

Impacto humano en la ría de Suances (Cantabria): indicadores geoquímicos y microfaunísticos en los sedimentos actuales

Human impact on the Suances estuary (Cantabria, N Spain): geochemical and microfaunal proxies in its modern sediments

Humberto Serrano¹, Alejandro Cearreta¹, María Jesús Irabien² y José Gómez Arozamena¹

¹ Departamento de Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Apartado 644, 48080 Bilbao, España.
humberto.serrano@ehu.es, alejandro.cearreta@ehu.es

² Departamento de Mineralogía y Petrología, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Apartado 644, 48080 Bilbao, España.
mariajesus.irabien@ehu.es

³ Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas, Facultad de Medicina, Universidad de Cantabria, Avenida Herrera Oria s/n, 39011 Santander, España.
jose.gomez@unican.es

ABSTRACT

Metal and benthic foraminiferal contents from surface sediments of the Suances estuary have been analyzed in order to characterize the geochemical and microfaunal responses to the present environmental conditions in this coastal area. High levels of Zn, Pb, and Cd together with reduced numbers of foraminifera present in this estuary suggest very negative and persistent environmental conditions through time as a consequence of mining, industrial and urban effluents disposal in this ecosystem during the last 160 years. Multiproxy geological analysis represents a powerful tool for the historical monitoring of both the past and future environmental transformation processes.

Key-words: Metals, foraminifera, sediments, estuaries, Anthropocene.

Geogaceta, 60 (2016), 63-66
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

RESUMEN

Se ha analizado el contenido en metales y foraminíferos bentónicos de los sedimentos superficiales de la ría de Suances con el fin de caracterizar la respuesta geoquímica y microfaunística a las condiciones ambientales actuales en esta zona costera. Los elevados niveles de Zn, Pb y Cd junto con las reducidas cantidades de foraminíferos sugieren una situación ambiental muy negativa y persistente en el tiempo asociada a los vertidos mineros, industriales y urbanos efectuados en este ecosistema durante los últimos 160 años. El análisis geológico multidisciplinar representa una buena herramienta para el seguimiento histórico, tanto pretérito como futuro, de los procesos de transformación ambiental.

Palabras clave: Metales, foraminíferos, sedimentos, estuarios, Antropoceno.

Recepción: 28 de enero de 2016
Revisión: 20 de abril de 2016
Aceptación: 20 de Mayo de 2016

Introducción

La ría de Suances (Cantabria, 417101/4805918 UTM) es el estuario mesomareal de los ríos Saja y Besaya y presenta 5,5 km de longitud, 150 m de anchura media y una superficie total de 389 ha, de las cuales 295 ha corresponden a llanuras intermareales (Fig. 1). Su ocupación antrópica ha reducido en un 30% la superficie estuarina original y un 50% de la misma se encuentra canalizada por diques artificiales (unos 13.000 m) que modifican severamente sus condiciones hidrodinámicas (Irabien *et al.*, 2008a).

Desde 1856 hasta su cierre en el año 2003 por agotamiento de recursos, la Real

Compañía Asturiana de Minas explotó intensamente los yacimientos de Reocín, situados unos pocos kilómetros aguas arriba del estuario, que representaron uno de los mayores depósitos carbonatados de Zn y Pb en Europa (Velasco *et al.*, 2003). Diferentes industrias de tratamiento de metales se asentaron alrededor del municipio de Torrelavega (actualmente 53.000 habitantes) que se encuentra próximo al estuario. En 1908 se instaló la compañía Solvay dedicada a la obtención de sosa cáustica (Toca, 1997), mientras que en 1929 se inauguró AZSA-Asturiana de Zinc, especializada en la tostación de concentrados sulfurados de Zn. Ambas empresas se localizan en el estuario superior (Fig. 1).

El encauzamiento de la ría realizado desde 1878 para facilitar el transporte del mineral extraído en Reocín condujo a una drástica reducción del nivel energético en sus llanuras intermareales y favoreció una intensa sedimentación fangosa, provocando la acumulación de grandes cantidades de sedimentos contaminados.

Trabajos previos llevados a cabo en el estuario (García Sepúlveda *et al.*, 1986; Coz *et al.*, 2007; Irabien *et al.*, 2008b) ya detectaron elevadas concentraciones de metales pesados (Zn, Pb, Cd y Hg principalmente) y compuestos orgánicos (PAHs) en estos sedimentos. Además, la calidad de sus aguas ha sido calificada como "mala" por las autoridades locales debido al incumplimiento

de la Directiva 91/27/EEC sobre tratamiento de residuos urbanos (Gobierno de Cantabria, 2006) y al deficiente funcionamiento de la EDAR de Vuelta Ostrera (Greenpeace, 2012) situada en la zona central del estuario (Fig. 1).

Todas estas actuaciones han provocado que durante los últimos 160 años la ría de Suances haya sido un medio receptor de vertidos mineros, industriales y urbanos que han afectado severamente a la calidad de sus aguas y sedimentos (Viguri Fuente *et al.*, 2008), convirtiéndola en una de las zonas más contaminadas del litoral cantábrico (Ecologistas en Acción, 2012).

En este trabajo se utilizan indicadores geoquímicos (Zn, Pb y Cd) y microfaunísticos (foraminíferos bentónicos) para la caracterización de la situación ambiental actual de esta zona costera tras el cese de actividad en 2003 de uno de los principales focos de aportes contaminantes (la mina de Reocín).

Materiales y métodos

Se tomaron muestras superficiales (fangos y fangos arenosos) en abril y mayo de 2015 en 22 estaciones intermareales a lo largo del estuario (Fig. 1). Los lugares de muestreo fueron seleccionados en función de su facilidad de acceso en marea baja y con el fin de representar distintas zonas de este medio litoral.

Los sedimentos destinados al estudio geoquímico se recogieron con una espátula de plástico. Tras su secado y tamizado en el laboratorio se procedió a la molienda en mortero de ágata de la fracción < 2 mm. Estas muestras pulverizadas se enviaron a Activation Laboratories Ltd. (Ontario, Canadá) donde se analizaron mediante ICP-OES tras ataque con agua regia (dos horas a 95 °C).

El muestreo para su análisis microfaunístico se realizó presionando un anillo de plástico (7 cm de diámetro) en el sedimento. El centímetro más superficial dentro del mismo fue recogido y vertido en un recipiente con etanol. Este proceso fue llevado a cabo dos veces para obtener 80 cm³ de muestra con el fin de mitigar la distribución en manchas característica de los foraminíferos y poder realizar un estudio cuantitativo. Una vez en el laboratorio, la muestra se tamizó en húmedo para obtener la fracción arena. El contenido del tamiz fue vertido en un cuenco de porcelana al que se

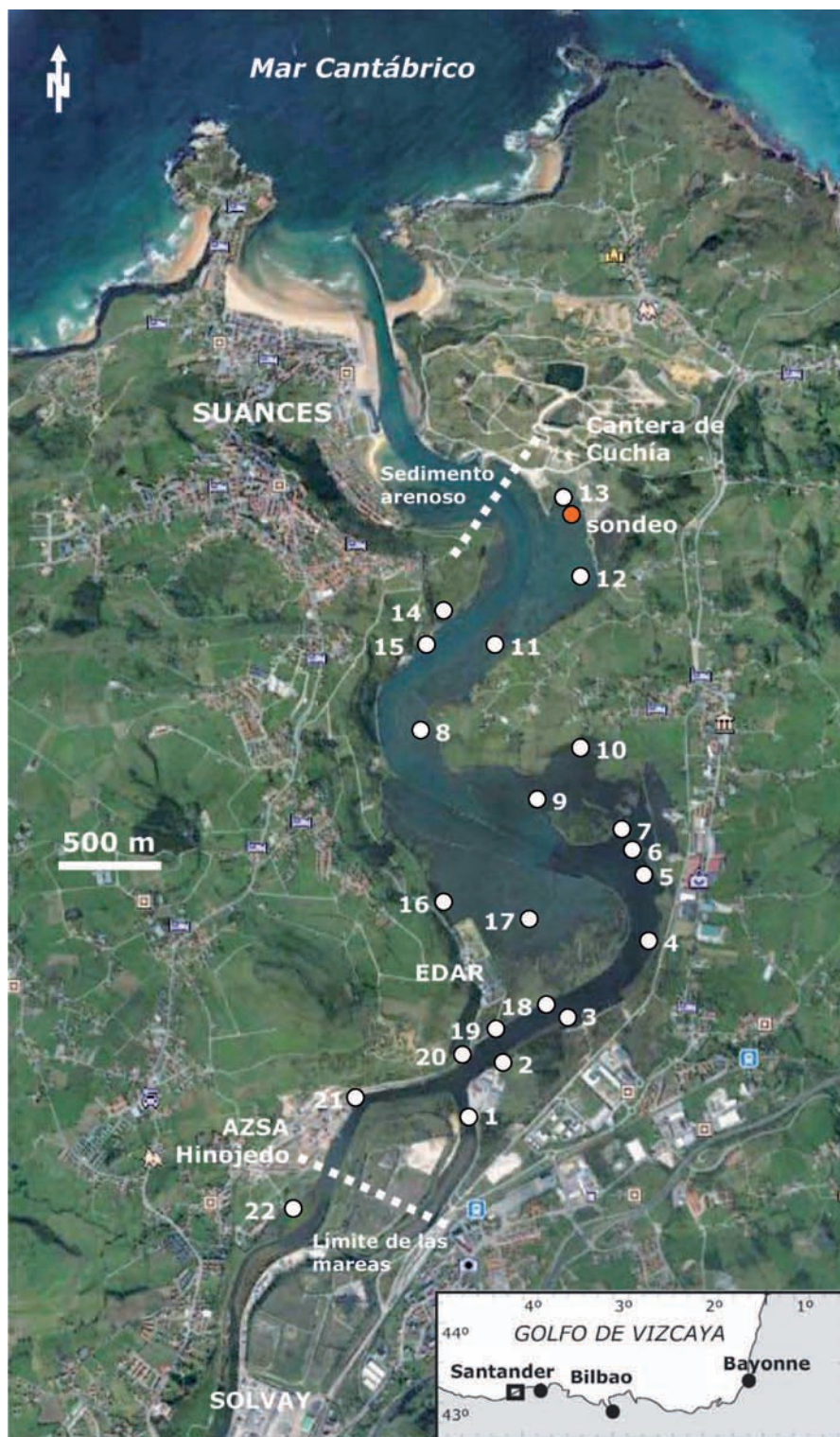


Fig. 1.- Localización de las muestras superficiales recogidas y el sondeo perforado previamente en la Ría de Suances. Ver imagen en color en la Web.

Fig. 1.- Location of surface samples and previous core in the Suances estuary. See colour picture on the Web.

añadió durante una hora una solución de Rosa de Bengala, siguiendo el método definido por Walton (1952). El Rosa de Bengala tiñe el protoplasma de color rojo brillante y, en consecuencia, los individuos presuntamente vivos en el momento del muestreo

pueden ser fácilmente diferenciados de los caparzones vacíos no coloreados. Posteriormente, la muestra arenosa fue levigada de nuevo para eliminar el exceso de colorante y secada en una estufa a 40 °C. El material obtenido fue concentrado en

foraminíferos en una campana de gases mediante flotación con tricloroetileno. Debido al reducido número de individuos (vivos) y caparazones (muertos) presente en estas muestras, en la mayor parte de ellas fueron extraídos todos los ejemplares existentes y estudiados bajo una lupa estereoscópica binocular de luz reflejada. Sólo en las asociaciones que presentaron más de 100 individuos o caparazones fueron realizados cálculos estadísticos. En total se extrajeron más de 5.400 ejemplares de foraminíferos bentónicos (1.600 en la asociación viva y 3.800 en la asociación muerta), que se clasificaron en 37 especies.

Resultados

Metales

Las máximas concentraciones de metales encontradas en el estuario de Suances corresponden a la estación 18, situada junto a las instalaciones de la EDAR de Vuelta Ostrera (Fig. 1): >10.000 ppm de Zn, 2.870 ppm de Pb y 42,4 ppm de Cd. El resto de los sedimentos estudiados presenta contenidos significativamente más bajos: Zn (rango 799-8.960 ppm), Pb (rango 118-1.080 ppm) y Cd (rango 1,9-20,5 ppm). Aún así, todos ellos se encuentran muy por encima de los valores propuestos como representativos del fondo regional por Rodríguez *et al.* (2006) (Zn: 63 ppm; Pb: 21 ppm) y Viguri *et al.* (2007) (Zn: 92 ppm; Pb: 26 ppm).

Foraminíferos bentónicos

Gracias a la utilización del Rosa de Bengala fue posible diferenciar las asociaciones de foraminíferos presentes en dos categorías. Por una parte, la asociación viva que se considera en equilibrio con el medio y, por otra, la asociación muerta que ha sido acumulada a lo largo del tiempo.

La abundancia de la asociación viva puede definirse como el número de individuos vivos por unidad de volumen (80 cm³ en este estudio) del lecho marino en un momento determinado (Murray, 2006). En la ría de Suances los valores de abundancia son extremadamente bajos en todas las muestras, variando desde un mínimo de 1 individuo (muestra 19) hasta un máximo de 510 individuos (muestra 6). El margen izquierdo del estuario muestra claramente una menor abundancia de foraminíferos

(media 24, rango 1-55) mientras que en el margen derecho la abundancia es mayor (media 131, rango 3-510). Se puede considerar que cualquier zona estuarina está soportando en cualquier momento la mayor abundancia de foraminíferos posible, por lo que estos valores tan bajos indican unas condiciones ambientales muy desfavorables para que las poblaciones vivan y se reproduzcan.

Durante el periodo de muestreo se identificaron un total de 10 especies viviendo en el estuario, aunque el máximo número de especies encontradas en una muestra fue 6 (muestras 4, 6, 7 y 15). Las más abundantes fueron las formas calcáreas *Haynesina germanica* (Ehrenberg) (media 49,6%, rango 38-71%) y *Ammonia tepida* (Cushman) (media 46,5%, rango 28,2-59,5%), excepto en la estación de carácter marismeno (muestra 6), cuya asociación estuvo dominada por las especies aglutinantes *Trochammina inflata* (Montagu) (46,9%), *Miliammina fusca* (Brady) (29,1%) y *Jadammina macrescens* (Brady) (17,8%). En todas las estaciones con más de 100 individuos (muestras 3, 4, 6, 7 y 12, ubicadas en el margen derecho) la suma de la abundancia relativa de estas especies dominantes fue superior al 91%.

Como consecuencia del transporte dentro del estuario de especies marinas de foraminíferos y de la contribución acumulativa de las diferentes especies estuarinas a lo largo del tiempo, las asociaciones muertas contienen típicamente más caparazones y presentan asimismo una mayor diversidad específica que las asociaciones vivas. El número medio de especies muertas por muestra en el estuario es 9, mientras que la diversidad media de las asociaciones vivas es 4. La estación con mayor diversidad es la muestra 14 (estuario inferior) con 25 especies. En estas muestras del estuario inferior los caparazones alóctonos transportados desde el mar abierto representan la mitad de la asociación muerta. En total, 37 especies han sido encontradas como caparazones muertos, incluyendo las 10 especies que aparecen vivas en las muestras además de otras 27 especies de origen marino. Al igual que en las asociaciones vivas, las especies muertas más comunes encontradas en todo el estuario han sido *H. germanica* (media 32,5%, rango 0,3-83,6%) y *A. tepida* (media 20,8%, rango 0,3-55,7%), con la excepción de las muestras 2, 6, 16 y 17, cuyas asociaciones estuvieron dominadas

por las especies *J. macrescens* (media 33%, rango 23,0-47,6%), *M. fusca* (media 23,6%, rango 3,6-42,7%) y *T. inflata* (media 21,4%, rango 4,8-50%). De un modo semejante a lo observado para las vivas, las asociaciones muertas fueron más abundantes en el margen derecho del estuario.

En las escasas estaciones que presentaron más de 100 individuos y caparazones (muestras 3, 4, 6, 7 y 12) la similitud entre las asociaciones vivas y muertas fue moderada, con una media de 71,6% (rango 59,1-85,9%).

Discusión

Los resultados de metales obtenidos son muy similares a los determinados por Irabien *et al.* (2008a) en muestras recogidas en este mismo estuario en el año 2003. En ese trabajo se estudió además un sondeo de 8 m de longitud, perforado junto a la cantera de Cuchía (Fig. 1). Esos datos permitieron ilustrar el proceso de transformación ambiental de ese área entre 1878 (año en el que se inicia la canalización artificial del estuario) y 2004. A lo largo de dicho periodo esta zona del estuario inferior evolucionó desde unas condiciones de depósito arenoso con una asociación de foraminíferos abundante y diversa hasta convertirse en una llanura fangosa muy enriquecida en metales y con asociaciones microfaunísticas pobres. Las pocas especies que aparecían estaban dominadas por formas estuarinas tolerantes a la contaminación, tales como *H. germanica* y *A. tepida*. Este depósito con altos niveles de contaminación y escasa riqueza microfaunística alcanzaba una profundidad de 2,5 m, lo que permitió calcular una tasa de sedimentación aproximada de 2 cm/año. Desafortunadamente, a pesar de los 12 años transcurridos desde ese estudio, los parámetros medidos en este trabajo no muestran indicios de que se haya producido una mejora sustancial en las condiciones ambientales de los sedimentos.

Todas las muestras analizadas rebasan los valores correspondientes al ERM (*Effect Range-Medium*) formulado para el Zn por Long *et al.* (1995) (410 ppm). Este nivel de referencia de la calidad de los sedimentos, basado en los resultados obtenidos en ensayos ecotoxicológicos, determina el límite de concentraciones a partir de las cuales los efectos adversos sobre los sistemas biológicos son frecuentes. La situación en lo que

respecta al Pb es muy similar (ERM = 218 ppm), ya que todas las estaciones excepto dos lo superan. En el caso del Cd (ERM = 9,6 ppm) se ha detectado la presencia de contenidos más altos en ocho de las localidades muestreadas.

En veinte de las veintidós estaciones de muestreo estudiadas el Zn supera el nivel de acción C (1.640 ppm) de las recomendaciones para la caracterización del material dragado propuestas por la Comisión Interministerial de Estrategias Marinas (CIEM, 2015), lo que representa un claro indicio de su elevado grado de contaminación. Ocho de ellas también lo sobrepasan para el Cd (9,6 ppm), mientras que únicamente seis lo hacen para el Pb (600 ppm).

Diversos experimentos han mostrado que la contaminación por metales pesados puede tener un efecto adverso en los foraminíferos estuarinos, reduciendo tanto su abundancia como la diversidad específica de sus asociaciones (Yanko *et al.*, 1994). De hecho, en algunos casos puede incluso llegar a ocasionar la completa eliminación de estos organismos (Alve, 1995; Cearreta *et al.*, 2002). En la ría de Suances se han encontrado foraminíferos en todas las estaciones de muestreo. Sin embargo, su número tan reducido (particularmente en el margen izquierdo) refleja el efecto de la escasa calidad ambiental del medio, que no les permite desarrollar poblaciones estables y abundantes.

En general, la cantidad de caparazones de foraminíferos y la diversidad específica mostraron una tendencia creciente desde el estuario superior hasta la zona baja, con asociaciones más abundantes y diversas hacia la desembocadura (estaciones 12, 14 y 15). Asimismo, tanto las asociaciones vivas como las muertas mostraron una mayor abundancia de individuos y caparazones en el margen derecho del estuario.

Conclusiones

La utilización conjunta de herramientas geoquímicas y microfaunísticas ha demostrado una vez más ser una técnica muy útil en el seguimiento de la transformación ambiental de áreas costeras. Desde mediados del siglo XIX, la canalización y ocupación de los dominios estuarinos y el incremento de los vertidos mineros, industriales y urbanos a la ría de Suances han provocado un cam-

bio dramático en las características químicas de los sedimentos y un reemplazamiento y pauperización de la microfauna que se mantiene hasta nuestros días. La información obtenida constituye una excelente base con la que contrastar la efectividad de las medidas de acción que se puedan tomar para la recuperación ambiental de este estuario.

En un momento en el que la comunidad científica discute sobre la conveniencia de definir el Antropoceno como una nueva etapa geológica caracterizada por la influencia del ser humano sobre las dinámicas naturales del planeta, resulta de especial relevancia avanzar en el conocimiento de los procesos históricos de transformación y recuperación ambientales de entornos previamente degradados.

Agradecimientos

Trabajo financiado por los proyectos ANTROPICOSTA-El registro sedimentario antropoceno en los medios litorales cantábricos (CGL2013-41083-P), Harea-Grupo de Investigación en Geología Litoral (GV, IT976-16) y Unidad de Formación e Investigación en Cuaternario (UPV/EHU, UFI11/09). Guillermo Francés (Universidade de Vigo) y Juan Usera (Universitat de València) mejoraron la versión original de este manuscrito con sus indicaciones y sugerencias. Contribución nº 36 de la Unidad de Investigación Geo-Q Zentroa (Laboratorio Joaquín Gómez de Llarena).

Referencias

- Alve, E. (1995). *Journal of Foraminiferal Research* 21, 1-19.
- Cearreta, A., Irabien, M.J., Leorri, E., Yusta, I., Quintanilla, A. y Zabaleta, A. (2002). *Marine Pollution Bulletin* 44, 487-503.
- CIEM-Comisión Interministerial de Estrategias Marinas (2015). *Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre*. En: www.magrama.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/directrices2015_tcm7-325119.pdf
- Coz, A., González-Piñuela, C., Andrés, A. y Viguri, J.R. (2007). *Aquatic Ecosystems Health and Management* 19, 41-46.
- Ecologistas en Acción (2012). *Banderas Negras 2012. Poca vergüenza*. Madrid, 80 p.

- García Sepúlveda, I., Carames Lorite, M. y Coy Yll, R. (1986). *Revista de Materiales y Procesos Geológicos* 4, 47-69.
- Gobierno de Cantabria (2006). *Plan de investigación integral para la caracterización y diagnóstico ambiental de los sistemas acuáticos de Cantabria*. Santander, 252 p.
- Greenpeace (2012). *Destrucción a toda costa 2012. Informe sobre la situación económica y ambiental del litoral*. Madrid, 160 p.
- Irabien, M.J., Cearreta, A., Leorri, E., Gómez, J. y Viguri, J. (2008a). *Marine Pollution Bulletin* 56, 1719-1727.
- Irabien, M.J., Gómez, J., Leorri, E., Rada, M., Yusta, I. y Cearreta, A. (2008b). En: *Contribuciones científicas en Memoria del Profesor Jesús Soto Torres* (A. Cendrero, J. Gómez, P.L. Fernández, L.S. Quindós, C. Ródenas y C. Sainz, Coords.). Editorial Universidad de Cantabria, Santander, 83-95.
- Long, E.R., MacDonald, D.D., Smith, S.L. y Calder, F.D. (1995). *Environmental Management* 19, 81-97.
- Murray, J.W. (2006). *Ecology and Applications of Benthic Foraminifera*. Cambridge University Press, Cambridge, 426 p.
- Rodríguez, J.G., Tueros, I., Borja, A., Belzunce, M.J., Franco, J., Solaun, O., Valencia, V. y Zuazo, A. (2006). *Science of the Total Environment* 370, 278-293.
- Toca, A. (1997). *Quaderns d'història de l'enginyeria* 2, 40-69.
- Velasco, F., Herrero, J.M., Yusta, I., Alonso, J.A., Seebold, I. y Leach, D. (2003). *Economic Geology* 98, 1371-1396.
- Viguri, J.R., Irabien, M.J., Yusta, I., Soto, J., Gómez, J., Rodríguez, P., Martínez-Madrid, M., Irabien, J.A. y Coz, A. (2007). *Environment International* 33, 436-444.
- Viguri Fuente, J.R., González-Piñuela, C. y Gómez Arozamena, J. (2008). En: *Contribuciones científicas en Memoria del Profesor Jesús Soto Torres* (A. Cendrero, J. Gómez, P.L. Fernández, L.S. Quindós, C. Ródenas y C. Sainz, Coords.). Editorial Universidad de Cantabria, Santander, 195-205.
- Walton, W.R. (1952). *Contributions from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research* 3, 56-60.
- Yanko, V., Kronfeld, J. y Flexer, A. (1994). *Journal of Foraminiferal Research* 24, 1-17.