

# Los ostrácodos lacustres del Mioceno terminal de Salar (Margen NO de la Cuenca de Granada, España)

*Terminal Miocene lacustrine Ostracoda from Salar (NW edge of the Granada Basin, Spain)*

R. Bekkali <sup>(1)</sup>, D. Nachite <sup>(1)</sup>, J. Rodríguez-Lazaro <sup>(2)</sup> y M. Martín-Rubio <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> UFR: Sciences de la Mer, Faculté des Sciences, Université Abdelmalek Essaâdi, BP. 2121, L'Mhanech, 93002. Tétouan. Maroc.

<sup>(2)</sup> Paleontología, Facultad de Ciencias, Universidad del País Vasco/E.H.U., Apartado 644, 48080 Bilbao.

## ABSTRACT

Three main episodes have been distinguished in the late Turolian lacustrine deposits of Salar (Granada Basin, Spain) on the basis of the ostracod faunal assemblages. The first episode corresponds probably to a deep lacustrine (sublittoral) environment, with oligohaline and relatively cold waters. The second corresponds to a shallow (littoral) environment, with oligohaline to mesohaline waters, recording a chloride character. The late episode is that of a very shallow environment, partially of palustrine type, with mesohaline to polyhaline waters and strong variations of salinity.

**Key words:** ostracods, palaeoecology, late Turolian, Salar, Granada Basin, Spain.

*Geogaceta*, 34 (2003), 91-94  
ISSN:0213683X

## Introducción

La Cuenca de Granada es una de las depresiones neógenas desarrolladas a comienzos del Mioceno superior, en el sector central de las cordilleras Béticas. El relleno sedimentario está constituido por una potente serie neógeno-cuaternaria (Fig. 1), en la cual se han podido distinguir cinco secuencias deposicionales (Rodríguez-Fernández *et al.*, 1989), las dos primeras corresponden a los materiales marinos del Tortonense. La tercera, de naturaleza continental, corresponde aproximadamente al Turoliense. La cuarta y la quinta son también continentales y equivalen al Plioceno y Pleistoceno respectivamente.

Las primeras fases del relleno continental (Turoliense medio-superior) estuvieron caracterizadas por el desarrollo de grandes abanicos aluviales (Formación Pinos Genil) y áreas lacustres centrales en las que tuvo lugar tanto sedimentación detrítica como evaporítica (yesos y carbonatos). A partir de entonces se produce un importante cambio paleogeográfico, con una nueva distribución de áreas de sedimentación lacustres y aluviales, cambio que viene marcado por una ruptura sedimentaria de edad próxima al Turoliense terminal. A partir de esta época la sedimentación se produce en la mitad norte, desarrollándose formaciones aluviales que, hacia el centro de la cuenca, cambian a unidades lacustres. Los sistemas aluviales discurrían hacia las zonas

de máxima subsidencia ocupada por lagos, probablemente poco profundos: lagos de Cubillas, Bracana y Salar (Fernández y Soria, 1987).

Dentro del objetivo general del estudio sistemático de los ostrácodos lacustres de la Cuenca de Granada (trabajo en curso), se ha realizado una serie de muestreos, de los que una sección en la localidad de Salar (borde NO de la cuenca de Granada) ha proporcionado muestras relativamente ricas en ostrácodos. En este trabajo se propone una interpretación general de la evolución paleoambiental de la sucesión lacustre de Salar, basada en el estudio de las asociaciones de ostrácodos.

## Resultados

### Observaciones sedimentológicas

En el sector NW de la cuenca de Granada, en torno a la localidad de Salar, afloran unos depósitos calcáreos lacustres del Turoliense terminal (Estevez *et al.*, 1982). Los mejores afloramientos se localizan a la salida del pueblo de Salar, en sentido a Granada.

El corte, de unos treinta metros de potencia, está compuesto por tres facies litológicas (unidades a, b y c, de la Fig. 1):

- en la base, margas limosas grises con intercalaciones de niveles arcillosos verde-grisáceos, que pasan hacia el oeste a margas arenosas ricas en nódulos blancos de carbonatos (Río Frío). Estas

margas son relativamente pobres en bioclastos, sobre todo algunos opérculos de gasterópodos y raros restos vegetales (muestras S1 y S2).

- la segunda facies está compuesta por margas con yesos, ricas en gasterópodos y concreciones calcáreas blancas. En la base son limos grises y pasan a ser más claros, detríticos y relativamente más ricos en carofitas y bioclastos de moluscos hacia el techo (S3-S6). Los cristales de yeso son de gran tamaño, transparentes o blancos, en general de forma lenticular. Los yesos en forma de concreciones «rosas de arena» y de forma tabular, pueden ser frecuentes.

- Estas margas son sustituidas por calizas micríticas blancas muy compactas. Estas calizas muestran niveles blandos, compuestos por calcarenitas blancas muy detríticas y ricas en bioclastos de gasterópodos y carofitas (S7-S9).

Distribución de la fauna de ostrácodos

Se han estudiado 9 muestras con ostrácodos, de las cuales se ha calculado su riqueza por muestra y determinado un total de 25 especies:

- Candona angulata* G.W. Müller, 1900
- Candona bitruncata* Carbonnel, 1969
- Candona* cf. *C. gabarui* Carbonnel, 1969
- Candona neglecta* Sars, 1887
- Candonopsis kingsleii* (Brady & Robertson, 1870)
- Cyclocypris* sp.

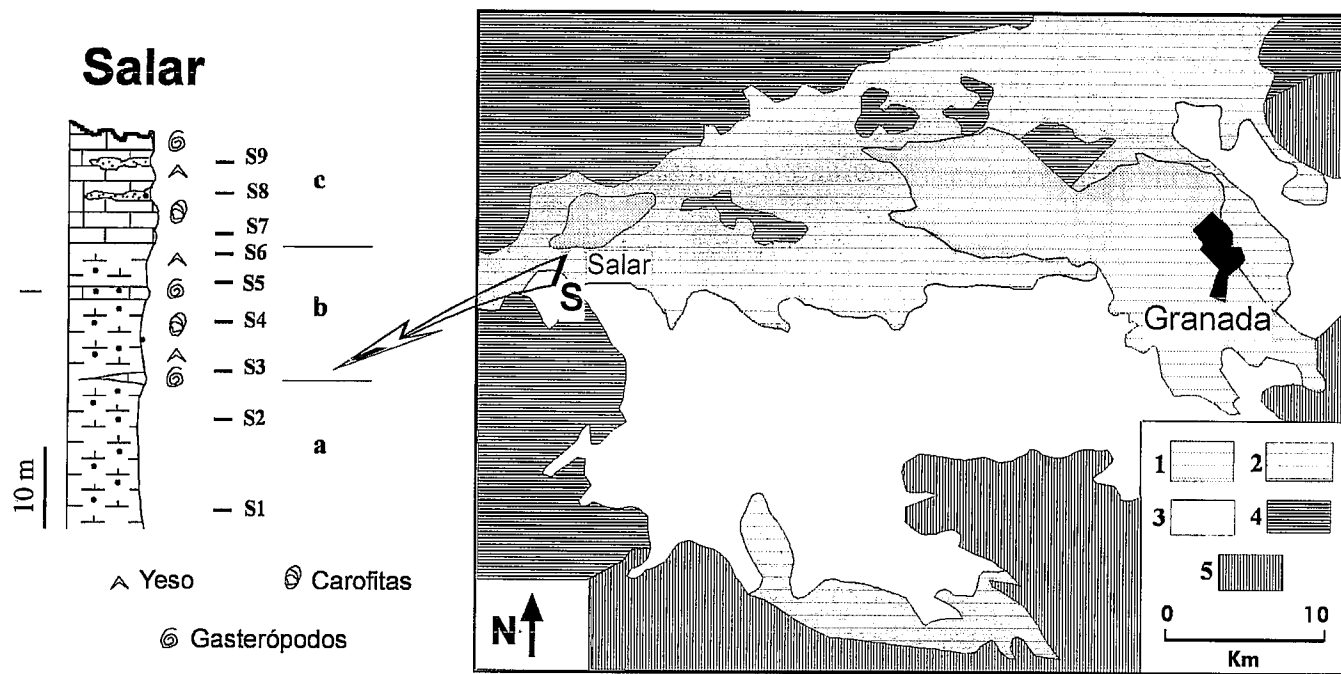


Fig. 1.- Mapa geológico de la depresión de Granada (según Fernández y Soria, 1987) y columna sintética de la sección de Salar (S). 1: Cuaternario reciente. 2: Materiales de edad Turoliense terminal-Pleistoceno. 3: Materiales de edad infra-Turoliense terminal. 4: Sustrato, Zonas Externas. 5: Sustrato, Zonas Internas de las Cordilleras Béticas. S1-S9: muestras. a: Margas limosas grises. b: Margas con yeso. c: Calizas micríticas blancas.

Fig. 1.- Geological map of the Granada Basin (after Fernández & Soria, 1987) and synthetic log of Salar section (S). 1: Recent Quaternary. 2: Late Turolian-Pleistocene age materials. 3: Materials older than late Turolian. 4: Substratum, External Zones. 5: Substratum, Internal Zones of the Betic Cordillera. S1-S9: samples. a: Grey, silty carbonate marls. b: Carbonate marls with gypsum c: White micritic limestones.

- Cyprideis* sp.
- Cypridopsis vidua* (O.F. Müller, 1776)
- Cyprinotus salina* (Brady, 1868)
- Cypris bispinosa* Lucas, 1849
- Cypris pubera* O.F. Müller, 1776
- Darwinula stevensoni* (Brady & Robertson, 1870)
- Fabaeformiscandona fabaeformis* (Fischer, 1851)
- Herpetocypris brevicaudata* (Kaufmann, 1900)
- Herpetocypris chevreuxi* (Sars, 1889)
- Heterocypris incongruens* (Ramdohr, 1808)
- Heterocypris reptans* (Kaufmann, 1900)
- Ilyocypris gibba* (Ramdohr, 1808)
- Loxoconcha elliptica* Brady, 1868
- Olimfalunia stellata ornatisissima* (Ruggieri, 1967)
- Paralimnocythere* aff. *P. rostrata* (Straub, 1952)
- Paralimnocythere bouleigensis* Carbonnel, 1965
- Potamocypris* cf. *P. arcuata* (Sars, 1903)
- Pseudocandona albicans* (Brady, 1964)
- Pseudocandona* sp.

Considerando la distribución de estas especies (Tabla. 1), se pueden distinguir tres tramos en la serie.

En el tramo 1, que coincide con la primera facies (muestras S1 y S2), la riqueza es relativamente baja (9 especies y un máximo de 209 ostrácodos/100 g). La asociación de estos microfósiles está formada sobre todo por *Pseudocandona albicans*, *Candona neglecta*, *Darwinula stevensoni*, especies típicas de aguas lacustres a oligosalinas, de las zonas litorales a sublitorales y que pueden soportar aguas frías (Hiller, 1972 in De Deckker, 1981; Pietrzeniuk, 1985; Danielopol *et al.*, 1993; Meisch, 2000). Estas especies están acompañadas por *Herpetocypris chevreuxi*, *H. brevicaudata*, *Candona angulata* y *Paralimnocythere* aff. *P. rostrata*, formas de aguas dulces a oligosalinas (De Deckker, 1981; Nachite *et al.*, 1993)

Esta asociación indicaría un paleoambiente lacustre, oligosalino, sin grandes variaciones de salinidad, de aguas permanentes y relativamente frías y probablemente del sublitoral «por debajo de las praderas de carofitas», lo que estaría apoyado por la ausencia de estas algas y la rareza de gasterópodos.

El segundo tramo (muestras S3-S6) contiene una fauna de ostrácodos muy rica y diversificada (18 especies y un máximo de 420 ostrácodos/100 g), compuesta esencialmente por *Ilyocypris gibba*, *Fabaeformiscandona fabaeformis*,

*Cypris bispinosa*, *C. pubera*, *Candona angulata* y *Cypridopsis vidua*, especies mesotermófilas de las zonas litorales ricas en vegetación, con aguas oligo a mesosalinas (Hiller, 1972 in De Deckker, 1981; Anadón *et al.*, 1987; Bekkali, 1987; Barberi *et al.*, 1995; Meisch *et al.*, 1995). Estas especies dominantes se asocian en la parte superior con formas escasamente representadas, como *Heterocypris reptans*, *Potamocypris* cf. *P. arcuata* y *Candonopsis kingsleii*. *H. reptans* y el género *Potamocypris* son asociados actualmente a aguas de manantiales o alimentadas por manantiales (Martens, 1996; Rodríguez-Lázaro *et al.*, 1997). Las carofitas y los gasterópodos son muy abundantes, así como los cristales de yeso de tipo lenticular, morfología indicativa de que pudieran contener impurezas de NaCl (Auboin *et al.*, 1975).

En conjunto, y a tenor de lo expuesto anteriormente, este tramo debe haberse originado en un ambiente lacustre litoral de aguas permanentes, de escasa profundidad y rico en vegetación. Las aguas oligosalinas, que pueden llegar a ser mesosalinas, son de tipo clorurado-sódico, más cálidas y probablemente con grandes variaciones de salinidad. En su parte superior se deduce la influencia, al menos temporal, de una alimentación por manantiales.

En el tramo superior de las calizas micríticas (muestras S7-S9), la riqueza disminuye notablemente, en relación con el tramo anterior (9 especies y un máximo de 120 ostrácodos/100 gr). Presenta una asociación pobre de ostrácodos, apareciendo en la base las especies *Ilyocypris gibba* y *Cyprinotus salina*, formas de aguas poco profundas, clorurado-sódicas y oligo a mesosalinas (Carbonel *et al.*, 1988) acompañadas por *Candona neglecta* y *Fabaeformiscandona fabaeformis*. En la parte superior aparecen especies como *Cyprideis sp.*, *Loxoconcha elliptica* y *Olimfalunia stellata ornatissima*, formas eurihalinas de aguas clorurado-sódicas, meso a polisalinias y que pueden llegar a vivir en zonas marinas litorales bajo influencia continental (Russo y Bossio, 1976; Carbonel, 1980; Bekkali, 1987; Lachenal, 1989). Las carofitas y conchas de gasterópodos son muy abundantes, así como los cristales de yeso de tipo lenticular.

El conjunto de características descritas inducen a pensar en un medio de escasa profundidad, en parte de tipo palustre, con sedimentación carbonatada y sometido probablemente a desecaciones periódicas. Sería, por lo tanto, un medio salino con agua rica en NaCl, meso a polisalina y con grandes variaciones de salinidad. Durante la primera fase, la salinidad era probablemente menor, mientras que en la segunda fase la salinidad fue relativamente alta, pero sin llegar a episodios de hipersalinidad.

**Conclusiones**

La características ecológicas de las asociaciones de ostrácodos permiten la interpretación paleoambiental general del Turolense terminal de la región de Salar (borde NO de la cuenca de Granada). Se distinguen tres grandes episodios. El episodio inferior, de margas limosas grises, corresponde a un medio lacustre, oligosalino, de aguas permanentes y relativamente frías y probablemente sublitorales. El segundo episodio, de margas con yesos, corresponde a un ambiente lacustre de escasa profundidad, litoral y rico en vegetación, de aguas permanentes, oligo a mesosalinas. Estas aguas son más cálidas y de tipo clorurado-sódico, con la influencia, al menos temporal, de una alimentación por manantiales en la parte superior de este episodio. El episodio superior, con calizas micríticas blancas, corresponde a un medio de escasa profundidad, probablemente en parte de tipo palustre, con aguas

Ostrácodos	Muestras								
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
<i>Pseudocandona albicans</i> (Brady, 1964)	a	r							
<i>Herpetocypris brevicaudata</i> Kaufmann, 1900	c	r							
<i>Candona bitruncata</i> Carbonnel, 1969	r	r							
<i>Candona angulata</i> G.W. Müller, 1900	r	c	a	a	a	a			
<i>Darwinula stevensoni</i> (Brady & Robertson, 1870)	c	c			r	r			
<i>Herpetocypris chevreuxi</i> (Sars, 1889)	c	r				r			
<i>Cycloocypris sp.</i>		r	r	r					
<i>Paralimnocythere aff. P. rostrata</i> (Straub, 1952)	r	r	r		r	a			
<i>Candona neglecta</i> Sars, 1887	a	a				r	a	r	a
<i>Cypridopsis vidua</i> (O.F. Müller, 1776)			r	c	c	r			
<i>Heterocypris reptans</i> (Kaufmann, 1900)			r		r	c			
<i>Pseudocandona sp.</i>			a	r	c	r			
<i>Cypris bispinosa</i> Lucas, 1849			r	a	a	a			
<i>Candona cf. C. gabarui</i> Carbonnel, 1969					c	r			
<i>Paralimnocythere bouleigensis</i> Carbonnel, 1965				r					
<i>Potamocypris cf. P. arcuata</i> (Sars, 1903)						c			
<i>Ilyocypris gibba</i> (Ramdohr, 1808)			a	a	a	a	a	a	
<i>Fabaeformiscandona fabaeformis</i> (Fischer, 1851)			a	c	r	c	r		
<i>Cypris pubera</i> O.F. Müller, 1776				r	c	c		r	a
<i>Candonopsis kingsleyi</i> (Brady & Robertson, 1870)						r		r	
<i>Heterocypris incongruens</i> (Ramdohr, 1808)						r			
<i>Cyprinotus salina</i> (Brady, 1868)							a	r	
<i>Cyprideis sp.</i>								r	a
<i>Loxoconcha elliptica</i> Brady, 1868								r	r
<i>Olimfalunia stellata ornatissima</i> (Ruggieri, 1967)									r

Tabla I.- Distribución de las especies de ostrácodos en el corte de Salar. r: rara; c: común; a: abundante.

Table I.- Distribution of ostracod species recorded in the Salar section. r: rare; c: common; a: abundant.

ricas en NaCl, meso a polisalinias y con grandes variaciones de salinidad.

La química del agua debía ser de tipo clorurado y probablemente sulfato-clorurado, característica de una cuenca endorreica, con aguas thalasoideas heredadas, teniendo en cuenta la composición del área fuente que incluye evaporitas triásicas y que no existen evidencias de una conexión con el mar.

**Agradecimientos**

Los autores agradecen a la Dra. Elvira Martín-Suárez, del Departamento de Estratigrafía y Paleontología, Universidad de Granada, por toda la ayuda proporcionada durante la realización de los muestreos. M. M-R ha disfrutado de una Beca de Formación de Personal Investigador del Gobierno Vasco.

**Referencias**

Anadón, P., Julià, R., De Deckker, P., Rosso, J.-C y Soulié-Märsche, I. (1987): *Paleontol. I Evol.* 1, 35-72.  
 Aubouin, J., Brousse, R., et Lehman, J.-P.

(1975): *Précis de géologie 1, Pétrologie*. Ed. Dunod Université, 718 pp.  
 Bekkali R. (1987): *Tesis 3<sup>me</sup> C. Univ. Mohmaed V, Rabat (Maroc)*. Inédita.  
 Barberi, R., Cavinato, G.P., Gliozzi, E., and Mazzini, I. (1995): *Il Quaternario*, 8(2), 515-534.  
 Carbonel, P. (1980): *Mém. Inst. Géol. Bassin Aquitaine*, 11, 1-350.  
 Carbonel, P., Colin, J.-P., Danielopol, D. L., Löffler, H. and Neustrueva, I. (1988): *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 62, 413-461.  
 Danielopol, D.L., Handl, M. and Yin, Y. (1993): *In: Ostracoda in the Earth and Life Sciences*, 465-480.  
 De Deckker, P. (1981): *Hydrobiologia*, 81, 131-144.  
 Estéves, A., López Garrido, A.C., Rodríguez-Fernández, J., Alberdi, M.T. et Ruiz Bustos, A. (1982): *C.R. Acad. Sc. Paris*. 294, 1187-1190.  
 Fernández, J. y Soria, J.M. (1987): *Acta Geológica Hispánica*, 21-22: 73-81.  
 Lachenal, A.M. (1989): *Docum. Lab. Géol. Lyon*, 108, 1-239.  
 Martens, K. (1996): *Israel J. Zool.*, 42, 278-291.

- Meisch, C. 2000. *Spectrum Akademischer Verlag, Berlin*, 523 pp.
- Meisch, C., Mamqvist, B. and Nilson, A.N. (1995): *Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst.*, 92, 281-293.
- Nachite, D., Bekkali, R., y Martínez-Gallego, J. (1993): *Rev. Esp. Micropal.*, 15(2), 25-61.
- Pietrzeniuk, E. (1985): *Z. geol. Wiss. Berlin*, 13(2), 207-233.
- Rodríguez-Fernández, J., Sanz de Galdeano, C.M. y Fernández, J. (1989): *In: Intermontane basins: Geology and resources*. Thailand. 294-305.
- Rodríguez-Lázaro, J., Robles, F., Martín, M., Anadón, P., Utrilla, R., y Vázquez A. (1997): *Geogaceta*, 22, 185-188.
- Russo, A. y Bossio, A. (1976): *Boll. Soc. Paleontol. Ital.*, 15, 215-227.
- Soria, J.M. y Fernández, J. (1989): *Geogaceta*, 6, 103.