

# DERIVA NICTEMERAL DE MACROINVERTEBRADOS EN EL RIO LLOBREGAT (BARCELONA)

M. Rieradevall, N. Prat

Dpto. Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona.

Palabras clave: Macroinvertebrates, drift, Llobregat river.

## ABSTRACT

### DIEL PERIODICITY OF MACROINVERTEBRATE DRIFT IN THE LLOBREGAT RIVER (NE SPAIN)

A study on the qualitative and quantitative composition of macroinvertebrate drift in the Llobregat river (NE Spain) is put forward. Samples were taken hourly during a 24 hour period in August 1982. The samples were taken with a net of 625 cm.<sup>2</sup> of filtering surface and an opening mesh size of 500 microns, which filtered 72,1 m.<sup>3</sup>/h. and collected 75,719 individuals during the sampling period. That means a drift rate of 1.224 indiv./h. and a drift density of 17 indiv./m.<sup>3</sup>.

81% of the organisms collected were exuviae, mainly pupal chironomid skins (54%) and nymphal ephemeroptera moults (27%). The remainder percentage of living organisms represents a drift rate of 227 indiv./h. and a drift density of 3.14 indiv./m.<sup>3</sup>. These are intermediate values if we compare them with the data published.

Sixty per cent of the living drift were chironomids, 17.5 % ephemeroptera and 10 % trichoptera; these being the most important groups. Of the 87 species identified in those groups 23 were common in all the (71) samples (Table 1).

For each one of these groups the general trend of the drift shows a pattern with two major maxima and two other minor peaks of drift rate. The higher values observed after the study of the frequencies of pupal exuviae and adult chironomids, and of the larvae and exuviae of *Baetis* spp. are due to the dusk effect. The other higher value appears in the early morning, and seems to be related to some catastrophic event (as a flow increase). In the evening, after the washing of a car a few meters upstream, a drift increase was recorded for *Hydropsyche exocellata* and to a certain extent for chironomid larvae.

So the daily pattern of drift in the Llobregat river seems to result from the addition of several causes, some produced by the behavioral pattern of the species and other ones as a result of the reaction to the catastrophic events.

## INTRODUCCION

Hace ya varios años que se iniciaron una serie de estudios sobre los ríos catalanes. En concreto, en el río Llobregat se han realizado trabajos sobre la físico-química de sus aguas, la fauna del bentos, así como, de la diversidad de organismos a lo largo del eje principal del río (Prat *et al.* 1982, 1983, 1984). Estos conocimientos de base hicieron pensar en la necesidad de realizar nuevos trabajos sobre aspectos más concretos de la biología y dinámica del río. En este sentido hemos estudiado la deriva en una estación del río Llobregat con una doble finalidad. Por un lado con un interés faunístico, centrado especialmen-

te en los quironómidos, y por otro lado el de intuir que tipo de fluctuaciones sufre la deriva a lo largo de 24 horas, de manera global y según las especies.

## ZONA DE MUESTREO

La estación estudiada corresponde a un punto en la zona media del eje principal del río Llobregat (Fig. 1) entre las localidades de L'Ametlla de Merola y Navars (en la provincia de Barcelona, a 41°55'N, 1°52'E), coincidiendo con la estación nº 67 de anteriores estudios en este río. La altitud sobre el nivel del mar es de 330 m. y la pendiente media del 0.88%. La

	N	%
CHIRONOMIDAE (exuvias)	13.900	
<i>Polypedilum quadriguttatum</i>	3.748	26,9
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i>	1.659	11,9
<i>Micropsectra atrofasciata</i>	1.545	11,1
<i>Synorthocladius semivirens</i>	1.196	8,6
<i>Tvetenia calvescens</i>	848	6,1
<i>Chironomus sp.</i>	742	5,3
<i>Cricotopus bicinctus</i>	522	3,7
<i>Polypedilum convictum</i>	495	3,5
<i>Nanocladius rectinervis</i>	410	2,9
<i>Cricotopus trifascia</i>	270	1,9
<i>Phaenopsectra flavipes</i>	238	1,7
<i>Tanytarsus brundini</i>	222	1,6
<i>Thienemanniella obscura</i>	185	1,3
<i>Ablabesmyia longystila</i>	178	1,2
<i>Orthocladius sp. u</i>	169	1,2
<i>Rheopelopia ornatu</i>	140	1,0
EPHEMEROPTERA (exuvias y larvas)	7.683	
<i>Baetis spp.</i>	3.615	47,0
<i>B. fuscatus</i>	2.419	31,4
<i>B. meridionalis</i>	522	6,7
<i>B. rhodani</i>	422	5,5
<i>B. vardurensis</i>	288	3,7
<i>Caenis luctuosa</i>	140	1,8
<i>C. pusilla</i>	101	1,3
TRICHOPTERA (larvas)	409	
<i>Hydropsyche exocellata</i>	363	88,7

Tabla 1.—Abundancias respecto al total de deriva y porcentajes respecto al total parcial de cada grupo. de las especies más frecuentes.

Number of individuals caught of the most frequent species in the dnft and the relative abundance in each insect group.

distancia al origen en este punto es de 53,5 Km., y se situa a 27 Km. por debajo del embalse de La Baells.

La anchura del río era de unos 47 m., con una profundidad media de 45 cm. (20–77 cm.). El caudal en el periodo de estudio fué de  $7,1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . El sustrato estaba constituido por arena, grava y piedras en proporciones variables. Había también abundante vegetación de *Cladophora* y *Potamogeton*. En este punto el río se ensanchaba, formando zonas de aguas más quietas donde predominaba el sustrato arenoso y la vegetación de fanerógamas. Lateralmente al río había una pequeña represa.

## MATERIAL Y METODOS

Se efectuó un muestreo intensivo de 24 horas recojiéndose una muestra de una hora de duración en

cada periodo horario, desde las 10 h. (hora solar) del día 5 a las 9 h. del día 6 de Agosto de 1982. Las muestras se tomaron con una red de deriva de  $625 \text{ cm}^2$  de boca cuadrada y 130 cm. de largo, con un paso de malla de  $500 \mu\text{m}$ . La red se situó en la zona de más corriente del río, con sustrato de piedras.

Las muestras se recogían de un bote colocado al final de la red y eran fijadas con formol al 4% hasta su separación e identificación de los organismos recolectados, en el laboratorio. Así mismo, se tomaron a intervalos de 1 hora datos de los parámetros ambientales: temperatura del aire y del agua, conductividad, oxígeno disuelto, pH y muestras de agua para el análisis del contenido en nutrientes y peso seco del material en suspensión.

De los restos vegetales (algas, detritus de hojas,...) que quedaron retenidos en la red, una vez separados los organismos, se calculó el peso seco.

	N	% DT	% DV
DIPTERA			
CHIRONOMIDAE (62 especies)	16.849	65,51	61,6
- Larvas	1.181	4,59	
- Pupas	551	2,14	
- Exuvias	13.909	54,08	
- Adultos	1.208	4,69	
SIMULIIDAE (larvas)	13	0,05	0,02
OTROS DIPTEROS	182	0,70	2,5
EPHEMEROPTERA (20 especies)	7.780	30,25	17,5
- Larvas	711	2,76	
- Exuvias	6.951	27,02	
- Adultos	118	0,45	
TRICHOPTERA (5 especies)	509	1,97	
- Larvas	711	2,76	
- Pupas	32	0,12	
- Adultos	38	0,14	
COLEOPTERA	37	0,14	0,7
ELMIDAE	34	0,13	
DYTISCIDAE	3	0,01	
HEMIPTERA	1	0,003	0,0
ODONATA	1	0,003	0,02
HIDRACARINA	55	0,21	1,1
OLIGOCHAETA	169	0,65	3,5
HIRUDINEA	4	0,01	0,08
INSECTOS TERRESTRES	119	0,46	2,49
Total	25.719	100	
INSECTOS			
- Larvas	2.314	8,99	
- Pupas	703	2,73	
- Exuvias	20.952	81,46	
- Adultos	1.364	5,30	
OTROS	386	1,50	

Tabla 2.-Número de individuos y abundancias relativas de los distintos grupos en la deriva total (DT) y en la deriva viva (DV) y de los diferentes estadios de insectos presentes en la deriva.

Absolute and relative abundances of all the macroinvertebrates in the dnft. DT = Total drift. DV = Living animals.

## RESULTADOS

### Valores de la Deriva

Hemos evaluado la importancia numérica de la deriva en esta estación del río Llobregat a partir de la metodología propuesta por Elliott (1967, 1970) y Bournaud-Thibault (1973).

Debido a que no poseemos valores puntuales de ve-

locidad del agua ni del caudal filtrado por la red, hemos estimado estos valores a partir del caudal total del río que era de  $7,1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  respecto a la sección total del mismo ( $21 \text{ m}^2$ ). La velocidad media del agua, deducida de esta forma, era de  $0,33 \text{ ms}^{-1}$  y el caudal filtrado por la red era de unos  $72,1 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ .

El número de individuos recolectados en 21 horas fue de 25.719, lo que supone una tasa de deriva de

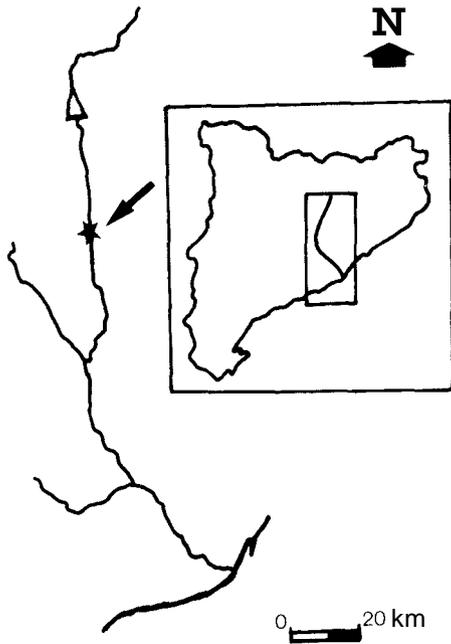


Figura 1.-Localización geográfica del punto de muestreo. Location of the sampling cite.

1224 individuos por hora y una densidad de deriva ( $d$ ) de 17 individuos por  $m^3$  (de agua filtrada). La Intensidad de la deriva era de 20428 individuos  $h^{-1} m^{-2}$ , y la Deriva Total de  $4,34 \times 10^6$  individuos por hora, si consideramos toda la sección del río.

Los mismos cálculos considerando únicamente la deriva viva (es decir, todos los organismos vivos que se encuentran en la columna de agua) darán, lógicamente, resultados distintos. Así, la tasa de deriva será ahora de 227 indiv. $h^{-1}$ , la Densidad de deriva ( $d$ ) de 3,14 indiv.  $m^{-3}$ , y la Intensidad de deriva tendrá valores del orden de los 3605 indiv.  $h^{-1} m^{-2}$ .

Estos valores son intermedios respecto a los hallados por otros autores, ya que aquellos varían entre 0,1-0,4 indiv.  $m^{-3}$  (densidad de deriva) de Elliot (1967), hasta los 34 indiv.  $m^{-3}$  en una sola noche de Minshall et. al. (1983). De todas formas en la bibliografía se aprecia una gran variabilidad en los valores de densidad de deriva, no sólo entre diferentes ríos, sino también a lo largo del año en una misma estación (Minshall et.al. loc. cit.).

Si en algun caso hubiéramos sobreestimado nuestros datos se debería a la falta de valores «in situ» de velocidad y caudal filtrado por la red en cada unidad de tiempo. De hecho, la red estaba colocada en la

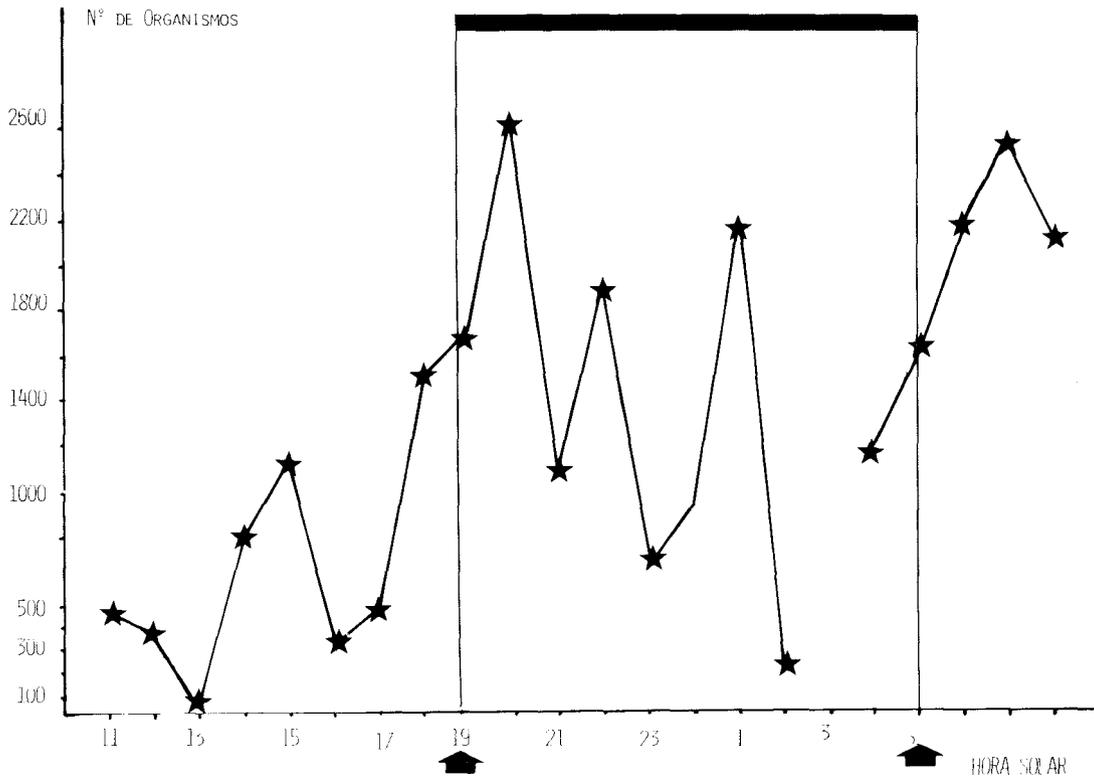


Figura 2.-Variación del número de individuos en la deriva por hora (Tasa de Deriva Total). (-) Horas de oscuridad. (†) Hora de salida y puesta del sol.

Daily fluctuations of the drift rate. (-) Darkness. (†) Sunset and sunrise.

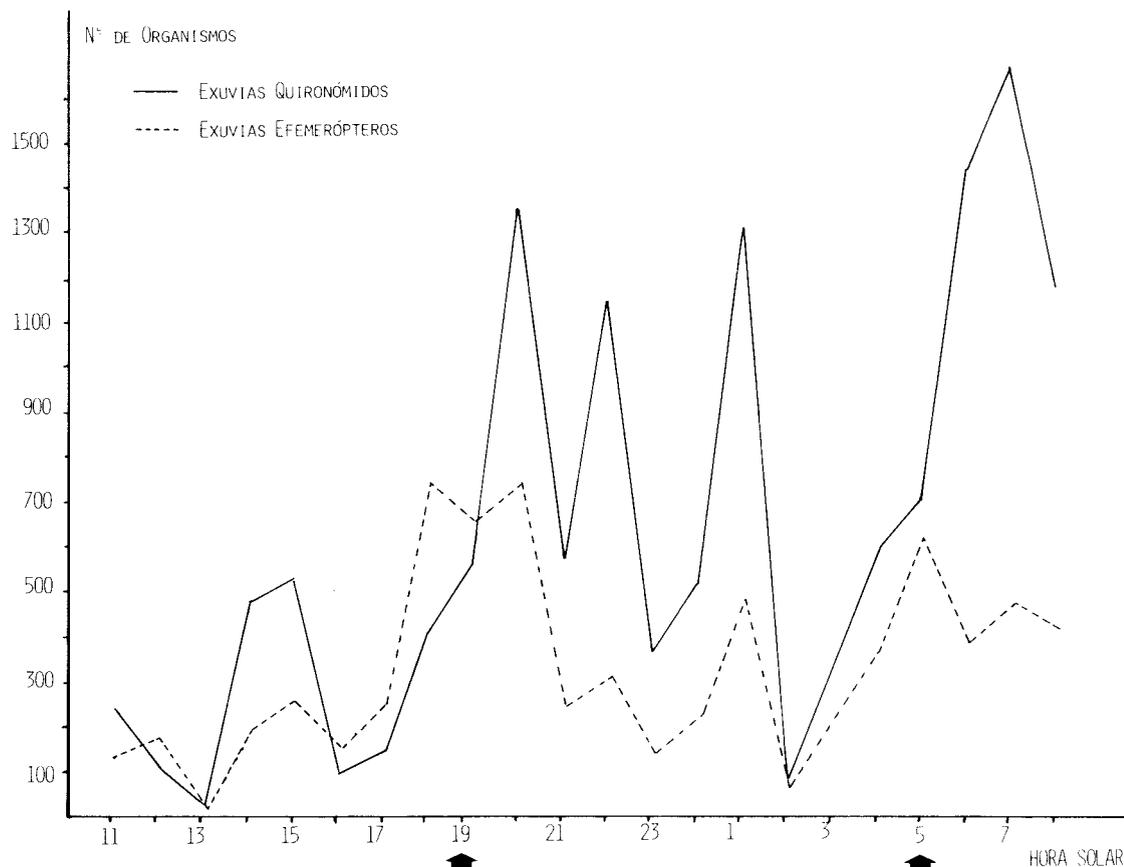


Figura 3.—Variación de las abundancias de exuvias de quironómidos y efemerópteros  
Daily fluctuations in the drift rate of chironomid and ephemeroptera exuviae.

zona de máxima corriente del río por lo que la velocidad en este punto era más elevada que la media estimada a partir del caudal total. Si esto fuera así, para la misma tasa de deriva los valores de densidad e intensidad de deriva no serían tan elevados.

Elliott (1967) utiliza como estimador de la proporción de la población bentónica que se halla en la deriva ( $P\%$ ) el resultado de  $P = x D / X - xD$  donde:  $x$  = número de organismos por  $m^3$  en la deriva;  $D$  = profundidad media del agua;  $X$  = número de organismos por  $m^2$  en el bentos.

La aplicación de este índice en nuestro caso da valores (para una densidad en el bentos de 4035 indiv. por  $m^2$ ) de 0,032% al considerar la deriva viva, y de 0,18% si tenemos en cuenta a las exuvias. Estas proporciones son también intermedias en comparación con los datos de otros autores entre los que hallamos proporciones de 0,0002% (Bishop & Hynes, 1969) hasta 0,34% (Ulfstrand, 1968). Esta gran variación en los valores puede ser debida a las diferentes técnicas

de muestreo del bentos, con las que se obtiene una eficacia distinta en cada caso, así como al diferente comportamiento de las especies bentónicas respecto a la deriva o sus variaciones estacionales.

## COMPOSICION

Cualitativamente la composición de organismos presentes en la deriva refleja bien la del bentos en la estación muestreada (al comparar nuestros datos con los de Muñoz *et al.*, en prensa), (Tabla I). Como puede verse el número de especies es bastante elevado, lo que refleja la heterogeneidad en sustratos de la zona.

En la Tabla II se pueden apreciar las importancias cuantitativas de cada grupo: entre los que dominan los Chironomidae (Dipt.) y los Ephemeroptera, ambos presentes en la deriva principalmente en forma de exuvia pupal o ninfal en cada caso.

Por las especies presentes y por las proporciones

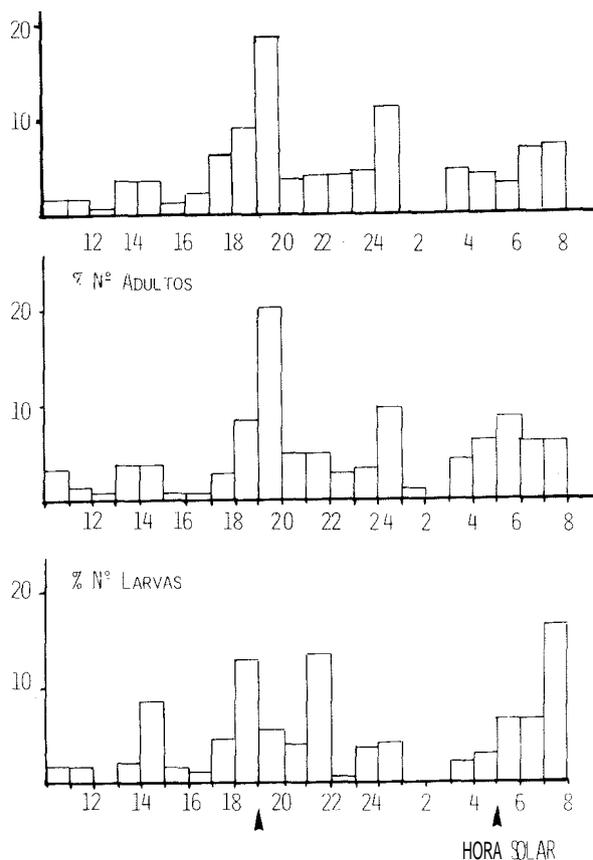


Figura 4.-Abundancias relativas de las larvas, pupas y adultos de quironómidos a lo largo del periodo muestreado.

Frequencies (%) of chironomid larvae pupae and adults during the sampling period.

entre las distintas subfamilias de quironómidos representadas en esta zona, hemos de considerar al río como característico de zonas de pendiente moderada con abundante fauna de preferencias lénticas y asociadas a la vegetación. Nuestros datos se asemejan mucho a los del río Truyere (Francia; Laville 1979) con el que comparte además un parecido en cuanto al tipo de sustrato y a la situación del punto de muestra dentro de la cuenca.

#### Ritmo diario de la deriva

En la figura 2 se muestra la variación del número total de individuos en la deriva por hora (Tasa de Deriva) durante el tiempo de muestreo. Se pueden dife-

renciar 4 periodos relevantes de deriva, manifestados por incrementos en el número de organismos. En primer lugar, un máximo a las 14-15 h. que afectó a todos los grupos (tricópteros, efemerópteros y larvas de quironómido) tanto en el n.º de especies como en su abundancia. Así mismo, en las primeras horas de la noche (20 h.) y a medianoche (1 h.) tuvieron lugar los incrementos más notables en individuos, junto con el de la mañana siguiente, momento de mayor diversidad de especies y mayor tasa de deriva.

A los mismos periodos de deriva comentados de manera global (Fig. 2) se ajusta muy bien el número de exuvias de quironómido por hora (Fig. 3) lo que indica la importancia de las exuvias como elemento mayoritario de la deriva. Las larvas muestran 4 máximos importantes, entre los que falta el mencionado de medianoche (1 h.) (Fig. 4). Las pupas y adultos, en cambio, presentan un claro aumento justo después de la puesta de sol así como un cierto incremento a medianoche, lo que se relaciona claramente con la emergencia de los adultos, más importante en las horas de oscuridad. (Fig. 4).

Las exuvias ninfales de los efemerópteros derivan mayormente al atardecer (Fig. 3), de manera que su presencia se hace importante 1 hora antes de la puesta de sol, y continuarán siéndolo 1 hora después. Se aprecia también un cierto aumento a las 14-15 h. de poca importancia, así como, otros dos máximos a la 1 h. de la noche y al amanecer. Este último se halla adelantado una hora respecto a la salida del sol, pero no es coincidente con las horas de la mañana de mayor tasa global de deriva.

En el caso de las ninfas de efemerópteros se observó un incremento general de deriva nocturna para las distintas especies y diferentes estadios; ya que, como se puede apreciar en la Fig. 5, se recogieron gran cantidad de individuos juveniles (indicados como *Baetis* spp., dada la imposibilidad de su caracterización específica).

A pesar de la poca tendencia a derivar que manifestaron las larvas de tricóptero (las cuales eran en su mayoría *Hydropsyche exocellata*) durante todo el periodo de muestreo; sí lo hicieron de forma proporcionalmente más importante a las 15 h., como puede verse en la Fig. 6. Constituyen pues una parte importante de la deriva asociada al primer periodo de elevada tasa de deriva (Fig. 2.).

#### DISCUSION

En su trabajo de síntesis sobre la deriva, Waters (1965) diferenciaba 3 tipos de deriva aplicables preferentemente a los invertebrados bentónicos. 1) La deriva catastrófica, debida a condiciones inusuales de perturbación física del medio (lluvia, sequedad, hielo.

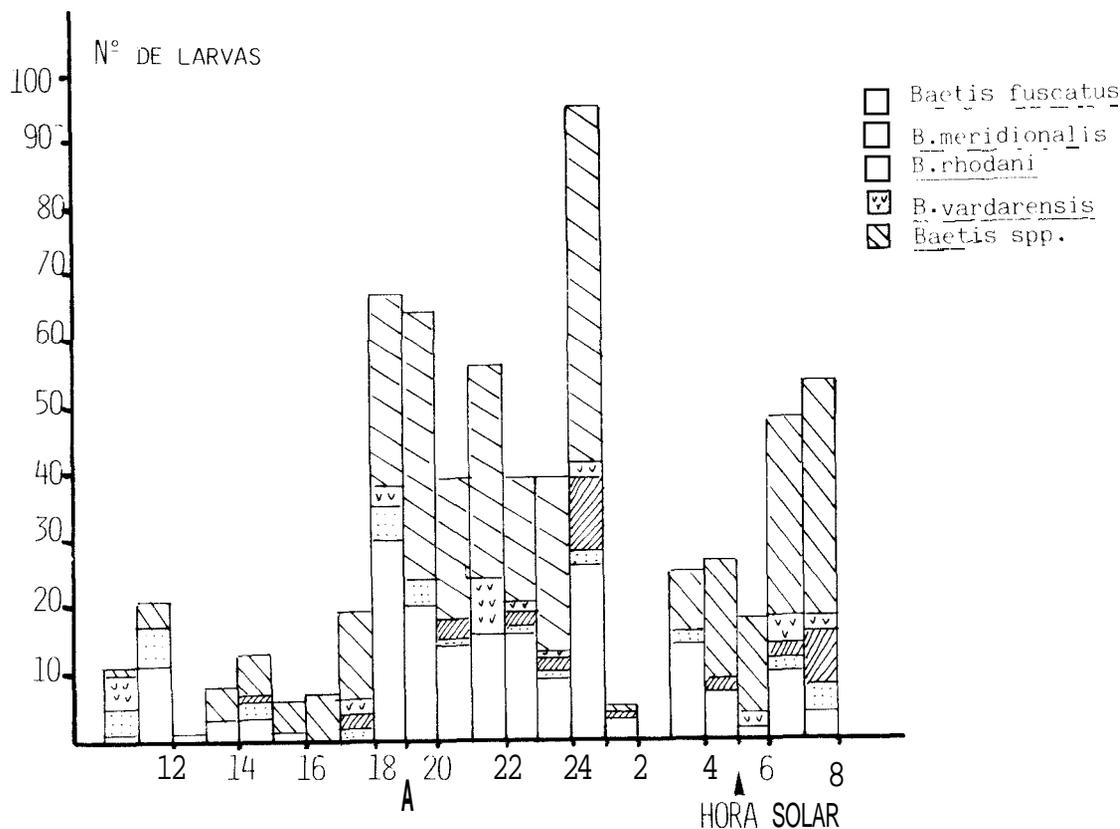


Figura 5.-Abundanciasde las larvas de diferentes especies del género *Baetis* (Ephem.).  
Abundances of several species of *Baetis* (Ephem.), larvae.

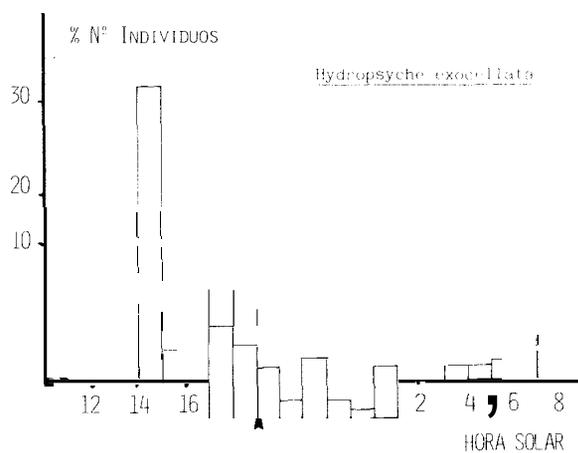


Figura 6.-Abundancias relativas de las larvas de *Hydropsyche exocellata* (Trichopt.).  
Frequencies (%) of *Hydropsyche exocellata* (Trichopt.) larvae

erosión, polución,...), cuyo efecto sería el desalojo del sustrato por parte de los macroinvertebrados bentónicos. 2) La deriva constante, que consiste en el arrastre accidental de los organismos por efecto del flujo normal del agua. 3) La deriva debida al comportamiento de los organismos como respuesta pasiva o activa a diversos factores (luz, temperatura, velocidad del agua,...) según las especies. Las causas de este tipo de deriva estarían relacionadas con los periodos de actividad de los organismos, con sus ciclos vitales o con la regulación de la densidad de población en el lecho del río.

El ritmo diario de deriva que hemos descrito en el río Llobregat aparece pues como el resultado de la motilidad y actividad de emergencia de los organismos, así como de otras causas de tipo catastrófico y ajenas directamente a aquellos.

Los máximos en la tasa de deriva que aparecieron al atardecer y al amanecer, parecen estar relacionados con la actividad de emergencia de los insectos, en especial el del atardecer, en que hubo un gran aumento en la deriva de pupas y adultos de quironómidos y de

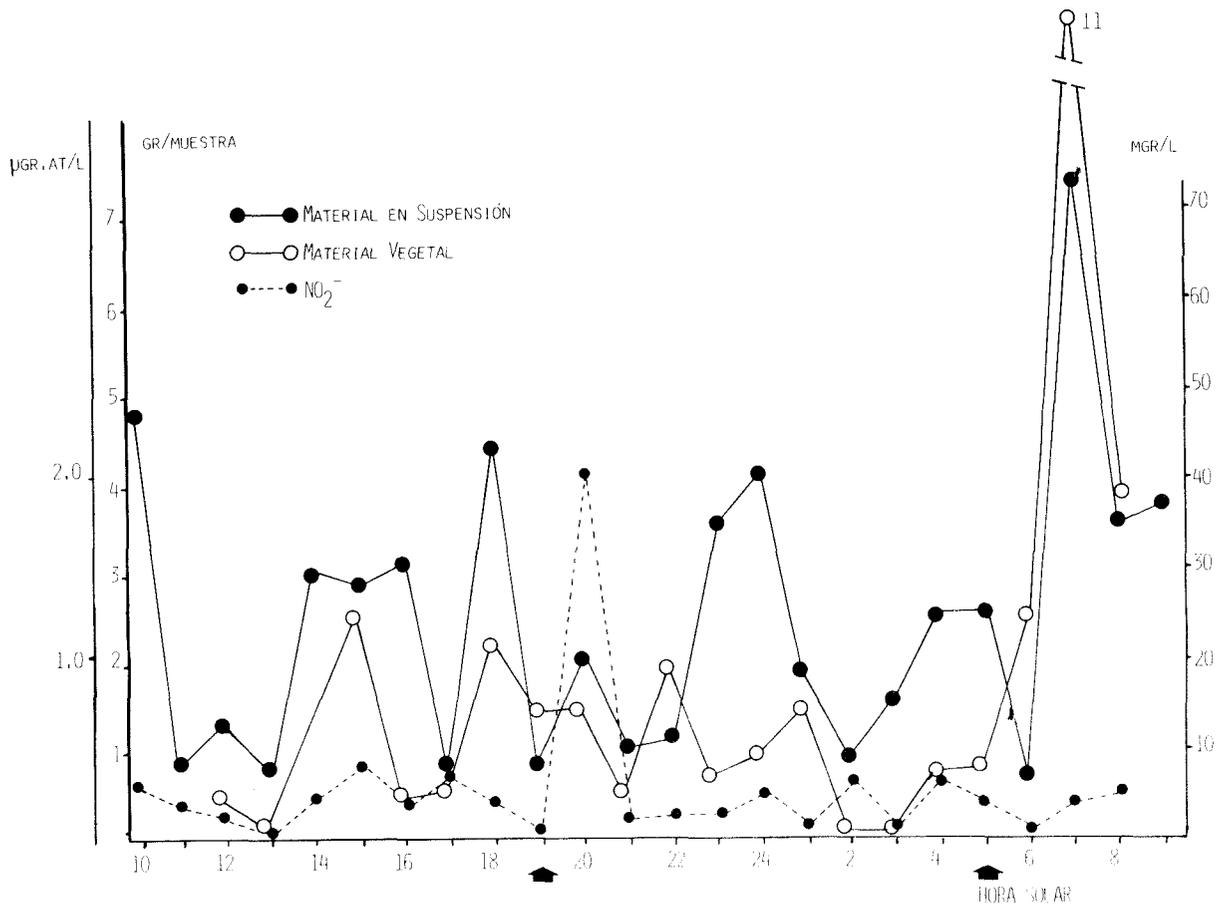


Figura 7.—Fluctuación del peso seco de los sólidos en suspensión en el agua (en mgr.: l), del peso seco del material vegetal retenido por la red (en gramos muestra), y de la concentración de nitritos en el agua (en  $\mu$ gr. at./l).  
Fluctuations along the sampling period of suspended mater measured as dry weight (mgr. l), dry weight of vegetal debris retained by the net (gr./sample) and the nitrite concentration in water ( $\mu$ gr. at./l).

sus exuvias. Es decir que, el cambio luz—oscuridad y viceversa, inductor de la actividad de emergencia, favorecería, por tanto, un incremento de la deriva de los organismos, tal como se ha indicado en numerosos trabajos sobre el tema (Holt & Waters, 1967; Pearson & Frankling, 1968; Chaston, 1969; Müller, 1974).

El máximo del amanecer (que no aparece en la mayoría de estudios de deriva) coincide además con aumentos importantes del material en suspensión en el agua y del material vegetal, más grosero, retenido por la red (Fig. 7). Esto hace pensar en que este incremento de deriva fuera debido, además de al factor cambio de luz, a un aumento del flujo del agua o a la erosión de algunas zonas del río superiores a nuestro punto de muestreo, de los que no tenemos datos concretos. Estas perturbaciones incrementarían la presencia de exuvias en la deriva, al arrastrarlas desde

las zonas con corriente más lenta o de entre la vegetación, donde probablemente habrían quedado retenidas.

A las 14,15 h. algunas especies mostraron incrementos en su tasa de deriva. Estos incrementos, a pesar de no ser muy importantes cuantitativamente, parecen ser la inanimación de la acción de algún factor externo distinto a la luz o a la temperatura, ya que estos no sufrieron variación alguna en estos momentos. Por ejemplo, las larvas de quironómido derivaron relativamente más en estas horas que las pupas y adultos de estos dipteros (Fig. 4). También presenta un máximo de deriva a las 15 h. el tricóptero *Hydropsyche excellata* (Fig. 6.). Ambos aumentos coinciden con el lavado de un coche que tuvo lugar unos metros más arriba del punto de muestreo, y por tanto con una perturbación física del medio. Como la mayoría de las larvas de tricóptero eran de talla pequeña (o

sea primeros estadios larvarios), quizá la rápida colmatación de las redes de filtración obligó a una migración de las larvas hacia zonas más favorables, lo que explicaría el máximo de deriva registrado.

El incremento de la deriva de los organismos bentónicos como respuesta a un aumento de turbulencia y del material en suspensión, o en general a cualquier alteración del medio acuático por causas naturales o no, ya fue indicado anteriormente por Waters (1962). Este autor describía resultados similares debidos al efecto de unos niños que jugaban en el río unos metros por encima del lugar de estudio de la deriva. De todo ello concluimos que el ritmo de deriva que muestra *H. exocellata* en el periodo estudiado no es asociable a la periodicidad en la actividad de las larvas, sino a causas catastróficas.

Queda por comentar el máximo apreciable a la 1 h. de la noche. Este aumento no parece asociado a cambios de flujo en el agua, por la variación mínima que sufrieron los sólidos en suspensión o el material vegetal recogido por la red en este momento. Aquí el aumento de la tasa de deriva afectó de manera importante a las larvas de efemerópteros y a la actividad de emergencia de algunas especies de quironómidos, y poco a la actividad de muda de los efemerópteros (Fig. 5).

Algunos autores han indicado diversas causas posibles de estos máximos tardíos nocturnos. Waters (1962), Anderson (1966) y Krogers (1974) hablan del efecto represor de la luz de la luna sobre la deriva y en general de la actividad de los organismos acuáticos. De esta forma, y por el contrario, al desaparecer la luna y disminuir la intensidad luminosa la deriva aumentaría. Otros autores, en cambio, (Chaston, 1969) no encuentran diferencias estadísticas entre la deriva de noches con luna llena o sin luna. Kovalak (1978) aducía al stress respiratorio la causa de los máximos nocturnos de deriva; y Müller (1965) hallaba típicamente dos máximos nocturnos en las noches largas de primavera y otoño.

En nuestro caso no podemos concluir qué provocó el incremento en la tasa de deriva, ya que si bien la luna fue llena en la noche del 5 al 6 de agosto, no tenemos observaciones referentes a la desaparición de la luna por efecto de las nubes, por ejemplo. Tampoco se apreciaron en esta hora variaciones en el contenido de oxígeno disuelto en el agua, por lo que descartaríamos la hipótesis de la deriva por falta de oxígeno.

Hay que resaltar que las condiciones físico-químicas del agua medidas (temperatura, pH, conductividad, oxígeno, nitritos, nitratos, fosfatos) no variaron apreciablemente a lo largo del ciclo diario, si exceptuamos a las 70 h. (Fig. 7) donde hubo un máximo de nitritos, nitratos y fosfatos (en la figura sólo se ha indicado la evolución de los nitritos para simplifi-

car). Aunque este aumento es considerable, y la contaminación puede producir incrementos de la deriva, el hecho de que coincida con el máximo nocturno de emergencia hace difícil saber si este factor, la contaminación, puede ser importante en nuestro caso.

En conclusión, las fluctuaciones en la deriva de los diferentes grupos de macroinvertebrados presentes en el río Llobregat en la estación estudiada en la noche del 5 al 6 de agosto de 1982 no tienen una explicación simple, sino que es el resultado tanto del comportamiento de algunas especies (emergencia de los quironómidos y efemerópteros) como a diferentes eventos de tipo puntual (deriva catastrófica sensu Waters, 1965). Entre estos últimos señalaríamos cambios en el flujo del río, el efecto del lavado de un coche y otros no determinados.

## BIBLIOGRAFIA

- Anderson, N.H. 1966. Depresant effect of moon light on activity of aquatic insects. *Nature* 209, 5020: 319-320.
- Bishop, J.E. & Hynes, H.B.N. 1969. Downstream drift of the invertebrate fauna in a stream ecosystem. *Arch. Hydrobiol.* 66(1): 56-90.
- Bournaud, M & Thibault, J. 1973. La dérive des organismes dans les caux courantes. *Ann. Limnol.* 14 (1): 11-49.
- Chaston, I. 1969. The light threshold controlling the periodicity of invertebrate drift. *J. An. Ecol.* 38 (1): 171-180.
- Elliott, J.M. 1967. Invertebrate drift in a Dartmoor stream. *Archiv. Hydrobiol.* 63: 202-237.
- 1970. Methods of sampling invertebrate drift in running water. *Ann. Limnol.* 6 (2): 13-159.
- Holt, K.S. & Waters, T.F. 1967. The effect of light intensity on the drift of stream invertebrates. *Ecology* 48: 225-234.
- Kovalak, W.P. 1978. Effects of a pool on stream invertebrate drift. *Am. Midl. Nat.* 99: 119-177.
- Kroger, R.L. 1974. Invertebrate drift in the Snake River; Wyoming. *Hydrobiol.* 44(4): 369-380.
- Laville, H. 1979. Etude de la dérive des exuvies nymphales des Chironomides au niveau de confluent Lot-Truyerc. *Ann. Limnol.* 15(2) 155-180.
- Minshall, G.W. & Andrews, P.A. & Manuel-Faler, C.Y. 1983. Application of island biogeographic theory to streams: Macroinvertebrate recolonization of the Tenton River, Idaho. In *Stream Ecology*, Edited by J.R. Barnes & G.W. Minshall. 399 pp.
- Müller, K. 1965. Field experiments on periodicity of freshwater invertebrates. *Circadian clocks*. Proceedings of the Feldafing summer school; 3 14-3 17.
- 1974. Stream drift as a chronobiological pheno-

menon in running water ecosystem. *Ann.Rev.of Ecology and Systematics* vol. 5: 309-323.

**Muñoz, I. & Prat, N. & Millet, X. & Martínez Ansemil, E. 1987.** *Heterogeneidad espacial de la distribución de los macroinvertebrados a lo largo de un transecto en el río Llobregat (Barcelona, España)*. *Limnetica*, 2.

**Pearson, W.D. & Franklin, D.R. 1968.** Some factors affecting drift rates of *Baetis* and Simuliidae in a large river. *Ecology* 49: 75-81.

**Prat, N. & Puig, M.A. & Gonzalez, G. & Tort, M.J. 1982.** *Predicció i control de qualitat de les aigües dels rius Besos i Llobregat. I. Els factors físics i químics del medi*. *Estudis i Monografies* nº 6. *Servei del Medi Ambient. Diputació de Barcelona*.

**Prat, N. & Puig, M.A. & Gonzalez, G. 1983.** *Predicció i control de la qualitat de les aigües dels rius Besos i Llobregat. II. El poblament faunístic i la seva relació amb la qualitat de les aigües*. *Estudis i Monografies* nº 9. *Servei del Medi Ambient. Diputació de Barcelona*.

**Prat, N. & Puig, M.A. & Gonzalez, G. & Millet, X. 1984.** *Chironomid longitudinal distribution and Macroinvertebrate Diversity along the Llobregat River (NE Spain)*. *Mem.Am.Ent.Soc.* 34: 267-278.

**Ulfstrand. 1968.** *Benthic animal communities in Lapland streams*. *Oikos Suppl.* 10, 120 pp.

**Waters, T.F. 1962.** Diurnal periodicity in the drift of stream bottom organisms. *Ecology*, 42 (3):316-320.