

Colonización de los foraminíferos bentónicos de la playa artificial de Ostende (Castro Urdiales, Cantabria)

Benthic foraminiferal colonization of the Ostende artificial beach (Castro Urdiales, Cantabria)

Ana Pascual¹ y Blanca Martínez-García²

¹ Dpto. de Geología. Fac. Ciencia y Tecnología. Universidad del País Vasco UPV/EHU Apdo. 644, 48080 Bilbao. ana.pascual@ehu.eus

² Sociedad de Ciencias Aranzadi, Centro Geo-Q, Mendibile kalea, 48940 Leioa, Bizkaia. blancamaria.martinez@ehu.eus

ABSTRACT

A total of 48 species of benthic foraminifera, 31 of them alive, have been extracted from the Ostende artificial beach (Castro Urdiales, Cantabria). The most abundant species are: *Cibicides lobatulus* and *Cibicides refulgens* accompanied by *Elphidium crispum* and *Rosalina globularis*. All of them are coastal and shelf marine epifaunal species. This microfauna has colonized the Ostende artificial beach 30 years after it was built. The beach was built from a gravel spill that destroyed the Urdiales Cove. The type of sediment used to fill the cove, seems to be the cause the delay of this foraminifera colonization. The main association of foraminifera is very similar to the one found in other nearby natural beaches. This indicates the transformation of the Ostende artificial beach into a consolidated "pocket-beach". However, the lack of specimens of euryhaline benthic foraminifera highlights the definitive loss of transitional ecosystems, like the salt marsh that existed in the Urdiales Cove before it was filled.

Key-words: Benthic foraminifera, colonization, artificial beach, Cantabria, Bay of Biscay.

Geogaceta, 71 (2022), 3-6
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Introducción

En los ambientes costeros de todo el mundo se puede observar el impacto antrópico debido a razones económicas. Así, junto a la contaminación de las aguas, se registra un ataque al sustrato de medios litorales: dragados, extracción de arena para la construcción, vertidos y rellenos de sedimento para la reconstrucción o modificación de líneas de costa, etc. Estas actividades ocasionan la devastación de los fondos marinos al perturbar, degradar e incluso aniquilar los hábitats bentónicos. En concreto, los rellenos y vertidos de sedimentos en los bordes costeros alteran las funciones del ecosistema, provocando la destrucción de la biocenosis.

Los foraminíferos bentónicos son protistas muy abundantes en los ambientes marinos y transicionales que ocupan numerosos nichos ecológicos. Su corto ciclo de vida, así como su gran

diversidad y las necesidades ecológicas de cada especie, hace que respondan rápidamente al estrés ambiental, pudiendo ser utilizados como bio-indicadores de los cambios medioambientales, incluidos los provocados por las actividades antrópicas (Murray, 2006; Pascual et al., 2019).

Las alteraciones medioambientales pueden provocar la aparición de nuevos hábitats, carentes de vida, que con el tiempo serán colonizados por otros organismos bentónicos. En el presente trabajo se describe la colonización por parte de los foraminíferos bentónicos de los sedimentos de la playa artificial de Ostende, un hábitat gravemente alterado por la actividad humana, aportando datos sobre la biodiversidad de dicha playa. Se realiza además una interpretación de la influencia sobre la microfauna de las modificaciones antrópicas realizadas en esta área del litoral cantábrico.

RESUMEN

Un total de 48 especies de foraminíferos bentónicos, 31 de ellas vivas han sido extraídas de la playa artificial de Ostende (Castro Urdiales, Cantabria). Las especies más abundantes son: *Cibicides lobatulus* y *Cibicides refulgens* acompañadas de *Elphidium crispum* y *Rosalina globularis*. Todas ellas son especies epifaunales marinas costeras y de plataforma. Esta microfauna ha colonizado la playa artificial de Ostende 30 años después de que fuera construida a partir de un vertido de grava que destruyó la Ensenada natural de Urdiales. Este retraso en la colonización parece ser debido al tipo de sedimento con el que se rellenó la ensenada. La asociación dominante de foraminíferos, muy similar a la de otras playas naturales cercanas, pone de manifiesto la transformación de la playa artificial de Ostende en una playa consolidada de "tipo bolsillo". Sin embargo, la falta de ejemplares de foraminíferos bentónicos eurihalinos señala la pérdida definitiva de los ecosistemas transicionales, como la marisma, que existía en la ensenada de Urdiales antes de su relleno.

Palabras clave: Foraminíferos bentónicos, colonización, playa artificial, Cantabria, Golfo de Vizcaya.

Fecha de recepción: 12/07/2021
Fecha de revisión: 29/10/2021
Fecha de aceptación: 26/11/2021

Localización geográfica y geológica

La playa de Ostende se encuentra en la localidad de Castro Urdiales (Cantabria, España) al sur del Golfo de Vizcaya. Presenta una longitud de 900 m y una anchura media de 50 metros (Fig.1). Se trata de una playa artificial construida entre los años 1988 y 1991 mediante un vertido de 330.580 m³ de grava (Elorza e Higuera Ruiz, 2016). Este vertido destruyó la Ensenada natural de Urdiales, formada por pequeñas calas, arenales y pedregales y hacia el oeste por una zona de marismas donde desembocaban los arroyos Campijo y Chorrillo (Fig.1, muestras RC y RE).

La playa de Ostende se asienta sobre una alternancia de margas, margocalizas y calizas del Albiense inferior (Rosales, 1999). Hacia el oeste, y limitada por una falla, se pone en contacto con calizas de plataforma somera con rudistas del Aptiense-Albiense (Ramirez del Pozo et al., 1982). Es de una de las explotaciones de

estas calizas de donde procede la grava que fue vertida a la ensenada de Urdiales para transformarla en la playa artificial de Ostende.

El contenido de CaCO_3 del sedimento muestra un valor medio de $88,7\% \pm 8$ en el caso de las arenas y $88,8\% \pm 4,4$ en el de las gravas del vertido artificial. Estos valores son muy similares a los de las calizas sobre las que se asienta la playa ($88,6\%$; Elorza et al., 2019).

En la actualidad, el sedimento de la playa de Ostende está compuesto por arena y grava. La arena, fina a media ($0,2-0,3$ mm), es muy similar a la de las playas disipativas del Sur del Golfo de Vizcaya y se asienta especialmente en el lado oeste de la playa, mientras que en el resto sólo aparece en el intermareal, recubriendo a la grava ($6-8$ mm), con una potencia de unos 10 cm. Las gravas presentan granos redondeados debido al retrabajamiento del viento y del agua a lo largo de los años transcurridos desde su vertido (Elorza, 2021).

Material y métodos

Un total de 22 muestras superficiales, correspondientes a los primeros 4 cm de sedimento, fueron extraídas entre los meses de julio y noviembre de 2020 en bajamar (alturas de marea de 0,73 a 1,6 m; coeficientes de 113 a 45). Tras el primer muestreo de julio (14 muestras, asociación total) y al comprobar la existencia de foraminíferos en el sedimento, se obtuvo una muestra del submareal (1sub, asociación total) y se procedió a realizar nuevos muestreos con el fin de comprobar la existencia de biocenosis. Para ello se obtuvieron 7 muestras más (A, B, C, D, E, RC y RE) (Fig.1), que fueron preservadas y teñidas "in situ" con el colorante Rosa de Bengala (1 litro de metanol por 1 gr de colorante). Esta técnica permite diferenciar la biocenosis (protoplasma teñido, asociación viva) de la tanatocenosis (caparazones vacíos sin colorear, asociación muerta) (Murray, 2006).

A continuación, las muestras fueron lavadas y tamizadas, calculándose la proporción de los tamaños de grano arena y grava y recogiendo la fracción $>63\mu\text{m}$ para el estudio micropaleontológico. Como las muestras poseían escasos ejemplares, fueron sometidas a un proceso de concentración por flotación con líquidos pesados (tricloroetileno). Finalmente se extrajeron unos 300 ejemplares por muestra, o en su defecto la totalidad de la mi-

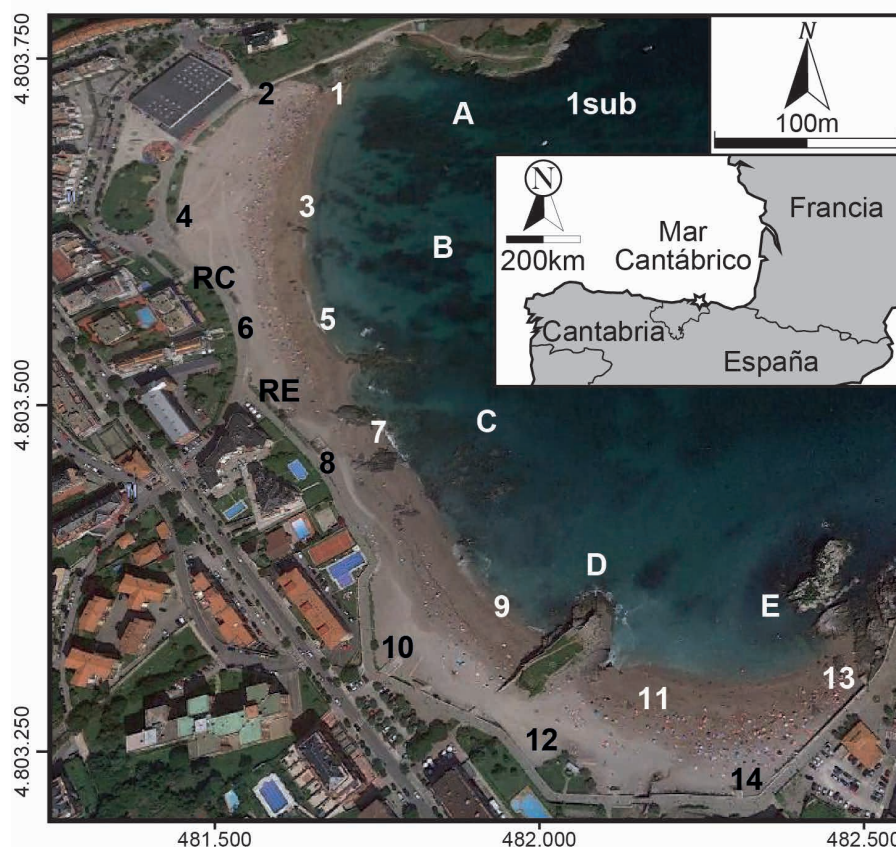


Fig. 1.- Situación geográfica de la zona de estudio y localización de las muestras. Ver figura en color en la web.

Fig. 1.- Geographical location of the study area and the samples analyzed. See colour figure in the web.

crofauna existente. Cinco de las muestras carecían de microfauna (6, 8, 10, 12 y 14).

Para la clasificación taxonómica, a nivel específico, se ha seguido la normativa de Loeblich y Tappan (1988) actualizada en World Foraminifera Database (Hayward et al., 2021). Se ha calculado la proporción entre tipos de caparazón: hialinos, porcelanáceos y aglutinantes (Murray, 2006). Así mismo, se han obtenido los índices de riqueza y diversidad: nF (número de foraminíferos por gramo de sedimento lavado seco), S (número de especies) y, en aquellas muestras con más de 100 ejemplares, el índice α de Fisher (relación entre número de individuos y de especies; Murray, 2006).

Resultados

En conjunto, 3151 foraminíferos bentónicos, agrupados en 48 especies han sido identificados en este trabajo. Son mayoritarias 16 especies que representan el 97% de la totalidad de los ejemplares (Tabla I). Además, se han encontrado 7 foraminíferos planctónicos correspondientes a 3 especies. También abundan ostrácos, moluscos, gasterópodos, bivalvos,

briozoos, espículas de esponja y espinas de equinodermos.

Veintinueve de las especies de foraminíferos bentónicos presentan un caparazón de tipo hialino, mientras que 13 son porcelanáceos y 6 aglutinantes. Las especies principales son: *Cibicoides lobatulus* (48 % del total de individuos extraídos) y *Cibicides refulgens* (28%). Son secundarias *Elphidium crispum* y *Rosalina globularis* (ambas el 5%). También es abundante *Asterigerinata mamilla* (Tabla I; 2%).

Los índices de riqueza y diversidad muestran grandes variaciones: $nF < 1-89$; $S = 1-23$; $\alpha = 2-6$. Son mayoritarios los caparazones hialinos (89-100%), mientras que los porcelanáceos no superan el 10% y los aglutinantes apenas están representados (<2%) (Tabla I).

El valor más alto del índice de riqueza ($nF: 89$) se encuentra en la muestra obtenida en el submareal. El menor número de individuos y de especies se registran en las muestras donde domina la grava (Tabla I). Así, todas las muestras supramareales están constituidas por el 100% de grava y, salvo la 2 y 4 (Tabla I), carecen de microfauna. En otras muestras con escasos individuos, como la 9 y 13, la propor-

ción de grava supone el 84% y el 90% del sedimento respectivamente.

Foraminíferos vivos

En las 7 muestras teñidas, los foraminíferos vivos representan entre el 32% y el 42% del total (Tabla I). Estos 712 foraminíferos bentónicos vivos se agrupan en 31 especies, siendo las más abundantes *C. lobatulus* (45% del total), *C. refulgens* (27%) y *R. globularis* (10,5%) (Tabla I). Esta última especie duplica su representatividad en la asociación viva con respecto a la total. Son especies secundarias *A. mamilla* (4,6%) y *E. crispum* (3%).

Discusión

Las especies principales de foraminíferos bentónicos, tanto vivos como muertos, presentes en la playa de Ostende son epifaunales que habitan en ambientes litorales y de plataforma interna, con salinidad marina normal (Murray, 2006). Aparecen en playas del Atlántico norte, incluidas las de Cantabria (Cearreta, 1989; Ordiales et al., 2017, Pascual et al., 2019).

Por lo tanto, 30 años después de su instauración la playa artificial de Ostende ha sido colonizada por una microfauna muy similar a la de playas naturales cercanas. Esta colonización se ha llevado a cabo en los últimos años, puesto que, en 2015, fue efectuado un muestreo del sedimento de la zona intermareal para cono-

cer su situación medioambiental, ya que las tormentas y mareas habían creado y aportado arena, en especial en su lado oeste (Fig.1). Sin embargo, dicha arena resultó prácticamente azoica, pues sólo se encontraron 9 caparazones de foraminíferos bentónicos disueltos y/o retrabajados (Elorza et al., 2019).

El tiempo para colonizar un nuevo ecosistema por parte de los foraminíferos es muy variado. En trabajos experimentales realizados en estanques y jaulas de cultivo se ha observado una rápida colonización de nuevas especies al cabo de pocos días (Debenay et al., 2009) o de tres semanas (Buzas, 1993). En estudios de zona profundas, tras eventos turbidíticos, la recolonización se consiguió entre 4 meses y 6 años (Duros et al., 2017). En atolones del océano Pacífico, tras su devastación por el paso de ciclones tropicales de gran magnitud, la superficie de los arrecifes fue colonizada por foraminíferos entre los 10 y 20 años posteriores (Collen, 1996). Si se compara el tiempo que han necesitado los foraminíferos para colonizar la playa de Ostende, se observa un periodo mayor.

Dos son los factores que influyen en los procesos iniciales de recuperación de la microfauna y en la tasa de colonización: el régimen hidráulico y el tipo de sustrato (Alve, 1999). Así, en entornos de alta energía como son las playas, ejemplares que habitan en fondos marinos cercanos colonizan el nuevo hábitat en unos días.

Para que esto ocurra el sustrato debe poseer alimento que permita la vida de los foraminíferos (Alve, 1999). Por tanto, el tipo de sedimento puede retrasar la colonización meses o incluso años.

El hecho de que la playa de Ostende fuera formada a partir del vertido de grava, es el factor que ha ocasionado ese retardo en la colonización por parte de los foraminíferos. El sedimento grueso es difícil de remover por la acción de las olas y las corrientes, por lo que el suministro de alimento se realiza por suspensión, quedando relegado a la superficie. De ahí que en áreas de alta energía aparezcan principalmente taxones epifaunales como *C. lobatulus* o *R. globularis* (Murray, 2006), que son los mayoritarios en este trabajo. Sin embargo, a pesar del retrabajamiento de la grava y la llegada de arena fina y media empujada por la dinámica litoral (Elorza, 2021), la baja representación de individuos infaunales señala que aún la cantidad de materia orgánica en el sedimento es escasa.

Los foraminíferos epifaunales han colonizado con éxito la playa de Ostende, como lo atestigua el elevado porcentaje de ejemplares vivos encontrados (32-42%). Estos datos contrastan con los obtenidos en los estudios de microfauna en el Atlántico donde la proporción de la biocenosis no alcanza el 2% en muchos casos (Rouillois, 1970).

Esta colonización de la playa de Ostende confirmaría la transformación de

	Foraminíferos bentónicos Ostende	Subm.	Intermareal							Supramareal		Intermareal bajo					Supramareal				
		1sub	1	3	5	7	9	11	13	2	4	A	B	C	D	E	RC	RE			
		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	V	M	V	M	V	M	V	M		
Foraminíferos bentónicos	<i>Ammonia beccarii</i> (Linnaeus, 1758)		2	1	1	1					2		1	2		2	1				
	<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	3	1	1	1					2					1	1	2	1	2		
	<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson, 1858)	14	10	1	3	1		4				5	9	11	16	6	6	4	6		
	<i>Cibicides refulgens</i> Montfort, 1808	55	59	40	28	21	1	15		7	8	50	99	39	75	34	96	19	61	30	61
	<i>Cibicides lobatulus</i> (Walker and Jacob, 1798)	208	86	217	76	19		48	3	7	1	41	74	44	77	38	70	71	84	38	76
	<i>Connemarella rudis</i> (Wright, 1900)			2		1												3		2	2
	<i>Elphidium articulatum</i> (d'Orbigny, 1839)	1	5		1			1				1	1	2	3	1	2		3		1
	<i>Elphidium crispum</i> (Linnaeus, 1758)	3	17	25	9	4	1	7		3	1	2	8	4	11	1	8	4	4	8	15
	<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel and Moll, 1798)											2									2
	<i>Eponides repandus</i> (Fichtel and Moll, 1798)															1					2
	<i>Lachlanella undulata</i> (d'Orbigny, 1852)	1		3				1		1											2
	<i>Patellina corrugata</i> Williamson, 1858																				3
	<i>Quinqueloculina seminula</i> (Linnaeus, 1758)	4	14	16	3	1		2		1		5	4	6	3	3	2	3	6	14	1
<i>Rosalina globularis</i> d'Orbigny, 1826	15	7	19		1		1		1		9	3	8	5	5	2	18	8	12	7	
<i>Rosalina irregularis</i> (Rhumler, 1906)	5			1					1											5	
<i>Textularia sagittula</i> DeFrance, 1824		1	1				1													1	
Índices	% vivos																				
	nº individuos	321	208	352	123	51	2	83	3	23	11	106	195	106	194	96	204	129	177	107	196
	S: nº de especies	18	16	23	9	10	2	12	1	8	4	7	9	7	14	10	17	13	12	14	19
	Diversidad (a Fisher)	4	4	6	2					2	2	2	2	4	3	4,5	4	3	4,5	5	4,5
	Índice de riqueza (nF = nº ind/gr)	89	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	9	15	<1	2	1	7	1	3	<1	<1
Capar.	% Aglutinantes	0	1	1	0	2		1		0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	2
	% Porcelanáceos	4	8	10	3	2		6		9	10	0	3	6	3	5	2	2	2	8	9
	% Hialinos	96	91	89	97	96		93	100	91	90	100	97	94	96	95	98	97	96	92	89
Sed.	% Arena	100	99	82	63	96	16	64	10	0	0	100	94	88	60	56				52	
	% Grava	0	1	8	37	4	84	36	90	100	100	0	6	12	40	44				48	

Tabla I.- Abundancia absoluta de las especies de foraminíferos bentónicos más representativas, índices de diversidad, tipos de caparazón y tipo de sedimento. T = Total (Vivos + Muertos), V = Vivos, M = Muertos.

Table I.- Absolute abundance of the main identified benthic foraminifera species, diversity indices, test types and sediment types. T = Total (Live and Dead), V = Live, M = Dead.

esta playa artificial en una "playa de bolsillo" limitada por promontorios de calizas urgonianas, donde teóricamente el volumen de sedimentos permanece constante (Elorza, 2021).

Tras 30 años, poco queda de lo que fue la ensenada de Urdiales y en especial de la zona de marismas existente al oeste de la misma, donde desembocaban los arroyos Campijo y Chorrillo. Con la transformación de la ensenada en la playa artificial de Ostende, dichos arroyos fueron canalizados y en la actualidad sus aguas vierten en la propia playa (Fig. 1, muestras RC y RE). Los foraminíferos de esas muestras (Tabla I) no denotan el carácter eurihalino que debió existir en el pasado. La asociación dominante sigue siendo la misma que en el resto de la playa (*C. lobatulus* y *C. refulgens*), no apareciendo ejemplares eurihalinos. Especies como *Ammonia tepida*, *Criboelphidium williamsoni* y *Haynesina germanica*, mayoritarias en las desembocaduras de los estuarios de Cantabria (Cearreta, 1989; Ordiales et al., 2017, Pascual et al., 2019), están ausentes en esas muestras (Tabla I), lo que demuestra la pérdida de los ambientes transicionales que se encontraban en la ensenada de Urdiales antes de su transformación.

Conclusiones

Un total de 3151 foraminíferos bentónicos han sido identificados en la playa artificial de Ostende (Castro Urdiales, Cantabria), agrupados en 48 especies, 31 de ellas vivas. Las especies más abundantes, tanto en biocenosis como en tanaocenosis, son *C. lobatulus* y *C. refulgens*, acompañadas de *R. globularis*, *A. mamilla* y *E. crispum*. Se trata de una asociación epifaunal, que habita tanto en áreas costeras como en la plataforma.

Esta microfauna ha colonizado la playa artificial de Ostende 30 años después de que fuera construida a partir de un vertido de grava que destruyó la Ensenada natural de Urdiales. Se trata de un periodo de tiempo muy superior a los citados en otros trabajos sobre colonización de foraminíferos. Este retardo parece ser debido al tipo de sedimento hostil, para los foraminíferos, con el que se rellenó la Ensenada.

La asociación dominante es similar a la de otras playas naturales cercanas de Cantabria, lo que indica la transformación de la playa artificial de Ostende en una playa consolidada de "tipo bolsillo".

Sin embargo, los ecosistemas transicionales presentes en la ensenada de Urdiales antes de su relleno, entre ellos la marisma que existía al oeste, han sido eliminados, como lo demuestra la falta de ejemplares de foraminíferos bentónicos eurihalinos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido subvencionado por el Proyecto de Investigación HAREA (Grupo de Investigación en Geología litoral; E.J./G.V., IT976-16). Se agradece al doctor Javier Elorza tanto su apoyo en los muestreos como la cesión de datos históricos de la ensenada de Urdiales. Nuestro reconocimiento al Dr. Alejandro Cearreta y a un revisor anónimo por las sugerencias para la mejora del manuscrito.

Referencias

Alve, E. (1999). *Earth-Science Reviews*, 46, 167-185.
 Buzas, M.A. (1993). *Journal of Foraminiferal Research* 23 (3), 156-161.
 Cearreta, A. (1989). *Revista Española de*

Micropaleontología XXI (1), 67-80.
 Collen, J. (1996). *Journal of Micropalaeontology* 15, 130.
 Debenay, J.P., Della Patrona, L. y Goguenheim, H. (2009). *Journal of Foraminiferal Research* 39 (4), 249-266.
 Duros P., Silva Jacinto R., Dennielou B., Schmidt S., Martínez Lamas R., Gautier E., Roubi A. y Gayet N. (2017). *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 120, 61-75.
 Elorza, J. (2021). *Revista de la Sociedad Geológica de España* 34 (1), 25-35.
 Elorza, J. e Higuera-Ruiz, R. (2016). *Revista de la Sociedad Geológica de España* 29 (2), 3-22.
 Elorza, J. e Higuera-Ruiz, R. y Pascual, A. (2019). *Revista de la Sociedad Geológica de España* 32 (1), 3-24.
 Hayward, B.W., Le Coze, F., Vachard, D. y Gross, O. (2021). *World Foraminifera Database*. Accessed at <http://www.marinespecies.org/foraminifera> on 2021-07-01.
 Loeblich, A.R. y Tappan, H. (1988). *Foraminiferal genera and their classification*. Van Nostrand Reinhold, New York, 970 p.
 Murray, J.W. (2006). *Ecology and Applications of Benthic Foraminifera*, Cambridge University Press, Cambridge, 426 p.
 Ordiales, A., Martínez-García, B. y Mendiocó, J. (2017). *Geogaceta* 61, 131-134.
 Pascual, A., Martínez-García, B. y Mendiocó, J. (2019). *Geogaceta* 66, 71-74.
 Ramírez del Pozo, J., Portero García, J.M., Olivé Davó, A., Martín Alafont, J.M., Aguilar Tomás y Giannini, G. (1982). *Mapa Geológico de España 1:50.000*, hoja nº 36 (Castro Urdiales) y memoria. IGME. 31 p.
 Rosales, I. (1999). *Journal of Sedimentary Research* 69: 447-465.
 Rouvillois, A. (1970). *Revue de Micropaléontologie* 13 (3), 188-204.