

estudio más detallado de los rastros podrá darnos la respuesta y confirmar o no estas conclusiones iniciales.

Numerosas huellas de aves (palmípedas, zancudas, etc.), completan el panorama de un yacimiento que, una vez expuesta una superficie mayor, puede aportar una gran cantidad de información sobre el comportamiento de diversas especies de aves y mamíferos, y abrir nuevas perspectivas para esclarecer los ecosistemas del pasado.

## REFERENCIAS

- Bocchini, A.; Coltorti, M. (1978): *Rass. Speleol. Ital.*, Mem. vol. 12, 138-141.
- Bonadona, F. P. y Alberdi, M. T. (1987): *Mediterránea*, 6, 115-130.
- Bonaparte, J. F. (1967): *Acta Geol. Lilloana* vol. 7 (1965), 5-16.
- Brebion Ph., Demarcq G., Lauriat A. et Montenat C. (1971): *Estud. Géol.*, 27, 197-211.
- Casamiquela, R.M., Chong Díaz, G. (1975): *Congr. Argent. Paleontol. Biostratigr.*, Actas nº. 1; t. 2, 621-632.
- Crusafont, M. y De Villalta J. F. (1955): *C.R. Somm. Soc. géol. Fr.*, 7-8, 148-150.
- Dépéret, CH., Gómez Lluca (1928): *Bull. Soc. Géol. de France*, 4c sér. TXXVIII, 149-160.
- De Torres, T. (1984): Tesis doctoral, *Univ. Politécnica de Madrid*, 653 p., Madrid.
- Estévez, A., López-Garrido, C., Rodríguez-Fernández, Alberdi, M.T., Ruiz-Bustos, A. (1982): *C.R. Acad. Sc. Paris*, 294, 1187-1190.
- Fallot, P. (1945): *Mem. Inst. Lucas Mallada*, 720 p.
- Fornos, J. J.; Pons-Moya, J. (1982): *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, vol. 26, 135-144.
- Gignoux M. et Fallot P. (1927): *Congr. Géol. Intern., C.R.*, 5c sess., Madrid 1926, 413-521.
- Gigout M., Solé Sabarís L. y Solé N. (1957): *C.R. Somm. Soc. Géol. France*, 12, 235-236.
- Jiménez de Cisneros D. (1929): *Mém. R. Soc. Hist. Nat.*, 15, 207-211
- Leakey, M. D. & Hay, R. L. (1979): *Nature* 278, 317-323.
- Montenat, C. (1973): These Paris-Orsay.
- Montenat, C. (1977): *Docum. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, 69, 345.
- Montenat, C., Crusafont, M. (1970): *C.R. Acad. Sc. Paris*, 270, 2434-2437.
- Packard, E. L.; Allison, I. S. (1980): *Oregon Geology* vol. 42-4, 71-72.
- Renders, E. (1984): *Nature* vol. 308 nº 5955, 179-181.

Recibido el 30 de enero de 1992  
Aceptado el 21 de febrero de 1992

# Estudio cuantitativo de los foraminíferos planctónicos en el estratotipo del límite Eoceno/Oligoceno en Massignano (Apeninos, Italia)

## *Planktic foraminiferal quantitative study across the Eocene/Oligocene boundary stratotype at Massignano (Apennines, Italy)*

C. Gonzalvo y E. Molina

Area de Paleontología. Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. E-50.009 Zaragoza.

### ABSTRACT

*The quantitative study of the planktic Foraminifera from the Eocene/Oligocene boundary stratotype at Massignano (Apennines, Italy) has been accomplished for the first time. This study allow us to establish the faunal changes in the assemblages, showing a progressive decline of the surface dwellers, which are the more typical Eocene species that disappear during the Late Eocene. The faunal change is gradual, it accelerates at the Eocene/Oligocene boundary, but there is not evidence of mass extinction. Nevertheless, these extinctions represent about 40% of the total species that lived during the Late Eocene and were partially replaced by oportunist species. Besides, the quantitative study provides a base for a more rigorous biostratigraphy.*

**Key words:** *Planktic Foraminifera, Biostratigraphy, Chronostratigraphy, Paleoecology, Eocene, Oligocene.*

*Geogaceta*, 12 (1992), 64-67.

ISSN: 0213683X

## Introducción

El perfil de Massignano en Ancona (Apeninos, Italia) fue elegido en 1988 para definir en él el estratotipo del límite Eoceno/Oligoceno, constituyendo también el límite entre los pisos estándar europeos clásicos: Priabonense y Rupeliense. La propuesta fue aprobada por la Subcomisión Internacional de

Estratigrafía del Paleógeno, y enviada para ratificación en 1991 a la Comisión Internacional de Estratigrafía.

La primera vez que se describe la microfáuna y nanoflora desde el Eoceno superior hasta el Oligoceno inferior de los materiales de la sección de Massignano es en los trabajos de Baumann y Roth (1969) y Baumann (1970). Más recientemente, Coccioni

*et al.* (1986) estudian el nannoplanc-ton calcáreo y los foraminíferos planctónicos de la sección, desde el punto de vista bioestratigráfico. Pero, es con motivo de su presentación como candidato a estratotipo cuando es estudiada cuidadosamente desde distintas especialidades geológicas. De manera que, Coccioni *et al.* (1988) establecen la bioestratigrafía, Bice y Montanari

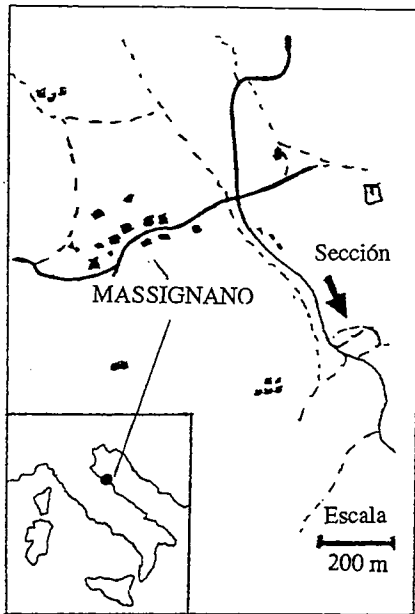


Fig. 1.—Situación geográfica del estratotipo del límite E/O en Massignano (Apeninos, Italia).

Fig. 1.—Location of the E/O boundary stratotype at Massignano section (Apennines, Italy).

y Capo y Depaolo (1988) realizan los análisis isotópicos de Sr sobre los carbonatos de la sección de Massignano. También se realizaron estudios geocronológicos incluyendo, además de esta, otras secciones de la Cuenca de Umbría-Marche

En el presente trabajo, por primera vez se realiza el estudio cuantitativo de los foraminíferos planctónicos de la sección estratotípica, aportando unos datos más completos y rigurosos para la interpretación de los principales eventos y la evolución de las asociaciones.

**Material y metodología**

El perfil de Massignano está situado en una cantera abandonada en el lado Este de la carretera de Ancona a Si-

rolo, a unos cientos de metros del pueblo de Massignano (Figura 1). Geológicamente, está localizado en el flanco SW de un anticlinal asimétrico de dirección NW-SE, en la parte oriental de los Apeninos de Italia Central (Cocconi *et al.*, 1988). La serie estudiada comprende 23 metros de margas y margas calcáreas, con pequeños niveles intercalados de cenizas volcánicas ricas en biotita. Las muestras han sido preparadas con la técnica del levigado, tamizando y recogiendo de cada muestra el residuo que queda en los tamices de luz de malla de 150µ y de 63µ. La fracción >150µ se cuartea para obtener una muestra representativa, separando aproximadamente 300-400 ejemplares que son determinados y fijados con goma tragacantos en una celdilla numerada. La fracción >150µ se revisa para buscar las especies raras en porcentajes menores del 1%. Por último, se revisa detalladamente la fracción 150-63µ en busca de especies de pequeño tamaño que escapan a la fracción >150µ

(1988) realizan la magnetoestratigrafía, Odin *et al.* (1988) aportan los datos geoquímicos y sedimentológicos,

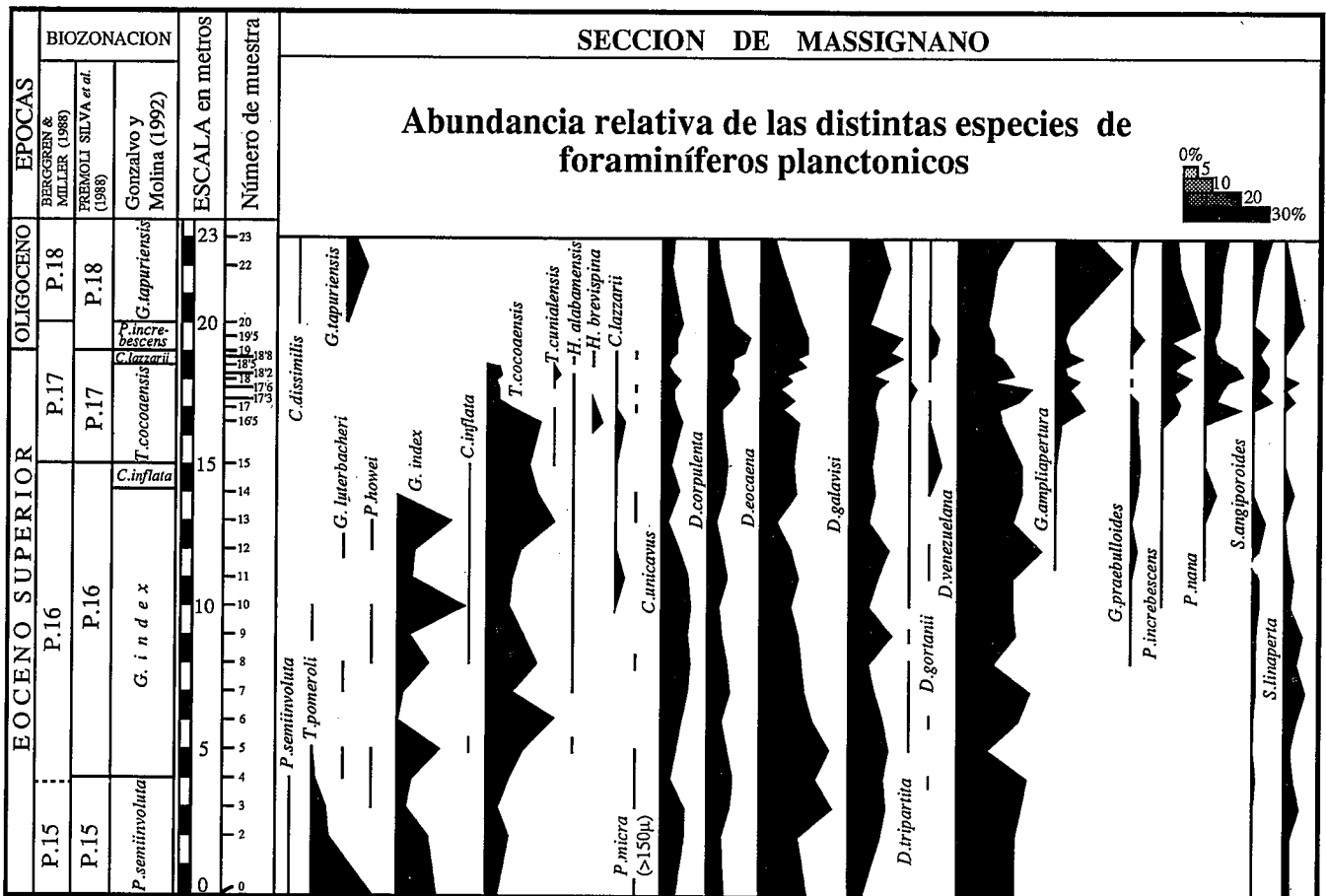


Fig. 2.—Abundancia relativa de las distintas especies de foraminíferos planctónicos en la sección de Massignano.

Fig. 2.—Relative abundance of the different planktic foraminiferal species at Massignano section.

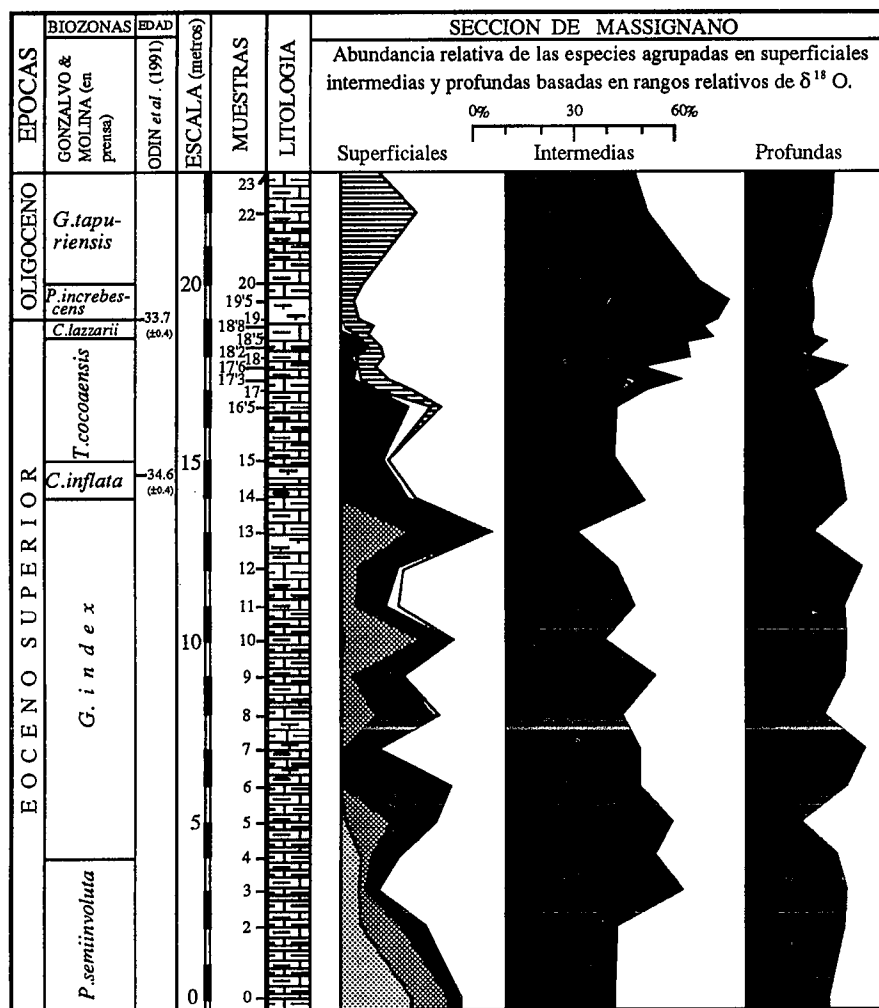


Fig. 3.—Abundancia relativa de las especies agrupadas en superficiales, intermedias y profundas en el corte de Massignano.

Fig. 3.—Relative abundance of species grouped into surface, intermediate and deep dwellers at Massignano section.

**Bioestratigrafía**

La serie sedimentaria del estratotipo se desarrolla de manera relativamente continua durante el Eoceno superior hasta la parte basal del Oligoceno inferior. En los estudios sobre los foraminíferos planctónicos de la sección de Massignano, Coccioni *et al.* (1986 y 1988) establecieron la bioestratigrafía siguiendo la biozonación de Blow (1969). Recientemente, se ha hecho un estudio comparativo entre las asociaciones del perfil estratotípico de Massignano y las del mejor perfil de la Cordillera Bética en Torre Cardela, lo cual ha permitido establecer una biozonación de alta resolución para el tránsito Eoceno-Oligoceno (Gonzalvo y Molina, 1992). Esto era conveniente puesto que el límite E/O necesitaba

una biozonación más detallada que las utilizadas en su presentación como estratotipo (Premoli Silva *et al.*, 1988), ya que de este modo el intervalo del límite podrá ser correlacionado con más detalle y determinar si otros cortes son tanto o más completos y continuos.

El perfil de Massignano abarca desde la Biozona P. 15 hasta la Biozona P. 18 según la biozonación de Blow (1979). Según la biozonación de Gonzalvo y Molina (1992) se pueden diferenciar siete biozonas; cinco durante el Eoceno superior: Biozona de *Porticulasphaera semiinvoluta*, comprendida entre la primera aparición (P.A.) y la última aparición (U.A.) de la especie homónima, Biozona de *Globigerapsis index*, comprendida entre la U.A. de *P. semiinvoluta* y la U.A. de *G. index*, Biozona

de *Cribohantkenina inflata*, comprendida entre la U.A. de *G. index* y la U.A. de *C. inflata*, Biozona de *Turborotalia cocoaensis*, comprendida entre la U.A. de *C. inflata* y la U.A. de *T. cocoaensis*, Biozona de *Cribohantkenina lazzarii*, comprendida entre la U.A. de *T. cocoaensis* y la U.A. de *C. lazzarii*; y dos durante el Oligoceno basal: Biozona de *Paragloborotalia increbescens*, comprendida entre la U.A. de *C. lazzarii* y la P.A. de *Globigerina tapuriensis* y Biozona de *Globigerina tapuriensis*, comprendida entre la P.A. de *G. tapuriensis* y la P.A. de *Globigerina selli*.

**Estudio cuantitativo**

En las muestras estudiadas aparecen las especies más comunes para este intervalo de tiempo en ambientes subtropicales. Sin embargo, algunas de estas especies que han servido tradicionalmente de taxones índice de biozonaciones pretendidamente estándar son, en la mayoría de los casos, raras o poco frecuentes (Figura 2).

La familia Hantkeninidae tiene cuatro representantes que sólo en algunas muestras son frecuentes, apareciendo casi siempre con una abundancia menor del 2%. *Cribohantkenina lazzarii* que es la especie más abundante y fue definida en una región próxima, aparece más tarde que *C. inflata* y se extingue junto con *Hantkenina brevispina* y *Pseudohastigerina micra* (>150µ) en el mismo límite E/O. La última aparición de *Hantkenina alabamensis* ocurre en el metro 18'8 mientras que *Hantkenina brevispina* que es el último representante de Hantkeninidae en aparecer, más abundante que *H. alabamensis*, presenta una distribución vertical más corta y desaparece coincidiendo con el límite. Sin embargo, en la Cordillera Bética desaparece antes del límite E/O (Martínez Gallego y Molina, 1975; Molina, 1986; Molina *et al.*, 1986, 1988) por lo que el hecho de que su U.A. coincida en Massignano con el límite, parece ser consecuencia del corto desarrollo sedimentario de la sección (Gonzalvo, 1991, inédito). Asimismo, *Pseudohastigerina micra* (>150µ) es rara (<1%) pero en otros perfiles de latitud similar y del mismo ámbito paleogeográfico es una especie bastante común.

Por el contrario, las especies del género *Turborotalia* son relativa-

mente frecuentes: *Turborotalia cocoensis* que es una especie típicamente subtropical, es muy abundante a lo largo de la mayoría del perfil hasta el último metro y medio antes de su extinción. Sin embargo, *Turborotalia cunialensis* es rara y sólo aparece desde el metro 15 hasta el 18'. Por otra parte, *Turborotalia pomeroli* es muy abundante sólo en la parte baja de la serie y se extingue en la Biozona de *Globigerapsis index*.

En cuanto a las familias Porticulasphaeridae y Globigerapsidae, sólo *Globigerapsis index* alcanza en algunas muestras altos porcentajes del 15 y 20 %. La última aparición de esta especie es un evento muy fácil de reconocer. Por el contrario, *Porticulasphaera semiinvoluta* es rara en el intervalo en el que aparece, los cuatro primeros metros de serie. A pesar de ello esto es suficiente para utilizarla bioestratigráficamente. También aparecen algunos ejemplares de *G. luterbacheri* y de *P. howei*, que desaparecen antes de la U.A. de *G. index*.

La especie más abundante a lo largo de todo el perfil es *Dentoglobigerina venezuelana*, típica de aguas más profundas que las especies anteriores (Keller y Macleod, 1991), en muchos casos es >20% y siempre >10% del total de la muestra.

Otro hecho destacable en el estudio cuantitativo es la distribución observada de *G. ampliapertura*, *P. increbescens* y *P. nana* que parecen en la Biozona de *Globigerapsis index*, pero es tras la extinción de *G. index* cuando aumenta su porcentaje bruscamente. De manera que parecen ocupar los nichos ecológicos que dejan vacantes principalmente las extinciones de *G. index* y *T. cocoensis*. Asimismo, al comienzo del Oligoceno se producen la P.A. de *G. tapuriensis* y la P.A. de *C. dissimilis*, siendo ésta menos abundante que *G. tapuriensis*.

El análisis de  $\delta^{18}\text{O}$  en las conchas de los foraminíferos planctónicos permite establecer tres grupos de especies según la profundidad a la que viven en la columna de agua oceánica. De esta manera, Keller y Macleod (1991), dividen las especies según tres hábitat: superficial, intermedio y profundo. Así, especies como *P. semiinvoluta*, *G. index*, *C. cubensis*, *P.*

*barbadoensis*, *G. ampliapertura*, y géneros como *Turborotalia*, *Hantkenina* y *Cribohantkenina* vivirían en la zona superficial de la columna de agua. Otras especies como *P. micra*, *D. eocaena*, *D. galavisi*, *D. corpulenta*, *S. linaperta*, *S. angiporoides*, *G. praebulloides* y *P. nana*, habitarían en zonas intermedias. Mientras que otras como *D. venezolana*, *D. tripartita* y todos los representantes del género *Catapsydrax*, pertenecerían a las aguas más profundas en que pueden vivir los foraminíferos planctónicos.

Con el presente estudio cuantitativo podemos establecer, para la sección estratotípica del límite Eoceno/Oligoceno, como se suceden progresivamente las extinciones de especies de hábitat superficial, la mayoría de las cuales son típicamente subtropicales. Todo ello, supone la desaparición de alrededor del 40% de las especies que aparecen en las poblaciones del Eoceno superior. Estas son sustituidas, coincidiendo con el final del Eoceno superior, por un incremento de las especies que habitan en la zona intermedia de la columna de agua, y por especies de estrategia oportunista como serían *G. ampliapertura* y *P. increbescens*. (Figura 3).

La progresiva desaparición y aceleración de las extinciones hacia el límite Eoceno/Oligoceno de los foraminíferos planctónicos típicos del Eoceno, sin evidencias de extinción masiva, apoya la idea de que en el tránsito Eoceno-Oligoceno tiene lugar una aceleración del enfriamiento de las aguas oceánicas, lo cual podría ser la causa principal de las extinciones graduales. Pero esto se documenta mejor al establecer la correlación con otras secciones de diversas partes del mundo (Molina *et al.*, 1992).

#### Agradecimientos

Deseamos agradecer a José I. Canudo, Nieves Ortiz y Maite Sucunza que ayudaron a muestrear el corte y a Gerta Keller por sus sugerencias y consejos. Este trabajo ha sido subvencionado por el Proyecto DGYCIT n° PB88-0389-C02-01. Además, uno de los autores (C.G.) ha sido becado por el Instituto de Estudios Altoaragoneses.

#### Referencias

- Baumann, P. and Roth, P. H. (1969): In: *Ecl. Geol. Helv.*, 62/1, 303-323.
- Baumann, P. (1970): In: *Ecl. Geol. Helv.*, 63/3, 1133-1211.
- Berggren, W. A. and Miller, K. G. (1988): *Micropaleontology*, 34, 362-380.
- Bice D. M. and Montanari, A. (1988): In: Premoli Silva, I., Coccioni, R., and Montanari, A. (Eds.). *The Eocene-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy)*, Ancona, 111-118.
- Blow, W. H. (1979): *The Cainozoic Globigerinida*. Editorial EJ. Brill. 3 vols. 1413 p.
- Capo, R. C. and DePaolo, D. J. (1988): In: Premoli Silva, I., Coccioni, R., and Montanari, A. (Eds.). *The Eocene-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy)*, Ancona, 189-194.
- Coccioni, R., Monaco, P., Monechi, S., Nocchi, M. and Parisi, G. (1988): In: Premoli Silva, I., Coccioni, R., and Montanari, A. (Eds.). *The Eocene-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy)*, Ancona, 59-80.
- Gonzalvo, C. (1991): Tesis de Licenciatura. Universidad de Zaragoza., 147 p. (Inédito).
- Gonzalvo, C. y Molina, E. (1992): *Rev. Esp. Paleol.*, 7, 109-126.
- Keller, G. and Macleod, N. (1991): In: K. Ishizaki (Ed.). *Faunal Turnover and depth stratification: Their relationships to climate and productivity events in the Eocene to Miocene pelagic realm*, 18. Japón.
- Martínez Gallego J. y Molina, E. (1975): *Cuadernos de Geología*, 6, 177-195.
- Molina, E. (1986): *Development in Paleontology and Stratigraphy*, 9, 53-63.
- Molina, E., Gonzalvo, C. y Keller, G. (1992): *Actas III Congreso Geológico de España* 4 vol. 529-533.
- Molina, E., Monaco, P., Nocchi, M. y Parisi, G. (1986): *Development in Paleontology and Stratigraphy*, 9, 75-85.
- Odin, G. S., Clauer, S. and Renard, M. (1988): In: Premoli Silva, I., Coccioni, R., and Montanari, A. (Eds.). *The Eocene-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy)*, 175-186.
- Odin, G. S., Montanari, A., Deino, A., Drake, R., Guise, P. G., Kreuzer, H. and Rex, D. C. (1991): *Chemical Geology (Isotope Geoscience Section)*, 86, 203-224.
- Premoli Silva, I., Coccioni, R. and Montanari, A., Eds (1988): *The Eocene-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy)*, 268 pp

Recibido el 30 de enero de 1992  
Aceptado el 21 de febrero de 1992