

*Ostrácodos y contaminación: el estuario  
el río Odiel (Huelva, SO España)*

Ostracods and pollution: the Odiel river estuary  
(Huelva, SO Spain)

Francisco RUIZ MUÑOZ<sup>1</sup>, M<sup>a</sup> Luz GONZÁLEZ-REGALADO<sup>1</sup>  
y José BORREGO<sup>1</sup>

**RESUMEN**

Se estudian los parámetros físico-químicos e hidrodinámicos que influyen en la distribución de los Ostrácodos del estuario del río Odiel (Huelva, SO España). La contaminación del agua y de los sedimentos, así como la actividad antrópica, condicionan la escasísima biocenosis, presente exclusivamente en un subsector muy limitado de este área (zona de Punta Umbría). La tanatocenosis presenta sus máximos en individuos y especies en la misma zona, si bien el dominio de las influencias marina o fluvial condiciona las asociaciones presentes.

**ABSTRACT**

The physical, chemical and hydrodynamic parameters which influence in the distribution of Ostracods of the estuary of the Odiel river (Huelva, SW Spain) are investigated in this paper. The pollution of the water and the sediments and human activity determine the very low biocoenoses which is only to be found in a very small subsection of this area (Punta Umbría zone). Most individuals and species of the Thanatocoenoses are to be found in the same zone, although either the marine or the fluvial influence condition these assemblages.

**Palabras clave:** Actual, Ostrácodos, Contaminación, Río Odiel, SO España.

**Key words:** Recent, Ostracods, Pollution, Odiel River, SW Spain.

---

<sup>1</sup> Dpto. de Geología, Universidad de Huelva, 21819 Palos de la Frontera. (Huelva)

## INTRODUCCIÓN

El río Odiel es una pequeña corriente fluvial que transcurre por la provincia de Huelva y forma, en su desembocadura en el Atlántico, un estuario con marcado carácter mareal (Fig. 1).

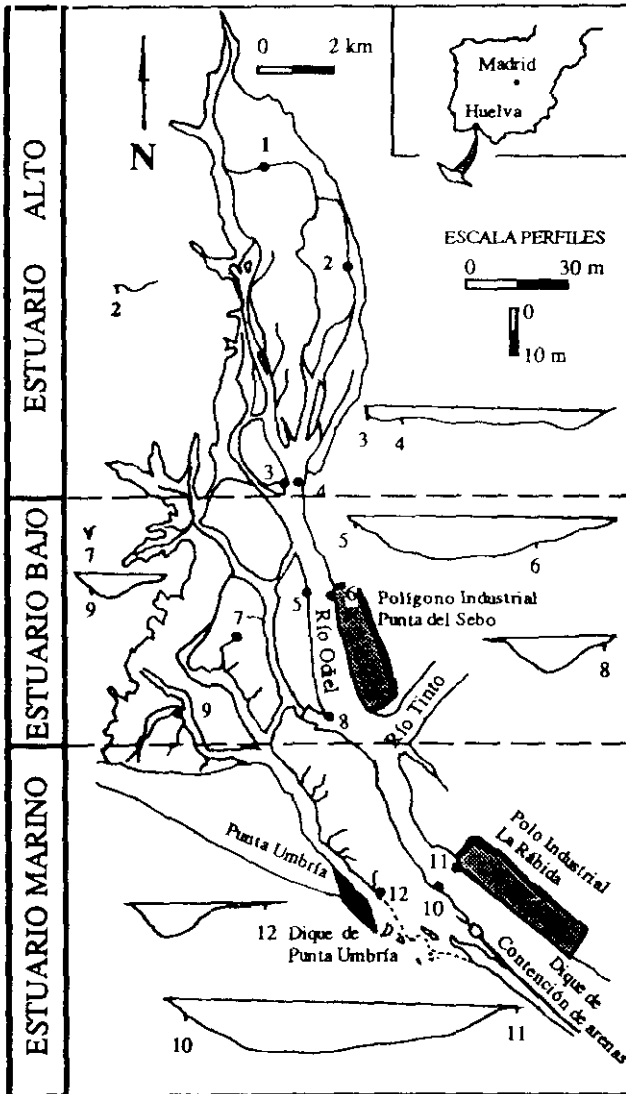


Figura 1.—Situación geográfica del estuario del río Odiel. 1-12: localización de las muestras estudiadas.

Figure 1.—Geographical location of the Odiel river estuary. 1-12: Situation of samples studied.

Desde el punto de vista fisiográfico, el estuario del río Odiel puede definirse como un estuario barrera o Bar-buil Estuary (FAIRBRIDGE, 1980), afectado por un régimen mesomareal semidiurno.

En su interior, se desarrollan amplias llanuras mareales vegetadas (marismas saladas o salt marshs), formadas sobre cuerpos de acreción estuarina de origen mixto (marino y continental). El mecanismo de cierre del estuario está formado por una flecha litoral que se ha desarrollado desde el W hacia el E ((Spit de Punta Umbría) y una compleja sucesión de islas barrera, entre las que se encuentran cuerpos de marisma salobre.

Este estuario holoceno está rodeado por formaciones neógenas: arcillas azules y limos amarillos de edad Tortoniense superior-Messiniense (Fm. «Arcillas de Gibralfón, CIVIS *et al.*, 1987) y arenas pliocenas (Fm. «Arenas de Huelva» CIVIS *et al.*, *op. cit.*), así como restos de niveles aluviales del Pleistoceno.

El encajamiento de esta red fluvial comenzó hace 18.000 años, en un periodo de pulsaciones climáticas que supusieron un descenso del nivel del mar de más de 100 m (PASKOFF, 1985). Este evento indujo un cambio del régimen fluvial en la red hidrográfica y un aumento de la capacidad erosiva de la escorrentía superficial, cuyos principales cauces excavaron el valle bajo del río Odiel y otros ríos actuales del litoral onubense (OJEDA, 1989).

El curso bajo de estos sistemas fluviales fue invadido por el mar durante la última transgresión Flandriense, que para este sector alcanza su máximo transgresivo hace alrededor de 6.000 años (MELIERES, 1974).

En este trabajo se determinan los Ostrácodos (biocenosis y tanatocenosis) del estuario del río Odiel, analizando la relación entre las especies halladas y algunos factores hidrodinámicos y físico-químicos de este sector del litoral atlántico español.

## ACCIÓN ANTRÓPICA RECIENTE

En una breve síntesis de actuaciones recientes sobre este medio, debemos destacar la construcción en sus márgenes de dos polos de promoción industrial (Fig. 1): el polo de la Punta del Sebo, en los años 60, y el polo de La Rábida en la década de los 70. Ambos están compuestos básicamente por industrias químicas. Sus vertidos incontrolados al cauce han ocasionado un importante deterioro del ecosistema estuarino, con periódicas mortandades masivas de especies acuícolas en su entorno.

Para controlar esta fuente de contaminación y contribuir a la recuperación del medio, la Agencia del Medio Ambiente desarrolla, desde mediados de los 80, una

inspección continua de las variables físico-químicas de la zona (pH, metales pesados del sedimento, etc.). Ello ha hecho que se inicie una lenta recuperación del estuario, reflejada por la presencia actual de Bivalvos (*Cardium*) y Cirrípedos en los sectores más externos.

Por último, es reseñable el impacto de las obras antrópicas en esta zona. En 1980, finalizó la construcción del dique de contención de arenas del Puerto de Huelva (Fig. 1), que supuso un obstáculo parcial al tránsito sedimentario en la zona externa y ha modificado el modelo natural de circulación mareal en el interior del estuario. Además, ha contribuido al cierre progresivo del estuario y al aumento de los espacios marismesños.

## CARACTERIZACIÓN DEL ESTUARIO DEL RÍO ODIEL

### Aspectos hidrodinámicos

Este estuario está situado en un sector litoral sometido a un régimen mesomareal, semidiurno y con desigualdad diaria leve (BORREGO *et al.*, 1992).

**Aportes fluviales.** Presentan una enorme irregularidad interanual y estacional. Los meses de mayor aporte son Diciembre, Enero y Febrero, con  $102 \text{ Hm}^3$ , mientras que durante los meses de Julio y Agosto no se supera  $1 \text{ Hm}^3$ .

Estos aportes fluviales introducen en el estuario una cantidad media anual de  $5.600 \text{ T}$  de sedimento fino, que junto a los aportes de procedencia marina, originan una alta tasa de acumulación, estimada entre  $1$  y  $1,7 \text{ cm/año}$ .

El tipo de mezcla de agua es controlada por el prisma mareal y los aportes fluviales. Así, para mareas muertas/vivas medias y caudales fluviales medios ( $12,73 \text{ m}^3/\text{s}$ ), el estuario se considera del tipo con «Estratificación parcial» (SIMMONS, 1955), mientras que, durante los años muy secos, en el periodo estival pueden establecerse condiciones hipersalinas en algunas zonas del estuario, que originan, en los semiciclos de bajamar, el establecimiento de una cuña salina desde el estuario hacia la zona marina abierta adyacente.

**Mareas.** En el interior del estuario, el rango medio de marea es  $2,10 \text{ m}$ , alcanzando los  $3,50 \text{ m}$  durante las mareas vivas medias y  $0,70 \text{ m}$  en las mareas muertas de equinocio. La onda de marea se desplaza por el interior del estuario a una velocidad entre  $25$  y  $45 \text{ Km/h}$ , según un modelo de propagación de tipo hipsincrónico (BORREGO, 1992). Este efecto se ha acentuado por la construcción del espigón de contención de arenas, y supone un freno importante al correcto intercambio de agua entre el estuario y el mar abierto.

**Oleaje.** En la costa de Huelva, el oleaje más frecuente procede del SW (20%),

con una altura media de olas de 0,84 m y un periodo medio de 5,56 s. El oleaje del SE se presenta durante algo menos del 10% del tiempo, mientras que el procedente del S y E es frecuentemente poco importante.

## Análisis de los sedimentos

**Textura.** Según la textura del sedimento, pueden distinguirse 3 zonas:

- Estuario alto. En las zonas de canal del estuario alto, se depositan arenas gruesas y gravas, con gran proporción de fragmentos líticos, alternando con limos arenosos negros ricos en materia orgánica.  
En la marisma alta, es característica la alternancia de capas de limos y arcillas limosas altamente bioturbadas, con contenidos en materia orgánica superiores al 10%.
- Estuario bajo. Dominan los limos arcillosos de color negro, con grado de bioturbación variable y contenidos medios de materia orgánica del 17%. Son frecuentes los depósitos residuales de conchas.
- Estuario marino. Los depósitos son predominantemente arenosos (arenas finas a gruesas), con abundantes restos bioclásticos, que en ocasiones alcanzan el 30%.

**Contenido en metales pesados.** Se ha analizado el contenido en Cr, Ni, Cu, Zn, Pb (todos en ppm) y  $TiO_2$  (en %) de 12 muestras de sedimento, situadas en estos tres sectores del estuario (Tabla I).

TABLA I

### Contenido en metales pesados de las muestras estudiadas

MUESTRA/ELEMENTO	Cr	Ni	Cu	Zn	Pb	$TiO_2$
1	62	8	238	93	118	0,45
2	71	13	415	521	154	0,53
3	85	36	952	2280	557	0,72
4	149	29	2990	2740	1930	0,66
5	107	30	1220	997	1100	0,07
6	113	26	1702	1213	1530	0,08
7	106	36	1500	1300	1020	0,8
8	82	19	1680	1270	1510	0,57
9	108	31	1060	1070	306	0,8
10	129	27	1020	440	2060	0,76
11	165	30	2130	2890	1170	0,82
12	36	10	130	223	53	0,55

Estos metales pesados se determinaron por Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X, en los laboratorios X-Ray Assay de Toronto (Canadá), para el total de muestra en todos los casos.

Dentro de los elevados valores existentes en el estuario, pueden diferenciarse:

- a) Sectores fuertemente contaminados. Destacan las muestras más baja del estuario alto (muestras 3 y 4) y las situadas junto al polo industrial de La Rábida (muestras 10 y 11). El contenido de este último sector está parcialmente condicionado, además, por los aportes del río Tinto.
- b) Sectores poco contaminados. Dentro de ellos, se distinguen la parte superior del estuario alto (muestras 1 y 2) y el subsector de Punta Umbría del estuario marino (muestra 12).

Parte de este contenido metálico procede del lavado de escombreras de labores mineras, situadas al norte de la provincia, en el cauce medio y medio-alto del río (REQUENA *et al.*, 1991).

**Bacteriología.** En 1989, el C.E.D.E.X. realizó un muestreo que abarcó el estuario del río Odiel y la franja litoral adyacente. Este organismo detectó la ausencia total de coliformes fecales en el estuario. Sin embargo, la concentración de *Clostridium* sulfito-reductoras en proporciones muy superiores a las admitidas indicaron la fuerte contaminación de los sedimentos.

### **Análisis de la calidad del agua**

**Sólidos disueltos.** En 1982, el M.O.P.U. efectuó un muestreo en diversos puntos del cauce. En el estuario, se detectaron altas concentraciones de sulfatos y zinc, atribuibles al lavado de las escombreras de las explotaciones mineras (Riotinto Minera, Sotiel Coronada, etc.) situadas al N de la provincia.

Igualmente se apreció una alta tasa de fosfatos, procedentes del uso intensivo de fertilizantes agrícolas.

**Oxígeno disuelto.** En general, se pueden considerar como aguas bien oxigenadas, con contenidos variables entre 5 y 9 mg/l, mayores durante los periodos de pleamar. No obstante, durante algunas bajamares vivas equinociales, pueden producirse episodios puntuales de anoxia, al incorporarse al drenaje mareal aguas de zonas mareales altas con drenaje endorreico.

**pH.** En el sector superior del estuario alto (Muestra 1), el pH es ácido, con valores medios en torno a 4. En el estuario marino (muestra 11), el pH oscila entre 6,8 y 7,5. Por último, en el subsector de Punta Umbría, varía entre 5,5 y 6,2.

**Conductividad.** Este parámetro aumenta desde el estuario alto (entre 4 y 30 mS) hacia el estuario marino (de 45 a 60 mS), con máximo en el canal principal del río.

## La macrofauna

PEREZ QUINTERO (1989) realiza el estudio sistemático de las especies de Moluscos actuales del río Odiel. Destaca la pobreza de especies dulceacuícolas. Los grupos más importantes son los Bivalvos (*Chamelea gallina*, *Cerastoderma edule*, *Anodonta cygnea*, *Corbula gibba*, etc.) y Gasterópodos (*Turritella communis*, *Cerithium vulgatum*, *Hinia reticulata*, etc.).

En las muestras analizadas, aparecen algunos fragmentos de conchas de estos grupos (Tabla II). Son restos removilizados, con rotura frecuente en la concha en los Bivalvos y fuerte erosión de la ornamentación en Gasterópodos.

TABLA II

### Macrofauna de los sedimentos analizados

MUESTRA	BIVALVOS	GASTEROPODOS	OTROS
3	<i>Cerastoderma edule</i> / <i>Anomia epphipium</i>	<i>Turritella communis</i>	Insectos
7			"
9	<i>C. edule</i> / <i>A. epphipium</i> / <i>Nucula</i> sp.		Cirrípedos
10	<i>Ostrea edulis</i>	<i>T. communis</i>	
11			Insectos

## DATOS SOBRE LA OSTRACOFAUNA

### Metodología

La campaña de muestreo se realizó en Abril de 1991. En cada lugar seleccionado, se tomaron muestras de testigo continuo. Los últimos 2 cm de cada testigo se separaron, añadiéndoseles una solución de formol para la conservación de las partes blandas de los individuos vivos.

Esta cantidad de sedimento fue levigada con tamices de 0,42, 0,25 y 0,129 mm de diámetro de malla. El residuo se secó en estufa eléctrica a 70°C.

Por último, se analizaron las valvas y caparazones de los Ostrácodos presentes en las muestras.

## Biocenosis

La biocenosis es muy escasa. Sólo se han observado ejemplares vivos de 3 especies, entre las que destaca *Loxoconcha elliptica*, en zonas relativamente protegidas del estuario bajo y en el estuario marino (Tabla III).

TABLA III

### Biocenosis de Ostrácodos del estuario del río Odiel

ESPECIES /MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Leptocythere fabaeformis</i>									1			
<i>Loxoconcha elliptica</i>									9			1
<i>Loxoconcha rhomboidea</i>									2			

Son formas típicamente estuarinas, eurihalinas a muy eurihalinas, de hábitat fital o perifital (CARBONEL, 1973; 1980), muy diferentes de las halladas en otros estuarios del litoral onubense más protegidos, como el estuario del río Piedras (GONZÁLEZ-REGALADO *et al.*, 1990), donde dominan formas de *Cyprinotus*, *Candona*, *Limnocythere* y otras especies típicas de aguas dulces.

## Tanatocenosis

Sólo se han encontrado valvas y caparazones subfósiles en el estuario bajo (muestras 7 y 9) y en el estuario marino (muestras 10 y 12) (Tabla IV).

En el estuario bajo pueden distinguirse dos zonas:

- Canales finalizadores (muestra 7). En estas áreas relativamente protegidas, la ostracofauna es característicamente estuarina (*Loxoconcha elliptica*, *Leptocythere castanea*). No se encuentran formas marinas.
- Canales distribuidores (muestra 9). Estas zonas presentan un gran dominio de las especies estuarinas, sobre todo *L. elliptica*. La influencia marina queda reflejada levemente por la aparición de especies costeras someras retrabajadas (*Urocythereis oblonga*, *Pontocythere elongata*, *Semicytherura* sp.).

En el estuario marino, se aprecian dos subsectores:

- Canal principal (muestras 10 y 11). Los Ostrácodos están escasamente representados, principalmente por *L. elliptica*, junto a algún fragmento de *U. oblonga*.



b) Subsector de Punta Umbría (muestra 12). Es la parte del estuario con mayor número de individuos y especies. Debido a su clara exposición marina, existe un leve predominio de formas marinas resedimentadas sobre las especies estuarinas. Entre los especímenes costeros, destacan *U. oblonga*, *P. elongata*, *Palmoconcha guttata* y *Leptocythere pellucida*.

TABLA IV

**Tanatocenosis de Ostrácodos del río Odiel  
+ Especies marinas someras. # Especies estuarinas.**

ESPECIES/MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Aurila convexa</i> #												2
<i>Callistocythere rastrifera</i> #												6
<i>Carinocythereis whitei</i> #												6
<i>Costa punctatissima</i> #												1
<i>Cyprideis torosa</i> +												1
<i>Cytherois fischeri</i> + #												1
<i>Hemicytherura</i> cf. <i>hoskini</i> #												3
<i>Hiltermannicythere emaciata</i> #												7
<i>Leptocythere castanea</i> +							3		1			14
<i>Leptocythere pellucida</i> +												19
<i>Loculicytheretta pavonia</i> #												3
<i>Loxococoncha elliptica</i> + #							4	84	2	4		79
<i>Loxococoncha rhomboidea</i> + #									1			12
<i>Palmoconcha guttata</i> #												9
<i>Palmoconcha laevata</i> #												2
<i>Paracytheridea depressu</i> #												2
<i>Phlyctocythere pellucida</i> #												1
<i>Pontocythere elongata</i> #									1			38
<i>Pseudopsammocythere similis</i> #												1
<i>Sahnicythere retroflexa</i> #												6
<i>Sclerochilus contortus</i> # +												1
<i>Semicytherura acuticostata</i> #												7
<i>Semicytherura incongruens</i> #												2
<i>Semicytherura nigrescens</i> #												8
<i>Semicytherura sulcata</i> #												13
<i>Semicytherura</i> cf. <i>cornuta</i> #												1
<i>Semicytherura</i> sp. #									1			1
<i>Urocythereis oblonga</i> # +									4		1	85

**Relación entre Ostrácodos y contaminación**

El reducido número de individuos vivos impide efectuar precisiones estadísticamente válidas. Sin embargo, el análisis de la correlación lineal (Tabla V) y de componentes principales (Fig. 2) pueden indicarnos algunas tendencias en la relación entre las formas vivas y el contenido metálico de los sedimentos.

TABLA V

Matriz de correlación de Pearson: metales pesados y biocenosis

	CR	NI	CU	ZN	PB	TIO2	LEPT FAB	LOX. ELL.	LOX. RHOMB.
CR	1								
NI	0,68	1							
CU	0,83	0,58	1						
ZN	0,71	0,58	0,81	1					
PB	0,72	0,46	0,78	0,41	1				
TIO2	0,24	0,27	0,12	0,22	0,02	1			
LEP. FAB.	0,06	0,21	-0,07	-0,06	-0,28	0,28	1		
LOX. ELL.	0	0,19	-0,12	-0,11	-0,33	0,28	0,99	1	
LOX. RHOMB.	0,09	0,21	-0,07	-0,06	-0,29	0,28	1	0,99	1

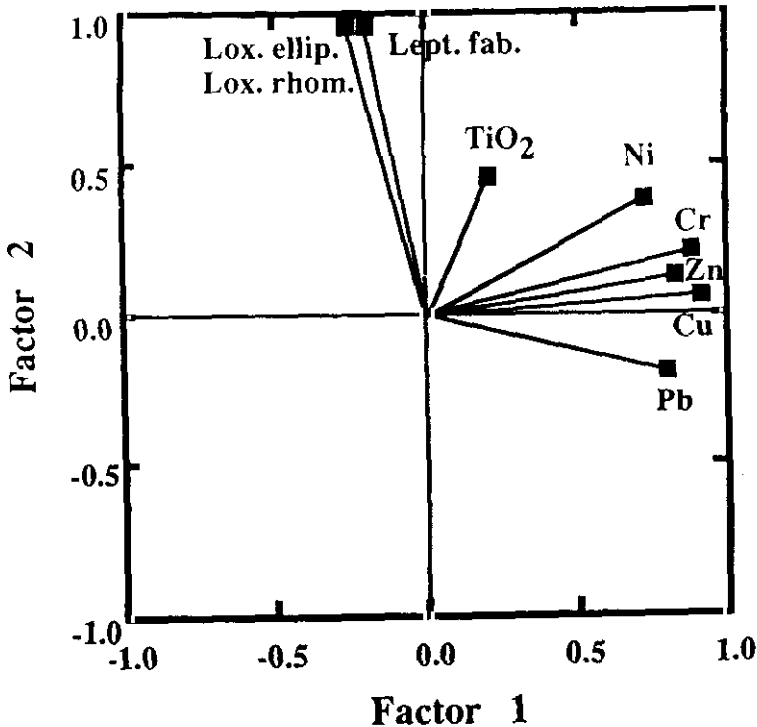


Figura 2.—Análisis de componentes principales.  
Figure 2.—Principal components analysis.

No se observan correlaciones significativas entre la biocenosis y los elementos metálicos presentes. Son positivas con el Cr, Ni y  $\text{TiO}_2$ , en tanto que se muestran negativas con el Cu, Zn y, sobre todo, con el Pb.

En el diagrama de componentes principales, los dos factores explican un alto porcentaje de la varianza (41,67 % para el Factor 1 y 36,16 % para el Factor 2). Puede apreciarse que el Pb parece ser el elemento más perjudicial para la biocenosis, en tanto que los contenidos en  $\text{TiO}_2$  pueden favorecer la aparición de individuos vivos.

## DISCUSIÓN: FACTORES FÍSICO-QUÍMICOS Y OSTRÁCODOS

### Salinidad

Las especies presentes en el estuario del río Odiel son comunes en otras zonas costeras del litoral europeo. Sin embargo, presentan distintos grados de tolerancia al contenido salino de las aguas y su variación temporal.

*Loxocochocha elliptica*, la especie más importante en los estuarios alto y medio, es una forma extremadamente eurihalina (entre 2 y 65 por mil), adaptándose mejor a condiciones de salinidad variable y a cierto aislamiento geográfico que *U. oblonga* (CARBONEL, 1980). Esta diferencia se manifiesta en el dominio de *L. elliptica* y diversas especies de *Leptocythere* en las partes más internas de diversos estuarios europeos, en tanto que *U. oblonga* predomina en las zonas más externas y sus proximidades, con salinidad superior (WAGNER, 1957; YASSINI, 1969; PENNEY, 1987).

Algo similar se manifiesta en la zona estudiada. La tanatocenosis presenta una similar distribución; sin embargo, la biocenosis presenta un número extremadamente escaso de individuos vivos en relación a otras áreas europeas, como la ría de Guernica o la costa suratlántica francesa (CARBONEL, 1973; PASCUAL, 1990).

### pH

Si bien existen escasos datos sobre la relación ostrácodos-pH, parece razonable observar que una acidez acusada de las aguas no favorece el desarrollo de estos crustáceos con caparazón calcáreo. FRYER (1955) observa que, en medios fluviales ácidos o muy ácidos, no se encuentran Ostrácodos. Un caso similar sucede en las rías del Norte de España, donde PASCUAL (*op. cit.*)

confirma el impacto de las aguas ácidas sobre la microfauna. En las aguas ácidas y polucionadas de la ría de Bilbao, la microfauna puede llegar a desaparecer completamente. Algo parecido se observa en el canal principal del río Odiel.

### **Tamaño de grano**

La distribución de las especies de la tanatocenosis parece estar condicionada, al menos parcialmente, por el tamaño de grano del sedimento. *L. elliptica*, por ejemplo, suele estar presente en las zonas limosas o areno-limosas más internas de los estuarios o en bahías relativamente protegidas (DANIELOPOL & BONADUCE, 1990), desapareciendo hacia la desembocadura, donde aumenta la fracción arenosa. Este hecho, constatado en el área de estudio, también se ha puesto de manifiesto en el estuario del río Támesis (KILENYI, 1969; BARKER, 1983).

### **Ostrácodos y contaminación metálica**

En la actualidad, la evidencia directa de la respuesta de los Ostrácodos a la polución industrial es aún muy pobre. En diversas bahías de Japón, BODERGAT e IKEYA (1988) detectan las calamitosas consecuencias que producen los efluentes industriales, con altas concentraciones en metales pesados (Cr, Zn, Cu, Pb y otros) en las poblaciones de Ostrácodos. Inicialmente, se detecta un moderado aumento en el número de individuos y especies, hasta un cierto límite (no especificado). Cuando este límite se sobrepasa, disminuye el número de especies. Por último, el incremento progresivo de la contaminación hace imposible la existencia de estos organismos.

Esta ausencia, constatada en todas las muestras del canal principal del río Odiel, también se ha observado en algunas zonas de la ría de Bilbao, tanto en Ostrácodos como en Foraminíferos (PASCUAL, 1990) y en los sedimentos altamente polucionados de la bahía de Tolón, en Francia (PHILIPPE-LOEILLET, 1983), con la desaparición de Foraminíferos.

### **CONCLUSIONES**

En el estuario del río Odiel, la ostracofauna permite delimitar con claridad dos zonas bien diferenciadas:

- a) Canal principal del río. La alta tasa de metales pesados en el sedimento, unido a una fuerte hidrodinámica y toxicidad de las aguas, impedían, en Abril de 1991, la vida de estos crustáceos.

La tanatocenosis, probablemente una muestra de las poblaciones pretéritas del río, presenta una distribución similar a la observada en zonas estuarinas europeas, con dominio de *L. elliptica* en las zonas más internas y de *U. oblonga* hacia la desembocadura.

- b) Canales distribuidores y finalizadores. En esta zona, con menor grado de contaminación, aguas con pH casi neutro y conductividad elevada, se encuentra la mayor parte de la biocenosis (sector de Punta Umbría). Estas áreas están notablemente protegidas respecto a las fuentes potenciales de contaminación (mínera e industrial).

Esta caracterización permite deducir el fuerte impacto que la polución ha ocasionado en la ostracofauna de este sector de la provincia de Huelva. Futuros estudios indicarán si el proceso de regeneración del medio fluvial ha comenzado.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la CICYT Proyecto PS89-0113 y Junta de Andalucía, P.A.I. n.º 4070

Recibido el día 6 de Julio de 1993

Aceptado el día 16 de Mayo de 1994

## REFERENCIAS

- BARKER, D. (1983): «The relationship between Ostracods and sediment grain size». *Marine Micropaleontology*, **8**: 51-63.
- BODERGAT, A.M. & IKEYA, N. (1988): «Distribution of Recent Ostracoda in the Ise and Mikawa bays, Pacific coast of central Japan». In: T. HANAI, N. IKEYA & K. ISHIZAKI (Eds.): *Evolutionary biology of Ostracoda*. Elsevier, 413-428 p.
- BORRERO, J. (1992): *Sedimentología del estuario del río Odiel (Huelva, SO España)*. Tesis Doctoral (inéd.) Univ. Sevilla, 311 p.
- BORRERO, J., MORALES, J.A. & PENDÓN, J.G. (1992): «Formación de sulfuros de hierro en estuarios actuales: algunas consideraciones genéticas». *Geogaceta*, **11**: 125-127.
- CARBONEL, P. (1973): «Les ensembles d'Ostracodes récent de l'estuaire de la Gironde». *Bulletin de l'Institut de Geologie du Bassin d'Aquitaine*, **14**: 75-81.

- (1980): «Les Ostracodes et leur interet dans la definition des ecosystemes estuariens et de la plateforme continental. Essais d'application à des domaines anciens». *Memoires de l'Institut de Geologie du bassin d'Aquitaine*, **11**: 1-350.
- C.E.D.E.X. (1989): *Estudio de contaminación en relación con el material dragado en el puerto autónomo de Huelva*. Informe técnico, 129 p.
- CIVIS, J., SIERRO, F.J., GONZALEZ DELGADO, J.A., FLORES, J.A., ANDRES, I., PORTA, J. & VALLE, M.F. (1987): «El Neógeno marino de la provincia de Huelva: antecedentes y definición de las unidades litoestratigráficas». *In: Paleontología del Neógeno de Huelva*. Univ. Salamanca, 9-21 p.
- DANIELOPOL, D. & BONADUCE, G. (1990): «The colonization of subsurface habitats by the Loxoconchidae Sars and the Psammocytheridae Klie». *In: R. WHATLEY & C. MAYBURY (Eds.): Ostracoda and Global Events*. Chapman & Hall, 437-458 p.
- FAIRBRIDGE, P.V. (1980): «The estuary: its definition and geodynamic cycle». *In: E. OLAUSSON & I. CATO (Eds.): Chemistry and biochemistry of estuaries*. John Wiley & Sons, 1-32 p.
- FRYER, G.G. (1955): «A faunistic and ecological survey of the freshwater Crustacea of the Huddersfield district». *Naturalist*, **854**: 101-126.
- GONZÁLEZ-REGALADO, M.L., RUIZ MUÑOZ, F., BORREGO, J. & PENDON, J.G. (1990): «La microfauna de la ría del Piedras (Huelva): algunos aspectos ambientales». *Actas I Reunión sobre el medio ambiente en Andalucía*: 274-280 p.
- KILENYI, T.I. (1969): «Le problem of Ostracod ecology in the Thames estuary». *In: J.W. NEALE (Ed.): The taxonomy, Morphology and Ecology of Recent Ostracoda*. Oliver & Boyd, 251-267 p.
- MELIERES, F. (1974): *Recherche sur la dynamique sedimentaire du Golfe de Cadix (Espagne)*. Thés. Doc. Univ. París IV, 325 p.
- M.O.P.U. (1982): *Estudio de la contaminación de la ría de Huelva. Evaluación de vertidos, planes, usos y actividades en la zona de influencia. Diagnosis de la situación actual de marismas y esteros*. Informe técnico, 378.
- OJEDA, J. (1989): «La dinámica litoral reciente de la costa occidental de Andalucía». *In: El Cuaternario en Andalucía Occidental. A.E.Q.U.A. Monografías*, **1**: 123-132.
- PASCUAL, A. (1990): *Utilización de los foraminíferos bentónicos y ostrácodos para un mejor conocimiento del medio ambiente en los estuarios vizcainos: aplicación a las rías de Guernica y Bilbao*. Tes. Doc. Univ. País Vasco, 345 p.
- PASKOFF, R. (1985): *Les littoraux. Impact des aménagements sur leur evolution*. Masson, 189 p.
- PENNEY, D.N. (1987): «Ostracode of the Holstenian interglacial in Jutland, Denmark». *Danmarks Geologischen Undersogelse*, **10**: 35-67.

- PÉREZ QUINTERO, J.C. (1989): *Introducción a los Moluscos onubenses, I: Faunística*. Junta de Andalucía. A.M.A., 110.
- PHILIPPE-LOEILLET, S.(1983): *Contribution a l'étude des Foraminifères benthiques de zones soumises a la pollution urbaine (emissaires des villes de Marseille y Toulon-Ouest-Rade-Abril de Toulon)*. Thés. Doct. Univ. Aix-Marseille II, 126.
- REQUENA, A.A., CLAUSS, F.L. & FERNANDEZ CALIANI, J.C. (1991): «Mineralogía y aspectos geoquímicos de los sedimentos actuales del río Odiel (Huelva)». *Cuadernos del Laboratorio Xeológico de Laxe*, **16**: 135-144.
- SIMMONS, H.B. (1955): «Some effects upland discharge on estuarine hydraulics». *Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, **81**: 1-20.
- WAGNER, C.W. (1957): «Ostracods as environmental indicators in Recent and Holocene estuarine deposits of the Netherlands». *Publicazioni della Stazione Zoologica di Napoli*, **33**: 480-495.
- YASSINI, I. (1969): «Ecologie des associations d'Ostracodes du Bassin d'Arcachon et du littoral Atlantique. Application a l'interpretation de quelques populations du Tertiaire Aquitain». *Bulletin de l'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine*, **7**: 1-288.