

# Distribución espacial del cocolitofórido *Emiliana huxleyi* en el sector Pacífico del océano Antártico: nuevos datos para la reconstrucción paleoambiental y caracterización de eventos bioestratigráficos.

Spatial distribution of the coccolithophore *Emiliana huxleyi* in the Pacific Ocean sector of the Antarctic Ocean: new data for paleoembiromental reconstruction and characterization of biostratigraphic events.

J. M. Gravalosa<sup>(1)</sup>, J-A Flores<sup>(1)</sup>, F. J. Sierro<sup>(1)</sup> y R. Gersonde<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad de Salamanca, Departamento de Geología, 37008, Salamanca, Spain. gravalosa@usal.es, flores@usal.es, sierro@usal.es

<sup>(2)</sup> Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Postbox 120161, 27515 Bremerhaven, Germany. rgersonde@awi-bremerhaven.de

## ABSTRACT

A specific biometric study of coccoliths of *Emiliana huxleyi* has been accomplished on 25 surface water samples from the eastern Pacific sector of the Southern Ocean. In all samples, *E. huxleyi* is the most abundant taxon, accounting always more than 85% of the assemblage. An automatic analysis of *E. huxleyi* was carried out, in order to characterize and compare specimens from this region with other described. The data show that all *E. huxleyi* specimens corresponds with the Type C (Young y Westbroek, 1991), and no major variations occur between samples recovered under influence of PF and SAF. On the other hand, this is the southernmost record of *E. huxleyi* in the Pacific Ocean.

Key words: Coccolithophores; *Emiliana huxleyi*, Southern Ocean; Paleocology; Paleoceanography

Geogaceta, 38 (2005), 191-194

ISSN: 0213683X

## Introducción

Los cocolitofóridos, organismos autótrofos unicelulares, se incluyen en la clase Prymnesiophyceae (Hibberd, 1976). Habitan la zona eufótica de las aguas marinas y junto con las diatomeas, dinoflagelados y bacterias forman la mayor parte del fitoplancton marino. Son uno de los principales grupos de fitoplancton, uno de los mayores formadores de sedimentos oceánicos y los mayores proveedores de CaCO<sub>3</sub>, tanto actualmente como en el pasado, dada la posibilidad que tienen de elaborar una cubierta carbonatada. Se asocian a determinadas masas de agua, y sus asociaciones se modifican o ajustan en función de las características de aquellas. Su registro en los sedimentos puede ser empleado como indicador de temperatura, salinidad y nutrientes de las aguas superficiales en las que se desarrollan (McIntyre y McIntyre, 1971; Roth y Berger, 1975). Por lo tanto, el entendimiento de los procesos de sedimentación y preservación de los cocolitos en sedimentos recientes es crucial para la comprensión de los ambientes

sedimentarios del pasado (Roth, 1994). Por otra parte, la rápida tasa evolutiva determina que sean excelentes indicadores bioestratigráficos.

*Emiliana huxleyi* (Lohmann, 1902) es actualmente el cocolitofórido más abundante a nivel global y el que domina desde hace 73.000 años las asociaciones de cocolitofóridos de todo el mundo (Thierstein *et al.*, 1977). Es una especie cosmopolita, estando presente en todos los océanos. A menudo aparece con una abundancia entre el 60-80% de la asociación total de cocolitofóridos (Winter *et al.*, 1994) y, es una de las especies de cocolitofóridos más eurihalina y euriterma. *Emiliana huxleyi* tiene probablemente el mayor rango de temperatura (1°C-30°C) exhibido por cualquier cocolitofórido (Okada y McIntyre, 1979). Es considerada como un grupo monoespecífico formado por varios morfotipos, los cuales caracterizan diferentes condiciones medioambientales. Muestras en cultivos y de agua del Atlántico Norte indican la existencia de al menos tres diferentes variedades (denominadas Tipos A, B y C) (Young y Westbroek, 1991).

Los tipos A y C de *E. huxleyi* han sido identificados en muestras de agua de los océanos Antártico y Pacífico ecuatorial oeste (Findlay y Giraudeau, 2000; Hagino *et al.*, 2000). Muestras de testigos en el este del Atlántico Norte y oeste del mar Mediterráneo revelan que *E. huxleyi* puede separarse en dos tipos según el tamaño del cocolito. Las formas mayores (*E. huxleyi* > 4 m) estarían presentes en sedimentos glaciales y las formas de *E. huxleyi* < 4 m serían más abundantes durante la deglaciación y el Holoceno. *E. huxleyi* > 4 m es interpretado como un indicador de aguas frías (Colmenero-Hidalgo *et al.*, 2002).

El objetivo principal de este trabajo es conocer qué morfotipo de *E. huxleyi* está presente en el sector Pacífico del océano Antártico, así como la comparación de estos resultados con otros estudios realizados en otras zonas del océano Antártico y en el registro estratigráfico, pues la comprensión de las pautas de distribución de los cocolitofóridos en general, y de *E. huxleyi* en particular, en la actualidad es esencial para una correcta interpretación paleoceanográfica.

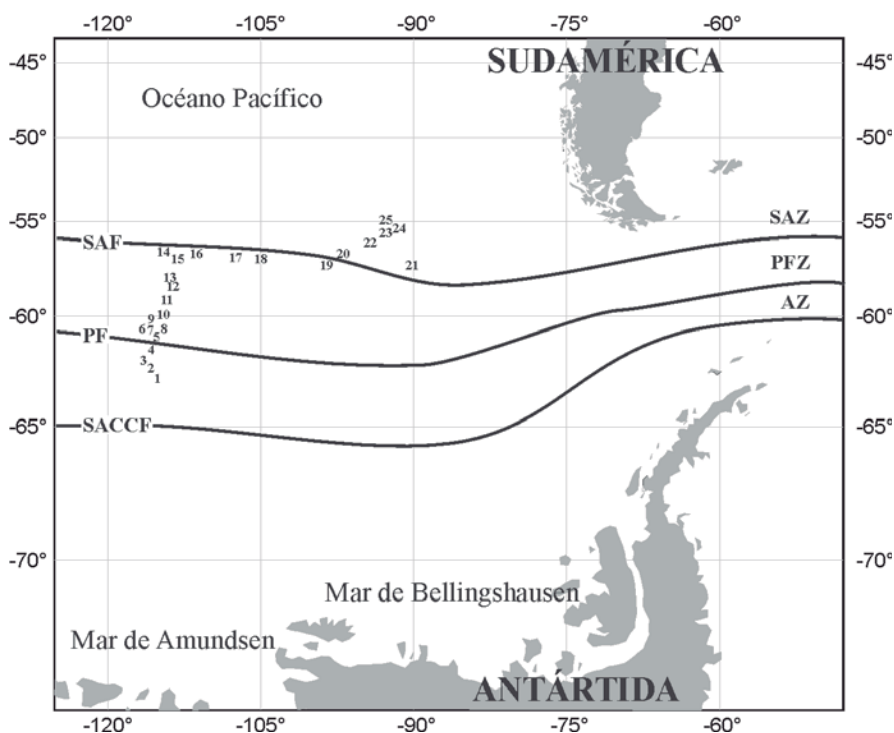


Fig. 1.- Región estudiada, frentes oceanográficos y situación de las muestras tomadas en la columna de agua.

AZ: Zona Antártica; PF: Frente Polar; PFZ: Zona del Frente Polar; SACCF: Frente Sur de la ACC; SAF: Frente Subantártico; SAZ: Zona Subantártica.

Fig. 1.- Studied region, oceanographic fronts and location of water-column samples.

AZ: Antarctic Zone; PF: Polar Front; PFZ: Polar Front Zone; SACCF: Southern ACC Front; SAF: Subantarctic Front; SAZ: Subantarctic Zone.

### Marco oceanográfico

El área de estudio se halla comprendida dentro del sector Pacífico occidental del océano Antártico (Fig. 1). El océano Antártico contiene algunos frentes oceánicos, que juntos forman la Corriente Circumpolar Antártica (ACC), caracterizados por altos gradientes de temperatura y salinidad con respecto a las zonas circundantes. El límite norte de la ACC es el Frente Subtropical (STF), que separa las aguas superficiales cálidas de las aguas Subantárticas más frías, mientras que las aguas al sur del STF pueden dividirse en aguas Subantárticas y Antárticas, separadas por dos grandes frentes: el Frente Subantártico (SAF) y el Frente Polar (PF) (Orsi *et al.*, 1995) (Fig. 1). La zona entre el STF y el SAF se denomina Zona Subantártica (SAZ), y el área entre el SAF y el PF es la Zona Polar (PZ). Al sur del PF está el Frente Sur de la ACC (SACCF), que separa la ACC del régimen subpolar (Orsi *et al.*, 1995).

El océano Antártico es la región de alto contenido en nutrientes y bajo contenido en clorofila (HNLC), en la que

se da una productividad menor de la esperada (Eynaud *et al.*, 1999). Sin embargo, se han observado eclosiones de fitoplancton en las proximidades de los frentes oceánicos (Moore y Abbott, 2000), en la que los cocolitofóridos son más abundantes que en las zonas interfrontales. En el caso de los cocolitofóridos la limitación espacial en el océano Antártico se debe a la temperatura.

### Materiales y metodología

Se ha realizado un estudio biométrico de *Emiliania huxleyi* en 25 muestras de agua superficial. Estas muestras fueron recogidas durante la expedición ANT-XVIII/5ª a bordo del RV Polarstern a finales del verano austral de 2002, en el sector este del Pacífico antártico y subantártico. Las muestras de agua fueron tomadas utilizando el sistema de bombeo del buque a 8 m de profundidad, y posteriormente filtradas a través de un sistema de tamaño de poro de 0,1  $\mu$ , y montadas sobre un portaobjetos para su observación al microscopio óptico a 1600 x aumentos, sobre la que se realizó el estudio

biométrico de *E. huxleyi*. Para cada muestra, se tomaron 40 fotografías de campos visuales de modo aleatorio. Estas imágenes fueron capturadas a través de una cámara digital conectada al microscopio. Las fotografías se procesaron utilizando el programa de análisis de imágenes Leica QWin Pro, modificado por el Grupo de Geociencias Oceánicas de la Universidad de Salamanca para la realización de estudios biométricos. De cada cocolito de *E. huxleyi* se midió el eje mayor del escudo distal de forma automática con una precisión de una décima de micra (Fig. 2).

### Resultados y discusión

Las muestras sobre las que se ha realizado el estudio biométrico se encuentran situadas entre los 55°S y los 63°S de latitud y, entre los 115°O y 90°O de longitud (Fig. 1). En todas estas muestras *E. huxleyi* fue el taxón más abundante, con proporciones por encima del 80% de la asociación de cocolitofóridos, sobre valores medios de  $170 \times 10^3$  cocolitos/l en las zonas de frentes oceánicos y de  $80 \times 10^3$  en las zonas interfrontales.

Los datos biométricos de los cocolitos de *E. huxleyi*, para todas las muestras, presentan unas longitudes del eje mayor del escudo distal que varían entre 1,65  $\mu$  y 4,73  $\mu$  (Fig. 3). Los valores medios de la longitud del escudo distal de los cocolitos es de 2,95  $\mu$ . Existen pequeñas variaciones de tamaño de unas muestras a otras, pero en todas ellas, los máximos de frecuencia se encuentran dentro del intervalo 2,50 - 3,25  $\mu$ . No se observan variaciones de tamaño con respecto a la distribución espacial: la latitud y la longitud no parecen influir en el tamaño de los cocolitos. Así mismo, no se advierten tampoco cambios de tamaño dentro de las zonas de influencia del SAF y del PF (Fig. 3. Muestras 4 y 5 para el PF, y 14, 16, 17, 17 y 19 del SAF).

La temperatura superficial del océano varía de 7,5°C (a 55°S) a 2,5°C (a 63°S). La salinidad varía de 34,5 psu (a 55°S) a 33,7 psu (a 62,5°S). La temperatura y salinidad tampoco parece que sean factores que influyan en la variación de tamaño de los cocolitos.

Según la clasificación Young y Wesbroek (1991), el morfotipo de *E. huxleyi* encontrado en todas las muestras correspondería al Tipo C. Estos cocolitos Tipo C se caracterizan por te-

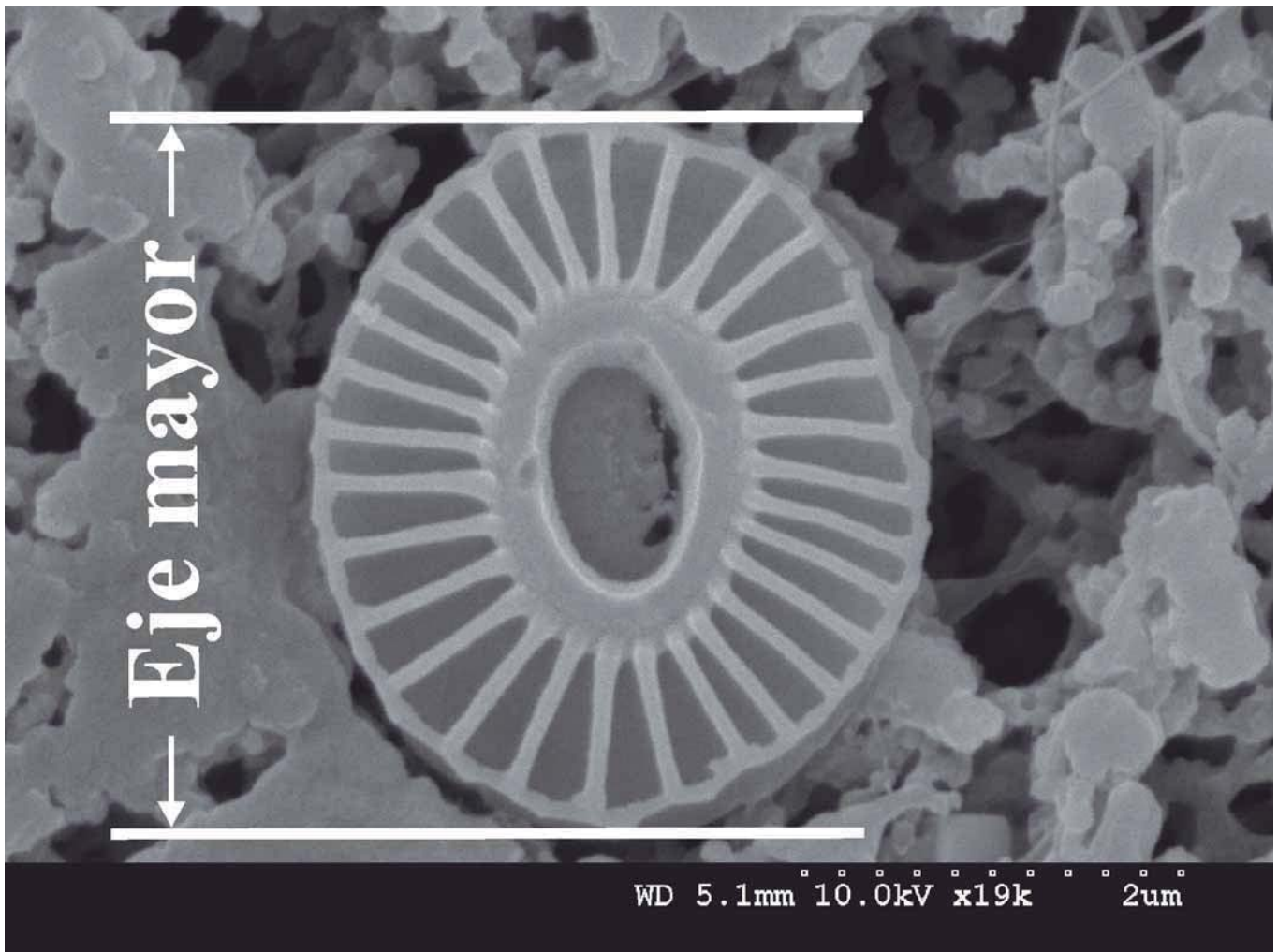


Fig. 2.- Vista distal de un coccolito de *E. huxleyi* y parámetro medido en el estudio biométrico.

Fig. 2.- Distal view of a coccolith of *E. huxleyi* and parameter measured in the biometric study.

ner una longitud media del escudo distal de 2,8  $\mu$ m, los elementos del escudo distal están bien separados, el número de elementos está entorno a los 28 y el área central cerrada. McIntyre y Bé (1967) lo denominaron como un morfotipo de aguas frías («cold-water form»); sin embargo, es un término que Young y Westbroek (1991) recomiendan que debería ser abandonado, por ambiguo como descriptor de la morfología.

Nuestros datos están en consonancia con otros estudios biométricos sobre *E. huxleyi* realizados en el sector australiano del océano Antártico. Findlay y Giraudeau (2000) indican que la mayoría de los especímenes al sur del STF pertenecen al Tipo C. Es destacable también que el comportamiento de *E. huxleyi* en el pasado, ateniéndonos al tamaño del coccolito, difiere del modelo actual. Aunque los datos provienen del sector Mediterráneo y Atlántico norte (Colmenero-Hi-

dalgo *et al.*, 2002), los tamaños > 4  $\mu$ m son característicos de sedimentos glaciales (entiéndase temperaturas extremas), y las formas < 4  $\mu$ m serían más abundantes durante la deglaciación y el Holoceno.

La población de *E. huxleyi* en el océano Antártico en la actualidad está dominada por un solo morfotipo, *E. huxleyi* Tipo C. Todo esto indicaría que a altas latitudes y a temperaturas extremas el morfotipo *E. huxleyi* Tipo C es el espécimen característico, y se podría considerar como un indicador de aguas frías.

Otro punto importante de este trabajo, es que las muestras aquí estudiadas, constituyen el registro más al sur observado hasta el momento. Esto supone una ampliación del área de distribución de *E. huxleyi* hasta latitudes superiores a las del frente polar, y su potencial uso como indicador paleobiogeográfico y bioestratigráfico en esta región.

### Conclusiones y comentarios

El estudio biométrico de *E. huxleyi* llevado a cabo en el sector Pacífico del océano Antártico muestra que, *E. huxleyi* correspondería al Tipo C, característico de altas latitudes y temperaturas extremas frías.

Este morfotipo de *E. huxleyi* Tipo C, es el único que esta presente en toda la zona de estudio, con independencia de la temperatura y salinidad de las aguas superficiales, y de su situación con relación a los frentes Subantártico y Polar. Por tanto, la población de *E. huxleyi* en el océano Antártico parece estar dominada en la actualidad por un solo morfotipo. Los 63°S constituye el punto más septentrional en el que *E. huxleyi* se ha registrado. Aunque en otras latitudes se ha observado una variabilidad relacionada con variaciones en la temperatura, esto no se observa en las muestras del sector estudiado. El paso inmediato es contrastar estos datos con

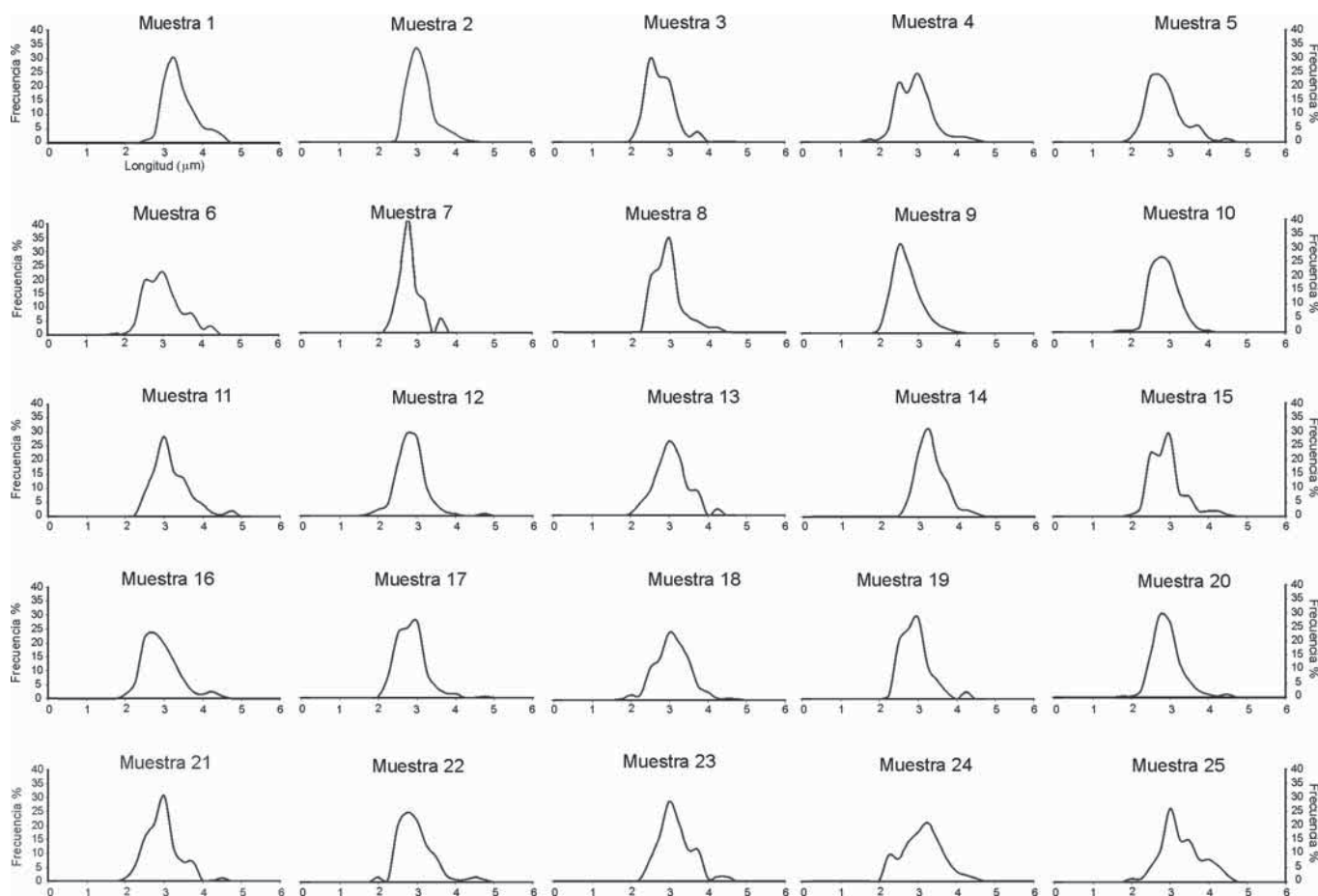


Fig. 3.- Gráficos de frecuencia de la longitud del escudo distal de *E. huxleyi*.

Fig. 3.- Frequency graphs of distal shield length in *E. huxleyi*.

muestras provenientes de secuencias sedimentarias y/o superficiales, y comprobar en qué medida *E. huxleyi* presenta modelos morfológicos próximos o claramente distintos a los registrados en otras latitudes a lo largo del Pleistoceno final.

**Agradecimientos**

Este trabajo he sido subvencionado por los proyectos ABRUMIS, Ministerio de Educación y Ciencia REN2003-08642-C02/CLI y el SA088/04 de la Junta de Castilla y León.

**Referencias**

Colmenero-Hidalgo, E., Flores, J.-A. y Sierro, F.J. (2002). *Marine Micropaleontology*, 886, 1-17.  
 Eynaud, F., Giraudeau, J., Pichon, J.-J. y Pudsey, C.J. (1999). *Deep-Sea Re-*

*search I*, 46, 451-482.  
 Findlay, C.S. y Giraudeau, J. (2000). *Marine Micropaleontology*, 40, 417-439.  
 Hagino, K., Okada, H. y Matsuoka, H. (2000). *Marine Micropaleontology*, 39, 53-72.  
 Hibberd, D.J. (1976). *Botanical Journal of the Linnaean Society*, 72, 55-80.  
 Lohmann, H. (1902). *Archiv für Protistenkunde*, 1, 89-165.  
 McIntyre, A. y Bé, A.W.H. (1967). *Deep-Sea Research*, 14, 561-597.  
 McIntyre, A. y McIntyre, R. (1971). En: *The Micropalaeontology of Oceans* (B.M Funnell y W.R. Riedel, Eds.). Cambridge University Press, 253-261.  
 Moore, J.K. y Abbott, M.R. (2000). *Journal of Geophysical Research*, 105, 28709-28722.  
 Okada, H. y McIntyre, A. (1979). *Mari-*

*ne Biology*, 54, 319-328.  
 Orsi, A.H., Whitworth III, T. y Nowlin Jr., W.D. (1995). *Deep-Sea Research I*, 42, 641-673.  
 Roth, P.H. (1994). En: *Coccolithophores* (A. Winter y W.G. Siesser, Eds.). Cambridge University Press, 199-218.  
 Roth, P.H. y Berger, W.H. (1975). En: *Dissolution of Deep-Sea Carbonates* (W.V. Sliter, A.W.H. Bé y W.H. Berger, Eds.). Cushman Foundation for Foraminiferal Research Special Publication, 13, 87-113.  
 Thierstein, H.R., Geitznauer, K.R., Molfino, B. y Shackleton, N.J. (1977). *Geology*, 5, 400-404.  
 Winter, A., Jordan, R.W. y Roth, P.H. (1994). En: *Coccolithophores* (A. Winter y W.G. Siesser, Eds.). Cambridge University Press, 161-177.  
 Young, J.R. y Westbrook, P. (1991). *Marine Micropaleontology*, 18, 5-23.