

LA OSTRACOFAUNA DE LOS SEDIMENTOS LITORALES DEL NE DE ITALIA. I: EL RÍO ADIGE

*[The Ostracofaune of littoral sediments from Northeastern Italy.
I: The Adige river.]*

F. RUIZ MUÑOZ (*)

M.L. GONZÁLEZ-REGALADO (*)

L. MENEGAZZO VETTURI (**)

M. PISTOLATO (**)

(*): Departamento de Geología, Universidad de Huelva, 21819-Palos de la Frontera, Huelva, España. (e-mail: montero@uhu.es)

(**): Departamento de Ciencias Ambientales, Universidad de Venecia, Dorsoduro 2137, 30123-Venecia, Italia.

(FECHA DE RECEPCIÓN: 1998-02-27) (FECHA DE ADMISIÓN: 1998-03-27).
BIBLID [0211-8327 (1998) 34; 3-13].

RESUMEN: Se estudia la fauna de ostrácodos (doce especies) de la desembocadura del río Adige y la plataforma adyacente. La influencia del caudal en la distribución de las asociaciones de estos microorganismos es importante y, en consecuencia, las valvas y caparzones pueden ser utilizados como trazadores sedimentarios. Durante las épocas de baja descarga fluvial, la carga sedimentaria es depositada en el canal fluvial y la plataforma más somera, en tanto que la zona de depósito se traslada mar adentro (a más de 10 m de profundidad) durante las épocas de mayores caudales.

Palabras clave: Ostrácodos, Ecología. Sedimentación, Río Adige, NE Italia.

ABSTRACT: In the mouth of the Adige river, a scarce ostracofaune was found, belonging to twelve species. The influence of fluvial flows on the ecological assemblage

distribution is consistently high and, so, the caparaces and valves may be utilized as sedimentary tracers. The Adige river sedimentation is located in the fluvial channel and the adjacent marine area during the low inputs, whereas the infralittoral area (up to 10 m depth) is the main depositional zone during the high discharges.

Key words: Ostracods, Ecology, Sedimentation, Adige river, NE Italy.

INTRODUCCIÓN

El río Adige es el segundo río de Italia en longitud (400 km) y el tercero en cuenca de drenaje (Fig. 1: 12.000 km²). Su cabecera discurre por rocas volcánicas ácidas, carbonatos sedimentarios y una gran variedad de rocas metamórficas, con un tramo final localizado sobre rocas sedimentarias plio-pleistocenas y cordones arenosos holocenos de dirección NNW-SSE (FAVERO & SERANDREI, 1978). En su cauce predominan las arenas medias y gruesas bien clasificadas, como consecuencia de la alta energía y el removido de las partículas finas. Cerca de la desembocadura el tamaño de grano decrece (limos arcillosos mal clasificados), observándose un aumento en los porcentajes de fragmentos biogénicos (JURACIC *et al.*, 1987). Este sector fluvio-marino tiene caracteres mixtos estuarino-deltaicos, con ausencia de acreciones deltaicas subaéreas (SEIBOLD & BERGER, 1982). Su morfología está cambiando constantemente por la interacción de flujos variables de aguas dulces, materia en suspensión e hidrodinámica costera (ZUNICA, 1971).

Durante el periodo 1958-1975, el caudal medio fue de 207 m³/s, con variaciones máximas diarias comprendidas entre 80 y 900 m³/s, si bien estas cifras han disminuido con posterioridad (AVANZI, 1980). La cuña salina se encuentra aproximadamente a 1 km de la desembocadura, mientras que la capa superficial dulce se introduce varios kilómetros mar adentro (AVANZI & SILVIO, 1980).

Este río aporta moderadas cantidades de materia en suspensión al mar Adriático, como otras corrientes fluviales del noreste de Italia (ríos Isonzo, Tagliamento ó Piave). Entre 1958 y 1975, el transporte anual medio de materia en suspensión estimado en la estación de Boara Pisanti (a 50 km de la desembocadura) fue de 851.103 Tm/año, con una carga de fondo muy inferior (35.103 Tm/año). Esta materia en suspensión es dispersada en una pluma superficial en dirección norte hasta llegar a unos 2 km de distancia de la costa, donde torna hacia el SSE debido al sistema antihorario de corrientes del Adriático Norte (DAL CIN, 1983). La mayor parte de las arenas aportadas son depositadas en la desembocadura y transportadas por las corrientes litorales y las olas hacia el norte, y sólo un pequeño porcentaje deriva hacia el sur (GANDOLFI *et al.*, 1982).

En este sector, diversas investigaciones han analizado la interacción fluvio-marina desde diversos puntos de vista, como el estudio de la distribución de las asociaciones mineralógicas (JOBSTRAIBIZIER & MALESANI, 1973; GANDOLFI *et al.*, 1978), el papel de la materia orgánica en los ciclos biogeoquímicos (JURACIC *et al.*, 1987) o la influencia de las condiciones hidrológicas fluviales en los procesos de sedimentación de la plataforma próxima (BOLDRIN *et al.*, 1989). Los trabajos microfaunísticos se han centrado en el análisis faunístico de sondeos holocenos

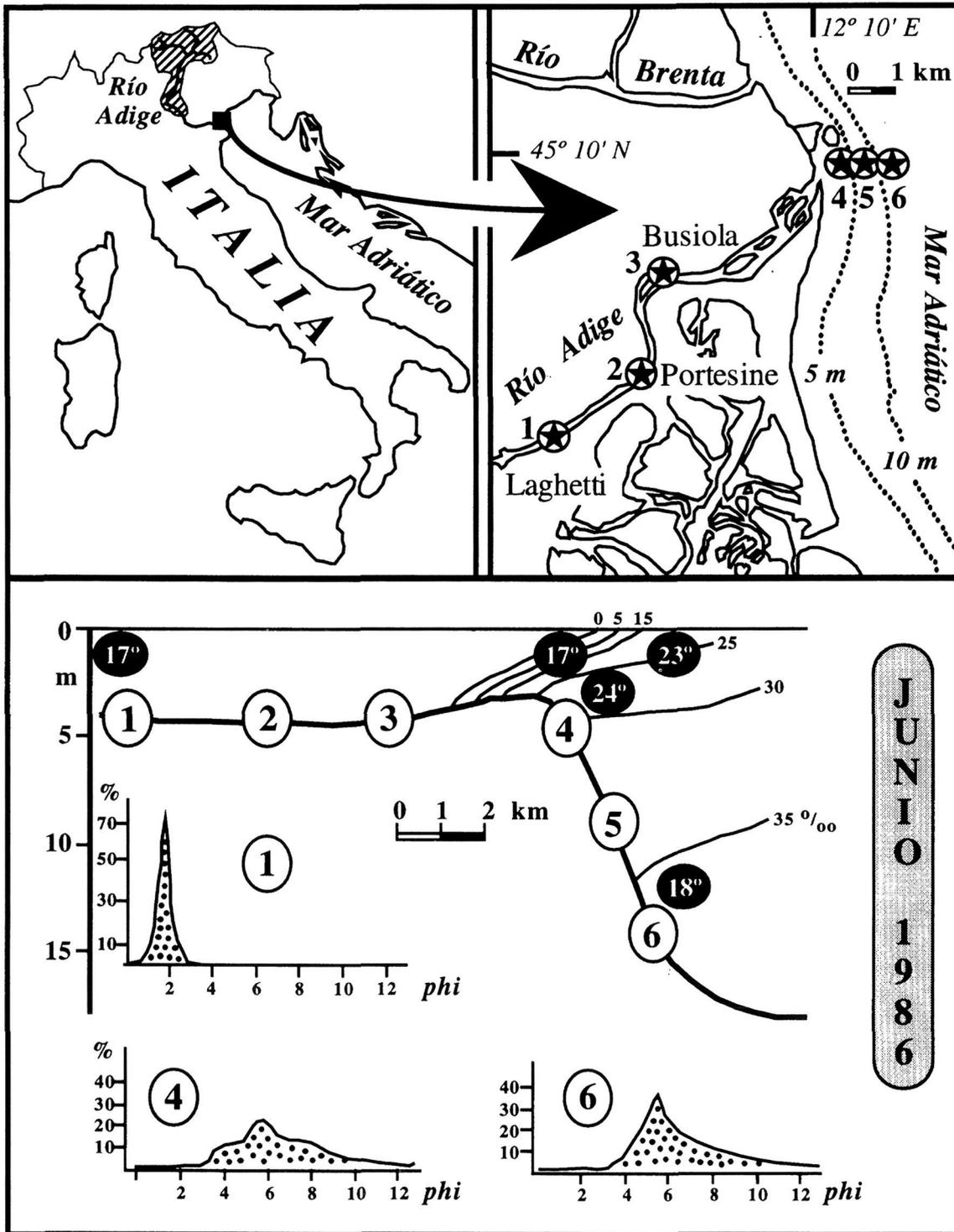


Figura 1. Situación geográfica, parámetros físico-químicos y granulometría de las muestras estudiadas.

(FAVERO & SERANDREI, 1978), así como en la determinación de las asociaciones microfaunísticas presentes en el Adriático Norte (MASOLI, 1968, 1969; BONADUCE *et al.*, 1975; BREMAN, 1975). Los datos sobre la microfauna salobre o de aguas dulces son escasos y proceden de sondeos realizados en la laguna de Venecia y la llanura costera próxima (ASCOLI, 1967; FAVERO & SERANDREI, 1981; ALBANI *et al.*, 1987; 1995).

Este trabajo estudia los Ostrácodos presentes en los sedimentos de la desembocadura del río Adige y la plataforma continental adyacente, con diferenciación de la distribución en condiciones de baja (1984) y alta descarga fluvial (1986).

METODOLOGÍA

El muestreo inicial (5 muestras) se efectuó en Noviembre de 1984, en condiciones de bajo flujo (145 m³/s). Las tres primeras muestras (1: Laghetti; 2: Portesine; 3: Busiola) fueron seleccionadas en el sector fluvial, a 11, 8 y 5 km de la boca, respectivamente, todas ellas a una profundidad de 4 m. Las otras dos muestras (4 y 5) se obtuvieron a 0,5 km y 1,3 km de la boca, con una profundidad de 6 y 10 m, respectivamente. Un segundo muestreo (3 muestras) se realizó en Junio de 1986, durante un periodo de fuerte descarga fluvial (480 m³/s). La situación de las dos primeras muestras coincide con las muestras 1 y 4 del muestreo anterior, en tanto que la tercera (Figura 1: muestra 6) se sitúa a una profundidad mayor (14 m).

Todas las muestras fueron extraídas mediante una draga tipo Doble Cuchara de Vam Veen. Una vez secadas en estufa a 40° C, se procedió al levigado de 25 g de sedimento a través de un tamiz de 63 µm de luz de malla. El residuo, previamente secado a 70° C, ha servido como soporte para el análisis del contenido total de la microfauna.

La determinación taxonómica se ha basado en los trabajos efectuados sobre áreas próximas al sector estudiado (BONADUCE *et al.*, 1975; BREMAN, 1975), así como en diversos artículos del Stereo Atlas of Ostracod Shells.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. *Diversidad y densidad.*

En 1984, estos microorganismos estaban presentes en todas las muestras, excepto en Portesine. El número de individuos y la diversidad son muy bajos en las restantes muestras, destacando la muestra 5 (5 individuos y 4 especies). La mayoría de las valvas corresponden a ejemplares inmaduros, con presencia de mudas intermedias de *Pontocythere turbida* (Lámina 2,2), *Tirrenocythere sicula* y una de las últimas mudas (A-2 ó A-1) de *Palmoconcha turbida*. Sólo se han observado individuos adultos de *Cyprideis torosa* (Lámina 1,1: muestra 3) y *Candona* cf. *C. marchica* (muestra 4), con evidentes signos de transporte (fracturas en los bordes, erosión superficial).

| ESPECIES / MUESTRAS_AÑO | 1_1984 | 1_1986 | 2_1984 | 3_1984 | 4_1984 | 4_1986 | 5_1984 | 6_1986 |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|---------------|--------|--------|--------|--------|
| <i>Candona</i> cf. <i>C. marchica</i> | 1 ad. | | | | 1 ad. | | | |
| <i>Carinocythereis carinata</i> | | | | | | | 1 juv. | |
| <i>Cyprideis torosa</i> | | | | 1 ad., 1 juv. | | | | |
| <i>Cytherissa lacustris</i> | | | | | | | | 1 juv. |
| <i>Darwinula</i> sp. | | | | 1 ad. | | | | |
| <i>Leptocythere lagunae</i> | | | | | | | | 1 juv. |
| <i>Lineocypris</i> sp. | | | | | | | | 1 juv. |
| <i>Loxoconcha elliptica</i> | | | | | | | | 7 juv. |
| <i>Neocytherideis fasciata</i> | | | | | | | 1 juv. | 1 ad. |
| <i>Palmoconcha turbida</i> | | | | | | | 1 juv. | |
| <i>Pontocythere turbida</i> | | | | | | | 2 juv. | |
| <i>Tirrenocythere sicula</i> | | | | | 1 juv. | | | |

Tabla 1. Distribución de los ostrácodos en la desembocadura del río Adige.

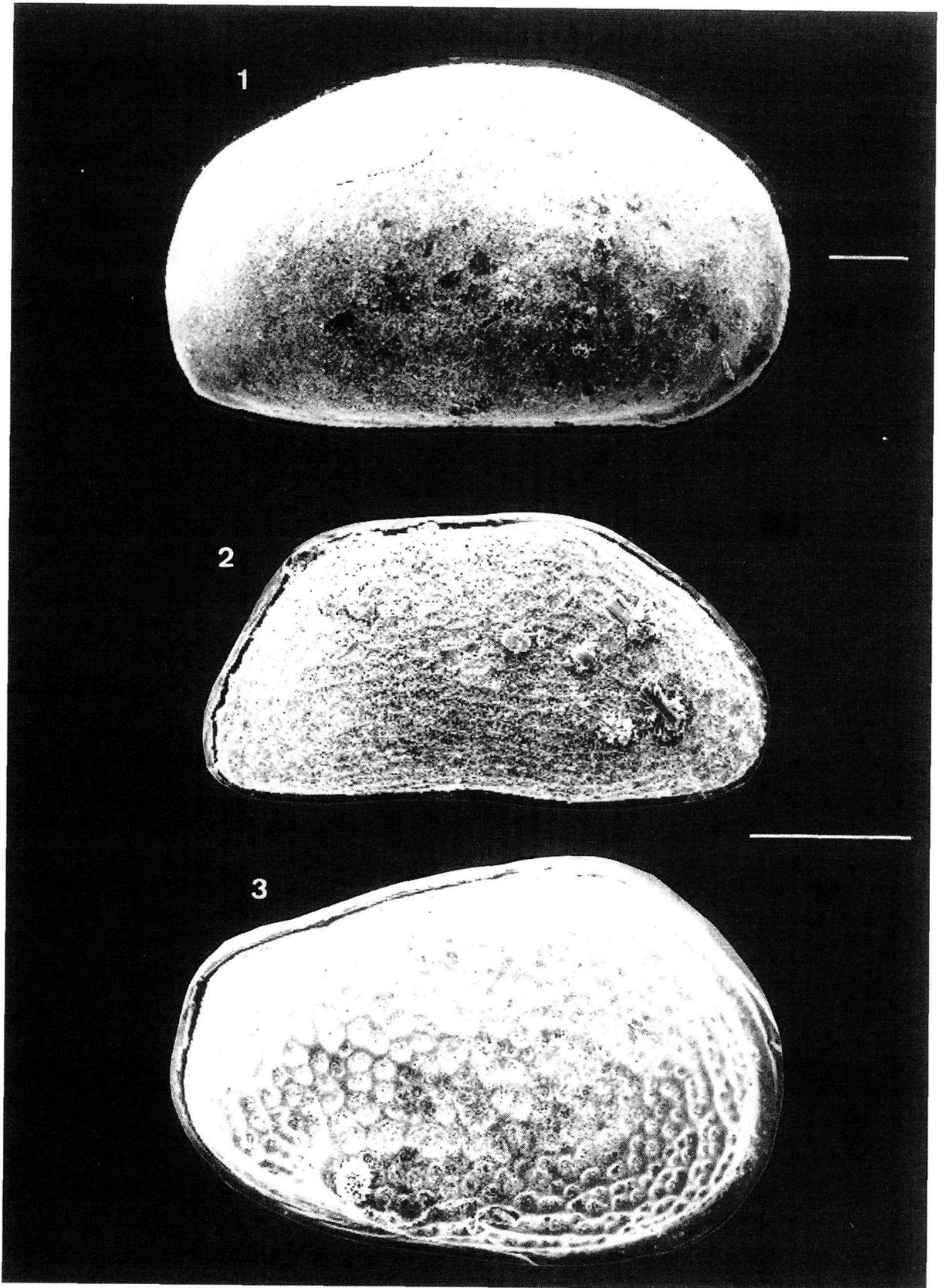
En 1986, sólo se identificaron 11 valvas en la muestra 6. La mayoría pertenecen a formas juveniles, probablemente de A-6 y A-5 para *Loxoconcha elliptica* (ATHERSUCH *et al.*, 1989) y A-2 ó A-3 para *Cytherissa lacustris* (DEVOTO, 1965) (Lámina 1, 3) y *Leptocythere lagunae* (Lámina 2,1). También se han observado ejemplares adultos de *Neocytherideis fasciata* (fragmentado) y *Lineocypris* sp (Lámina 1, 2).

2. Parámetros ecológicos y bioestratigráficos

Las especies determinadas pueden dividirse en 3 grupos:

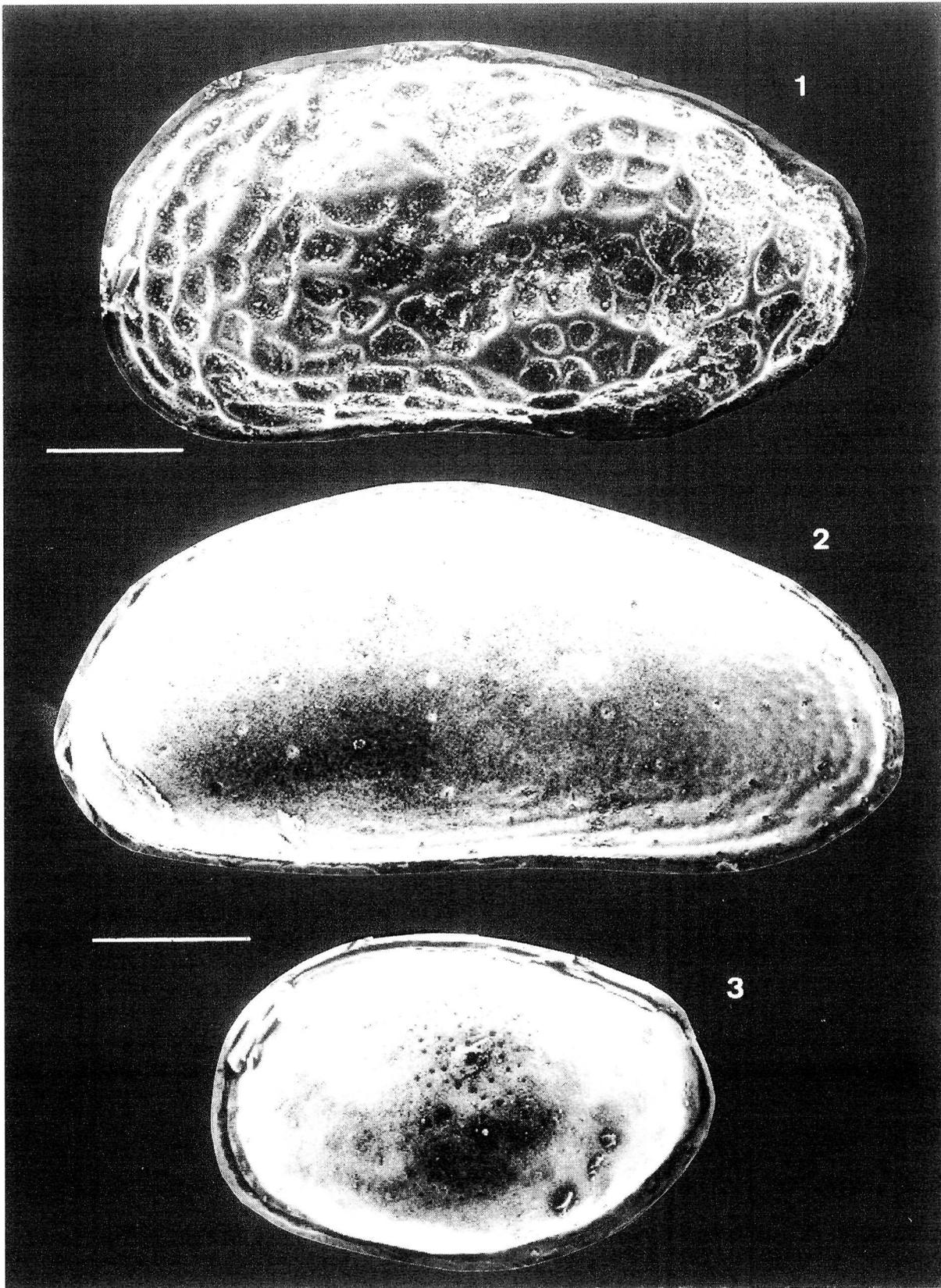
a) Especies dulceacuícolas. *Candona marchica* y formas similares de ostrácodos son abundantes en numerosos ríos, acequias y canales de Europa Central y Septentrional (BRONSTHEIN, 1988). También puede encontrarse en facies lacustres muy someras con abundante vegetación y salinidad a 0,5 ‰ (NEALE, 1964; DEVOTO, 1965). *Cytherissa lacustris* es una de las especies dulceacuícolas más ampliamente extendidas. Aparece preferentemente en lagos, sobre todo en las zonas sublitorales y los hábitats profundos (hasta 100 m), a veces en muy elevadas densidades (DANIELOPOL *et al.*, 1985). *Lineocypris* es un género frecuente en el registro fósil de medios lacustres fósiles (MEHES, 1908; CARBONEL, 1969; CIVIS *et al.*, 1989). *Tyrrenocythere sicula* es una especie frecuente en los ríos de Italia (DEVOTO, 1965), observándose en medios hipohalinos desde el Mioceno (RUGGIERI, 1955).

b) Especies eurihalinas. *Cyprideis torosa* es, probablemente, la especie eurihalina mejor estudiada, tanto en medios actuales como fósiles. Puede soportar salinidades comprendidas entre 0 ‰ y 70 ‰, con presencia de formas nodosas en los intervalos inferiores (0-6 ‰) y formas lisas y/o reticuladas en aguas mesohalinas o marinas normales (VESPER, 1975; CARBONEL *et al.*, 1981; ABERKAN



LAMINA 1

1. *Cyprideis torosa* (Jones). Muestra 3. 2. *Lyneocypris* sp. Muestra 6.
3. *Cytherissa lacustris* Sars. Muestra 6.



LAMINA 2.

1. *Leptocythere lagunae* Hartmann. Muestra 6. 2. *Pontocythere turbida* (Muller). Muestra 5.
3. *Palmoconcha turbida* Muller. Muestra 5.

et al., 1987). En la muestra 3, los dos ejemplares observados presentan una ornamentación lisa. *Loxoconcha elliptica* suele encontrarse en marismas, albuferas, lagoons, canales y zona de fuerte hidrodinámica fluvial, así como cerca de la desembocadura de los ríos, con intervalos de salinidad comprendidos entre 0 ‰ y 38 ‰ (ELOFSON, 1941; YASSINI, 1969; LLANO, 1981).

c) Especies marinas. *Pontocythere turbida*, *Carinocythereis antiquata*, *Neocytherideis fasciata* y *Palmoconcha turbida* figuran entre las especies más frecuentes del mar Adriático, donde abundan en los fondos arenosos de medios infralitorales y circalitorales internos, a profundidades inferiores a 80 m (BONADUCE *et al.*, 1975; BREMAN, 1975).

3. Hidrodinámica y distribución de microorganismos.

Si bien el número total de individuos es escaso, pueden percibirse unas notables diferencias entre los grupos de especies halladas en 1984 y 1986. En condiciones de baja hidrodinámica, se observa una interesante gradación en los ostrácodos, con presencia de grandes ejemplares adultos (> 500 µm) de especies dulceacuícolas, muy erosionados, en las muestras fluviales, indicando un importante depósito del material transportado en saltación en este área, dato corroborado por el análisis de los ciclos biogeoquímicos (JURACIC *et al.*, 1987). Este área de depósito también abarcaría la zona más somera de la plataforma adyacente (hasta los 6 m). A partir de esta batimetría, se encuentran sólo formas juveniles de especies marinas, que colonizarían estos medios durante esta época y posteriormente migrarían hacia mar adentro, donde suelen encontrarse hasta la zona circalitoral (BONADUCE *et al.*, 1975).

En épocas de alto flujo, la cuña de agua dulce se introduce hacia mar abierto, transportando en suspensión a numerosos ejemplares juveniles de especies salobres y de aguas dulces, que se depositan a una distancia superior a los 2 km de la desembocadura. Esta alta hidrodinámica es un factor negativo para el desarrollo de los ostrácodos, tanto en medios fluviales como marinos (KILENYI, 1969; CARBONEL, 1980; RODRÍGUEZ LÁZARO & PASCUAL, 1985), lo que explicaría la ausencia de ostrácodos en la zona fluvial.

CONCLUSIONES

El estudio de las asociaciones de ostrácodos de la desembocadura del río Adige permite inferir el negativo efecto de una hidrodinámica fluctuante, con una diversidad y densidad muy bajas. En esta zona, estos microorganismos pueden ser utilizados como trazadores sedimentarios, indicando las zonas de depósito en condiciones de bajo flujo (canal fluvial y plataforma más somera) o alto aporte fluvial (mar adentro).

AGRADECIMIENTOS

A D. CRISTOBAL CANTERO SERRANO, de los Servicios Centrales de Investigación de la Universidad de Huelva, por la realización de las fotografías de MEB.

BIBLIOGRAFÍA

- ABERKAN, M., CAHUZAC, B. & CARBONEL, P. (1987): Paléoenvironnements laguno-lacustres au cours du Pléistocène supérieur du littoral atlantique marocain. *Bull. Inst. Sci.*, **11**: 117-123. Rabat.
- ALBANI, A., FAVERO, V. & SERANDREI, R. (1987): Situazioni di stress ambientale e microfauna a Foraminiferi nella laguna a sud di Venezia. *Rapp. Stud., Ist. Veneto Sci., Lett, Arti*, **11**: 125-147.
- ALBANI, A., FAVERO, V. & SERANDREI, R. (1995): Commissione di studio dei provvedimenti per la conservazione e difesa della laguna e della città di Venezia. *Rapp. Stud., Ist. Veneto Sci., Lett, Arti*, **12**: 155-182.
- ASCOLI, P. (1967): Ostracodi olocenici continentali e salmastri di un pozzo perforato nella laguna di Venezia. *Mem. Bio. Adriatica*, **7**: 53-149
- ATHERSUCH, J., HORNE, D.J. & WHITTAKER, J.E. (1989): Marine and Brackish Water Ostracods. *Synopses British fauna, new series, no 43*. The Linnean Society and the Estuarine and Brackish-Water Sciences Association, Londres, 343 pp.
- AVANZI, C. (1980): Idrologia dell'Adige. In: *Risultati delle ricerche fino al 1978 sul litorale alla foce dell'Adige (Spiagga modelo)* (Ed. Consig. Nat. Ricerche), 19-20.
- AVANZI, C. & SILVIO, G. (1980): Idrologia dell'Adige. In: *Risultati delle ricerche fino al 1978 sul litorale alla foce dell'Adige (Spiagga modelo)* (ed. Consig. Nat. Ricerche), 45-46.
- BOLDRIN, A., JURACIC, M., MENEGAZZO, L., RABITTI, S. & RAMPAPAZZO, G. (1989): Geochemical considerations on trace elements distribution in suspended matter and sediments at the river-sea interface, Adige River mouth, northern Adriatic Sea. *Appl. Geochem.*, **4**: 409-421.
- BONADUCE, G., CIAMPO, G. & MASOLI, M. (1975): Distribution of Ostracoda in the Adriatic Sea. *Publ. Staz. Zool. Napoli*, **40**: 1-304.
- BREMAN, E. (1975): *The distribution of ostracodes in the bottom sediments of the Adriatic Sea*. Tes. Doc. Univ. Amsterdam, 125 pp.
- BRONSTEIN, Z. S. (1988): *Fresh water Ostracoda*. Fauna of the USSR Crustaceans, vol. II. Russ. Translat. Series, **64**: 470 pp.
- CARBONEL, G. (1969): Les ostracodes du Miocene Rhodanien. *Docum. Lab. Geol. Fac. Sci. Lyon*, **32**: 1-469.
- CARBONEL, P. (1980): Les ostracodes et leur interet dans le definition des ecosystemes estuariens et de plateforme continentale. Essais d'application à des domaines anciens. *Mem. Inst. Geol. Bassin d'Aquitaine*, **11**: 1-350.

- CARBONEL, P., LEGIGAN, P. H., PUJOS, M., SAUBADE, A. M., BOBIER, C. & JOUIROU, M. (1981): Evolution du Lac de Tunis. Un modèle de passage du milieu littoral à un milieu lagunaire. *Actes Prem. Cong. Nat. Sci. Terre, Tunisie*, 91-100.
- CIVIS, J., SIERRA, F. J., FLORES, J. A., ANDRÉS, I., GONZÁLEZ-DELGADO, J. A., VALLE, M. F. & RIVAS CARBALLO, M. R. (1989): *Estudio de los Invertebrados y Palinomorfos del Paleógeno y Neógeno en la provincia de Burgos*. Obra Social, Caja de Ahorros Municipal de Burgos (Inéd.), 128 pp.
- DAL CIN, R. (1983): I litorali del delta del Po e alle foci dell'Adige e del Brenta: caratteri tessiturali e dispersione dei sedimenti, cause dell'arretramento e previsioni sull'evoluzione futura. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, **102**: 9-56.
- DANIELOPOL, D. L., GEIGER, W., TOLDERER-FARMER, M., ORELLANA, C. P. & TERRAT, M. N. (1985): The Ostracoda of Mondsee: spatial and temporal changes during the last fifty years. In: *Contributions to the Paleolimnology of the Trumer Lakes and the Lakes Mondsee, Attersee and Traunsee* (Upper Austria) (Ed. D. L. DANIELOPOL, R. SCHMITDT & E. SCHULTZE), Institut fur Limnologie, Mondsee, 99-121.
- DEVOTO, G. (1965): Lacustrine Pleistocene in the Lower Liri Valley. *Geol. Rom.*, **4**: 291-368.
- ELOFSON, O. (1941): Zur kenntnis der marinen Ostracoden schwedens mit besonderer berücksichtigun des Skageraks. *Zool. Bird. Uppsala*, **19**: 215-334.
- FAVERO, V. & SERANDREI, R. (1978): La sedimentazione olocenica nella piana costera tra Brenta ed Adige. *Mem. Soc. Geol. It.*, **19**: 337-343.
- FAVERO, V. & SERANDREI, R. (1981): Evoluzione paleoambientale della laguna di Venezia nell'area archeologica tra Burano e Canale S. Felice. *Lav. Soc. Ven. Sc. Nat.*, **6**: 119-134.
- GANDOLFI, G., MORDENTI, A. & PAGANELLI, L. (1978): Caratteri composizionali del litorale alla focce dell'Adige (Spiaggia modello). *Mineral. Petrog. Acta*, **22**: 111-118.
- GANDOLFI, G., MORDENTI, A. & PAGANELLI, L. (1982): Composition and longshore dispersal of sands from the Po and Adige rivers since the pre-Etruscan age. *Journ. Sed. Petr.*, **52**: 797-805.
- JOBSTRAIBIZIER, P. & MALESANI, P. (1973): I sedimenti dei fiume veneti. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, **12**: 411-452.
- JURACIC, M., MENEGAZZO, L., RABITTI, S. & RAMPAZZO, G. (1987): The role of Suspended Matter in the Biogeochemical Cycles in the Adige River Estuary (Northern Adriatic Sea). *Estuar., Shelf and Coast Sci.*, **24**: 349-362.
- KILENYI, T. I. (1969): The problem of the ostracod ecology in the Thames estuary. In: *The Taxonomy, Morphology and Ecology of Recent Ostracodes* (ed. J. NEALE), Oliver & Boyd, 251-267.
- LLANO, M. (1981): *Interet des ostracodes dans l'interpretation des phenomenes hydrologiques sur les plateaux continentaux: la plateforme atlantique marocaine*. Thes. Doct. Univ. Bordeaux I, 247 pp.
- MASOLI, M. (1968): Ostracodi recenti dell'Adriatico Settentrionale tra Venezia e Trieste. *Mem. Mus. Trident. Sci. Nat.*, **17**: 1-71.
- MASOLI, M. (1969): Distribution of species of the genus *Semicytherura* in the Northern Adriatic Sea between Venice and Trieste, Italy. In: *The Taxonomy, Morphology and Ecology of recent Ostracoda*. (ed. J. NEALE), 334-355.

- MEHES, G. (1908): Beitrage zur Kenntnis der pliozanen Ostracoden Ungarns, II. Die Darwinulinadeen und Cytheridaeen der unterpanonischen Stufe. *Foldt. Kozt.*, **38**: 601-635.
- NEALE, J. W. (1964): Some factors influencing the distribution of recent British Ostracodes. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **33**: 247-307.
- RODRÍGUEZ LÁZARO, J. & PASCUAL CUEVAS, A. (1985): Estudio preliminar de los ostrácodos del estuario de la ría de Bilbao. *Actas I Reunión del Cuaternario Ibérico*, **I**, 229-240.
- RUGGERI, G. (1955): *Tyrrenocythere*, a new recent Ostracode genus from the Mediterranean. *Journ. Pal.*, **29** (4): 698-699.
- SEIBOLD, E. & BERGER, W. H. (1982): *The Sea Floor. An Introduction to Marine Geology*. Springer, pp. 288.
- VESPER, B. (1975): To the problem of nodding of *Cyprideis torosa* (Jones, 1850). *Bull. Amer. Paleont.*, **65**: 205-216.
- YASSINI, I. (1969): Ecologie des Associations d'Ostracodes du Bassin d'Arcachon et du littoral Atlantique. Application à l'interpretation des quelques populations du Tertiaire Aquitain. *Bull. Inst. Geol. Bass. d'Aquitaine*, **7**: 1-288.
- ZUNICA, M. (1971): Le Spiagge del Veneto. In: *Ricerche sulle variazione delle spiagge italiane* (ed. Cons. Naz. Ric.), 144-152.
