

LA OSTRACOFAUNA DE LOS SEDIMENTOS LITORALES DEL NE DE ITALIA. II: LA CUENCA DE CHIOGGIA (LAGUNA DE VENEZIA)

[*The Ostracofaune of littoral sediments from Northeastern Italy.
II: The Chioggia Bassin (Venice Lagoon)*]

F. RUIZ MUÑOZ (*)

M.L. GONZÁLEZ-REGALADO (*)

L. MENEGAZZO VETTURI (**)

E. MOLINAROLI (**)

(*): Departamento de Geología, Universidad de Huelva, 21819-Palos de la Frontera, Huelva, España. (e-mail: montero@uh.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; 15-26].

RESUMEN: Se estudia la fauna de ostrácodos de la cuenca meridional (Chioggia) de la laguna de Venecia. Se reconocen 9 especies, distribuidas principalmente en el margen lagunar interno próximo a la desembocadura de canales (*Cyprideis torosa* y *Loxoconcha elliptica*), borde externo de las barenes (*C. torosa*) y áreas próximas al puerto de Chioggia (*C. torosa* y *Pontocythere turbida*). Se efectúa una comparación entre *P. turbida*, una especie mediterránea y *P. elongata*, de ámbito exclusivamente atlántico.

Palabras clave: Ostrácodos, Ecología. Taxonomía, Laguna de Venecia, NE Italia.

ABSTRACT: A scarce ostracofaune was found in the southern basin of the Venice lagoon. Nine species were recognized, well distributed in the inner channel mouths (*Cyprideis torosa* and *Loxoconcha elliptica*), external border of the "barenes" (*C.*

torosa) and near the Chioggia harbour (*C. torosa* and *Pontocythere turbida*). The morphological features and distribution of *P. turbida* and *Pontocythere elongata*, a atlantic species, were compared.

Key words: Ostracods, Ecology, Taxonomy, Venice lagoon, NE Italy.

INTRODUCCIÓN

La laguna de Venecia, el ecosistema más relevante del Alto Adriático, ocupa una extensión de unos 550 km² a lo largo de un arco costero de 50 km, con una anchura comprendida entre 6 y 15 km. La morfología de esta laguna, originada a finales del Würm (hace unos 12000 años), estuvo condicionada inicialmente por los procesos deposicionales fluviales (ríos Adige, Brenta, Bacchiglione y Piave), con un control antrópico muy importante en los últimos siglos. Entre 1400 y 1700, la República de Venecia llevó a cabo numerosos trabajos hidráulicos para detener su progresivo relleno y favorecer la navegación interna, desviando el curso de estos ríos principalmente hacia el sur. Actualmente, sólo algunos pequeños canales drenan sus aguas a la laguna (FRISO *et al.*, 1991).

Hidrodinámicamente, este sistema lagunar puede ser dividido en tres cuencas (Figura 1: Lido: 276 km²; Malamocco: 162 km²; Chioggia: 111 km²) conectadas con el mar mediante bocas de puerto de una profundidad (5-25 m) y anchura (400-900 m) variables (ALBANI & SERANDREI, 1982) y separadas por "vertientes hidrodinámicas" con escasas velocidades de flujo (CAVALERI, 1980). La batimetría permite diferenciar tres zonas: las "barena", áreas siempre por encima del nivel medio de mareas altas; las llanuras mareales, situadas entre los niveles de bajamar y pleamar, y los canales y zonas pantanosas, siempre cubiertas por una capa de agua. La profundidad media referida al nivel medio mareal es de 1 m, con una batimetría inferior a 2 m en el 75 % de su superficie y sólo el 5 % con más de 5 m (SFRISO & MARCOMINI, 1996).

En los últimos decenios, han sido numerosas las investigaciones que han contribuido a un mejor conocimiento de este sistema peculiar, en aspectos tan variados como la mineralogía y geoquímica de los sedimentos (MENEGAZZO & MOLINAROLI, 1984; MOLINAROLI, E. & RAMPAZZO, G., 1986; MENEGAZZO *et al.*, 1987; BERTOLIN *et al.*, 1995), ciclos biogeoquímicos y nutrientes (SFRISO *et al.*, 1994; SFRISO *et al.*, 1992) o la influencia de los vertidos contaminantes en la distribución espacio-temporal de los organismos (SFRISO & MARCOMINI, 1996). Los trabajos microfaunísticos se han centrado principalmente en los foraminíferos bentónicos actuales (ALBANI *et al.*, 1987, 1991; SERANDREI *et al.*, 1989) y su aplicación como indicadores paleoecológicos en sondeos estratigráficos (FAVERO & SERANDREI, 1980; 1981; 1983; FAVERO *et al.*, 1995). No se han realizado estudios sobre las asociaciones lagunares de ostrácodos, que contrasta importante conocimiento de estos microorganismos en los medios marinos adyacentes (MASOLI, 1969; BONADUCE *et al.*, 1975; BREMAN, 1975).

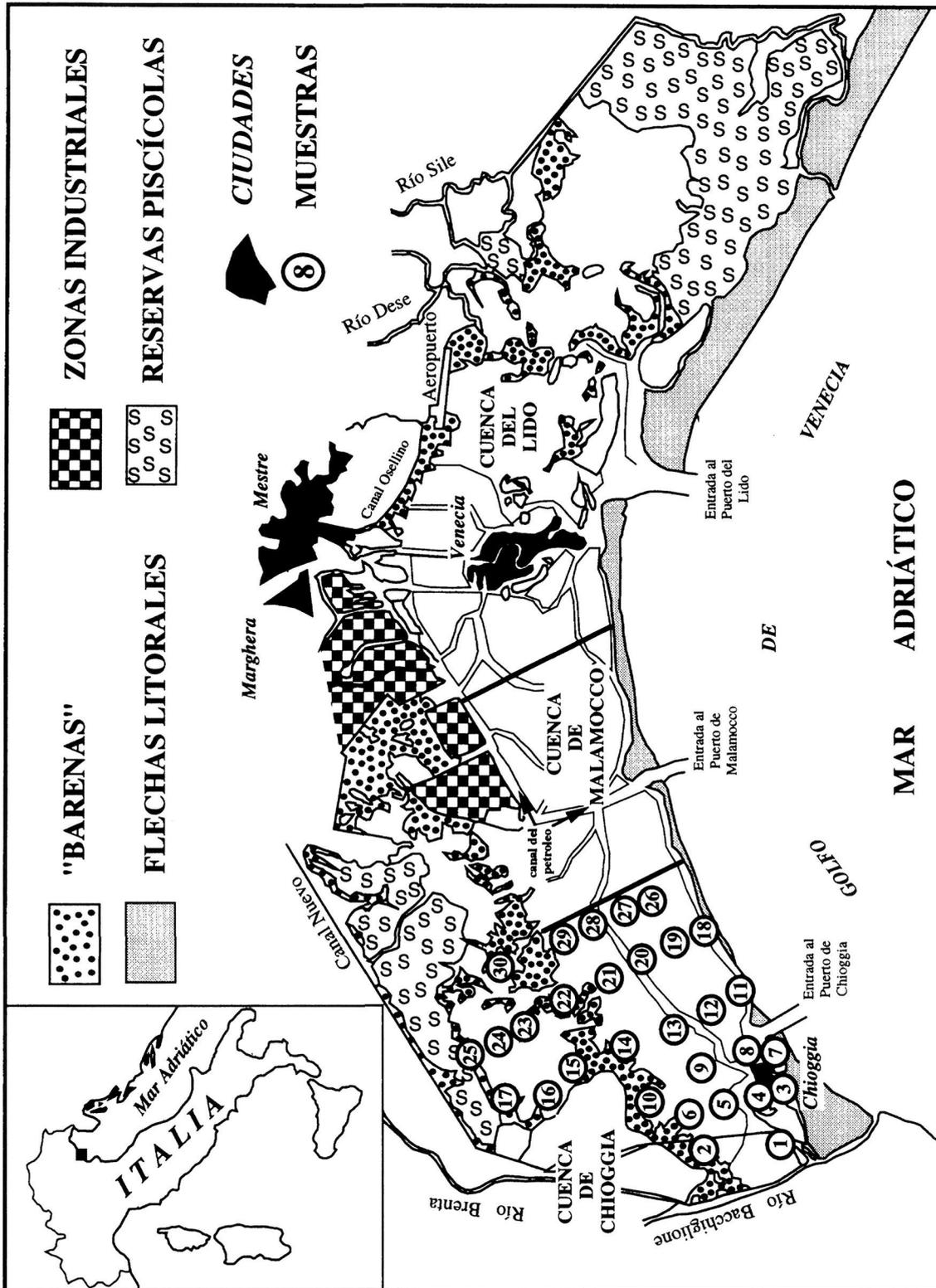


Figura 1. Situación de la cuenca de Chioggia, con localización de las muestras recolectadas.

En este trabajo, se estudian los ostrácodos de la cuenca meridional (Chioggia) de la laguna de Venecia, comparando su distribución con los parámetros hidrodinámicos y físico-químicos de las aguas y los sedimentos.

LA CUENCA DE CHIOGGIA

La cuenca de Chioggia ocupa actualmente una superficie relativamente pequeña debido al proceso de colmatación ocasionado por los aportes sedimentarios del río Brenta, que han rellenado su sector más meridional (Figura 1). Su fisiografía se caracteriza por la presencia de varios canales principales que parten de la boca de puerto, ramificándose hacia el interior en numerosos canalillos de longitud y dirección variables. Estos canales son poco profundos y mal definidos, de forma que el flujo mareal no está canalizado en condiciones de marea alta (ROMANO, 1981)

La comunicación con el mar se constituye como el principal condicionante de las variaciones en los parámetros físico-químicos de las aguas y en la granulometría de los sedimentos. En Julio, la temperatura media del agua oscila entre los 25,5 °C en el puerto de Chioggia y los 27 °C en el margen lagunar interno (Figura 2, a). La salinidad presenta una distribución inversa (Figura 2, b), con máximos (35 a 36 ‰) en la boca portuaria y mínimos localizados en la desembocadura de algunos canales que drenan las zonas agrícolas adyacentes (MARANGON, 1996). Las corrientes mareales son muy fuertes cerca de la conexión marina (más de 1,5 m/s), con una importante erosión de los fondos de los canales principales próximos. Su velocidad decrece hacia el interior, con mínimos (< 10 cm/s) hacia el norte (CAVALERI, 1980).

Los sedimentos son predominantemente arenosos en las proximidades de Chioggia, con una gradación decreciente en el tamaño de grano (limos arenosos-limos arcillosos-arcillas) hacia las zonas más internas (Figura 2, c). El grado de contaminación metálica es bajo o muy bajo (Figura 2, d), con dos fuentes principales: las corrientes mareales procedentes del mar Adriático, con introducción de cromo, níquel e hierro (BASU & MOLINAROLI, 1994) y, en menor medida, los vertidos del puerto de Chioggia.

METODOLOGÍA

El muestreo se efectuó con el barco oceanográfico Umberto D'Ancona, perteneciente al Instituto de Biología del Mar (Consejo Nacional de Investigación-C.N.R.) y una barca auxiliar del Laboratorio de Estudio de la Gran Masa, del CNR. Las muestras proceden de las llanuras mareales, ya que los canales principales de la laguna (Figura 1) están sometidos a un dragado continuo.

Se extrajeron 30 cm de testigo continuo mediante un testificador manual. De ellos, se separaron los 2-3 cm superficiales para el estudio microfaunístico. Una vez secados, una fracción (25 g) fue levigada por un tamiz de 129 µm de diámetro de

mallá. El residuo fue secado en estufa a 70 ° C y posteriormente estudiado en gabinete. La determinación taxonómica se ha basado en los trabajos de BONADUCE *et al.* (1975), BREMAN (1975), ATHERSUCH *et al.* (1989) y en diversos artículos del Stereo Atlas of Ostracod Shells.

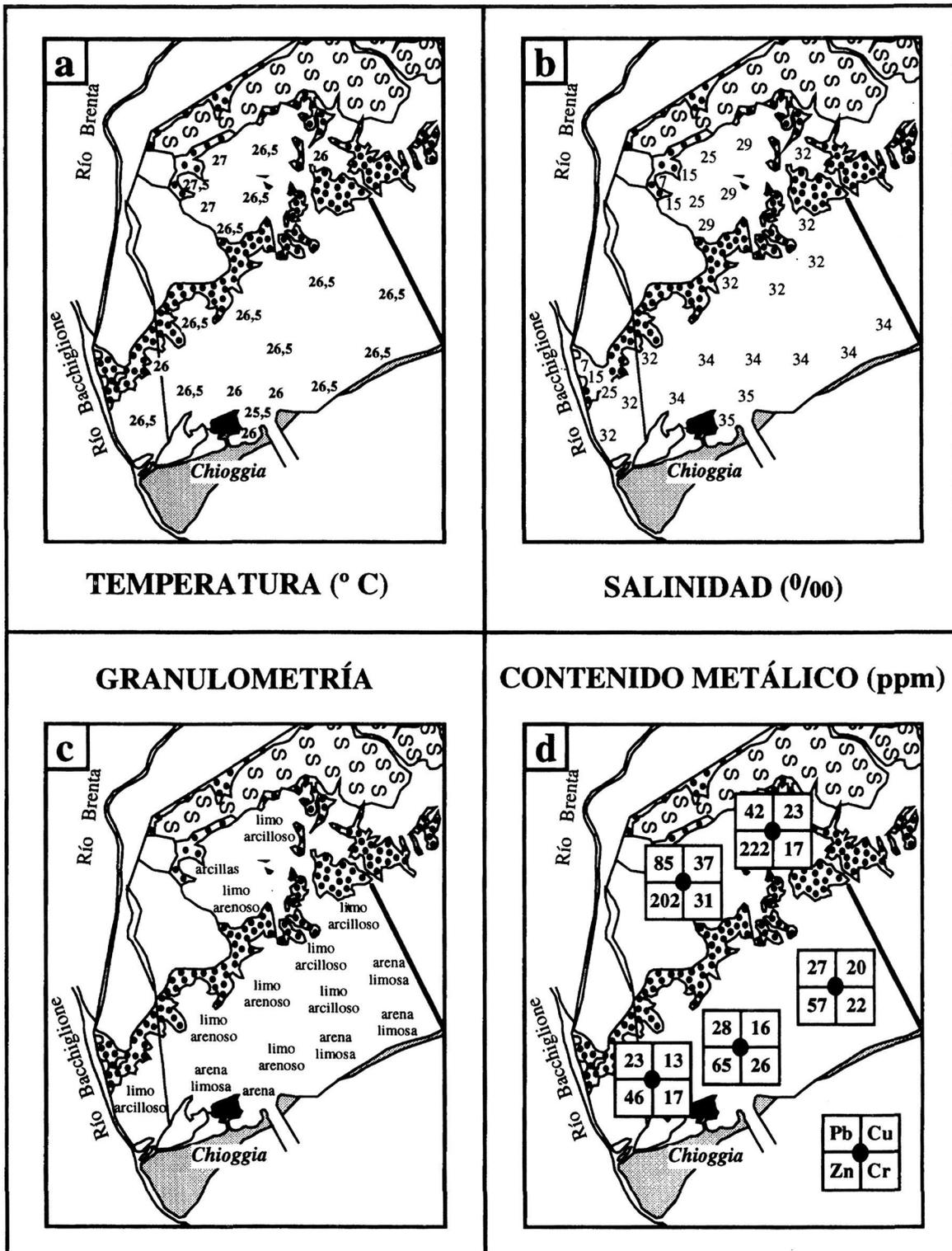


Figura 2. Caracterización de la cuenca de Chioggia. Modificado de: a) y b) MARANGON, 1996; c) ROMANO (1981); d) DONAZZOLO *et al.* (1984).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Aspectos generales

Una gran mayoría (70 %) de las muestras estudiadas no contenía ostrácodos, con una ausencia generalizada en la zona central de la cuenca. En el resto, se han obtenido un total de 164 valvas pertenecientes a nueve especies (Figura 3). Estos microorganismos se concentran en el margen lagunar y en los bordes de algunas barenas, con *Cyprideis torosa* como especie dominante (66,4 % del total). Junto a esta especie, aparecen *Loxoconcha elliptica* en el sector más suroccidental, próximo a la desembocadura del río Brenta, y *Pontocythere turbida* en las zonas próximas al puerto de Chioggia. El resto de las especies presenta una distribución más esporádica, restringiéndose su presencia a muestras aisladas.

Todos los especímenes (109) de *C. torosa* presentan una fina puntuación sobre la superficie externa de las valvas, estando ausentes los ejemplares nodosos. Su presencia es típica de aguas mesohalinas o marinas normales ($> 6 ‰$) (VESPER, 1975; CARBONEL *et al.*, 1981; ABERKAN *et al.*, 1987).

2. Ecología de las asociaciones presentes.

La mayor densidad del sector estudiado se encuentra siempre cerca de la desembocadura de pequeños canales que vierten a este medio (muestras 2, 6 y 25), con unas oscilaciones de salinidad medias (1 a 5 ‰) y un importante aporte de nutrientes (p.e., fósforo) procedente de las labores agrícolas (COSSU & FRAJA, 1985; MARANGON, 1996). La abundancia de *Cyprideis torosa* y *Loxoconcha elliptica* con diversos estadios de crecimiento (adultos y mudas A-4 a A-8) en las dos primeras muestras parece indicar la presencia de una biocenosis consolidada en este área (WHATLEY, 1988), uno de los menos contaminados de la laguna de Venecia (DONAZZOLO *et al.*, 1984).

Otra interesante población de ostrácodos se sitúa en las proximidades de Chioggia, en fondos someros próximos a canales secundarios. La asociación presente es el resultado de la interacción entre los flujos mareales, que introducen especies marinas (*Pontocythere turbida*, *Loxoconcha rubritincta*) hacia el sector más meridional de la laguna, y las aportaciones fluviales y el refluo mareal, que transportan ejemplares procedentes del margen lagunar (*C. torosa*) o de medios dulceacuícolas (*Candona* sp.) hacia el mar. Esta conjunción también puede observarse en la distribución de los sedimentos (Figura 2, c). La fuerte hidrodinámica observada en la bocana del puerto es un factor muy adverso para la colonización de estos crustáceos y explicaría su ausencia en los canales principales adyacentes, un dato ya observado en otros medios litorales similares (KILENYI, 1969; CARBONEL, 1980).

No se han observado ostrácodos en la inmensa mayoría de las muestras obtenidas en la cuenca central y septentrional, así como en la parte interna del cordón arenoso protector. Sólo se han determinado algunos ejemplares adultos de *Aurila woodwardi* en las proximidades de la "vertiente" hidrodinámica septentrional de la cuenca, una especie que aparece esporádicamente en medios

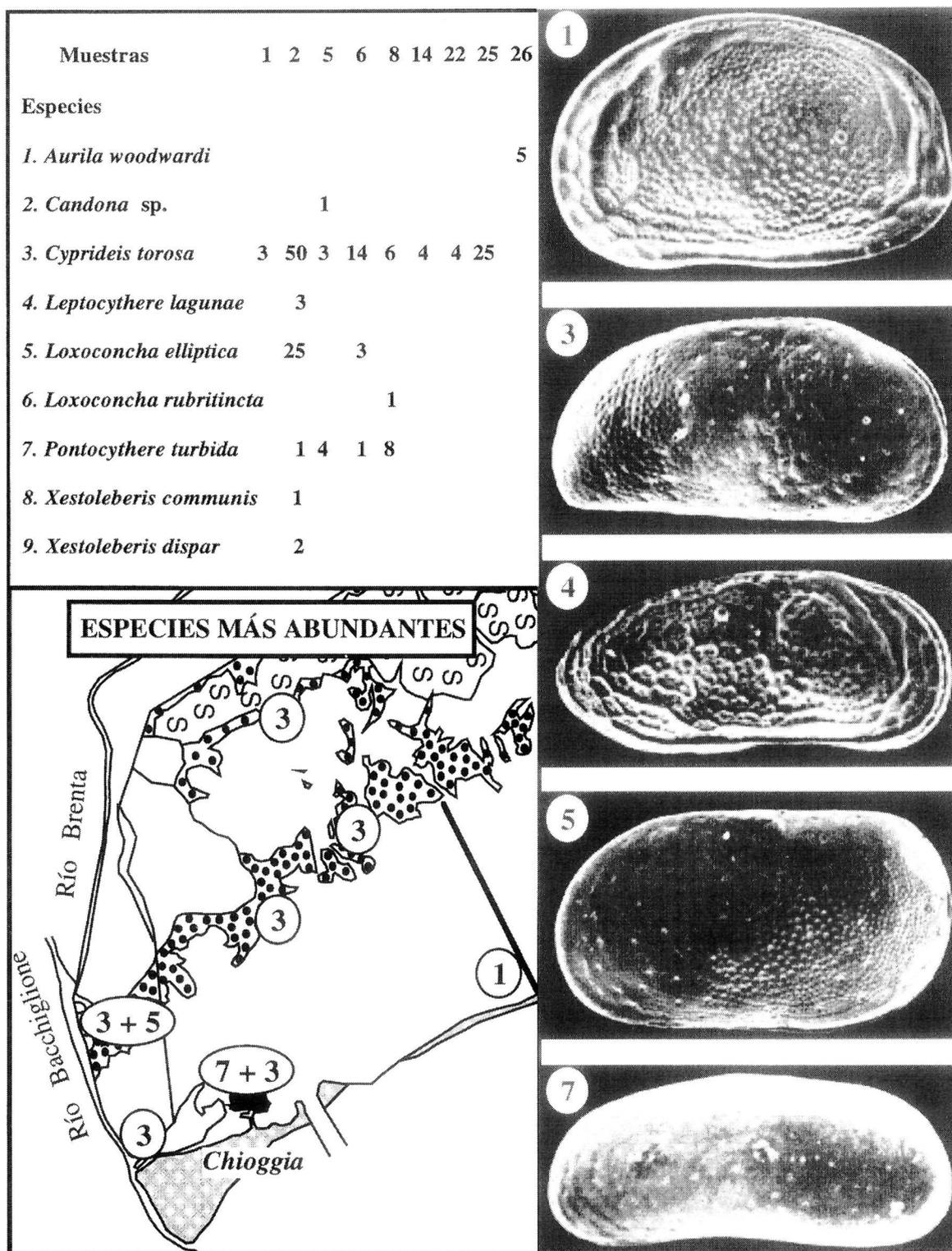


Figura 3. Distribución de las especies de ostrácodos en la cuenca de Chioggia.

costeros de la vertiente adriática italiana, hasta los 20 m. de profundidad (BONADUCE *et al.*, 1975).

3. Consideraciones taxonómicas: *Pontocythere elongata* vs *Pontocythere turbida*

Numerosos estudios sobre ostrácodos infralitorales de las costas europeas ponen de manifiesto la gran abundancia de dos especies del género *Pontocythere* en estas áreas: *Pontocythere elongata* y *Pontocythere turbida*. Las diferencias morfológicas entre ambas y su distribución espacial no están claras (Figura 3), de forma que la primera parece ser exclusiva del litoral atlántico (ELOFSON, 1940; WAGNER, 1957; YASSINI, 1969; PENNEY, 1985; ATHERSUCH *et al.*, 1989, etc) y la segunda se restringe a la zona mediterránea (YASSINI, 1979; ARANKI, 1987). No obstante, algunos autores indican la presencia de *P. elongata* en aguas mediterráneas (MASOLI, 1968; YASSINI, 1969), e incluso se ha indicado la coexistencia de ambas especies en el Golfo de Nápoles (PURI *et al.*, 1969).

La presencia de *P. turbida* en la zona de estudio permite comparar los ejemplares hallados en la laguna de Venecia y otras zonas adyacentes (ver en este mismo volumen) con aquéllos obtenidos por los autores en el sector atlántico meridional europeo (Litoral de Huelva, Golfo de Cádiz) y con los ejemplares medidos por YASSINI (1969) en el Atlántico (Cuenca de Arcachon) y Mediterráneo (Playa de Bañolas). A partir de las biometrías efectuadas (Figura 4) y su comparación con otras referencias bibliográficas, pueden realizarse las siguientes precisiones:

a) Las diferencias morfológicas entre *Pontocythere elongata* y *Pontocythere turbida* son patentes en el estadio adulto. En vista lateral, *P. elongata* presenta un caparazón más robusto con un borde posterior aguzado, mucho más redondeado en *P. turbida*. Esta especie presenta unos bordes dorsal y ventral casi paralelos, con una incurvación dorsal poco pronunciada en comparación con *P. elongata*.

b) Los ejemplares adultos de *P. elongata* (en particular los machos) son mayores (Anchura: 1000-1200 µm; Altura: 400-500 µm) que las formas similares de *P. turbida*. (Anchura: 950-1050 µm; Altura: 350-400 µm). Si se comparan los últimos estadios juveniles, estas diferencias se mantienen, con un tamaño aproximadamente equivalente de los ejemplares mayores de la muda A-2 de *P. elongata* y la muda A-1 de *P. turbida*.

c) *Pontocythere elongata* presenta una distribución exclusivamente atlántica, en tanto que *P. turbida* se presenta sólo en el ámbito mediterráneo. Los ejemplares citados como *P. elongata* por MASOLI (1968), PURI *et al.* (1969) y YASSINI (1969) debe ser atribuidos a *P. turbida*.

d) El análisis biométrico efectuado permite inferir una disminución progresiva en el tamaño medio de los ejemplares del género *Pontocythere* de un 15 a un 20 % desde las costas francesas hasta la laguna de Venecia.

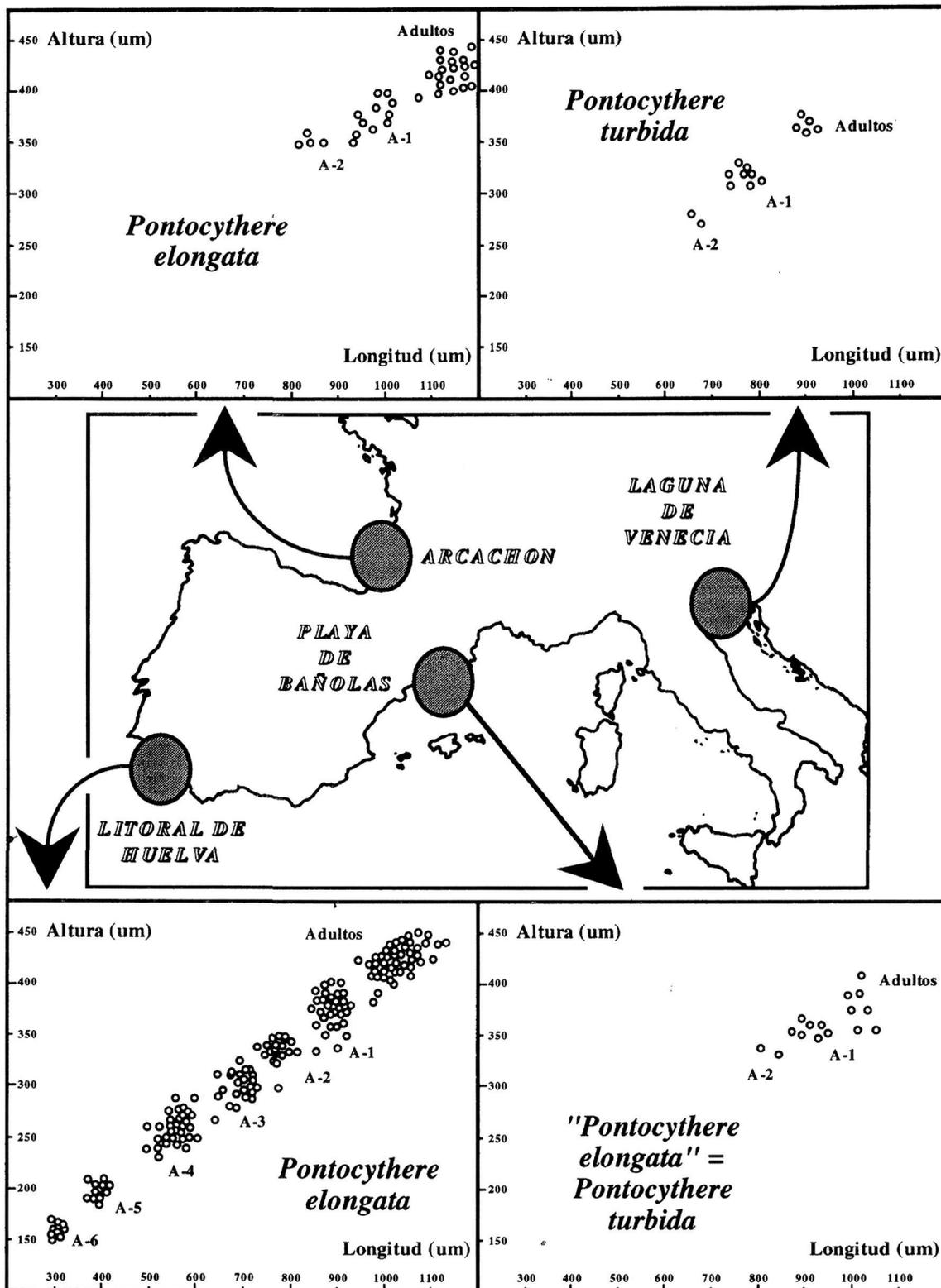


Figura 4. Análisis biométrico de las especies del género *Pontocythere* en los medios litorales atlánticos y mediterráneos del suroeste de Europa. Los gráficos de Arcachon y Bañolas han sido modificados de YASSINI (1969).

CONCLUSIONES

Los ostrácodos son escasos en la cuenca meridional de la laguna de Venecia. Su distribución está condicionada por los aportes fluviales y mareales. Se concentran en el margen lagunar próximo a la desembocadura de pequeños canales (*Cyprideis torosa* y *Loxoconcha elliptica*), zonas próximas a la bocana del puerto de Chioggia (*C. torosa* junto a ejemplares resedimentados de *P. elongata*) y parte externa de las barenas, estando prácticamente ausentes en el resto del área estudiada. La comparación de las formas recolectadas del género *Pontocythere* permite detallar las diferencias entre los ejemplares “atlánticos” (*P. elongata*) y “mediterráneos” (*P. turbida*).

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. Institute des Sciences*, **11**: 117-123. Rabat.
- ALBANI, A.D. & SERANDREI, R. (1982). A foraminiferal fauna from the Lagoon of Venice, Italy. *J. Foraminiferal Res.*, **12** (3): 234-241.
- ALBANI, A. D.; FAVERO, V. & SERANDREI, R. (1987). Situazioni di stress ambientale e microfauna a foraminiferi nella laguna a sud di Venezia. *Rapporti e Studi dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, **9**: 125-147.
- ALBANI, A. D.; FAVERO, V. & SERANDREI, R. (1991). The distribution and ecological significance of recent Foraminifera in the lagoon south of Venice (Italy). *Rev.Esp. Micropaleont.*, **23** (2): 29-45.
- ARANKI, J. F. (1987). Marine Lower Pliocene Ostracoda of southern Spain with notes on the recent fauna. *Publ. Palaeont. Inst., Univ. Uppsala*, **13**: 1-94.
- ATHERSUCH, J.; HORNE, D. J. & WHITTAKER, J. E. (1989). *Marine and Brackish Water Ostracods*. Synopses of the British fauna (new series), **43**: 343 pp.
- BASU, A. & MOLINAROLI, E. (1994): Toxic metals in Venice lagoon sediments: Model, observation, and possible removal. *Environ. Geol.*, **24**: 203-216.
- BERTOLIN, A.; FRIZZO, P. & RAMPAZZO, G. (1995). Sulphide speciation in surface sediments of the Lagoon of Venice. A geochemical and mineralogical study. *Marine Geology*, **123**: 73-86.
- BONADUCE, G.; CIAMPO, G. & MASOLI, M. (1975). Distribution of Ostracoda in the Adriatic Sea. *Public. Stazione Zool. Napoli*, **40**: 1-304.

- BREMAN, E. (1975). *The distribution of ostracodes in the bottom sediments of the Adriatic Sea*. Tesis Doctoral Universidad Amsterdam, 125 pp.
- 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. *Mém.Inst.Géol. Bassin d'Aquitaine*, **11**: 1-350.
- CAVALERI, L. (1980). Sediment transport in shallow lagoons. *Nuovo Cimento*, 3C **5**: 527-540.
- COSSU, R. & FRAJA, E. DE (1985). *Stato delle conoscenze sull'inquinamento della laguna di Venezia*. Ministero dei Lavori Pubblici. Magistrato alle acque. 130 pp.
- DONAZZOLO, R.; ORIO, A. A.; PAVONI, B. & PERIN, G. (1984). Heavy metals in sediments of the Venice Lagoon. *Oceanologica Acta*, **7** (1): 25-32.
- ELOFSON, O. (1941). *Marine Ostracoda of Sweden with special consideration of the Skagerrak*. Programa Israelí para Traducciones Científicas, 286 pp.
- FAVERO, V. & SERANDREI, R. (1980). Origine ed evoluzione della laguna di Venezia. Bacino meridionale. *Lav. Soc. Veneziana .Sci. Natur.*, **5**: 49-71.
- FAVERO, V. & SERANDREI, R. (1981). Evoluzione paleoambientale della laguna di Venezia nell'area archeologica tra Burano e Canale S. Felice. *Lav. Soc. Veneziana .Sci. Natur.*, **6**: 119-134.
- FAVERO, V. & SERANDREI, R. (1983). Oscillazioni del livello del mare ed evoluzione paleoambientale della laguna di Venezia nell'area compresa tra Torcello e il margine lagunare. *Lav. Soc. Veneziana .Sci. Natur.*, **8**: 83-102.
- FAVERO, V.; HAYVAERT, F. & SERANDREI, R. (1995). Motta S. Lorenzo: evoluzione dell'ambiente in un sito archeologico della laguna di Venezia. *Rapporti e Studi dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, **12**: 183-218.
- FRISSE, P.; RAMPAZZO, G. & MOLINAROLI, E. (1991). Auriferous iron sulphides in recent sediments of the Venice Lagoon (Northern Italy). *Europ. J. Mineralogy*, **3**, 603-612.
- KILENYI, T. I. (1969). The problems of the ostracod ecology in the Thames estuary. En: *The Taxonomy, Morphology and Ecology of Recent ostracod* (ed. J. NEALE), 251-267. Oliver and Boyd Ltd, Edinburgh.
- MARANGON, L. (1996). *Studio dei diversi ambienti lagunari tramite l'integrazione di osservazioni sui sedimenti e campionamenti delle acque con modelli idrodinamici diffusivi*. Tesi di Laurea, Università Ca'Foscari de Venecia, 120 pp.
- MASOLI, M. (1968). Ostracodi recenti dell'Adriatico Settentrionale tra Venezia e Trieste. *Mem. Mus. Tridentino Sci. Natur.*, **17** (1): 1-71.
- MASOLI, M. (1969). Distribution of the genus *Semicytherura* in the Northern Adriatic Sea between Venice and Trieste. En: *The Taxonomy, Morphology and Ecology of recent Ostracoda* (Ed. J. NEALE), 334-355. Oliver & Boyd, Edinburgh.
- MENEGAZZO, L. & MOLINAROLI, E. (1984). Il ruolo delle caratteristiche mineralogiche e fisiche dei sedimenti nei processi d'inquinamento in un'area tipo della laguna veneta. *Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, **9**: 353-367.
- MENEGAZZO, L.; MOLINAROLI, E.; PISTOLATO, M. & RAMPAZZO, G. (1987) Geochemistry of recent sediments in the Lagoon of Venice. *Red. Soc. Ital. Mineralogia e Petrologia*, **42**: 59-72.

- MOLINAROLI, E. & RAMPAZZO, G. (1986). Contributo alla conoscenza mineralogica dei sedimenti superficiali della Laguna Veneta: minerali pesanti. *Atti e Memorie dell'Accademia Patavina di Scienze, Lettere ed Arti*, **47**: 159-176.
- PENNEY, D. N. (1985). The Holocene Marine Sequence in the Lokken Area of Vendyssel, Denmark. *Eiszeitalter und Gegenwart*, **35**: 79-88.
- PURI, H. S.; BONADUCE, G. & GERVASIO, A. M. (1969). Distribution of ostracoda in the Mediterranean. En: *The Taxonomy, Morphology and Ecology of Recent Ostracoda* (Ed. J. NEALE), 358-411.
- ROMANO, V. (1981). *Aspetti sedimentologici della laguna di Venezia (Bacino Meridionale) e dre litorale antistante, desunti da analisi granulometriche con sedimentografo 5000 D*. Tesi di Laurea, Università degli Studi de Padova, primera parte: 104 pp.
- SERANDREI, R.; ALBANI, A. A. & FAVERO, V. (1989). Distribuzione dei foraminiferi recenti nella laguna a nord di Venezia. *Boll. Soc. Geol. Italiana*, **108**: 279-288.
- SFRISO, A. & MARCOMINI, A. (1996). Decline of *Ulva* growth in the lagoon of Venice. *Bioresource Technology*, **58**: 299-307.
- SFRISO, A.; MARCOMINI, A. & PAVONI, B. (1994). Annual nutrient exchanges between the central lagoon of Venice and the northern Adriatic Sea. *The Science of the Total Environment*, **156**: 77-92.
- SFRISO, A.; PAVONI, B.; MARCOMINI, A. & ORIO, A. A. (1992). Macroalgae, Nutrient Cycles and Pollutants in the Lagoon of Venice. *Estuaries*, **15** (4): 517-528.
- VESPER, B. (1975). To the problem of nodding of *Cyprideis torosa* (Jones, 1850). *Bull.Amer. Paleontologist*, **65**: 205-216.
- WAGNER, C. W. (1957). *Sur les ostracodes du Quaternaire recent des Pays Bas et leur utilisation dans l'étude géologique des depots holocenes*. Ed. Mouton et C., 258 pp.
- WHATLEY, R. C. (1988). Population structure of ostracods: some general principles for the recognition of palaeoenvironments. En: *Ostracoda in the Earth Sciences* (ed. P. DE DECKER J. P. COLIN & J. P. PEYPOQUET), 245-256. Elsevier, Amsterdam.
- YASSINI, I. (1969). Ecologie des associations d'Ostracodes du Bassin d'Arcachon et du littoral Atlantique. Application à l'interpretation de quelques populations du Tertiaire Aquitain. *Bull.Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine*, **7**: 1-288.
- YASSINI, I. (1980). The littoral system ostracodes from Bay of Bou-Ismaïl, Algiers, Algeria. *Rev. Esp. Micropaleont.*, **11**: 353-416.
