

VARIACIONES EN LA COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD MACROBENTÓNICA A LO LARGO DEL RÍO SEGRE (LLEIDA)

A. Palau Ybars

Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Barcelona.
Avda. Diagonal, 645. 08028 Barcelona.

RESUM

Es tracta de determinar els canvis en la composició de la comunitat macrobentònica al llarg del riu Segre. Això es fa mitjançant la discriminació de grups d'estacions de mostreig que dona lloc a quatre zones diferenciables on es determinen les unitats sistemàtiques característiques atenent la seva freqüència i abundància. La matriu de coeficients de correlació confirma l'existència de grups de tàxons associats, més o menys coincidents amb la composició característica establerta en cada una de les quatre zones.

RESUMEN

Se trata de determinar los cambios en la composición de la comunidad macrobentónica a lo largo del río Segre, partiendo de una discriminación de grupos de estaciones que da lugar a cuatro zonas diferenciables en las que se determinan las unidades sistemáticas características, atendiendo a su frecuencia y abundancia. La matriz de coeficientes de correlación confirma la existencia de grupos de taxones con una cierta identidad, más o menos coincidentes con la composición característica de cada una de las cuatro zonas.

ABSTRACT

It is about to derminate the changes on the macroinvertebrate community composition along the Segre river. A statistical discrimination on the total sampling sites give four different stations in wich it was distributed the total systematic units in view of their frequency and abundance. The correlation coefficient matrix confirm the existence of systematic unit sets with strict meaning, more or less coincident with the characteristic composition of four established sections.

Key Words: abundance and frequency, macrobentos, river sections, systematic units, characteristic composition.

INTRODUCCIÓN

El presente artículo trata de concretar la composición y distribución cambiantes del macrobentos a lo largo del río Segre.

La gradación o sustitución de unidades sistemáticas a lo largo del río responde a las características fisiográficas de la cuenca (Bournaud et al., 1980; Sabater et al., 1987) y, por otro lado, a las características físico-químicas de las aguas, todo ello coordinado con la biología de las propias especies.

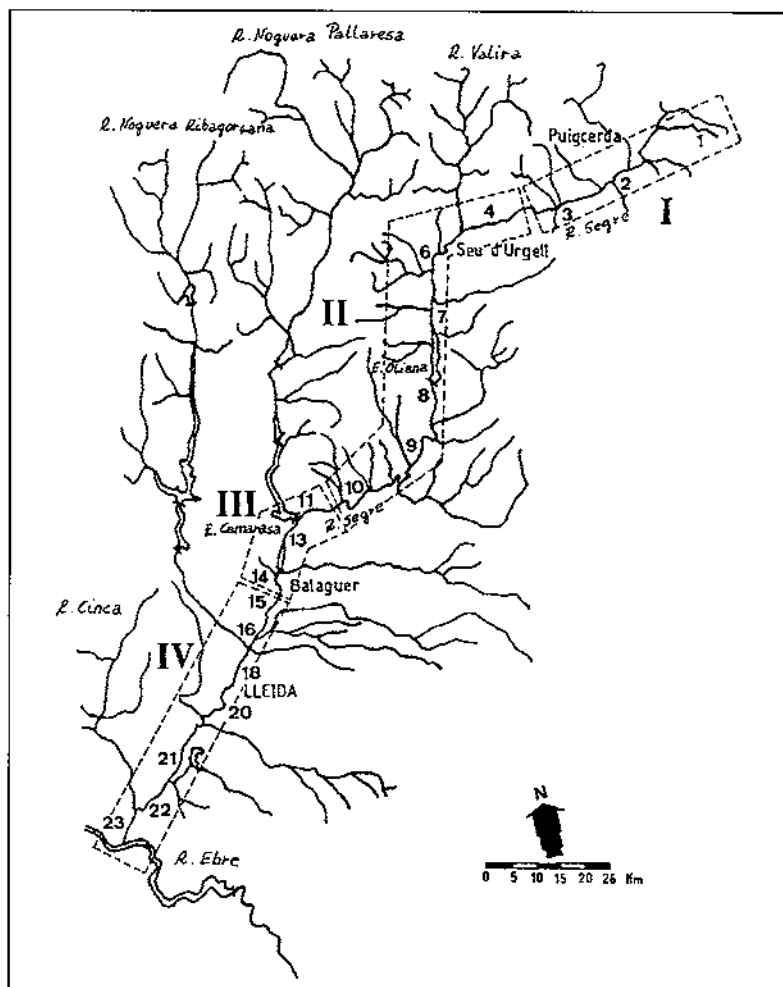


Figura 1. Situación de las estaciones de muestreo y delimitación de las cuatro zonas establecidas a lo largo del río.

El eje del río Segre puede considerarse un marco estructural adecuado para este tipo de estudio, al presentar un amplio gradiente de condiciones, desde los Pirineos hasta la Depresión del Ebro y una muy baja presencia de embalses.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos utilizados pertenecen al seguimiento bimensual de un ciclo anual entre 1983 y 1984 (Palau & Palomes, 1986b).

Para la determinación de discontinuidades en la composición del macrobentos a lo largo del río se ha utilizado el coeficiente de asociación «T» (Looman & Campbell, 1960; in Hellawell, 1978) que no es más que la aplicación de la prueba χ^2 a una tabla de contingencia planteada para la comparación entre inventarios de pares de estaciones de muestreo.

La localización de las estaciones de muestreo puede verse en la Figura 1.

Los parámetros físico-químicos adoptados para caracterizar cada uno de los tramos del río Segre (Tabla 3) se han obtenido de un análisis de componentes principales expuesto y comentado en Palau & Palomes (1986a, 1986b).

El nivel sistemático empleado (géneros y familias) se ha considerado adecuado para el tratamiento a nivel de comunidad. Los inventarios completos generales pueden consultarse en Palau & Palomes (1986a).

RESULTADOS

La distribución de número de taxones por estación de muestreo puede verse en la Figura 2 donde, desde la cabecera, se observa una tendencia a la baja y unas discontinuidades muy marcadas en puntos concretos del río que corresponden o bien a la presencia de embalses (estaciones 7 y 8) o a núcleos de población próximos y/o importantes (estaciones 3, 6, 10, 15 y 20).

Los valores obtenidos en el cálculo del coeficiente de asociación « T_{AB} » para la serie de estaciones de muestreo tomadas sucesivamente de dos en dos, se dan en la Tabla 1. El valor establecido por Looman & Campbell (« T_e »), por encima del cual no hay diferencias significativas entre dos estaciones de muestreo, A y B, corresponde a $P=0,05$ y aparece relacionado en la misma tabla.

Todos los coeficientes « T_{AB} » son significativos, lo que indica la ausencia de discontinuidades entre estaciones de muestreo consecutivas. Sin embargo, con un aumento secuencial de los intervalos de aplicación de « T_{AB} » sobre la serie de puntos de muestreo, se obtienen coeficientes de asociación no significativos (Tabla 1b) que permiten una división del río en cuatro zonas (Figura 1).

Las discontinuidades de la parte baja del río dadas a la polución (estaciones 15, 20, 21...) se han englobado en un único tramo final. El embalse de Oliana no aparece como causa de discontinuidad en la composición del macrobentos del Segre. En cambio, los tramos establecidos fuera de la zona más humanizada se ajus-

Tabla 1. Valores del coeficiente de asociación « T_{AB} » y del nivel mínimo significativo « T_e » (para $P=0,05$ y 1 g.d.l.) obtenidos: A) entre estaciones de muestreo consecutivas, B) por comparación secuencial de una estación de muestreo de referencia con el resto, hasta la detección de una discontinuidad significativa.

(A)									
Est.	01-02	02-03	03-04	04-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11
T_{AB}	0,33	0,51	0,43	0,45	0,69	0,48	0,40	0,58	0,62
T_e	0,25	0,27	0,27	0,27	0,32	0,32	0,29	0,29	0,31
Est.	11-13	13-14	14-15	15-16	16-18	18-20	20-21	21-22	22-23
T_{AB}	0,62	0,50	0,33	0,41	0,67	0,52	0,51	0,47	0,50
T_e	0,31	0,28	0,29	0,34	0,31	0,34	0,43	0,39	0,36

(B)									
Est.	01-02	01-03	01-04	04-06	04-07	04-08	04-09	04-10	04-11
T_{AB}	0,33	0,40	0,20	0,45	0,53	0,33	0,30	0,36	0,17
T_e	0,25	0,26	0,25	0,27	0,29	0,28	0,25	0,27	0,26
Est.	11-13	11-14	11-15	11-16	11-18	11-20	11-21	11-22	11-23
T_{AB}	0,62	0,45	0,27	0,45	0,27	0,26	0,27	0,45	0,48
T_e	0,31	0,27	0,32	0,30	0,29	0,33	0,31	0,33	0,31

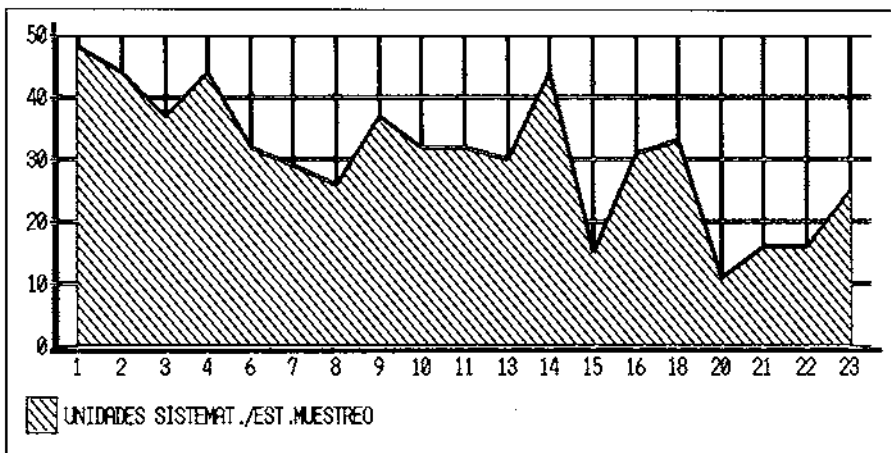


Figura 2. Variación del número de unidades sistemáticas por estación de muestreo a lo largo del río.

tan con bastante precisión al cambio en el número de Orden o Grado del eje del río, que pasa de 4º a 5º Grado entre las estaciones de muestreo 3 y 5, y de 5º a 6º Grado entre la 11 y 13.

La Tabla 2 es el resultado de situar cada una de las 93 unidades sistemáticas consideradas en el río dentro de una de las cuatro zonas o tramos establecidos, atendiendo a criterios de frecuencia de aparición y abundancia.

La expresión conjunta de estos dos criterios, a través de un sencillo «coeficiente de ocupación» («CDO»), se ha utilizado para determinar las unidades sistemáticas características de cada zona:

$$CDO = \frac{N_E N_C}{T_E T_C} * A_m * \dots * \dots$$

donde «Am» es el valor modal de abundancia; «N_E» y «N_C» son respectivamente, el número de puntos de la zona y campañas de muestreo con el taxón concreto presente; «T_E» y «T_C» son el número total de estaciones y campañas de muestreo en cada zona.

De este modo se seleccionaron, sobre un rango de valores desde «0» (ausencia total) a «7» (presencia en todas las campañas y estaciones con abundancia máxima), las unidades sistemáticas más características, bien sea por su continuidad en el tiempo, su ocupación del espacio, su abundancia o las tres cosas a la vez.

El valor mínimo considerado de «CDO» fue «1», que resulta de una abundancia modal de «3» (entre 80-300 individuos/m²), la presencia en 2/3 de los puntos de muestreo de la zona propia y la persistencia durante la mitad de las campañas de muestreo. Las unidades sistemáticas características con «CDO» mayor que el mínimo se señalan en la misma Tabla 2.

La Tabla 3 resume y tipifica cada una de las zonas establecidas en base a los parámetros físico-químicos.

La zona superior es, obviamente, la de mayor altitud media y menor número de orden.

El oxígeno disuelto está siempre presente en una concentración alrededor del 100% de saturación. La turbidez y la conductividad son relativamente bajas, al igual que la concentración de nutrientes, si bien los niveles de nitratos, debido a la concentración de amonio y las condiciones oxidantes presentes, son notables. En consonancia con el amonio, la DQO resulta también considerable (abundante cobertura vegetal caducifolia, lixiviado de terrenos de pasto, primeros aportes de aguas residuales, presencia de nieve en el período frío...). La temperatura se mantiene, gran parte del año por debajo de 10 °C, pero sus fluctuaciones son relativamente mayores que en el resto del río.

El macrobentos de esta zona es más diversificado. La condición reófila y la estenotermia son sus cualidades más inherentes. Algunos de sus representantes siguen ciclos de desarrollo más o menos ajustados a la época más cálida (*Perloides* sp., *Dinocras* sp., *Protonew* SP...) si bien el invierno no impide la continuidad en

Tabla 2. Composición de las cuatro zonas establecidas a lo largo del río, junto con los valores del coeficiente de ocupación «CDO» definido en el texto, sobre los que se destacan las unidades sistemáticas características de cada zona (en **negrita**).

Zona Superior	CDO	Zona Media Sup.	CDO	Zona Media Inf.	CDO	Zona Inferior	CDO
<i>Dina sp.</i>	0,50	Nematoda	2,00	Gammaridae	1,67	Oligochaeta	7,00
<i>Erpobdella sp.</i>	0,11	Ancyliidae	1,11	Bythinellidae	1,11	<i>Dugeisa sp.</i>	1,14
<i>Cagnioneura sp.</i>	0,05	<i>Caphia sp.</i>	0,05	Hydrobiidae	0,44	<i>Trocheta sp.</i>	0,02
<i>Chloroperla sp.</i>	0,33	<i>Perla sp.</i>	0,50	Lymnaeidae	0,44	<i>Helobdella sp.</i>	0,57
<i>Siphonoperla sp.</i>	0,67	<i>Ephamerella sp.</i>	2,50	<i>Euleuctra sp.</i>	0,44	Cypridae	1,71
<i>Xanthoperla sp.</i>	0,11	<i>Ephemera sp.</i>	0,03	<i>Heptagenia sp.</i>	0,11	Physidae	2,14
<i>Leuctra sp.</i>	7,00	<i>Ecdygnurus sp.</i>	6,00	<i>Caenis sp.</i>	6,00	Planorbidae	0,38
<i>Pachyleuctra sp.</i>	0,17	<i>Habroleptoides sp.</i>	0,17	<i>Choroterpes sp.</i>	0,44	Sphaeriidae	0,09
<i>Asphinemura sp.</i>	0,67	<i>Oligoneuriella sp.</i>	2,50	<i>Eghoron sp.</i>	1,50	Valvatidae	1,43
<i>Nemoura sp.</i>	1,50	<i>Potamanthus sp.</i>	3,33	Ecnomidae	1,00	Hydrophilidae	0,09
<i>Nemurella sp.</i>	0,05	Hydropsychidae	7,00	Psychomyiidae	1,33	Ephydriidae	0,29
<i>Protonemura sp.</i>	5,83	Hydroptilidae	0,89	Dryopidae	1,00	Corixidae	0,71
<i>Dinocras sp.</i>	4,00	Polycentropidae	0,22	Helophoridae	0,05		
<i>Isoperla sp.</i>	5,00	Elmidae	2,00	Gomphidae	0,05		
<i>Perlodes sp.</i>	1,33	Gyrinidae	0,67	Hydracarina	5,00		
<i>Brachyptera sp.</i>	0,11	Haliphidae	0,33				
<i>Rhabdigglyterix sp.</i>	0,17	Anthomyidae	0,67				
<i>Acentrella sp.</i>	0,05	Chironomidae	7,00				
<i>Baetis sp.</i>	7,00	Culicidae	0,03				
<i>Rhithrogena sp.</i>	5,00	Dolichopodidae	0,83				
<i>Epeorus sp.</i>	3,00	Empididae	2,00				
<i>Calliarctus sp.</i>	0,05	Stratiomyidae	0,11				
<i>Habrophlebia sp.</i>	0,05	Tabanidae	0,33				
Brachycentridae	2,67						
Glossosomatidae	0,22						
Goeridae	0,67						
Leptoceridae	0,05						
Limnephilidae	0,44						
Rhyacophilidae	4,00						
Sericostomatidae	1,11						
Dytiscidae	0,05						
Hydraenidae	1,11						
Athericidae	2,00						
Blephariceridae	0,33						
Ceratopogonidae	0,44						
Dixidae	0,22						
Limoiidae	2,00						
Psychodidae	0,89						
Simuliidae	7,00						
Thaumaleidae	0,05						
Tipulidae	3,00						
Aphelocheiridae	0,22						
Veliidae	0,11						

el desarrollo de otros como *Isoperla* sp., *Leuctra* sp., *Baetis* sp., *Epeorus* sp., *Rhithrogena* sp., *Athericidae*, *Simulidae*...; incluso algunos parecen ser preferentemente invernales como *Nemoura* sp.

La presencia y abundancia de plecópteros y de tricópteros de vida sedentaria (*Brachycentridae*, *Sericostomatidae*) es un aspecto diferencial del macrobentos de la zona. Entre los tricópteros de vida libre es abundante *Rhyacophilidae*.

Los dípteros más característicos disponen de mecanismos de sujeción al sustrato o son de vida hiporreica (*Athericidae*, *Limonidae*, *Tipulidae*, *Simulidae*). Los coleópteros de la familia *Hydraenidae*, son también frecuentes.

Tabla 3. Características físico-químicas propias de cada una de las cuatro zonas establecidas en el río Segre.

		Superior	Media Sup.	Media Inf.	Inferior
Núm. Orden		2,3,4	4,5	5,6	6
Altitud (m.s.n.m.)	máx.	1460,0	705,0	275,0	223,0
	med.	1157,7	494,2	256,7	132,0
	mín.	950,0	310,0	235,0	68,0
Temperat. (°C)	máx.	16,5	24,8	20,9	27,5
	med.	8,1	13,4	13,9	17,2
	mín.	0,6	4,5	6,0	7,0
Turbidez (mg/l)	máx.	30,0	116,0	46,0	140,0
	med.	6,6	21,1	9,8	19,3
	mín.	0,0	0,0	0,0	0,1
Conduct. (uS)	máx.	212,0	480,6	918,9	1479,2
	med.	137,2	240,7	408,7	634,8
	mín.	77,6	111,1	185,5	188,6
O ₂ (mg/l)	máx.	13,5	15,4	15,4	22,4
	med.	10,7	10,7	10,4	9,8
	mín.	7,5	5,4	7,0	2,5
P-PO ₄ ⁻³ (mg/l)	máx.	0,30	0,85	0,18	3,07
	med.	0,12	0,21	0,08	0,60
	mín.	0,01	0,01	0,01	0,16
N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	máx.	1,12	1,48	1,67	2,70
	med.	0,51	0,65	0,80	1,18
	mín.	0,23	0,13	0,33	0,21
N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	máx.	0,69	1,04	1,04	7,63
	med.	0,18	0,26	0,38	1,05
	mín.	0,00	0,00	0,00	0,00
DQO (mg O ₂ /l)	máx.	177,60	116,16	111,98	277,01
	med.	64,56	40,13	34,78	58,90
	mín.	1,46	0,00	0,00	0,00

En la zona media superior se mantienen gran parte de características físicas de la cabecera: la transparencia es alta salvo en puntos concretos afectados por nucleos de población. La temperatura media se mantiene alrededor de los 13 °C, pero con máximas ya considerables. Lógicamente su mineralización, así como el contenido de nutrientes es mayor (el P-PO₄³⁻ y la conductividad se duplican prácticamente). El oxígeno se mantiene alrededor del 100% de saturación, salvo en puntos concretos. Contrariamente al fosfato y al amonio, la DQO disminuye respecto a la zona de cabecera, posiblemente por la presencia del embalse de Oliana y por el carácter más eutrófico del río.

La presencia de plecópteros se reduce significativamente, al contrario de coleópteros (*Elmidae*), moluscos (*Ancylidae*), y, sobre todo los efemerópteros (*Ephemera* sp., *Ecdyonurus* sp., *Oligoneuriella* sp., *Potamanthus* sp.). Dentro de los tricópteros, los que fabrican estuches van siendo sustituidos por otros de vida libre o tejedores de redes como *Hydropschysidae*. Por su parte, los dípteros pierden en diversidad, pero se mantienen en términos de biomasa a través de la abundancia de la familia *Chironomidae*.

La zona media inferior se caracteriza por cambios rápidos del caudal, debido a la presencia de los embalses de Camarasa (en el río Noguera Pallaresa) y de San Lorenzo, que son también la causa de que la temperatura del agua se mantenga similar a la del tramo inmediatamente superior, incluso con máximas menores. La turbidez de las aguas se ve afectada en el mismo sentido y también por la ausencia de núcleos importantes de población en la ribera. Estos dos aspectos, a su vez, explican los niveles mantenidos de nutrientes y DQO (la concentración de P-PO₄³⁻ es incluso menor que en la cabecera). El cambio en el contenido mineral se explica a partir del paso del Segre por el macizo calcáreo del Montsec y por el anticlinal Barbastro-Balaguer de yesos.

El macrobentos presente es de tipo triturador, macro o micrófago, hervívoro detritívoro. Son frecuentes los representantes de aguas calcáreas como algunas especies de crustáceos de la familia *Gammaridae*, únicamente presentes en esta zona del Segre, y de moluscos (*Bythinellidae*). Los efemerópteros están adaptados a sustratos de granulometría más fina; son reptadores (*Caenis* sp.) o excavadores (*Ephoron* sp.). Los tricópteros son de vida libre y de pequeño tamaño (*Ecnomidae*, *Psychomidae*); estos últimos junto con los coleópteros de la familia *Dryopidae* presentan adaptaciones especiales para perforar maderas (troncos, arrastres...). Es también destacable la abundancia de hidrácros.

Por último, la zona inferior es el tramo del río más maltratado por la actividad humana. El cauce mayor adquiere considerables dimensiones (anchura y profundidad) y forma grandes meandros, alternándose zonas de rápidos y remansos. La vegetación acuática sumergida y las comunidades vegetales de ribera ganan importancia, especialmente en puntos no demasiado profundos.

Los suministros de agua para riego, producción hidroeléctrica y de agua potable, junto con la mayor densidad de población, hacen que los parámetros relacionados con la polución se disparen, especialmente en el estiaje (el fósforo en forma de ortofosfato y el amonio aumentan unas 7 veces). También aumentan, aunque

en menor proporción, la DQO, los nitratos, la conductividad y la turbidez. El oxígeno disuelto presenta grandes fluctuaciones (desde un 25% hasta un 225% de saturación) tanto en el tiempo como en el espacio, sobre todo en remansos.

El macrobentos es el más pobre, formado por organismos resistentes a un cierto grado de polución como algunos oligoquetos, moluscos (*Physidae*, *Valvatidae*), planarias termófilas (*Dugesia sp.*) y heterópteros (*Corixidae*). Algunos dípteros de respiración aérea (*Ephydriidae*) son frecuentes en los puntos más alterados, mientras que en los otros abundan pequeños crustáceos de la familia *Cypridae*.

La zonación y las unidades sistemáticas características de cada tramo, muestran una cierta coherencia al ser analizados en términos de correlaciones. La Figura 3 representa la matriz de correlación de las abundancias, para un nivel de significación mínimo del 99% ($P < 0.01$).

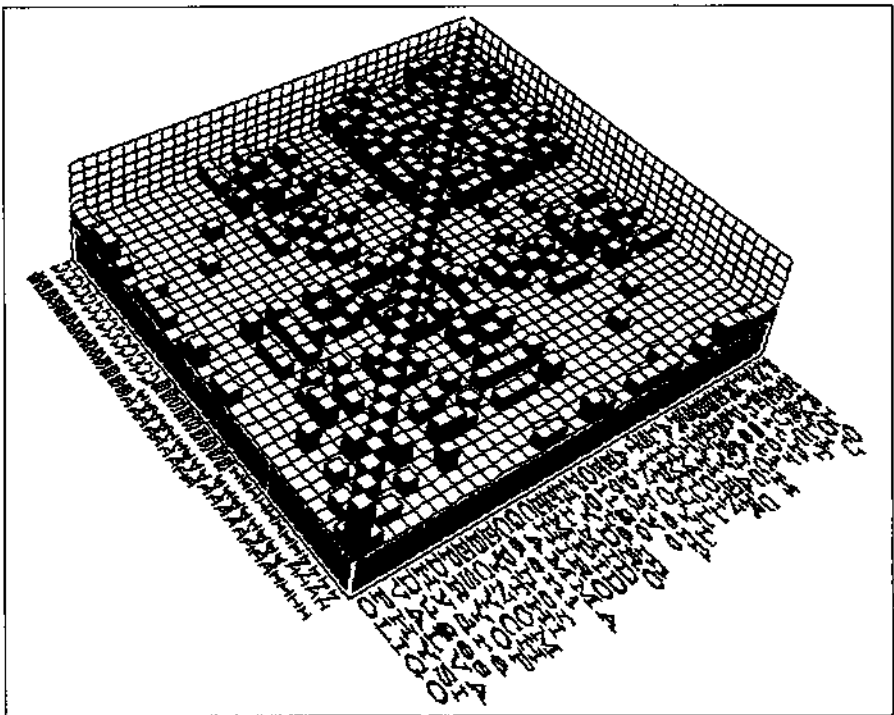


Figura 3. Representación tridimensional de la matriz de coeficientes de correlación entre las unidades sistemáticas relacionadas, ordenadas según la zona del río a la que pertenecen. El significado de las abreviaciones corresponde a las cinco primeras letras del nombre de las unidades sistemáticas que figuran en la Tabla 3 con un «CDO» mayor que 1 (SU= Zona Superior; MS= Zona Media Superior; MI= Zona Media Inferior; IN= Zona Inferior).

Plecópteros, tricópteros, dípteros y efemerópteros de distribución altitudinal, mantienen entre sí las más altas correlaciones, siempre de signo positivo, particularmente *Perlodidae*, *Perlidae*, *Rhyacophilidae*, *Athericidae*, *Limonidae*, *Rhitrogena* sp. y *Epeorus* sp.

La correlación entre la comunidad de cabecera y la del tramo medio (superior e inferior) es baja pero preferentemente positiva, mientras que entre la cabecera y el tramo final es negativa y sólo significativa en las unidades sistemáticas más abundantes y de más amplia distribución (Oligochaeta).

En la zona media del río (superior e inferior) ocurre algo semejante con las correlaciones más altas para sus propias unidades sistemáticas características. Sobre la matriz de correlaciones, la zona inferior no aparece tan bien definida como las anteriores debido a que su macrobentos está constituido por especies que tienen en común la tolerancia a la polución, pero que están, en mayor o menor grado presentes en el resto del río.

DISCUSIÓN

La importancia del gradiente longitudinal de características mesológicas, puesta de manifiesto ya en anteriores trabajos (Palau & Palomes, 1986a), es también evidente en la zonación del río expuesta, ciertamente independiente de la presencia de embalses y de núcleos de población, excepto en el tramo final.

En el Segre las discontinuidades no parecen establecerse entre secciones relativamente cortas (entre estaciones de muestreo próximas), debido a que los cambios en la composición del macrobentos a lo largo del río son mayoritariamente de tipo gradual y cuantitativo, es decir en la base de variaciones (reducciones de cabecera a desembocadura) en el número de unidades sistemáticas o de individuos, pero manteniéndose muchas especies comunes entre los puntos consecutivos e incluso entre tramos alterados y no alterados, lo que, en definitiva, determina el mantenimiento de un coeficiente de asociación « T_{AB} » relativamente alto o, lo que es lo mismo, un menor grado de diferencia o discontinuidad. Tan sólo en el tramo final la discontinuidad del río, en términos de macrobentos, se ve constantemente fraccionada como respuesta a las alteraciones locales.

Dejando de lado las alteraciones de carácter local, cuya importancia como causa de discontinuidades del macrobentos ya ha sido reconocida en otros trabajos (Hawkes, 1975; Illet & Prat, 1984), puede admitirse que los cambios en la comunidad macrobentónica a lo largo del Segre se adecúan a la teoría del río como un continuo (Vannote et al., 1981) en todo su recorrido menos alterado.

Sin embargo, a pesar de que en el planteamiento del estudio no se ha acudido al concepto clásico de zonación, (Illies & Botosaneanu, 1963), sino que la división en tramos se ha realizado, simplemente, llevando hasta el límite de discontinuidad a las diferencias entre el macrobentos de dos puntos del río a diferente cota, está claro que existen discontinuidades no atribuibles a causas artificiales que separan grupos de unidades sistemáticas más correlacionadas entre sí que con el resto,

ocupando tramos con unas características físico-químicas propias bastante diferenciales.

La comunidad macrobentónica del río Segre aparece, por lo tanto, como un continuo en el que, no obstante, es posible detectar discontinuidades que dan entrada a una zonación más o menos discreta y coherente.

Posiblemente el concepto de «zonación» es más incompleto que incorrecto. Está claro que la concepción estática de los ríos a la que induce, no permite asumir su compleja organización espacial, sin embargo la posibilidad de diferenciar de un modo coherente cambios en la comunidad macrobentónica de un río por encima de los efectos circunstanciales que puedan derivar de la presencia de embalses o demás factores artificiales, induce a pensar en términos de «contigüidad» en lugar de «continuidad» que quedaría limitada al plano funcional.

Bibliografía

- BOURNAUD, M.; KECH, G. & RICHOUX, P. (1980). Les prélèvements de macroinvertébrés benthiques en tant que révélateurs de la physionomie d'une rivière. *Annals Limnol.* 16(1): 55-75.
- HAWKES, H. A. (1975). River zonation and classification. In B.A. Whitton (ed.), *River Ecology*. Blackwell, Oxford. pp. 313-374.
- HELLAWELL, J. M. (1978). Biological surveillance of rivers: a biological monitoring handbook. Water Res. Center, Medmenhans, England, 372 pp.
- ILLES, J. & BOTOSANEAU, L. (1963). Problèmes et méthodes de la classification et la zonation écologiques des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. *Mitt. Int. Verein, Limnol.* 12: 1-57.
- MILLET, X. & PRAT, N. (1984). Las comunidades de macroinvertébrados a lo largo del río Llobregat. *Limnética*, 1: 222-233.
- PALAU, A. & PALOMES, A. (1986a). Los macroinvertébrados bentónicos como elementos de juicio para la evaluación de la calidad biológica del río Segre (Lleida, NE España). *Limnética*, 2: 205-215.
- PALAU, A. & PALOMES, A. (1986b). *Diagnóstico físico-químico y biológico del río Segre*. Dpto. Ciencias del Suelo y Climatología, y Dpto. Microbiología de la E.T.S.I. Agrónomos de Lleida. 500pp.
- SABATER, F.; SABATER, S. & ARMENGOL, J. (1987). Caracterización fisiográfica de la cuenca de un río mediterráneo: el Ter. *Actas del IV Congreso Español de Limnología*. Sevilla. 155-164.
- VANNOTE, R.L.; MINSHALL, W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R. & CUSHING, C.E. (1980). The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37: 130-137.