

Distribución Espacial de los Efemerópteros (*Insecta: Ephemeroptera*) en dos Cuencas Mediterráneas a Diferentes Altitudes

Spatial distribution of mayfly (*Insecta: Ephemeroptera*) in two Mediterranean river basins at different altitudes

A. GALLARDO-MAYENCO

Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Sevilla, 41080 Sevilla, España. (algama@correo.cop.es)

Recibido el 18 de noviembre de 2002. Aceptado el 16 de julio de 2003.

ISSN: 1130-4251 (2002-2003), vol. 13/14, 93-110

Palabras clave: efémeras, ninfas, altitud, distribución, ríos mediterráneos.

Keywords: mayfly, nymphs, altitude, distribution, Mediterranean streams.

RESUMEN

Se estudian las comunidades de efemerópteros de las cuencas de dos ríos adyacentes (Guadaira y Guadalete) de carácter mediterráneo entre las que existe un gradiente ambiental basado en diferencias en altitud, salinidad, sólidos en suspensión, contenido en materia orgánica y permanencia del agua. En el estudio se recogieron un total de 22 especies, pertenecientes a 8 familias siendo la mejor representada Baetidae con el 50% de las especies. Las especies más abundantes fueron *B. lutheri* en la cuenca del río Guadaira, y *B. rhodani*, *A. muticus* y *S. ignita* en la del río Guadalete, y *C. luctuosa* en ambas cuencas. Todas las especies presentes en la cuenca del Guadaira se encontraron también en la cuenca del Guadalete, de ellas *C. luctuosa* y *B. lutheri* fueron las que aparecieron en el mayor número de sitios y muestras, siendo capaces de colonizar un amplio rango de condiciones ambientales, incluyendo cauces de los más salinos y temporales de la cuenca del Guadaira. Abundancia, diversidad y riqueza estuvieron positivamente correlacionadas con la altitud ($p \leq 0,05$ para los tres casos). De modo que en los sitios a mayor altitud los efemerópteros fueron más diversos y abundantes que en los sitios a menor altitud. Sin embargo, la diversidad encontrada, en general, fue baja, posiblemente debido a las abundancias de las especies dominantes. Los resultados parecen apoyar que el mayor estrés ambiental de la cuenca del Guadaira, resultante de la combinación de la alta salinidad y temporalidad de sus cauces, explicaría la menor riqueza y diversidad de su comunidad de efemerópteros.

SUMMARY

The mayfly communities of two adjacent basins with Mediterranean character (the Guadaira and Guadalete river basins) are studied. Between these basins exists an environmental gradient based on differences in altitude, salinity, suspended solids, organic matter and water permanence. Through the study, a total of 22 mayfly species belonging to 8 families were recorded, being Baetidae the best represented (50% of the species) family. The more abundant species were *B. lutheri* at the Guadaira basin, *B. rhodani*, *A. muticus* and *S. ignita* at the Guadalete basin, and *C. luctuosa* at both basins. All species found in the Guadaira basin were found in the Guadalete basin. *Caenis luctuosa* and *B. lutheri* appeared in a high number of sites and samples, colonizing a wide range of environments, including the more saline and temporary stretches of the Guadaira basin. Abundance, diversity and richness were correlated positively with altitude. Therefore, in sites at higher altitude the mayfly community was more diverse and abundant than in sites at lower altitude. However, the values of diversity found were low, perhaps due to the abundances of the dominant species. The results seem to support that the environmental stress at the Guadaira basin, resulting from the combination of the salinity and low or null flow, could explain the lower diversity of its mayfly community.

INTRODUCCIÓN

Los efemerópteros constituyen un grupo que muestran una alta exigencia en lo que se refiere a la calidad de las aguas de los medios susceptibles de ser ocupados por ellas (Landa & Soldán, 1986), por lo que, si bien el grado de sensibilidad a la contaminación difiere dentro del grupo (Alba-Tercedor & Pujante, 2000), en general, éste se muestra sensible a la misma (Alba-Tercedor *et al.*, 1995) y por ello, en los diferentes índices bióticos actualmente al uso, su presencia suele estar relacionada a una buena calidad del agua (Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988; Resh & Jackson, 1993). Especialmente en medios influenciados por el hombre, se ha observado la existencia de un comportamiento invasivo por parte de algunas especies que estaría relacionado con una amplia valencia ecológica (Landa & Soldán, 1986). En estos casos, sobre todo los ligados a la contaminación orgánica, un descenso en la diversidad de especies frecuentemente es acompañado por un aumento en la abundancia de aquellas especies (Landa *et al.*, 1997).

Según algunos autores (Statzner & Higler 1986; Ward *et al.*, 1994), las asociaciones faunísticas pueden cambiar gradualmente a lo largo del perfil longitudinal o pueden estar formadas por unidades discretas que cambian más o menos bruscamente de una localidad a otra. La altitud ha sido el factor más explicativo en las diferencias encontradas en las distribuciones de efemerópteros en ríos de la Península Ibérica (Vidal & Membiela, 1993). En el área de

estudio se ha observado en anteriores trabajos (Gallardo-Mayenco *et al.*, 1994, 1998; Prenda & Gallardo-Mayenco, 1999) la existencia de un gradiente de altitud que afecta a varios factores ambientales, principalmente a la materia orgánica, salinidad y permanencia del agua, que a su vez condicionaba la distribución de los macroinvertebrados acuáticos. En este trabajo se intenta poner en evidencia como influye dicho gradiente altitudinal en la distribución de las ninfas de efemerópteros presentes en el área de estudio.

ÁREA DE ESTUDIO Y MÉTODOS

Las cuencas de los ríos Guadaira y Guadalete (Fig. 1), aunque adyacentes, presentan diferencias muy importantes: la cuenca del río Guadaira es de relieve suave, está muy erosionada, sometida a cultivos intensivos, y tiene una salinidad natural muy alta debida a la naturaleza yesífera del suelo. Por el contrario, la cuenca del Guadalete en sus tramos medio y alto es de relieve abrupto, está poco erosionada y dominada por vegetación mediterránea natural con algunos cultivos extensivos, y sus aguas están poco mineralizadas en comparación con la del Guadaira. La mayoría de los cauces en esta cuenca son permanentes, mientras que en la cuenca del Guadaira la mayoría permanecen secos durante el estiaje (que se prolonga de mayo a octubre). Una descripción detallada del área de estudio se puede encontrar en Gallardo-Mayenco (1991, 1993).

En ambas cuencas se realizó un muestreo con una periodicidad aproximada de dos meses, entre enero de 1988 y enero de 1989. En la cuenca del río Guadaira se seleccionaron 7 sitios de aquellos que en un anterior muestreo mostraron mayor riqueza y diversidad (Gallardo-Mayenco 1991) y que en general se correspondían con sitios de cabecera, libres de contaminación orgánica pero con una alta salinidad natural. Estos sitios fueron el río Guadaira, en cabecera, y seis de sus tributarios (arroyos de Salado, Aguaderilla, Guadairilla, Barros, Gavilán y Alcaudete), mientras que en la cuenca del río Guadalete se seleccionaron tres sitios localizados en el tramo alto de la cuenca (el río Guadalete en La Terrona y dos tributarios: arroyos de Gaidovar y Aguila), y un sitio en el tramo medio (el río Guadalete en La Nava). Este último sitio se distingue de los tres sitios de cabecera por la velocidad de la corriente, su mineralización, debida a una surgencia de aguas salinas aguas arriba (Ventas Nuevas), y por empezar a sufrir las consecuencias de los vertidos de poblaciones próximas. Los 11 sitios estudiados presentaban, además, distintas características en lo que a permanencia de las aguas se refiere. Así, en la cuenca del río Guadaira un solo cauce estudiado era de aguas permanentes (el propio río), tres eran semipermanentes (arroyos de Barros, Salado y Guadairilla)

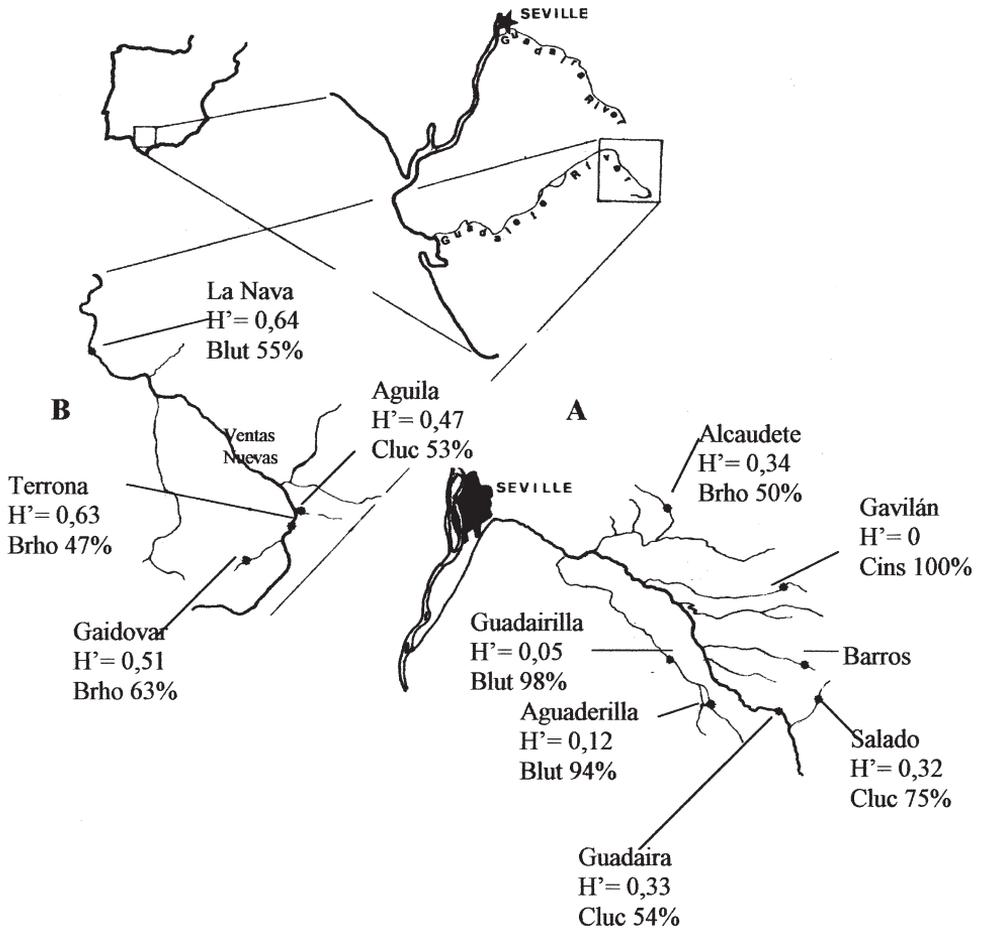


Fig. 1.— Localización del área de estudio. A: situación de los puntos de muestreo en la cuenca del río Guadaira y B: en la cuenca del río Guadalete. Para cada sitio se muestra el valor de diversidad de Shannon (H') obtenido a partir de su comunidad de efemerópteros, y la especie dominante con el porcentaje de abundancia (Cluc: *Caenis luctuosa*, Blut: *Baetis lutheri*, Brho: *Baetis rhodani* y Cins: *Cloeon inscriptum*).

Fig. 1.— Study area. Location of sampling sites at the Guadaira (A), and Guadalete (B) river basins. For each sampling site, Shannon diversity index (H') for the mayfly assemblage and the percentage of abundance of the dominant species are shown (Cluc: *Caenis luctuosa*, Blut: *Baetis lutheri*, Brho: *Baetis rhodani*, and Cins: *Cloeon inscriptum*).

y tres eran temporales (arroyos de Aguaderilla, Gavilán y Alcaudete), mientras que en la cuenca del río Guadalete tres eran de carácter permanentes (el propio río en La Terrona y La Nava y el arroyo de Gaidovar) y uno temporal (el arroyo de Aguila). Aquí se define a sitios permanentes como aquellos con aguas con corriente durante todo el año, semipermanentes los que durante el estiaje contenían algunas pozas apenas interconectadas, y temporales los que se secaban totalmente.

Se emplearon dos métodos de muestreo: uno mediante red de mano convencional con manga triangular de 35 cm de lado, y otro recogiendo el sustrato hasta 6 cm de profundidad con una caja cuadrada de 20x20 cm. Los resultados se expresan semicuantitativamente como individuos por unidad de esfuerzo (i.p.u.e.), siendo una unidad de esfuerzo la suma de una muestra tomadas con la red de mano más una muestra con la caja. Esta homogeneización del muestreo permite comparar las distintas muestras tomadas a lo largo del estudio (Montes *et al.*, 1981).

En cada sitio y cada muestreo se midió la velocidad de la corriente en el punto donde era máxima y la temperatura, y se tomaron muestras de agua para el posterior análisis de los siguientes parámetros físico-químicos: demanda química de oxígeno (DQO), fosfatos, nitratos, nitritos, amonio, sulfatos, cloruros, conductividad, sólidos en suspensión, concentración de clorofila *a*, y alcalinidad según los métodos descritos en Gallardo-Mayenco (1991, 1993).

En este trabajo no se ha tenido en consideración el arroyo de Barros (cuenca del río Guadaira), ya que sus altos niveles de salinidad (conductividad: $X = 11,1$ mS/cm, rango = 9,8-14,6 mS/cm; cloruros $X = 171$ meq/l, rango = 137-205 meq/l) lo inhabilitan para el establecimiento de larvas de efemerópteros, plecópteros y tricópteros (Gallardo-Mayenco 1994), por lo que en este trabajo se han considerado un total de 45 muestras (26 en la cuenca del río Guadaira y 19 en la del río Guadalete).

Todos los valores fueron transformados a $\lg(X + 1)$.

RESULTADOS

Parámetros físico-químicos

Se ha calculado la media de cada parámetro físico-químico evaluado para cada uno de los sitios estudiados (Apéndice I), para posteriormente calcular la media de dichas medias teniendo en cuenta el conjunto de cada cuenca (Tabla I). Al comparar las medias de cada parámetro en cada cuenca mediante el estadístico *t* se obtuvo que altitud, sólidos en suspensión y salinidad, junto a la concentración de clorofila *a* son los parámetros discriminantes entre

Tabla I.— Media ($\pm E$) y rango (media de los sitios) de los factores físico-químicos medidos durante el estudio en las cuencas de los ríos Guadaira y Guadalete. N: número de sitios considerados en este estudio; t : valor del estadístico t ; NS: no significativo.

Table I.— Mean ($\pm SE$) and rank (average for each site) of the physico-chemical parameters measured through the study at the Guadaira and Guadalete river basins. N: sites considered in this study; t : t -test; NS: not significant.

		Guadaira (N= 6)	Guadalete (N= 4)	t	p
altitud (msnm)	X ($\pm E$) rango	138,3 (64) (70-240)	410 (177,8) (240-660)	-3,757	$\leq 0,01$
temperatura (°C)	X ($\pm E$) rango	16,8 (2,5) (8-27)	15,1 (2,1) (9-24)	1,111	NS
corriente (m/s)	X ($\pm E$) rango	19,2 (11,8) (5-35,7)	38,1 (24,9) (17,3-74)	-1,596	NS
sólidos en suspensión (mg/l)	X ($\pm E$) rango	149,2 (60,5) (93-260)	11,5 (6,8) (2,5-16,7)	7,740	$\leq 0,0001$
alcalinidad (meq/l)	X ($\pm E$) rango	4,4 (0,8) (3,1-5,1)	4,8 (0,6) (4,3-5,4)	-0,351	NS
conductividad (mS/cm)	X ($\pm E$) rango	3,1 (2,1) (0,4-6,8)	0,7 (0,4) (0,4-1,2)	2,574	$< 0,05$
cloruros (meq/l)	X ($\pm E$) rango	25,8 (24) (2-70,2)	2 (2,1) (0,9-5,1)	3,412	$< 0,01$
sulfatos (meq/l)	X ($\pm E$) rango	4,9 (3,1) (0-9,4)	2,5 (2) (0,7-4,5)	0,998	NS
DQO (mg/l)	X ($\pm E$) rango	5,3 (1,2) (3,5-6,8)	3,4 (1,2) (2,2-5)	1,590	NS
nitratos (μ M/l)	X ($\pm E$) rango	260 (326) (8,6-878)	33,6 (12,2) (22,3-50,8)	1,166	NS
nitritos (μ M/l)	X ($\pm E$) rango	2,8 (3,1) (0,6-9)	0,7 (0,9) (0,2-2,1)	1,859	NS
amonio (μ M/l)	X ($\pm E$) rango	10,5 (7,4) (4,3-24,6)	29,8 (34,4) (3,4-79,8)	-1,004	NS
fosfatos (μ M/l)	X ($\pm E$) rango	0,7 (0,5) (0,1-1,5)	2,3 (2,8) (0-5,9)	-0,964	NS
clorofila <i>a</i> (μ M/l)	X ($\pm E$) rango	3,6 (2,4) (2,1-8,5)	1,3 (0,6) (0,5-1,8)	2,501	$\leq 0,05$

ambas cuencas. Un gradiente ambiental entre las dos cuencas basado en diferencias en altitud, salinidad y contenido en materia orgánica ha sido puesto de manifiesto en anteriores trabajos (Gallardo-Mayenco *et al.*, 1994, 1998). Aquí, con referencia al contenido en materia orgánica solo se observan diferencias significativas en el caso de la concentración en clorofila *a*, que pudieran ser debidas a una mayor producción motivada por una mayor disponibilidad de nutrientes (aunque no existen diferencias significativas entre ambas cuencas, Tabla I) o, posiblemente, por una mayor exposición al sol de los tramos de la cuenca del Guadaira, debida a una menor cobertura vegetal.

Distribución de las especies

En el estudio se recogieron un total de 22 especies, pertenecientes a 8 familias (Apéndice II), siendo la mejor representada Baetidae con el 50% de las especies. Según su distribución entre las dos cuencas se encontraron dos grupos de especies, las repartidas en cauces pertenecientes a ambas cuencas, y las que solo se encontraron en sitios de la cuenca del río Guadalete (Tabla II). El primer grupo estaba constituido por *Baetis fuscatus*, *Baetis lutheri*, *Baetis rhodani*, *Cloeon inscriptum*, *Cloeon simile*, *Caenis luctuosa* y *Choroterpes*

Tabla II.— Medias de las abundancias relativas ($X \pm E$) encontradas para cada especie en cada una de las cuencas durante el estudio. N: número de sitios en los que se ha encontrado cada especie para cada cuenca; n: frecuencia; Altitud: rango de altitud en que se ha encontrado cada especie; Tem: permanencia del agua de los sitios estudiados en los que se ha encontrado cada especie (T: temporal, S: semipermanente, P: permanente, ver métodos); t : estadístico t .

Table II.— Means of relative abundance ($X \pm SE$) for each mayfly species at each river basin during the study. N: number of sites in which each mayfly species was found at each basin; n: frequency; Altitud: altitude rank for each mayfly species; Tem: water permanence at the sites where each mayfly species occurred (T: temporal, S: semipermanent, P: permanent, see methods); t : t-test.

	Altitud	Tem	Guadaira			Guadalete			t	p
			$X (\pm E)$	N= 6	n= 26	$X (\pm E)$	N= 4	n= 19		
<i>Baetis rhodani</i>	70-660	TP	0,4 (1,4)	2	3	101 (137)	4	15	-3,77	$\leq 0,001$
<i>Caenis luctuosa</i>	70-660	TSP	8,9 (20)	5	15	32 (47)	4	19	-2,26	$\leq 0,05$
<i>Baetis lutheri</i>	70-380	TSP	17,8 (42,5)	5	15	8,1 (21,5)	3	7	0,95	NS
<i>Cloeon inscriptum</i>	100-380	TSP	0,26 (0,9)	3	3	2,3 (9,8)	3	3	1,05	NS
<i>Choroterpes picteti</i>	120-380	TP	0,1 (0,3)	2	2	0,45 (1,2)	2	3	-1,47	NS
<i>Cloeon simile</i>	180-380	SP	0,17 (0,5)	2	3	1,6 (6,9)	1	1	-1,04	NS
<i>Baetis fuscatus</i>	120-240	TP	0,18 (0,6)	1	2	0,87 (2,9)	1	3	-1,18	NS
<i>Brachycercus kabyliensis</i>	240	P	0	0	0	0,04 (0,13)	1	2		
<i>Oligoneuropsis skhounate</i>	240	P	0	0	0	1,7 (5,5)	1	3		
<i>Ephoron virgo</i>	240	P	0	0	0	0,2 (0,6)	1	2		
<i>Procloeon concinnum</i>	240-380	P	0	0	0	2,5 (7,6)	2	7		
<i>Ecdyonurus gr forcipula</i>	240-380	P	0	0	0	0,9 (2,6)	2	5		
<i>Baetis scambus</i>	360-380	TP	0	0	0	1,45 (3)	2	7		
<i>Serratella ignita</i>	360-660	TP	0	0	0	38 (123)	3	8		
<i>Habrophlebia lauta</i>	360-660	TP	0	0	0	4,3 (10)	3	7		
<i>Alainites muticus</i>	360-660	TP	0	0	0	19,6 (42)	3	10		
<i>Ecdyonurus gr aurantiacus</i>	380	P	0	0	0	0,7 (1,8)	1	3		
<i>Cloeon schoenemundi</i>	380	P	0	0	0	0,14 (0,6)	1	1		
<i>Baetis alpinus</i>	380-660	P	0	0	0	0,7 (1,8)	2	3		
<i>Ephemera danica</i>	380-660	P	0	0	0	0,6 (1,5)	2	5		
<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	380-660	P	0	0	0	1,2 (2,6)	2	7		
<i>Centroptilum luteolum</i>	660	P	0	0	0	0,8 (2,3)	1	3		

picteti. Para *B. rhodani* y *C. luctuosa* se encontraron diferencias significativas entre las medias obtenidas en ambas cuencas (Tabla II), mientras que para el resto de las especies de este grupo las diferencias no fueron significativas. Especies recogidas exclusivamente en la cuenca del río Guadalete fueron *Alainites muticus*, *Baetis alpinus*, *Baetis scambus*, *Centroptilum luteolum*, *Cloeon schoenemundi*, *Procloeon concinnum*, *Oligoneuropsis skhounate*, *Ecdyonurus* gr. *aurantiacus*, *Ecdyonurus* gr. *forcipula*, *Serratella ignita*, *Brachycercus kabyliensis*, *Paraleptophlebia submarginata*, *Habrophlebia lauta*, *Ephoron virgo* y *Ephemera danica*.

Las especies más abundantes fueron *B. lutheri* en la cuenca del río Guadaira; *A. muticus*, *B. rhodani*, y *S. ignita* en la del río Guadalete, y *C. luctuosa* en ambas cuencas, y las de mayor frecuencia *C. luctuosa*, *B. lutheri* y *B. rhodani* (Tabla II). *C. luteolum* (Gaidovar), *O. skhounate*, *B. kabyliensis* y *E. virgo* (Guadalete-La Nava), y *E. gr. aurantiacus* y *C. schoenemundi* (Guadalete-Terrona) se encontraron en solo un sitio de los diez considerados en este trabajo.

Las especies que ocuparon el rango más amplio de altitud fueron *B. rhodani* y *C. luctuosa*, encontrándose tanto en la cota más baja de las muestreadas (Alcaudete, 70 m) como en la más alta (Gaidovar, 660 m), mientras que *C. luteolum* solo se encontró en el sitio de mayor altitud (Tabla II).

La mayoría de las especies se encontraron en cauces de aguas permanentes, muchas de ellas sólo en este tipo de cauce (Tabla II). De las 22 especies recogidas solo se encontró a *C. luctuosa*, *B. lutheri* y *C. inscriptum* en los tres tipos de cauces, las tres recogidas en las dos cuencas (Tabla II). El análisis de χ^2 de las abundancias de cada especie en cada uno de estos cauces (considerando el número de muestras pertenecientes a cada tipo: 13 a cauces temporales, 10 a semipermanentes y 22 a permanentes), mostró que *A. muticus* ($p \leq 0,05$; 56% y 44% de las abundancias en cauces permanentes y temporales, respectivamente), *B. lutheri* ($p \leq 0,005$; 40%, 32% y 28% de las abundancias en cauces semipermanentes, temporales y permanentes, respectivamente), *B. rhodani* ($p = 0$; 97% y 3% de las abundancias en cauces permanentes y temporales, respectivamente) y *S. ignita* ($p = 0$; 99,9% y 0,1% de las abundancias en cauces permanentes y temporales, respectivamente) tenían preferencia significativa por alguno de los medios. Para el resto de las especies las diferencias no fueron significativas.

Abundancia, diversidad y riqueza estuvieron positivamente correlacionadas con la altitud ($p \leq 0,05$ para los tres casos). De modo que en los sitios a mayor altitud los efemerópteros fueron más diversos y abundantes que en los sitios a menor altitud.

Los coeficientes de similitud de Sorensen más altos calculados entre las distintas comunidades (Tabla III), se encontraron entre Guadaira-Salado (0,89),

Tabla III.— Coeficientes de similitud de Sorensen encontrados entre los sitios muestreados a partir de sus comunidades de efemerópteros.

Table III.— Sorensen's coefficient of similarity for mayfly assemblages among sampled sites.

	<i>Guadairilla</i>	<i>Aguaderilla</i>	<i>Gavilán</i>	<i>Guadaira</i>	<i>Salado</i>	<i>La Nava</i>	<i>Aguila</i>	<i>Terrona</i>	<i>Gaidovar</i>
Alcaudete	0,80	0,75	0	0,50	0,57	0,46	0,50	0,30	0,33
Guadairilla	*	0,57	0	0,57	0,67	0,33	0,36	0,21	0,18
Aguaderilla		*	0	0,60	0,44	0,53	0,57	0,36	0,28
Gavilán			*	0,33	0,40	0,18	0,20	0,11	0
Guadaira				*	0,89	0,40	0,57	0,45	0,14
Salado					*	0,43	0,46	0,38	0,15
La Nava						*	0,42	0,44	0,21
Aguila							*	0,69	0,56
Terrona								*	0,61

Altitud

80 m

660 m



Guadairilla-Alcaudete (0,80), Aguaderilla-Alcaudete (0,75), Terrona-Aguila (0,69) y Salado-Guadairilla (0,67), mientras que los más bajos se dieron entre Guadaira-Gaidovar (0,14), Salado-Gaidovar (0,15), Guadairilla-Gaidovar (0,18) y La Nava-Gaidovar y Guadairilla-Terrona (0,21 para los dos), además de los encontrados para Gavilán, que en varios casos (con Aguaderilla, Guadairilla, Alcaudete, y Gaidovar), el coeficiente es cero, pero que podría estar condicionado por la presencia de una sola especie en el arroyo Gavilán.

Con respecto a los sitios muestreados, en la Figura 1 se ve como las estaciones situadas a mayor altitud obtuvieron los valores más altos de diversidad de Shannon (calculada según De Szalay & Resh, 2000), siendo en el río Guadalete donde se encontraron los valores más altos (0,64 en La Nava y 0,63 en Terrona). En estos dos sitios se encontró también la mayor riqueza (10 especies en La Nava y 17 en Terrona, ver Apéndice I). En cuanto a la dominancia de especies, *C. luctuosa* (en Guadaira, Salado y Aguila), *B. lutheri* (Guadairilla, Aguaderilla y La Nava), *B. rhodani* (Alcaudete, Terrona y Gaidovar) y *C. inscriptum* (Gavilán) fueron predominantes (Fig. 1).

Comparando la composición faunística de las cuencas objeto del trabajo con las de otras también localizadas en Andalucía Occidental y relativamente cercanas, se observa que solo tres especies de las 27 inventariadas coinciden en sus comunidades (*B. rhodani*, *C. luctuosa* y *C. picteti*, Tabla IV) y que el coeficiente de similitud de Sorensen no es muy alto entre las cuencas ($\leq 0,53$), excepto en el caso de Guadiamar con Guadiato (0,74) explicado posiblemente por pertenecer ambas cuencas, o parte de ellas, a la misma unidad geográfica (Sierra Morena).

Tabla IV.— Composición taxonómica de la fauna de efemerópteros de las dos cuencas objeto de este estudio y de otras dos cuencas situadas en Andalucía Occidental: Guadimar (Gallardo-Mayenco & Toja, 1984) y Guadiato (Gallardo-Mayenco & Ferreras, 1984). En negrita las especies comunes para las cuatro cuencas. **N**: número de especies; **ED**: especie dominante (% de la abundancia relativa); **F**: número de familias; **FD**: familia dominante (% de especies); **S**: coeficiente de similitud de Sorensen.

Table IV.— Taxonomic composition of mayfly fauna in the studied basins and in other two basins located in West Andalusia: Guadimar (Gallardo-Mayenco & Toja, 1984) and Guadiato (Gallardo-Mayenco & Ferreras, 1984). Common species for the four basins are highlighted (bold letters). **N**: number of species; **ED**: dominant species (% of relative abundance); **F**: number of families; **FD**: dominant family; **S**: Sorensen's similarity index.

	Guadaira (70-240)	Guadimar (0-300)	Guadiato (80-480)	Guadalete (240-660)
	<i>Baetis fuscatus</i> <i>Baetis lutheri</i> <i>Baetis rhodani</i> <i>Cloeon inscriptum</i> <i>Cloeon simile</i> <i>Caenis luctuosa</i> <i>Choroterpes picteti</i>	<i>Siphonurus lacustris</i> <i>Baetis lutheri</i> <i>Baetis rhodani</i> <i>Cloeon dipterum</i> <i>Cloeon inscriptum</i> <i>Cloeon schoenemundi</i> <i>Ecdyonurus helveticus</i> <i>Serratella ignita</i> <i>Caenis luctuosa</i> <i>Choroterpes picteti</i> <i>Thralus bellus</i> <i>Habrophlebia fusca</i>	<i>Siphonurus lacustris</i> <i>Baetis rhodani</i> <i>Cloeon dipterum</i> <i>Serratella ignita</i> <i>Caenis luctuosa</i> <i>Choroterpes picteti</i> <i>Habrophlebia fusca</i>	<i>Baetis alpinus</i> <i>Baetis fuscatus</i> <i>Baetis lutheri</i> <i>Alainites muticus</i> <i>Baetis rhodani</i> <i>Baetis scambus</i> <i>Centropilum luteolum</i> <i>Cloeon inscriptum</i> <i>Cloeon schoenemundi</i> <i>Cloeon simile</i> <i>Procloeon concinnum</i> <i>Oligoneuroopsis skhounate</i> <i>Ecdyonurus gr aurantiacus</i> <i>Ecdyonurus gr. forcipula</i> <i>Serratella ignita</i> <i>Caenis luctuosa</i> <i>Brachycercus kabyliensis</i> <i>Choroterpes picteti</i> <i>Paraleptophlebia submargi</i> <i>Habrophlebia lauta</i> <i>Ephoron virgo</i> <i>Ephemera danica</i>
N	7	12	7	22
ED	<i>B. lutheri</i> (66%)	<i>B. rhodani</i> (27%)	<i>C. luctuosa</i> (51%)	<i>B. rhodani</i> (46%)
F	3	6	5	8
FD	Baetidae (71%)	Baetidae (42%)	Leptophlebiidae+Baetidae (29%)	Baetidae (50%)
S				
	Guadaira	0,53	0,43	0,48
	Guadimar		0,74	0,41
	Guadiato			0,27

DISCUSIÓN

El gradiente de altitud definido entre las cuencas de los ríos Guadaira y Guadalete, afectaba a muchas variables (salinidad, sólidos en suspensión y

condiciones de descarga), cada una de ellas susceptible de ser alterada por efectos tanto naturales como antropogénicos. Temperatura, mineralización y corriente cambian altitudinalmente de una manera natural (Tate & Heiny, 1995), mientras que cambios en el contenido en materia orgánica y sólidos en suspensión son consecuencia directa del uso del suelo (Lenat & Crawford, 1994). La confluencia de ambos tipos de factores, naturales e inducidos, puede haber potenciado el gradiente ambiental aumentando así el efecto del gradiente sobre los cambios longitudinales observados en las comunidades de efémeras en el área de estudio (Hawking & Sedell, 1981).

En general, los cambios longitudinales en la fauna de efémeras han sido reportados como debidos a seis factores no excluyentes (Brittain, 1982; Flannagan & Cobb, 1991; Ortlepp *et al.*, 1991; Short *et al.*, 1991): 1) cambios en el régimen térmico, 2) cambios en el estrés hidráulico, relacionados con la corriente del agua y el tipo de sustrato, 3) cambios en la calidad del agua, natural o inducida, 4) cambios en el uso del suelo, 5) cambios en las interacciones bióticas, y 6) cambios en los procesos tróficos. Además, en los cauces mediterráneos, los cambios en el estrés derivados de la temporalidad del agua deberían ser incluidos como otro factor adicional (Gallardo-Mayenco & Prenda, 1994).

La temperatura es el factor que controla el crecimiento de las ninfas de efémeras (Brittain, 1990), por lo que el amplio rango de temperaturas existente en la cuenca mediterránea debe tener una gran influencia en la distribución de sus especies (Giudicelli *et al.*, 1985). Sin embargo, en el área de estudio no se han encontrado diferencias significativas entre las temperaturas medias de cada cuenca (excluyendo en el cálculo el arroyo de Barros, Tabla I), aunque el hecho de que la toma de temperaturas haya sido puntual debe ser tenido en cuenta, así como la menor insolación de los cauces de la cuenca del río Guadalete por la mayor cobertura vegetal.

La corriente más rápida se midió en Guadalete- La Nava (130 cm/s), el único sitio donde se encontró a *O. skhounate*, *E. virgo* y *B. kabyliensis*.

La salinidad del agua, que producía un fuerte gradiente en el área de estudio, limita el desarrollo de las efémeras (Short *et al.*, 1991; Bunn & Davies, 1992). De hecho, en el cauce más salino de los estudiados (14.6 mS/cm valor máximo de conductividad medido en el arroyo de Barros) no se encontró ningún ejemplar de efémera (Gallardo-Mayenco, 1994). Las especies más tolerantes a la salinidad fueron *B. lutheri*, ya que fue la más abundante en los cauces más salinos de los estudiados en los que se encontraron efémeras (Gallardo-Mayenco, 1991). La tolerancia de *B. lutheri* a la salinidad en la Península Ibérica ha sido anteriormente señalada por Puig (1981, 1984) y González *et al.* (1985). Boumaiza & Thomas (1995), han señalado la adaptación de la mayoría de las especies de Baetidae a cauces con

altos contenidos en sales en el norte de África. En este estudio, el 71% de las especies recogidas en la cuenca del Guadaira fueron Baetidae, mientras que en la del Guadalete, el porcentaje era de 50% (Tabla II).

La carga de materia orgánica (especialmente la concentración de nitratos) y sólidos en suspensión en el área de estudio disminuyeron con la altitud como una consecuencia de los cambios en el uso del suelo (agricultura intensiva en la cuenca del Guadaira y extensiva en el tramo estudiado del Guadalete). El impacto humano era mayor en altitudes más bajas debido al aumento en la densidad de población y prácticas agrícolas intensivas. Esta situación afecta negativamente a las efémeras (Lenat, 1984; Zamora-Muñoz *et al.*, 1993). Flannagan & Cobb (1991) han sugerido que la materia en suspensión es uno de los factores principales en controlar la composición de las comunidades de efémeras y sus densidades.

CONCLUSIONES

Todas las especies presentes en la cuenca del Guadaira se encontraron también en la cuenca del Guadalete, de ellas *C. luctuosa* y *B. lutheri* fueron las que aparecieron en el mayor número de sitios y muestras, siendo capaces de colonizar un amplio rango de condiciones ambientales, incluyendo cauces de los más salinos y temporales de la cuenca del Guadaira. A nivel de familia, Baetidae es la que aporta el mayor número de especies a ambas comunidades (71% y 50% en Guadaira y Guadalete respectivamente), así como la que incluye a las especies más abundantes (*B. lutheri* en la cuenca del Guadaira y *B. rhodani* en la del Guadalete). Este dato quizás se explique porque sea Baetidae la familia con el conjunto de especies con el mayor espectro de posibilidades de adaptación de efemerópteros. Así, Prat *et al.* (1999) han encontrado que Baetidae es la familia dominante, junto a Chironomidae, en la cuenca del río Guadiamar tras la catástrofe de Aznalcóllar. Por otra parte, estrategias de crecimiento y reproducción en medios cálidos, como son los estudiados en este trabajo, proporcionan un alto grado de resiliencia a especies como *C. luctuosa*. (Perán *et al.*, 1999).

Riqueza, diversidad de Shannon y abundancia aumentaron significativamente con la altitud. Sin embargo, la diversidad encontrada, en general, fue baja, posiblemente debido a las abundancias de las especies dominantes (Fig. 1). De acuerdo con Landa & Soldan (1985) y Landa *et al.* (1997), en los medios estresados las especies que no desaparecen se ven favorecidas, llegando a alcanzar poblaciones importantes.

Resumiendo, pensamos que el mayor estrés ambiental de la cuenca del Guadaira, resultante de la combinación de la alta salinidad y temporalidad de

sus cauces, puede ayudar a explicar la menor riqueza y diversidad de sus respectivas comunidades de efemerópteros, y que el poblamiento de la mayoría de los cauces en esta zona de Andalucía, con una alta temporalidad, podría estar determinado por la presencia de especies de carácter generalista, favorecidas por una amplia valencia ecológica y estrategias reproductivas.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a la Dra. M^a Angels Puig (CSIC, Blanes) su valiosa aportación en la identificación de las especies, y a un revisor anónimo sus comentarios y sugerencias que mejoraron una primera versión de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBA-TERCEDOR, J., PICAZO-MUÑOZ, J. & ZAMORA-MUÑOZ, C. 1995. Relationships between the distribution of mayfly nymphs and water quality in the Guadalquivir River Basin (southern Spain). En: CORKUM, L. & CIBOROWSKI, J. (Editores). *Current Directions in Research on Ephemeroptera*: 41-54. Canadian Scholars' Press Inc. Toronto.
- ALBA-TERCEDOR, J. & PUJANTE, A. M. 2000. Running-water biomonitoring in Spain: opportunities for a predictive approach. En: WRIGHT, J. F., SUTCLIFFE, D. W. & FURSE, M. T. (Editores). *Assessing the Biological Quality of Fresh Waters: RIVPACS and Other Techniques*: 207-216. FBA Ambleside.
- ALBA-TERCEDOR, J. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnetica*, 4: 51-56.
- BOUMAIZA, M. & THOMAS, A. 1995. Distribution and ecological limits of Baetidae vs the other mayfly families in Tunisia: a first evaluation (Insecta, Ephemeroptera). *Bulletin Société Histoire Naturel*, Toulouse, 131: 27-33.
- BRITTAI, J. E. 1982. Biology of mayflies. *Annual Revue of Entomology*, 27: 119-147.
- 1990. Life history strategies in Ephemeroptera and Plecoptera. En: CAMPBELL, I. C. (Editor). *Mayflies and Stoneflies*: 1-12. Kluwer Academic Pub.
- BUNN, S. E. & DAVIES, P. M. 1992. Community structure of the macroinvertebrate fauna and water quality of a saline river system in south-western Australia. *Hydrobiologia*, 248: 143-160.
- DE SZALAY, F. A. & RESH, V. H. 2000. Factors influencing macroinvertebrate colonization of seasonal wetlands: responses to emergent plant cover. *Freshwater Biology*, 45: 295-308.
- FLANNAGAB, J. F. & COBB, D. G. 1991. Factors controlling the species diversity and density of mayflies (Ephemeroptera) emerging from an unstable river in Manitoba, Canada. En: ALBA-TERCEDOR, J. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. (Editores). *Overview and Strategies of Ephemeroptera and Plecoptera*: 333-341. Sandhill Crane Press.
- GALLARDO-MAYENCO, A. 1991. *Respuesta de macroinvertebrados fluviales a la salinidad. Comparación de las cuencas de los ríos Guadaira y Guadalete*. Tesis Doctorales en microfichas nº 33. Publicaciones de la Universidad de Sevilla (1993).

- 1993. Macroinvertebrate associations in two basins of SW Spain. *Archiv für Hydrobiologie*, 127: 473-483.
- 1994. Freshwater macroinvertebrate distribution in two basins with different salinity gradients (Guadalete and Guadaira river basins, south-western Spain). *International Journal of Salt Lake Research*, 3: 75-91.
- GALLARDO-MAYENCO, A. & FERRERAS, M. 1984. Contribución al conocimiento de los Efemerópteros de las Sierras de los Santos y de Córdoba (Sierra Morena). *Boletín Asociación española de Entomología*, 8: 53-58.
- GALLARDO-MAYENCO, A. & PRENDA, J. 1994. Influence of some environmental factors on the freshwater macroinvertebrates distribution in two adjacent river basins under Mediterranean climate. I. Dipteran larvae (excepting chironomids and simuliids) as ecological indicators. *Archiv für Hydrobiologie*, 131: 435-447.
- GALLARDO-MAYENCO, A., PRENDA, J. & PUJANTE, A. 1994. Influence of some environmental factors on the freshwater macroinvertebrates distribution in two adjacent river basins under Mediterranean climate. II. Molluscs. *Archiv für Hydrobiologie*, 131: 449-463.
- GALLARDO-MAYENCO, A., PRENDA, J. & TOJA, J. 1998. Spatio-temporal distribution and ecological preferences of coexisting Hydropsychid species (Trichoptera) in two Mediterranean river basins (S Spain). *International Review of Hydrobiology*, 83: 123-134.
- GALLARDO-MAYENCO, A. & TOJA, J. 1984. Distribución de los Efemerópteros en el río Guadamar (Sevilla). *Limnetica*, 1: 207-213.
- GIUDICELLI, J., DAKKI, M. & DIA, A. 1985. Caractéristiques abiotiques et hydrobiologiques des eaux courantes méditerranéennes. *Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnologie*, 22: 2094-2101.
- GONZÁLEZ, G., MILLET, X., PRAT, N. & PUIG, M. A. 1985. Patterns of macroinvertebrate distribution in the Llobregat river basin (NE Spain). *Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnologie*, 22: 2081-2086.
- HAWKINS, C. P. & SEDELL, J. R. 1981. Longitudinal and seasonal changes in functional organisation of macroinvertebrate communities in four Oregon streams. *Ecology*, 62: 387-397.
- LANDA, V. & SOLDÁN, T. 1985. Distributional patterns, chorology and origin of the Czechoslovak fauna of mayflies. *Acta entomologica bohemoslovaca*, 82: 241-268.
- 1986. Invasive behavioural patterns of mayflies in some man-influenced aquatic biotopes in Czechoslovakia. *Ekologia (CSSR)*, 5: 239-246.
- LANDA, V., ZAHŘÁDKOVÁ, S., SOLDÁN, T. & HELESIC, J. 1997. The Morava and Elbe river basins, Czech Republic: a comparison of long-term changes in mayfly (Ephemeroptera) biodiversity. En: LANDOLT, P. & SARTORI, M. (Editores). *Ephemeroptera and Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics*: 219-226. MTL, Fribourg.
- LENAT, D. R. 1984. Agriculture and stream water quality: a biological evaluation of erosion control practices. *Environmental Management*, 8: 333-344.
- LENAT, D. R. & CRAWFORD, J. K. 1994. Effects of land use on water quality and aquatic biota of three North Carolina piedmont stream. *Hydrobiologia*, 294: 185-199.
- MONTES, C., MUÑOZ-VALCARCEL, F. & RAMÍREZ-DÍAZ, L. 1981. Estimaciones absolutas y relativas de la densidad de poblaciones de odonatos, coleópteros y heterópteros acuáticos en ecosistemas de nivel de agua fluctuante. En: PRAT, N. (Editor). *Actas I Congreso Español de Limnología*: 51-60. Asociación Española de Limnología.
- ORTLEPP, J., SCHROEDER, P., REY, P. & TOMKA, I. 1991. The longitudinal zonation of macroinvertebrates of the Upper River Rhine. *Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnologie*, 24: 1804-1811.

- PERÁN, A., VELASCO, J. & MILLÁN, A. 1999. Life cycle and secondary production of *Caenis luctuosa* (Ephemeroptera) in a semiarid stream (Southeast Spain). *Hydrobiologia*, 400: 187-194.
- PRAT, N., TOJA, J., SOLÁ, C., BURGOS, M. D., PLANS, M. & RIERADEVALL, M. 1999. Effect of dumping and cleaning activities on the aquatic ecosystems of the Guadiamar River following a toxic flood. *The Science of the Total Environment*, 242: 231-248.
- PRENDA, J. & GALLARDO-MAYENCO, A. 1999. Distribution patterns, species assemblages and habitat selection of the Stoneflies (Plecoptera) from two Mediterranean river basins in southern Spain. *International Review of Hydrobiology*, 84: 595-608.
- PUIG, M. A. 1981. Distribución y ecología de las especies de *Baetis* (Ephemeroptera, Baetidae) en Cataluña. En: PRAT, N. (Editor). *Actas I Congreso Español de Limnología*: 189-192. Asociación Española de Limnología.
- 1984. Distribution and ecology of the Baetidae in Catalanian rivers (NE – Spain). En: LANDA, V. *et al.* (Editores). *Proceeding of the IVth Conference on Ephemeroptera*: 127-134. CSAV.
- RESH, V. H. & JACKSON, J. K. 1993. Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. En: ROSENBERG, D. M. & RESH, V. H. (Editores). *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*: 195-233. Chapman & Hall. Londres.
- SHORT, T. M., BLACK, J. A. & BIRGE, W. J. 1991. Ecology of a saline stream: community responses to spatial gradients of environmental conditions. *Hydrobiologia*, 226: 167-178.
- STATZNER, B. & HIGLER, B. 1986. Stream hydraulics as a major determinant of benthic invertebrate zonation patterns. *Freshwater Biology*, 16: 127-139.
- TATE, C. M. & HEINY, J. S. 1995. The ordination of benthic invertebrate communities in the South Platte River Basin in relation to environmental factors. *Freshwater Biology*, 33: 439-454.
- VIDAL, M. & MEMBIELA, P. 1993. Algunos factores abióticos de distribución de los Efemerópteros y Plecópteros en las Sierras de Segundera, Cabrera y Teleno (NW P. Ibérica). *Limnetica*, 9: 99-106.
- WARD, J. V., VOELZ, N. J. & POFF, N. L. 1994. Gradient analysis of zoobenthos community structure along a mountain stream continuum. *Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnologie*, 25: 1462-1464.
- ZAMORA-MUÑOZ, C., SÁNCHEZ-ORTEGA, A. & ALBA-TERCEDOR, J. 1993. Physico-chemical factors that determine the distribution of mayflies and stoneflies in a high-mountain stream in southern Europe (Sierra Nevada, S. Spain). *Aquatic Insects*, 15: 11-20.

Apéndice I.— Valores medios (X), mínimos (min) y máximos (max) de los parámetros físico-químicos medidos en cada sitio de muestreo y abundancia relativa (en individuos por unidad de esfuerzo) y riqueza. (E1: Alcaudete, E2: Guadairilla, E3: Aguaderilla, E4: Gavilán, E5: río Guadaira; E6: Salado, E7: río Guadalete- La Nava, E8: Aguila, E9: río Guadalete- Terrona, E10: Gaidovar).

Appendix I.— Averages, minimum and maximum values of physico-chemical parameters measured in the sites, and relative abundances (i.p.u.e.) and richness. (E1: Alcaudete, E2: Guadairilla, E3: Aguaderilla, E4: Gavilán, E5: río Guadaira; E6: Salado, E7: río Guadalete- La Nava, E8: Aguila, E9: río Guadalete- Terrona, E10: Gaidovar).

		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
Altitud (msnm)		70	80	120	140	180	240	240	360	380	660
Velocidad de la corriente	x	15	8,2	26,6	5	35,7	24,5	74	17,3	27,5	33,6
cm/s	min	10	0	10	0	6	0	20	10	10	5
	max	20	21	35	10	60	50	130	30	40	50
Temperatura	x	18,2	16,8	12,8	20	15,5	17,5	18	15,3	14	13,2
° C	min	12	14	8	14	8	8	12	10	9	9
	max	21,5	23	18	26	27	27	23	20	24	17
Conductividad	x	0,4	2,6	3,2	2,1	3,4	6,8	1,2	0,4	0,7	0,5
mS/cm	min	0,2	1	1,6	1,1	3	3,6	0,8	0,2	0,5	0,2
	max	0,8	4,2	6,2	3,2	4,8	8,6	1,4	0,5	0,9	0,8
Cloruros	x	2	13,4	16,8	33,6	18,9	70,2	5,1	1	0,9	1
meq/l	min	0,8	5,7	9	31	17	35,5	3,8	0,7	0,6	0,7
	max	4,2	24	22	36	22	107	7,9	1,2	1,2	2,1
Sulfatos	x	0	4,2	5,6	4,1	6,2	9,4	4,5	0,7	4	1
meq/l	min	0	1,3	1,6	3,9	2,6	4,9	1	0,5	1,8	0,4
	max	0	7	12,6	4,4	12,6	18,2	11,5	0,9	7,6	2
Alcalinidad	x	3,1	5	4,6	3,9	5,1	4,9	4,4	5,2	4,3	5,4
meq/l	min	2,5	4,1	4,1	2,3	4,8	4	3,3	5,1	4,1	4,7
	max	3,9	6,3	5,1	5,5	5,6	6	5,1	5,2	4,5	6
Fosfatos	x	0,1	0,7	0,8	1,5	0,8	0,4	3,3	0	5,9	0,2
µM/l	min	0	0	0	0	0	0	1,7	0	1,8	0
	max	0,3	2,9	2,3	3	2,9	1,6	6,7	0	19,1	0,8
Nitratos	x	878	274	285	8,6	103	13,1	50,8	22,3	32,7	28,8
µM/l	min	735	139	118	0	35,6	2	37	0	29	0
	max	1100	617	670	17	200	20	65	60	38	72
Nitritos	x	2,9	9	1,7	1,3	1,6	0,6	2,1	0,2	0,3	0,4
µM/l	min	0,7	4,3	1,3	0	0	0	0,7	0,1	0,1	0
	max	6,7	16	2,1	2,6	3,2	1,8	3,9	0,2	1	1,6
Amonios	x	4,8	9,4	4,3	8,9	10,8	24,6	23,9	3,4	79,8	12,1
µM/l	min	0	5,7	3,4	5,7	0	0	0,7	0	0,1	0
	max	8,2	18,4	5	12,2	40,5	89	6,8	6,1	301	35
D. Q. O.	x	5,5	4,1	6	6,8	3,5	5,9	3,7	5	2,7	2,2
mg/l	min	3,3	0,2	3,8	0,7	0,3	0,2	2,3	2,4	1,8	0,9
	max	9,1	6	11,4	13	4,8	8	5,5	9,6	3,3	4,1
Sólidos en suspensión	x	93	144	140	260	160	98	16,7	16,7	2,5	10
mg/l	min	60	20	40	260	50	30	10	10	0	0
	max	140	320	220	260	260	180	23	2	5	20
Clorofila <i>a</i>	x	2,1	2,7	3,3	8,5	2,3	2,6	1,3	1,8	1,5	0,5
µM/l	min	0	0	0	1,4	0	1,3	0,1	0	0,3	0
	max	3,7	4,3	14,2	15,7	4,2	4,8	2,1	5,3	2,5	0,7
Abundancia (i.p.u.e.)		13	172,2	193,7	3	290,3	91,1	241,7	342,9	2395	1191
Riqueza		3	2	5	1	5	4	10	9	17	9

Apéndice II.— Relación de las especies de efemerópteros recogidas durante el muestreo en las cuencas de los ríos Guadaira y Guadalete. Los sitios de muestreo aparecen en primer lugar con su localización geográfica y coordenadas U.T.M. Para cada especie, se indica en primer lugar el sitio de captura, el número de ejemplares recogidos (en valores absolutos de abundancia) y la fecha del muestreo. (E1: Arroyo Alcaudete (Carmona, Sevilla 30STG660398), E2: Arroyo Guadairilla (Los Molares, Sevilla 30STG656168), E3: Arroyo Aguaderilla (El Arahal, Sevilla 30STG711097), E4: Arroyo de Gavilán (Paradas, Sevilla 30STG831277), E5: Río Guadaira (Morón, Sevilla 30STG811081), E6: Arroyo Salado (Morón, Sevilla 30STG876094), E7: Río Guadalete - La Nava (Algodonales, Cádiz 30STF819848), E8: Arroyo del Águila (Ronda, Málaga 30STF926761), E9: Río Guadalete – Terrona (Grazalema, Cádiz 30STF921753), E10: Arroyo de Gaidovar (Grazalema, Cádiz 30STF893732)).

Appendix II.— Mayfly species registered through sampling period at Guadaira and Guadalete river basins. First appear the sites. To each mayfly species, the site where was caught is indicated at the first, following the number of specimens (in absolute values of abundance) and date of the sample. (E1: Arroyo Alcaudete (Carmona, Sevilla 30STG660398), E2: Arroyo Guadairilla (Los Molares, Sevilla 30STG656168), E3: Arroyo Aguaderilla (El Arahal, Sevilla 30STG711097), E4: Arroyo de Gavilán (Paradas, Sevilla 30STG831277), E5: Río Guadaira (Morón, Sevilla 30STG811081), E6: Arroyo Salado (Morón, Sevilla 30STG876094), E7: Río Guadalete - La Nava (Algodonales, Cádiz 30STF819848), E8: Arroyo del Águila (Ronda, Málaga 30STF926761), E9: Río Guadalete – Terrona (Grazalema, Cádiz 30STF921753), E10: Arroyo de Gaidovar (Grazalema, Cádiz 30STF893732)).

Baetidae:

Alainites muticus (L., 1758)

E8: 234 (31.05.88); **E9:** 38 (23.01.88), 4 (25.03.88), 13 (31.05.88), 2 (30.08.88), 13 (20.01.89); **E10:** 6 (31.05.88), 45 (30.08.88), 400 (31.10.88), 379 (20.01.89).

Baetis alpinus Pictet, 1843

E9: 13 (20.01.89), **E10:** 19 (25.03.88), 11 (31.05.88).

Baetis fuscatus L., 1761

E3: 12 (24.03.88), 4 (30.05.88); **E7:** 5 (25.03.88), 7 (31.05.88), 25 (30.08.88).

Baetis lutheri Müller-Liebenau, 1967

E1: 2 (24.03.88), 11 (30.05.88); **E2:** 336 (30.05.88); **E3:** 6 (12.01.88), 9 (24.03.88), 446 (30.05.88); **E5:** 23 (12.01.88), 149 (24.03.88), 224 (30.05.88), 16 (29.08.88), 13 (01.11.88), 17 (19.01.89); **E6:** 3 (12.01.88), 2 (24.03.88), 36 (30.05.88); **E7:** 135 (23.01.88), 256 (25.03.88), 8 (31.05.88); **E8:** 3 (25.03.88); **E9:** 44 (25.03.88), 8 (30.08.88), 2 (31.10.88).

Baetis rhodani Pictet, 1843

E1: 13 (30.05.88); **E3:** 3 (24.03.88), 8 (30.05.88); **E7:** 10 (23.01.88); **E8:** 29 (23.01.88), 6 (25.03.88), 19 (31.05.88); **E9:** 352 (23.01.88), 397 (25.03.88), 800 (31.05.88), 60 (30.08.88), 151 (31.10.88), 1004 (20.01.89); **E10:** 987 (25.03.88), 906 (31.05.88), 329 (30.08.88), 3 (31.10.88), 138 (20.01.89).

Baetis scambus Eaton, 1870

E8: 2 (23.01.88), 45 (25.03.88); **E9:** 5 (23.01.88), 10 (25.03.88), 15 (30.08.88), 2 (31.10.88), 4 (20.01.89).

Centroptilum luteolum (Müller, 1776)

E10: 31 (30.08.88), 14 (31.10.88), 11 (20.01.89).

Cloeon inscriptum Bengtsson, 1914

E4: 9 (24.03.88); **E5:** 1 (30.05.88); **E6:** 11 (29.08.88); **E7:** 1 (31.05.88); **E8:** 1 (23.01.88); **E9:** 86 (30.08.88).

Cloeon simile Eaton, 1870

E5: 8 (19.01.89); **E6:** 1 (01.11.88), 6 (19.01.89); **E9:** 60 (30.08.88).

Cloeon schoenemundi Bengtsson, 1936

E9: 8 (20.01.89).

Procloeon concinnum (Eaton, 1883-88)

E7: 1 (31.05.88), 2 (30.08.88), 16 (31.10.88); **E9:** 7 (23.01.88), 3 (31.05.88), 66 (30.08.88), 2 (31.10.88).

Oligoneuriidae

Oligoneuropsis skhounate Dakki & Giudicelli, 1980

E7: 1 (23.01.88), 67 (25.03.88), 21 (30.08.88).

Heptageniidae

Ecdyonurus gr aurantiacus

E9: 11 (30.08.88), 2 (31.10.88), 17 (20.01.89).

Ecdyonurus gr forcipula

E7: 1 (23.01.88), 13 (25.03.88), 22 (30.08.88); **E9:** 2 (25.03.88), 2 (31.05.88).

Ephemerellidae

Serratella ignita (Poda, 1761)

E8: 1 (31.05.88); **E9:** 31 (23.01.88), 1602 (25.03.88), 227 (31.05.88), 10 (20.01.89); **E10:** 127 (25.03.88), 68 (31.05.88), 1 (30.08.88).

Caenidae

Caenis luctuosa (Burmeister, 1839)

E1: 1 (24.03.88); **E2:** 1 (30.05.88), 11 (29.08.88); **E3:** 1 (24.03.88), 3 (30.05.88); **E5:** 2 (12.01.88), 4 (24.03.88), 8 (30.05.88), 159 (29.08.88), 181 (01.11.88), 40 (19.01.89); **E6:** 12 (30.05.88), 67 (29.08.88), 46 (01.11.88), 56 (19.01.89); **E7:** 2 (23.01.88), 2 (25.03.88), 32 (31.05.88), 10 (30.08.88), 18 (31.10.88); **E8:** 1 (23.01.88), 8 (25.03.88), 361 (31.05.88); **E9:** 71 (23.01.88), 115 (25.03.88), 147 (31.05.88), 228 (30.08.88), 55 (31.10.88), 156 (20.01.89); **E10:** 59 (25.03.88), 88 (31.05.88), 14 (30.08.88), 14 (31.10.88), 29 (20.01.89).

Brachycercus kabyliensis Soldán, 1986

E7: 1 (31.05.88), 1 (31.10.88).

Leptophlebiidae

Choroterpes picteti (Eaton, 1871)

E3: 3 (30.05.88); **E5:** 5 (30.05.88); **E8:** 5 (31.05.88); **E9:** 9 (31.05.88), 3 (30.08.88).

Paraleptophlebia submarginata (Stephens, 1825)

E9: 2 (23.01.88), 12 (25.03.88), 2 (20.01.89); **E10:** 5 (25.03.88), 1 (31.05.88), 16 (31.10.88), 45 (20.01.89).

Habrophlebia lauta Eaton, 1884

E8: 4 (25.03.88); **E9:** 97 (25.03.88), 62 (31.05.88), 1 (20.01.89); **E10:** 8 (25.03.88), 19 (31.05.88), 35 (30.08.88).

Polymitarciidae

Ephoron virgo Olivier, 1791

E7: 5 (25.03.88), 6 (31.05.88).

Ephemeridae

Ephemera danica Müller, 1764

E9: 1 (23.01.88); **E10:** 6 (25.03.88), 2 (30.08.88), 12 (31.10.88), 23 (20.01.89).