

# Asociación de equinoideos en las calcarenitas messinienses de Alcalá de Guadaíra (Sevilla, SO España)

*Echinoid assemblage in Messinian calcarenitic facies from Alcalá de Guadaíra (Sevilla, SW Spain)*

Ildefonso Bajo<sup>(1)</sup>, Alberto Rico-García<sup>(2)</sup>, Joaquín Cárdenas-Carretero<sup>(3)</sup>, Vicente Maestre<sup>(4)</sup> y Enrico Borghi<sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup> C/ Fuerteventura 2. 41700 Dos Hermanas, Sevilla. ildebajo@gmail.com

<sup>(2)</sup> Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, Pz. Merced s.n, 37008, Salamanca, España. alberti25@terra.es

<sup>(3)</sup> Plaza España, 10 1ºD, 41700, Dos Hermanas, Sevilla. jcardemar@gmail.com

<sup>(4)</sup> C/ Nuestra Sra. del Aguila 51. 41500 Alcalá de Guadaíra, Sevilla. vicente.mg@terratest.es

<sup>(5)</sup> Via Sirotti 19, 42100 Reggio Emilia, Italia. e.borghi@corghi.com

## ABSTRACT

The echinoid assemblage from the Messinian calcarenitic deposits of Alcalá de Guadaíra (Sevilla, SW Spain) has been studied. Six species have been recognised; *Schizechinus duciei* and *Plagiobrissus costae* are rather common. This association and its taphonomic signature suggest a shallow marine depositional environment in the infralittoral, characterised by coarse detritic bottoms and variable hydrodynamic energy. This echinoid association corroborates the attribution of the studied sediments to the Messinian.

**Key words:** Echinoids, Calcarenitic facies, Messinian, Upper Miocene, Alcalá de Guadaíra, Sevilla.

*Geogaceta*, 45 (2008), 55-58  
ISSN: 0213683X

## Introducción

Durante el Messiniense postorogénico, en el borde meridional de la Cuenca del Guadalquivir (SO España) se depositaron unas facies calcareníticas muy características en las provincias de Cádiz y Sevilla. En esta última, ocupa una banda que va desde Écija-Carmona hasta Dos Hermanas-Utrera. Este trabajo se centra en la zona de Alcalá de Guadaíra (Sevilla), en el que dicha facies recibe la denominación de Formación Guadaíra (Verdenius, 1970) o Formación del Alcor (Viguié, 1974), aunque también es conocida como "Caliza Tosca" (Perconig, 1964, 1966) o simplemente "Albero". Los estudios previos en las calcarenitas de "Los Alcores" versan, principalmente, sobre aspectos sedimentológicos, sobre todo en composición y textura, y biostratigráficos (Verdenius, 1970; Perconig y Granados, 1973; Berggren y Haq, 1976; González Díez, 1986; Galán y Pérez Rodríguez, 1989; Sierro et al., 1990; Clauss, 1991; González Díez et al., 1992), no existiendo estudios paleontológicos detallados basados en la macrofauna.

## Unidad calcarenítica e impronta tafonómica

Se han estudiado un total de 7 secciones en el término municipal de Alcalá de

Guadaíra (fig. 1). La potencia de la unidad calcarenítica disminuye hacia el Sur, desde unos 70 metros en la parte norte de la base del Castillo hasta unos 10 metros en la parte sur de la localidad. Presenta una dirección SO-NE con buzamientos de 10-15° hacia el NO (Perconig, 1966; Clauss, 1991). Son frecuentes las estructuras sedimentarias a todas las escalas, predominando las cruzadas planares de bajo ángulo, sigmoidales, horizontales e incluso *herringbone*. Según su composición, se trata de una grainstone con cemento esparítico con un predominio mineralógico de la calcita y de cuarzo (Clauss, 1991). Paleontológicamente, en la calcarenita existe un predominio de los bivalvos, foraminíferos, equinoideos, y en menor proporción: serpúlidos, gasterópodos, escafópodos, cirrípedos, restos de seláceos y cetáceos. Los foraminíferos planctónicos corroboran una edad Messiniense para esta unidad calcarenítica, coherente con los estudios previos en toda la provincia.

La conservación tafonómica de los fósiles recogidos es muy buena y se encuentran en estado adulto, aunque en los afloramientos predomina una impronta tafonómica caracterizada por fragmentos desarticulados con aristas y estructuras delicadas redondeadas y moldes internos. Los ejemplares completos, incluso con radiolas parcialmente articuladas, es menos frecuente, aunque su presencia per-

mite una interpretación paleoecológica muy precisa sobre su hábitat. Se han hallado incrustaciones de ostreidos y serpúlidos.

## Asociación y descripción de equinoideos.

Se han estudiado un total de 93 ejemplares y se han determinado 6 especies (figs. 2 y 4): dos correspondientes a equinoideos regulares, *Schizechinus duciei* (Wright) y *Arbacina catenata* (Desor) y cuatro a irregulares, *Plagiobrissus costae* (Gasco), *Spatangus purpureus* (Müller), *Echinocardium depressum* (Agassiz), *Schizaster sahelensis* Pomel.

*S. duciei* (fig. 4, 2) es la más abundante y está presente en todas las secciones estudiadas. Se caracteriza por un caparazón de forma subcónica y hemisférica, con un perfil uniformemente elevado y arqueado, conectado con una extensa base. Las placas ambulacrales son trígeminadas, todas iguales y como mínimo presentando un tubérculo principal. La ornamentación está fuertemente desarrollada. El peristoma es ancho, ocupando la mitad de la extensión de la base, ligeramente deprimido y con distinto anillo perignático, con incisiones peristomales profundas y pronunciadas.

*A. catenata* (fig. 4, 1) es rara en la zona ya que solo se registra en 2 seccio-

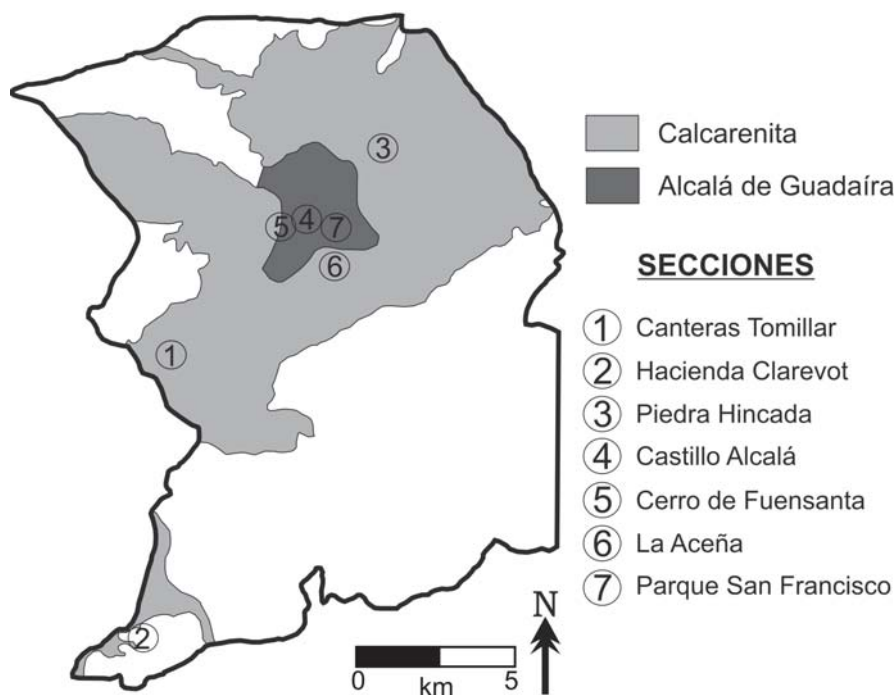


Fig. 1.- Localización de las secciones estratigráficas y distribución de las calcarenitas messinienses en el área de Alcalá de Guadaíra (Sevilla, SO España).

Fig. 1.- Location of the stratigraphic sections and distribution of the Messinian calcarenitic deposits in the Alcalá de Guadaíra area (Sevilla, SW Spain).

nes y nunca de forma abundante. Destaca por su pequeño caparazón de forma subcónica y subhemisférica con unos ambulacros más estrechos que los interambulacros y la zona porífera recta, formada por pares de poros separados por tabiques salientes y ligeramente oblicuos. Además, los tubérculos principales de una misma hilera están unidos entre sí formando costillas.

*P. costae* (fig. 4, 3) es frecuente en la zona, registrándose en 4 secciones. Es un equinoideo de gran tamaño con caparazón ovalado y arqueado dorsalmente. La superficie oral es plana, elevándose mediante una quilla a lo largo del plastrón, con lados casi paralelos. Los pétalos pares son largos y estrechos, siendo los anteriores más cortos y divergentes que los posteriores. Se caracteriza por presentar en la parte interna de la fasciola peripetálica unos gruesos tubérculos, que son más escasos en la parte posterior.

*S. purpureus* (fig. 4, 4) está presente en 2 secciones pero de forma escasa. Tiene un caparazón cordiforme, con contorno oval y una cara aboral elevada y arqueada, gibosa en la parte posterior. Los ambulacros son anchos y la zona porífera amplia y ligeramente deprimida con un labro prominente. Se caracteriza por una fasciola subanal con una cavidad hacia el gran periprocto y que delimita un área alargada transversalmente.

*E. depressum* (fig. 4, 5) es escaso en la zona, encontrándose en tres secciones. Presenta un caparazón en forma de corazón con un surco anterior profundo que llega hasta el sistema apical y con los poros en una serie simple y regular. Los pétalos son triangulares, siendo los posteriores poco divergentes o casi paralelos, con ocho-diez pares de poros.

*S. sahelensis* (fig. 4, 6) está moderadamente representada en 3 secciones. Tiene el caparazón ovalado, con el ambulacro anterior formando una depresión muy marcada. Los pétalos anteriores están ligeramente curvados y los posteriores son ovalados y mucho más cortos. El periprocto es pequeño y se sitúa en la parte superior del lado posterior de forma marginal. El peristoma es bastante pequeño con un labio muy prominente. Los ambulacros posteriores del lado oral son bastante estrechos y presenta tubérculos en la zona aboral fina, uniforme y densa.

#### Interpretación: paleoecología y tafonomía

La asociación presente en estos depósitos calcareníticos corrobora un medio marino somero, entre 10 y 30 metros de profundidad, tipo infralitoral con fondos detríticos gruesos. Las siguientes interpretaciones paleoecológicas y tafonómicas son coherentes con las publi-

cadadas en trabajos anteriores (Berggren y Haq, 1976; Portero y Álvaro, 1984; Galán y Pérez Rodríguez, 1989; Clauss, 1991; González Díez *et al.*, 1992) basadas en aspectos micropaleontológicos, sedimentológicos y petrológicos.

Actualmente, *S. purpureus* vive entre 15 a 900 metros de profundidad, con un óptimo entre 15 y 50 metros, enterrado en fondos detríticos durante el día a unos dos cms, saliendo a la superficie a alimentarse durante la noche (Tortonese, 1965). El extinto *Schizochinus* ocupaba nichos ecológicos similares al actual *Sphaerechinus granularis* (Lamarck), que incluso coexistieron durante el Pleistoceno (Borghi, 1993). Esta especie vive actualmente entre 1 y 120 metros de profundidad, pero es muy frecuente entre 8 y 12 metros, sobre substratos rocosos y detríticos, preferentemente arenosos, de moderado hidrodinamismo (Riedl, 1983). Así mismo, Challis (1980) establece una paleobatimetría para *S. duciei* de unos 25 metros. Templado *et al.* (1993) señalan la presencia de las "Facies de equinoideos" donde predominan *Psammechinus microtuberculatus* (Blainville), *S. granularis* y *S. purpureus* en la costa Atlántica, frente a Gibraltar, a profundidades entre 33 y 42 metros. El extinto *Arbacina*, es muy similar morfológicamente al actual *Genocidaris maculata* Agassiz (Borghi *et al.*, 2006), que es frecuente en el circalitoral de las costas de Cádiz (Ramos Esplá y Luque, 2004), a unos 20 metros de profundidad, asociado a otros equinoideos como *S. granularis* y *S. purpureus*. Néraudeau *et al.* (2001) y Kroh & Nebelsick (2003) señalan que *Arbacina* era frecuente a profundidades entre 20 y 40 metros, sobre substratos de arena gruesa. La especie *E. depressum* es semejante morfológicamente al actual *E. cordatum* (Pennant), frecuente en el Golfo de Cádiz (Templado *et al.*, 1993) y en el litoral sur Mediterráneo (Ocaña y Pérez-Ruzafa, 2004), donde es frecuente encontrarlo entre 13 y 26 m de profundidad y enterrado unos 10-20 centímetros en diversos substratos. *P. costae* es una especie poco frecuente en el actual Mediterráneo y suele encontrarse sobre fondos fangosos a arenosos con praderas de *Posidonia* entre 5 y 75 metros de profundidad (Tortonese, 1965). *S. sahelensis* se encuentra extinguida desde el Messiniense y es morfológicamente muy próxima al representante actual *Schizaster canaliferus* Lamarck, considerándose antecesora directa de la anterior (Néraudeau *et al.*, 2001). Esta especie es rara en las costas españolas y ha sido encontrada a 10 me-

tros de profundidad en la bahía de Almería, aunque puede llegar a vivir a profundidades de hasta 60 metros. Vive y se desplaza a varios centímetros de profundidad en fondos fangosos (Rodríguez 1979; Moreno y Munar 1985).

La impronta tafonómica mixta de los equinoideos apunta a ambientes sedimentarios altamente inestables, donde alternan períodos con predominio de erosión y desgaste tafonómico, con otros donde prevalece la sedimentación, una colonización del fondo y enterramientos repentinos. Los equinoideos indican un tiempo de exposición postmortem muy variable, oscilando desde un día a dos semanas para los equinoideos regulares con el caparazón completo hasta más de dos semanas para los parcialmente conservados (Brett *et al.* 1997).

### Interpretación: Distribución temporal

Los equinoideos presentes en estos depósitos permiten corroborar una edad Messiniense (fig. 3). *S. duciei*, *A. catenata* y *E. depressum* han sido citadas en afloramientos miocenos, sin registrarse en el Plioceno (Wright, 1855; Gregory, 1898; Stefanini 1908; Lambert, 1915; Fourtau, 1920; Szöenyi, 1953; Montenat y Roman, 1970; Comaschi Caria, 1972; Maczynska, 1979; Roman y Soudet 1990; Lachkhem y Roman, 1995; Philippe, 1998; Kroh 2005; Bajo *et al.* 2005). Conviene destacar, que *E. depressum* se cita por primera vez en yacimientos españoles en este trabajo.

Por su parte, *S. sahelensis* y *P. costae* se registran inicialmente en el Messiniense, mientras que *S. purpureus* lo hace en el Tortoniense superior (Bajo *et al.* 2005), no alcanzado la primera el Plioceno y registrándose las dos últimas en la actualidad (fig. 3) (Néraudeau *et al.*, 2001). Comparando las faunas de equinoideos entre los dominios Atlántico y el Mediterráneo durante el Messiniense, se deduce que existió una gran afinidad en ese periodo, al menos hasta el cierre de comunicación entre Atlántico y Mediterráneo. Además, *S. sahelensis* puede considerarse un biomarcador característico del Messiniense.

### Conclusiones

Se confirma la presencia de 6 especies de equinoideos en las facies calcareníticas messinienses de Alcalá de Guadaíra: *Schizechinus duciei*, *Arbacina catenata*, *Plagiobrissus costae*, *Spatangus purpureus*, *Echinocardium depressum* y *Schizaster sahelensis*. Se

Especies equinoideas	SECCIONES							Total ejemplares-especie
	Canteras Tomillar	Hacienda Clarevot	Piedra Hincada	Castillo Alcalá	Cerro Fuensanta	La Aceña	Parque San Francisco	
<i>Schizechinus duciei</i>	3	2	3	6	1	1	32	48
<i>Arbacina catenata</i>	3	0	0	0	0	0	2	5
<i>Plagiobrissus costae</i>	1	0	0	2	0	1	23	27
<i>Spatangus purpureus</i>	0	0	0	0	0	1	2	3
<i>Schizaster eurynotus</i>	0	2	0	3	0	0	1	6
<i>Echinocardium depressum</i>	1	0	0	2	0	0	1	4
<b>Total ejemplares-sección</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>61</b>	<b>93</b>

Fig. 2.- Distribución de equinoideos en las secciones estudiadas.

Fig. 2.- Echinoids distribution in the studied outcrops.

amplía la distribución cronoestratigráfica de *A. catenata* y *E. depressum* al Messiniense, ya que nunca han sido citadas en este período, mientras que *E. depressum* supone la primera cita en yacimientos españoles. La asociación de equinoideos indican un ambiente sedimentario tipo infralitoral poco profundo, con fondos detríticos gruesos y sometidos a procesos alternantes de erosión/desgaste y enterramiento/colonización. A su vez, las especies presentes permiten corroborar una edad Messiniense para estos depósitos.

### Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por una beca concedida por el Excelentísimo Ayuntamiento de Alcalá de Guadaíra y el material ha sido obtenido en prospecciones DPPH/rg, autorizadas por la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía.

### Referencias

- Bajo, I., Rico-García, A., Maestre, V., Civi, J. y Borghi, E. (2005). *Resúmenes de las XXI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. Sevilla. 109-110.
- Berggren, W. A. y Haq, B. U. (1976). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 20, 67-129.
- Borghi, E. (1993). *Bollettino della Società Reggiana di Scienze Naturali*, 2, 1-11.
- Borghi, E., Bajo, I. y Rico-García, A. (2006). *Parva Naturalia*, 7, 47-71.

- Brett, C. E., Moffat, H. A. y Taylor, W. L. (1997). En: *Geobiology of Echinoderms* (J. A. Waters y C. G. Maples, Eds.). *Paleontological Society Papers*, 3, 147-190.
- Challis, G. R. (1980). *Palaeoecology and Taxonomy of Mid Tertiary Maltese echinoids*. Ph. D. Thesis (unpublished). University of London, 401 p.
- Clauss, F. L. (1991). *Estudios Geológicos*, 47, 183-192.
- Comaschi Caria, I. (1972). *Gli echinidi del Miocene della Sardegna*. Stabilimento Tipografico Editoriale Fossataro. Cagliari. 50 p.
- Fourtau, R. (1920). *Paleontological series*. Geological Survey of Egypt, 4, 1-101.
- Galán, E. y Pérez Rodríguez, J. L. (1989). *Geología de Sevilla y alrededores y características geotécnicas de los suelos del área urbana*. Ayuntamiento de Sevilla. 255 p.
- González Díez, M. I. (1986). *Estudio geológico del área urbana de Sevilla y alrededores*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla, 289 p.
- González, M. I., Galán, E. y Cornejo, J. (1992). *Estudio geológico y valoración del impacto ambiental en el municipio de Alcalá de Guadaíra*. *Publicaciones de la Universidad de Sevilla*, Serie Ciencias, 31, 97 p.
- Gregory, J. W. (1898). *Geological Magazine*, 5 (406), 149-160.
- Kroh, A. 2005. *Catalogus Fossilium Austriae*, Band 2, Echinoidea neogenica. *Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften*, Wien, 210 p.
- Kroh, A. y Nebelsick, J. H. (2003). *Pa-*

Especies equinoideas	Mioceno inferior	Mioceno medio	Mioceno superior		Plioceno	Actualidad
			Tortoniense	Messiniense		
<i>Schizechinus duciei</i>	→	→	→	→	→	→
<i>Arbacina catenata</i>	→	→	→	→	→	→
<i>Plagiobrissus costae</i>	→	→	→	→	→	→
<i>Spatangus purpureus</i>	→	→	→	→	→	→
<i>Schizaster sahelensis</i>	→	→	→	→	→	→
<i>Echinocardium depressum</i>	→	→	- ? -	→	→	→

Fig. 3.- Distribución bioestratigráfica de los equinoideos.

Fig. 3.- Echinoids biostratigraphic distribution.

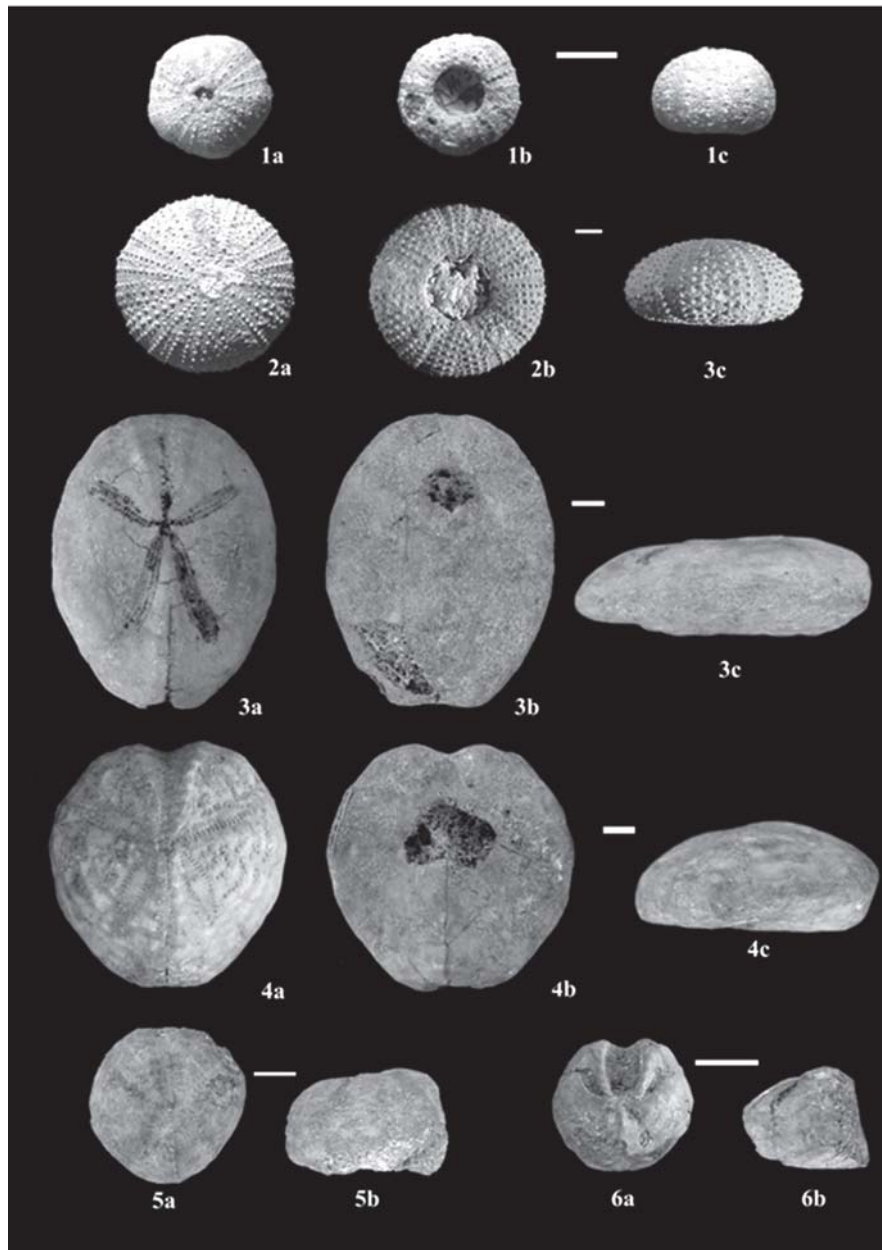


Fig. 4.- Equinoideos de la calcarenita messiniense de Alcalá de Guadaíra. 1- *Arbacina catenata*, 2- *Schizechinus duciei*, 3- *Plagiobrissus costae*, 4- *Spatangus purpureus*. Vista: a-apical, b-oral, c-lateral. 5- *Echinocardium depressum*, 6- *Schizaster sahariensis*. Vista: a-apical, b- lateral. Escala gráfica = 1 cm.

Fig. 4.- Echinoids from a Messinian calcarenite of Alcalá de Guadaíra. 1- *Arbacina catenata*, 2- *Schizechinus duciei*, 3- *Plagiobrissus costae*, 4- *Spatangus purpureus*. View: a-apical, b-oral, c-lateral. 5- *Echinocardium depressum*, 6- *Schizaster sahariensis*. View: a-apical, b- lateral. Graphic scale = 1 cm.

laeogeography, *Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 201, 157-177.  
 Lachkhem, H. y Roman, J. 1995. *Annales de Paléontologie (Invertébrés)*, 81 (4), 247-278.  
 Lambert, J. (1915). *Mémoires de la Société Paléontologique Suisse*. 4 (41), 155-240.  
 Maczynska, S. (1979). *Prace Museum Ziemi*, 32, 29-36.  
 Montenat, C. y Roman, J. (1970). *Annales de Paléontologie (Invertébrés)*, 56

(1), 86-138.  
 Moreno, I. y Munar, J. (1985). Equinoideos mediterráneos. Claves para la identificación de la fauna española. *Servicio de Publicaciones de la Universidad de Palma de Mallorca*, 34 p.  
 Néraudeau, D., Goubert, E., Lacour, D. y Rouchy, J. M. (2001). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 175, 43-60.  
 Ocaña, A. y Pérez-Ruzafa, A. (2004).

*Acta Granatense*, 3, 83-136.  
 Perconig, E. (1964). *Compte rendu de la 3<sup>a</sup> session du Comité du Néogène Méditerranéen C. M. N. S. Berna*. Leiden, 288-302.  
 Perconig, E. (1966). *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 91, 13-40.  
 Perconig, E. y Granados, L. F. (1973). *XIII Coloquio Europeo de Micropaleontología. España. C. N. G. Enadimsa*. Madrid, 225-246.  
 Philippe, M. (1998). *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon*, 36, 441 p.  
 Portero, J. M. y Álvaro, M. (1984). En: *I Congreso Español de Geología*. Tomo I, 199-213.  
 Ramos Esplá, A. A. y Luque, A. (2004). En: *Praderas y bosques marinos de Andalucía* Luque, Á.A. y Templado, J. (Coords.). Consejería de Medioambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 223-235.  
 Riedl, R. (1983). *Fauna und Flora des Mittelmeeres*. Ed. Paul Parey, Verlag Hamburg, 836 p.  
 Rodríguez, J. (1979). En: *Proceedings of the European Colloquium on Echinoderms*. Bruselas, 127-131.  
 Roman, J. y Soudet, H. J. (1990). *Documents et Travaux de l'IGAL*, 12-13, 53-56.  
 Sierro, F. J., González-Delgado, J. A., Dabrio, C. J., Flores, J. A. y Civis, J. (1990). *Paleontologia i Evolució*. Memoria Especial, 2: 211-250.  
 Stefanini, G. (1908). *Memorie della Società Geologica d'Italia*, 27, 435-483.  
 Szörenyi, E. (1953). *Acta Geologica Hungarica. Serie Palaeontologica*, 23, 1-104.  
 Templado, J., Guerra, A., Bedoya, J., Moreno, D., Remón, J. M., Maldonado, M. y Ramos, M. A. (1993). Fauna marina circalitoral del sur de la Península Ibérica. Resultados de la campaña Oceanográfica "Fauna I". *Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC*. 135 p.  
 Tortonese, E. (1965). *Fauna d'Italia (VI). Echinodermata*. Ed. Calderini, Bologna, 1-422.  
 Verdenius, J. G. (1970). *Utrecht Micropaleontology Bulletin*, 3, 109 p.  
 Viguier, C. (1974). *Le Néogène de l'Andalousie Nord-occidentale (Espagne). Histoire Géologique du Bassin du Bas Guadalquivir*. Tesis Doctoral, Univ. de Bordeaux, 449 p.  
 Wright, T. (1855). *The Annals and Magazine of Natural History*, 2 (15), 101-127, 175-196, 262-277.