

Contenido micropaleontológico de las arenas dunares de Noja (Cantabria)

Micropaleontology of the Noja sand dunes (Cantabria, N. Spain)

A. Pascual ⁽¹⁾, J. Carriedo ⁽²⁾, M. Martín-Rubio ⁽¹⁾, B. Martínez García ⁽¹⁾, G. Flor ⁽³⁾ y J. Rodríguez-Lázaro ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universidad del País Vasco. Facultad de Ciencia y Tecnología. Dpto de Estratigrafía y Paleontología. Apdo. 644, 48080 Bilbao. E-mail: ana.pascual@ehu.es

⁽²⁾ Instituto Geológico y Minero de España (IGME), C/ Azafranal 48, 37001, Salamanca.

⁽³⁾ Universidad de Oviedo, Facultad de Geología. Campus de Llamaquique. Jesús Arias de Velasco s/n. 33005 Oviedo.

ABSTRACT

A total of 45 species of benthic foraminifers and 8 of ostracods have been studied from the sandy sediment of dunes from Noja (Cantabria, Spain). Dominant assemblages are formed by the species *Lobatula lobatula* and *Cibicides refulgens*, accompanied by *Quinqueloculina seminula*, *Rosalina globularis* and *Textularia sagittula* (foraminifers) and by *Loxoconcha elliptica* and *Caudites calceolatus* (ostracods). Since those species are present in the Noja beaches or are occurring as thanatocoenotic specimens transported from the marine shelf, we can propose that the sediment of the dunes is originated in the beaches, and accumulated by dominant winds from the NW. In the dunes of the Trengandín beaches the further occurrence of individuals of euryhaline species, such as *Ammonia tepida* at the base of the dunes, suggests the existence of sources of water coming from the karstic urgonian limestones of the outcrops in the area.

Key words: benthic foraminifers, ostracods, sand dunes, Noja- Cantabria, Bay of Biscay.

Geogaceta, 41 (2007), 155-158

ISSN: 0213683X

Introducción

Los foraminíferos y ostrácodos han sido utilizados tradicionalmente como indicadores ambientales y paleoambientales. Existe un gran número de datos que relacionan la distribución de ambos grupos con distintos parámetros como la profundidad, el nivel de oxígeno disuelto o el flujo de materia orgánica (Van der Zwann *et al.*, 1999). Las asociaciones de especies de ambos grupos son indicadores de los diferentes ambientes marinos y estuarinos, habiendo sido usados en estudios oceanográficos como bioindicadores de distintas masas de agua, hidrodinámica costera, cambios en el nivel del mar (Nikitina *et al.*, 2000), e incluso como detectores de contaminación (Pascual *et al.*, 2002).

Ha sido sin embargo escasa la utilización de estos grupos en la reconstrucción de ambientes eólicos litorales. En esta zona del Golfo de Vizcaya cabe destacar el trabajo de Cearreta y Pascual (1993) quienes estudiaron además de varios depósitos de Vizcaya uno en Cantabria (Laredo), distinguiendo de acuerdo con su contenido microfaunístico y su posición topográfica,

cuatro grupos de materiales que representaban tres medios sedimentarios: ambientes de lagoon y eolianitas carbonatadas de edad Pleistoceno superior, dunas eólicas holocenas y actuales y playas intermareales actuales.

En el presente trabajo se ha estudiado el contenido microfaunístico de las dunas de Noja (Cantabria) con el fin de contribuir al conocimiento de la dinámica sedimentaria eólica de la zona. La villa de Noja (Cantabria), situada en el litoral oriental del Golfo de Vizcaya, alberga las marismas de Victoria y Joyel, que junto con el estuario del río Asón, constituyen la Reserva Natural de las marismas de Santoña y Noja. Esta Reserva, de algo más de 4.000 Ha, fue declarada en 1994 Zona de Especial Protección para las aves (ZEPA), e incluida en la «Lista del Convenio internacional de Ramsar», relativo a humedales de importancia internacional, como hábitat de aves acuáticas. Está incluida además en la Red «Natura 2000», de conservación de hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.

Las marismas Victoria y Joyel se encuentran separadas del mar Cantábrico por una franja de dunas que se extienden

desde el estuario reducido de Quejo, donde se asienta la marisma Joyel, hasta el final de la playa de Trengandín, donde se encuentra la marisma Victoria (Fig.1). Este campo dunar tiene una extensión actual de unos 456.963 m² (Carriedo *et al.*, 2006), estando el 45% del mismo dentro del área protegida de la Reserva. Datos sobre la evolución histórica de estas dunas confirman la reducción sufrida a lo largo de los últimos años. Así, se calcula una extensión del campo dunar de 1.025.809 m² en el año 1957, para descender hasta los 911.599 m² en 1972 o 711.875 m² en 1989 (Carriedo *et al.*, 2006). Esta pérdida de superficie ha sido debida principalmente a causas antrópicas y en especial a la construcción ligada al turismo residencial (Fig. 1).

Las dunas están formadas por un material arenoso, blanquecino, de grano fino, compuesto fundamentalmente por granos de cuarzo con tamaños medios entre 100 y 250 micras. Los contenidos en carbonato son variables, con medias situadas entre el 10 y el 20%, y con una tendencia general a la disminución desde la línea de costa hacia el interior (Flor *et al.*, 2006).



Fig. 1.- Mapa de localización del la zona de estudio y de las muestras.

Fig. 1.-Location map of the site and samples of this study.

Material y métodos

Se han estudiado 21 muestras de arena procedentes de las dunas de Noja (Fig. 1), recogidas en abril del año 2003 y julio del 2006, que fueron posteriormente lavadas y tamizadas, recogiendo la fracción mayor de 0,063 mm para su análisis micropaleontológico. Como las muestras poseían escasos ejemplares, fueron sometidas a un proceso de concentración por flotación con tricloroetileno. Finalmente, se extrajeron 300 ejemplares por muestra, cuando fue posible, o en su defecto la totalidad de los foraminíferos y ostrácodos presentes en las mismas.

La clasificación taxonómica se llevó a cabo siguiendo la normativa de Loeblich y Tappan (1988) para los foraminíferos y Hartman y Puri (1974), Athersuch *et al.*, (1989) y Horne *et al.*, (2002) para los ostrácodos. Además, se obtuvieron los índices de riqueza y diversidad: nF (número de foraminíferos en un gramo de sedimento seco) y S (número de especies por muestra). Asimismo, cuando el número de caparazones extraído fue superior a 100 se obtuvo el índice de diversidad específica a de Fisher (relación entre el número de individuos y especies por muestra, según el método gráfico de Murray, 1973). Fueron también calculados los porcentajes entre tipos de caparazón de los foraminíferos (porcelanáceos, aglutinantes e hialinos).

Resultados

Un total de 3.231 ejemplares de foraminíferos bentónicos agrupados en 45 especies han sido extraídos de las arenas de las dunas de Noja (Tabla I), así como 35 valvas de ostrácodos correspondientes a 8 especies. El contenido micropaleontológico, la riqueza, diversidad y el grado de conservación de la microfuna, difieren de acuerdo con la localización geográfica de las dunas, diferenciándose tres áreas: dunas de las playas Joyel-Ris (siglas J, R), dunas colgadas sobre la costa acantilada (siglas C) y dunas de la playa de Trengandín (siglas TE y T) (ver Fig. 1 y Tabla I).

Dunas de las playas de Joyel-Ris

Aunque la naturaleza de los sedimentos en las playas de Joyel y Ris es la misma, los tamaños máximos son mayores en general en la playa de Ris que en la de Joyel. Esto se debe al efecto de sombra que ejerce el cabo de Quejo sobre esta última respecto a los vientos del NW (Fig. 1). La tendencia general de granulometrías más finas en los campos dunares que en la playa se mantiene constante para todo el conjunto dunar de Noja (Flor *et al.*, 2006).

A pesar de que la muestra J-1 fue obtenida de una duna litoral de formación reciente (< 4 años), mientras que las muestras J-2 y R-1 se recogieron sobre dunas más antiguas (Fig. 1), no existen grandes

diferencias entre ellas en cuanto a su contenido microfaunístico. Estas dunas se caracterizan por presentar abundantes restos, bien conservados, de moluscos bivalvos y gasterópodos, así como briozoos, espículas de esponja y espinas de equinodermos. No aparecen, sin embargo, valvas de ostrácodos en el sedimento.

En cuanto a los foraminíferos, el índice de riqueza es muy bajo (nF = 3) (Tabla I), lo que ha supuesto la presencia de un número limitado de ejemplares por muestra (<45). Las especies más abundantes son *L. lobatula* (media 39%), *Q. seminula* (23%) y *C. refulgens* (14%). Los caparazones son mayoritariamente hialinos (media 72%), estando bien representados los de pared porcelanácea (media 26%).

Dunas sobre la costa acantilada

Las granulometrías en la zona de la costa acantilada son tremendamente heterogéneas, debido por una parte al intenso pisoteo de la zona y por otra al contraste entre zonas totalmente colonizadas por vegetación arbórea y otras denudadas por completo, en las que el viento removiliza y deflacciona los elementos más finos (Flor *et al.*, 2006).

Los restos micropaleontológicos que aparecen en estas dunas, agrupan a las muestras en dos conjuntos: de C-1 a C-5 y de C-6 a C-9.

Las muestras C-1 a C-5 se caracterizan por la ausencia de ostrácodos y por poseer escasos ejemplares de foraminíferos (nF < 3), muy mal conservados, retrabajados y disueltos, así como por una baja diversidad específica (S < 8) (Tabla I). Las especies más abundantes son: *L. lobatula* (70%), *C. refulgens* (media 18%) y *Q. seminula* (8%). Los caparazones son predominantemente hialinos (>89%), no apareciendo representantes de los aglutinantes.

Sin embargo, en las muestras C-6 a C-9 los restos aparecen bien conservados. En el sedimento se encuentran fragmentos de moluscos bivalvos, espinas y placas de equinodermos, así como ejemplares completos de gasterópodos, briozoos y espículas de esponja. El índice de riqueza es algo mayor que en el anterior grupo de muestras (nF = 3-13), así como la diversidad específica (S > 8), alcanzando el índice a de Fisher el valor de 2,5 (Tabla I). La asociación principal de foraminíferos está compuesta por *L. lobatula* (69%), *C. refulgens* (media 10%), *Q. seminula* (7%) y *R. globularis* (4%). Dominan los caparazones hialinos (media 89%), con valores moderados de

los porcelanáceos (10%) y un bajo contenido en aglutinantes (1,25%). En la muestra C-8 aparece una valva de ostrácodo de la especie *Pontocythere* sp.

Dunas de la playa de Trengandín

Las arenas de las que se componen estas dunas son similares a las de Ris y Joyel en cuanto a sus características (composición, color, etc), si bien granulométricamente son ligeramente más finas por tratarse de una playa más abrigada y paralela a la corriente W-E que impera en el Cantábrico. La tendencia general de Trengandín muestra una disminución del tamaño de grano de Oeste a Este, influenciada directamente por los vientos del NW y la corriente de deriva generada hacia el E. (Flor et al., 2006).

La muestra T-7 fue extraída de una duna reciente (< 4 años), mientras que el resto de las muestras proceden de dunas antiguas. En todas ellas aparecen restos bien conservados de bivalvos, gasterópodos, briozoos, espículas de esponja y espinas de equinodermos. La asociación de foraminíferos bentónicos característica está compuesta por las especies *L. lobatula* (media 64%) y *R. globularis* (10%) acompañadas de *C. refulgens* (5,4%), *Q. seminula* (5%), *A. tepida* (3%) y *T. sagittula* (2%). Estas dunas presentan la mayor diversidad de este estudio (S= 13-23), lo que supone unos valores del índice a de Fisher de entre 3,5 y 5,5 (Tabla I). Son mayoritarios los carapazones hialinos (media 88%), apareciendo también ejemplares porcelanáceos (8,5%) y aglutinantes (3,5%).

Un total de 34 valvas de ostrácodos han sido encontradas en estas dunas, pertenecientes a 7 especies cuya distribución separa dos grupos de muestras. El primero comprende las muestras T-1 y T-2 siendo la especie más abundante *L. elliptica* Brady, acompañada de *Caudites calceolatus* (Costa). El segundo conjunto agrupa al resto de las muestras de las dunas de Trengandín siendo la especie principal *C. calceolatus*, estando presentes otras secundarias como *Aurila convexa* (Baird), *Aurila woutersi* Horne, *Callistocythere littoralis* (Muller), *Leptocythere* sp. y *Urocythereis oblonga* (Brady).

Discusión y conclusiones

En las costas expuestas a fuertes vientos que soplan predominantemente del océano hacia tierra, cuando existe una fuente suficiente de arena, se desarrollan acumulaciones en forma de dunas. La arena depositada por el mar en la playa,

es llevada durante la marea baja por los vientos dominantes y acumulada al abrigo de diversos elementos que actúan como trampa de sedimentos, entre ellos la vegetación. Esta arena está constituida además de por cuarzo, por abundante carbonato de origen biogénico, que corresponde a restos de diversos organismos, entre ellos foraminíferos y ostrácodos, que habitan en medios costeros.

Puesto que se conoce la distribución actual de foraminíferos y ostrácodos en los ambientes marinos y transicionales de Noja (Pascual et al., 2004, 2006; Martín-Rubio et al., 2004, 2006) es posible establecer la procedencia de la arena bioclástica acumulada en las dunas. Así, las especies más abundantes de foraminíferos presentes en este estudio *L. lobatula*, *C. refulgens*, *Q. seminula*, *R. globularis* y *T. sagittula* viven en aguas costeras, apareciendo tanto en la playa de Trengandín como en la de Ris y Joyel. *R.*

globularis por su parte habita en la salida a playa de las marismas Joyel y Victoria (Fig. 1), mientras que *A. tepida* es una especie eurihalina (Murray, 1991) que se encuentra en la cabecera de ambas marismas (Pascual et al., 2004, 2006).

En cuanto a los ostrácodos *L. elliptica*, especie tolerante a los cambios de salinidad (Athensuch et al., 1989), es mayoritaria en las marismas de Noja, en particular en las zonas más alejadas de la desembocadura. *Leptocythere* sp. está también presente en la marisma Joyel. *C. calceolatus* es sin embargo una especie marina de plataforma, con ejemplares tanatocenóticos transportados y depositados en ambas marismas (Martín-Rubio et al., 2004, 2006). *A. convexa*, *A. woutersi*, *C. littoralis* y *U. oblonga* son especies que viven en ambientes marinos costeros arenosos de fuerte energía, apareciendo tanto en las playas del Joyel como en Trengandín.

FORAMINIFEROS BENTONICOS DUNAS NOJA	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	R-1	J-1	J-2
<i>Acerulina inhaerens</i> Schultze, 1854							1	7											
<i>Adelosina bicornis</i> (Walker and Jacob, 1798)	1				3	5	3				1					1			
<i>Adelosina laevigata</i> d'Orbigny, 1826	3	1	1		4	1	1												
<i>Ammonia beccarii</i> (Linné, 1758)	1	1	1	1	1	3	3									2		3	
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	7	10	7	12	4	2	9	4	5		1		1	1			1		1
<i>Astacolus crepidulatus</i> de Montfort, 1808	1																		
<i>Astacolus</i> sp.															1				
<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson, 1858)			1	3			1									2		1	2
<i>Bolivina pseudoplicata</i> Heron-Allen and Earland, 1930						1													
<i>Bulimina alazanensis</i> Cushman, 1927				1															
<i>Bulimina gibba</i> Fornasini, 1902		1		1		1													
<i>Bulimina marginata</i> d'Orbigny, 1826		1																	
<i>Cancris auricula</i> (Fichtel and Moll, 1798)					1		1												1
<i>Cibicides refulgens</i> de Montfort, 1808	23	6	50	10	6	3	1	21	10	3	3	7	7	32	21	7	7	6	8
<i>Cibicides pseudoungarianus</i> (Cushman, 1922)																			1
<i>Criboelphidium williamsoni</i> (Haynes, 1973)	2	6		2	2		1						2	2					1
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman, 1922)																			1
<i>Elphidium crispum</i> (Linné, 1758)	2	3	4	3		8	7	8		1	1	2	3				5	1	2
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel and Moll, 1798)		1																	
<i>Eponides repandus</i> (Fichtel and Moll, 1798)				1												2			2
<i>Favulina hexagona</i> (Williamson, 1848)	1																		
<i>Gaudryina rudis</i> Wright, 1900			1			1	2	6											1
<i>Glabratella patelliformis</i> (Brady, 1884)				1															
<i>Globocassidulina subglobosa</i> (Brady, 1881)		2														1			
<i>Haynesina germanica</i> (Ehrenberg, 1840)	2	1	6	1	2	1	2	2				2	1	2					1
<i>Lagena sulcata</i> (Walker and Jacob, 1798)								1											
<i>Lobatula lobatula</i> (Walker and Jacob, 1798)	182	98	168	231	176	32	215	195	216	4	24	20	35	50	226	108	74	45	15
<i>Massilina secans</i> (d'Orbigny, 1826)			2	1	1	1	10	4											1
<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu, 1803)	5	2		1	1	1	2								1				
<i>Nonion depressulus</i> (Walker and Jacob, 1798)								1											
<i>Nonionella atlantica</i> Cushman, 1947				1															
<i>Planorbulina acervalis</i> Brady, 1884	1	1					1	2							1				
<i>Planorbulina mediterraneensis</i> d'Orbigny, 1826									1										
<i>Quinqueloculina lamarkiana</i> d'Orbigny, 1839	4	2		1				1											
<i>Quinqueloculina lata</i> Terquem, 1876			1				1												
<i>Quinqueloculina oblonga</i> (Montagu, 1893)		1			1														2
<i>Quinqueloculina seminula</i> (Linné, 1758)	21	11	12	12	5	3	21	12	22		3	2	5	2	13	8	7	10	5
<i>Quinqueloculina undulata</i> d'Orbigny, 1852					3			1											
<i>Rosalina globularis</i> d'Orbigny, 1826	31	30	32	33	21	6	27	26	10	1	1	3		22	8	3	1	1	3
<i>Textularia conica</i> d'Orbigny, 1839	7	2	1	4	5			2	1						1				
<i>Textularia pseudourugosa</i> Lacroix, 1932								1											
<i>Textularia sagittula</i> DeFrance, 1824	8	3	7	3	7	2	8	3	6					3		1	1		1
<i>Triloculina oblonga</i> (Montagu, 1803)	3	1	1	1	1			1						11	3		2		
<i>Triloculina trigonula</i> (Lamarck, 1804)				1															
<i>Trochammina inflata</i> (Montagu, 1808)								1											
n°	304	172	304	322	237	56	303	303	309	8	31	24	56	59	317	155	98	76	34
S	18	17	20	17	16	13	15	23	20	3	4	4	8	3	13	10	8	12	8
nF	3	2	35	91	2	1	7	75	73	<1	1	1	3	2	13	3	3	7	3
a	4	4,5	4,5	4	4		3,5	5,5	4,5						2,5	2,5			

Tabla I.- Abundancia absoluta de los foraminíferos bentónicos en las muestras e índices de diversidad. n°: número de individuos; S: número de especies; nF: número de individuos en un gramo de sedimento; a: índice Fisher.

Table I.- Absolute abundance of the benthic foraminifera in the samples and diversity indices. n°: number of individuals; S: number of species; nF: number of foraminifers per gram of dry sediment; a: Fisher's index

A la vista de estos datos se puede concluir que las arenas de los campos dunares de Noja tienen un origen marino costero, al poseer la misma microfauna que la que aparece en la actualidad en las playas. Si se estudia la dirección de los vientos dominantes en la zona a lo largo del año, se puede observar que predominan los de dirección NW-SE (Carriedo y Flor, 2005) y que estos son los causantes del arrastre principal desde la costa al interior de las arenas.

Merece ser destacada la aparición en las dunas de Trengandín de abundantes foraminíferos y ostrácodos eurihalinos (*A. tepida* y *L. elliptica*, principalmente). Las numerosas surgencias de agua dulce procedentes de los acuíferos situados en las calizas Urganianas karstificadas en las que se asienta Trengandín (Ramírez del Pozo *et al.*, 1976; Olivé Davó *et al.*, 1982) y que manan a lo largo de la base de la franja dunar, han podido permitir la vida de estas especies también en la playa, al existir zonas de mezcla entre aguas marinas y dulces, también detectadas por la amplia colonización de Ostreidos sobre afloramientos rocosos. El empuje del viento del NW explicaría de nuevo, la presencia de dichos ejemplares eurihalinos en las dunas, descartándose por tanto, su origen desde la marisma Victoria, al no existir evidencias geomorfológicas de la implicación de vientos continentales.

Es un hecho observable la mala conservación y la escasez de microfauna que aparece en algunas zonas de las dunas existentes sobre la costa acantilada (muestras C-1 a C-5). En diversos estudios realizados sobre transporte de arena intermareal y la formación de dunas, se ha observado la presencia en estos ambientes de foraminíferos resistentes como *L. lobatula* (Murray, 1991). Los cambios «*postmortem*» debidos al

transporte eólico, no afectan al grado de conservación de los ejemplares, siendo muy buena su preservación incluso en condiciones subaéreas. Si se analiza la posición geográfica de dichas muestras, se observa que todas ellas están situadas junto al paseo peatonal existente (Fig. 1). Puesto que las dunas son ecosistemas inestables, el tránsito peatonal por las mismas contribuye al desmantelamiento vegetal, a la descohesión del material arenoso y a la removilización de éste por la acción del viento, que sumado al continuo pisoteo, mezcla y rompe los restos esqueléticos contenidos en el sedimento, siendo imposible delimitar la naturaleza y distribución de las especies de foraminíferos y ostrácodos que pudieron contener.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto del Ministerio de Educación y Ciencia CGL2004-02987 y GIU 05/49 de la Universidad del País Vasco/EHU.

Referencias

- Athersuch, J., Horne, D.J. y Whittaker, J.E. (1989). *The Linnean Society*, Brill, 343 pp, 7 pls.
- Carriedo, J. y Flor, G. (2005). *Informe Interno* (Ayuntamiento de Noja), 144 pp.
- Carriedo, J., Flor, G. y Martínez Cedrún, P. (2006). En: *IX Reunión Nacional de Geomorfología*, 349-360.
- Cearreta, A. y Pascual, A. (1993). En: *2ª Reunión del Cuaternario Ibérico*. Actas, 1, 307- 323.
- Flor, G., Carriedo, J. y Martínez Cedrún, P. (2006). En: *IX Reunión Nacional de Geomorfología*, 361-373.
- Hartmann, G. y Puri, H.S. (1974). *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut*, 70, 7-73.
- Horne, D.J., Cohen, A. y Martens, K. (2002). En: *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research*, American Geophysical Union (AGU), Geophysical Monograph 301: 5-36.
- Loeblich, A.R. y Tappan, H. (1988). *Foraminiferal genera and their classification*. Van Nostrand Reinhold, 970 p.
- Martín- Rubio, M., Rodríguez-Lázaro, J. y Pascual, A. (2004). *Geogaceta*, 36, 151-154.
- Martín-Rubio, M., Elorza-Remón, M., Rodríguez-Lázaro, J. y Pascual, A. (2006). *Geogaceta*, 40, 187-190.
- Murray, J.W. (1973). *Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminifera*. Heinemann, 288 p.
- Murray, J.W. (1991). *Ecology and Paleoecology of Benthic Foraminifera*. Longman, Wiley, Harlow/Essex, New York, 397 pp.
- Nikitina, D.L., Pizzuto, J.E., Schwimmer, R. A. y Ramsey, K.W. (2000). *Marine Geology*, 171, 7-20.
- Olivé Davó, A., Martín Alafont, J.M., Ramírez del Pozo, J., y Portero García, J.M (1982). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja n° 36 (Castro Urdiales)*. IGME.
- Pascual, A., Martín-Rubio, M. y Rodríguez-Lázaro, J. (2004). *Geogaceta*, 36, 151-154.
- Pascual, A., Elorza-Remón, M., Martín-Rubio, M. y Rodríguez-Lázaro, J. (2006). *Geogaceta*, 40, 183-186.
- Pascual, A., Rodríguez-Lázaro, J., Weber, O. y Jouanneau, J.M. (2002). *Hydrobiologia*, 475/476, 477-491.
- Ramírez del Pozo, J., Portero García, J.M., Olivé Davó, A., Martín Alafont, J.M. y Aguilar Tomás, M. (1976). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja n° 35 (Santander)*. IGME.
- Van der Zwaan, G.J., Duijnste, I.A.P., den Dulk, M., Ernst, S.R., Jannink, N.T. y Kouwenhoven, T.J. (1999). *Earth Science Reviews*, 46, 213-236.