización espacial. Si existe, pues, una ordenación longitudinal tanto desde el punto de vista químico como fisiográfico, es de esperar que haya una relación causa-efecto entre las características físico-químicas y las fisiográficas. La figura 4 pone de manifiesto la correlación altamente significativa ($p < 0.001$; $r = 0.85$) entre los valores del primer componente principal a partir de los parámetros químicos de cada punto (SABATER y ARMENGOL,1986) y los resultados del primer componente principal de las características fisiográficas de toda la cuenca. Es muy probable que aquellas estaciones (subcuencas) que se separan de la línea de regresión tengan una composición química más dependiente de las características fisiográficas de los tramos precedentes que de las propias. La dominancia de los parámetros fisiográficos o de los químicos es lo que permite hablar de continuidad o disrupción. Se ha calculado a partir de los valores del primer componente principal de la química y también para los del primer componente principal de las características fisiográficas, el grado de dependencia de las características químicas de un punto (la mineralización) frente la influencia de sus características fisiográficas y la mineralización que proviene del punto anterior.

Mineralización en un punto = $0.17 + 0.3(\text{fisiografía de su subcuenca}) + 0.58(\text{Mineraliz. del punto anterior})$.

De esta ecuación se deduce la inercia que debe adquirir un río aguas abajo en relación a sus características tanto fisiográficas como químicas. De manera que una misma perturbación (tanto "química" como "fisiográfica") no deberá tener el mismo efecto según el tramo del río en que se produzca.

4.-Recta de regresión entre los parámetros fisiográficos y las variables físico-químicas a partir de los valores de los "scores" respectivos del primer componente principal.

4.-Plot of the regression line between the scores of the first component for physico-chemical variables and the first component for physiographic features.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean hacer constar su agradecimiento al "Servei de Política Territorial de Catalunya, de la Generalitat de Catalunya" y en especial a los Sres Josep M. Camarasa y Oriol Amell, por los servicios prestados en la

obtención y utilización del fondo del banco de datos de este Departamento. Este trabajo ha sido subvencionado con una beca de la "Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, (proyecto n.478/81)" para la realización del estudio sobre la cuenca del río Ter.

BIBLIOGRAFIA

LLOYD, M. 1967.- Mean crowding. *J. Anim. Ecol.*, 36:1-30.

MARGALEF, R. 1960.- Ideas for a synthetic approach to the ecology of running waters. *Int. Revue. ges. Hydrobiol.* 46:133-153.

MARGALEF, R. 1983.- *Limnología*. Ed. Omega. Barcelona. 1100 pp.

ODUM, H.T. 1956.- Primary production in flowing waters. *Limnol. Oceanogr.*, 1:102-117.

PEÑUELAS, J. y F. SABATER. 1987.- Distribution of macrophytes in relation to environmental factors in the river Ter. *Int. Revue. ges. Hydrobiol.* (in press).

PUIG, M.A., GONZALEZ, G. y L. RECASENS. 1986 a.- Las comunidades de macroinvertebrados del río Ter, con especial referencia a Plecópteros, Efemerópteros, Tricópteros y Simúlidos. *Limnética*; (en prensa).

PUIG, M.A., ARMENGOL, J., GONZALEZ, G., PEÑUELAS, J., SABATER, S. y F. SABATER. 1986 b.- Chemical and biological changes in the Ter river induced by a series of reservoirs. In *advances in Regulated Stream Ecology*. (Ed.) J. Craig. Plenum Press; (in press).

SABATER, F. 1987.- On the interstitial cladocera of the river Ter (Catalonia, N.E. Spain), with a description of the male of *Alona phreatica*. *Hydrobiologia*. 144: 51-62.

SABATER, F. y J. ARMENGOL. 1986.- Chemical characterization of the Ter river. *Limnética*; (in press).

SABATER, S. y F. SABATER. 1987 a.- Diatom assemblages in the river Ter. *Arch. Hydrob.*; (in press).

SABATER, S. y F. SABATER. 1987 b.- Relationships between diatom assemblages and physico-chemical variables in the river Ter (N.E. Spain). *Int. Revue. ges. Hydrobiol.*; (in press).

VANNOTE, R.L., MINSHALL, G.W., CUMMINS, R.W., SEDELL, J.R. y C.E. CUSHING. 1980.- The river continuum concept. *Canad. J. Fish. Aquat. Sci.* 37:130-137.