

# DISTRIBUCION DE LOS EFEMEROPTEROS EN EL RIO GUADIAMAR (SEVILLA).

A. Gallardo y J. Toja

Departamento de Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Sevilla.

Palabras clave: Ephemeroptera ecology, Guadiana River (Spain)

## ABSTRACT

### DISTRIBUTION OF EPHEMEROPTERA ALONG THE GUADIAMAR RIVER (SEVILLE)

The mayflies (Ephemeroptera) of the basin of the Guadiamar river haven been studied from november of 1978 to june 1981, trying to find relationships between distribution of species and environmental units.

The criterions used to define environmental units have been: 1) flow cate, 2) deph, 3) kind of susbtrate, 4) abundanceof. organic sediments and 5 ) vegetation types. The species can be grouped according to their habitat preferences. *Habroplebia fusca*, *Ecdyonurus helveticus*, *Ephemerella ignita* y *Baetis rhodani* are associated with strong currents and stone sustrate; *Siphonurus lacustris* with steady waters and sandy substrate. The rest of the species are related with environmental units of intermediate characteristics. The main factor influencing the distribution of mayflies is flow rate.

## INTRODUCCION

La cuenca del río Guadiamar ocupa parte de las provincias de Sevilla y Huelva, desembocando en el Brazo de la Torre del río Guadalquivir, en las proximidades del Parque Nacional de Doñana. Este río ha sido uno de los principales aportes de agua dulce al Parque de Doñana aunque, en la actualidad, los diques construidos para el aprovechamiento agrícola (arrozales) del exterior del parque, han interrumpido su entrada directa. En su curso alto, el río atraviesa terrenos de sierra y sus aguas están relativamente poco alteradas. Pero, en su curso bajo, recibe, a través del río Agrio, los aportes de las explotaciones mineras de Aznalcollar que modifican sensiblemente sus características. Otra fuente de alteración son los vertidos urbanos que recibe a partir de Gerena y del arroyo Alcarayón (que conduce los vertidos de varios pueblos) (Fig. 1).

Dentro del Plan de Uso y Gestión del Parque Nacional de Doñana, se contempla la posibilidad de permitir de nuevo la entrada de las aguas del Guadia-

mar, siendo este uno de los motivos de interés del estudio de la calidad de sus aguas y de las comunidades acuáticas que en ellas residen.

El presente trabajo estudia las poblaciones de Ephemeropteros que se desarrollan en el río Guadiamar y su cuenca, así como cuáles son las principales variables del medio que determinan su presencia y ausencia.

## MATERIAL Y METODOS

Después de un reconocimiento extensivo de la cuenca, se fijaron 11 estaciones de muestreo considerando, como criterio, la investigación del mayor número posible de ambientes distintos: afluentes en su curso alto y bajo, contaminados y no contaminados; y distintos tramos del río en toda su longitud desde el nacimiento hasta su encauzamiento en el Brazo de la Torre. (Fig. 1).

En cada punto se realizó un muestreo a lo largo de

10 a 20 m. paralelamente a la orilla en dos zonas: a) deposicional, b) erosional. En el punto de máxima profundidad se tomaron muestras de agua para la determinación de las siguientes variables del medio físico-químico: Temperatura (con termómetro); coeficientes de extinción de luz (k) mediante el disco de Secchi (Margalef, 1974, pag. 111); Profundidad con metro rígido; pH con pHmetro Beckman electrometer; Reserva alcalina, por volumetría con  $\text{SO}_4\text{H}_2$  usando indicador mixto (Golterman y Clymo, 1969); Cloruro por volumetría con  $\text{NO}_3\text{Ag}$  (Apha, Awwa, VPCP, 1963); Oxígeno disuelto por el método de Winkler (APHA, AWWA, VPCP, 1963). En cada estación de muestreo se determinó la velocidad de la corriente mediante un objeto flotante.

Para estimar la abundancia de cada una de las especies se emplearon dos mangas: una triangular de 30 cm. de lado y otra cuadrada de 20 cm. de lado. Ambas tenían una luz de malla de 0,1 mm. aproximadamente. El número de mangadas estuvo en función de los resultados obtenidos: inferiores a 10 cuando eran pobres en especies e individuos y entre 10 y 20 cuando eran favorables. La densidad relativa se expresa mediante la unidad de esfuerzo (Elliot, 1970; Montes del Olmo *et al.*, 1980), dividiendo el número de ejemplares capturados entre el número de mangadas utilizadas para su captura.

En las estaciones finalmente estudiadas, se realizaron muestreos esporádicos entre noviembre de 1978 y junio de 1981, fijándose 4 estaciones de muestreo intensivo, en las que la periodicidad fue aproximadamente mensual durante el año hidrológico 1978-79 hasta que quedaron secas. Se realizó un total de 123 inventarios detectándose Ephemérotos en 67 de ellos.

Cada estación se subdividió en varios sectores atendiendo a los criterios que se pueden ver en la tabla 2, para estudiar la distribución de las especies en distintas localizaciones.

Los datos faunísticos se trataron mediante el análisis de Correspondencias (Fernandez Ales, *et al.*, 1978).

## RESULTADOS Y DISCUSION

De las especies capturadas sólo se han identificado con seguridad 12, pertenecientes a 6 familias, no siendo posible la identificación de otras por no estar aún completo su desarrollo ninfal. La relación de

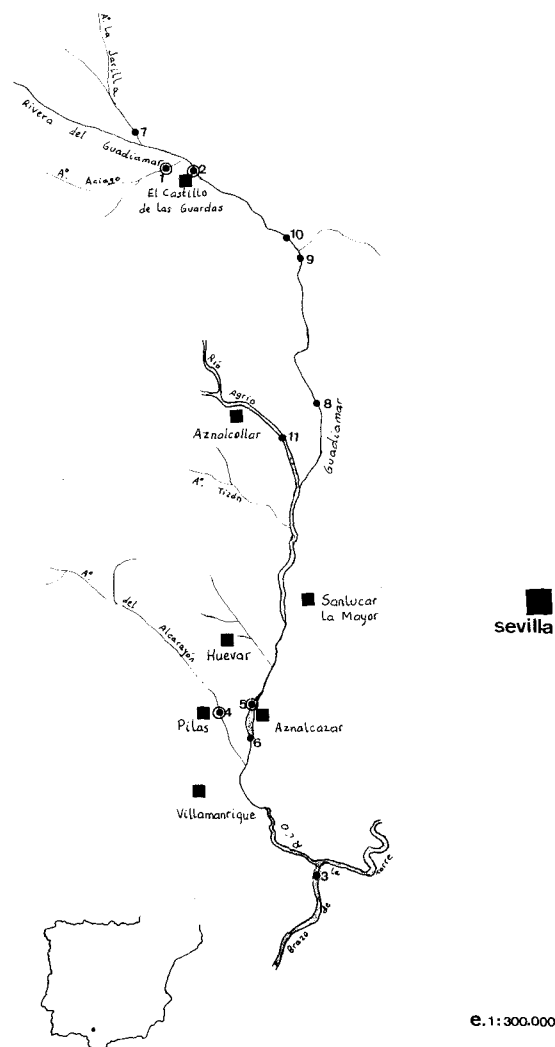


Figura 1 - Situación de las estaciones de muestreo en la cuenca del río Guadimar ● puntos estudiados sistemáticamente

Situation of the sampling stations in the basin of the Guadimar river. ● stations systematically studied

especies clasificadas según Grandi (1967) y Macan (1970) es la siguiente:

### Fam.SIPHONURIIDAE

*Siphonurus lacustris*. Eaton, 1980.

### Fam.HEPTAGENIDAE

*Ecdyonurus helveticus*. Eaton 1983-89

### Fam.BAETIDAE

*Baetis rhodani* Pictet 1843-45

*Baetis lutheri* Müller-liebenau 1967

\**Cloën dipterum* Linneo, 1761

Tabla I.- Datos físico-químicos del agua y densidad de cada una de las especies detectadas (en unidades de esfuerzo).  
 Phisico-chemical data and density (in units of effort) of the each of species found

Nº estación	Localidad	Altitud (m.s.n.m.)	Fecha	temperatura °C	Coefficiente de extinción de la luz	Velocidad m/s	Prof. máxima cm	pH	Reserva alcalina meq/l	Cloruro mg/l	Oxígeno mg/l	<i>Eph. ignita</i>	<i>S. lacustris</i>	<i>C. luctuosa</i>	<i>E. helveticus</i>	<i>Ch. picteti</i>	<i>H. fusca</i>	<i>T. bellus</i>	<i>Cloëon spp</i>	<i>E. rhodani</i>	<i>E. lutheri</i>		
1	Río Aciago	300	11.11.78	13,0	0,000	0,00	32	7,0	2,45	83,2	16,7	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
			12.01.79	12,5	0,000	0,17	46	6,5	2,06	64,6	13,7	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			27.02.79	10,5	0,000	0,43	48	6,5	1,60	42,0	17,5	0,5	7,3	2,5	-	-	-	-	-	-	23,9	21,2	-
			14.04.79	15,5	0,000	0,54	50	7,0	2,2	25,2	5,8	2,0	9,4	1,5	-	0,3	0,7	-	-	-	20,1	26,4	-
			31.05.79	22,5	0,000	0,00	40	7,0	2,10	45,8	7,1	-	-	0,3	-	1,3	0,3	-	-	-	6,1	-	-
			25.07.79	seco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			30.01.80	12,0	0,000	0,10	45	7,0	1,80	49,0	12,0	-	-	2,5	-	-	-	0,7	6,4	4,0	-	-	
2	Río Guadianar en el Castillo de las Guardas	290	17.11.78	13,0	0,015	0,00	101	7,0	3,60	87,8	14,7	-	-	12,7	-	-	-	-	2,5	0,8	-	-	
			12.01.79	14,0	0,022	0,40	125	6,5	2,60	43,8	16,5	-	-	7,7	-	-	-	-	0,5	2,9	6,0	0,6	
			27.02.79	13,0	0,020	0,46	138	7,0	2,70	36,5	16,2	2,2	0,3	10,7	-	-	-	0,5	0,8	6,2	8,7	-	
			17.04.79	20,0	0,021	0,46	143	7,0	2,20	24,3	7,6	6,8	0,6	13,4	1,4	0,3	2,9	0,3	2,7	17,5	-		
			31.05.79	21,0	0,023	0,37	124	7,0	4,10	43,0	4,6	1,0	-	15,3	1,4	3,3	4,1	0,1	3,2	3,5	-		
			25.07.79	28,0	0,032	0,00	108	6,8	5,4	62,7	3,4	-	-	5,7	-	0,7	-	-	0,3	2,3	3,5	-	
			30.01.80	14,0	0,024	0,20	110	7,0	2,6	50,0	15,0	0,2	-	2,1	0,5	0,1	-	0,3	0,6	9,2	-		
3	Brazo de la Torre	0	19.11.78	13,5	0,028	0,04	73	7,5	13,4	516,5	3,9	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	-	-	
			19.05.79	22,0	0,200	0,00	40	7,0	7,1	311,5	5,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	Arroyo Alcarayón	60	19.11.78	14,0	0,566	0,07	100	8,5	22,3	504,3	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			9.02.79	16,0	0,128	0,43	115	8,0	14,2	294,2	8,0	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	5,3	-	
			3.04.79	14,5	0,170	0,19	110	7,5	10,4	268,1	7,7	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	3,5	0,2	
			19.05.79	18,0	0,140	0,14	100	1,5	13,5	349,3	3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	
			25.07.79	23,0	0,130	0,00	90	7,5	10,4	272,8	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	Río Guadianar, Azuqueca I		19.11.78	18,0	0,130	0,00	150	7,5	7,2	127,95	16,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			9.02.79	18,0	0,060	0,10	300	5,6	1,5	39,2	11,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	
			3.04.79	20,5	0,060	0,02	215	7,0	4,0	87,8	15,7	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	
			19.05.79	24,0	0,053	0,00	200	1,0	4,4	91,5	3,5	-	-	0,7	-	-	-	-	-	3,3	5,3	3,2	
			25.07.79	31,0	0,136	0,0	150	1,5	5,2	117,7	16,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,7	-	
6	Río Guadianar Azuqueca II	20	25.07.79	30,0	0,077	0,00	115	7,0	4,4	117,7	9,8	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-		
7	Arroyo La Jarrilla	300	28.07.79	26,0	0,056	0,00	75	6,8	3,6	51,0	8,5	-	-	0,9	-	-	-	0,1	3,2	-	-		
8	R. Guadianar, Gerena	60	21.06.81	27,0	0,000	0,0	45	7,0	5,5	98,0	2,4	-	-	16,4	-	-	-	-	-	0,8	-		
9	Río Guadianar las Viñas	200	21.06.81	28,0	0,000	0,00	30	7,0	4,2	103,8	11,4	-	-	5,6	-	0,6	-	0,2	30,2	-	-		
10	Río Guadianar El Atisal	200	21.06.81	24,0	0,170	0,00	29	7,0	5,2	159,7	2,6	-	-	0,2	-	-	-	-	0,1	-	-		
11	Río Agrón	60	21.06.81	25,0	0,038	0,00	300	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

\**Cloëon schoenemumdi* Bengtsson, 1936

\**Cloëon inscriptum* Bengtsson, 1914

Fam. LEPTOPHLEBIIDAE

*Habrophlebia fusca* Curtis, 1834

*Coroterpes picteti* Eaton 1871

*Thraulius bellus* Eaton 1881

Fam. EPHEMERELLIDAE

*Ephemerella ignita* Poda 1761

Fam. CAENIDAE

*Caenis luctuosa* Burmeister 1831

En la Tabla 1 se han expuesto los resultados de los análisis físico-químicos así como la abundancia de las distintas especies (en unidad de esfuerzo) encontradas en los muestreos realizados. En el caso de los dos primeros muestreos del punto 1 (Río Aciago), no figuran los datos faunísticos por haberse estropeado

las muestras antes del recuento, aunque se marcan (+) las especies que estaban presentes.

En la figura 2 se observan las correlaciones significativas existentes entre las especies de Efemerópteros capturadas en todas las estaciones muestreadas, sin discriminación de su localización en el cauce. Se observa que *Ephemerella ignita*, *Ecdyonurus helveticus*, *Habrophlebia fusca* y *Baetis rhodani*, aparecen fuertemente relacionadas entre sí formando el grupo más definido. Por el contrario *B. lutheri* no está significativamente correlacionada con ninguna especie, pero hay que tener en cuenta que se han recogido muy pocos ejemplares de ella.

"A priori" se podría pensar que estas relaciones interespecificas podrían ser de tipo trófico. Se han descrito numerosos hábitos alimenticios de los Efeme-

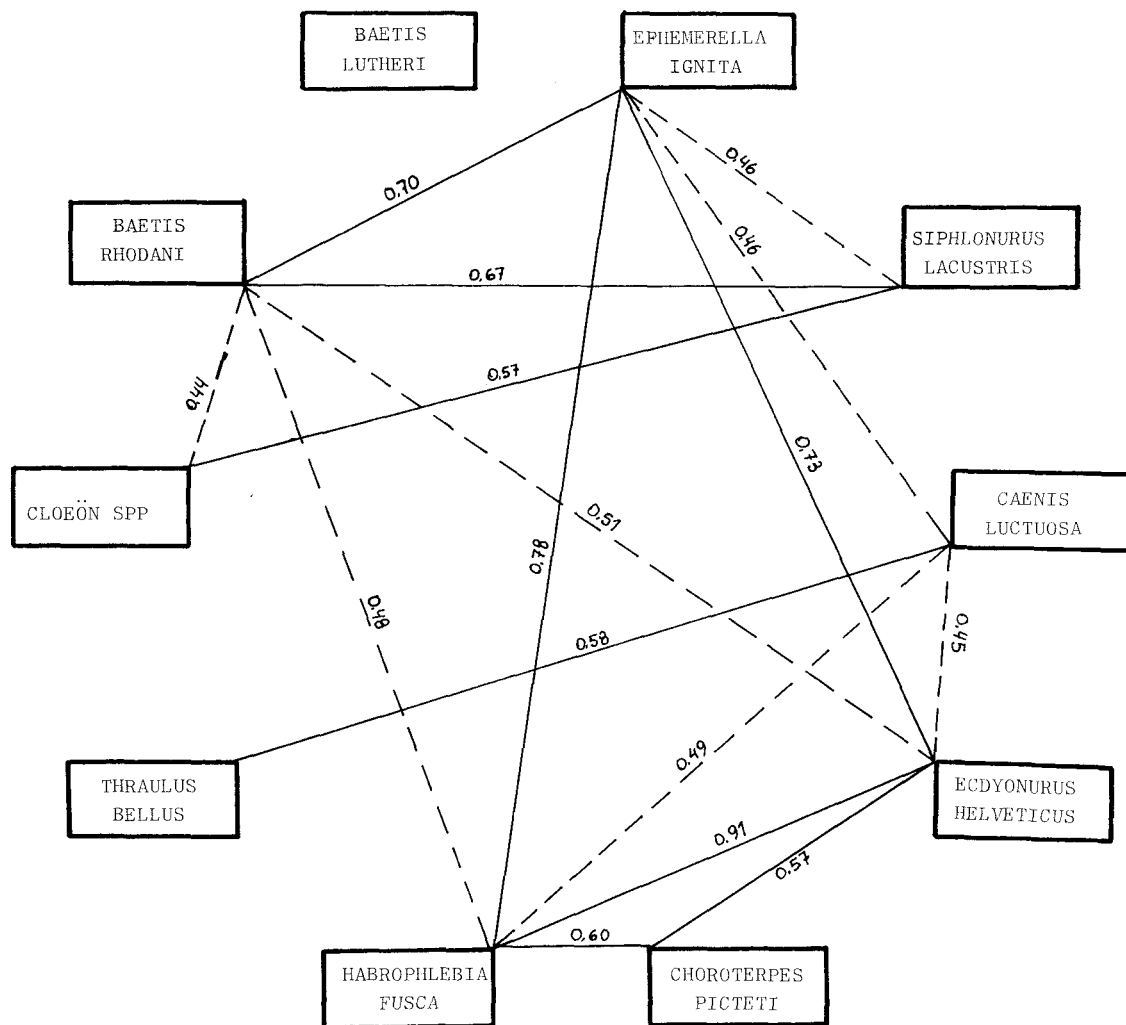


Figura 2 - Correlaciones significativas para el 99% (—) y para el 95% (---) de los casos entre las especies de Efemerópteros identificadas. Todas las correlaciones son positivas.  
Significant correlations for the 99% of the cases (—) and for the 95% of the cases (---) between the species of mayflies. All correlations are positives.

rópteros, principalmente herbívoros y detritívoros (Cummins, 1973; Shapas y Hilsenhoff, 1976). Sin embargo, no se puede descartar el uso exclusivo de detritos altamente especializados (Strenger, 1973). No obstante es posible pensar que las condiciones existentes en la cuenca del río Guadiamar, permiten el desarrollo favorable de la vegetación, especialmente de algas, por lo que las distintas especies no tienen que competir lo suficiente para evitar el solapamiento de los nichos (Magdych, 1976) por lo que, posiblemente, las especies de esta cuenca están más relacionadas por sus requerimientos físico-químicos que por los

tróficos.

Un factor determinante de la presencia o ausencia de Efemerópteros es sin duda la concentración de oxígeno, de tal forma que en muestras con escasa concentración de este elemento (algunas con anoxia) no se han recogido ejemplares, corroborando el valor indicador de la calidad del agua de estos organismos (Olson y Myrtle, 1968; Nebreka, 1972). No obstante, se observan algunas muestras con altas concentraciones de oxígeno y muy escasas en Efemerópteros, pero esto puede ser un defecto metodológico por haber tomado las muestras en momentos del día de alta actividad

fotosintética.

El aumento de la mineralización de las aguas parece desfavorable al desarrollo de los Efemerópteros (hay una correlación negativa, con mayor o menor significación, entre todas las especies y las concentraciones de cloruro y la alcalinidad), pero como las muestras que presentan mayor concentración salina corresponden a zonas en las que el río ha recibido ya aportes de aguas residuales, es probable que esta última sea la verdadera causa responsable de la escasa presencia de Efemerópteros.

Parece que se distinguen dos grupos de especies, uno que corresponde aguas lentas con altas temperaturas, del que una especie característica es *Coroterpes picteti*, a la que Landa (1968) describe como especie de verano y otro grupo, en el que se integran la mayoría de las especies y que se caracteriza por estar en aguas rápidas con temperaturas más bajas. Quizás *Baetis rhodani* sea la especie más dependiente de este último parámetro, ya que disminuye drásticamente sus efectivos en cuanto empieza a aumentar la temperatura (Macan, 1980).

*Caenis luctuosa* y *Cloëon spp.* parecen soportar un amplio espectro de variación de las características del medio. Son especies que se encuentran en prácticamente todos los muestreos, la primera probablemente sí es una especie altamente tolerable, pero en el caso de la segunda ya se mencionó que es un grupo formado por 3 especies, que no pudieron diferenciarse antes de la realización de los análisis y que, aunque coinciden en muchas muestras, tienen que presentar distinta importancia relativa en cada uno de los inventarios realizados.

La clasificación de los efemerópteros así deducida es muy poco ilustrativa, por lo que se ha intentado realizar un estudio más profundo sobre la localización de las especies en las distintas estaciones de muestreo.

Son muy numerosos los estudios encaminados al conocimiento de los factores que intervienen en la distribución de las ninfas de Efemerópteros (Barver y Kevern, 1973; Brusven y Pratherm, 1974; Corkun, et al., 1977; Alba Tercedor y Jimenez Millán, 1978; Magdych, 1979). Para comprender mejor su distribución en la cuenca del Guadiamar se han clasificado las 67 muestras obtenidas atendiendo a los criterios que se exponen en la tabla 2. La lógica variación de cada estación a lo largo del ciclo anual también se ha tenido en cuenta en la separación de las muestras.

Los periodos de carga y evaporación se calcularon

Tabla II.- Criterios empleados para la discriminación de las distintas unidades ambientales

Criteria used for the discriminations of the different environmental units

1.- SUBSTRATO	A1 : Cantos
	A2 : Arenas
	A3 : Arcillas
	A4 : Rocas
2.- CONTENIDO EN SEDIMENTOS ORGÁNICOS	B1 : Alto
	B2 : Medio
	B3 : Bajo
	B4 : Nulo
3.- PROFUNDIDAD	C1 : mayor de 30 cm
	C2 : entre 20 y 30 cm
	C3 : menor de 20 cm
4.- VEGETACION	D1 : Littoral
	D2 : Flotante
	D3 : Fondo
	D4 : Nula
5.- CLASIFICACION DE LAS ESTACIONES	E1 : Fuente
	E2 : No defensas
	E3 : Nula

mediante diagramas ombrotérmicos realizados con los datos tomados en los últimos 15 años en las estaciones meteorológicas del Castillo de las Guardas (próxima a los puntos 1, 2, 3, 7, 9 y 10), Aznalcázar (próxima a los puntos 4, 5, 6, 8 y 11) y Marismas (estación 3).

Al someter los datos faunísticos al análisis de Correspondencias, se obtienen en primer lugar 3 grupos definidos (Figura 3).

- 1.-Muestras correspondientes a periodos de carga arroyos del curso alto, definidas por la velocidad de la corriente y caracterizadas por las especies *Baetis lutheri*, *B. rhodani*, *Ephemerella ignita* y *Ecdyonurus helveticus*.
- 2.-Muestras correspondientes a tramos de río y arroyos que presentan agua la mayor parte del año. Las especies características son *Caenis luctuosa*, *Thraulius bellus* y *Choroterpes picteti* especie que, o tienen larga vida o son de eclosión tardía, desarrollándose posteriormente al periodo de carga.
- 3.-Muestras correspondientes a arroyos inestables, con algunas del río en periodo de evaporación. Está caracterizado por *Cloëon spp* y *Siphonurus lacustris* que son especies que o bien precisan aguas lentas o son oportunistas que aprovechan arroyos de corta duración en la inundación.

Si se estudia la distribución de las muestras y especies surgidas considerando los tres primeros ejes

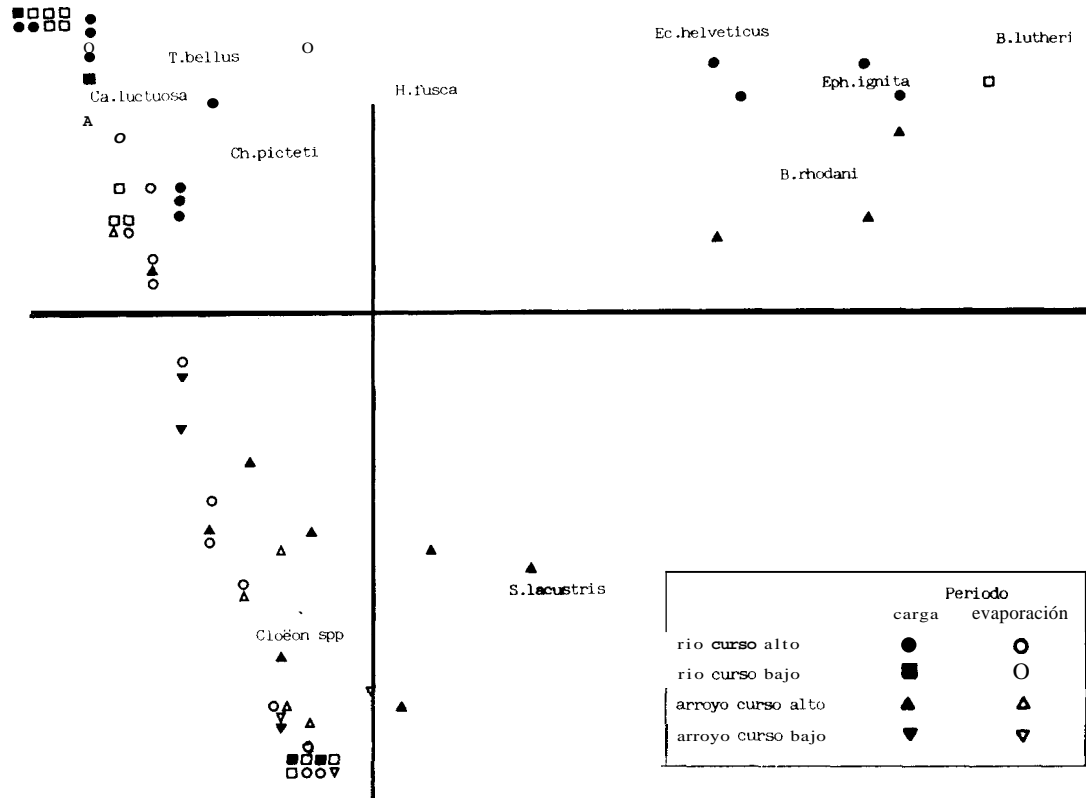


Figura 3 - Distribución de las especies y de las unidades ambientales en el plano definido por los ejes I y II del análisis de correspondencias. Distribution in the plane defined by the axes I and II of the Reciprocal Average Analysis of the species and the environmental units.

del análisis y se compara con las características del medio según las distintas clases de sustrato, sedimento, profundidad, vegetación y velocidad de la corriente, en cada grupo de muestras definido es posible hacer una estimación de la sucesión de estas especies de un tipo de ambiente a otros, bien a lo largo del curso de agua, bien a través del tiempo (Tabla 3).

Queda bastante claro que la velocidad de la corriente, junto con el tipo de sustrato (que de ella depende), es el factor que tiene mayor incidencia en la localización de los Efemerópteros en esta cuenca. El contenido en sedimentos es también función de la velocidad, mientras que la profundidad y la vegetación parecen tener, en este caso, una escasa importancia en la distribución.

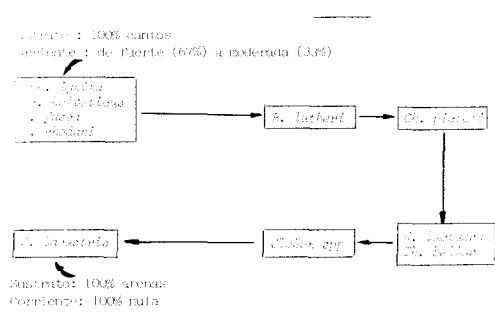
Por último es preciso señalar el papel que tienen las variaciones estacionales del nivel del agua en el

establecimiento de las poblaciones.

## CONCLUSIONES

Sólo en dos estaciones: Río Guadiamar a su paso por el Castillo de las Guardas y Arroyo Aciago, se presenta una alta densidad y diversidad de Efemerópteros: El resto de la cuenca está muy empobrecida en especies de este grupo. Siendo sólo relativamente frecuentes *Caenis luctuosa* y *Cloëon spp*, que parecen ser las especies más tolerantes a ecosistemas alterados y que pueden resistir en el curso bajo del río, al que van a parar residuos industriales (mineros) y urbanos, así como abonos procedentes de las tierras agrícolas de la cuenca. Posiblemente en el caso de *Cloëon spp* su casi constante presencia tanto en

Tabla III.- Distribución sucesiva de las especies según los factores determinantes de su ambiente  
 Successive distribution of the species according to the determine factor of its environment



el espacio como en el tiempo se debe a ligeras diferencias de comportamiento de las especies que forman su grupo.

El factor determinante de que se presenten unas u otras especies parece que es la velocidad del agua y el tipo de sustrato, aunque éste depende lógicamente de aquella. Otro factor importante es la duración de la inundación, ya que las especies de vida más larga o de eclosión más tardía sólo podrán desarrollarse en ambientes estables. Sin embargo, el tipo de vegetación no parece tener importancia.

El grupo compuesto por *Ephemerella ignita*, *Ecdyonurus helveticus*, *Baetis rhodani* y *Habrophlebia fusca*, es el que requiere agua más veloz, con sustrato a base de cantos y ausencia de sedimentos, mientras que *Siphonurus lacustris* requiere aguas quietas, pero siempre remansos de aguas limpias, con sustrato arenoso. Entre estos dos extremos, el resto de las especies se sitúan en ambientes intermedios.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Dra. Müller-Liebena del Max-Planck-Institute für limnologie de Plön, a la Dra. Gaiño del Instituto di Zoologia de Genova y a la Dra. Puig del Departamento de Ecología de la Universidad de Barcelona, la ayuda prestada en la identificación de las especies de Efemerópteros.

## BIBLIOGRAFIA

Alba-Tercedor, J., Jiménez Millan, F., 1978. Larvas de

Efemerópteros de las estribaciones de Sierra Nevada. Factores que intervienen en su distribución. Bol. Asoc. Esp. Entom., 2 : 91-103  
 APHA, AWWA, VPCP, 1963. Métodos estándar para el análisis de aguas y aguas de desecho. Ed. Interamericana.

Arber, W.E., Kevern, N.R., 1973. Ecological factors influencing macroinvertebrate standing crop distribution. Hydrobiologia, 43 (1-2): 51-75.

Brusven, M.A., Prather, K.J. 1974. Influence of stream sediments on distribution of macrobenthos J. Entomol. Soc. Brit. Columbia, 71 : 25-12.

Corkum, L.D., Pointing, P.J., Ciborowski, J.J.H., 1977. The influence of current velocity and substrate on the distribution and drift of two species of mayflies (Ephemeroptera). Can. J. Zool., 55: 1970-1977

Cummins, K.W., 1973. Trophic relations of aquatic insects. Ann. Rev. Entomol., 18: 183-206.

Elliot, L.M., 1971. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. Freshwat. Biol. Ass. Sci. Publ., nº 25 : 144pp. Ambleside. England.

Fernández Ales, R., Sancho Royo, F., Torres Martínez, A., 1977. Introducción al análisis multivariante. Publ. Univ. Sevilla.

Golterman, H.L., Clymo, R.S., eds., 1969. Methods for chemical analysis of freshwaters. IRP Handbook nº 8, Blackwell. Oxford: 166 pp.

Grandi, M., 1967. Fauna d'Italia. Ephemeroidea. Ed. Calderini, Bologna: 472 pp.

Landa, V., 1968. Developmental cycles of Central European Ephemeroptera and their interrelations. Acta Ent. Bohemoslov., 65(4): 276-284.

Macan, T.T., 1970. A key to the nymphs of the British species of Ephemeroptera. Freshwat. Biol. Ass. Sci. Publ. nº 20, Ambleside, England: 63 pp.

Macan, T.T., 1980. The occurrence of *Baetis rhodani* (Ephemeroptera) in the river Lune, Aquatic Insects, 2(3): 171-175.

Magdych, W.P., 1979. The microdistribution of mayflies (Ephemeroptera) in Myriophyllum beds in Pennington Creek, Johnston County, Oklahoma. Hydrobiologia. 66(2) 161-175.

Margalef, R., 1974. Ecología. Ed. Omega, Barcelona.

Montes del Olmo, C., Ramirez Diaz, L., Soler Andres, A.G., 1980. Las Taxocenosis de Coleopteros acuáticos como indicadores ecológicos en el río Rivera de Huelva (Sevilla). Aspectos Metodológicos. An. Univ. Murcia. Ciencias. Vol XXXIV (1,2,3,4): 23-40

Nebeker, A.V., 1972. Effect of low oxygen concentration on survival and emergence of aquatic insects. Trans. Amer. Fish. Soc., 101(4): 657-679.

Olson, A.T., Myrtle, E.R., 1968. Relationship of oxygen requirements to index-organisms classification of immature aquatic insects. J. Wat. Pollution Control Federation, 40(5): 188-202

Shapas, T.J., Hilsenhoff, W.L., 1976. Feeding habits of Wisconsin's predominant lotic Plecoptera, Ephemeroptera and Trichoptera. The Great Lakes Entomologist., 9(4): 175-188.

Strenger, A., 1973. Die mandibelgestalt der Ephemeridenlarven als funktionsmorphologisches problem. Verh. Dtsch. Zool. Ges. (Mainz, GFR, Sep 1972), 36: 75-79.