

# Los foraminíferos bentónicos del horizonte glauconítico inferior de la Formación «Arcillas de Gibrleón» (Depresión del Guadalquivir, SO España)

*Foraminifers of the lower glauconitic level of the Arcillas de Gibrleón Formation (Guadalquivir Basin, SW Spain)*

M. L. González-Regalado <sup>(1)</sup>, F. Ruiz <sup>(1)</sup>, M. Abad <sup>(1)</sup>, J. G. Pendón <sup>(2)</sup> y J. Tosquella <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Departamento de Geodinámica y Paleontología, Universidad de Huelva. 21071-Huelva, España.

<sup>(2)</sup>Departamento de Geología, Universidad de Huelva. 21071-Huelva, España.

## ABSTRACT

*This paper analyzes the benthic foraminiferal assemblages present in two Upper Tortonian sections belonging to the «Arcillas de Gibrleón» Formation (Guadalquivir Basin) containing a characteristic glauconitic level. The basal samples of this horizon show both shallow-water and epibathyal taxa, a mixture also found in ostracods that may characterize the transition toward deeper conditions. In the upper samples, deep-neritic and epibathyal species are dominant, indicating a moderate-deep environment (150-300 m) in which was deposited most of the glauconitic horizon*

**Key words:** *Benthic foraminifera, glauconite, Guadalquivir Basin.*

*Geogaceta, 38 (2005), 127-130  
ISSN: 0213683X*

## Introducción

En el registro geológico, la presencia de niveles glauconíticos se ha utilizado como marcador de niveles condensados localizados en el muro y techo de los Cortijos Sedimentarios Transgresivos, o delimitando la base de las parasecuencias (Van Wagoner *et al.*, 1988; Vail *et al.*, 1991; Harris y Whiting, 2000). En general, se ha considerado que la profundidad ideal para la glauconitización abarcaría entre los 60 y 550 m (Odin y Fullagar, 1988), llegado a constituir más del 15 % del sedimento en la plataforma externa y el talud continental (Balsam y Beeson, 2003). No obstante, se han observado evidencias de pellets glauconíticos autóctonos a 600-1000 m (Hasselbo y Huggett, 2001) o en medios intermareales muy energéticos (Chafetz y Reid, 2000). En consecuencia, su sola presencia no es indicativa de una paleopropiedad y son necesarios análisis estratigráficos, sedimentológicos o microfaunísticos adicionales (Pasquini *et al.*, 2004).

El estudio fosilífero de estos niveles ha sido comparativamente escaso, con resultados variables. Contrasta la abundancia de foraminíferos planctónicos y bentónicos, dinoflagelados, espículas de esponjas o fragmentos de equinodermos indicada por algunos autores (p.e.,

Corselli *et al.*, 1994) con los escasos restos de foraminíferos hallados en otros niveles glauconíticos (p.e., Carames y Malumian, 2000).

En este trabajo, se analizan los foraminíferos bentónicos presentes en el tramo inferior glauconítico de dos secciones (Niebla y Villanueva del Río y Minas) pertenecientes a la Formación «Arcillas de Gibrleón», una de las unidades neógenas más extendidas en los sectores central y occidental de la Cuenca del Guadalquivir.

## Las arenas y limos glauconíticos de la Fm. Arcillas de Gibrleón

El Neógeno del sector occidental de la Cuenca del Guadalquivir está constituido, de muro a techo, por cuatro formaciones bien diferenciadas (Civis *et al.*, 1987; Baceta y Pendón, 1989): a) Fm. Niebla (Tortonense s.l.) o Complejo Basal Transgresivo, constituida por arenas y conglomerados basales y calcarenitas y calizas bioclásticas a techo; b) Fm. Arcillas de Gibrleón, caracterizada por un nivel glauconítico inferior y margas y arcillas suprayacentes, con un espesor creciente hacia el sur; c) Fm. Arenas de Huelva (Plioceno Inferior-Medio), formada por un nivel inferior de limos glauconíticos y un nivel superior de limos

arenosos entre los que se intercalan frecuentes acumulaciones lumaquéticas de moluscos; d) Fm. Arenas de Bonares (¿Plioceno Superior-Pleistoceno?), constituida en su base por limos y arenas muy finas que evolucionan rápidamente en la vertical a arenas medias y microconglomerados.

Este trabajo se centra en el estudio de los foraminíferos bentónicos presentes en el nivel inferior de limos glauconíticos de la Fm. Arcillas de Gibrleón, de edad Tortonense Superior (7,5 a 8 millones de años; Civis *et al.*, 2004). Está constituido por un tramo de hasta 2,5 m de potencia, caracterizado por la presencia de importantes proporciones de glauconita (hasta un 30 %; Abad *et al.*, 2004), con escasa macrofauna y abundante microfauna (foraminíferos planctónicos y bentónicos, nanoplancton calcáreo). Su máximo espesor se localiza en el sector occidental de la Depresión, en tanto que no suele sobrepasar los 0,5 m en la parte central, donde suele aparecer muy cementado. En ambos casos, este horizonte se dispone mediante un contacto neto e irregular sobre los materiales de la Fm. Niebla, que se presenta a veces tapizado por cantos de calizas y valvas de ostreoides y pectínidos (Fig. 1). Esta superficie representa una discontinuidad con evidencias propias de una superfi-

MUESTRAS	1N1	1N2	1N3	1N4	1N5	GV1	GV2	GV3
<i>Amphicorina scalaris</i>					2,89			1,28
<i>Anomalinoidea flinti</i>	4,43	3,91	1,26			3,46		
<i>Anomalinoidea granosus</i>	4,43	3,91	0,64				4,43	0,86
<i>Anomalinoidea ornatus</i>			3,16	3,88				
<i>Brizalina arta</i>					0,72			
<i>Brizalina spathulata</i>						0,76	4,43	0,86
<i>Bulimina aculeata</i>					5,08	4,61		
<i>Bulimina costata</i>	1,9	1,63	5,71	1,95	5,8	3,46	4,43	0,86
<i>Bulimina elongata</i>					5,08	3,46	4,92	5,1
<i>Bulimina minima</i>			0,31	0,97				
<i>Burseolina calabra</i>	0,31	3,91	4,11			0,76		
<i>Cancris auricula</i>				0,97	5,08			1,28
<i>Cassidulina laevigata</i>		5,2	0,31	7,77		3,09	0,99	0,86
<i>Cibicides floridanus</i>	4,12	10,42	6,65			3,46		5,1
<i>Cibicoides pseudoungerianus</i>	8,87	10,42	10,45		12,31	10	4,43	5,1
<i>Chilostomella oolina</i>					1,45	0,76		
<i>Dentalina aciculata</i>	2,21						0,99	
<i>Dentalina leguminiformis</i>	2,54	1,63			3,63	3,09	4,43	5,52
<i>Dorothyia gibbosa</i>	2,54	1,63				2,31	7,39	1,28
<i>Dorothyia brevis</i>			1,59					
<i>Elphidium crispum</i>	0,94		0,31					
<i>Eponides antillarum</i>		1,96	0,95			1,54	4,92	1,28
<i>Fissurina bradyana</i>					1,45			
<i>Fissurina longirostris</i>			0,64			0,76		
<i>Fissurina orbignyana</i>			0,64					
<i>Globocassidulina subglobosa</i>	1,58					1,15	0,99	
<i>Globocassidulina oblonga</i>	1,27	4,55						1,28
<i>Gyroidina soldanii</i>	1,9	3,59	5,7	9,7		0,76	4,43	5,1
<i>Gyroidinoides umbonata</i>					6,52		0,99	
<i>Heterolepa bellincionii</i>	7,27	7,81	0,31			2,7	0,99	1,7
<i>Lagena striata</i>						0,76		
<i>Lenticulina calcar</i>						3,46	0,99	6,38
<i>Lenticulina cultrata</i>	1,27		0,31			2,7		5,52
<i>Lenticulina curvisepta</i>	3,48				2,89	1,15		
<i>Lenticulina dilecta</i>				0,97		0,76		
<i>Lenticulina echinata</i>		0,33						0,86
<i>Lenticulina gibba</i>	1,27		3,16	0,97		0,76	1,48	
<i>Lenticulina inornata</i>			0,31					
<i>Lenticulina rotulata</i>	4,75	1,96	5,7			0,76	0,99	5,96
<i>Lobatula lobatula</i>					2,89			
<i>Marginulina costata</i>	5,39		1,26			8,46	5,91	5,1
<i>Marginulina glabra</i>			1,59	0,97		1,54	0,99	0,86
<i>Marginulina hirsuta</i>		0,33	2,54	0,97		0,76		
<i>Martinottiella communis</i>	8,87	3,59	5,39	6,8		3,85	5,91	5,1
<i>Melonis padanum</i>	0,94							
<i>Melonis pompilioides</i>	1,58					1,15		
<i>Melonis soldanii</i>							1,48	0,86
<i>Neoeponides schreibersii</i>	0,94							
<i>Nodosaria hispida</i>						0,76	1,48	
<i>Oridorsalis umbonatus</i>	0,31							1,28
<i>Orthomorphina tenuicostata</i>	2,21		0,64	6,8		5,39	0,49	5,1
<i>Pandaglandulina dinapoli</i>	1,27		0,95				0,99	
<i>Planulina ariminensis</i>	6,96	5,2	9,81	14,57	5,8	2,31	5,91	1,7
<i>Planularia cassis</i>	0,63		0,31					
<i>Planularia venezuelana</i>	0,31							
<i>Pullenia bulloides</i>		11,07	8,22	6,8		6,55	4,92	6,38
<i>Pullenia quinqueloba</i>			0,64		5,08			
<i>Sigmoilopsis celata</i>	0,94				2,89	0,76		
<i>Siphonina reticulata</i>	1,27	0,98	3,49	10,69				
<i>Sphaeroidina bulloides</i>	5,06	9,44	6,96	15,53	13,05	4,24	6,9	5,96
<i>Spiroplectammina carinata</i>	2,85							
<i>Stilostomella hispida</i>	1,9		0,31	0,97				
<i>Stilostomella monilis</i>			0,31	0,97		1,15	0,99	
<i>Stilostomella plicosuturata</i>	0,31					0,76		
<i>Textularia pseudorugosa</i>		1,3				0,39		0,86
<i>Textularia sagittula</i>			0,31					1,28
<i>Uvigerina pygmaea</i>					3,63	4,24	5,42	5,1
<i>Uvigerina striatissima</i>	2,21	5,2	5,06	7,77	13,05		5,42	4,26
<i>Vaginulina bradyi</i>	0,31					1,15		
<i>Vaginulinopsis carinata</i>	0,63				0,72		0,99	
Nº DE ESPECIES	38	23	36	19	20	40	31	32
INDIVIDUOS/GRAMO	34	15	7	14	2	39	19	15
INDICE P/B (%)	35,4	38,7	35,8	47,2	45,7	28,1	21,1	24,2
INDICE $\alpha$ DE FISCHER	4,5	3	5,5	2,5	3,5	4,5	4	4,5

Tabla I.- Abundancia y diversidad de los foraminíferos bentónicos en las muestras estudiadas. Gris: especies más abundantes.

Table I.- Abundance and diversity of benthic foraminifera in the samples studied. Grey: main species.

cie sedimentaria de omisión desarrollada en un medio marino. Ello indicaría el inicio de una rápida inundación marina que provocaría las condiciones de condensación (Baceta y Pendón, 1999).

### Metodología

Se han seleccionado dos secciones de los sectores occidental (A, Niebla: 5 muestras) y central (B, Villanueva del Río

y Minas; 3 muestras) de la cuenca del Guadalquivir (Fig. 1), que incluyen el tramo basal glauconítico de la Fm. Arcillas de Gibralfé. Un total de 350 g fueron extraídos y levigados a través de un tamiz de 250  $\mu$ m. Se han identificado unos 300 foraminíferos bentónicos por muestra, procediéndose también al contaje de los foraminíferos planctónicos presentes para calcular el índice P/B. Posteriormente, los resultados fueron extrapolados al total para poder hallar el número de individuos por gramo.

### Resultados y Discusión

#### Abundancia e índices de diversidad

Se han identificado 70 especies en las ocho muestras estudiadas, con una distribución en las dos secciones analizadas que permite identificar una serie de características comunes a ambas (Tabla I). Tanto el número de individuos por gramo (34-39) como el número de especies por muestra (38-40) presenta sus máximos en las muestras basales, coincidiendo también con la máxima abundancia y diversidad de ostrácodos (Ruiz *et al.*, 2005). En este tramo basal, domina la asociación formada por *Cibicides floridanus* (Cushman) (3-4 %), *Heterolepa bellincionii* (Giannini y Tabani) (2-8 %), *Marginulina costata* (Batsch) (5-9 %), *Cibicoides pseudoungerianus* (Cushman) (8-11 %), *Martinottiella communis* (d'Orbigny) (3-9 %) y *Planulina ariminensis* (d'Orbigny) (2-7 %). Hacia techo, disminuyen los porcentajes de las tres primeras especies y las tres últimas están acompañadas por *Bulimina costata* d'Orbigny, *Gyroidina soldanii* (d'Orbigny), *Sphaeroidina bulloides* d'Orbigny y *Uvigerina striatissima* Perconig.

El índice P/B muestra distinto comportamiento en las dos secciones analizadas. En la sección de Niebla, aumenta desde las tres muestras basales (35-39 %) hacia el techo (45-47 %), en tanto que este índice es claramente inferior y disminuye levemente hacia techo (28 % a 21-24 %) en Villanueva del Río y Minas. El índice  $\alpha$  de Fisher oscila entre 2,5 y 5,5, con valores oscilantes en Niebla y relativamente homogéneos (4-4,5) en Villanueva. Estos valores son bajos a muy bajos en relación a los observados en el resto de la Formación, donde varían desde más de 13 en las muestras suprayacentes al nivel glauconítico a 6 en el techo (González-Regalado y Ruiz, 1996). Ello podría deberse al uso de los caparzones de estos microorganismos como sustrato durante la

glauconización, un proceso ya observado en otras secciones condensadas (Huggett y Gale, 1997).

*Paleoecología: el medio de depósito del nivel glauconítico*

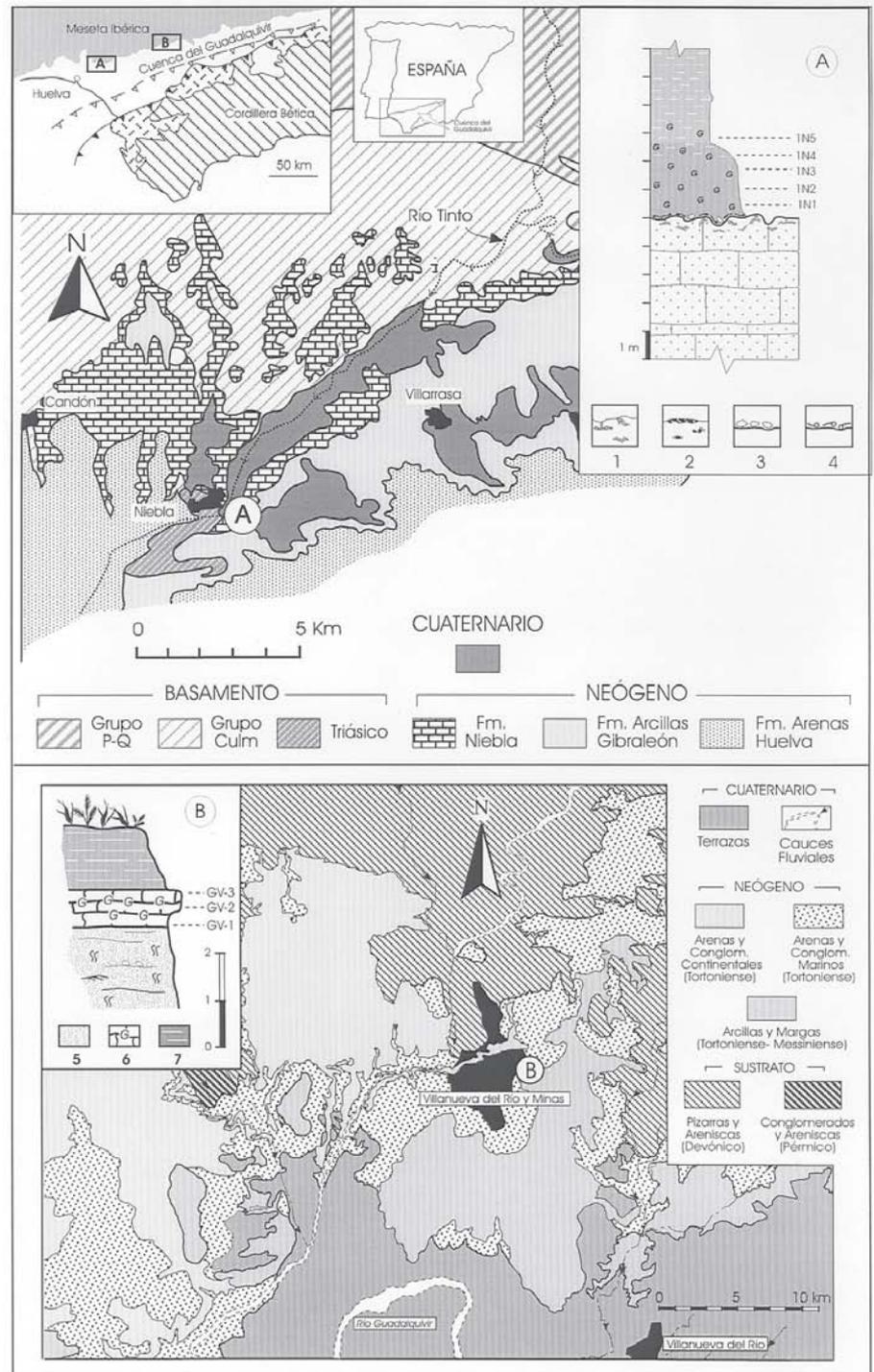
Los niveles basales de ambas secciones presentan una aparición conjunta de taxones típicos de medios marinos de plataforma interna a media (< 100-150 m de profundidad) (Tabla I), como *Cibicides floridanus*, *Heterolepa bellincionii* ó *Marginulina costata*, con otros más característicos de la plataforma externa, talud continental e incluso de cuencas oceánicas profundas, como *Martinotiella communis*, *Pullenia bulloides* ó *Uvigerina striatissima*. Esta coincidencia también se produce en las asociaciones de ostrácodos (Ruiz *et al.*, 2005) y podría ser una clave, junto a la presencia de glauconita, para la identificación de series condensadas definidas por bajas a nulas tasas de sedimentación en un intervalo temporal donde se produce una rápida transición desde condiciones marinas someras a medios oceánicos profundos.

En la parte superior de los niveles condensados, suelen desaparecer las formas neríticas someras y aparecen mejor representadas las formas epibaciales o neríticas externas (150-300 m de profundidad), como *Sphaeroidina*, *Uvigerina* spp. o algunas especies de *Lenticulina* (Lutze, 1980; Jorissen, 1988; Debenay y Basov, 1993; Villanueva, 1994). Éste sería el ambiente deposicional original de la mayoría de los limos glauconíticos de la Formación «Arcillas de Gibraleón», cuya batimetría concuerda con la inferida a partir de los ostrácodos del tramo inferior de esta Formación (González-Regalado y Ruiz, 1990). También coincide con la profundidad de máxima concentración de glauconita en los sedimentos actuales del Golfo de Cádiz (González *et al.*, 2004).

El número de individuos y especies presentes, así como la abundancia de especies propias de ambientes con buena oxigenación -*Cibicoides pseudoungeri*- (Cushman), *Siphonina reticulata* (Czjzek) - o tolerantes a niveles bajos de oxígeno -*Cassidulina laevigata* d'Orbigny, *Sphaeroidina bulloides*- parece indicar un depósito en un medio con oxigenación normal o levemente subóxico (0,3 a 3 mg/l de O<sub>2</sub> disuelto; Kaiho, 1994; Baas *et al.*, 1998). Este ambiente es muy similar al deducido para el intervalo comprendido entre los 7,5 y 7,24 Ma, de acuerdo con las asociaciones de foraminíferos bentónicos y ostrácodos de la sección tipo de esta Formación (Civis y Sie-

rro, 1987; González-Regalado y Ruiz, 1990). A partir del límite Tortoniense-Messiniense, se produce una somerización paulatina hasta el Plioceno Inferior,

con diversos cambios en las asociaciones de foraminíferos bentónicos que pueden ser consultadas en González-Regalado y Ruiz (1996).



**Fig. 1.- Situación geográfica y contexto geológico de las secciones y muestras estudiadas. 1, Cavidades irregulares rellenas de microfósiles y granos de glauconita; 2, Concentraciones de óxidos de hierro; 3, Clastos angulosos de caliza; 4, Acumulaciones de conchas. G, Granos de glauconita; 5, Arenas y limos marinos; 6, Arenas cementadas con glauconita; 7, Formación Arcillas de Gibraleón.**

**Fig. 1.- Geographical and geological setting of the sections and samples studied. 1, Irregular cavities filled up with microfossils and glauconite grains; 2, Concentration of iron oxides; 3, Limestone angular clast; 4, Bivalve shells. G: glauconite grains; 5, Marine silts and Sands; 6, Cemented sands with glauconite; 7, Gibraleón Shales Formation.**

## Conclusiones

El estudio de las asociaciones de foraminíferos bentónicos permite diferenciar dos niveles dentro del nivel glauconítico inferior de la Formación «Arcillas de Gibrleón». En los primeros centímetros, aparece un horizonte basal caracterizado por un número de individuos y especies moderado a alto y una mezcla de taxones neríticos someros y especies epibatiales. A techo, las formas neríticas tienden a desaparecer, predominando formas típicas de medios óxidos a subóxicos de profundidad moderada (150-300 m). Los bajos índices de diversidad observados (P/B, á de Fisher) pueden deberse a la fuerte grado de glauconitización de los caparazones de estos microorganismos.

## Financiación

Este trabajo ha sido financiado por el Plan Propio de la Universidad de Huelva (Grupo «Paleontología y Ecología Aplicadas») y por el Plan Andaluz de Investigación (Grupo RNM-238).

## Referencias

- Abad, M., De la Rosa, J., Pendón, J. G., Ruiz, F., González-Regalado, M. L. y Tosquella, J. (2004). *Geogaceta*, 35, 35-38.
- Baas, J. H., Schönfeld, J. y Zahn, R. (1998). *Marine Geology*, 152, 25-55.
- Baceta, J. I. y Pendón, J. G. (1999). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 12, 419-438.
- Balsam, W. L. y Beeson, J. P. (2003). *Deep-Sea Research, Part I-Ocean Research Papers*, 50, 1421-1444.
- Carames, A. y Malumian, N. (2000). *Ameghiniana*, 37, 387-419.
- Chafetz, H. S. y Reid, A. (2000). *Sedimentary Geology*, 136, 29-42.
- Civis, J., Sierro, F. J., González-Delgado, J. A., Flores, J. A., Andrés, I., Porta, J. y Valle, M. F. (1987). En: *Paleontología del Neógeno de Huelva* (J. Civis, Ed.). Ediciones Universidad Salamanca, 9-21.
- Civis, J., Dabrio, C. J., González-Delgado, J. A., Goy, J. L., Ledesma, S., Pais, J., Sierro, F. J. y Zazo, C. (2004). En: *Geología de España* (J. A. Vera, Ed.), SGE-IGME, 543-550.
- Corselli, C., Basso y D., Garzanti, E. (1994). *Marine Geology*, 117, 317-328.
- Debenay, J. P. y Basov, I. (1993). *Révue de Paléobiologie*, 12, 165-300.
- González, R., Dias, J. M. A., Lobo y F., Mendes, I. (2004). *Quaternary International*, 120, 133-144.
- González-Regalado, M. L. y Ruiz, F. (1990). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 3, 23-33.
- González-Regalado, M. L. y Ruiz, F. (1996). *Revue de Micropaleontologie*, 39, 137-151.
- Harris, L. C. y Whiting, B. M. (2000). *Sedimentary Geology*, 120, 129-147.
- Hasselbo, S. P. y Huggett, J. M. (2001). *Journal of Sedimentary Research*, 71, 599-607.
- Huggett, J. M. y Gale, A. S. (1997). *Journal of the Geological Society*, 154, 897-912.
- Jorissen, J. F. (1988). *Utrecht Micropaleontological Bulletin*, 37, 1-174.
- Kaiho, K. (1994). *Geology*, 22, 719-722.
- Lutze, G. F. (1980). «Meteor» *Forsch.-Ergebnisse*, 32, 31-80.
- Odin, G. S. y Fullagar, P. D. (1988). En: *Green marine clays* (G. S. Odin, Ed.), *Developments in Sedimentology*, 45, Elsevier, 295-332.
- Pasquini, C., Lualdi, A. y Vercesi, P. (2004). *Cretaceous Research*, 25, 179-189.
- Ruiz, F., Abad, M., Pendón, J. G., González-Regalado, M. L., De la Rosa, J. y Tosquella, J. (2005). *Geogaceta*, 37, 215-218.
- Van Wagoner, J. C., Posamentier, H. W., Mitchum, R. M., Vail, P. R., Sarg, J. F., Louett, T. S. y Hardenbol, J. (1988). En: *Sea-level changes: An integrated approach* (C. K. Wilgus, B. S. Hastings, C. G. Kendall, H. W. Posamentier, C. A. Ross y J. C. Wagoner, Eds), *Soc. Economic Paleontologist and Mineralogists*, Tulsa, 42, 39-46.
- Vail, P. R., Audermard, S. A., Bowman, S. A., Eisner, P. N. y Perez-Cruz, C. (1991). En: *Cycles and events in Stratigraphy* (G. Einsele y A. Seilacher, Eds.), Springer-Verlag, 617-662.
- Villanueva, P. (1994). *Implicaciones oceanográficas de los foraminíferos bentónicos recientes en la bahía y plataforma gaditana*. Tesis Doctoral, Univ. Cádiz, 363 p.