

APORTACIONES DEL ANÁLISIS POBLACIONAL DE OSTRÁCODOS: LA EVOLUCIÓN PALEOAMBIENTAL DEL SECTOR SUDOCCIDENTAL DEL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA DURANTE EL HOLOCENO SUPERIOR

F. RUIZ, M. ABAD Y A. RODRÍGUEZ-RAMÍREZ

Departamento de Geodinámica y Paleontología. Universidad de Huelva. Avda. Fuerzas Armadas, s/n.
21071-Huelva (Spain). E-mail: ruizmu@uhu.es

Resumen

El análisis de los ostrácodos extraídos en dos testigos tomados en el sector sudoccidental del Parque Nacional de Doñana permite deducir su evolución durante el Holoceno Superior. En los últimos 2.400-2.300 años BP se ha producido la transición desde un lagoon, habitado básicamente por *Cyprideis torosa* (Jones), *Loxoconcha elliptica* (Brady) y *Leptocythere castanea* (Sars), hasta la actual laguna de aguas dulces, con numerosos individuos de *Cyprinotus salinus* (Brady) y *Herpetocypris chevreuxi* (Sars). En este período, diversos eventos energéticos (¿tormentas, tsunamis?) han quedado reflejados en un aumento en la proporción de adultos de *Cyprideis torosa* y en los porcentajes de especies marinas.

Palabras clave: Ostrácodos, cambios ambientales, Holoceno superior, SO España.

Abstract

[Contributions of the ostracode population analysis: paleoenvironmental evolution of the southwestern sector of the Doñana National Park (SW Spain) during the Late Holocene]. The ostracode analysis of two cores collected in the southwestern area of the Doñana National Park permits to deduce its evolution during the Late Holocene. In the last 2,400-2,300 years BP, there was a transition from a lagoon, inhabited mainly by *Cyprideis torosa* (Jones), *Loxoconcha elliptica* (Brady) and *Leptocythere castanea* (Sars), to the present-day fresh-water pond, with numerous individuals of *Cyprinotus salinus* (Brady) and *Herpetocypris chevreuxi* (Sars). In this period, different energetic events (storms?, tsunamis?) have been deduced from both the higher adult proportions of *Cyprideis torosa* and the introduction of marine species.

Key words: Ostracodes, environmental changes, Late Holocene, SW Spain.

INTRODUCCIÓN

El análisis de las poblaciones de los ostrácodos se basa en métodos estadísticos simples que requieren la determinación del porcentaje de las diferentes mudas en cada muestra, la razón entre el número de adultos y de juveniles o la diversidad específica (Whatley, 1983; 1988).

Estas técnicas se han revelado como una interesante herramienta en el estudio de diversas características (paleo-)ambientales, como las tasas de sedimentación (Pokornyi, 1965), o bien han sido aplicadas al estudio sedimentológico de yacimientos petrolíferos (Oertli, 1970) o en la interpretación hidrodinámica de medios actuales y fósiles (Brouwers, 1988; Ruiz *et al.*, 1998).

La mayoría de estas investigaciones se han centrado en especies dulceacuícolas o propias de zonas de transición marino-continental. En estos últimos medios, *Cyprideis torosa* (Jones) es una de las especies más representativas en lagunas costeras, lagoons, estuarios, deltas y zonas infralitorales someras (Vesper, 1972; Heip, 1976; Carbonel *et al.*, 1981). En este estudio, se analizan sus poblaciones en dos testigos continuos obtenidos en el Parque Nacional de Doñana. Su estudio intentará evaluar su potencial como trazador de los posibles cambios ambientales que ha sufrido su sector meridional durante el Holoceno superior.

EL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA

El río Guadalquivir (560 km) drena una cuenca de 57.000 km², formada principalmente por rocas sedimentarias terciarias. Su desembocadura está parcialmente cerrada por un conjunto de flechas litorales (Fig. 1: p. ej., La Algaida) que delimitan un amplio estuario interior (1.800 km²). Este estuario incluye al Parque Nacional de Doñana, una Reserva Unesco de la Biosfera que comprende 50.720 ha y representa uno de los últimos sectores relativamente poco antropizados del estuario.

Los procesos hidrodinámicos del estuario están controlados por el régimen fluvial, el flujo mareal, la acción de las olas y las corrientes de deriva litoral. Este río es la principal fuente de sedimentos de la costa sudoccidental española, con un caudal anual medio de 164 m³ s⁻¹. El régimen mareal es mesomareal y semi-diurno, con un rango medio de 3,6 m (Borrego *et al.*, 1993). Las olas dominantes procedentes del suroeste, con una energía moderada debido a que el 75% de ellas no superan los 0,5 m de altura. Finalmente, las corrientes de deriva litoral transportan sedimentos desde la costa portuguesa hacia el este, aportando sobre todo arenas a la construcción de las flechas litorales (Cuenca, 1991).

Diversos estudios se han concentrado en la evolución holocena de este estuario, sugiriendo una cronología de eventos de progradación y erosión basada en la datación radiométrica de conchas recogidas en las flechas litorales (Zazo *et al.*, 1994; Lario *et al.*, 1995; Goy *et al.*, 1996; Rodríguez-Ramírez, 1996; Rodríguez-Ramírez *et al.*, 1996; Dabrio *et al.*, 1999). A partir del máximo transgresivo flandriense (ca. 6.500 años BP; Zazo *et al.*, 1994), se han reconocido cuatro fases principales de progradación: ca. 6.500-4.400 años BP, ca. 4.200-2.550 años BP, ca. 2.300-800 años BP y ca. 500

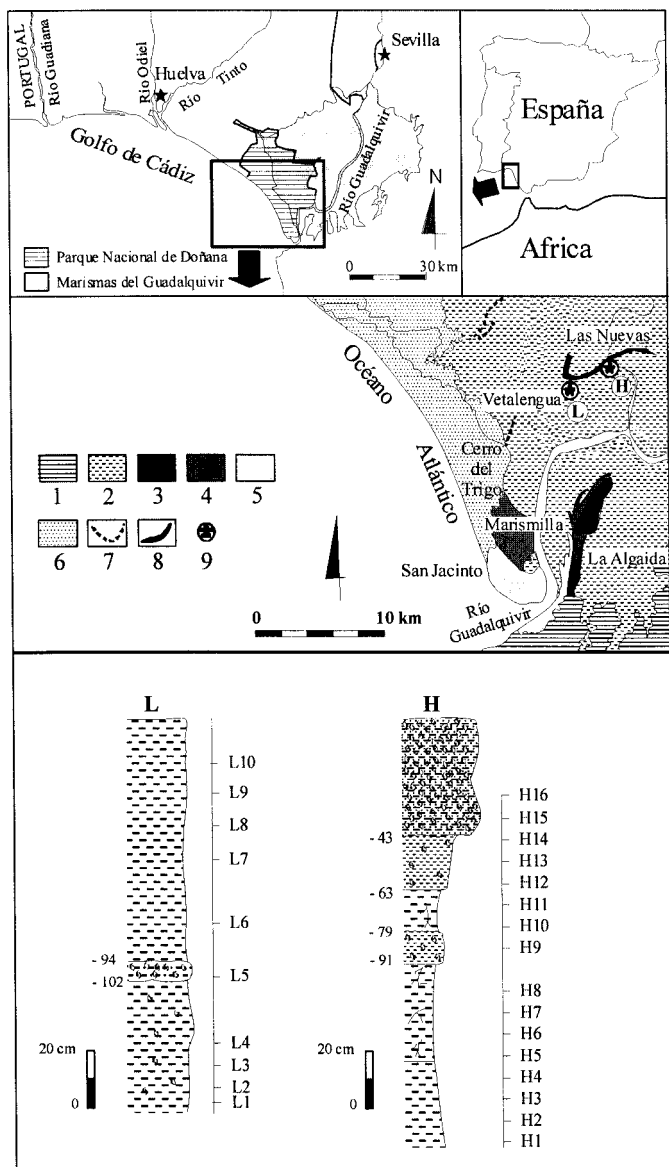


FIGURA 1—Localización geográfica y geomorfología de la desembocadura del río Guadalquivir. Clave: 1: sustrato Pliocuaternario; 2: marismas; 3-5: fases de progradación en las flechas litorales; 6: sistemas cuaternarios de dunas; 7: cordones litorales; 8: cordones estuarinos; 9: testigos estudiados.

FIGURE 1—Geographical setting and geomorphology of the Guadalquivir River mouth. Key: 1: Plio-Quaternary substrate; 2: marshes; 3-5: progradational phases of the littoral spits; 6: Quaternary dune systems; 7: littoral ridges; 8: estuarine ridges; 9: location of the cores studied.

años BP hasta la actualidad. Estas fases están divididas por eventos erosivos entre ca. 4.500-4.200 años BP, ca. 2.600-2.300 años BP and ca. 1.100-1.000 años BP. Otros

estudios han investigado las facies estuarinas holocenas (Borrego, 1992; Morales, 1993) y la reconstrucción de la evolución sedimentaria estuarina basada en testigos continuos (Borrego *et al.*, 1999; Dabrio *et al.*, 2000).

METODOLOGÍA

Un total de 26 muestras fueron seleccionadas en dos testigos continuos obtenidos en el sector meridional del Parque Nacional de Doñana, cuya litología fue descrita durante la campaña de campo. En cada una de ellas, se extrajeron 15 g de sedimento y se levigaron a través de un tamiz de 63 μm . Se separaron 300 valvas y carapazones de ostrácodos en aquellas muestras que lo permitieron, con extrapolación al peso total para el cálculo de la abundancia. En las muestras con menor número de individuos, se procedió al conteo e identificación de todos los ostrácodos presentes.

Para el análisis de las poblaciones de *Cyprideis torosa*, se procedió inicialmente a la medida de la longitud y anchura de las valvas presentes, para poder identificar el tamaño de las diferentes mudas. A continuación, se calcularon la proporción de esta especie en relación con el número total de ostrácodos y los porcentajes relativos de cada muda.

Se ha realizado una datación del testigo L en los laboratorios Beta Analytic (Miami, EE. UU.). La edad de dos niveles del testigo H puede deducirse por correlación lateral con otro testigo estudiado por Rodríguez-Ramírez (1996) en la misma área. En ambos casos, se utilizaron conchas de *Cardium edule* para el análisis isotópico. Los datos fueron calibrados con el programa Calib versión 4.3 (Stuiver y Reimer, 1993; Stuiver *et al.*, 1998). Los resultados finales corresponden a edades calibradas (ca.) usando intervalos de 2 σ , con la aplicación de un efecto reservorio de (-440 + 85 años), de acuerdo con los datos obtenidos por Lario (1996) y Dabrio *et al.* (1999, 2000) para este área. Las edades de los eventos analizados a continuación serán las más probables del intervalo calibrado (Van der Kaars *et al.*, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de los testigos

El testigo L (Fig. 1: 148 cm) está compuesto por arcillas con escaso contenido arenoso. Los cambios de color observados permiten distinguir entre un horizonte inferior (color 10YR 5/3 de la escala Munsell) y los 44 cm superiores (color 5Y 4/2). Estas arcillas contie-

nen una escasa macrofauna [*Venerupis decussatus* (Linneo), *Cardium edule* (Linneo), *Crassostrea angulata* (Lamarck)] y frecuentes fragmentos de equinodermos. Entre ellas, aparece una capa limosa (-102 a -94 cm) con abundantes valvas de bivalvos (*Crassostrea angulata*, *Venerupis decussatus*), que constituyen más del 20% en peso del sedimento.

El testigo H (Fig. 2: 162 cm) presenta un intervalo inferior (-162 a -129 cm) caracterizado por la presencia de arcillas azules masivas con escasa macrofauna. Sobre ellas se disponen un horizonte (-129 a -63 cm) con similar litología y abundantes fragmentos de fanerógamas. Esta homogeneidad litológica sólo está interrumpida por un nivel limoso (Fig. 1: -91 a -79 cm) con fragmentos aislados del bivalvo *Cardium edule*.

El tercer intervalo (-63 a -43 cm) está representado por arcillas con frecuentes conchas de bivalvos [*Cardium edule*, *Spisula solida* (Linneo)] y gasterópodos (*Rissoa* sp.) Los últimos 43 cm están formados por arenas amarillas con numerosos bivalvos bien preservados (sobre todo *Cardium edule*), con conchas dispuestas en cuerpos masivos lumaquéllicos o formando sets paralelos. Estos caracteres y su estructura geomorfológica son similares a los diversos niveles de *cheniers* observados en el sector (Rodríguez Ramírez, 1996).

Evolución de las asociaciones de ostrácodos

Cyprideis torosa (Jones) es la principal especie en las muestras analizadas, con porcentajes superiores al 50% del total de los ostrácodos en la mayoría de ellas (Tab. 1). El número de individuos por muestra es elevado (>1.000) en el tramo inferior del testigo L (muestras L1 a L6) y en la muestra basal del testigo H. En ambos casos, esta especie se encuentra acompañada con numerosas valvas de *Loxoconcha elliptica* (Brady), *Leptocythere castanea* (Sars) y, en menor medida, *Cytherois fischeri* (Sars). Esta asociación es típica de lagunas costeras salobres del Mediterráneo y Atlántico (Carbonel, 1980; Ruiz *et al.*, 2000).

Esta abundancia se mantiene, e incluso aumenta (>10.000 individuos/muestra) en la parte inferior del testigo L, con una asociación similar a la anterior. La capa limosa intercalada supone un punto de inflexión a partir del cual se produce una disminución progresiva de individuos hasta la muestra L8. Ello podría ser indicativo de una progresiva emersión de la zona. En las dos muestras superiores, es difícil calcular el número de individuos, debido a la gran cantidad de fragmentos de valvas presentes, correspondientes principalmente a *Cyprinotus salinus* (Brady), *Ilyocypris gibba* (Ramdohr) y *Herpetocypris chevreuxi* (Sars). En la

actualidad, esta asociación se encuentra en lagunas dulces temporales o lucios del Parque Nacional de Doñana (Ruiz *et al.*, 1996). Estas lagunas son muy someras (<1 m) y contienen aguas alcalinas (pH = 7-10,6) con importantes variaciones de la temperatura anual (8-10 °C en diciembre-enero y 25-30 °C durante el verano) (Serrano y Toja, 1995).

El testigo H presenta un declive muy pronunciado de las poblaciones de ostrácodos desde la muestra H2, llegando a desaparecer o presentar valores muy bajos (<25 individuos/muestra) en la parte media del testigo (H5 a H11). *Cyprideis torosa* es la especie mayoritaria de este tramo, llegando a ser la única especie representada en algunas muestras. En el *chenier* superior, el número de valvas se incrementa, con una asociación

formada principalmente por *C. torosa* (64-81%) acompañada de numerosas especies marinas (*Pontocythere elongata* (Brady), *Callistocythere rastrifera* (Ruggieri), *Urocythereis oblonga* (Brady), *Carinocythereis whitei* (Baird)), frecuentes en la plataforma somera del Golfo de Cádiz (Ruiz *et al.*, 1997).

Análisis de poblaciones de *Cyprideis torosa*

El análisis biométrico realizado ha permitido diferenciar las ocho mudas juveniles y las formas adultas de esta especie. Además, se ha podido constatar la existencia de una correlación lineal acusada ($R^2 = 0,9755$; $p = 0,00$ para $n = 200$) entre la anchura y la altura del caparazón a lo largo del crecimiento (Fig. 2). Entre las mudas A-8 a A-3, existe un crecimiento apro-

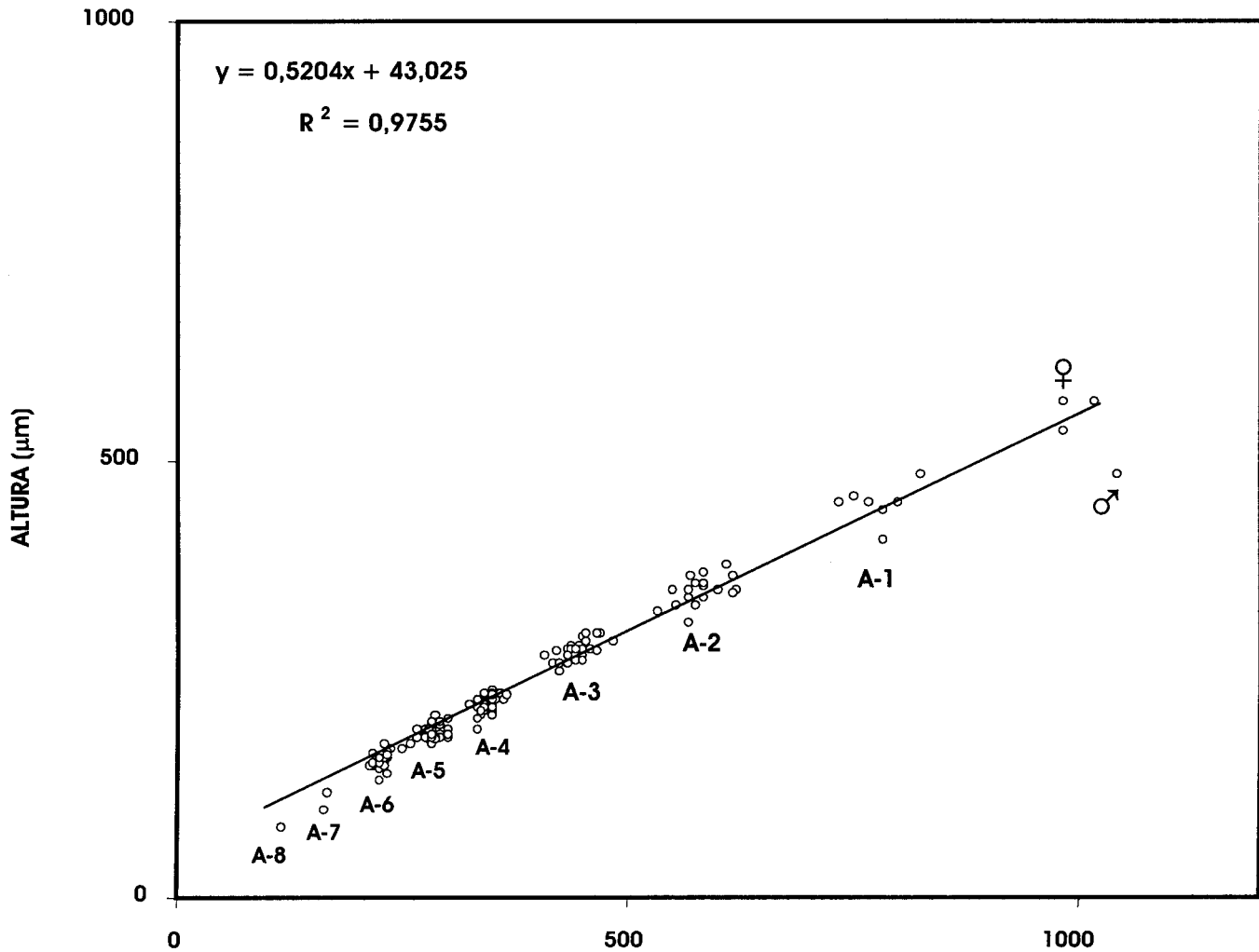


FIGURA 2—Análisis morfométrico de los estadios ontogenéticos de *Cyprideis torosa*.
 FIGURE 2—Morphometric analysis of the ontogenetic phases of *Cyprideis torosa*.

ximado del 23-28% en las dimensiones del caparazón entre mudas sucesivas, incrementándose este valor (30-33%) en las últimas mudas y en el paso al estadio adulto.

El tramo inferior del testigo L (L1 a L3) presenta altas proporciones de las mudas intermedias (A-2 a A-6), estando presentes también las primeras mudas. Esta distribución sería típica de medios de baja energía (Whatley, 1988). En el nivel limoso intercalado y las muestras inmediatas (L4 a L6), se produce un aumento del número de adultos y una disminución de las primeras mudas, coincidiendo con los mayores porcentajes de especies marinas. Ello indicaría un aumento del nivel energético ambiental, con destrucción de las mudas intermedias e introducción de esta fauna marina. En los niveles superiores, dominan las últimas mudas juveniles (A-1 a A-3), si bien aparecen numerosas valvas con evidencias de erosión superficial o fracturas parciales.

Las muestras inferiores del testigo H (H1 a H3) están dominadas por mudas intermedias (A-2 a A-6), con escasos porcentajes de adultos y ausencia de formas marinas. Su significado sería similar al intervalo inferior del testigo L. Estas proporciones se invierten en la muestra H4, con dominio de hembras adultas y las últimas mudas juveniles, así como una presencia significativa de especies marinas someras (p. ej., *Carinocythereis whitei*). En el resto del testigo, esta especie apenas está representada en los tramos arcillosos, en tanto que los intervalos arenosos contienen abundantes ejemplares de adultos y las últimas mudas juveniles, sobre todo en las muestras procedentes del *chenier* superior. En este tramo (H12 a H16), aparecen importantes porcentajes de formas marinas (*Carinocythereis whitei*, *Pontocythere elongata*, *Urocythereis oblonga*). Todo ello indicaría un depósito en condiciones de alta energía (Whatley, 1988).

MUESTRA	N° Individuos	% Cyprideis torosa	% Especies marinas	Adultos	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	Otras especies
H16	1810	69,4	13,6	23,4	38,5	32,1	6						<i>C. rastrifera</i> , <i>P. elongata</i> , <i>U. oblonga</i> , <i>C. whitei</i>
H15	418	65,3	18,7	33,8	41	21	3,1	1,1					
H14	42	64,3	16,7	55,6	33,3	11,1							
H13	24	70,8	28,5	41,2	29,4	23,5			5,9				
H12	57	80,7	12,3	54,3	25,7	14,3	5,7						<i>Loxoconcha elliptica</i>
H11	1	100	0		100								No
H10	2	100	0		50	50							No
H9	21	90,5	4,8	47,4	31,6	21							<i>Cytheretta adriatica</i> , <i>Semicytherura incongruens</i>
H8	1	100	0			100							No
H7	15	100	0		6,7	26,7	40	26,7					No
H6	0	0	0										<i>Loxoconcha elliptica</i>
H5	3	33,3	0			100							<i>Loxoconcha elliptica</i>
H4	24	79,2	8,3	31,6	42,1	21,1	5,2						<i>Carinocythereis whitei</i> , <i>Leptocythere macallana</i>
H3	262	52,7	0	3,3	2,4	13,1	28,5	34,1	14,6	4			<i>Loxoconcha elliptica</i> , <i>Leptocythere castanea</i>
H2	621	40,3	0		3,3	14,9	12,4	24	22,3	19,8	3,3		
H1	4243	82,8	0	0,5	3,7	10	20,5	28,9	23,7	11,6	1,1		
L10	261?	1,5?	0		100								<i>Cyprinotus salinus</i> , <i>Herpetocypris chevreuxi</i> , <i>Ilyocypris gibba</i>
L9	48?	16,7?	0	25	25	37,5	12,5						<i>L. elliptica</i> , <i>Cypris bispinosa</i> , <i>Ilyocypris gibba</i>
L8	124	83,9	0	3,8	17,3	40,4	26,9	9,6	2				<i>L. elliptica</i> , <i>Cypris bispinosa</i> , <i>Ilyocypris gibba</i>
L7	514	63,8	0,2	5,8	18,4	30,4	27,1	13,5	4,3	0,5			<i>L. elliptica</i> , <i>L. castanea</i>
L6	3534	73,5	1,8	6,8	16,1	32,2	26,3	14,4	1,7	2,5			<i>L. elliptica</i> , <i>L. castanea</i> , <i>C. fischeri</i>
L5	3146	67	1,6	7,9	16,9	27	22,2	16,4	7,9	1,7			
L4	10506	61,7	1,4	7,3	20	29,1	24,5	13,6	1,8	3,7			
L3	16780	54	1	3,9	11,6	18,7	22,6	18,1	16,1	7,1	1,3	0,6	
L2	12040	48,2	1,3	5,3	8,6	12,5	20,4	24,3	15,8	9,2	3,9		
L1	8725	66,3	0	4,9	9,8	28	18,9	17,7	15,8	4,9			

TABLA 1—Análisis poblacional de las muestras seleccionadas en este estudio. Especies marinas: *Callistocythere rastrifera*, *Pontocythere elongata*, *Urocythereis oblonga*, *Carinocythereis whitei*, *Cytheretta adriatica*, *Semicytherura incongruens*.
 TABLE 1—Population analysis of the samples selected in this study. Marine species: *C. rastrifera*, *Pontocythere elongata*, *Urocythereis oblonga*, *Carinocythereis whitei*, *Cytheretta adriatica*, *Semicytherura incongruens*.

EVOLUCIÓN DEL SECTOR ESTUDIADO DURANTE EL HOLOCENO SUPERIOR

Una comparativa entre las asociaciones presentes de ostrácodos, la distribución ontogénica de *Cyprideis torosa* y la edad calibrada más probable de las dataciones efectuadas permiten inferir la evolución de este sector del Parque Nacional de Doñana durante el Holoceno superior. Esta evolución puede ser dividida en 4 fases (Fig. 3):

a) Fase I (>ca. 2.300 años BP). Esta zona formaría parte de un lagoon relativamente restringido, tranquilo y somero, donde el fondo arcilloso

estaría poblado, entre otros grupos, por bivalvos (*Cardium edule*) y ostrácodos (*Cyprideis torosa*, *Loxoconcha elliptica*, *Leptocythere castanea*). En este fondo se depositarían las muestras L1 a L4 y, probablemente, la H1. Además, en esta fase se produciría la emersión paulatina del sector adyacente al testigo H, con presencia creciente de fanerógamas (muestras H2 y H3).

b) Fase II (~ca. 2.300-2.250 años BP). Se produce un primer evento de energía media (¿tormenta?), que ocasiona la introducción de fauna marina en el sistema lagunar y una selección de adultos en las poblaciones de *Cyprideis torosa*.

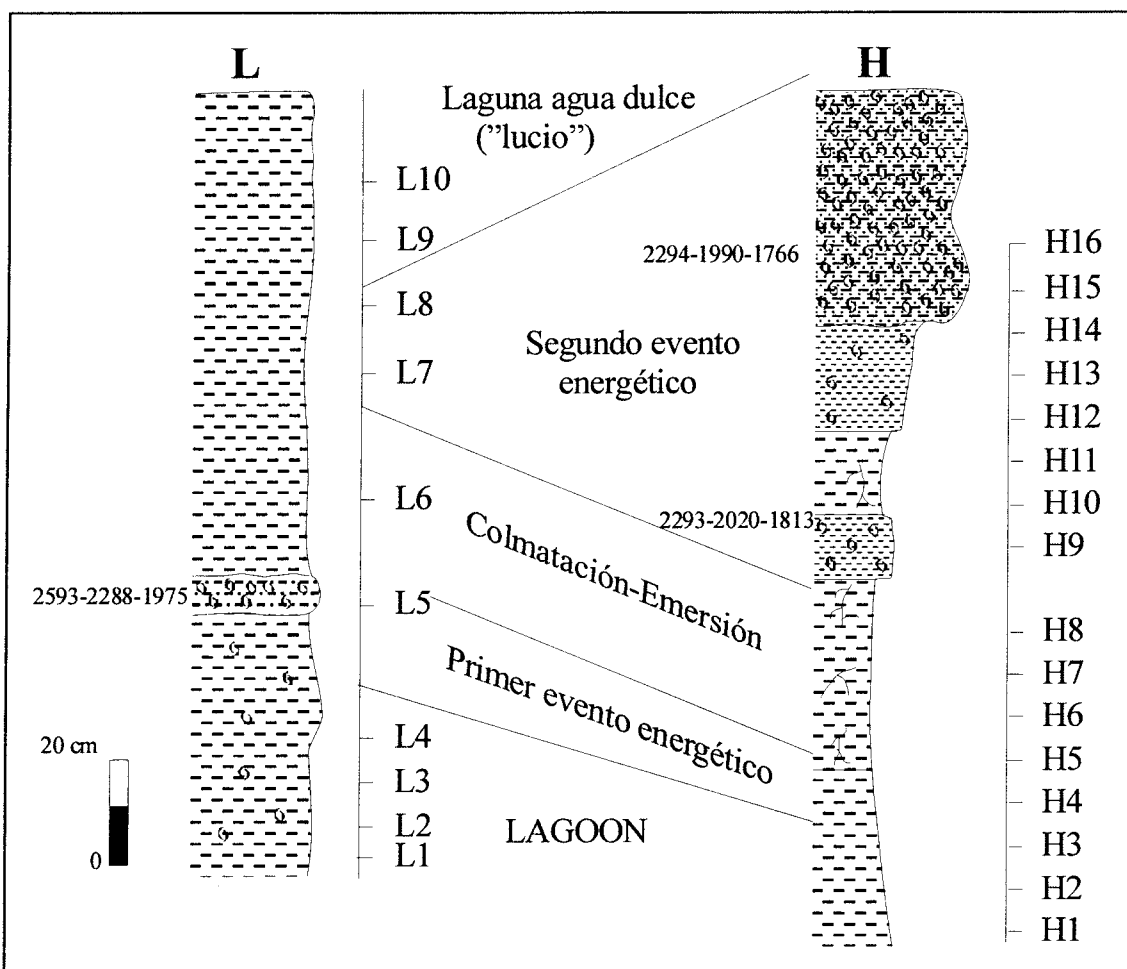


FIGURA 3—Correlación y reconstrucción paleoambiental de los testigos estudiados, con inclusión de las edades calibradas obtenidas. (2593-2288-1975): edad máxima calibrada - edad media (más probable) calibrada - edad mínima calibrada.

FIGURE 3—Correlation and palaeoenvironmental reconstruction of the studied cores, including the calibrated ages obtained. (2593-2288-1975): maximum calibrated age - mean calibrate age (highest probability) - minimum calibrate age.

Coincidiría con el final de una fase erosiva definida en este litoral por Zazo *et al.* (1994). En los testigos, esta inestabilidad quedaría reflejada en el nivel limoso intercalado del testigo H (muestra L5) y, probablemente, en la disminución de las poblaciones de *Cyprideis torosa* y un leve aumento de formas marinas resedimentadas en el testigo L (muestra H4).

- c) Fase III (~ca. 2.250-2.000 años BP). Se produce una colmatación y emersión de la zona, probablemente debido a su aislamiento paulatino por el crecimiento de las flechas litorales próximas (Fig. 1). El sector oriental (testigo H) se encontraría ya emergido (muestras H5 a H8), en tanto que la progresiva somerización conllevaría un importante descenso de *Cyprideis torosa* (muestras L5 y L6) en el sector occidental.
- d) Fase IV (~ca. 2.000 años BP). Hace unos dos mil años, se produjo una serie de fuertes eventos energéticos que ocasionaron el depósito de los niveles de *cheniers* del testigo H, que permanecerá emergido desde entonces (muestras H9 y siguientes).
- e) Fase V (ca. 2.000 años BP - actualidad). El testigo L refleja la transición desde el lagoon inicial hasta la laguna temporal actual de aguas dulces, con dominio de ostrácodos de conchas frágiles (*Cypris*, *Herpetocypris*) en sus muestras superiores (muestras L9 y L10).

CONCLUSIONES

El estudio de las asociaciones de ostrácodos presentes en dos testigos obtenidos en el sector suroccidental del Parque Nacional de Doñana ha permitido efectuar una aproximación a la evolución paleogeográfica de este sector durante los últimos 2.400 años, aproximadamente. En el período comprendido entre los 2.400 y 2.000 años BP, este sector estaba inicialmente ocupado por un lagoon relativamente tranquilo, donde las poblaciones de ostrácodos estaban dominadas por *Cyprideis torosa*. Esta situación se tornaba inestable de forma puntual por la acción de eventos energéticos (*¿tormentas?*, *¿tsunamis?*), cuya evidencia queda reflejada en los testigos en niveles limosos intercalados dentro de la litología arcillosa dominante o en la presencia de *cheniers*. En ambos casos, se aprecia un aumento de los porcentajes de adultos de esta especie y la introducción significativa de formas marinas resedimentadas. Finalmente, se produce la emersión de todo el sector, parte del cual queda aislado formando

una depresión ocupada en la actualidad por una laguna de aguas dulces, localmente denominada lucio.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la DGYCIT (proyecto BTE2000-1153), el Plan Andaluz de Investigación (grupo RNM-238) y el Plan Propio de la Universidad de Huelva.

BIBLIOGRAFÍA

- Borrego, J. 1992. *Sedimentología del estuario del río Odiel (SW España)*. Tesis Univ. Huelva, 311 pp.
- Borrego, J.; Morales, J. A., y Pendón, J. G. 1993. Elementos morfodinámicos responsables de la evolución reciente del estuario bajo del río Guadiana (Huelva). *Geogaceta*, 11, 86-89.
- Borrego, J.; Ruiz, F.; González-Regalado, M. L.; Pendón, J. G., y Morales, J. A. 1999. The Holocene transgresión into the estuarine central basin of the Odiel River mouth (Cádiz Gulf, SW Spain): lithology and faunal assemblages. *Quaternary Science Reviews*, 18, 769-788.
- Brouwers, E. M. 1988. Sediment transport detected from the analysis of ostracod population structure: an example from the Alaskan continental shelf. In: *Ostracoda in the Earth Sciences* (Eds. P. De Deckker, J. P. Colin y J. P. Peypouquet), Elsevier, Amsterdam, 231-244.
- Carbonel, P. 1980. Les ostracodes et leur intérêt dans la définition des écosystèmes estuariens et de plateforme continentale. Essais d'application à des domaines anciens. *Mémoires de l'Institut Géologique du Bassin d'Aquitaine*, 11, 1-350.
- Carbonel, P.; Legigan, P. H.; Pujos, M.; Saubade, A. M.; Bobier, C., y Jouirou, M. 1981. Evolution du Lac de Tunis. Un modèle de passage du milieu littoral à un milieu lagunaire. *Actes du Premier Congrès National des Sciences de la Terre*, Tunis, 91-100.
- Cuena, A. 1991. *Proyecto de regeneración de las playas de Isla Cristina*. Memoria Ministerio de Obras Públicas.
- Dabrio, C. J.; Zazo, C.; Lario, J.; Goy, J. L.; Sierro, F. J.; Borja, F.; González, J. A., y Flores, J. A. 1999. Sequence stratigraphy of Holocene incised valley fills and coastal evolution in the Gulf of Cádiz (southern Spain). *Geologie in Mijnbouw*, 77, 23-281.
- . 2000. Depositional history of estuarine infill during the last postglacial transgression (Gulf of Cádiz, Southern Spain). *Marine Geology*, 162, 381-404.
- Goy, J. L.; Zazo, C.; Dabrio, C. J.; Lario, J.; Borja, F.; Sierro, F. J., y Flores, J. A. 1996. Global and regional factors controlling changes of coastlines in southern Iberia (Spain) during the Holocene. *Quaternary Science Reviews*, 15, 773-780.

- Heip, C. 1976. The Life-Cycle of *Cyprideis torosa* (Crustacea, Ostracoda). *Oecologia*, 24, 229-245.
- Lario, J., 1996. *Último y Presente Interglacial en el área de conexión Atlántico-Mediterráneo: variaciones del nivel del mar, paleoclima y paleoambientes*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 269 pp.
- Lario, J.; Zazo, C.; Dabrio, C. J.; Somoza, L.; Goy, J. L.; Bardají, T., y Silva, P. G. 1995. Record of recent Holocene Sediment input on spit bars and deltas of south Spain. *Journal of Coastal Research*, 17, 241-245.
- Morales, J. A. 1993. *Sedimentología del estuario del río Guadiana (SO España-Portugal)*. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, 300 pp.
- Oertli, H. J. 1970. The aspect of ostracode faunas –A possible new tool in petroleum sedimentology. *Bulletin du Centre de Recherche de Pau*, 5, 137-151.
- Pokorny, V. 1965. Some palaeoecological problems in marine ostracode faunas, demonstrated on the Upper Cretaceous ostracodes of Bohemia, Czechoslovakia. *Publicazione della Stazione Zoologica di Napoli*, 33, 462-479.
- Rodríguez-Ramírez, A. 1996. *Geomorfología continental y submarina del Golfo de Cádiz (Guadiana-Guadalquivir)*. Tesis Doctoral, Universidad de Huelva, 370 pp.
- Rodríguez-Ramírez, A.; Rodríguez Vidal, J.; Cáceres, L.; Clemente, L.; Belluomini, G.; Manfra, L.; Improta, S., y De Andres, J. R. 1996. Recent coastal evolution of the Doñana National Park (S. Spain). *Quaternary Science Reviews*, 15, 803-809.
- Ruiz, F.; González-Regalado, M. L.; Serrano, L., y Toja, J. 1996. Los ostrácodos de las lagunas temporales del Parque Nacional de Doñana. *Aestuarina*, 4, 125-140.
- Ruiz, F.; González-Regalado, M. L., y Muñoz, J. M. 1997. Multivariate analysis applied to total and living fauna: seasonal ecology of recent benthic ostracoda off the North Cadiz Gulf Coast (SW Spain). *Marine Micropaleontology*, 31, 183-203.
- Ruiz, F.; González-Regalado, M. L., y Muñoz, J. M., 1998. Análisis de poblaciones en ostrácodos: el género *Urocythereis* en medios actuales y neógenos del SW de España. *Geobios*, 31, 61-74.
- Ruiz, F.; González-Regalado, M. L.; Baceta, J. I., y Muñoz, J. M. 2000. Comparative ecological analysis of the ostracod faunas from low- and high-polluted Spanish estuaries: a multivariate approach. *Marine Micropaleontology*, 40, 345-376.
- Serrano, L., y Toja, J. 1995. Limnological description of four temporary ponds in the Doñana National Park (SW, Spain). *Archiv für Hydrobiologie*, 133, 497-516.
- Stuiver, M. y Reimer, P. J. 1993. Radiocarbon calibration program. Rev. 4.2. *Radiocarbon*, 35, 215-230.
- Stuiver, M.; Reimer, P. J.; Bard, E.; Beck, J. W.; Burr, G. S.; Hughen, K. A.; Kromer, B.; McCormac, F. G.; v.d. Plicht, J., y Spurk, M. 1998. INTCAL98 Radiocarbon age calibration 24,000-0 ca BP. *Radiocarbon*, 40, 1041-1083.
- Van der Kaars, S.; Penny, D.; Tibby, J.; Dam, R. A. C., y Suparan, P. 2001. Late Quaternary palaeoecology, palynology and palaeolimnology of a tropical lowland swamp: Rawa Danau, West-Java, Indonesia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 171, 185-212.
- Vesper, B. 1972. Zur Morphologie und Ökologie von *Cyprideis torosa* Jones 1850 (Crustacea, Ostracoda, Cytheridae) unter besondere Berücksichtigung seiner Biometrie. *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut*, 68, 21-77.
- Whatley, R. C. 1983. The application of Ostracoda to palaeoenvironmental analysis. In: *Applications of Ostracoda* (Ed. R. F. Maddocks). University of Houston, Geoscience, Houston, 51-77.
- . 1988. Population structure of ostracods: some general principles for the recognition of palaeoenvironments. In: *Ostracoda in the Earth Sciences* (Eds. P. De Deckker, J. P. Colin y J. P. Peypouquet), Elsevier, Amsterdam, 245-256.
- Zazo, C.; Goy, J. L.; Somoza, L.; Dabrio, C. J.; Belluomini, G.; Improta, S.; Lario, J.; Bardají, T., y Silva, P. G. 1994. Holocene sequence of sea-level fluctuations in relation to climatic trends in the Atlantic-Mediterranean linkage coast. *Journal of Coastal Research*, 10, 933-945.

MANUSCRITO RECIBIDO: 5 septiembre, 2003

MANUSCRITO ACEPTADO: 25 marzo, 2004