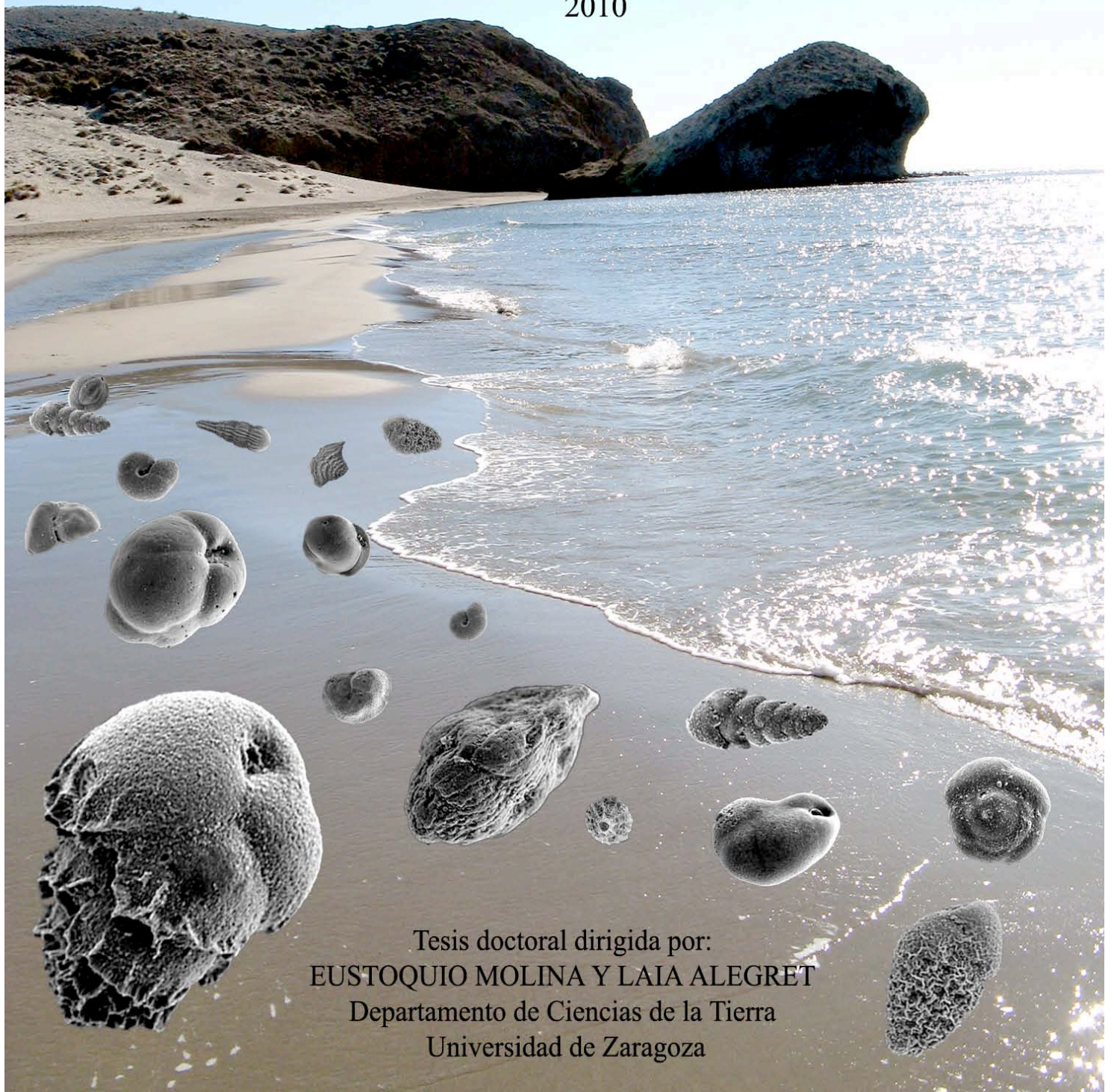


Los microforaminíferos bentónicos desde el Eoceno terminal al Mioceno inicial: taxonomía, inferencias paleoecológicas y paleoambientales

RAQUEL FENERO FANLO

2010



Tesis doctoral dirigida por:
EUSTOQUIO MOLINA Y LAIA ALEGRET
Departamento de Ciencias de la Tierra
Universidad de Zaragoza

**LOS MICROFORAMINÍFEROS BENTÓNICOS DESDE EL
EOCENO TERMINAL AL MIOCENO INICIAL:
TAXONOMÍA, INFERENCIAS PALEOECOLÓGICAS Y
PALEOAMBIENTALES**

RAQUEL FENERO FANLO

2010



Tesis doctoral dirigida por:
EUSTOQUIO MOLINA Y LAIA ALEGRET
Área de Paleontología, Departamento de Ciencias de la Tierra
Universidad de Zaragoza

*Dedico esta tesis con todo mi amor y cariño
a mis padres, Isidro Fenero y M^a Asunción Fanlo,
y a mi hermano José Ignacio.*

*Su amor, sensibilidad, sabiduría y fuerza
me han inspirado a dar lo mejor de mí misma
y a compartir todo lo que me han enseñado.*

AGRADECIMIENTOS

Durante los más de cuatro años de duración de esta tesis doctoral, he tenido la suerte de contar con el apoyo y ayuda de gran cantidad de personas.

Esta tesis no habría visto la luz sin el alentador apoyo de mis Directores Eustoquio Molina y Laia Alegret, extraordinarios investigadores de índole internacional. Agradezco su paciencia al revisar la memoria, y sus valiosas sugerencias sobre los capítulos desarrollados. A Silvia Ortiz, le agradezco sus consejos, comentarios y correcciones, que tanto me han ayudado a perfilar esta tesis. A José Antonio Arz y Nacho Arenillas, les agradezco todos esos buenos momentos que me han hecho pasar, tanto dentro como fuera de la Universidad. Nunca olvidaré vuestros consejos y vuestro apoyo, que tanto me han ayudado a afrontar la recta final de esta tesis doctoral.

Agradecer a la Doctora Zenaide y al profesor Paulo Legoinha, el haber facilitado y colaborado en el desarrollo del proyecto fin de carrera sobre el estudio de los foraminíferos del Mioceno inferior-medio, realizado en la Universidad Nova de Lisboa (Portugal) durante mi estancia en el último año de carrera en la Licenciatura de Ingeniería Geológica.

Agradezco al Ministerio de Educación y Ciencia la beca predoctoral que permitió el desarrollo de esta tesis y la realización de estancias de investigación en Argentina y Estados Unidos. En las dos estancias tuve el placer de conocer a personas anónimas que amenizaron mi estancia, enseñándome la cultura y costumbres de esos dos lugares mágicos y difíciles de olvidar. Larissa, Cecilia, Romina, Gabriela, Diana y Nicolás, os doy las gracias por compartir conmigo parte de esa experiencia.

Durante la estancia en Buenos Aires (Argentina) tuve la oportunidad de conocer a grandes investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); de entre ellos destaco a Violeta Totah y Silvia Watanabe que amablemente me ayudaron y me facilitaron la revisión de la colección del Dr. Esteban Boltovskoy depositada en el Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". También conté con el apoyo de importantes profesionales con extraordinaria trayectoria investigadora, como Carolina Nández y Norberto Malumián. A ellos, quiero agradecer su entusiasta colaboración, tanto profesional, ayudándome a desplegar y organizar mis ideas centrales de esta tesis, como personal.

En los tres meses de permanencia en los Estados Unidos conté con la inestimable ayuda de Ellen Thomas, investigadora de gran reconocimiento mundial. Le

agradezco su colaboración, la aportación de gran cantidad de material indispensable para el desarrollo de mi tesis, así como la de un sondeo de excelente conservación que tanto me ayudó a mejorar la taxonomía de los foraminíferos. También quiero agradecerle sus excelentes contribuciones científicas vitales para encaminar mi investigación y sobre todo darle las gracias por haber valorado el trabajo que estaba realizando. Deseo asimismo expresar mi gratitud al Doctor Brian Huber por conseguirme muchos de los artículos con los que me he documentado, por su cordialidad y gentileza, por prestarme todo su tiempo y ayudarme a encontrar material de todas las colecciones depositadas en el Museo Nacional de Historia Natural (Washington).

Por su desinteresada ayuda en la investigación necesaria para la preparación de esta tesis, me gustaría expresar mi reconocimiento a los lugares donde fui acogida en estas estancias: el Museo Smithsonian de Historia Natural en Washington (EEUU), la Universidad de Wesleyan, la Universidad de Yale, al Centro de Investigación de Buenos Aires "Conicet" y al Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", así como a la Universidad de Zaragoza que me acogió durante los más de 4 años de la realización de esta tesis. Agradecer también a todas las personas que forman parte del Área de Paleontología, tanto profesores como investigadores y futuros doctores, su apoyo y compañerismo.

Agradecer a todos mis amigos, a Isa por una amistad que comenzó en nuestros duros años de competición en el mar, que ha perdurado y se ha hecho más fuerte conforme han pasado los años; a Lorena Bernad, mi compañera de estudios y aventuras, de mi último año de carrera en Portugal, donde se fundó una gran amistad y que permanece hasta el día de hoy, junto con Natalia, M^a Cruz, Elena y Loli; a mis amigas de Jaca que tantos momentos y numerosas aventuras hemos pasado juntas y por su amistad que se ha prolongado ya desde la infancia, sobre todo a María Vicario, por los mensajes y conversaciones mantenidas cuando me encontraba en el extranjero y que me ayudaban a sentir mi país más cerca de mí. A todas vosotras gracias por estar siempre allí, por escucharme, por todas esas tardes y noches que habéis conseguido evadirme de todas mis preocupaciones.

Mi agradecimiento a mis más que compañeros de despacho, buenos amigos que me han ayudado tanto personal como profesionalmente hablando; Uxue, Andrea, Dani, Juan, Jaime, Sofía y María, también agradecerles a Penélope y a Mariam su solidario respaldo y entrañable amistad. Nunca olvidaré los buenos ratos que hemos disfrutado juntos.

Darle las gracias a Lola, por su apoyo y consejos tanto en mi vida personal como profesional, siempre muy productivos.

Para terminar doy mi agradecimiento más especial a mi madre y a mi padre, por sus amorosos esfuerzos dedicados a los valores y educación de una familia, porque su motivación me ha hecho alcanzar logros muy altos tanto deportivos como profesionales. Os doy las gracias por creer en mí, por haber estado siempre a mi lado, por ser los pilares de mi vida, por trasmitirme esa fuerza y tesón, y porque siempre habéis estado en la sombra dejando que decidiera la dirección de mi vida sin más derechos que apoyarme.

A TODOS GRACIAS.

*“Mientras los ríos corran al mar, hagan sombra a los valles los montes y
haya estrellas en el cielo, debe durar la memoria del beneficio recibido en
la mente del hombre agradecido”*

(Marón Publio Virgilio)

ÍNDICE

Capítulo 1.- Introducción

1.1.- Introducción	3
1.2.- Objetivos	7
1.3.- Metodología	9
1.3.1.- Trabajos previos de gabinete	9
1.3.2.- Trabajo de campo	9
1.3.3.- Trabajos de laboratorio y estudio de muestras	10
1.3.4.- Otros trabajos de gabinete	11

Capítulo 2.- Secciones estudiadas

2.1.- Antecedentes cronoestratigráficos	17
2.2.- Secciones de Fuente Caldera y Zarabanda (España)	28
2.2.1.- Situación geográfica de Fuente Caldera y Zarabanda	28
2.2.2.- Situación geológica de las secciones de Fuente Caldera y Zarabanda	29
2.2.3.- Perfil estratigráfico y muestreo de la sección de Fuente Caldera	32
2.2.4.- Perfil estratigráfico y muestreo de la sección de Zarabanda	35
2.2.5.- Antecedentes de las secciones de Fuente Caldera y Zarabanda	36
2.3.- Sección de Noroña (Cuba)	39
2.3.1.- Situación geográfica de la sección de Noroña	39
2.3.2.- Situación geológica de la sección de Noroña	39
2.3.3.- Perfil estratigráfico y muestreo de la sección de Noroña	42
2.3.4.- Antecedentes de la sección de Noroña	43
2.4.- Sondeo 1263A (ODP Leg 208; Walvis Ridge, Atlántico SE)	45
2.4.1.- Situación geográfica y geológica del sondeo 1263A	45
2.4.2.- Perfil estratigráfico y muestreo del sondeo 1263A	47
2.4.3.- Antecedentes del sondeo 1263A	48

Capítulo 3.- Taxonomía de foraminíferos bentónicos

3.1.- Introducción	53
3.2.- Distribución taxonómica e índice de las especies descritas	55

3.2.1.- Especies aglutinadas

<i>Ammodiscus cretaceous</i> (Reuss) 1845	72
<i>Arenobulimina truncata</i> (Reuss) 1845	80
<i>Dorothia crassa</i> (Marsson) 1878	127
<i>Eggerella bradyi</i> (Cushman) 1911	128
<i>Karreriella bradyi</i> (Cushman) 1911	146
<i>Karreriella cylindrica</i> Finlay 1940	147
<i>Nothia</i> sp. A	158
<i>Pseudoclavulina trinitatensis</i> Cushman y Renz 1948	172
<i>Repmanina charoides</i> (Jones y Parker) 1860	178
<i>Reticulophragmium</i> aff. <i>amplectens</i> (Grzybowski) 1898	179
<i>Reticulophragmoides jarvisi</i> (Thalman) 1932	180
<i>Rhabdammina cylindrica</i> Glaessner 1937	183
<i>Spiroplectammima cubensis</i> (Cushman y Bermúdez) 1937	188
<i>Vulvulina spinosa</i> Cushman 1927	197

3.2.2.- Especies calcáreas

<i>Alabamina weddellensis</i> (Earland) 1936	70
<i>Alabamina wilcoxensis</i> Toulmin 1941	71
<i>Angulogerina angulosa</i> (Williamson) 1858	73
<i>Angulogerina muralis</i> (Terquem) 1882	74
<i>Anomalinoides alazanensis</i> (Nuttall) 1932	75
<i>Anomalinoides pompilioides</i> (Galloway y Heminway) 1941	76
<i>Anomalinoides semicribratus</i> (Beckmann) 1954	77
<i>Anomalinoides spissiformis</i> (Cushman y Stainforth) 1945	79
<i>Asterigerina campanella</i> (Gümbel) 1868	81
<i>Asterigerinoides subacutus</i> (Cushman) 1922	81
<i>Astrononion novozealandicum</i> Cushman y Edwards 1937	82
<i>Bolivina antiqua</i> d'Orbigny 1846	83
<i>Bolivina huneri</i> Howe 1939	84
<i>Bolivina mississippiensis</i> Cushman 1922	85
<i>Bolivina plicatella</i> Cushman 1930	86
<i>Bolivina reticulata</i> Hantken 1875	87
<i>Bolivinooides albatrossi</i> (Cushman) 1922	88
<i>Bolivinooides byramensis</i> (Cushman) 1923	89

<i>Bolivinooides crenulata</i> (Cushman) 1936	90
<i>Bolivinooides sphaatulata</i> (Williamson) 1858	91
<i>Brizalina alata</i> (Seguenza) 1862	92
<i>Brizalina alazanensis</i> (Cushman) 1926	93
<i>Brizalina carinata</i> (Terquem) 1882	93
<i>Brizalina tectiformis</i> (Cushman) 1926	94
<i>Brizalina striata</i> (Hussey) 1949	95
<i>Bulimina alazanensis</i> Cushman 1927	96
<i>Bulimina elongata</i> d'Orbigny 1826	98
<i>Bulimina glomarchallengeri</i> Tjalsma y Lohmann 1983	99
<i>Bulimina macilenta</i> (Cushman y Parker) 1939	100
<i>Bulimina microcostata</i> Cushman y Parker 1936	100
<i>Bulimina semicostata</i> Nuttall 1930	101
<i>Bulimina simplex</i> Terquem 1882	103
<i>Bulimina trinitatensis</i> Cushman y Jarvis 1928	104
<i>Buliminella grata</i> Parker y Bermúdez 1937	105
<i>Buliminella kugleri</i> (Cushman y Renz) 1942	106
<i>Buliminella turbinata</i> (Terquem) 1882	107
<i>Cassidulina crassa</i> d'Orbigny 1839	108
<i>Cassidulina havanensis</i> Cushman y Bermúdez 1936	109
<i>Cassidulina laevigata</i> d'Orbigny 1826	110
<i>Chilostomella oolina</i> Schwager 1878	111
<i>Chrysalogonium dickersoni</i> Cushman y Bermudez 1936	111
<i>Cibicides carinatus</i> (Terquem) 1882	112
<i>Cibicides laurisiae</i> (Mallory) 1959	113
<i>Cibicides lobatulus</i> (Walker y Jacob) 1798	114
<i>Cibicides refulgens</i> Montfort 1808	116
<i>Cibicides westi</i> Howe 1939	117
<i>Cibicidoides bradyi</i> (Trauth) 1918	118
<i>Cibicidoides eocaenus</i> (Gümbel) 1868	119
<i>Cibicidoides grimsdalei</i> (Nuttall) 1930	120
<i>Cibicidoides lamontdohertyi</i> Miller y Katz 1987	121
<i>Cibicidoides micrus</i> (Bermúdez) 1949	122
<i>Cibicidoides mundulus</i> (Brady, Parker y Jones) 1888	123

<i>Cibicidoides robertsonianus</i> (Brady) 1881	125
<i>Cibicidoides ungerianus</i> (D'Orbigny) 1846	126
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman) 1922	129
<i>Elphidium ancestrum</i> Le Calvez 1950	129
<i>Elphidium crispum</i> (Linnaeus) 1758	130
<i>Elphidium incertum</i> (Williamson) 1858	131
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel y Moll) 1798	132
<i>Elphidium</i> sp. A	132
<i>Epistominella exigua</i> (Brady) 1884	133
<i>Epistominella vitrea</i> Parker 1953	134
<i>Evolcassidulina bradyi</i> (Norman) 1881	135
<i>Globocassidulina subglobosa</i> (Brady) 1881	137
<i>Gyroidinoides depressus</i> (Alth) 1850	138
<i>Gyroidinoides girardanus</i> (Reuss) 1851	139
<i>Gyroidinoides mediceus</i> (Emiliani) 1954	140
<i>Gyroidinoides planulatus</i> (Cushman y Renz) 1941	141
<i>Gyroidinoides soldanii</i> (d'Orbigny) 1826	142
<i>Hanzawaia ammophila</i> (Gümbel) 1868	143
<i>Heronallenia lingulata</i> (Burrows y Holland) 1895	144
<i>Hyalinea balthica</i> (Schröter) 1783	145
<i>Laevidentalina communis</i> (D'Orbigny) 1826	148
<i>Lagena hexagona</i> (Williamson) 1848	149
<i>Lagena striata</i> d'Orbigny 1884	149
<i>Melonis barleeanus</i> (Williamson) 1858	150
<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu) 1803	151
<i>Neoconorbina</i> sp. A	152
<i>Neoconorbina terquemi</i> (Rzehak) 1888	152
<i>Nodobolivina jhingrani</i> (Kalia) 1978	153
<i>Nonion havanense</i> Cushman y Bermúdez 1937	154
<i>Nonion commune</i> (d'Orbigny) 1846	155
<i>Nonionella robusta</i> Plummer 1931	156
<i>Nonionoides grateloupi</i> d'Orbigny 1839	157
<i>Nuttallides truempyi</i> (Nuttall) 1930	159
<i>Nuttallides umbonifera</i> (Cushman) 1933	160

<i>Osangularia culter</i> (Parker y Jones) 1865	164
<i>Oridorsalis plummerae</i> (Cushman) 1948	161
<i>Oridorsalis umbonatus</i> (Reuss) 1851	162
<i>Pararotalia audouini</i> (d'Orbigny) 1850	165
<i>Planulina renzi</i> Cushman y Stainforth 1945	166
<i>Plectofrondicularia paucicostata</i> Cushman y Jarvis 1929	167
<i>Pleurostomella acuminata</i> Cushman 1922	167
<i>Pleurostomella acuta</i> Hantken 1875	168
<i>Pleurostomella alternans</i> Schwager 1866	169
<i>Pleurostomella bolivinoides</i> Schubert 1911	170
<i>Pleurostomella brevis</i> Schwager 1866	170
<i>Pleurostomella subnodosa</i> Reuss 1860	171
<i>Protelphidium laeve</i> (d'Orbigny) 1955	173
<i>Pullenia bulloides</i> (d'Orbigny) 1846	173
<i>Pullenia quinqueloba</i> (Reuss) 1851	174
<i>Pullenia salisburyi</i> Stewart 1930	176
<i>Pullenia subcarinata</i> (d'Orbigny) 1839	176
<i>Rectobolivina costifera</i> (Cushman) 1936	177
<i>Reussella oligocenica</i> Cushman y Todd 1946	181
<i>Reussella spinulosa</i> (Reuss) 1850	182
<i>Rosalina globularis</i> d'Orbigny 1826	183
<i>Sagrinopsis fimbriata</i> (Millett) 1900	184
<i>Seabrookia rugosa</i> Watanabe 1989	185
<i>Siphonina tenuicarinata</i> Cushman 1927	187
<i>Sigmavirgulina tortuosa</i> (Brady) 1881	186
<i>Siphonodosaria abyssorum</i> (Brady) 1881	188
<i>Stilostomella fijiensis</i> (Cushman) 1931	190
<i>Stilostomella subspinosa</i> (Cushman) 1943	190
<i>Tortoplectella rhomboidalis</i> (Millett) 1899	191
<i>Trifarina bradyi</i> Cushman 1923	192
<i>Tubulogerina vicksburgensis</i> Howe 1930	193
<i>Turrilina alsatica</i> Andreae 1884	193
<i>Uvigerina havanensis</i> Cushman y Bermúdez 1936	194
<i>Uvigerina hispida</i> Schwager 1866	195

<i>Uvigerina peregrina</i> Cushman 18923	196
<i>Uvigerina rippensis</i> Cole 1927	196
3.3.- Diagnósis de las especies de foraminíferos bentónicos	70
Láminas	199

Capítulo 4.- Reconstrucción paleoambiental

4.1.- Aplicaciones de los foraminíferos bentónicos en reconstrucciones paleoambientales	247
4.2.-Evolución de las asociaciones de foraminíferos bentónicos y reconstrucción paleoambiental	
4.2.1.- Sección de Noroña (tránsito Eoceno/Oligoceno)	256
4.2.1.1.-Descripción de las asociaciones	256
4.2.1.2.-Paleobatimetría	261
4.2.1.3.-Interpretación paleoambiental	263
4.2.2.- Sondeo 1263A (tránsito Eoceno/Oligoceno)	269
4.2.2.1.-Descripción de las asociaciones	269
4.2.2.2.-Paleobatimetría	276
4.2.2.3.-Interpretación paleoambiental	278
4.2.3.- Sección de Fuente Caldera (Eoceno terminal-Oligoceno)	286
4.2.3.1.-Descripción de las asociaciones	286
4.2.3.2.-Paleobatimetría	294
4.2.3.3.-Interpretación paleoambiental	296
4.2.4.- Sección de Zarabanda (Oligoceno-Mioceno)	300
4.2.4.1.-Descripción de las asociaciones	300
4.2.4.2.-Paleobatimetría	308
4.2.4.3.-Interpretación paleoambiental	310

Capítulo 5.- Análisis de eventos

5.- Análisis de eventos	317
5.1.- Análisis del evento Eoceno/Oligoceno	318
5.2.- El Evento de Glaciación Oi-1	323
5.3.- El Evento de Glaciación Oi-2	326

5.4.- El límite Rupeliense/Chatiense	328
5.5.- El Evento de Calentamiento del Oligoceno Superior	330
5.6.- Las glaciaciones del tránsito Oligoceno Superior-Mioceno Inicial	331
Conclusiones	339
Bibliografía	345
Anexos	
Anexo 1.- Distribución estratigráfica y abundancia relativa de los taxones de foraminíferos bentónicos en las secciones y sondeo estudiados	391
Anexo 2.- Microhábitats inferidos para los distintos morfogrupos de foraminíferos bentónicos	421

Capítulo 1.
Introducción



1.1. INTRODUCCIÓN

Las Épocas Eoceno y Oligoceno han atraído la atención de numerosos investigadores, principalmente debido a que corresponden a un momento de la historia de la Tierra en el que se registran importantes cambios climáticos. Desde el tránsito Eoceno medio-superior hasta el límite Eoceno/Oligoceno se produjo una transición del clima cálido y sin casquetes de hielo en los polos, típico desde el Cretácico, al clima global más frío y heterogéneo, con casquetes polares, del Oligoceno y Neógeno.

Hasta el momento, la mayoría de los estudios climáticos y oceanográficos del Periodo Paleógeno se han enfocado en intervalos críticos, asociados a extinciones y cambios globales rápidos, tales como los sucedidos en los límites Cretácico/Paleógeno (K/Pg), Paleoceno/Eoceno o Eoceno/Oligoceno. Debido a esta atención prestada a determinados eventos críticos de la historia de la Tierra, los intervalos comprendidos entre estos grandes eventos se han relacionado generalmente con momentos de estabilidad o de cambio gradual. Esto ha llevado a asumir que tras el Óptimo Climático del Eoceno Inferior (cuyas siglas en inglés son EECO; ej., Zachos *et al.*, 2001a) se produjo un deterioro gradual del clima, que resultó en un enfriamiento unidireccional y en el desarrollo de una relevante criosfera en el Ártico y el Antártico, tal y como la que se conoce en la actualidad (Ivany *et al.*, 2003). Sin embargo, estudios detallados de los isótopos del oxígeno ($\delta^{18}\text{O}$) en conchas de foraminíferos bentónicos de medios profundos han revelado que los supuestos cambios graduales en el clima se caracterizan en realidad por rápidas y fuertes fluctuaciones en la temperatura.

El Oligoceno constituye una época de enfriamiento, que posiblemente comenzó con la creación de grandes extensiones de hielo en la Antártida, registrándose variaciones importantes en el nivel del mar (Prothero *et al.*, 2003). No obstante, durante esta época de enfriamiento generalizado se registran en ambos hemisferios una serie de fluctuaciones en la temperatura, incluyendo etapas más cálidas (Evento de Calentamiento del Oligoceno superior, cuyas siglas en inglés son LOWE; Zachos *et al.* 2001a) y etapas más frías (ej. los eventos de enfriamiento o glaciaciones Oi y Mi; Miller *et al.* 1998; Zachos *et al.*, 2001a, 2001b). Se considera que el Oligoceno es un periodo marcado por drásticas oscilaciones climáticas que se registran con frecuencias orbitales (Wade y Pälike, 2004; Pälike *et al.*, 2006), con algunos de los más extremos eventos de

enfriamiento (eventos Oi) registrándose en amplitudes de baja oblicuidad. En el Oligoceno inferior, concretamente en el cron C13n, se alcanzó un máximo enfriamiento global denominado evento de glaciación Oi-1. Nuevos cambios climáticos se registran durante el Oligoceno superior (Chatiense), que se caracteriza por un evento de calentamiento global con varios eventos de glaciación (Oi-2b, Oi-2c) intercalados, que culminarán en el Mioceno inferior con el evento de glaciación Mi1.

Además, el Oligoceno se caracteriza por importantes cambios paleogeográficos. La apertura de los pasos de Drake y de Tasmania separó definitivamente la Antártida de Suramérica y de Australia hace unos 34 Ma, en torno al límite Eoceno-Oligoceno. Estos cambios paleogeográficos generaron una corriente circumpolar (la Corriente Circumpolar Antártica, cuyas siglas en inglés son ACC), que aisló la Antártida mediante un anillo de agua fría, provocando el enfriamiento y glaciación del continente antártico (ej., Zachos *et al.*, 2001a; Miller *et al.*, 2005). Aunque tradicionalmente se ha considerado que el Pasaje de Drake se abrió hace unos 34 Ma, separando la Antártida de Suramérica, estudios posteriores han cuestionado el origen de la ACC al considerar una edad de apertura del Pasaje de Drake más tardía (ver refs. en Barker y Thomas, 2004), lo cual llevó a estos autores a sugerir que la existencia de aguas frías alrededor de la Antártida fue una consecuencia de la glaciación, y no el desencadenante de la misma, siendo posible que la ACC se originara con posterioridad. Por otro lado, y a pesar de que tradicionalmente se ha sugerido que la glaciación en la Antártida se produjo mucho antes que en el hemisferio Norte, dando como resultado la existencia de casquetes polares únicamente en el hemisferio Sur (Zachos *et al.*, 2001a), recientemente se ha propuesto que la glaciación comenzó al mismo tiempo en ambos hemisferios, durante el Eoceno medio-Oligoceno inferior (Moran *et al.*, 2006; Lear *et al.*, 2004; Coxall *et al.*, 2005; Eldrett *et al.*, 2007), o incluso antes (St. John, 2008).

En definitiva, desde el Eoceno medio-superior hasta el Mioceno inferior se registran grandes cambios paleogeográficos y climáticos, que a su vez tuvieron importantes consecuencias sobre la biota. Con el fin de analizar en detalle los cambios paleoambientales ocurridos desde el Eoceno superior hasta el Mioceno inferior, se han analizado las asociaciones de foraminíferos bentónicos (unos excelentes indicadores de las condiciones paleoambientales en el fondo marino) de varias secciones y sondeos a lo largo de los siguientes intervalos:

- Tránsito Eoceno-Oligoceno (incluido el límite Eoceno/Oligoceno).
- Oligoceno inferior y superior, (incluido el límite Rupeliense/Chatiense).
- Tránsito Oligoceno-Mioceno (incluido el límite Oligoceno/Mioceno).

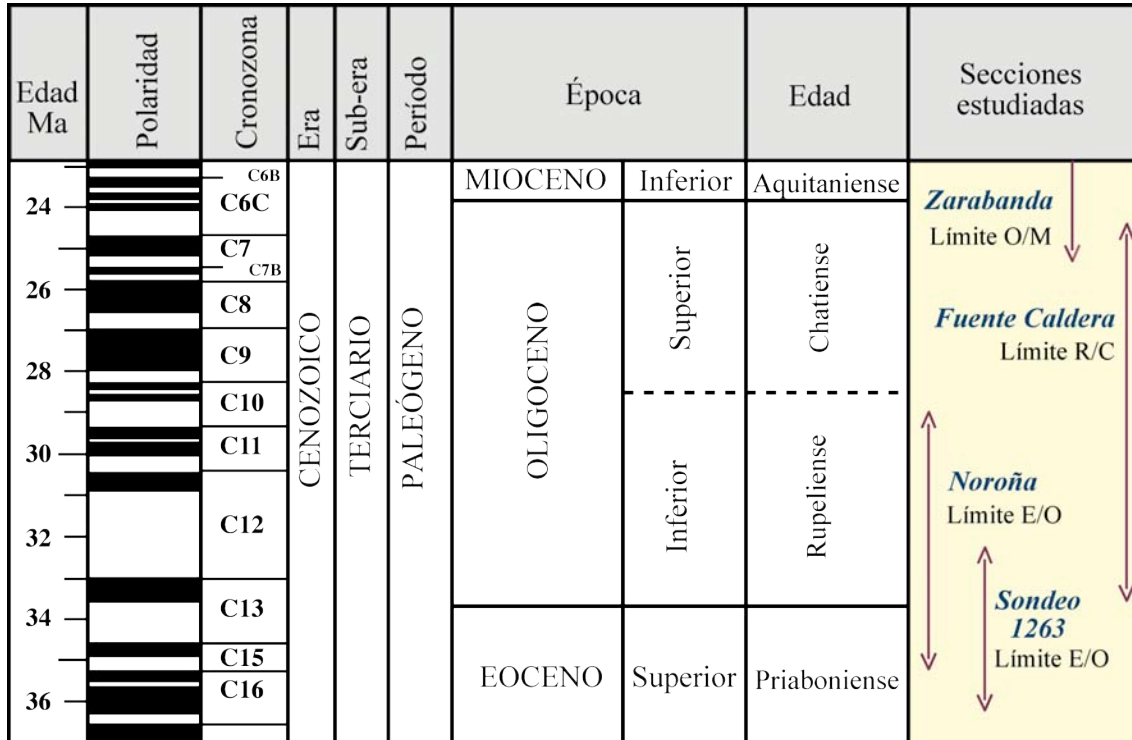


Figura 1.1. Cronoestratigrafía de las secciones estudiadas.

Los foraminíferos bentónicos se vienen empleando desde antiguo para realizar reconstrucciones paleobatimétricas, dado que su abundancia, diversidad, y composición específica muestran tendencias más o menos regulares en función de la profundidad (Murray, 1973; Boltovskoy, 1978; Berger y Diester-Haass, 1988; Van Morkhoven *et al.*, 1986). Además, son una herramienta muy útil para realizar reconstrucciones paleoambientales, y se consideran unos excelentes indicadores de la productividad de los océanos y de la oxigenación de las aguas del fondo (ej., Van der Zwaan *et al.*, 1999; Jorissen *et al.*, 2007).

Para analizar la evolución de las asociaciones de foraminíferos bentónicos y realizar interpretaciones paleoambientales desde el Eoceno superior hasta el Mioceno inferior, se han seleccionado una serie de cortes y sondeos situados en el océano Atlántico y en el área del Tetis:

- Sección de Noroña (Cuba) y el sondeo *Ocean Drilling Program* (ODP) Site 1263 (Atlántico Sur), para analizar el tránsito Eoceno/Oligoceno.
- Sección de Fuente Caldera (España, Cordilleras Béticas), para el Oligoceno inferior y superior, incluido el límite Rupeliense/Chatiense.
- Sección de Zarabanda (España, Cordilleras Béticas), para el tránsito Oligoceno-Mioceno.

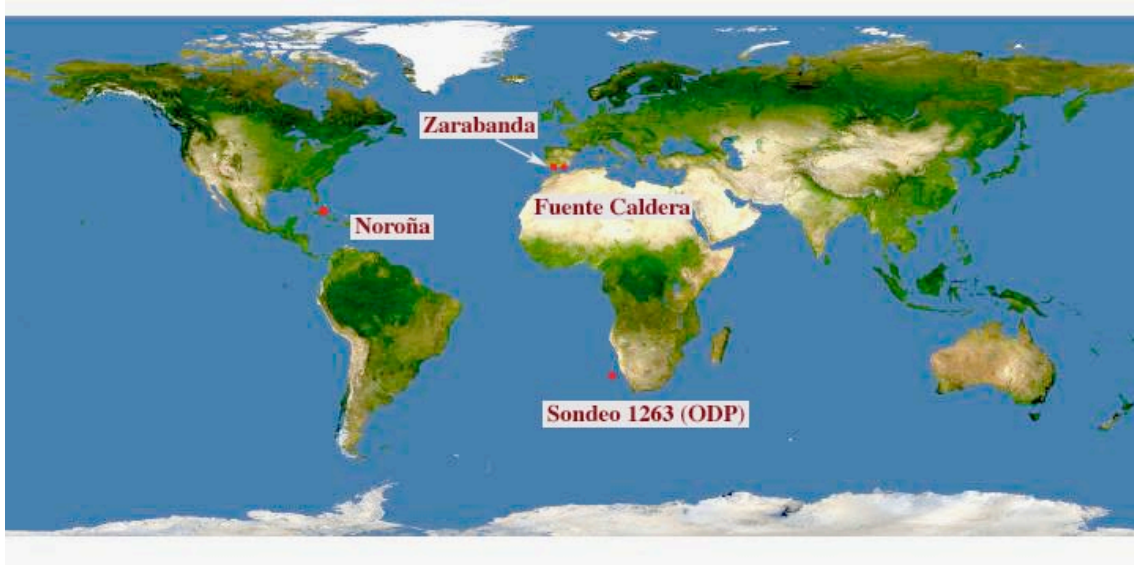


Fig. 1.2. Situación geográfica de las secciones estudiadas.

1.2. OBJETIVOS

Se pretende llevar a cabo un detallado estudio de las asociaciones de microforaminíferos bentónicos y su evolución desde el Eoceno superior hasta el Mioceno inferior, para obtener una visión global de la evolución paleoambiental y de los bioeventos del Paleógeno tardío. Los principales objetivos esta tesis doctoral son los siguientes:

- Estudio taxonómico de los microforaminíferos bentónicos presentes en las secciones estudiadas, seleccionando aquellas especies que destacan por su abundancia o por su interés como marcadores paleobatimétricos o paleoambientales. El análisis taxonómico pretende contribuir a clarificar las confusiones taxonómicas existentes en las especies de foraminíferos bentónicos del Eoceno al Mioceno,
- Análisis cuantitativo de las asociaciones de foraminíferos bentónicos de cada nivel estratigráfico muestreado en los cortes del área del Tetis (sección de Fuente Caldera y Zarabanda), del Atlántico Norte (sección cubana de Noroña), y del Atlántico Sur (ODP Sondeo 1263).
- Análisis de la distribución bioestratigráfica de las especies encontradas en las distintas secciones y sondeo, para determinar los patrones de evolución y extinción de los foraminíferos bentónicos en cada uno de los eventos analizados.
- Deducción de la paleobatimetría a la cual se depositaron los sedimentos del Eoceno superior al Mioceno inferior en los perfiles estudiados. Las inferencias paleobatimétricas se basarán fundamentalmente en el estudio cuantitativo de las asociaciones de foraminíferos bentónicos.
- Estudio paleoecológico de las asociaciones de foraminíferos bentónicos, y reconstrucción de las condiciones paleoambientales existentes en los sectores estudiados desde el Eoceno superior hasta el Mioceno inferior. Se prestará especial atención al estudio de los cambios paleoambientales ocurridos en el fondo marino

durante los tránsitos Eoceno-Oligoceno, Rupeliense-Chatense, y Oligoceno-Mioceno.

- Comparación de la evolución de las asociaciones de foraminíferos bentónicos y las inferencias paleoambientales para cada sección y evento estudiados, con los obtenidos por otros autores en diferentes zonas paleogeográficas, con el fin de integrar datos y mejorar el conocimiento global de cada evento.

1.3. METODOLOGÍA

A continuación se describe la metodología que se ha seguido para alcanzar los objetivos propuestos.

1.3.1. TRABAJOS PREVIOS DE GABINETE

Los trabajos previos de gabinete incluyen una exhaustiva búsqueda bibliográfica. Se han revisado trabajos taxonómicos sobre foraminíferos bentónicos del Paleógeno, labor fundamental para hacer una correcta clasificación de las especies. A pesar de que los trabajos taxonómicos son muy abundantes en la literatura, no existe un consenso en cuanto a la clasificación de las numerosas especies de foraminíferos bentónicos del Paleógeno. Por este motivo, resulta indispensable consultar las descripciones originales de las especies encontradas. Así, se han visitado bibliotecas especializadas como la Biblioteca Todd (en el Museo Nacional Smithsonian de Historia Natural, Washington D.C., Estados Unidos), las bibliotecas de las Universidades de Yale y Wesleyan (Connecticut, Estados Unidos), o la biblioteca Boltovskoy (Museo de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, Buenos Aires, Argentina).

Además, se han revisado trabajos regionales sobre la geología de las zonas de estudio, y otros más generales sobre interpretaciones paleobatimétricas, paleoecológicas y paleoambientales basadas en foraminíferos bentónicos, incluyéndose aquí tanto manuales generales sobre el grupo como artículos más específicos sobre la evolución de los foraminíferos bentónicos en el Paleógeno. Por otro lado, se han estudiado publicaciones más generales sobre la evolución paleoclimática y paleoambiental desde el Eoceno superior hasta el Mioceno inferior, y sobre los distintos límites (Eoceno/Oligoceno, Rupeliense/Chatiense, Oligoceno/Mioceno) estudiados.

1.3.2. TRABAJOS DE CAMPO

Este tipo de trabajos han consistido en el levantamiento de perfiles estratigráficos en cada una de las secciones estudiadas, y la realización de observaciones estratigráficas y sedimentológicas. Paralelamente al levantamiento de los perfiles se

tomaron muestras para realizar posteriormente análisis micropaleontológicos. Las muestras se recogieron a intervalos métricos-decimétricos, excepto alrededor de los límites donde los muestreos fueron más detallados, de resolución decimétrica a centimétrica.

1.3.3. TRABAJOS DE LABORATORIO Y ESTUDIO DE MUESTRAS

Las muestras recogidas en el campo fueron preparadas mediante la técnica del levigado. Esta técnica consiste en disgregar la roca mediante una solución de agua oxigenada (H_2O_2) a una concentración de 10%; una vez disgregado el material, se lava en un tamiz de luz de malla de 63 ó 100 μm . El residuo obtenido de cada muestra se introduce en su vaso correspondiente, que anteriormente habrá sido siglado con las iniciales de la sección y el nivel estratigráfico al que pertenece cada muestra. Posteriormente, se deja secar en un horno a menos de 50°C.

Para realizar el análisis cuantitativo de las asociaciones de foraminíferos bentónicos, las muestras se fraccionaron con la ayuda de un microcuarteador tipo Otto; para asegurar la representatividad de los datos cuantitativos, se separaron alrededor de 300 ejemplares de foraminíferos en cada muestra. Una vez obtenida la muestra representativa, se buscaron otros ejemplares no hallados en esta fracción por ser ejemplares raros y escasos. Todos los foraminíferos bentónicos encontrados fueron fijados a las celdillas micropaleontológicas con goma de Tragacanto, y se depositaron en el Área de Paleontología de la Universidad de Zaragoza.

El tamaño de fracción utilizado para el estudio de los foraminíferos bentónicos ha variado entre 63 a 100 μm , en función de la sección estudiada. Se estudió preferentemente la fracción mayor de 63 μm ; no obstante, en las secciones de Fuente Caldera y Zarabanda se analizó la fracción mayor a 100 μm ya que se pretendía comparar y correlacionar los datos de foraminíferos bentónicos con otros datos de foraminíferos ya existentes en estas secciones. Todos los ejemplares se determinaron, en la medida de lo posible, a nivel de género y de especie. Para la determinación a nivel de especie se estudió la bibliografía recopilada, y se revisó el material tipo de las distintas especies depositadas en la Institución Smithsonian del Museo de Historia Natural (Washington DC, EEUU), y en el Museo de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”

(Buenos Aires, Argentina). Los ejemplares hallados en las secciones estudiadas se compararon, además de con el material-tipo, con otras colecciones destacadas (ej. colecciones de Boltovskoy, Cushman, Van Morkhoven) que se encuentran depositadas en estos museos.

Para una mayor certeza en la clasificación de las especies, se tomaron fotografías de los ejemplares más representativos o mejor conservados. Las fotografías se realizaron con un microscopio electrónico de barrido, en el Servicio de Microscopía Electrónica del Centro Politécnico Superior de la Universidad de Zaragoza. Esta técnica consiste en el recubrimiento de las conchas de los foraminíferos con una fina lámina de oro, y su posterior bombardeo con una lluvia de electrones. La alta resolución obtenida con este método permite observar detalles que con el microscopio óptico binocular pasarían desapercibidos, y que son importantes para una correcta clasificación.

1.3.4. OTROS TRABAJOS DE GABINETE

Para el tratamiento, interpretación y elaboración de los datos obtenidos tanto en el campo como en el laboratorio, se han seguido los siguientes pasos:

- Estudio paleoecológico de las asociaciones de foraminíferos bentónicos por comparación de comunidades fósiles y actuales, así como a través del análisis morfotípico propuesto por Corliss y Chen (1988), y Jones y Charnock (1985). Según estos autores, existe una relación entre la morfología de las conchas de los foraminíferos bentónicos y su posición de vida, su microhábitat y los hábitos alimenticios.

- Realización de gráficos mediante programas de dibujo como el Freehand Mx, Adobe Reader 7.0.7. y Adobe Photoshop 7.0.

- Cálculo del porcentaje de las especies o géneros, y de la diversidad de las asociaciones de foraminíferos bentónicos, datos que son empleados para realizar inferencias paleoambientales. La diversidad de una comunidad es una medida de su complejidad, y puede medirse mediante diversos índices. Los índices utilizados incluyen la riqueza genérica (número de géneros presentes en una muestra) y riqueza específica, que dependen del número de ejemplares estudiados, el índice de diversidad

d-Fisher, y el índice de heterogeneidad de Shannon-Wiener o índice de Shannon H(s). Murray (1991) calculó los valores del índice de Fisher y del índice de Shannon a partir de asociaciones de foraminíferos bentónicos actuales procedentes de diversos ambientes acuáticos. La comparación de dichos valores con los obtenidos en asociaciones de microfósiles puede aportar datos complementarios sobre el paleoambiente, teniendo siempre en cuenta que el valor de estos índices pueden haber variado con respecto a la asociación biológica original debido a causas tafonómicas.

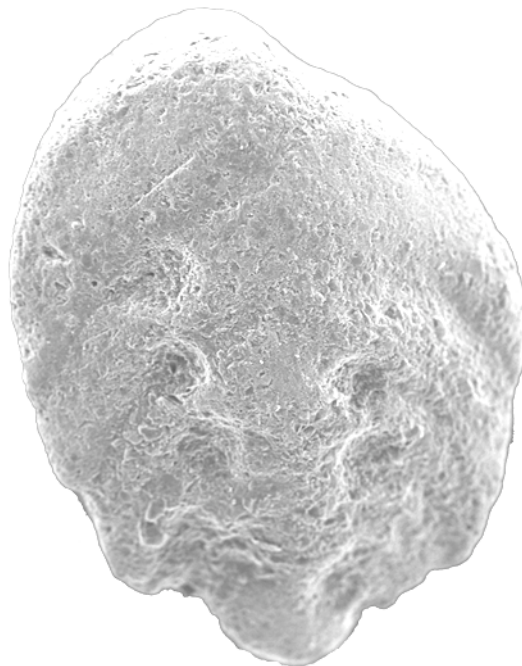
- El análisis de las condiciones paleoambientales basado en foraminíferos bentónicos se fundamenta en la comparación de especies fósiles con especies actuales, hay que tener en cuenta que las asociaciones actuales presentan una ecología compleja y que no es del todo conocida (Murray, 2001), y que las asociaciones actuales pueden actuar de diferente modo a las de épocas anteriores. Las inferencias paleoambientales también se han basado en la agrupación de los foraminíferos bentónicos en distintos morfogrupos, que según Corliss y Chen (1988) son indicativos de los microhábitats ocupados por los foraminíferos, y que a su vez están relacionados con el contenido en carbono orgánico del sedimento en medios profundos. Además, el estudio morfotípico permite inferir parámetros medioambientales como la oxigenación de las aguas o la productividad primaria (ej., Bernhard, 1986; Jorissen *et al.*, 1995).

- La paleobatimetría de los cortes estudiados se ha deducido a partir de las asociaciones de foraminíferos bentónicos. Existen ciertos géneros y especies que se hallan restringidos a unos intervalos de profundidad determinados, por lo que son una herramienta excelente como indicadores paleobatimétricos. La mayoría de las deducciones paleobatimétricas basadas en foraminíferos se llevan a cabo mediante la comparación de las especies y asociaciones fósiles y sus representantes actuales, que se consideran análogas en términos de preferencias ambientales y distribución batimétrica.

- Reelaboración de foraminíferos: en el caso de la sección de Fuente Caldera y Zarabanda, el problema de la reelaboración en los foraminíferos bentónicos es muy importante puesto que puede conducir a interpretaciones erróneas de la paleobatimetría y del paleoambiente. Ante la imposibilidad de utilizar con asiduidad los estudios isotópicos como evidencia de reelaboración, el grado de conservación es el único dato

objetivo para diferenciar los individuos reelaborados de los que no lo son. Este criterio se basa en que un organismo reelaborado presenta un estado de conservación diferente de la norma general. La presencia de foraminíferos cuya edad difiere notablemente de la edad de la asociación en la que se han encontrado, constituye otro criterio de reelaboración. Asimismo, un individuo cuyo hábitat difiera notablemente del de la asociación en la que se encuentra (ej., un foraminífero típico de plataforma somera, hallado en una asociación indicativa de un medio batial profundo), también se ha considerado reelaborado.

Capítulo 2.
Secciones estudiadas



2.1.- ANTECEDENTES CRONOESTRATIGRÁFICOS

En el presente trabajo se han estudiado dos secciones del área de Tetis occidental (Fuente Caldera y Zarabanda), una sección del área del Caribe (Noroña) y un sondeo del Atlántico Sureste (sondeo 1263A). A continuación se introducen brevemente las características crono y bioestratigráficas de cada uno de los pisos estudiados.

EDAD (Ma)	SERIES	PISOS	Polaridad	CRONO-ZONAS	BIOZONAS		POSICIÓN DE LOS ESTRATOTIPOS (Cavelier y Pomerol, 1986)
					FORAMINIFEROS PLANCTÓNICOS	NANOPLANCTON CALCÁREO	
-24	MIOCENO	AQUITANIENSE		C6Br C6Cn1 C6Cn2 C6Cn3 C6Cr	Cruz, 2008	Berggren y Pearson, 2005	Martini (1971)
-25					<i>Paraglobborotalia? kugleri</i>	no estudiado	NN1
-26		CHATIENSE		C7 C7A	<i>Globigerinoides primordius</i>		NP25
-27				C8	<i>Globborotalia ciproensis</i>		
-28				C9	<i>Paraglobborotalia opima</i>		
-29	OLIGOCENO			C10n 1n C10n 2n C10r	<i>Globborotalia angulituralis</i>		NP24
-30				C11	<i>Globborotalia angulituralis</i> <i>Globoquadrina sellii</i>		
-31					<i>Turborotalia ampliapertura</i>		NP23
-32				C12	<i>Pseudohastigerina barbadoensis</i>		NP22
-33				C13n	<i>Hantkenina alabamensis</i>		NP21
-34		PRIBONIENSE		C13r	<i>Globigerinatheka index</i>		NP19-20
-35	EOCENO			C15	<i>Globigerinatheka seminivoluta</i>		NP18
-36				C16			
-37				C17n 1n			

Fig. 2.1. Cronoestratigrafía y bioestratigrafía desde el Eoceno superior hasta el Mioceno inferior.

2.1.1. EOCENO: PRIABONIENSE

El piso Priaboniense (Eoceno superior) fue definido por Munier-Chalmas y De Lapparent (1893) en las capas ubicadas en la localidad de Priabona (Vicentin, Noreste de Italia). Cita (1969) enmendó este piso y lo correlacionó con las biozonas de los foraminíferos planctónicos P15, P16 y P17. Posteriormente, Berggren *et al.* (1985) propusieron el Bartonense como el piso inferior al Priaboniense y éste incluido en el Eoceno superior, tal como se aplica en la actualidad para los sedimentos marinos. En relación con los nanofósiles calcáreos, Cavelier y Pomerol (1986) correlacionaron el Priaboniense con las Biozonas NP18, NP19-20 y la parte inferior de NP21. El Priaboniense tiene su equivalente continental con el piso Ludense, definido en la Cuenca de París (Cavelier y Pomerol, 1986). En la actualidad la Subcomisión Internacional de Estratigrafía del Paleógeno (ICS) y la Comisión Internacional de Estratigrafía (ISPS) aceptan el Priaboniense como el piso representante del Eoceno superior.

El Priaboniense ha sido incluido en el Cron magnético de polaridad 18n.2n, y datado en $39,9 \pm 11$ Ma. Para la datación de este piso del Eoceno superior se utilizaron las capas basales del estratotipo, relacionadas con el límite basal de la Biozona E13 de los foraminíferos planctónicos de Berggren y Pearson (2005). Por otro lado, Cruz (2008) estableció la biozonación del Priaboniense para las Cordilleras Béticas en las biozonas de *Globigerinatheka semiinvoluta* (parte superior), *Globigerinatheka index* y *Hantkenina alabamensis*.

A techo del Priaboniense se produjo un evento global desde el punto de vista bioestratigráfico, cronoestratigráfico y paleoambiental, que estableció el final de toda una época (Eoceno). Como respuesta a estas importantes variaciones geológicas y paleoambientales, quedaron registrados a techo del Priaboniense los últimos registros (DURs) de numerosas especies de foraminíferos planctónicos: *Globigerinatheka*, *Turborotalia cerroazulensis-cocoaensis-cunialensis*, *Hantkenina* y *Cribrorhantkenina*, patrón que se ha interpretado como un episodio de extinción gradual rápido (Molina 1986; Gonzalvo, 2002; Molina *et al.*, 2006; Cruz, 2008).

2.1.2. LÍMITE EOCENO/OLIGOCENO

El límite Eoceno/Oligoceno se sitúa en el corte estratigráfico (GSSP) de Massignano (Italia), a 10 km al Sur de la ciudad de Ancona (Premoli Silva *et al.*, 1988). El límite E/O fue definido en el metro 19 de este corte, localizado en la biozona de nanoplancton calcáreo NP21 de Martini (1971) coincidiendo con el último registro de los géneros de foraminíferos planctónicos *Cribrohantkenina* y *Hantkenina*, al final de la Biozona P17 de Berggren *et al.* (1995) y el Cron magnético de polaridad 13r.1 (fig. 2.1).

La datación radiométrica del K-Ar y ^{40}Ar - ^{39}Ar obtenida para la sección de Massignano proporciona una edad de $34,6 \pm 0,3$ Ma en el metro 14,7 por encima de la base de la sección. Por extrapolación, se estimó que la edad del límite situado en el metro 19 de la sección, sería de aproximadamente 34 Ma (Premoli-Silva y Jenkins, 1993). En la escala magnetocronológica o escala de tiempo de polaridad geomagnética (GPTS) de Cande y Kent (1995) se propone una calibración del límite Eoceno/Oligoceno en 33,7 Ma (Berggren, 1992).

En 1970, gran parte de los especialistas en foraminíferos planctónicos acordaron situar el límite Eoceno/Oligoceno en el biohorizonte de extinción de la última asociación de foraminíferos planctónicos típica del Eoceno (*Cribrohantkenina*, *Hantkenina*, *T. cerroazulensis* sl., etc.). Según Stainforth (1975), esta propuesta clásica ha resistido a las revisiones actuales por coincidir con la extinción de taxones de foraminíferos planctónicos tan característicos como la familia Hantkeninidae, el género *Globigerinatheka* y la especie *Turborotalia cerroazulensis* (sl.). Martínez-Gallego y Molina (1975) y Molina (1979, 1986) establecieron el techo del Eoceno para las Cordilleras Béticas por una extinción gradual rápida de las taxones eocenos más típicos; en primer lugar lo harían las últimas especies de *Hantkenina* y *Turborotalia cerroazulensis* sl., e inmediatamente después lo harían representantes del género *Cribrohantkenina* y la especie *Pseudohastigerina micra*. Otro autores sugirieron la utilización de los últimos registros de los géneros *Hantkenina*, *Cribrohantkenina* y de la especie *Globigerinatheka tropicalis* como criterio principal para determinar el límite Eoceno/Oligoceno (Nocchi *et al.*, 1985).

Existe una gran controversia sobre el uso del último registro de *Hantkenina* como indicador del límite E/O, ya que este género es de escasa abundancia en el registro micropaleontológico (Brinkhuis, 1992). El horizonte donde se encuentra el cambio del $\delta^{18}\text{O}$ en los foraminíferos bentónicos se data en 400 mil años tras el límite Eoceno/Oligoceno, con una edad aproximada de 33,3 Ma, denominado evento de glaciación Oi-1 (Miller *et al.*, 1991). Este evento coincide probablemente con la mayor glaciación Antártica (Zachos *et al.*, 2001), y se encuentra relacionado con un descenso del nivel eustático (secuencia TA 4.3/4.4 de Haq *et al.*, 1987). Algunos investigadores demostraron que el último registro del género *Hantkenina* no se correlacionaba con el prominente cambio del $\delta^{18}\text{O}$ en foraminíferos bentónicos identificado a nivel mundial sino con el límite Eoceno/Oligoceno (Brinkhuis y Visscher, 1995; Zachos *et al.*, 2001). Por otro lado, Mourik y Brinkhuis (2005) demostraron la sincronidad del horizonte Oi-1 con el último registro del dinocístico *Areosphaeridium diktyoplokum* en la parte media de la Cronozona C13n. Por esta razón, estos autores han propuesto la utilización de este horizonte-guía para la correlación global con el evento de glaciación Oi-1, en contra del último registro de *Hantkenina*.

2.1.3. OLIGOCENO

El Oligoceno fue introducido por Beyrich (1854) para denominar una serie de capas emplazadas entre las capas típicas del Eoceno y del Mioceno al norte de Alemania y Bélgica. Esta serie incluye las capas del Latdorfiense para el Oligoceno inferior, las arenas de Magdeburg y Septarian y las arenas de Stettin para el Oligoceno medio, y las arenas marinas de Kassel para el Oligoceno superior.

En 1970, el Oligoceno fue dividido en tres pisos: el Latdorfiense (parte inferior), el Rupeliense (parte media) y el Chatiense (parte superior). Posteriormente, en 1980 la Comisión Internacional de Estratigrafía acordó subdividir el Oligoceno en dos pisos: el Rupeliense (Oligoceno inferior) y el Chatiense (Oligoceno superior).

- *Rupeliense*

El piso Rupeliense (Oligoceno inferior) fue definido por Dumont (1850) en una sección al Noreste de Bélgica. El estratotipo se divide en dos unidades litoestratigráficas: la parte inferior que está constituida por la Formación Bilzen (capas de arcillas arenosas poco gruesas) y la parte superior correspondiente a la Formación Boom (arenas muy arcillosas con bivalvos del género *Nucula* y arcillas esquistosas fosilíferas de Rupelmonde, de Boom y de Hasselt). El Rupeliense fue enmendado por Van den Broek (1883), y posteriormente revisado por Vandenberghe (1981) y Vandenberghe *et al.* (1998).

Este piso incluye las biozonas de foraminíferos planctónicos P18, P19, P20 (Cavelier y Pomerol, 1986) y la mayor parte de P21 (Berggren, 1969, Blow, 1969 y 1979), y con respecto al nanoplanctón calcáreo incluye las biozonas NP22, NP23, y parte de la biozona NP24 (Martini, 1971). El estratotipo del Rupeliense ha sido objeto de numerosos estudios micropaleontológicos, como los estudios de dinocistidos de la Formación Arcillas de Boom (Stover y Hardenbol, 1994) y los estudios de nanofósiles calcáreos (Sturbaut, 1986, 1992), foraminíferos bentónicos (Grimm y Sturbaut, 2001) y foraminíferos planctónicos (Hooyberghs, 1983; Hooyberghs *et al.*, 1992). También se han realizado estudios cicloestratigráficos en la Formación Boom (Van Echelpoel y Weedon, 1990; Vandenberghe *et al.*, 1997), estudios quimioestratigráficos (Laenen, 1997) y magnetoestratigráficos (Lagrou, 2001). Recientemente, Van Simaey y Vandenberghe (2006) realizaron una síntesis de la sección tipo del Rupeliense.

Los eventos más importantes desde el punto de vista bioestratigráfico en la parte inferior del Rupeliense son los primeros registros de las especies de foraminíferos planctónicos *Globoquadrina tapuriensis* y *Catapsydrax dissimilis* (Molina, 1979; Gonzalvo, 2002) y *Paragloborotalia opima*. El primer registro de la especie *Catapsydrax dissimilis* ha sido relacionado con el límite Eoceno/Oligoceno en la sección de Fuente Caldera (Molina, 1979 y 1986). Finalmente el primer registro de *Paragloborotalia opima*, al que se le dio inicialmente una gran importancia bioestratigráfica, se considera actualmente como un horizonte diacrónico (Wade *et al.*, 2007).

El Rupeliense representa el Oligoceno inferior, y se sitúa entre las Cronozonas C13r y C10n según Berggren y Pearson (2005), o entre las Cronozonas C12 y C10n según Gradstein *et al.* (2004).

- Límite Rupeliense/Chatiense

Para situar el límite Rupeliense/Chatiense en regiones tropicales, subtropicales y de latitudes altas del hemisferio sur se han utilizado los foraminíferos planctónicos y, en concreto, la última aparición de la especie *Chiloguembelina cubensis*. Por otro lado, en la cuenca del mar del Norte se han empleado tanto foraminíferos bentónicos (Grimm y Steurbaut, 2001) como dinocístidos (Van Simaey, 2004). Los estudios en esta cuenca se han centrado en los estratotipos Rupeliense (localizado en el Noroeste de Bélgica, cerca de Anvers) y Chatiense (localizado en el Noroeste de Alemania, cerca de Kassel). En estas secciones, el límite Rupeliense/Chatiense se encuentra en la base del máximo apogeo de la especie de los foraminíferos bentónicos *Asterigerinoides guerichi*, conocido como el Horizonte de *Astigerina* y relacionado con los primeros registros de *Elphidium subnodosum* y *Protelphidium roemeri*. Estos biohorizontes reconocidos en la cuenca del mar del Norte permiten identificar el límite Rupeliense/Chatiense en esta región y se han interpretado como indicadores de un cambio paleoclimático abrupto, probablemente relacionado con la llegada de aguas superficiales cálidas. Este evento podría correlacionarse con el evento de calentamiento del Oligoceno superior detectado globalmente (LOWE; Pekar *et al.*, 2006; Villa y Persico, 2006), cuya edad aproximada es de 26 Ma. Sin embargo, la falta de estudios magnetoestratigráficos y bioestratigráficos con nanofósiles calcáreos no ha permitido datar con precisión el Horizonte de *Asterigerina* e incluirlo en la escala de tiempo. Además, los estratotipos no son secciones continuas y por lo tanto no pueden ser candidatas para colocar el GSSP del límite Rupeliense/Chatiense (Coccioni *et al.*, 2008).

Van Simaey (2004) propuso la última aparición del dinocístido *Artemisiocysta cladodichotoma* como marcador del límite Rupeliense/Chatiense en la cuenca del mar del Norte, y sugirió utilizar el mismo biohorizonte para la cuenca mediterránea, asumiendo que los últimos registros de *Distatodinium biffi* y *Artemisiocysta cladodichotoma* son isócronos en el mar del Norte y en el Tetis. Sin embargo, en la

secciones de la parte central de Italia (particularmente en la sección de Cagnero), estos dos biohorizontes se encuentran bien calibrados, situándose respectivamente en la parte inferior (~27,9 Ma) y superior (~26,7 Ma) de la Cronozona C9. Los dos biohorizontes-guía de dinocístidos son importantes en la correlación de las secuencias del mar del Norte con la región del mar de Tetis y por consiguiente con el resto de secciones a nivel global.

Berggren *et al.* (1985) situaron el límite Rupeliense/Chatiense en el último registro de *Chiloguembelina cubensis* en la Cronozona C10n, coincidiendo con el límite NP23/NP24 de nanoplancton calcáreo, con una edad aproximada de 30 Ma. Berggren y Miller (1988) sugirieron este biohorizonte-guía como aplicable en regiones subtropicales, y más tarde Berggren (1992) comprobó su utilidad en secciones de latitudes altas del hemisferio Sur. Berggren y Pearson (2006) reconocieron la presencia esporádica de *Ch. cubensis* en niveles estratigráficamente más altos al Cron C10n, lo cual permitió modificar el criterio para definir el límite superior de la Biozona P21a (Biozona O4) situándolo en la Subcronozona C10n.1n, con una edad aproximada de 28,5 Ma. Por otro lado, Gradstein *et al.* (2004) da una edad para el límite Rupeliense/Chatiense de 28,4 Ma. Todas estas publicaciones reflejan la gran controversia existente para datar este límite.

El grupo de trabajo de estratigrafía integrada del Oligoceno (OLIS) propuso tres secciones (Pieve d'Accinelli, Monte Cagnero y Contessa) ubicadas en la Formación pelágica de Scaglia-Cinerea (región de Umbria-Marche centro de Italia) como candidatas para la definición del GSSP. Estas tres secciones se caracterizan por presentar capas volcánicas que han podido ser datadas, y abundantes foraminíferos planctónicos y bentónicos que han permitido realizar la biozonación; también se han podido realizar estudios magnetoestratigráficos e isotópicos. La combinación de todos estos datos estratigráficos, las condiciones de accesibilidad y su continuidad, llevaron a Coccioni *et al.* (2008) a proponer la sección de Monte Cagnero como la mejor candidata para el GSSP del límite Rupeliense/Chatiense. Este límite en la sección de Monte Cagnero está marcado por la última aparición común (LCO, *last common occurrence*) de *Chiloguembelina* en la base de la Biozona P21b de Berggren *et al.* (1995) y por el horizonte paleoclimático Oi-2a de Miller *et al.* (1998), y tiene una edad estimada de $28,4 \pm 0.2$ Ma.

- *Chatiense*

El Chatiense fue definido por Fuchs (1894) en secciones cercanas a Kassel, Doberg y Sternberg en Alemania, y a Ormoy en la cuenca de París, sin especificar las localidades ni secciones estudiadas. Posteriormente, Görges (1957) seleccionó el perfil de Doberg (Westfalen) como estratotipo del Chatiense y realizó estudios micropaleontológicos sobre las asociaciones de foraminíferos bentónicos (Indans, 1965; Grossheide y Trunkó, 1965; Kaeffer y Oekentorp, 1970), nanofósiles calcáreos (Martini y Müller, 1975) y dinocístidos (Von Benedek, 1975). La sección tipo tiene unos 67 metros de espesor y consiste en una intercalación de margas arenosas ricas en glauconita y areniscas margosas, con algunas capas arcillosas intercaladas. Además, presenta abundantes macrofósiles, como gasterópodos, bivalvos y equinodermos.

Berggren *et al.* (1985) sugirió que el Chatiense correspondía a la parte superior del Oligoceno y que poseía una duración de 4,7 Ma. El límite inferior del Chatiense se sitúa en la Cronozona C10n (~30 Ma) y su límite superior coincide con la última aparición de *Paragloborotalia? kugleri* y de *Reticulofenestra bisecta*, dentro de la Cronozona C6Cn (~23,7 Ma).

Las capas más bajas de la base del Chatiense en Doberg son conocidas como el Horizonte de *Asterigerina*, cuya base presenta un acmé de la especie *Asterigerinoides guerichi* (Van Simaey *et al.*, 2004) y se registra en toda la cuenca del mar del Norte (Indans, 1965; Ellermann, 1958; Doppert y Neele, 1983; Ulleberg, 1987; King, 1989). En coincidencia con este evento, aparecen los primeros registros de las especies de los foraminíferos bentónicos *Elphidium subnodosum* y *Protelphidium roemi* (Van Simaey *et al.*, 2004).

El límite superior del estratotipo del Chatiense, según diferentes autores se sitúa en la parte superior de la Biozona N1 (Berggren, 1969) o en la parte inferior de la misma (Blow, 1969), no coincidiendo su techo con ningún biohorizonte-guía de interés.

2.1.4. LÍMITE OLIGOCENO/MIOCENO

El Comité del Neógeno Mediterráneo reunido tanto en Viena (1959) como en Berna (1964), aconsejaron correlacionar el límite Oligoceno/Mioceno con el límite Chatienense/Aquitaniense. En 1968, el Programa de Correlaciones Geológicas Internacionales reconoció la base del corte del Molino de Bernachon (sección tipo del Aquitaniense) como el inicio del Mioceno (Anglada, 1971).

El límite cronoestratigráfico del Oligoceno/Mioceno no se caracteriza por presentar algún bioevento importante, sino que está relacionado con un cambio menor en el grado de renovación biótica (extinción y aparición de especies) de los grupos micropaleontológicos, especialmente de los foraminíferos planctónicos.

El límite Oligoceno/Mioceno se situó en la primera aparición de la especie de los foraminíferos planctónicos *Paragloborotalia? kugleri* sl. (Poore, 1984). La primera aparición de esta especie es confusa, ya que se ha registrado tanto en la cronozona C7r (Poore, 1984) como en la cronozona C6r (Lowrie *et al.*, 1982). Berggren *et al.* (1985) escogieron la primera aparición de la especie *Paragloborotalia? kugleri* y el último registro de *Reticulofenestra bisecta* (coincidentes en la parte media de la Cronozona C6CN) como criterio para situar el límite Oligoceno/Mioceno, con una edad estimada de 23,7 Ma. La mayoría de los autores están de acuerdo con que el límite Oligoceno/Mioceno se sitúe en el DPR de *Paragloborotalia? kugleri* sl. (Spezzaferri, 1991, 1995; Steininger 1994; Berggren *et al.*, 1995; Berggren y Pearson, 2005).

González Donoso y Molina (1979) propusieron al grupo de trabajo del límite Paleógeno/Neógeno, el corte de El Navazuelo (Granada) de las Cordilleras Béticas como hipoestratotipo del límite Oligoceno/Mioceno. Estos autores utilizaron la primera aparición de *Globorotaloides primordius* como marcador del límite. Sin embargo, actualmente este criterio no se utiliza para reconocer el límite Oligoceno/Mioceno, ya que muchos autores registraron la primera aparición de *Globorotaloides primordius* en el Oligoceno terminal (Stainforth *et al.*, 1975; Lamb y Stainforth, 1976; Berggren *et al.*, 1985; Iaccarino, 1985; Premoli Silva y Spezzaferri, 1990; Spezzaferri y Premoli Silva, 1991; Spezzaferri, 1992 y 1994).

Steininger (1994) propuso la sección de Carrioso-Lemme (noreste de Italia) como candidata para el GSSP del límite Oligoceno/Mioceno, situándolo en el límite

entre los Cronos C6Cn.2n/ C6Cn.2r. La I.C.S. ratificó en 1996 el GSSP de la base del Sistema Neógeno, de la base del Mioceno y por tanto de la base del Aquitaniense en la sección de Lemme-Carrosio (Villa de Carrosio, Norte de Gerona, Italia). El límite Oligoceno/Mioceno está situado en la unidad litológica B2 de la Formación Rigoroso en el corte estratotípico, constituida por una alternancia de limolitas y de capas pelíticas más arcillosas de colores amarillos y naranjas. El límite Oligoceno/Eoceno se situó en el metro 35 del corte estratotípico, coincidiendo con la base de la Cronozona C6Cn.2n, la primera aparición de la especie *Paragloborotalia? kugleri*, la base de la Biozona NN1 y cerca de la última aparición del nanofósil calcáreo *Reticulofenestra bisecta*.

Se ha estimado una edad para el límite Oligoceno/Mioceno de unos 23,8 Ma, situado en el Cron C6Cn.2n/r (Cande y Kent, 1992; Groot *et al.*, 1989) y unos 23,7 Ma por Berggren *et al.* (1985). Aunque el estudio con métodos astrocronológicos lo calibró en 22,9 Ma (Shackleton *et al.*, 2000; Pälike y Shackleton, 2003), los métodos biomagnetoestratigráficos y radioisotópicos estimaron una edad de 24 Ma (Naish *et al.*, 2001; Wilson *et al.*, 2002) y la escala de tiempo geológica de Gradstein *et al.* (2004) y Luterbacher *et al.* (2004) dió una edad para este límite de 23,03 Ma.

2.1.5. AQUITANIENSE

El estratotipo del Aquitaniense fue propuesto por Dollfus en 1909 y ratificado en la reunión del comité del Neógeno Mediterráneo en Viena (Austria) en 1959 (Vigneaux y Marks, 1971). Este piso constituye una intercalación de calcarenitas grises, arcillas ligeramente arenosas grises, calizas margosas y calizas lacustres pertenecientes en las secciones del Molino de Bernachon, de Lariey y del Molino de la Église (Saucats y La Brède, Aquitania, Francia). Estudios realizados en el área-tipo del Aquitaniense permitieron reconocer que durante el Aquitaniense se produjo una gran renovación de la fauna de moluscos, coincidiendo con el comienzo de una transgresión (Peyrot, 1933).

El estratotipo del Aquitaniense no coincide con ningún biohorizonte correlacionable a escala mundial, ya que la base del estratotipo del Aquitaniense se sitúa en la biozona N4 (Biozona M1 de Berggren *et al.*, 1995) y no en la base de la misma como fue propuesto por Jenkins (1963) y Anglada (1971). Berggren *et al.* (1985) indicó que el Aquitaniense corresponde a la parte inferior del Mioceno y posee una duración

de 2,28 Ma. El Aquitaniense está delimitada en su base por la última aparición de *Paragloborotalia? kugleri* (Subzona de *Globorotaloides primordius*; M1a de Berggren *et al.*, 1995) y en su techo con la primera aparición de la especie *Globoquadrina dehiscens* en la parte media de la cronozona C6Br, con una edad estimada de 23,2 Ma.

2.2. SECCIONES DE FUENTE CALDERA Y ZARABANDA (ESPAÑA)

2.2.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE FUENTE CALDERA Y ZARABANDA

La sección de Fuente Caldera se sitúa en la provincia de Granada, en el término municipal de Pedro Martínez a 6,5 km al Norte del cerro Mencal. Esta sección aflora en el barranco del Gavilán, a un kilómetro en dirección NE del cortijo de Fuente Caldera. En la carretera que une el municipio de Pedro Martínez y Villanueva de las Torres, hay un camino que se desvía en dirección al cortijo de Fuente Caldera donde se encuentra ubicada la sección estudiada.

Las coordenadas UTM de la sección de Fuente Caldera son en la base 30SVG836571 y en el techo 30SVG835575, tomadas sobre el mapa 1:50.000 de Huelma (970) del Mapa Militar de España (fig. 2.2).

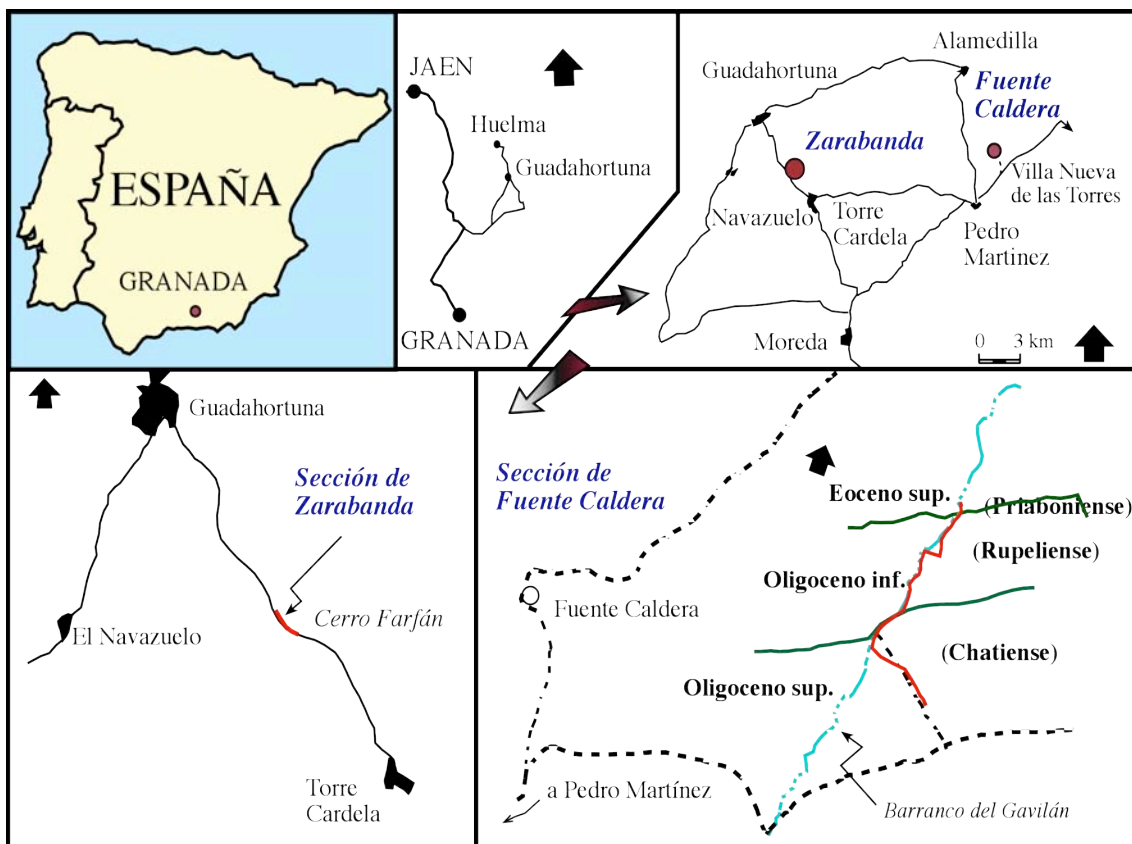


Fig. 2.2. Situación geográfica de la sección de Fuente Caldera y Zarabanda.

La sección de Zarabanda se sitúa en la provincia de Granada, en el término municipal de Guadahortura a unos 4 km al Suroeste de esta localidad, en la carretera nacional 324, dirección Jaén-Almería (N-S), entre los pueblos de Guadahortuna y Torre Cardela.

Las coordenadas UTM de la sección de Zarabanda son en la base 37°31'23.96''N y 3°22'29.06''O y en el techo 37°31'20.70''N y 3°22'26.04''O, tomadas sobre el mapa 1:50.000 de Huelma 20-39 (970) del Mapa Militar de España (fig. 2.2).

2.2.2. SITUACIÓN GEOLÓGICA DE LAS SECCIONES DE FUENTE CALDERA Y ZARABANDA

Las cordilleras Béticas son un conjunto montañoso con dirección O-SO a E-NE, que se extiende desde el Golfo de Cádiz hasta las costas meridionales de la provincia de Valencia. Estas cordilleras se caracterizan por su importante grado de deformación, relacionado con su ubicación en una zona tectónicamente activa; dicha actividad se ha relacionado con la existencia de microplacas pertenecientes a las grandes placas de Europa, Iberia y África (Andeweg, 2002) (fig. 2.3).

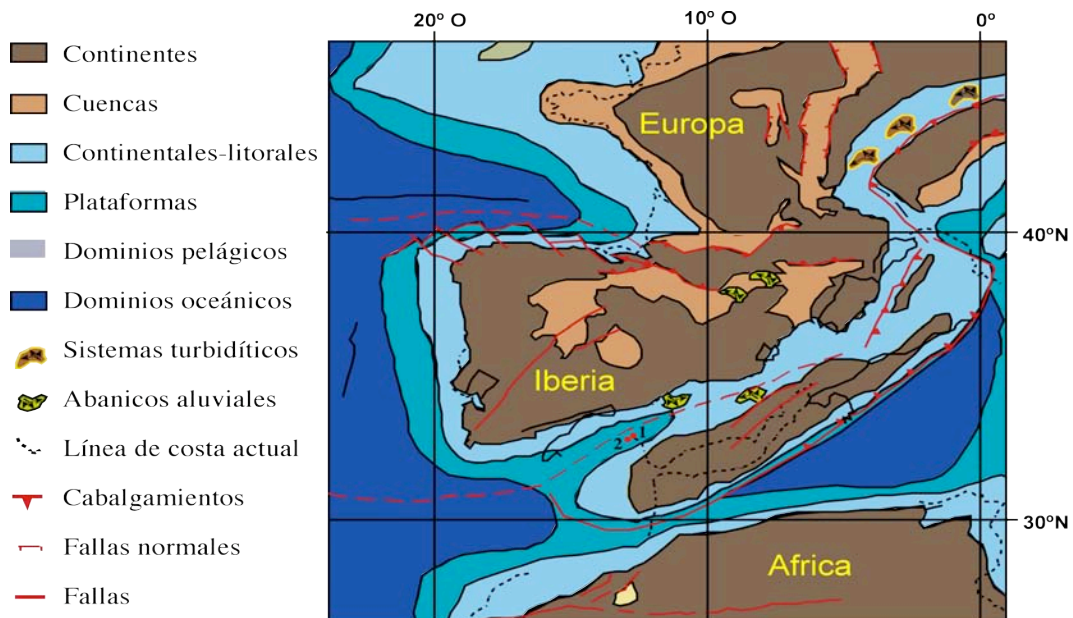


Fig. 2.3. Situación paleogeográfica de la Península Ibérica y de la parte Oeste del mar Mediterráneo para el Eoceno superior (Priabonense), hace 36 Ma. Modificada de Andeweg (2002).

Tras la formación del Paleomargen Sub-Ibérico en el Mesozoico, durante el Paleoceno y hasta el Mioceno inferior se depositaron en la zona Subbética sedimentos margosos, progresivamente más pelágicos y profundos hacia la parte distal del margen, aunque hay que destacar que en muchos sectores se intercalaron turbiditas carbonatadas ricas en macroforaminíferos. En el borde meridional del Subbético Medio, donde se sitúan las secciones de Fuente Caldera y Zarabanda, comenzó la erosión y el redepósito de las formaciones mesozoicas a gran escala. Esta situación se produce en un momento tectónico sinorogénico, con elevación de unos sectores de la cuenca que son rápidamente erosionados en un ambiente submarino, siendo los productos de la erosión redepositados en las depresiones adyacentes en forma de turbiditas y olistostromas. Las secciones de Fuente Caldera y Zarabanda se situaban en un surco de la cuenca subsidente que constituyó el Subbético Medio. Esta evolución sinorogénica culminó al final del Burdigaliense inferior con el cabalgamiento del Complejo de Gibraltar sobre las Zonas Externas (Penibético en particular) y con un plegamiento generalizado de las regiones subbéticas, pero no tanto de las prebéticas.

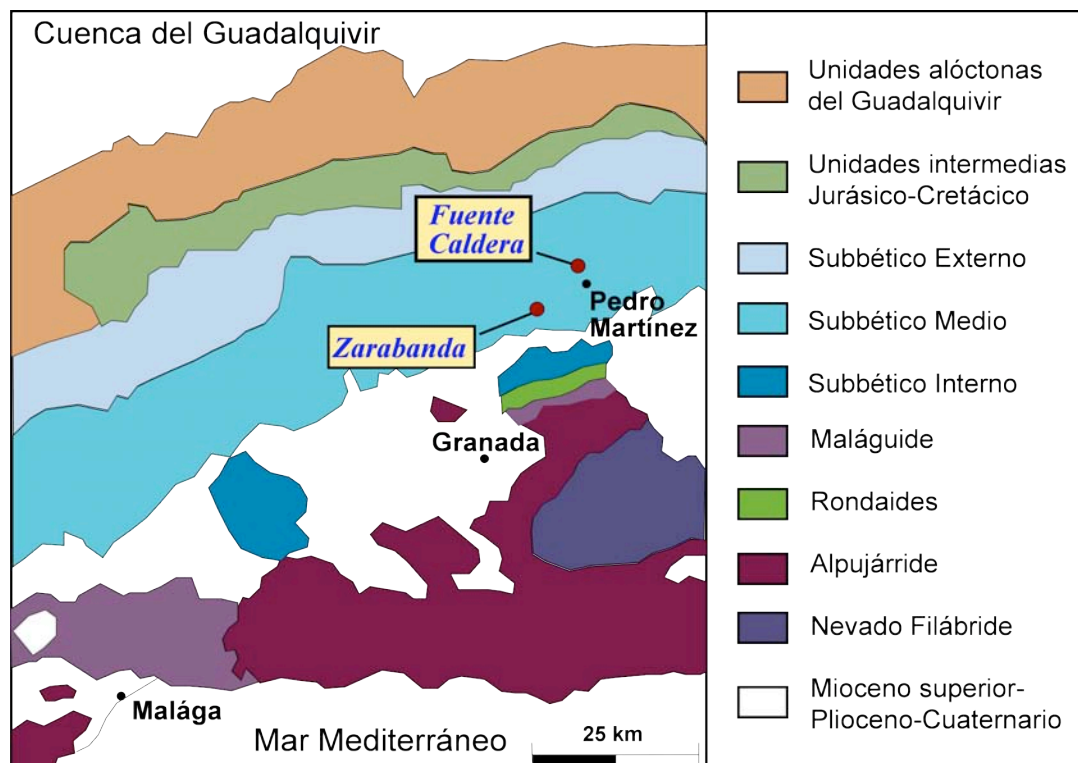


Fig. 2.5. Afloramientos del Subbético en el sector central de la Cordillera Bética, modificado de Molina *et al.* (1986).

Durante el Mesozoico, en el Sureste peninsular predominaron condiciones tectónicas de carácter distensivo, lo que ocasionó que en algún momento del Jurásico apareciera un brazo de mar de dirección aproximada E-O que separaba la microplaca de Alborán de la placa de Iberia. Esta situación continuó hasta el Cretácico; desde finales de esta época y hasta el Mioceno inferior el movimiento del borde de Alborán se invierte y pasa a ser de SE al NO, dando origen a las zonas Internas Béticas y a la estructuración tectónica de la cordillera (Vera, 2000; Andeweg, 2002).

Las cordilleras Béticas se dividen en dos grandes unidades geológicas: al Norte se encuentran las llamadas zonas Externas, donde se depositaron materiales del Mesozoico y Cenozoico correspondientes al paleomargen continental de la placa Ibérica. Al Sur se encuentran las llamadas zonas Internas, cuyos materiales corresponden en su mayor parte a la microplaca de Alborán. Entre estas dos unidades se distingue una zona Intermedia, con características sedimentarias híbridas.

Las zonas Externas Béticas están formadas por un conjunto de unidades estratigráficas que se depositaron en el margen meridional de la placa Ibérica, y que se dividen en dos unidades: la zona Prebética, correspondiente a la parte más proximal del margen continental meridional ibérico, y la zona Subbética, situada al Sur y que corresponde a la parte distal de dicho margen continental (Vera *et al.*, 1982). Las secciones estudiadas (Fuente Caldera y Zarabanda) se sitúan en la zona Subbética. En la zona Subbética se pueden diferenciar tres grandes subdominios alargados en dirección OSO-ENE, denominados Subbético Externo (más septentrional), Subbético Medio, donde se encuentra tanto la sección de Fuente Caldera como la sección de Zarabanda, y Subbético Interno, el más meridional (García-Dueñas, 1967) (figs. 2.4 y 2.5).

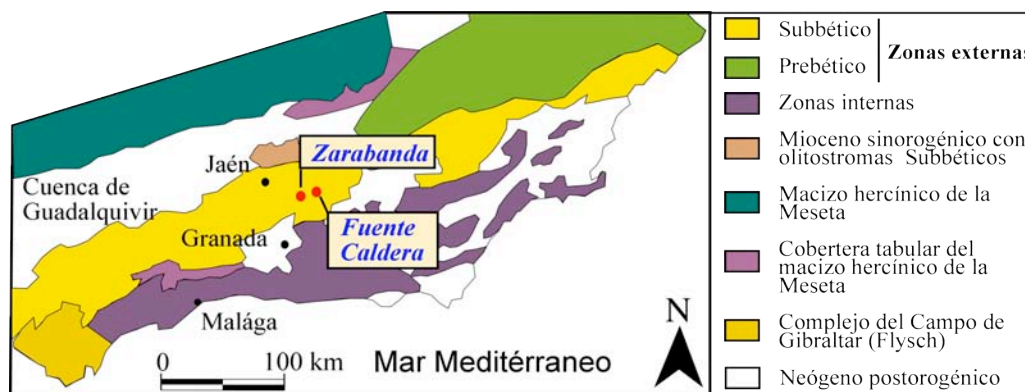


Fig. 2.4. Mapa geológico de la Cordillera Bética, modificada de Vera (2000).

En la sección de Fuente Caldera, tanto en el Oligoceno inferior como en el Eoceno medio-superior, se han reconocido varios olistostromas relacionados con paleopendientes tectónicamente activas y un ámbito de sedimentación próximo a la base del talud (Comas *et al.*, 1985). Sin embargo, la serie del Eoceno inferior no presenta ningún olistostroma y predominan las margas hemipelágicas sobre las turbiditas calcáreas, propias de medios marinos relativamente profundos a los que acceden las corrientes de turbidez procedentes de relieves más someros adyacentes, probablemente de las plataformas del Prebético (figuras 2.4 y 2.5).

En la Sección de Zarabanda no se han encontrado olistostromas, aunque predominan las turbiditas calcáreas sobre las margas hemipelágicas, lo que indica una menor actividad tectónica en el Oligoceno superior y en el Mioceno inferior, a diferencia de lo que ocurría en el Oligoceno inferior de la sección de Fuente Caldera.

2.2.3. PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y MUESTREO DE LA SECCIÓN DE FUENTE CALDERA

La sección Fuente Caldera se sitúa en el flanco Norte de un sinclinal de dirección ENE-OSO, cuyo núcleo está delimitado por dos colinas: cerro Caldera y Maquina. Este sinclinal se sitúa sobre unas calizas margosas rosáceas datadas como Paleoceno y Cretácico superior.

La sección de Fuente Caldera permite estudiar una serie muy potente desde el Eoceno inferior (Ypresiense) hasta el Oligoceno (Chatiense). El intervalo estudiado pertenece a la Formación Cañada del Grupo Cardela, definidos por Comas (1978) en el sinclinorio de Piñar-Guadahortuna como unidades litoestratigráficas formales para las secuencias del Subbético Medio de los montes Orientales. Se ha estudiado una serie de 363 metros de potencia, que incluye desde el límite Eoceno-Oligoceno hasta el Oligoceno superior (Chatiense) (fig. 2.6). Litológicamente, los materiales están constituidos por una sucesión rítmica de calcarenitas bioclásticas y calciruditas alternantes con margas grisáceas hemipelágicas, siendo estas últimas predominantes. En las calcarenitas bioclásticas se han identificado abundantes macroforaminíferos bentónicos, algas, equinodermos y bivalvos, mientras que en las margas hemipelágicas



Fig. 2.6. Perfil estratigráfico del tránsito Chatiense-Rupeliense de la sección de Fuente Caldera.

se observan abundantes foraminíferos planctónicos, nanofósiles calcáreos, comunes microforaminíferos bentónicos, y escasos ostrácodos, fragmentos de equinodermos y moluscos.

En la sección estudiada se han identificado dos niveles con olistostromas, uno situado 81 a 102 metros sobre el límite Eoceno-Oligoceno, y otro localizado entre los metros 197 al 205 por encima del límite (fig. 2.6). Estos olistostromas fueron previamente interpretados como resultado de la actividad tectónica del cabalgamiento Subbético Paleógeno (Comas *et al.*, 1985). Entre los metros 167 y 132 por encima del límite Eoceno-Oligoceno se ha identificado un intervalo de 37 metros de potencia que se encuentra intensamente bioturbado, y en el que se ha reconocido la icnofacies de *Skolithos*, indicativa de altas tasas de sedimentación (Alegret *et al.*, 2008).

La sección de Fuente Caldera ha sido muestreada en diversas ocasiones, lo que dificulta la nomenclatura de siglado de las distintas muestras recogidas. Los primeros muestreos se realizaron en el año 1986 por E. Molina para el estudio de los foraminíferos planctónicos. Este muestreo se completó posteriormente para la realización de la Tesis Doctoral de L.E. Cruz (2008) sobre foraminíferos planctónicos (muestreos FCAL-86, FCAL-90 y FC-03).

Para la realización de la presente Tesis Doctoral, de todos los muestreos existentes se hizo una selección de muestras teniendo en cuenta el estado de conservación de los foraminíferos bentónicos, el material reelaborado y la información bioestratigráfica. Finalmente, se seleccionaron 33 muestras tomadas en las margas hemipelágicas para estudiar las asociaciones de foraminíferos bentónicos. Dada la gran potencia del intervalo estudiado en Fuente Caldera, las muestras se seleccionaron a intervalos métricos, siendo la intensidad de muestreo más intensa en torno a los límites Eoceno/Oligoceno y Rupeliense/Chatiense, donde se analizaron muestras a intervalos decimétricos y centimétricos, respectivamente.

2.2.4. PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y MUESTREO DE LA SECCIÓN DE ZARABANDA

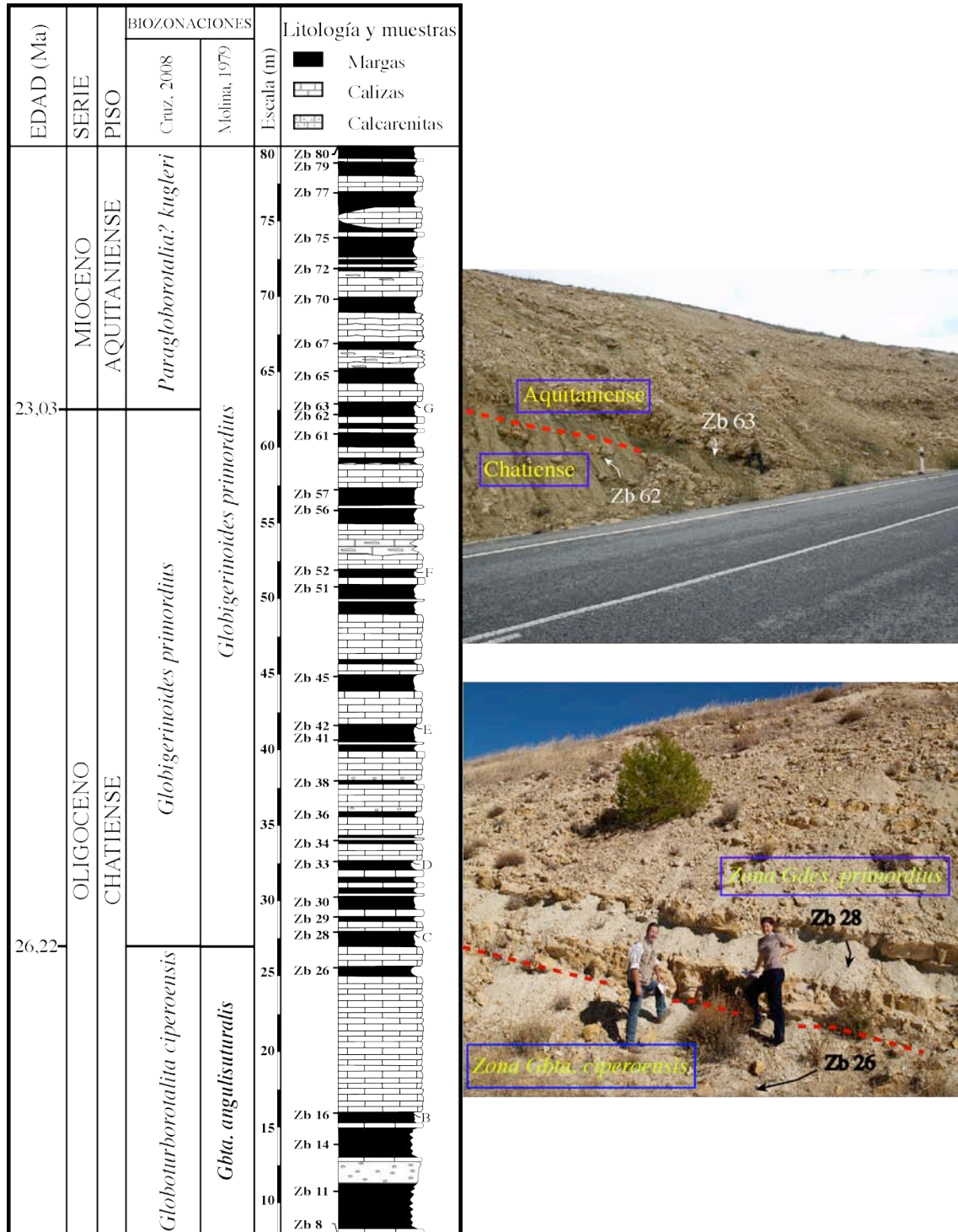


Fig. 2.7. Perfil estratigráfico del tránsito Chatiense-Aquitaniense de la sección de Zarabanda.

La sección de Zarabanda se encuentra en la Formación Cañada del Grupo Cardela definido por Comas (1978). Esta sección permite estudiar sedimentos depositados desde el Oligoceno superior (Chatiense) hasta el Mioceno inferior (Aquitaniense).

Se ha estudiado una serie de 98 metros de potencia constituida por una alternancia de margas y calcarenitas y calciruditas, siendo las margas predominantes (fig. 2.7). Los estratos turbidíticos presentan un espesor medio que oscila entre 20 y 70 cm, donde se observan estructuras sedimentarias de laminación paralela y ondulaciones por corrientes (*ripples*), cantos rodados y huellas de bioturbación. El muestreo de la sección se realizó a intervalos métricos.

2.2.5. ANTECEDENTES DE LAS SECCIONES DE FUENTE CALDERA Y ZARABANDA

Los primeros estudios bioestratigráficos y micropaleontológicos llevados a cabo en la Cordillera Bética fueron los realizados por Colom (1954, 1955, 1957, 1967). Posteriormente, en varias monografías regionales o tesis doctorales (García-Dueñas, 1967; Fontboté, 1970; Foucault, 1971; Julivert *et al.*, 1974; Comas, 1978; Vera *et al.*, 1982) se incluyeron datos micropaleontológicos, y Von Hillebrandt (1974) realizó un estudio bioestratigráfico con foraminíferos planctónicos y macroforaminíferos bentónicos del Paleógeno del Suroeste de España (provincias de Murcia y Alicante).

Además de estudios de tipo general realizados en la Cordillera Bética, también se han desarrollado otros más concretos sobre las secciones de Fuente Caldera y Zarabanda y otras próximas, como el de Martínez Gallego y Molina (1975). Estos autores analizaron los foraminíferos planctónicos del tránsito Eoceno/Oligoceno en la sección de Torre Cardela, que se encuentra muy próxima a la sección de Fuente Caldera. Martínez Gallego (1974) estudió los foraminíferos planctónicos del Paleógeno en varias series estratigráficas de la Zona Subbética del sector de Moreda-Piñar-Pedro Martínez y Alamedilla; y Molina (1979) estudió los foraminíferos planctónicos y su distribución bioestratigráfica en el intervalo Oligoceno-Mioceno inferior del sector central de la Cordillera Bética. En estas dos últimas tesis doctorales se analizaron varias secciones al Norte de la provincia de Granada, como Zarabanda, Torre Cardela, Molino

de Cobo y Fuente Caldera, entre otras. Estas secciones se encuentran entre las más potentes y continuas que se pueden encontrar de los tránsitos Eoceno-Oligoceno, Rupeliense-Chattense y Oligoceno-Mioceno en el sector central de la Cordillera Bética. Otros trabajos relacionados con estas secciones son el de Comas *et al.* (1985), Molina (1986) sobre la sección de Fuente Caldera, Molina *et al.* (1988) sobre la sección de Molino de Cobo, y Molina *et al.* (1986), donde se establece la correlación bioestratigráfica entre el Subbético Medio y la región Umbro-Marcheana (Italia).

La sección de Fuente Caldera se considera como el mejor corte español conocido del tránsito Eoceno-Oligoceno, ya que fue incluso propuesto como candidato para la definición del límite Eoceno/Oligoceno (Molina, 1986). Además de los estudios geoquímicos realizados por Berthenet *et al.* (1985), varios autores han estudiado su rico contenido fosilífero. Los nanofósiles calcáreos del tránsito Eoceno-Oligoceno fueron estudiados por Monechi (1986), y los foraminíferos planctónicos y bentónicos por Molina (1986), Molina *et al.* (1986) y Molina *et al.* (2004, 2006). Molina (1986) estableció la primera biozonación para la sección de Fuente Caldera, reconociendo las Biozonas P15 a P20 de Blow (1979). Molina *et al.* (2004, 2006) revisaron y actualizaron esta biozonación para el Eoceno superior y el límite Eoceno-Oligoceno, donde se reconocieron las Biozonas P15 a P18 de Berggren *et al.* (1995) que se correlacionan con las Zonas de *Porticulasphaera semiinvoluta*, *Globigerapsis index*, *Cribohantkenina inflata*, *Turborotalia cocoaensis*, *Cribohantkenina lazzarii* (Eoceno superior) y *Paragloborotalia increbescens* (Oligoceno inferior) de Gonzalvo y Molina (1992). En el Eoceno superior (Priabonense medio) de la sección de Fuente Caldera se ha reconocido una anomalía principal en el contenido de espinelas ricas en níquel y otras dos de menor magnitud (Molina *et al.*, 2004, 2006), a las que estos autores atribuyeron un origen extraterrestre, relacionado con impactos meteoríticos. Ortiz (2006) estudió los foraminíferos bentónicos del intervalo Priabonense-Rupeliense de Fuente Caldera y realizó la reconstrucción paleoambiental de este intervalo de tiempo. En cuanto a los materiales del Oligoceno, Cruz (2008) analizó recientemente las asociaciones de foraminíferos planctónicos, mientras que Fenero *et al.* (2007) y Alegret *et al.* (2008) realizaron un estudio preliminar sobre los foraminíferos bentónicos del Oligoceno en Fuente Caldera.

La sección de Zarabanda, originalmente estudiada por Molina (1979), es una sección con un gran valor bioestratigráfico puesto que contiene el tránsito Oligoceno-Mioceno bien expuesto. Molina (1979) estudió el Oligoceno superior (Subzonas de *Globigerina opima* y *Globigerina fariasi*) y el Mioceno más inferior (Zona de *Globigerinoides primordius*), aunque no analizó el límite Oligoceno/Mioceno debido a que se encontraba cubierto por la carretera antigua. Los foraminíferos planctónicos del tránsito Oligoceno-Mioceno fueron recientemente analizados por Cruz (2008), mientras que hasta el momento no se ha realizado ningún estudio sobre los foraminíferos bentónicos.

En la presente Tesis Doctoral se presenta por tanto el primer estudio taxonómico y cuantitativo detallado sobre los foraminíferos bentónicos del Oligoceno y Mioceno en las secciones de Fuente Caldera y Zarabanda.

2.3. SECCIÓN DE NOROÑA (CUBA)

2.3.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SECCIÓN DE NOROÑA

La sección de Noroña se sitúa en el Noroeste de Cuba, a unos 37,5 km al Oeste de la ciudad de La Habana y a 6,8 km al Sureste del puerto de Mariel. El corte se localiza a 1,3 km al Norte de la población de Noroña, y sus coordenadas UTM son 22°57'12.13''N en la base y 82°41'39.51''O a techo (fig. 2.8).



Fig. 2.8. Situación geográfica de la sección de Noroña.

2.3.2. SITUACIÓN GEOLÓGICA DE LA SECCIÓN DE NOROÑA

El dominio caribeño fue muy activo tectónicamente durante el Cenozoico superior (Mann *et al.*, 1990; Iturralde-Vinent y MacPhee, 1999), y dicha actividad quedó reflejada en la evolución paleogeográfica de la zona. Desde el Cretácico hasta el Eoceno, el arco de la isla de Cuba se desplazó hacia el Noreste a lo largo del margen Sureste de la península de Yucatán (Pindell *et al.*, 1988; Ross y Scotese, 1988). La orogenia del Oeste de Cuba se caracterizó por la colisión y deformación lateral durante el Paleoceno y el Eoceno inferior, dando lugar a una geología muy compleja (Gordon *et al.*, 1997). Alrededor del tránsito Eoceno-Oligoceno hubo un levantamiento general tanto en el dominio caribeño como en los márgenes continentales. Sin embargo, en la

segunda mitad del Oligoceno inferior, se produjo una inundación general, dando lugar a áreas transgresivas caracterizadas por aguas someras (Iturralde-Vinent y MacPhee, 1999). Como consecuencia, las áreas erosionadas y los ambientes marinos se interconectaron por canales de aguas profundas y someras (fig. 2.9).

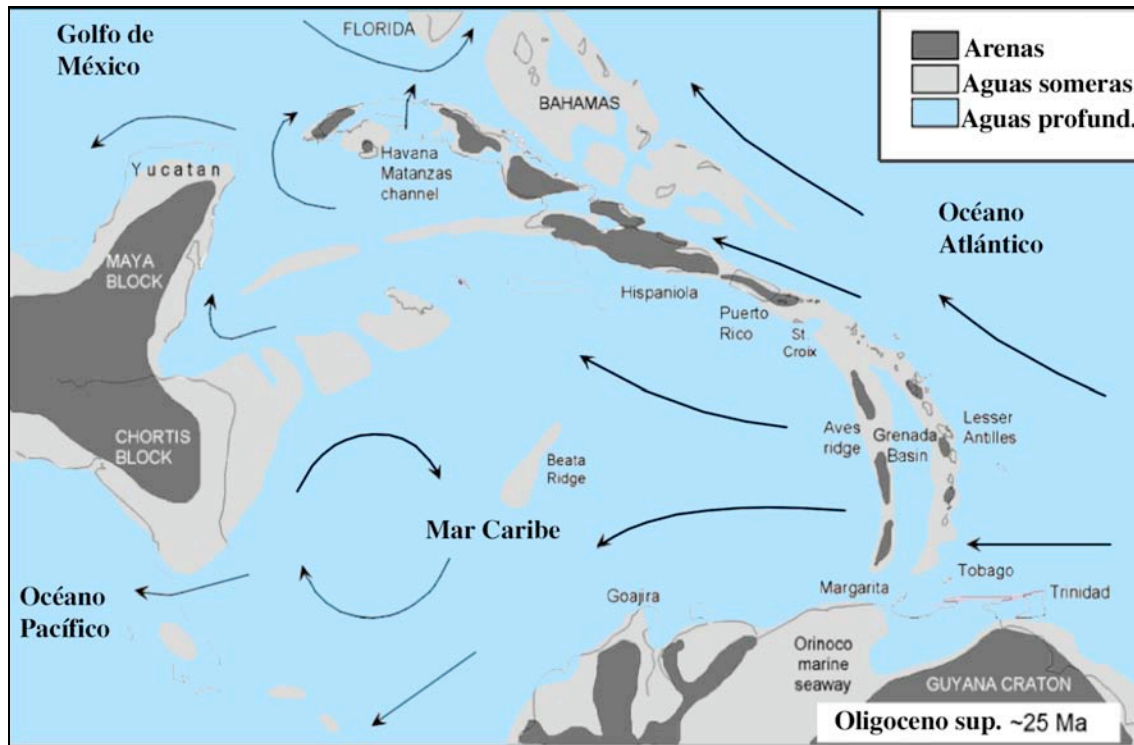


Fig. 2.9. Mapa paleogeográfica del Caribe del Oligoceno superior, modificada de Iturralde-Vinent y MacPhee (1999).

Según Iturralde-Vinent (1998), la geología del Noroeste de Cuba está formada por dos niveles estructurales:

- El substrato plegado que constituye un conjunto de rocas deformadas y metamorfizadas donde pueden identificarse pequeños afloramientos del Neoproterozoico, cuya antigüedad data desde el Jurásico inferior-medio hasta el Eoceno superior. Este conjunto lo forman fragmentos del Caribe occidental y del Pacífico, formados sobre un substrato continental y oceánico. Las unidades geológicas de naturaleza oceánica son relictos de antiguas cortezas oceánicas, y cuatro sistemas de arcos volcánicos: tres del Cretácico y uno del Paleógeno. Sobre estas unidades oceánicas se desarrollaron cuencas sedimentarias postvolcánicas.

- El Neautóctono formado por varias generaciones de cuencas sedimentarias

desarrolladas sobre el substrato plegado. Las rocas y estructuras del Neoaútóctono cubano se formaron después de la consolidación del substrato plegado, es decir, a partir del Eoceno superior. Durante esta etapa y hasta la actualidad, predominan los movimientos verticales oscilatorios, que dieron lugar a la formación de una estructura de bloques con diferentes elevaciones. No obstante, algunas fallas sinestrales de dirección NE y E-O estuvieron activas. En estas condiciones se formaron algunos bloques positivos, con tendencia al levantamiento, donde apenas se depositaron sedimentos (Iturralde-Vinent, 1998).

La diferencia principal entre el substrato plegado y el neoaútóctono se encuentra en que el primero incluye elementos de diferente procedencia, propios de las placas de Norteamérica, del Caribe y probablemente, del Pacífico. Por otro lado, el neoaútóctono representa la evolución de un segmento pasivo del margen meridional de la placa de Norteamérica.

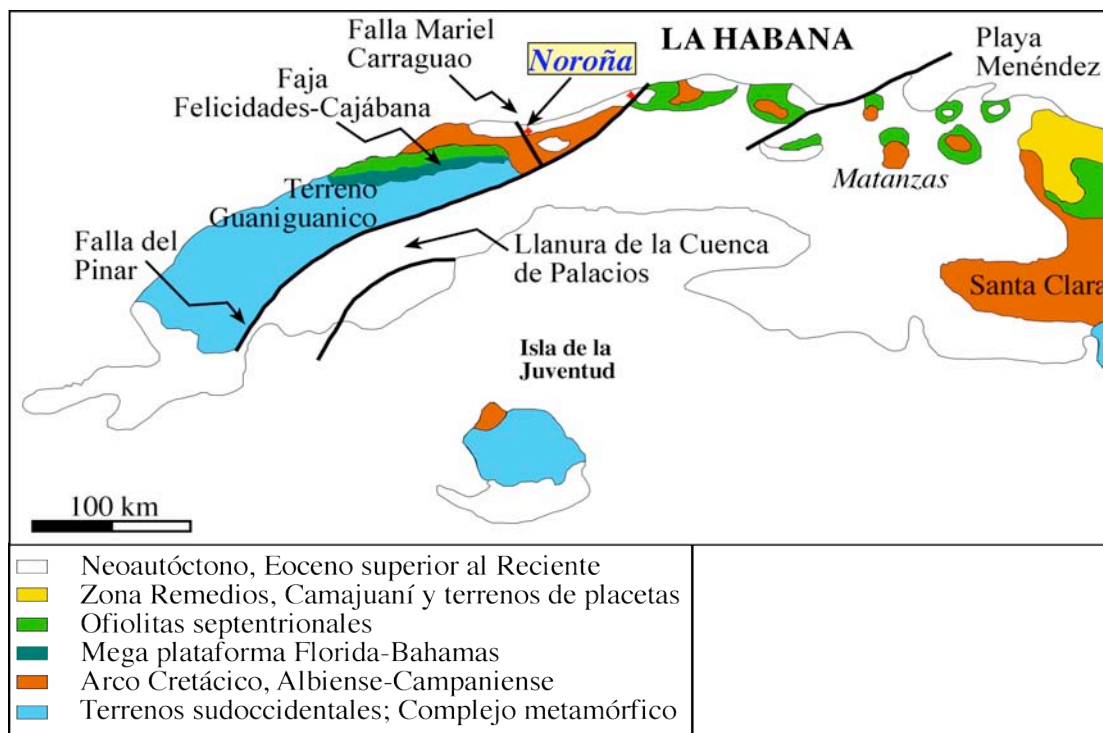


Fig. 2.10. Situación geológica de la parte oeste de la isla de Cuba, modificada de Iturralde-Vinent (1998).

La sección de Noroña se sitúa dentro de los depósitos considerados como Neoaútóctono, en el bloque tectónico presente al Norte de la falla Pinar y al Este de la Falla Mariel-Carraguao (Iturralde-Vinent, 1998) (figura 2.10).

2.3.3. PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y MUESTREO DE NOROÑA

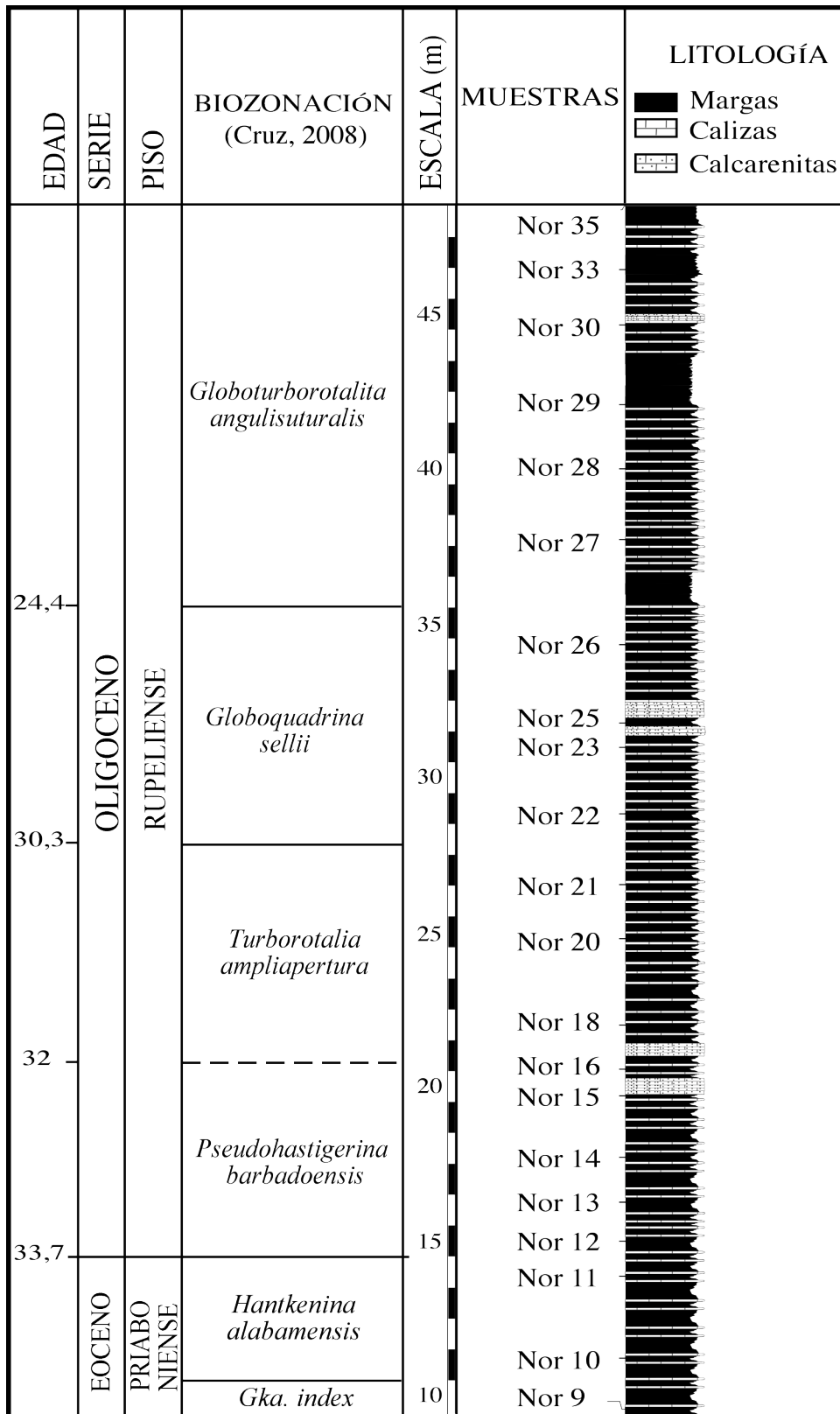


Fig. 2.11. Perfil estratigráfico del tránsito Eoceno-Oligoceno de la sección de Noroña.

La sección de Noroña pertenece a la Formación Tinguaro, de aproximadamente 50 metros de espesor. Esta sección permite estudiar una serie que incluye sedimentos del Eoceno superior (Priaboniense) hasta el Oligoceno inferior (Rupeliense). Litológicamente, los materiales de dicho tránsito están constituidos por una alternancia de lutitas de color gris oscuro y niveles calcáreos de potencia centimétrica a decimétrica, con paquetes calcareníticos de unos 50 cm de espesor ocasionalmente intercalados (fig. 2.11).

Las muestras empleadas para el estudio de los foraminíferos bentónicos fueron proporcionadas por la geóloga cubana Ana Ivis Torres.

2.3.4. ANTECEDENTES DE LA SECCIÓN DE NOROÑA

Los primeros estudios realizados sobre los foraminíferos del Terciario en Cuba fueron llevados a cabo por Palmer (1934, 1941) y Bermúdez y Palmer (1936). Varios autores realizaron biozonaciones del Terciario en el área del Caribe basadas en foraminíferos planctónicos, siendo el primero de estos trabajos el publicado por Cushman y Stainforth (1945), seguido por Cushman y Bermúdez (1949), Grimsdale (1951) y Bolli (1957 y 1966). Brönniman y Stradner (1960) identificaron zonaciones para Cuba con foraminíferos planctónicos y nanofósiles, y posteriormente Brönniman y Rigassi (1963) estudiaron la geología y paleontología de Cuba, alrededor de la Habana. Entre los estudios más estrechamente relacionados con los foraminíferos de la zona estudiada, cabe destacar el de Palmer y Bermúdez (1936) sobre los foraminíferos del Oligoceno de la Formación Cojimar de Cuba.

Uno de los autores más importantes en el estudio de la geología de Cuba es Iturralde-Vinent (1968, 1969, 1970a, 1971, 1998), quien analizó la tectónica, estratigrafía, bioestratigrafía y paleogeografía del Neógeno de Cuba. Posteriormente, en 1972 publicó un estudio detallado sobre la estratigrafía y bioestratigrafía del Oligoceno y Mioceno inferior de Cuba (Iturralde-Vinent, 1972). Los trabajos de este autor más estrechamente relacionados con la sección de Noroña son los publicados en los años 1966 y 1967 (Iturralde-Vinent, 1966, 1967a y b), en los que estudia los foraminíferos planctónicos del Oligoceno de la Formación Tinguaro, del pozo Souvenir y de la provincia de Pinar del río, próximos a la sección estudiada.

El estudio de los foraminíferos planctónicos del tránsito Eoceno-Oligoceno de Noroña (Cuba) fue realizado por Cruz (2008), quien llevó a cabo un detallado estudio taxonómico y cuantitativo, y reconoció las siguientes biozonaciones para esta sección: *Globigerinatheka semiinvoluta*, *Globigerinatheka index* y *Hantkenina ababamensis* para el Eoceno superior (Priaboniense), *Pseudohasterigerina barbadoensis*, *Turborotalia ampliapertura*, *Globoquadrina sellii* y *Globoturborotalia angulisuturalis* para el Oligoceno inferior (Rupeliense).

En la presente Tesis Doctoral se completará el estudio de la sección de Noroña con el estudio taxonómico y cuantitativo detallado de los foraminíferos bentónicos, para su posterior interpretación paleoecológica.

2.4. SONDEO 208, 1263A (WALVIS RIDGE, ATLÁNTICO SE)

2.4.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DEL SONDEO 1263A

El sondeo analizado fue realizado durante la campaña ODP (*Ocean Drilling Program*) sondeo 208, en el Atlántico Sureste, cerca de Namibia (fig. 2.12). Durante dicha campaña se perforaron un total de seis Sondeos a profundidades de 2500 a 4770 metros en el flanco Noroeste de la cresta de Walvis Ridge, para obtener sedimentos del Cenozoico. Los Sondeos recuperados en Walvis Ridge están contribuyendo a conocer de una forma más detallada distintos episodios de cambio climático a lo largo del Cenozoico, como el límite Cretácico/Paleógeno, el Máximo Térmico del Paleoceno-Eoceno, el Óptimo Climático del Eoceno Inferior y el Máximo Glacial del Oligoceno Inferior (ej., Shipboard Scientific Party, 2004; Alegret y Thomas, 2007; Riesselman et al., 2007; McCarren *et al.*, 2008; Stap *et al.*, 2009).

Walvis Ridge es una cresta con orientación Noreste-Suroeste que divide el Océano Atlántico Suroriental en dos cuencas, la cuenca de Angola al Norte y la Cuenca Cape al Sur. La cresta consiste en una serie de bloques crustales interconectados que se inclinan gradualmente hacia el Noroeste y con una mayor pendiente hacia el Sureste; se extiende desde el margen continental de África hasta las islas volcánicas de Tristan da Cunha y Gough. El origen de Walvis Ridge es volcánico, y se ha relacionado con la abertura del Atlántico; tras su formación, ha sufrido una subsidencia termal de 1,1 km desde el Maastrichtiense (Moore *et al.*, 1984). Gran parte de la cresta está cubierta por sedimentos pelágicos, que aumentan en potencia hacia el margen continental (Moore *et al.*, 1984).

El sondeo 1263A se sitúa en el flanco Noroeste de Walvis Ridge, y fue obtenido a 2717 m bajo el nivel del mar, a unos pocos cientos de metros de la cima de la cresta de Walvis. Este sitio estuvo situado por encima del nivel de compensación de la calcita durante todo el Cenozoico (Shipboard Scientific Party, 2004). El principal objetivo de del sondeo 1263A era la recuperación de sedimentos con una resolución suficiente para detallar cambios a escala orbital en la química de las aguas del fondo y en la circulación

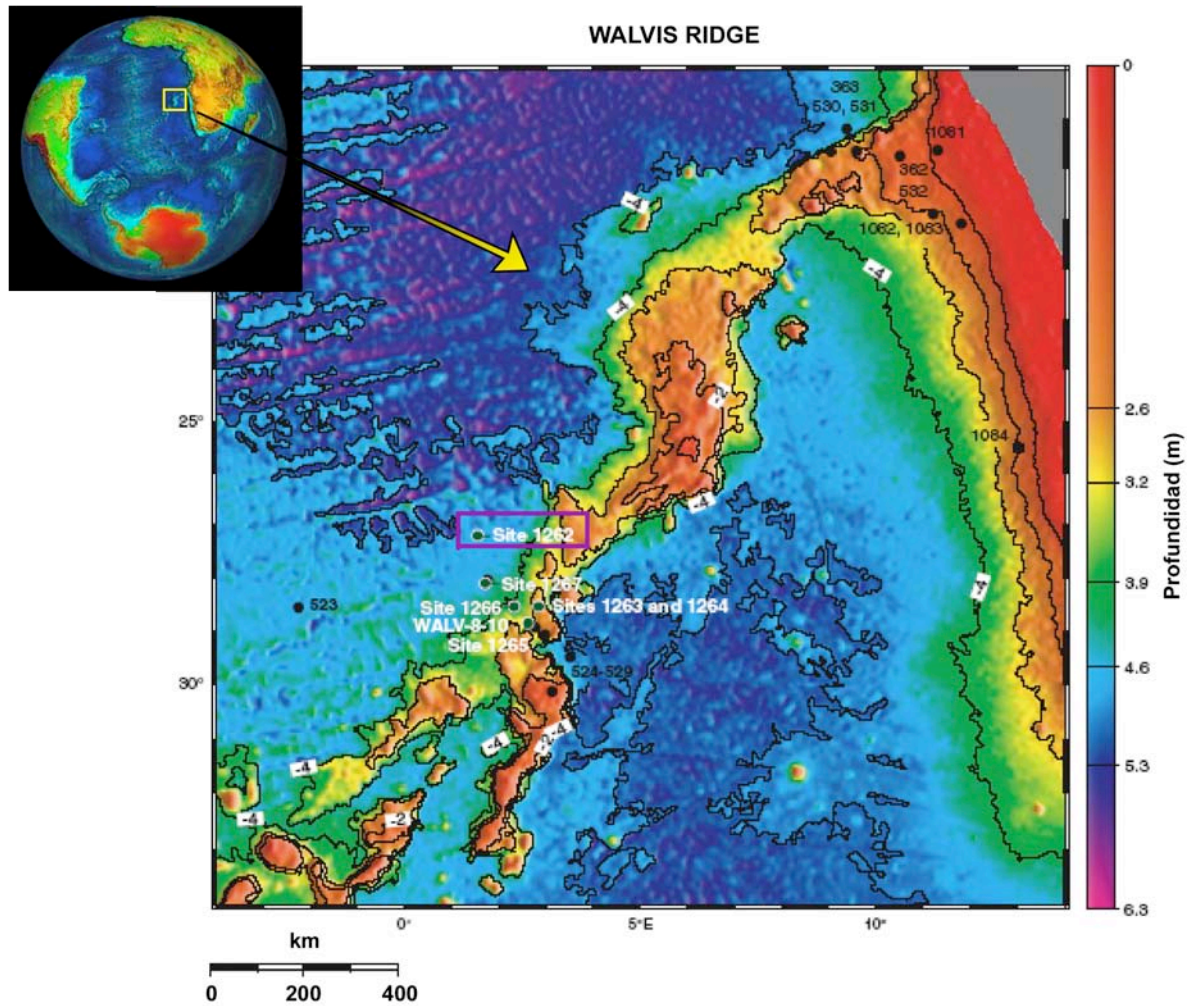


Fig. 2.12. Situación geográfica del sondeo 1263A.

oceánica durante varios eventos paleoceanográficos del Paleógeno, incluyendo el tránsito Eoceno-Oligoceno, el óptimo climático del Eoceno inicial, y el Máximo Térmico del Paleoceno-Eoceno. Con este fin, se realizaron cuatro Sondeos (1263A, 1263B, 1263C y 1263D). Las moderadas tasas de sedimentación y el alto contenido en carbonato de los sedimentos del sondeo 1263A son consistentes con una profundidad de sedimentación relativamente somera, muy por encima de la lisoclina durante el Paleógeno. Así, mientras los sedimentos del Eoceno superior y Oligoceno corresponden a unidades arcillosas condensadas en segmentos más profundos de la cresta y en el fondo marino circundante, en el sondeo 1263A son ricos en carbonatos (Shipboard Scientific Party, 2004).

2.4.2. PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y MUESTREO DEL SONDEO 1263A

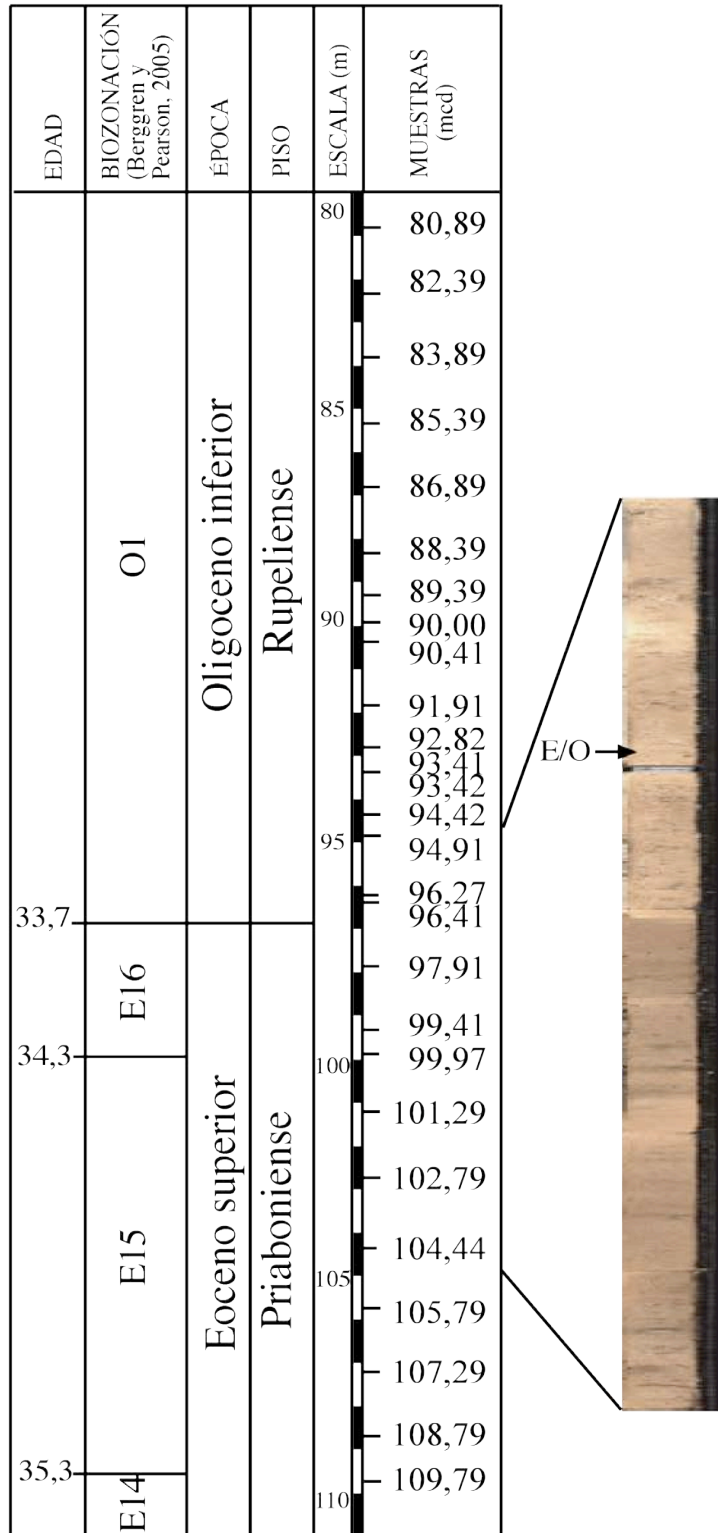


Fig. 2.13. Perfil estratigráfico del tránsito Eoceno-Oligoceno del sondeo 1263A.

El material estudiado pertenece al sondeo 1263A, y corresponde a una serie de aproximadamente 30 metros de espesor que incluye el tránsito Eoceno superior (Priaboniense)- Oligoceno inferior (Rupeliense) (fig. 2.13).

El sondeo 1263A se perforó a 2717,1 m bajo el nivel del mar, y a 340,1 m bajo el fondo marino (mbrf). Litológicamente, se trata de un sondeo muy homogéneo en el que únicamente se han diferenciado dos tramos:

- Tramo 1: muestras 11HCC (109,79 mcd) a 10H7 (99,41 mcd). Este tramo corresponde al material más antiguo, constituido por aproximadamente 11 m de espesor de limos calcáreos y arcillas con abundantes foraminíferos planctónicos y nanofósiles calcáreos de edad Eoceno superior (Priaboniense). Los foraminíferos bentónicos son comunes, aunque más escasos que los planctónicos.

- Tramo 2: muestras 10H6 (97,91 mcd) a 9H1 (80,89 mcd). Tramo correspondiente al material más moderno, formado por aproximadamente 20 m de espesor de limos calcáreos con abundantes foraminíferos planctónicos y nanofósiles calcáreos de edad Eoceno superior (Priaboniense)-Oligoceno inferior (Rupeliense); también contiene foraminíferos bentónicos, aunque en menor proporción.

A pesar del buen estado de conservación de los microfósiles en las muestras analizadas, hay que puntualizar que en algunas muestras se observa que las conchas de foraminíferos bentónicos están afectadas por disolución.

2.3.3. ANTECEDENTES DEL SONDEO 1263

Previamente a la campaña del ODP sondeo 208, se realizaron en Walvis Ridge una serie de Sondeos en el marco de la campaña DSDP (*Deep Sea Drilling Project*) sondeo 74, durante la cual se recuperaron sedimentos pelágicos de los tránsitos Cretácico-Paleógeno, Paleoceno-Eoceno y Eoceno-Oligoceno (fig. 2.14). El DSDP sondeo 74 proporcionó Sondeos a lo largo de un trayecto (desde el sondeo 525 hasta el sondeo 529) en el flanco norte de Walvis Ridge, a una profundidad de 2,5 a 4,2 km (Moore *et al.*, 1984). No obstante, la frecuencia de hiatos es muy elevada desde el Eoceno superior hasta el Oligoceno tardío. El límite Eoceno/Oligoceno aparece bien representado en el sondeo 529, mientras que también está presente pero en un intervalo muy condensado en el sondeo 528. Los foraminíferos bentónicos no fueron estudiados

en estos sitios, y únicamente se cita su presencia en el sondeo 529, mientras que en el sondeo 528 sus conchas se encuentran intensamente afectadas por disolución (Moore *et al.*, 1984).

El sondeo 525 es el más próximo al sondeo estudiado (ODP sondeo 208, 1263A), se sitúa al suroeste del mismo y corresponde a una profundidad similar, siendo unos 250 metros más somero. Boltovskoy y Boltovskoy (1989) analizaron las asociaciones de foraminíferos bentónicos del Paleoceno al Pleistoceno del DSDP sondeo 525, y recalcaron la existencia de un hiato que abarca desde el Eoceno medio hasta el Oligoceno superior.

Los únicos estudios realizados hasta el momento sobre los foraminíferos bentónicos del sondeo 1263A son los publicados en los “*Initial Reports*” (Zachos *et al.*, 2004), donde se recogen los datos preliminares obtenidos sobre los foraminíferos bentónicos, además de los de foraminíferos planctónicos, nanofósiles calcáreos, estudios de paleomagnetismo y estudios geoquímicos.

En el sondeo 1263 se realizaron los análisis de los isótopos del $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en conchas de foraminíferos bentónicos, de la especie *Oridorsalis umbonatus* y el estudio del porcentaje del CaCO_3 (Riesselman *et al.*, 2007).

En la presente Tesis Doctoral se presenta el primer estudio taxonómico y cuantitativo detallado sobre las asociaciones de foraminíferos bentónicos del tránsito Eoceno-Oligoceno del sondeo 1263A. Dada la ausencia de estudios bioestratigráficos detallados en este sondeo, se analizó además el contenido de foraminíferos planctónicos (búsqueda de especies índice) para situar el límite Eoceno/Oligoceno. Este dato, junto con los datos preliminares de primera y última aparición de diversas especies de foraminíferos planctónicos (Shipboard Scientific Party, 2004), han permitido establecer una biozonación preliminar (fig. 2.13), aplicando las zonas de Berggren y Pearson (2005) para el Eoceno superior (E14, E 15 y E16) y Oligoceno inferior (O1).

Capítulo 3.
Taxonomía



3.1. INTRODUCCIÓN

En los perfiles estudiados del área del Tetis, Atlántico Norte y Atlántico Sur se han identificado un total de 320 taxones de foraminíferos bentónicos, a nivel de especie y género. Estos taxones incluyen tanto foraminíferos bentónicos aglutinados como foraminíferos bentónicos calcáreos. En este capítulo se describen los taxones más comunes, así como especies importantes por su estrecha relación con la profundidad del medio, y que pueden ser utilizadas como marcadores paleobatimétricos. Puesto que no es objetivo de la presente Tesis el realizar un exhaustivo análisis de todas las especies identificadas, se ha prestado especial atención a aquellas especies de las que se tuvo acceso al material tipo, y que por tanto pudieron ser analizadas con un mayor detalle. Para el estudio de estas especies se examinó el material tipo en las colecciones del Museo Nacional de Historia Natural de la Institución Smithsonian en Estados Unidos, incluidas la colecciones Cushman y de Van Morkhoven. Además, se revisaron las colecciones de Boltovskoy de foraminíferos bentónicos depositadas en el Museo de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” en Buenos Aires (Argentina). Para la clasificación de los foraminíferos bentónicos a nivel de género se ha seguido la clasificación de Loeblich y Tappan (1987). Los representantes de los géneros *Oolina*, la mayor parte de las especies de *Lagena* excepto *L. striata* y *L. hexagona* y *Fissurina* (taxones uniloculares), numerosos fragmentos de *Bathysiphon* spp., *Rhabdammina* spp. excepto *R. cylindrica*, *Rhizammina* spp, además de las especies de los lenticulínidos, no han sido identificados a nivel de especie, debido a la mala conservación del material o a la fragmentación de partes importantes de la concha, o ambas razones; tales como la abertura, cámaras rotas, etc., que impiden, en algunos casos, la clasificación incluso a nivel de género. Los ejemplares que no pudieron ser identificados a nivel de género, se agruparon en diferentes grupos como uniloculares calcáreos, uniseriados calcáreos y polimorfinidos, para posteriormente determinar el número de especies que más tarde se utilizaron para calcular e interpretar distintos índices de diversidad.

A continuación se describen 137 especies de foraminíferos bentónicos. Para cada una de las especies se muestra una lista de sinónimos, posteriormente se presenta una breve diagnosis en la que incluyen una serie de observaciones donde se comparan los ejemplares estudiados con el material tipo, si se ha podido observar, o donde se apuntan

las similitudes o diferencias con otras especies. Por último, se muestra su distribución estratigráfica en las distintas formaciones y afloramientos estudiados, y su abundancia en los mismos, según los siguientes criterios: muy escasa (<1%), escasa (1-2%), común (2-5%), abundante (5-15%) y muy abundante (>15%). Estos porcentajes se refieren a la abundancia de cada especie en al menos una muestra.

Al comienzo de este capítulo de taxonomía se ha introducido un índice de los taxones descritos, organizados según la clasificación de Loeblich y Tappan (1987), indicando el Orden, Suborden, Superfamilia y Subfamilia a la que pertenecen. Posteriormente, los taxones descritos han sido organizados por orden alfabético para agilizar su búsqueda.

3.2. DISTRIBUCIÓN TAXONÓMICA E ÍNDICE DE LAS ESPECIES DESCRITAS

ESPECIES AGLUTINADAS

Orden FORAMINIFERA Eichwald 1930	
Suborden TEXTULARIINA Delage y Hérouard 1896	
Superfamilia ASTRORHIZACEA Brady 1881	
Familia BATHYSIPHONIDAE Avnimelech 1952	
Género <i>Nothia</i> Pflaumann 1964	
Especie <i>Nothia</i> sp. A	
Lámina 15, figura 5.....	158
Familia RHABDAMMINIDAE Brady 1884	
Género <i>Rhabdammina</i> Sars 1869	
Especie <i>Rhabdammina cylindrica</i> Glaessner 1937	
Lámina 20, fig. 3.....	183
Superfamilia AMMODISCOIDEA Reuss 1862	
Familia AMMODISCIDAE Reuss 1862	
Subfamilia AMMODISCINAE Reuss 1862	
Género <i>Ammodiscus</i> Reuss 1862	
Especie <i>Ammodiscus cretaceous</i> (Reuss) 1845	
Lamina 1, figuras 3-4.....	72
Subfamilia USBEKISTANIINAE Vyalov 1968	
Género <i>Repmanina</i> Suleymanov 1966	
Especie <i>Repmanina charoides</i> (Jones y Parker) 1860	
Lámina 19, figuras 5-6.....	178
Superfamilia LOFTUSIOIDEA Brady 1884	
Familia CYCLAMMINIDAE Marie 1941	
Subfamilia ALVEOLOPHRAGMIINAE Saidova 1981	
Género <i>Reticulophragmium</i> Maync 1955	

Especie <i>Reticulophragmium aff. amplectens</i> (Grzybowski) 1898	
Lámina 19, figuras 7-8.....	179
Género <i>Reticulophragmoides</i> Gradstein y Kaminski 1989	
Especie <i>Reticulophragmoides jarvisi</i> (Thalmann) 1932	
Lámina 19, figura 9.....	180
Superfamilia SPIROPLECTAMMINOIDEA Cushman 1927	
Familia SPIROPLECTAMMINIDAE Cushman 1927	
Subfamilia SPIROPLECTAMMININAE Cushman 1927	
Género <i>Spiropletamina</i> Cushman 1927	
Especie <i>Spiropletamina cubensis</i> (Cushman y Bermúdez) 1937	
Lámina 20, figura 11.....	189
Subfamilia VULVULININAE Saidova 1981	
Género <i>Vulvulina</i> d'Orbigny 1826	
Especie <i>Vulvulina spinosa</i> Cushman 1927	
Lámina 22, figuras 12-13.....	197
Superfamilia ATAXOPHRAGMIOIDEA Schwager 1877	
Familia ATAXOPHRAGMIIDAE Schwager 1877	
Subfamilia ATAXOPHRAGMIINAE Schwager 1877	
Género <i>Arenobulimina</i> Cushman 1927	
Especie <i>Arenobulimina truncata</i> (Reuss) 1845	
Lámina 2, figuras 4-5.....	80
Superfamilia TEXTULARIOIDEA Ehrenderg 1838	
Familia EGGERELLIDAE Cushman 1937	
Subfamilia DOROTHIINAE Balakhmatova 1972	
Género <i>Dorothia</i> Plumier 1931	
Especie <i>Dorothia crassa</i> (Marsson) 1878	
Lámina 9, figura 5.....	127
Subfamilia EGGERELLINAE Cushman 1937	
Género <i>Eggerella</i> Cushman 1935	

Especie <i>Eggerella bradyi</i> (Cushman) 1911	
Lámina 9, figura 6.....	128
Género <i>Karreriella</i> Cushman 1933	
Especie <i>Karreriella bradyi</i> (Cushman) 1911	
Lámina 13, figuras 4-5.....	146
Especie <i>Karreriella cylindrica</i> Finlay 1940	
Lámina 13, figura 6.....	147
Familia PSEUDOGAUDRYINIDAE Loeblich y Tappan 1985	
Subfamilia PSEUDOCAUBRYINIDAE Loeblich y Tappan 1985	
Género <i>Pseudoclavulina</i> Cushman 1936	
Especie <i>Pseudoclavulina trinitatensis</i> Cushman y Renz 1948	
Lámina 18, figuras 3-4.....	172

ESPECIES CALCÁREAS

Suborden ROTALIINA Delage y Hérouard 1896	
Superfamilia BOLIVINOIDEA Glaessner 1937	
Familia BOLIVINIDAE Glaessner 1937	
Género <i>Bolivina</i> d'Orbigny 1839	
Especie <i>Bolivina antiqua</i> d'Orbigny 1846	
Lámina 2, figura 10.....	83
Especie <i>Bolivina huneri</i> Howe 1939	
Lámina 2, figura 12.....	84
Especie <i>Bolivina mississippiensis</i> Cushman 1922	
Lámina 3, figuras 1-2.....	85
Especie <i>Bolivina plicatella</i> Cushman 1930	
Lámina 3, figuras 3-4.....	86
Especie <i>Bolivina reticulata</i> Hantken 1875	
Lámina 3, figura 5.....	87
Género <i>Brizalina</i> Costa 1856	
Especie <i>Brizalina alata</i> (Seguenza) 1862	
Lámina 4, figuras 1-2.....	92
Especie <i>Brizalina alazanensis</i> (Cushman) 1926	
Lámina 3, figura 10.....	93

Especie <i>Brizalina carinata</i> (Terquem) 1882	
Lámina 4, figuras 1-2.....	93
Especie <i>Brizalina tectiformis</i> (Cushman) 1926	
Lámina 4, figura 4.....	94
Especie <i>Brizalina striata</i> (Hussey) 1949	
Lámina 4, figura 5.....	95
Familia BOLIVINOIDIDAE Loeblich y Tappan 1984	
Género <i>Bolivinooides</i> Cushman 1927	
Especie <i>Bolivinooides albatrossi</i> (Cushman)1922	
Lámina 3, figura 6.....	88
Especie <i>Bolivinooides byramensis</i> (Cushman)1923	
Lámina 2, figura 11.....	89
Especie <i>Bolivinooides crenulata</i> (Cushman) 1936	
Lámina 3, figuras 7-8.....	90
Especie <i>Bolivinooides sphaulata</i> (Williamson) 1858	
Lámina 3, figura 9.....	91
Familia BOLIVINELLIDAE Hayward 1980	
Género <i>Nodobolivinella</i> Sepkoski 2002	
<i>Nodobolivinella jhingrani</i> (Kalia) 1978	
Lámina 14, figura 6.....	153
Superfamilia LOXOSTOMATACEA Loeblich y Tappan 1962	
Familia TORTOPLECTELLIDAE Loeblich y Tappan 1985	
Género <i>Tortoplectella</i> Loeblich y Tappan 1985	
Especie <i>Tortoplectella rhomboidalis</i> (Millet) 1899	
Lámina 21, figuras 7-8.....	191
Superfamilia CASSIDULINIDAE d'Orbigny 1839	
Familia CASSIDULINIDAE d'Orbigny 1839	
Subfamilia CASSIDULININAE d'Orbigny 1839	
Género <i>Cassidulina</i> d'Orbigny 1826	
Especie <i>Cassidulina crassa</i> d'Orbigny 1839	
Lámina 5, figuras 10-11.....	108

Especie <i>Cassidulina havanensis</i> Cushman y Bermúdez 1936	
Lámina 5, figuras 12-13.....	109
Especie <i>Cassidulina laevigata</i> d'Orbigny 1826	
Lámina 6, figura 1.....	110
Género <i>Evolcassidulina</i> Eade 1967	
Especie <i>Evolcassidulina bradyi</i> (Norman) 1881	
Lámina 11, figuras 2-3.....	135
Género <i>Globocassidulina</i> Voloshinova 1960	
Especie <i>Globocassidulina subglobosa</i> (Brady) 1881	
Lámina 11, figuras 4-5.....	137
Superfamilia BULIMINACEA Jones 1875	
Familia BULIMINIDAE Jones 1875	
Género <i>Bulimina</i> d'Orbigny 1826	
Especie <i>Bulimina alazanensis</i> Cushman 1927	
Lámina 4, figuras 6-7.....	96
Especie <i>Bulimina elongata</i> d'Orbigny 1826	
Lámina 4, figuras 8-9.....	98
Especie <i>Bulimina glomarchallengeri</i> Tjalsma y Lohmann 1983	
Lámina 4, figura 10.....	99
Especie <i>Bulimina macilenta</i> (Cushman y Parker) 1939	
Lámina 4, figuras 11-12.....	100
Especie <i>Bulimina microcostata</i> Cushman y Parker 1936	
Lámina 4, figura 13.....	100
Especie <i>Bulimina semicostata</i> Nuttall 1930	
Lámina 5, figuras 1-2.....	101
Especie <i>Bulimina simplex</i> Terquem 1882	
Lámina 5, figura 3.....	103
Especie <i>Bulimina trinitatensis</i> Cushman y Jarvis 1928	
Lámina 5, figuras 4-5.....	104
Familia BULIMINELLIDAE Hofker 1951	
Género <i>Buliminella</i> Cushman 1911	
Especie <i>Buliminella grata</i> Parker y Bermúdez 1937	
Lámina 5, figuras 6-7.....	105

Especie <i>Buliminella kugleri</i> (Cushman y Renz) 1942	
Lámina 5, figura 9.....	106
Especie <i>Buliminella turbinata</i> (Terquem) 1882	
Lámina 5, figura 8.....	107
Familia SIPHOGENERINOIDIDAE Saidova 1981	
Subfamilia SIPHOGENERINOIDINAE Saidova 1981	
Género <i>Rectobolivina</i> Cushman 1927	
Especie <i>Rectobolivina costifera</i> (Cushman) 1936	
Lámina 19, figuras 3-4.....	177
Subfamilia TUBULOGENERININAE Saidova 1981	
Género <i>Sagrinopsis</i> Sellier de Civrieux 1969	
Especie <i>Sagrinopsis fimbriata</i> (Millett) 1900	
Lámina 22, figuras 1-3.....	184
Género <i>Tubulogerina</i> Cushman 1927	
Especie <i>Tubulogerina vicksburgensis</i> Howe 1930	
Lámina 22, figura 4.....	193
Familia UVIGERINIDAE Haeckel 1894	
Subfamilia UVIGERINIDAE Haeckel 1894	
Género <i>Uvigerina</i> d'Orbigny 1826	
Especie <i>Uvigerina havanensis</i> Cushman y Bermúdez 1936	
Lámina 22, figura 8.....	194
Especie <i>Uvigerina hispida</i> Schwager 1866	
Lámina 22, figura 9.....	195
Especie <i>Uvigerina peregrina</i> Cushman 1923	
Lámina 22, figura 10.....	196
Especie <i>Uvigerina rippensis</i> Cole 1927	
Lámina 22, figura 11.....	196
Subfamilia ANGULOGERININAE Galloway 1933	
Género <i>Angulogerina</i> Cushman 1927	
Especie <i>Angulogerina angulosa</i> (Williamson) 1858	
Lámina 1, figura 5-6.....	73

Espece <i>Angulogerina muralis</i> (Terquem) 1882	
Lámina 2, figuras 1-2.....	74
Género <i>Trifarina</i> Cushman 1923	
Espece <i>Trifarina bradyi</i> Cushman 1923	
Lámina 21, figuras 9-10.....	192
Familia REUSSELLIDAE Cushman 1933	
Género <i>Reussella</i> Galloway 1933	
Espece <i>Reussella oligocenica</i> Cushman y Todd 1946	
Lámina 19, figuras 10-11.....	181
Espece <i>Reussella spinulosa</i> (Reuss) 1850	
Lámina 20, figuras 1-2.....	182
Superfamilia TURRILINACEA Cushman 1927	
Familia TURRILINIDAE Cushman 1927	
Género <i>Turrilina</i> Andreae 1884	
Espece <i>Turrilina alsatica</i> Andreae 1884	
Lámina 22, figuras 5-7.....	193
Superfamilia GLABRATELLACEA Loeblich y Tappan 1964	
Familia GLABRATELLIDAE Loeblich y Tappan 1964	
Género <i>Heronallenia</i> Chapman y Parr 1931	
Espece <i>Heronallenia lingulata</i> (Burrows y Holland) 1895	
Lámina 12, figura 7.....	144
Superfamilia SIPHONINACEA Cushman 1927	
Familia SIPHONINIDAE Cushman 1927	
Subfamilia SIPHONININAE Cushman 1927	
Género <i>Siphonina</i> Reuss 1850	
Espece <i>Siphonina tenuicarinata</i> Cushman 1927	
Lámina 21, figura 1.....	187
Superfamilia FURSENKOINOIDEA Loeblich y Tappan 1961	
Familia FURSENKOINIDAE Loeblich y Tappan 1961	
Género <i>Sigmavirgulina</i> Loeblich y Tappan 1957	

Especie <i>Sigmavirgulina tortuosa</i> (Brady) 1881	
Lámina 20, figuras 9-10.....	186
Superfamilia PLEUROSTOMELLOIDEA Reuss 1860	
Familia PLEUROSTOMELLIDAE Reuss 1860	
Subfamilia PLEUROSTOMELLINAE Reuss 1860	
Género <i>Pleurostomella</i> Reuss 1860	
Especie <i>Pleurostomella acuminata</i> Cushman 1922	
Lámina 17, figuras 4-5.....	167
Especie <i>Pleurostomella acuta</i> Hantken 1875	
Lámina 17, figuras 6-7.....	168
Especie <i>Pleurostomella alternans</i> Schwager 1866	
Lámina 17, figura 8.....	169
Especie <i>Pleurostomella bolivinoidea</i> Schubert 1911	
Lámina 17, figura 9.....	170
Especie <i>Pleurostomella brevis</i> Schwager 1866	
Lámina 17, figura 10.....	170
Especie <i>Pleurostomella subnodosa</i> Reuss 1860	
Lámina 18, figuras 1-2.....	171
Superfamilia STILOSTOMELLOIDEA Finlay 1947	
Familia STILOSTOMELLIDAE Finlay 1947	
Género <i>Siphonodosaria</i> Silvestri 1924	
Especie <i>Siphonodosaria abyssorum</i> (Brady) 1881	
Lámina 20, figura 8.....	188
Género <i>Stilostomella</i> Guppy 1894	
Especie <i>Stilostomella fijiensis</i> (Cushman) 1931	
Lámina 21, figuras 2-3.....	190
Especie <i>Stilostomella subspinosa</i> (Cushman) 1943	
Lámina 21, figuras 4-6.....	190
Superfamilia DISCORBACEA Ehrenberg 1838	
Familia BAGGINIDAE Cushman 1927	
Superfamilia DISCORBINELLACEA Sigal 1952	
Familia PARRELLOIDIDAE Holfker 1956	

Género <i>Cibicidoidea</i> Thalmann 1939	
Especie <i>Cibicidoidea bradyi</i> (Trauth) 1918	
Lámina 7, figura 4.....	118
Especie <i>Cibicidoidea eocaenus</i> (Gümbel) 1868	
Lámina 7, figura 5; lámina 8, figura 7; lámina 9, figura 1.....	119
Especie <i>Cibicidoidea grimsdalei</i> (Nuttall) 1930	
Lámina 7, figura 6.....	120
Especie <i>Cibicidoidea lamontdohertyi</i> Miller y Katz 1987	
Lámina 7, figura 7; lámina 8, figura 1.....	121
Especie <i>Cibicidoidea micrus</i> (Bermúdez) 1949	
Lámina 8, figuras 2-3.....	122
Especie <i>Cibicidoidea mundulus</i> (Brady, Parker y Jones) 1888	
Lámina 8, figuras 4-6.....	123
Especie <i>Cibicidoidea robertsonianus</i> (Brady) 1881	
Lámina 9, figura 2.....	125
Especie <i>Cibicidoidea ungerianus</i> (d'Orbigny) 1846	
Lámina 9, figuras 3-4.....	126
Familia ROSALINIDAE Reiss 1963	
Género <i>Neoconorbina</i> Hofker 1951	
Especie <i>Neoconorbina</i> sp. A	
Lámina 14, figura 5.....	152
Especie <i>Neoconorbina terquemi</i> (Rzehak) 1888	
Lámina 14, figura 4.....	152
Género <i>Rosalina</i> d'Orbigny 1826	
Especie <i>Rosalina globularis</i> d'Orbigny 1826	
Lámina 20, figuras 4-5.....	183
Familia PSEUDOPARRELLIDAE Voloshinova 1952	
Subfamilia PSEUDOPARRELLINAE Voloshinova 1952	
Género <i>Epistominella</i> Husezima 1944	
Especie <i>Epistominella exigua</i> (Brady) 1884	
Lámina 10, figuras 7-8.....	133
Especie <i>Epistominella vitrea</i> Parker 1953	
Lámina 10, figura 9; lámina 11, figura 1.....	134

Superfamilia PLANORBULINOIDEA Schwager 1877

Familia PLANULINIDAE Bermúdez 1952

Género *Hyalinea* Hofker 1951

Especie *Hyalinea balthica* (Schröter) 1783

Lámina 13, figura 3.....145

Género *Planulina* d'Orbigny 1826

Especie *Planulina renzi* Cushman y Stainforth 1945

Lámina 17, figura 2.....166

Familia CIBICIDIDAE Cushman 1927

Subfamilia CIBICIDINAE Cushman 1927

Género *Cibicides* de Montfort 1808

Especie *Cibicides carinatus* (Terquem) 1882

Lámina 5, figura 3.....112

Especie *Cibicides laurissae* (Mallory) 1959

Lámina 6, figuras 4-5.....113

Especie *Cibicides lobatulus* (Walker y Jacob) 1798

Lámina 6, figuras 6-8.....114

Especie *Cibicides refulgens* Montfort 1808

Lámina 6, figura 9; lámina 7, figura 1.....116

Especie *Cibicides westi* Howe 1939

Lámina 7, figuras 2-3.....117

Superfamilia ASTERIGERINOIDEA d'Orbigny 1839

Familia EPISTOMARIIDAE Hofker 1954

Subfamilia NUTTALLIDINAE Saidova 1981

Género *Nuttallides* Finlay 1939

Especie *Nuttallides truempyi* (Nuttall) 1930

Lámina 15, figura 6.....159

Especie *Nuttallides umbonifera* (Cushman) 1933

Lámina 15, figura 7; lámina 16, figura 1.....160

Familia ASTERIGERINIDAE d'Orbigny 1839

Género *Asterigerina* d'Orbigny 1839

Especie <i>Asterigerina campanella</i> (Gümbel) 1868	
Lámina 2, figura 6.....	81
Especie <i>Asterigerinoides subacutus</i> (Cushman) 1922	
Lámina 2, figura 7.....	81
Superfamilia NONIONOIDEA Schultze 1854	
Familia NONIONIDAE Schultze 1854	
Subfamilia NONIONINAE Schultze 1854	
Género <i>Nonion</i> de Montfort 1808	
Especie <i>Nonion havanense</i> Cushman y Bermúdez 1937	
Lámina 14, figuras 7-8.....	154
Especie <i>Nonion commune</i> (d'Orbigny) 1846	
Lámina 15, figuras 1-2.....	155
Género <i>Nonionella</i> Cushman 1926	
Especie <i>Nonionella robusta</i> Plummer 1931	
Lámina 15, figura 4.....	156
Género <i>Nonionoides</i> Saidova 1975	
Especie <i>Nonionoides grateloupi</i> d'Orbigny 1839	
Lámina 15, figura 3.....	157
Género <i>Protelphidium</i> Haynes 1956	
Especie <i>Protelphidium laeve</i> (d'Orbigny) 1955	
Lámina 18, figura 5.....	173
Subfamilia ASTRONONIONINAE Saidova 1981	
Género <i>Astrononion</i> Cushman y Edwards 1937	
Especie <i>Astrononion novozealandicum</i> Cushman y Edwards 1937	
Lámina 2, figuras 8-9.....	82
Género <i>Melonis</i> de Montfort 1808	
Especie <i>Melonis barleeanus</i> (Williamson) 1858	
Lámina 14, figura 2.....	150
Subfamilia PULLENIINAE Schwager 1877	
Género <i>Pullenia</i> Parker y Jones 1862	
Especie <i>Pullenia bulloides</i> (d'Orbigny) 1846	
Lámina 18, figura 6.....	173

Especie <i>Pullenia quinqueloba</i> (Reuss) 1851	
Lámina 18, figuras 7-8.....	174
Especie <i>Pullenia salisburyi</i> Stewart y Stewart 1930	
Lámina 18, figuras 9-10.....	176
Especie <i>Pullenia subcarinata</i> (d'Orbigny) 1839	
Lámina 19, figuras 1-2.....	176
Superfamilia CHILOSTOMELLACEA Brady 1881	
Familia CHILOSTOMELLIDAE Brady 1881	
Subfamilia CHILOSTOMELLINAE Brady 1881	
Género <i>Chilostomella</i> Reuss 1849	
Especie <i>Chilostomella oolina</i> Schwager 1878	
Lámina 5, figura 2.....	111
Familia ALABAMINIDAE Hofker 1951	
Género <i>Alabama</i> Toulmin 1941	
Especie <i>Alabama weddellensis</i> (Earland) 1936	
Lámina 1, figura 1.....	70
Especie <i>Alabama wilcoxensis</i> Toulmin 1941	
Lámina 1, figura 2.....	71
Familia OSANGULARIIDAE Loeblich y Tappan 1964	
Género <i>Osangularia</i> Brotzen 1940	
Especie <i>Osangularia culter</i> (Parker y Jones) 1865	
Lámina 15, figuras 6-7.....	164
Familia ORIDORSALIDAE Loeblich y Tappan 1984	
Género <i>Oridorsalis</i> Andersen 1961	
Especie <i>Oridorsalis plummerae</i> (Cushman) 1948	
Lámina 16, figuras 2-3.....	161
Especie <i>Oridorsalis umbonatus</i> (Reuss) 1851	
Lámina 16, figuras 4-5.....	162

Familia HETEROLEPIDAE González-Donoso 1969	
Género <i>Anomalinoides</i> Brotzen 1942	
Especie <i>Anomalinoides alazanensis</i> (Nuttall) 1932	
Lámina 1, figura 7.....	75
Especie <i>Anomalinoides pompilioides</i> (Galloway y Heminway) 1941	
Lámina 1, figura 8.....	76
Especie <i>Anomalinoides semicribratus</i> (Beckmann) 1954	
Lámina 1, figura 9.....	77
Especie <i>Anomalinoides spissiformis</i> (Cushman y Stainforth) 1945	
Lámina 2, figura 3.....	79
Familia GAVELINELLIDAE Holfker 1956	
Subfamilia GYROIDINOIDINAE Saidova 1981	
Género <i>Gyroidinoides</i> Brotzen 1942	
Especie <i>Gyroidinoides depressus</i> (Alth) 1850	
Lámina 11, figuras 6-7.....	138
Especie <i>Gyroidinoides girardanus</i> (Reuss) 1851	
Lámina 11, figura 8; lámina 12, figura 1.....	139
Especie <i>Gyroidinoides mediceus</i> (Emiliani) 1954	
Lámina 12, figuras 2-3.....	140
Especie <i>Gyroidinoides planulatus</i> (Cushman y Renz) 1941	
Lámina 12, figuras 4-5.....	141
Especie <i>Gyroidinoides soldanii</i> (d'Orbigny) 1826	
Lámina 12, figuras 4-5.....	142
Familia ELPHIDIIDAE Galloway 1933	
Subfamilia ELPHIDIINAE Galloway 1933	
Género <i>Elphidium</i> de Montfort 1808	
Especie <i>Elphidium advenum</i> (Cushman) 1922	
Lámina 9, figura 7.....	129
Especie <i>Elphidium ancestrum</i> Le Calvez 1950	
Lámina 9, figura 8.....	129
Especie <i>Elphidium crispum</i> (Linnaeus) 1758	
Lámina 10, figuras 2-3.....	130
Especie <i>Elphidium incertum</i> (Williamson) 1858	
Lámina 10, figura 4.....	131

Especie <i>Elphidium macellum</i> (Fichtel y Moll) 1798	
Lámina 10, figura 5.....	132
Especie <i>Elphidium sp. A</i>	
Lámina 10, figura 6.....	132
Familia GAVELINELLIDAE Hofker 1956	
Subfamilia GAVELINELLINAE Hofker 1956	
Género <i>Hanzawaia</i> Asano 1944	
Especie <i>Hanzawaia ammophila</i> (Gümbel) 1868	
Lámina 13, figuras 1-2.....	143
Superfamilia ROTALIOIDEA Ehrenberg 1839	
Familia ROTALIIDAE Ehrenberg 1839	
Subfamilia PARAROTALIINAE Reiss 1963	
Género <i>Pararotalia</i> Le Calvez 1949	
Especie <i>Pararotalia audouini</i> (d'Orbigny) 1850	
Lámina 17, figura 1.....	165
Suborden LAGENINA Delage y Hérouard 1896	
Superfamilia NODOSARIOIDEA Ehrenberg 1838	
Familia NODOSARIIDAE Ehrenberg 1838	
Subfamilia NODOSARIINAE Ehrenberg 1838	
Género <i>Laevidentalina</i> Loeblich y Tappan 1986	
Especie <i>Laevidentalina communis</i> (d'Orbigny) 1826	
Lámina 13, figura 7.....	148
Género <i>Chrysalogonium</i> Schubert 1908	
Especie <i>Chrysalogonium dickersoni</i> Cushman y Bermudez 1936	
Lámina 10, figura 1.....	111
Subfamilia PLECTOFRONDICULARIINAE Cushman 1927	
Género <i>Plectofrondicularia</i> Liebus 1902	
Especie <i>Plectofrondicularia paucicostata</i> Cushman y Jarvis 1929	
Lámina 17, figura 3.....	167

Familia LAGENIDAE Reuss 1862	
Género <i>Lagena</i> Walker y Jacob 1798	
Especie <i>Lagena hexagona</i> (Williamson) 1848	
Lámina 13, figura 8.....	149
Especie <i>Lagena striata</i> d'Orbigny 1884	
Lámina 14, figura 1.....	149
Familia GLANDULINIDAE Reuss 1860	
Subfamilia SEABROOKIINAE Cushman 1927	
Género <i>Seabrookia</i> Brady 1890	
Especie <i>Seabrookia rugosa</i> Watanabe 1989	
Lámina 20, figuras 6-7.....	185
Suborden MILIOLINA Delage y Hérouard 1896	
Superfamilia MILIOLACEA Ehrenberg 1839	
Familia HAUERINIDAE Schwager 1876	
Subfamilia MILIOLINELLINAE Vella 1957	
Género <i>Miliolinella</i> Wiesner 1931	
Especie <i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu) 1803	
Lámina 14, figura 3.....	151

3.3. DIAGNOSIS DE LAS ESPECIES DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS

Alabamina weddellensis (Earland) 1936

Lámina 1, figura 1

Sinonimias:

Eponides weddellensis EARLAND 1936, p. 57, lám. 1, figs. 65-67.

Eponides weddellensis Earland.- BOLTOVSKOY y TOTAH 1987, lám. 1, figs. 13-14.- BOLTOVSKOY y OCAMPO 1993, lám. 3, fig. 17.

Alabaminella weddellensis (Earland).- RESIG y CHEONG 1997, lám. 2, figs. 1-6.- TAKATA y NOMURA 2005, lám. 5, fig.3.

Diagnosis:

Concha trocoespíralada, biconvexa. Contorno circular y periferia lobulada. Lado umbilical involuto con 5 cámaras subtriangulares separadas por suturas distintivas, deprimidas y radiales. Lado espiral evolutivo con suturas deprimidas y oblicuas. Pared calcítica, superficie lisa, finamente perforada. La abertura es un corte rodeado por un labio interiomarginal extraumbilical en la base de la cara apertural.

Alabamina weddellensis se distingue de otras especies de *Alabamina* por sus cinco cámaras subtriangulares en el lado umbilical, la última parcialmente envuelta por la cámara anterior y la abertura interiomarginal extraumbilical.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es común a abundante en el sondeo 1263 (Biozona E16, Priabonense superior, y Biozona O1, Rupeliense); es muy escasa a escasa en la sección de Noroña, registrando el mayor porcentaje en la Biozona *H. alabamensis* (Priabonense); y es muy escasa en la sección de Zarabanda, donde aparece únicamente en la muestra (Za-116-62), situada en la última muestra del Oligoceno superior (Biozona *G. primordius*).

***Alabamina wilcoxensis* Toulmin 1941**

Lámina 1, figura 2

Sinonimias:

Alabamina wilcoxensis TOULMIN 1941, p. 603, lám. 81, figs. 10-14; textfig. 4a-C.

Pulvinulinella exigua var. *obtusa* CUSHMAN y PONTON 1932, p. 71, lám. 9, figs. 9a-c.

Alabamina midwayensis Brotzen.- BERGGREN y AUBERT 1975, (non Brotzen) p. 147, lám. 2, figs. 14a-c; lám. 12, fig. 2.

Alabamina wilcoxensis Toulmin.- BOLTOVSKOY y WATANABE 1985, lám. 1, figs. 6, 7.- SPEIJER 1994, p. 56, lám. 9, fig. 7.- ALEGRET y THOMAS 2001, p. 276, lám. 1, fig. 3.- ALEGRET 2008, lám. 1, fig. 1-2.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, planoconvexa. Contorno subcircular, ligeramente lobulado y periferia subaguda. Lado umbilical involuto, convexo con suturas radiales niveladas con la superficie, excepto la última que se observa ligeramente deprimida. Lado espiral evolutivo, plano con suturas oblicuas, casi rectas. Pared calcítica, superficie lisa, finamente perforada. La abertura es un corte interiomarginal en la base de la cara apertural, girando unos 90° cerca de la periferia.

Alegret y Thomas (2001) pusieron de manifiesto que esta especie se ha confundido comúnmente en la literatura con *A. midwayensis* Brotzen: según la descripción original de estas especies, *A. wilcoxensis* es casi planoconvexa, mientras que *A. midwayensis* es más biconvexa.

En la Institución Smithsonian se examinó un paratipo de *A. wilcoxensis* (CC 38519) que coincide ampliamente con nuestro material, presentando periferia subaguda y un lado espiral plano.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña, donde únicamente aparece en la muestra (Nor-15), situada en la parte superior de la Biozona *P. barbadoensis*; es muy escasa a escasa en la sección de Fuente Caldera (Biozona *P. naguewichiensis*); y es muy escasa en la sección de Zarabanda, registrando su mayor porcentaje en la parte inferior de la sección (Biozona *G. angulisuturalis*).

***Ammodiscus cretaceous* (Reuss) 1845**

Lámina 1, figuras 3-4

Sinonimias:

Operculina cretacea REUSS 1845, p. 35, lám. 13, figs. 64-65.

Cornuspira cretacea (Reuss).- WHITE 1928a, p. 185, lám. 27, fig. 9.

Ammodiscus cretaceous (Reuss).- MILLER *et al.* 1982, p. 19, lám. 1, fig. 6.- KAMINSKI *et al.* 1988, p. 184, lám. 3, fig. 7.- HULSBOS *et al.* 1989, p. 266, lám. 1, fig. 9.- KAMINSKI *et al.* 1996, p. 10, lám. 1, figs. 1, 2.- KUHNT y KAMINSKI 1997, p. 260, lám. 3, fig. A.- KUHNT *et al.* 1998, p. 399, lám. 1, fig. 1.- ALEGRET y THOMAS 2001, p. 276, lám. 1, fig. 5.- GALEOTTI *et al.* 2004, p. 93, lám. 2, fig. 1.- KAMINSKI y GRADSTEIN 2005, p. 145, lám. 14, figs. 1-10.- ORTIZ 2006, p. 47, lám. 1, figs. 1-4.

Ammodiscus peruvianus Berry.- KUHNT y KAMINSKI 1997, p. 260, lám. 3, fig. B.- GALEOTTI *et al.* 2004, p. 94, lám. 2, fig. 2.

Diagnosis:

Concha planiespiralada, comprimida, cóncava en ambos lados, evoluta, contorno circular a elíptico. Consta de una única cámara tubular que forma unas 10 vueltas de enrollamiento, formando una sutura deprimida. Pared finamente aglutinada, muy lisa con unas finas estrías radiales. Abertura semicircular al final de la cámara, generalmente difícil de ver.

A. cretaceous se diferencia de las demás especies de *Ammodiscus* por sus finas estrías radiales y el alto número de vueltas. Estas características no siempre son visibles. De hecho, Alegret y Thomas (2001) no observan las estrías radiales en sus ejemplares del Cretácico y Paleoceno de México, aunque sí en su examen del holotipo.

Bolli *et al.* (1994) y Alegret y Thomas (2001), al contrario de lo que proponen Kaminski y Gradstein (2005), sugieren que la especie de contorno elíptico denominada comúnmente como *A. peruvianus* Berry y la especie de contorno circular denominada *A. cretaceous* son la misma especie ya que la única diferencia observada es el contorno. Por otra parte, Kaminski *et al.* (1988) sugieren que la especie *A. peruvianus* puede ser consecuencia de una deformación lateral de la especie *A. glabratus* Cushman y Jarvis. Kaminski y Gradstein (2005) establecen que *A. cretaceous* presenta las 3 ó 4 últimas vueltas más anchas que las anteriores. Esta característica se observa en nuestros ejemplares aunque con un rango de variabilidad amplio.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña, únicamente aparece en la muestra (Nor-9), ubicada en la base de la sección (Biozona *G. index*, Priaboniense); es muy escasa en la parte inferior de la sección de Fuente Caldera (Biozona *P. naguewichiensis*, Rupeliense); y muy escasa en gran parte de la sección de Zarabanda (Biozona *G. ciproensis* y *G. primordius*, Chatiense; y Biozona *P. kugleri*, Aquitaniense), registrando un ligero aumento en su abundancia relativa desde la parte superior del Chatiense hasta el techo de la sección (Aquitaniense).

***Angulogerina angulosa* (Williamson) 1858**

Lámina 1, figuras 5-6

Sinonimias:

Uvigerina angulosa WILLIAMSON 1858, p. 67, lám. 5, fig. 140.

Angulogerina angulosa (Williamson).- BOLTOVSKOY *et al.* 1980, p. 16, lám. 1, figs. 13-16.- BOLTOVSKOY y TOTAH 1987, lám. 1, fig. 28.- LOEBLICH y TAPPAN 1987, p. 525, lám. 574, figs. 5-9.- VAN MARLE 1989, lám. 5, figs. 11, 12.- LOEBLICH y TAPPAN 1994, p. 128, lám. 250, figs. 13-20.- CIMERMAN y LANGER 1991, p. 63, lám. 66, figs. 3, 4.- JONKERS *et al.* 2002, fig. 10. r.

Trifarina wilcoxensis (Cushman y Ponton).- MILLER y KATZ 1987b, p. 289, lám. 2, figs. 5,6.

Trifarina angulosa (Williamson).- MURRAY 1971, p. 123, lám. 51, figs. 1-6.- JONES 1994, p. 86, lám. 74, figs. 15,16.- HROMIC y ZÚÑIGA 2003, lám. 9, figs. 1-4.- MURRAY 2003, p. 26, fig. 10.5.- HOULBOURN *et al.* 2005.- DUCHEMIN *et al.* 2005, lám. 1, fig. 10.- MORIGI *et al.* 2005, lám. 2, fig. 10.- ABU-ZIED 2008, lám. 2, fig. 21.

Diagnosis:

Concha alargada, triseriada, triangular a subtriangular en sección transversal. Cámaras distintivas, infladas, las últimas algo más agudas y triangulares, llegando a formar una pequeña carena, separadas por suturas curvas y deprimidas, sobre todo las últimas. Periferia de aguda a carenada. Pared calcítica, finamente perforada, ornamentada con finas costillas, bien marcadas, longitudinales en toda la concha o con las últimas cámaras lisas. Abertura terminal, situada al final de un corto cuello circular bordeado por un labio.

La variabilidad morfológica de esta especie es muy amplia. Es por ello que

existe una gran confusión en la clasificación de esta especie. Jones (1994) y Holbourn *et al.* (2005) consideraron ejemplares con sección triangular y última cámara lisa como *Trifarina angulosa*, sin embargo nosotros pensamos que corresponde a la especie *Angulogerina angulosa*, debido a que el género *Trifarina* se distingue del género *Angulogerina* por tener un estadio final uniseriado y rectilíneo.

Miller y Katz (1987) ilustran la especie *Trifarina wilcoxensis* (lám. 2, figs. 5,6) alargada y con costillas bien formadas, mientras que la diagnosis original de esta especie no menciona la presencia de ningún tipo de ornamentación, sino que se caracteriza por presentar lados paralelos y una periferia con un surco entre dos pequeños rebordes. Por lo que nosotros pensamos que los ejemplares figuradas son la especie *Angulogerina angulosa*. Hromic y Zúñiga (2003) ilustran cuatro ejemplares de *Angulogerina angulosa* donde se observa la gran variabilidad intraespecífica de esta especie.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa a común en la sección de Noroña (Priaboniense y Rupeliense); es común en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense y Chatiense), donde se registra un pico de abundancia relativa (19%) en la base de la Biozona O4 (Rupeliense); y es escasa a común en Zarabanda, registrando un mayor porcentaje en la Biozona *G. ciperoensis* (Chatiense).

***Angulogerina muralis* (Terquem) 1882**

Lámina 2, figuras 1, 2

Sinonimias:

Uvigerina muralis TERQUEM 1882, p. 119, lám. 12, figs. 26-29.

Angulogerina muralis (Terquem).- CUSHMAN y EDWARDS 1937, p. 55, lám. 8, figs. 3-5.- KAASSCHIETER 1961, p. 199, lám. 10, figs. 3,4.- BIGNOT 1962, p. 166, lám. 2, figs. 11-14.

Diagnosis:

Concha alargada, mayor anchura aproximadamente a 2/3 del extremo inicial puntiagudo. Casi triangular en corte transversal, periferia aguda. Cámaras distintivas,

triseriadas, sobresalientes, excavadas en la base, especialmente en las últimas. Suturas distintivas y deprimidas. Pared calcítica, sin ornamentación y finamente perforada. Abertura terminal, al final de un cuello, rodeada por un labio.

Angulogerina muralis se diferencia de otras especies por la irregularidad de las cámaras, siendo sobresalientes y excavadas en la base.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña, en los pisos Priaboniense y Rupeliense.

***Anomalinoides alazanensis* (Nuttall) 1932**

Lámina 1, figura 7

Sinonimias:

Anomalina alazanensis NUTTALL 1932, p. 31, lám. 8, figs. 5-7.

Anomalinoides alazanensis (Nuttall).- DOUGLAS 1973, lám. 19, figs. 6-8; lám. 25, figs. 1,2.- BOLLI *et al.* 1994, p. 373, lám. 59, figs. 5-9; lám. 79, fig. 20.

Anomalina alazanensis Nuttall.- SETIAWAN 1983, p. 108, lám. 14, fig. 2.

Anomalinoides cf. alazanensis (Nuttall).- TJALSMA 1983, p. 739, lám. 5, fig. 3.

Cibicidoides alazanensis (Nuttall).- VAN MORKHOVEN *et al.* 1986, p. 201, lám. 68, figs. 1-2.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, biconvexa, comprimida y de periferia subredondeada. Lado espiral y umbilical casi involutos, observándose en ambos lados dos vueltas de espira, siendo el lado espiral más desarrollado. Los dos lados se encuentran ligeramente deprimidos en el área umbilical. Se observan 14 cámaras por vuelta, separadas por suturas niveladas con la superficie o ligeramente deprimidas; las últimas suturas ligeramente limbadas y curvas. Pared calcítica, groseramente perforada en ambos lados. La abertura es un corte interiormarginal en la base de la última cámara, extendiéndose sobre el lado espiral.

A. alazanensis se diferencia de otras especies de *Anomalinoides* por presentar los dos lados deprimidos en la parte central de la concha. Se estudiaron el holotipo y dos

paratipos de *A. alazanensis* (CC 16460, 16461, 16462) en la Institución Smithsonian. El holotipo presenta las suturas algo más limbadas y 16 cámaras en la última vuelta, número superior al observado en nuestros ejemplares. *A. alazanensis* es similar a *A. spissiformis*, aunque se diferencian por tener *A. alazanensis* un lado umbilical más involuto, suturas menos curvadas y los dos lados de la concha deprimidos en su parte central.

Hayward y Buzas (1979) examinaron el holotipo y paratipo de *A. alazanensis* y otro paratipo de la especie *Anomalina vitrinoda* Finlay (USNM 689130), y determinaron que las dos especies eran sinónimas.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en el sondeo 1263, donde se ha identificado únicamente en la muestra 11HCC (Biozona E15, Priaboniense); es muy escasa en la sección de Noroña, aumentando ligeramente su abundancia relativa en el límite Eoceno-Oligoceno; es muy escasa en la sección de Fuente Caldera en los pisos Rupeliense y Chatiense; y es muy escasa en la sección de Zarabanda en los pisos Chatiense y Aquitaniense, registrando un mayor porcentaje en la base del Aquitaniense.

***Anomalinoïdes pompilioides* Galloway y Heminway 1941**

Lámina 1, figura 8

Sinonimias:

Anomalinoïdes pompilioides GALLOWAY y HEMINWAY 1941, p. 389, lám. 22, fig. 3.

Anomalinoïdes pompilioides Galloway y Heminway.- CUSHMAN y STAINFORTH 1945, p. 71, lám. 14, fig. 1.- BOLLI *et al.* 1994, p. 375, lám. 58, figs. 14-15.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, biconvexa asimétrica, contorno no circular, periferia subredondeada, lobulada en la últimas cámaras. Lado umbilical involuto, convexo, cámaras subtriangulares, poco infladas excepto las últimas que crecen rápidamente en altura. Lado espiral semievoluto, plano excepto la última vuelta convexa. Suturas poco distintivas, radiales, rectas, las dos últimas deprimidas. Pared calcítica, fina,

intensamente perforada. Abertura periférica rodeada por un labio que se extiende ligeramente sobre el lado espiral.

Esta especie se caracteriza por presentar una perforación continua e intensa en toda la concha pero los poros son más pequeños que en las especies *A. capitatus* y *A. rubiginosus*.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a lo largo de las secciones de Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense) y Fuente Caldera (última aparición en el Rupeliense inferior, parte superior de la Biozona *P. naguewichiensis*).

***Anomalinoides semicibratus* (Beckmann) 1953**

Lámina 1, figura 9

Sinonimias:

Anomalina pompilioides Galloway y Heminway var. *semicibrata* BECKMANN 1953, p. 400, lám. 27, fig. 3; p. 400, láms. 24-25.

Anomalinoides semicibrata (Beckmann).- DOUGLAS 1973, lám. 14, figs. 1, 2.- HAYWARD y BUZAS 1979, p. 40, lám. 5, figs. 54, 55.

Gavelinella semicibrata (Beckmann).- TJALSMA y LOHMANN 1983, p. 31, lám. 16, fig. 6.- WOOD *et al.* 1985, lám. 4, figs. 1-3.

Anomalinoides semicibratus (Beckmann).- THOMAS 1985, lám 12, figs. 8, 9.- VAN MORKHOVEN *et al.* 1986, p. 147, lám. 48, figs. 1-3.- NOMURA 1991, lám. 2, fig. 8.- HOLBOURN *et al.* 2005.- MOLINA *et al.* 2006, lám. 1, figs. 17.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, casi planispiralada con lado espiral algo menos involuto que el umbilical. Concha biconvexa con periferia muy redondeada y contorno lobulado. Unas seis cámaras en la última vuelta, separadas por suturas radiales, rectas y deprimidas. Pared calcítica, lado umbilical gruesamente perforado, lado espiral y cara apertural ligeramente perforados. La abertura se extiende en el lado umbilical desde el ombligo hasta la periferia.

Hay una gran controversia entre diferentes especies del género *Anomalinoides*:

A. rubiginosus, *A. capitatus*, *A. semicribatus* y *A. globulosus*. Esto es debido a que muestran una gran variabilidad en el grado de ornamentación, enrollamiento involuto de la concha, número de cámaras de la última vuelta, patrones de perforación y tamaño de los poros en el lado espiral, umbilical y cara apertural. Estas características pueden llegar a solaparse entre las diferentes especies mencionadas. Todo esto da una idea de la complicada tarea que supone separarlas, incluso se ha llegado a proponer una línea cronológica para estos *Anomalinoides* desde el Campaniense hasta la actualidad (Van Morkhoven *et al.* 1986):

A. rubiginosus (Campaniense - Paleoceno)

A. capitatus (Paleoceno superior - Oligoceno inferior)

A. semicribatus (Eoceno medio - Mioceno medio)

A. globulosus (Mioceno superior - Actualidad)

En la Institución Smithsonian se examinó la colección de Van Morkhoven: la especie *Anomalinoides semicribatus* posee poros en el lado espiral, umbilical y en la cara apertural; la especie *Anomalinoides ruginosus* (CC 5226, R/C 119) tiene poros en ambos lados de la concha y suturas al comienzo de la última vuelta, fuertemente limbadas y elevadas, formando montículos; y la especie *Anomalinoides dorri* (CC 62499, R/C 92) presenta una gran variabilidad en el tamaño de los poros y en la elevación de las suturas, llegando a formar montículos. Por otro lado, se estudiaron dos hipotipos (USNM 243280, USNM 243281) de *Anomalinoides semicribatus* y se observó que el lado umbilical está fuertemente perforado mientras que el lado espiral es liso.

Tjalsma y Lohmann (1983) y Van Morkhoven *et al.* (1986) propusieron como la misma especie a *Anomalinoides capitatus*, *A. dorri*, y su variedad *aragonensis* Nuttall. Katz *et al.* (2003) y Van Morkhoven *et al.* (1986) encontraron esta especie en zonas de medios batiales hasta abisales. Katz *et al.* (2003) observaron un descenso en el porcentaje de la especie *Anomalinoides semicribatus* en el Oligoceno medio-superior.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa en la Biozona E15 (Priaboniense) y en la Biozona O1 (Rupeliense) del sondeo 1263; se ha identificado también en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense), donde es muy escasa.

***Anomalinoides spissiformis* (Cushman y Stainforth) 1945**

Lámina 2, figura 3

Sinonimias:

Anomalina alazanensis Nuttall, var. *spissiformis* CUSHMAN y STAINFORTH 1945, p. 71, lám. 14, fig. 5.
Anomalina alazanensis Nuttall, var. *spissiformis* Cushman y Stainforth - CUSHMAN y RENZ 1948, p. 41, lám. 8, figs. 15, 16.- BECKMANN 1953, p. 399, lám. 26, fig. 14.- BOLLI *et al.* 1994, p. 373, lám. 59, figs. 10-12.

Anomalinoides spissiformis (Cushman y Stainforth).- SAUNDERS *et al.* 1984, p. 407, lám. 3, fig. 21.- MACKENSEN y BERGGREN 1992, p. 620, lám. 5, figs. 11-14.- MILLER y KATZ 1987a, p. 121, lám. 6, fig. 4.- ORTIZ y THOMAS 2006, p. 112, lám. 3, fig. 8.

Anomalinoides praespissiformis (Cushman y Bermudez)/ *spissiformis* (Cushman y Stainforth).- MÜLLER-MERZ y OBERHÄNSLI 1991, p.157, lám. 4, figs. 3.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada planoconvexa, algo comprimida y periferia redondeada. Lado umbilical involuto, muy enrollado, convexo, con unas 13 cámaras en la última vuelta. Lado espiral casi evolutivo y plano, con dos vueltas de espira visibles. Suturas ligeramente curvas, las últimas algo deprimidas. Pared calcítica, perforada. La abertura es un corte interiomarginal que se extiende desde cerca del ombligo hacia el lado espiral.

Esta especie se caracteriza por la falta de ornamentación y por presentar numerosas cámaras. En estado juvenil *A. spissiformis* es difícil de distinguir de *Gyroidinoides planulatus*. Se estudiaron en la Institución Smithsonian el holotipo y paratipo de *Anomalinoides spissiformis* (CC 43987, 43988), con los que concuerda ampliamente nuestro material.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es común en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense); es escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), registrando su mayor porcentaje en el Rupeliense (Biozonas *T. ampliapertura* y *G. sellii*); es muy escasa a escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense); y muy escasa a escasa en la sección de Zarabanda, en el piso Chatense (Oligoceno superior) y en el piso Aquitaniense (Mioceno inferior), registrando su mayor porcentaje en la parte inferior del Aquitaniense.

***Arenobulimina truncata* (Reuss) 1845**

Lámina 2, figuras 4-5

Sinonimias:

Bulimina truncata REUSS 1845, p. 37, lám. 8, fig. 73.

Verneuilina rotunda WHITE 1928b, p. 310, lám. 42, fig. 5.

Aerobulimina truncata (Reuss).- CUSHMAN 1937a, p. 40, lám. 4, figs. 1-16.- KAMINSKI *et al.* 1988, p. 194, lám. 8, fig. 10.- BOLLI *et al.* 1994, p. 91, lám.24, figs. 19-20.- ALEGRET y THOMAS 2001, p. 278, lám. 2, fig. 8.- ALEGRET *et al.* 2009, lám. 1, fig. 15.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, triseriada. Contorno general redondeado. Extremo inicial redondeado. La última vuelta de enrollamiento ocupa tres cuartas partes de la superficie de la concha. Cámaras poco distintivas menos las de la última vuelta que están infladas, separadas por suturas poco marcadas. Pared aglutinada, superficie gruesa. Abertura interiomarginal, en forma de arco bajo en la mitad de la ancha cara apertural.

Esta especie se caracteriza por tener una cara apertural ancha, contorno general redondeado y cámaras infladas en la última vuelta de enrollamiento.

Kaminiski *et al.* (1988) establecieron para el material de Trinidad dos especies diferentes de *Arenobulimina*: *A. truncata* se diferenciaría de *A. dorbignyi* por su concha menos aguda, cámaras más infladas, suturas más deprimidas y menos cámaras por vuelta. Sin embargo, Cushman (1937b) y Bolli *et al.* (1994) sugirieron que *A. truncata* poseía suturas poco marcadas.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en el sondeo 1263 (Priaboniense, Eoceno superior; y Rupeliense, Oligoceno inferior); es muy escasa en la parte superior de la sección de Fuente Caldera (Biozona *G. ciperensis*, Chatiense); y muy escasa en la base de la sección de Zarabanda (Biozona *G. ciperensis*, Chatiense).

***Asterigerina campanella* (Gümbel) 1868**

Lámina 2, figura 6

Sinonimias:

Rotalia campanella GÜMBEL 1868, p. 650, lám. 2, fig. 86.

Rotalina campanella (Gümbel).- TERQUEM 1882, p. 74, lám. 7, figs. 1-4.

Asterigerina campanella (Gümbel).- HOFKER 1959, p. 252, figs. 10-12.

Diagnosis:

Concha planoconvexa a muy ligeramente biconvexa, lado espiral plano a ligeramente convexo y lado umbilical cónico, con un botón umbilical prominente. Periferia subaguda, contorno circular. Ocho cámaras en la última vuelta, cámaras suplementarias alargadas, visibles en ejemplares bien conservados. Suturas umbilicales rectas y radiales; y suturas espirales oblicuas, rectas a ligeramente curvas hacia la periferia. Pared calcítica perforada, superficie lisa. La abertura es un corte estrecho y alargado en el margen umbilical de la última cámara.

Asterigerina campanella se caracteriza por presentar un lado umbilical en forma de cono. Esta especie puede ser confundida morfológicamente con *Asterigerina fimbriata* Todd (USNM 623799) ya que tienen la misma forma general y el lado umbilical muy convexo, pero con la diferencia de que *A. fimbriata* presenta una carena y unas suturas espirales muy limbadas.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense); muy escasa a común en la sección de Fuente Caldera, registrando su mayor abundancia relativa en la mitad inferior de la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense); y es muy escasa a escasa en la sección de Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense).

***Asterigerinoides subacutus* (Cushman) 1922**

Lámina 2, figura 7

Sinonimias:

Asterigerina subacuta CUSHMAN 1922, p. 100, lám. 24, figs. 1-3.

Asterigerina subacuta Cushman.- CUSHMAN y TODD 1946, p. 101, lám. 16, fig. 27.- TODD 1952, p. 42, lám. 6, fig. 2.- HOFKER 1959, p. 253, fig. 15.- NUGLISH y SPIEGLER 1991, p. 224, lám. 12, fig. 1.

Diagnosis:

Concha biconvexa asimétrica, compuesta de unas tres y media vueltas. El lado espiral ligeramente más convexo que el lado umbilical, las cámaras todas visibles en especímenes bien preservados. Unas 8 cámaras en la última vuelta de espira, suturas oblicuas y curvadas, no deprimidas, ligeramente limbadas, uniéndose a la periferia con una ligera carena. Las cámaras secundarias se desarrollan en la región umbilical, donde las suturas se unen en el pequeño umbo central. Pared calcítica perforada, superficie lisa. Abertura elongada, curvada, en el margen umbilical de la última cámara.

Asterigerinoides subacutus se caracteriza por tener la periferia con una pequeña carena y ser biconvexa, lado espiral más convexo.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña, donde únicamente aparece en la muestra (Nor-15), situada en la parte superior de la Biozona *P. barbadoensis* (Rupeliense inferior); es común a abundante en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense), registrando su mayor abundancia relativa en la parte media de la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense medio); es escasa a común en la sección de Zarabanda (Chatense-Aquitaniense), registrando mayores porcentajes en la Biozona *G. ciperensis* (Chatense).

***Astronion novozealandicum* Cushman y Edwards 1937**

Lámina 2, figuras 8-9

Sinonimias:

Astronion novozealandicum CUSHMAN y EDWARDS 1937, p. 35, lám. 3, fig. 18.- THOMAS 1985, p. 675, lám. 4, fig. 9.

Pullenia bulloides (d'Orbigny).- BOERSMA 1984a, lám. 5, fig. 6.

Astronion sp.- MÜLLER-MERZ y OBERHÄNSLI 1991, p. 165, lám. 3, fig. 10.- TODD y LOW 1970, p. 43, lám. 9, fig. 6.

Pacinionion novozealandicum (Cushman y Edwards).- OHKUSHI *et al.* 2000, lám. 5, fig. 5.

Diagnosis:

Concha planiespiralada, involuta. Periferia redondeada, ligeramente lobulada. Unas 10 cámaras en la última vuelta, aumentando de tamaño según se añaden, separadas por suturas ligeramente curvas, niveladas con la superficie salvo en la unión con las cámaras suplementarias donde se deprimen fuertemente. Las cámaras suplementarias que se desarrollan en las dos caras de la concha, a partir del ombligo son alargadas, estrechas. Pared calcítica, perforada. Abertura baja, interiomarginal.

Astronion novozealandicum también se caracteriza por presentar unas pequeñas hendiduras en toda la concha, formadas por la unión de la cámara suplementaria con la cámara de la concha. Esta especie se caracteriza por presentar unas estrechas y alargadas cámaras suplementarias bien marcadas en los ejemplares del sondeo 1263 y poco visibles en los ejemplares de la sección de Fuente Caldera debido posiblemente a la conservación del material.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa a común en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), registrando su mayor abundancia relativa en la parte media de la Biozona O1 (Rupeliense, Oligoceno inferior); es muy escasa en las secciones de Noroña (Priaboniense-Rupeliense) y Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense); y es muy escasa a escasa en la sección de Zarabanda (Chatense-Aquitaniense), registrando su mayor abundancia relativa en la base de la biozona *P. kugleri* (Aquitaniense).

***Bolivina antiqua* d'Orbigny 1846**

Lámina 2, figura 10

Sinonimias:

Bolivina antiqua D'ORBIGNY 1846, p.240, lám. 14, figs. 11-13.

Bolivina antiqua d'Orbigny.- CUSHMAN 1937c, p. 77, lám. 9, figs. 15, 16.

Diagnosis:

Concha biseriada, alargada con los dos lados casi paralelos, formada por 8 a 10 pares de cámaras distintivas, las cuales son anchas y bajas, separadas por suturas

fuertemente oblicuas y ligeramente curvas, limbadas, que se engrosan en la parte más central. Periferia subaguda, ligeramente lobulada. Pared calcítica, perforada. La abertura es un corte alargado y estrecho que se extiende sobre la última cámara.

Bolivina antiqua se distingue de otras especies de *Bolivina* por presentar las suturas limbadas y oblicuas, y por presentar los dos lados de la concha casi paralelos.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa a común en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), donde los mayores porcentajes se registran en la base de la Biozona *H. alabamensis* (Priaboniense); es muy escasa a común a lo largo de la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiente), siendo común en la Biozona *G. tapuriensis* (Rupeliense medio-inferior); y es muy escasa en la sección de Zarabanda (Chatiente-Aquitaniense).

***Bolivina huneri* Howe 1939**

Lámina 2, figura 12

Sinonimias:

Bolivina huneri HOWE 1939, p. 66, lám. 9, figs. 3-4.

Bolivina thalmani RENZ 1948, p. 120, lám. 12, fig. 13.

Bolivina huneri Howe.- BANDY 1949, p. 127, lám. 25, fig. 1.- MALLORY 1959, p. 201, lám. 16, fig. 21.- TJALSMA y LOHMANN 1983, p. 23, lám. 11, fig. 5.- MILLER 1983, p. 431, lám. 4, fig. 6.- BOLTOVSKOY y WATANABE 1985, lám. 1, fig. 19.- THOMAS 1985, p. 675, lám. 3, fig. 1.- MILLER y KATZ 1987a, p. 124, lám. 1, fig. 7.- MÜLLER y OBERHÄNSLI 1991, p. 156, lám. 2, fig. 1.- BOLTOVSKOY y OCAMPO 1993, lám. 1, fig. 4.- TAKATA y NOMURA 2005, lám. 2, fig. 1.

Bolivina thalmani Renz.- HAYWARD y BUZAS 1979, p. 44, lám. 6, figs. 76, 77.- BOLLI *et al.* 1994, p. 344, lám. 78, fig. 18.- SCHRÖDER-ADAMS 1991, lám. 1, fig. 3.

Bolivinita pseudothalmani (Renz).- BOLTOVSKOY *et al.* 1982, lám. 1, fig. 9.- BOLTOVSKOY y OCAMPO 1993, lám. 1, fig. 13.

Diagnosis:

Concha biseriada, con 10 a 12 pares de cámaras que rápidamente aumentan en tamaño siendo las últimas cámaras más infladas. Las suturas, oblicuas y arqueadas hacia

la periferia, están obscurecidas por la ornamentación. Sección transversal subredondeada. Pared calcítica, perforada, ornamentada con una reticulación irregular en toda la concha menos en el último par de cámaras. La abertura es un corte alargado y estrecho en la base de la última cámara.

Bolivina huneri se distingue de las otras especies de *Bolivina* por su ornamentación reticulada en toda la concha menos en el último par de cámaras.

Se examinaron el holotipo de *Bolivina huneri* Howe 1939 (nº 125) y *Bolivina thalmani* Renz 1948 (nº 43001) en la Institución Smithsonian. Estas dos especies las consideramos sinónimas por tener prácticamente las mismas características, salvo la ornamentación, que es más pronunciada y algo menos irregular en *B. thalmani*. Esta diferencia no se considera suficiente para separar a estas dos especies y se interpreta como variabilidad intraespecífica. Es por ello que mantenemos el nombre de *B. huneri* para todos los ejemplares estudiados.

Katz *et al.* (2003) expusieron que esta especie fue exclusiva de medios abisales en el Oligoceno, en los Sondeos estudiados del Atlántico, únicamente la encontraron a más de 2500m de profundidad.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es común en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), siendo muy abundante en las muestras 10H5 (96,41) y 10H5 (96,27), situadas en la base de la Biozona O1 (Rupeliense); y es escasa a común en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), registrando un mayor porcentaje en la base de la Biozona *P. barbadoensis* (Rupeliense); es muy escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense); y es muy escasa a escasa en la sección de Zarabanda (Chatense-Aquitaniense), constituyendo hasta un 8% de las asociaciones en la última muestra de la biozona *G. primordius* (Chatense superior).

***Bolivina mississippiensis* Cushman 1922**

Lámina 3 , figuras 1-2

Sinonimias:

Bolivina mississippiensis CUSHMAN 1922, p. 92, lám. 15, fig. 5.

Bolivina mississippiensis Cushman.- HOWE 1928, p. 174.- CUSHMAN 1937c, p. 69, lám. 8, fig. 16.-

BANDY 1949, p. 125, lám. 25, fig. 4.- TODD 1952, p. 28, lám. 4, fig. 23.

Diagnosis:

Concha biseriada, formada por 6 a 8 pares de cámaras, ligeramente más anchas que largas sobre todo en las dos últimas cámaras, separadas por suturas fuertemente crenuladas, limbadas, oblicuas y curvadas. Periferia subaguda. Pared calcítica, finamente perforada. La abertura es un corte alargado y estrecho ovalado en la base de la última cámara.

B. mississippiensis se caracteriza por presentar suturas crenuladas, limbadas y curvas. En algunas ocasiones, esta especie presenta en el estadio inicial una leve torsión sobre el eje vertical de la concha.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña (Rupeliense), donde se registra su primera aparición en el límite Eoceno-Oligoceno; es escasa a común en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense), siendo mayor su porcentaje en la base de la Biozona *G. tapuriensis* (Rupeliense inferior); y es escasa a común en la sección de Zarabanda (Chatense-Aquitaniense), siendo más abundante en el Chatense (Oligoceno superior) que en el Aquitaniense (Mioceno inferior).

***Bolivina plicatella* Cushman 1930**

Lámina 3, figuras 3-4

Sinonimias:

Bolivina plicatella CUSHMAN 1930, p. 46, lám. 8, fig. 10.

Bolivina pseudoplicata (Heron-Allen y Earland).- MURRAY 2003, p. 19, lám. 5, fig. 17.

Diagnosis:

Concha biseriada, comprimida, que se ensancha desde el extremo inicial, llegando a tener su mayor anchura cerca del extremo apertural. Periferia aguda, sección transversal delgada. Cámaras y suturas poco visibles debido a la fuerte ornamentación, menos el último par que son anchas y bajas, separadas por suturas oblicuas. Suturas

crenuladas, mostrando re-entrantes organizados en elevaciones longitudinales paralelas a los surcos. Pared calcítica, finamente perforada. La abertura es un corte alargado en forma de lazo en la última cámara.

Esta especie se diferencia de *Bolivinooides crenulata* por su sección transversal mucho más delgada y la periferia más aguda. Se examinaron el holotipo y un paratipo en la Institución Smithsonian (USNM 371074, CC 10916) y nuestros ejemplares concuerdan ampliamente con ellos.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), donde únicamente aparece en la muestra (Nor-30), situada en la Biozona *G. angulisuturalis* (Rupeliense); es muy escasa en la parte superior (Chatiense) de la sección de Fuente Caldera; y es muy escasa a escasa en la sección de Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense).

***Bolivina reticulata* Hantken 1875**

Lámina 3, figura 5

Sinonimias:

Bolivina reticulata HANTKEN 1875, p. 56, lám. 15, fig. 6.

Bolivina reticulata Hantken.- CUSHMAN 1937, p. 50, lám. 6, figs. 24-27.

Bolivina anastomosa.- Hornibrook 1961, p. 72, lám. 10, fig. 188. – HORNIBROOK 1968, p. 63, fig. 10.

Bolivina (Latibolivina) reticulata reticulata (Hantken).- HOFMANN 1971, p. 304, fig. 13, figs. 1, 3, 8, 9, 11.

Bolivina reticulata Hantken.- HAYWARD y BUZAS 1979, p. 43, lám. 6, fig. 72.- SZTRÁKOS 1982, lám. 29, fig. 5.- HAYWARD 2004, fig. 2T.

Diagnosis:

Concha biseriada, alargada, comprimida lateralmente. Periferia aguda, incluso carenada. Cámaras anchas y bajas, separadas por suturas bastante oblicuas y curvas, obscurecidas por la ornamentación de la concha. Pared calcítica, finamente perforada. Superficie ornamentada con un reticulado regular de crestas o elevaciones, con forma pentagonal. La abertura es un corte alargado y estrecho que se extiende sobre la última

cámara, rodeado por un labio.

Esta especie se caracteriza por presentar una ornamentación con un reticulado regular de crestas. Ruiz de Gaona y Colom (1950) observaron esta especie en el Eoceno superior de la vertiente meridional del Pirineo (Cataluña-Vizcaya).

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense).

***Bolivinoides albatrossi* (Cushman) 1922**

Lámina 3, figura 6

Sinonimias:

Bolivina albatrossi CUSHMAN 1922, p. 31, lám. 6, fig. 4.

Bolivina albatrossi Cushman.- HAGEMAN 1979, p. 82, lám. 10, figs. 18-20.- ABU-ZIED *et al.* 2008, lám. 1, fig. 26.

Diagnosis:

Concha biseriada, robusta, unos 7 pares de cámaras anchas y bajas, incrementando gradualmente en tamaño, separadas por suturas distintivas y sigmoidales. Las suturas son crenuladas y limbadas, dando una ornamentación característica. Periferia subredondeada, lados casi paralelos, su anchura aumenta después del estadio inicial, siendo más ancha en el extremo apertural de la concha dando una morfología subromboidal en sección transversal. Pared calcítica, finamente perforada. La abertura es un corte alargado y estrecho en forma de lazo en la última cámara.

En la descripción original esta especie está descrita como menos robusta y con los lados más paralelos. Por ello, modificamos el género original *Bolivina* por el género *Bolivinoides*, aunque seguimos considerando que es la misma especie.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es común a abundante en la parte inferior de la sección de Noroña (desde la Biozona *G. index* del Priaboniense, hasta la Biozona *G. sellii* del Rupeliense).

***Bolivinooides byramensis* (Cushman) 1923**

Lámina 2, figura 11

Sinonimias:

Bolivina caelata Cushman var. *byramensis* CUSHMAN 1923a, p. 19, lám. 1, fig. 9.

Bolivina caelata Cushman.- CUSHMAN 1929, p. 93, lám. 13, fig. 28.

Bolivina byramensis Cushman.- CUSHMAN 1937c, p. 69, lám. 8, figs. 18-20.- BERMUDEZ 1949, p. 187, lám. 12, fig. 29.- TODD 1952, p. 28, lám. 4, fig. 22.- TJALSMA 1983, p. 739, lám. 1, fig. 1.- VAN MORKHOVEN *et al.* 1986, p. 209, lám. 71, figs. 1,2.- BOLLI *et al.* 1994, p. 340, lám. 78, fig. 20.- MOLINA *et al.* 2006, Lám. 1, fig. 2.

Bolivina retifera BANDY 1949, p. 128, lám. 24, figs. 10a, b.

Brizalina byramensis (Cushman).- HAGEMAN 1979, p. 93, lám. 11, figs. 24-26.- WHITTAKER 1988, p. 93, lám. 11, figs. 24-26.

Diagnosis:

Concha biseriada con forma romboidal en vista frontal, comprimida lateralmente, consta de 7 a 8 pares de cámaras anchas y bajas, separadas por suturas oblicuas y curvas, obscurecidas por la ornamentación. Periferia aguda, llegando en algunas ocasiones a formar una pequeña carena. Pared calcítica, finamente perforada, ornamentada con un reticulado irregular de crestas y elevaciones. La abertura es un corte alargado y estrecho rodeado por un labio que se extiende sobre la última cámara.

Bolivina byramensis se distingue de otras especies de *Bolivina* por presentar una característica ornamentación, una forma romboidal de la concha en vista frontal y una periferia aguda. Esta especie se ha introducido dentro del género *Bolivinooides* por presentar la vista frontal romboidal y un rápido crecimiento de las cámaras dando lugar a cámaras más anchas en el estadio final, características típicas de este género. Van Morkhoven *et al.* (1986) sugiere que esta especie marca medios más profundos si la ornamentación de la superficie es más marcada.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en Noroña (Priaboniense-Rupeliense) y en las secciones de Fuente Caldera y Zarabanda.

***Bolivinoides crenulata* (Cushman) 1936**

Lámina 3, figuras 7-8

Sinonimias:

Bolivina crenulata CUSHMAN 1936, p. 50, lám. 7, fig. 13.

Bolivina crenulata Cushman.- CUSHMAN 1937c, p. 53, lám.6, figs. 33, 34.- CUSHMAN 1951, p. 43, lám. 12, figs. 14 (no fig. 13).- KAASSCHIETER 1961, p. 194, lám. 9, figs. 15-17.- MURRAY y WRIGHT 1974, lám. 6, fig. 12.- SZTRÁZOS 1982, lám. 28, fig. 7.- MATHELIN y SZTRÁKOS 1993, p.78, lám. 32, fig. 7 (no fig. 6).

Bolivinoides crenulata Cushman.- MOLINA *et al.* 2006, lám. 1, fig.3.- ORTIZ y THOMAS 2006, p. 113, lám. 4, figs. 9-10.

Diagnosis:

Concha biseriada, robusta, con 7 a 8 pares de cámaras anchas y bajas, incrementando gradualmente en tamaño, separadas por suturas distintivas y sigmoidales. Las suturas son crenuladas, observándose re-entrantes organizados en elevaciones longitudinales paralelas a surcos. Periferia subaguda, ligeramente lobulada con los lados no paralelos, su mayor anchura se encuentra en el extremo apertural de la concha dando una morfología subromboidal en sección transversal. Pared calcítica, finamente perforada. La abertura es un corte alargado y estrecho en forma de lazo en la última cámara.

B. crenulata se caracteriza por presentar una concha robusta con ornamentación formada por elevaciones y surcos, y una forma subromboidal en sección transversal. Diferenciamos *B. crenulata* de *B. floridana* por ser menos alargada y redondeada en vista apertural, y sus suturas crenuladas menos distintivas. *Bolivina plicatella* se diferencia de *B. crenulata* y *B. floridana* en que la sección transversal es más delgada que en las otras dos especies. En la Institución Smithsonian se estudiaron el holotipo, paratipos e hipotipos de *B. crenulata* (CC 21497-21450), *B. floridana* Cushman 1918 (USNM 325334, CC 977), *Bolivina obscuranta* Cushman 1936 (CC 21879, 21880), *Bolivina plicatella* Cushman 1930 (USNM 371074, CC 10916), *B. plicatella* var. *mera* Cushman y Ponton 1932 (USNM 243285, USNM 243286, CC 16320, 18470). Nuestro material coincide ampliamente con el material tipo de *B. crenulata*.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es abundante en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), registrando un mayor porcentaje en la base del Oligoceno inferior (Biozona *P. barbadoensis*); es abundante a muy abundante en la sección de Fuente Caldera (Chatiense-Rupeliense), donde constituye hasta el 60% de las asociaciones en el techo de la Biozona *G. gortanii* (Rupeliense inferior); y es abundante a muy abundante en la sección de Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense), registrando su máximo porcentaje (41%) sobre el límite entre las Biozonas *Gbta. ciproensis* y *Gdes. primordius*.

***Bolivinoides spathulata* (Williamson) 1858**

Lámina 3, figura 9

Sinonimias:

Textularia variabilis var. *spathulata* WILLIAMSON 1858, p. 76, lám. 6, figs. 164, 165.

Bolivina spathulata (Williamson).- COLOM 1974, p. 120, figs. 18f, g.- ABU-ZIED *et al.* 2008, lám. 1, fig. 27-29.

Brizalina spathulata (Williamson).- DANIELS 1970, p. 81, lám. 5, fig. 4.- MURRAY 1971, p. 111, lám. 45, figs. 1-4.- MURRAY 2003, p. 19, fig. 6. 3.- ERNST *et al.* 2005, lám. 1, figs. K, L.

Brizalina sp. 1.- CIMERMAN y LANGER 1991, p. 60, lám. 62, fig. 10.

Diagnosis:

Concha biseriada, cámaras poco distintivas, excepto los últimos pares que son más anchas y altas, a partir de la tercera parte de la concha las cámaras aumentan rápidamente de tamaño, haciéndose distintivas, separadas por suturas deprimidas y curvas, ligeramente sinuadas hacia la periferia. Subromboidal en sección transversal. Periferia subaguda. Pared calcítica, perforada. La abertura es alargada y estrecha en la base de la última cámara.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa a común en la sección de Noroña, siendo más abundante (12%) en la base de la sección (Priaboniense) y escasa a partir de la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense).

***Brizalina alata* (Seguenza) 1862**

Lámina 4, figura 3

Sinonimias:

Vulvulina alata SEGUENZA 1862, p. 115, lám. 2, fig. 5.

Bolivina alata (Seguenza).- HOFKER 1960, p. 248, figs. 85-88.- BARKER 1960, lám. 53, figs. 2-4.- ABU-ZIED *et al.* 2008, lám. 1, fig. 25.

Bolivina mitcheli Gibson.- HAYWARD y BUZAS 1979, p. 43, lám. 6, fig. 68.

Bolivina diffirmis.- BOLTOVSKOY *et al.* 1980, p. 17, lám. 2, figs. 16, 17.

Brizalina pseudobeyrichi (Cushman).- VAN MARLE 1989, lám. 5, figs. 5, 6.- BOLTOVSKOY *et al.* 1982, p. 33, lám. 1, figs. 5.

Brizalina alata (Seguenza).- GONZÁLEZ-REGALADO 1989, lám. 4, fig. 1.- CIMERMAN y LANGER 1991, p. 54, lám. 61, figs. 12.- VILLANUEVA 2000, p. 136, lám. 1, fig. 14.- VAN HINSBERGEN *et al.* 2005, lám. 3, fig. 5.

Diagnosis:

Concha biseriada, comprimida, lanceolada alargada, unas 3 veces más larga que ancha. Periferia aguda y serrada, lados casi paralelos. El estadio inicial que ocupa una cuarta parte de la concha presenta cámaras más redondeadas y menos serradas. Cámaras numerosas, distintivas que aumentan en tamaño rápidamente, curvadas y separadas por suturas distintivas oblicuas y fuertemente curvadas hacia la periferia. Sección transversal muy delgada. Pared calcítica, finamente perforada. Abertura ovalada y estrecha en la base de la última cámara.

Esta especie se caracteriza por presentar la periferia aguda y serrada con suturas oblicuas y fuertemente curvadas hacia la periferia. En la literatura se ha observado una gran controversia entre estas dos especies, *Brizalina mitcheli* y *Brizalina alata*, debido a su gran similitud morfológica. Por falta de material no hemos podemos asegurar que se trate de la misma especie.

Distribución stratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense).

***Brizalina alazanensis* (Cushman) 1926**

Lámina 3, figura 10

Sinonimias:

Bolivina alazanensis CUSHMAN 1926, p.82, lám. 12, fig. 1a-b.

Bolivina alazanensis Cushman.- CUSHMAN 1927c, p.162, lám.25, fig.1.- NUTTALL 1932, p. 20, fig. 1.- CUSHMAN 1937a, p.63, lám. 8, figs. 6, 7.- BANDY 1949, p. 125, lám. 25, fig. 9.- BOLLI *et al.* 1994, p. 339, lám. 78, fig. 73; lám. 53, fig. 50.

Diagnosis:

Concha biseriada, alargada, las primeras cámaras poco distintivas, más anchas que altas en la parte central y más estrechas hacia la periferia , a partir de la mitad de la concha las cámaras aumentan en tamaño rápidamente, distintivas, curvas y separadas por suturas limbadas, curvas y oblicuas. Romboidal en sección transversal. Periferia carenada. Pared calcítica, finamente perforada. La abertura es alargada y estrecha en la base de la última cámara.

En la Institución Smithsonian se examinaron el holotipo de *Bolivina alazanensis* (nº 353840) y el plesiotipo (nº 4801), con los que coincide ampliamente nuestro material.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña (Rupeliense inferior); muy escasa en la sección de Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense); y muy escasa a escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiense).

***Brizalina carinata* (Terquem) 1882**

Lámina 4, figuras 1-2

Sinonimias:

Bolivina carinata TERQUEM 1882, p. 148, lám. 15, fig. 19.

Bolivina carinata Terquem.- CUSHMAN 1937c, p. 46, lám. 6, figs. 14-16.- TODD 1957, lám. 66, fig. 12.- KAASSCHIETER 1961, p. 193, lám. 9, figs. 12-14.- SETIAWAN 1983, p. 108, lám. 7, fig. 10.- ORTIZ y THOMAS 2006, p. 113, lám. 4, fig. 11.

Diagnosis:

Concha biseriada, alargada, comprimida. Concha más gruesa a lo largo del eje central. Periferia carenada. Cámaras anchas y bajas, que aumentan rápidamente de tamaño conforme se añaden, separadas por suturas distintivas, limbadas y muy oblicuas hacia la periferia, deprimidas hacia el extremo apertural en las últimas cámaras. Pared calcítica, finamente perforada. Superficie lisa, ocasionalmente son visibles unas finas estriaciones en el extremo inicial de la concha. Abertura en forma de lazo que se extiende desde la base de la última cámara.

Se examinaron dos ejemplares en la Institución Smithsonian (USNM 623778, CC 22061) con el que nuestro material concuerda ampliamente.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Zarabanda (Chatiense), registrando su última aparición en el límite Oligoceno-Mioceno.

***Brizalina tectiformis* (Cushman) 1926**

Lámina 4, figura 4

Sinonimias:

Bolivina tectiformis CUSHMAN 1926, p. 83, lám. 12, fig. 6a-b.

Bolivina tectiformis Cushman.- BERMUDEZ 1949, p. 195, lám. 12, fig. 47.- TJALSMA 1983, p. 739, lám. 1, fig. 3.

Bolivina antegressa SUBBOTINA 1953, p. 226, lám. 10, figs. 11-16.

Bolivina cf. tectiformis Cushman.- BECKMANN 1953, lám. 21, figs. 16, 17.

Bolivina antegressa Subbotina.- MILLER *et al.* 1985, lám. 4, fig. 11.- MILLER y KATZ 1987a, p. 121, lám. 1, fig. 4.- MILLER y KATZ 1987b, p. 279, lám. 2, fig. 1, 2. PREMOLI *et al.* 1988, lám. 2, figs. 3,4.- MÜLLER-MERZ y OBERHÄNSLI 1991, p. 156, lám. II, fig. 2.

Brizalina antegressa (Subbotina).- HOLBOURN *et al.* 2005.- MOLINA *et al.* 2006, lám. 1, fig. 5.

Diagnosis:

Concha alargada, biseriada, muy comprimida, en algunas ocasiones algo lanceolada. Los lados de la concha son casi paralelos y el extremo inicial redondeado. Formada por 8 a 10 pares de cámaras anchas y bajas, separadas por suturas oblicuas,

curvas y limbadas engrosadas en la parte central de la concha. Pared calcítica, finamente perforada. Superficie ornamentada por unas finas estrías a ambos lados de una sutura media elevada, a veces en forma de zig-zag y más marcada que se extiende hasta la base de las dos últimas cámaras. La abertura es un corte en forma de lazo que se extiende desde la base de la última cámara, rodeada por un labio.

Esta especie se caracteriza por su concha comprimida, los lados casi paralelos y la superficie ornamentada formada por finas estrías y una sutura central. Se examinaron en la Institución Smithsonian las especies *B. antegressa* (nº 3257) y *B. tectiformis* (nº 353841). Las dos especies son muy similares, la única diferencia observada se encuentra en la descripción original de ambas especies que se centra en la extensión de la sutura central, la cual es la misma en los dos ejemplares examinados, esta característica también fue debatida en el artículo de Katz *et al.* (2003).

Subbotina (1953) y Holbourn *et al.* (2005) exponen que los ejemplares que tienen un extremo inicial redondeado pertenecen a la generación megalosférica y los ejemplares que presentan un extremo inicial puntiagudo pertenecen a la generación microsférica. Por tanto, en nuestro material abundan los megalosféricos. Katz *et al.* (2003) restringieron la distribución de esta especie a profundidades de unos 3000 m, y expusieron que esta especie es muy abundante en la parte final del Oligoceno inferior.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa a común en la sección de Noroña, siendo más común desde la base de la sección hasta la base de la Biozona *G. angulisuturalis* (Rupeliense); es escasa en la sección de Fuente Caldera, aumentando su porcentaje en el Chatiense; es escasa a común en la sección de Zarabanda, registrando los mayores porcentajes en la base del Mioceno (Biozona *P. kugleri*).

***Brizalina striata* (Hussey) 1949**

Lámina 4, figura 5

Sinonimias:

Bolivina striata HUSSEY 1949, p. 134, lám. 27, figs. 18, 19.

Bolivina striata Hussey.- CUSHMAN 1922a, p. 27, lám. 3, fig. 10.

Bolivina striatula (Cushman).- COLOM 1974, p. 120, figs. 17a-g.- CIMERMAN y LANGER 1991, p. 60, lám. 62, figs. 6-9.- DUCHEMIN *et al.* 2005, lám. 1, fig. 11.- ABU-ZIED 2008, lám. 1, fig. 30.

Diagnosis:

Concha biseriada, alargada, comprimida, algo lanceolada. Periferia aguda a carenada, extremo inicial redondeado. Numerosas cámaras anchas y bajas, que aumentan gradualmente de tamaño, separadas por suturas curvas, limbadas. Pared calcítica, perforada. Superficie ornamentada con unas marcadas estriaciones en el extremo inicial, llegando hasta las dos terceras partes de la longitud de la concha. Abertura en forma de lazo que se extiende desde la base de la última cámara.

Existe una confusión taxonómica con esta especie debido a su gran similitud morfológica con otras. Esta especie se diferencia de *Brizalina tectiformis* Cushman por la ausencia de una sutura central elevada que alcanza la base del último par de cámaras; de *Bolivina striatula* Cushman, por ser más delgada y ovalada en sección transversal; y de *Bolivina subaenariensis* Cushman por tener los lados paralelos y una periferia más angular.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa en la sección de Noroña, desde la Biozona *G. sellii* (Rupeliense medio) hasta la Biozona *G. angulisuturalis* (Rupeliense).

***Bulimina alazanensis* Cushman 1927**

Lámina 4, figuras 6-7

Sinonimias:

Bulimina alazanensis CUSHMAN 1927c, p. 161, lám. 25, fig. 4.

Bulimina alazanensis Cushman.- PARKER y BERMÚDEZ 1937, p. 514, lám. 58, fig. 5.- CUSHMAN y PARKER 1947, p. 103, lám. 24, figs. 14-16.- CUSHMAN y RENZ 1948, p. 25, lám. 5, figs. 14, 15.- BERMÚDEZ 1949, p. 180, lám. 12, fig. 1.- TJALSMA 1983, lám. 1, fig. 4-5.- TJALSMA y LOHMANN 1983, p. 24, lám. 14, fig. 4.- BOERSMA 1984a, lám. 3, fig. 4.- THOMAS 1985, p. 675, lám. 2, fig. 6.- KATZ y MILLER 1987, p. 306, lám. 1, fig. 7.- MILLER y KATZ 1987a, p. 279, lám. 3, fig. 12, 13.- MILLER y KATZ 1987b, p. 124, lám. 2, fig. 7.- PREMOLI *et al.* 1988, lám. 2, figs. 5-6.- VAN MARLE 1989, lám. 2, fig. 9.- BOERSMA, 1990, lám. 1, fig. 3.- MÜLLER-MERZ y OBERHÄNSLI 1991, p. 156,

lám. II, fig. 5.- SCHRÖDER-ADAMS 1991, lám. 1, fig. 5.- KUHNT *et al.* 2002, p. 138, lám. 6, fig. 18.- TAKATA y NOMURA 2005, lám. 2, fig. 2.- VAN HINSBERGEN *et al.* 2005, lám. 3, fig. 21.- ORTIZ y THOMAS 2006, p. 114, lám. 4, figs. 12-13.

Bulimina dominicana BERMÚDEZ 1949, p. 181, lám. 12, fig. 4.

Bulimina cf. alazanensis Cushman.- MILLER 1983, p. 431, lám. 3, fig. 13.

Bulimina rostrata Brady.- HAGEMAN 1979, p. 55, lám. 7, figs. 8, 9.- WHITTAKER 1988, p. 55, lám. 7, fig. 8, 9.- BOLTOVSKOY *et al.* 1982, lám. 1, fig. 22.- BOLTOVSKOY y WATANABE 1985, lám. 1, fig. 24.- NOMURA 1991, lám. 1, fig. 24.- NOMURA 1995, lám. 2, fig. 16.

Diagnosis:

Concha alargada, triseriada, extremo inicial subagudo y extremo final redondeado. Mayor anchura de la concha en el extremo apertural. Contorno triangular y truncado. Cámaras no distintivas excepto las últimas infladas, especialmente la última, incrementando rápidamente en tamaño según se añaden. Suturas no distintivas debido a la ornamentación, excepto las últimas cámaras. Pared ornamentada con costillas longitudinales finas y elevadas que se extienden hasta la base de la última vuelta de espira. Pared calcítica, finamente perforada. Abertura alargada, en forma de lazo, extendiéndose sobre la cara apertural desde la base de la última cámara.

Bulimina alazanensis se diferencia de las demás especies de *Bulimina* por presentar costillas longitudinales continuas hasta la base de la última vuelta de espira. En ocasiones, estas costillas pueden variar, desde subparalelas hasta algo anastomosadas. El holotipo de *Bulimina alazanensis* (nº 369307) no se encontró en las colecciones de la Institución Smithsonian, por lo que se examinaron dos topotipos (CC 51870, 58963). Estos ejemplares concuerdan ampliamente con nuestro material.

Hay una gran controversia entre *Bulimina alazanensis* y *Bulimina rostrata* debido a su gran similitud. Consideramos *B. rostrata* sinónima de *B. alazanensis* debido a que la única diferencia entre ambas es que las costillas longitudinales no llegan a la base de la última vuelta de cámara. No obstante, al estudiar el holotipo de *B. rostrata* en la Institución Smithsonian se observó que las costillas también llegan hasta la base de la última vuelta, como se menciona en la descripción original de *B. alazanensis*. Asimismo, consideramos la especie *Bulimina dominicana* como sinónima de *Bulimina alazanensis*, dado que tras analizar el holotipo de *Bulimina dominicana* (CC 62764, 62765) se llegó a la conclusión de que la única diferencia existente entre estas dos especies es el tamaño de la concha.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense); es escasa a común en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), siendo más común hacia la parte media del Rupeliense (Biozona O1); es muy escasa a escasa en la sección de Fuente Caldera (Chatiense-Aquitaniense); y es escasa en la sección de Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense), registrando su primera aparición en la Biozona *G. primordius* (Chatiense superior).

***Bulimina elongata* d'Orbigny 1826**

Lámina 4, figuras 8-9

Sinonimias:

Bulimina elongata D'ORBIGNY 1846, p. 187, lám. 11, figs. 19, 20

Bulimina elongata d'Orbigny.- CUSHMAN 1922a, p. 107.- CUSHMAN y PARKER 1947, p. 108, lám. 25, figs. 14-17.- BANDY 1949, p. 134, lám. 25, fig. 15.- BARKER 1960, lám. 51, figs. 1, 2.- BOLTOVSKOY *et al.* 1980, p. 20, lám. 5, figs. 4-6.- CIMERMAN y LANGER 1991, p. 62, lám. 64, figs. 3-8.- VILLANUEVA 2000, p. 137, lám. 1, fig. 11.- CARAMÉS *et al.* 2004, fig. 5b.

Diagnosis:

Concha alargada, triseriada, lados casi paralelos en los ejemplares adultos. Extremo inicial subagudo y extremo apertural redondeado. Sección transversal circular. Cámaras redondeadas que aumentan lenta y uniformemente de tamaño conforme se añaden, separadas por suturas curvas, oblicuas y deprimidas. Pared calcítica, finamente perforada. Abertura alargada, en forma de lazo, que se extiende sobre la cara apertural desde la base de la última cámara.

Bulimina elongata se diferencia de las demás especies de *Bulimina* por presentar una concha alargada, lados casi paralelos y sección transversal circular.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es común en la sección de Noroña desde la Biozona *G. index* (Priaboniense) hasta la Biozona *G. angulisuturalis* (Rupeliense), donde disminuye considerablemente su abundancia relativa hasta el techo de la sección; es muy escasa a

escasa en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), y en las secciones de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiente) y Zarabanda (Chatiente-Aquitaniense).

***Bulimina glomarchallengeri* Tjalsma y Lohmann 1983**

Lámina 4, figura 10

Sinonimias:

Bulimina glomarchallengeri TJALSMA y LOHMANN 1983, p. 25, lám. 13, figs. 8-12.

Bulimina glomarchallengeri Tjalsma y Lohmann.- BOLTOVSKOY y WATANABE 1985, lám. 1, figs. 21, 22.- VAN MORKHOVEN *et al.* 1986, p. 243, lám. 82A, figs. 1-4; lám. 82B, figs. 1-3.

Diagnosis:

Concha redondeada, triseriada, extremo inicial y apertural redondeado. Sección transversal circular, Cámaras infladas, redondeadas, separadas por suturas deprimidas, estrechas y distintivas. Las primeras cámaras no son distintivas, debido a la ornamentación de la concha. La última vuelta de espira ocupa dos terceras partes de la concha. Pared calcítica, dos tercios de la concha cubiertos con costillas elevadas, finas e irregulares, la mitad superior groseramente perforada. Abertura corta, en forma de lazo, que se extiende sobre la cara apertural desde la base de la última cámara.

Tjalsma y Lohmann (1983) consideraron la especie *Bulimina cf. semicostata* Nuttall como la forma ancestral de *B. glomarchallengeri*. La única diferencia entre ambas especies es que *B. glomarchallengeri* presenta un extremo inicial menos triangular, generalmente con una espina y cámaras más infladas. Nuestro material contiene muy pocos ejemplares de estas dos especies, sin embargo no se descarta la posibilidad de que ambas formas fueran la misma especie, siendo *B. glomarchallengeri* la generación megalosférica y *B. jarvisi* la generación microsférica, con un extremo inicial más puntiagudo.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense).

***Bulimina macilenta* (Cushman y Parker) 1939**

Lámina 4, figuras 11-12

Sinonimias:

Bulimina denticulata CUSHMAN y PARKER (no *Bulimina truncana* Gümbel var. *denticulata* Protescu, 1932) 1936, p. 42, lám. 7, figs. 7, 8/lám. 1, fig. 17.

Bulimina macilenta CUSHMAN y PARKER (nuevo nombre) 1939, p. 93.

Bulimina macilenta Cushman y Parker.- CUSHMAN y STAINFORTH 1945, p. 40, lám. 6, fig. 3.- CUSHMAN 1946, p. 23, lám. 5, fig 4.- BECKMANN 1953, lám. 21, fig. 11.- BOERSMA 1984a, lám. 3, fig. 5.- WOOD *et al.* 1985, lám. 1, fig. 10.- MÜLLER-MERZ y OBERHÄNSLI 1991, p.157, lám. 2, figs. 16.- BOLTOVSKOY y OCAMPO 1993, lám. 1, fig. 17.

Diagnosis:

Concha triseriada, extremo inicial agudo y extremo apertural redondeado. Sección transversal redondeada. La última vuelta de espira ocupa como mínimo la mitad de la concha. Cámaras distintivas, más infladas en la última vuelta, separadas por suturas distintivas y deprimidas, casi rectas. La base de las cámaras presenta costillas longitudinales finas paralelas entre sí. Pared calcítica, finamente perforada. Abertura estrecha, en forma de lazo y rodeada por un labio, en la base de la última cámara.

Esta especie puede distinguirse de otras especies de *Bulimina* por la presencia de costillas longitudinales bien marcadas en la base de las cámaras, a excepción de la última vuelta, así como por las cámaras de la última vuelta más infladas.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña; es muy escasa en el sondeo 1263, donde únicamente aparece en la Biozona O1 (Oligoceno inferior); y es muy escasa en las secciones de Fuente Caldera y Zarabanda.

***Bulimina microcostata* Cushman y Parker 1936**

Lámina 4, figura 13

Sinonimias:

Bulimina microcostata CUSHMAN y PARKER 1936, p. 39, lám. 7, fig. 2.

Bulimina microcostata Cushman y Parker.- LEROY 1939, p. 244, lám. 1, figs. 20, 21.- KELLEY 1943, p. 11 (list).- CUSHMAN y PARKER 1947, p. 95, lám. 22, fig. 9.- THOMAS 1985, p. 675, lám. 2, fig. 5.

Diagnosis:

Concha alargada, triseriada. Extremo inicial y apertural redondeado. Cámaras distintivas, las últimas más infladas, separadas por suturas ligeramente deprimidas, estrechas y curvas. Pared calcítica, finamente perforada, ornamentada con finas costillas longitudinales que alcanzan la base de la última vuelta de espira. Abertura en forma de lazo, en la base de la última cámara.

Esta especie puede ser distinguida de especies similares del género *Bulimina*, como *B. alazanensis* por la presencia de finas costillas en la parte baja de la cocha, menos desarrolladas que en *B. alazanensis*.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense) y en la base del sondeo 1263 (Priabonense); es muy escasa en la sección de Zarabanda, donde únicamente aparece en la base de la Biozona *Gdes. primordius* (Chatense superior); es muy escasa en Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense).

***Bulimina semicostata* Nuttall 1930**

Lámina 5, figuras 1-2

Sinonimias:

Bulimina semicostata NUTTALL 1930, p. 285, lám. 23, figs. 15, 16.

Bulimina semicostata Nuttall.- PARKER y BERMÚDEZ 1937, p. 513, lám. 58, fig. 3.- CUSHMAN y PARKER 1947, p. 93, lám. 21, figs. 28-29.- TJALSMA y LOHMANN 1983, p. 25, lám. 13, figs. 1-3.- VAN MORKHOVEN *et al.* 1986, p. 279, lám. 93, figs. 1-5.- BOERSMA 1990, lám. 1, fig. 4.- KATZ y MILLER 1991, lám. 3, fig. 2-3.- BOLLI *et al.* 1994, p. 136, lám. 36, fig. 23.- NOMURA 1995, lám. 14, fig. 14.- ORTIZ y THOMAS 2006, p. 114, lám. 4, fig. 14.

Bulimina semicostata Nuttall/*Bulimina jarvisi* Cushman y Parker.- MÜLLER-MERZ y OBERHÄNSLI 1991, p.157, lám. 2, figs. 10, 11.

Bulimina jarvisi CUSHMAN y PARKER 1936, p. 39, lám. 7, fig. 1.

Bulimina jarvisi Cushman y Parker.- BECKMANN 1953, lám. 21, fig. 10.- BOERSMA 1984a, lám. 6, figs. 7, 8.- BOERSMA 1990, lám. 2, figs. 9, 11.- BOLTOVSKOY y OCAMPO 1993, lám. 1, fig. 18.

Bulimina tuxpamensis Cole.- KUHNT *et al.* 2002, p.140, lám. 6, figs. 16, 17.

Diagnosis:

Concha alargada, triseriada, lados casi paralelos, dos veces más larga que ancha. Extremo inicial agudo, formando en ocasiones una espina, extremo apertural redondeado. Sección transversal circular. Primeras cámaras no distintivas, cubiertas por costillas finas, elevadas e irregulares, las tres últimas cámaras distintivas, algo infladas, muy perforadas, separadas por suturas curvas, distintivas y deprimidas. Pared calcítica. Abertura corta, en forma de lazo, en la base de la última cámara.

Descipciones originales:

Bulimina jarvisi: “Concha grande, 2 veces más larga que ancha, estrechándose hacia ambos extremos; cámaras numerosas, 6-7 vueltas, infladas; suturas distintivas, deprimidas; pared de la primera mitad o dos tercios de la concha cubiertos con costillas finas e irregulares, la mitad superior groseramente perforada, dándole un aspecto muy desigual; abertura con forma de lazo con un pequeño labio” (Cushman y Parker, 1936).

Bulimina semicostata: “Concha cilíndrica, alargada, estrechándose hacia el extremo inicial no afilado, extremo apertural redondeado. Las tres o cuatro últimas cámaras son lisas, suturas deprimidas, estrechas, distintivas. Las primeras cámaras no son distintivas, cubiertas por costillas finas irregulares, sólo ligeramente elevadas. Abertura corta, recta” (Nuttall, 1930).

En la Institución Smithsonian se examinaron el holotipo y un paratipo de *Bulimina jarvisi* (CC 23128, 58942), y otros ejemplares de *B. semicostata* (CC 59481, 59482, 51871, USNM 243302). Se considera que ambas especies presentan una gran similitud, y se ha optado por introducir las como una única especie con variabilidad morfológica. Tjalsma y Lohmann (1983) destacan como diferencias entre *B. jarvisi* y *B. semicostata* la concha más delgada, cámaras más fuertemente infladas, la parte inicial de la concha menos triangular en sección transversal y las costillas mucho más finas de la especie *Bulimina jarvisi*. Por otro lado, Van Morkhoven *et al.* (1986) confirmaron la similitud de estas dos especies, aunque puntualizaron que *B. jarvisi* tiene la concha más alargada y alcanza su mayor diámetro en un punto aproximadamente a dos tercios desde el extremo inicial.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense); es muy escasa a escasa en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense); y es muy escasa en las secciones de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense) y Zarabanda (Chatense-Aquitaniense).

***Bulimina simplex* Terquem 1882**

Lámina 5, figura 3

Sinonimias:

Bulimina simplex TERQUEM 1882, p. 109, lám. 11 (19), figs. 23, 24

Bulimina simplex Terquem.- CUSHMAN y PARKER 1937, p. 67, lám. 9, fig. 4.- CUSHMAN y TODD 1945, p. 17, lám. 4, fig. 5.- BANDY 1949, p. 135, lám. 26, fig. 3.- BOLTOVSKOY y WATANABE 1985, lám. 1, fig. 28.- BOLTOVSKOY *et al.* 1992, lám. 1, figs. 23, 24.- BOLTOVSKOY y OCAMPO 1993, lám. 1, fig. 21; lám. 2, fig. 3.

Diagnosis:

Concha alargada, triseriada, mayor anchura en la última vuelta de espira, a la altura de tres cuartas partes de la concha. Extremo inicial y apertural redondeado. Cámaras distintivas, moderadamente infladas, separadas por suturas distintivas, deprimidas, ligeramente curvas. Sección transversal subredondeada. Pared calcítica, finamente perforada, sin ornamentación. Abertura alargada, casi rectangular en la base de la última cámara.

Bulimina simplex se caracteriza por no presentar ornamentación, y se diferencia de *Bulimina elongata* d'Orbigny por sus lados no paralelos, la sección transversal menos redondeada y la concha menos alargada.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a común en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense); es muy escasa a escasa en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense); es muy escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense); y es escasa a muy escasa en la sección de Zarabanda (Chatense-Aquitaniense).

***Bulimina trinitatensis* Cushman y Jarvis 1928**

Lámina 5, figuras 4-5

Sinonimias:

Bulimina incisa CUSHMAN 1926a, p. 592, lám. 17, fig. 9.

Bulimina trinitatensis CUSHMAN y JARVIS 1928, p. 102, lám. 14, fig. 12.- CUSHMAN y JARVIS 1932, p. 44, lám. 13, fig. 4.- BERMÚDEZ 1963, p. 20, lám. 3, figs. 11, 12.- BOLTOVSKOY y WATANABE 1982, lám. 1, fig. 21.- TJALSMA y LOHMANN 1983, p. 7, lám. 3, figs. 3, 4; lám. 14, fig. 1.- VAN MORKHOVEN *et al.* 1986, p. 299, lám. 98A, figs. 1-2; lám. 98B, figs. 1-4.- MILLER y KATZ 1987b, p. 280, lám. 3, fig. 10-11.- THOMAS 1990, p. 589, lám. 2, fig. 7.- NOMURA 1991, p. 21, lám. 1, fig. 10.- BOLTOVSKOY y OCAMPO 1993, lám. 2, fig. 4.- BOLLI *et al.* 1994, p. 136, lám. 36, figs. 28, 29.- SPEIJER 1994, p. 154, lám. 2, fig. 3.- WIDMARK 1997, p. 40, lám. 15, figs. C-D.- ALEGRET y THOMAS 2001, p. 279, lám. 2, figs. 12-15.- HOLBOURN *et al.* 2005.- MOLINA *et al.* 2006, lám. 1, figs. 6, 7.- ORTIZ y THOMAS 2006, p. 115, lám. 4, figs. 17, 18.- ORTIZ *et al.* 2009, lám. 1, fig. 2.

Bulimina impendens PARKER y BERMUDEZ 1937, p. 514, lám. 58, figs. 7, 8.

Bulimina impendens Parker y Bermudez - MÜLLER-MERZ y OBERHÄNSLI 1991, p.157, lám. 2, figs. 12, 13.

Diagnosis:

Concha alargada, triseriada, se ensancha desde el extremo inicial agudo hacia la cara apertural redondeada. Cámaras infladas, distintivas, aumentando rápidamente en tamaño, separadas por suturas deprimidas, ligeramente curvas. La última vuelta de espira ocupa las dos terceras partes de la concha. Pared calcítica, ornamentada por una red irregular de áreas reticuladas, la base de las cámaras terminan en espinas cortas. Abertura alargada, en forma de lazo, localizada en la cara apertural lisa, rodeada por un pequeño labio.

Descripción original: “Concha algo más larga que ancha, circular en corte transversal, cámaras distintivas con el borde inferior extendiéndose en una lámina sobresaliente marcada en la parte superior por una red irregular de áreas reticuladas, y cuyos ángulos externos terminan en espinas cortas. Abertura alargada, en forma de coma, con la cara apertural lisa” (Cushman y Jarvis, 1928). Esta diagnosis se corresponde totalmente con las características observadas en nuestro material.

En la Institución Smithsonian se examinaron el holotipo de *B. trinitatensis* (CC 9682) y varios paratipos (CC 9697, 15414, 15415, 15422) figurados por Cushman y

Parker (1947) y Cushman y Jarvis (1932). La característica superficie reticulada en la base de las cámaras, las cuales sobresalen ampliamente sobre las suturas, son las principales características de *B. trinitatensis*. En nuestros ejemplares las arrugas que constituyen la zona reticulada y las espinas suelen estar erosionadas, al igual que se observó en el material-tipo de *B. trinitatensis*. De tal forma, es posible que se hayan definido varias especies para incluir ejemplares de *B. trinitatensis* con distinto grado de conservación. Alegret y Thomas (2001) establecieron que *B. incisa* podía ser sinónima de *B. trinitatensis*. Después de examinar el holotipo de *B. incisa* (CC 5157) apoyamos dicha propuesta.

También se estudió un ejemplar de *Bulimina impendens* Parker y Bermúdez 1937 (CC 23335), concluyendo que las diferencias observadas no son suficientes para distinguir dos especies diferentes. *B. impendens* se diferencia de *B. trinitatensis* por presentar una concha más corta y robusta, ausencia de arrugas, y por la presencia de espinas irregulares en la parte inicial de la concha (Tjalsma y Lohmann, 1983; Van Morkhoven *et al.*, 1986). Estas dos especies han sido tradicionalmente combinadas dada su similitud (e.j., Miller, 1983; Miller y Katz, 1987b; Katz *et al.*, 2003), lo cual podría llevar a pensar que ambas especies son coespecíficas.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en todas las secciones estudiadas: en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiente), Zarabanda (Chatiente-Aquitaniense), Noroña (Priabonense-Rupeliense) y sondeo 1263 (Priabonense-Rupeliense). En el sondeo 1263 se registra un mayor porcentaje en la parte superior de la Biozona E15 (Priabonense superior).

***Buliminella grata* Parker y Bermúdez 1937**

Lámina 5, figuras 6-7

Sinonimias:

Buliminella grata PARKER y BERMÚDEZ 1937, p. 515, lám. 59, fig. 6.

Buliminella grata Parker y Bermúdez.- BECKMANN 1953, lam. 21, fig. 9.- TJALSMA Y LOHMANN 1983, p. 26, lám. 12, fig. 7.- MILLER y KATZ 1987a, p. 125, lám. 2, fig. 4.- MÜLLER-MERZ y

OBERHÄNSLI 1991, p.157, lám. II, figs. 14, 15.- BOLTOVSKOY y OCAMPO 1993, lám. 2, fig. 2.- BOLLI *et al.* 1994, p. 137, lám. 37, fig. 3.

Buliminella grata grata Parker y Bermúdez.- BOLTOVSKOY y WATANABE 1985, lám.1, fig. 29.

Buliminella grata carteri (Bhatia).- BOLTOVSKOY y WATANABE 1985, lám.1, fig. 30.

Diagnosis:

Concha ligeramente más larga que ancha, ensanchándose desde el extremo inicial algo subagudo hacia la cara apertural muy redondeada. Cámaras infladas, tres en la última vuelta de espira, aumentan rápidamente en tamaño, separadas por suturas deprimidas, ligeramente curvas, crenuladas debido a la presencia de unos lóbulos que se proyectan hacia abajo. La última vuelta de espira forma las tres cuartas partes de la concha. Pared calcítica, superficie lisa, finamente perforada. Abertura rodeada de un labio, en forma de lazo extendiéndose sobre la cara deprimida de la última cámara.

Esta especie se caracteriza por presentar unas suturas crenuladas y por su vista subcuadrangular en la ancha cara apertural, que está formada por cuatro cámaras. La descripción original de *Buliminella parvula* Brotzen es muy similar a *Buliminella grata*, con la única diferencia de que las suturas no presentan crenulaciones. Esta diferencia no es observable en nuestro material (sección de Fuente Caldera y Zarabanda), debido posiblemente a la conservación. Dado que no tenemos acceso al material-tipo de *Buliminella parvula*, y no hemos podido compararla, hemos considerado más oportuno no ponerla como sinónima de la especie descrita.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es común a abundante en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense); es muy escasa a escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatienense); y es muy escasa en la sección de Zarabanda (Chatienense-Aquitaniense).

***Buliminella kugleri* (Cushman y Renz) 1942**

Lámina 4, figura 9

Sinonimias:

Bulimina kugleri CUSHMAN y RENZ 1942, p. 9, fig. 9.

Buliminella kugleri (Cushman y Renz).- ALEGRET y THOMAS 2004, fig. 3.- ALEGRET y THOMAS 2007, lám. 1, fig. 5-6.

Diagnosis:

Concha espiralada con una alta vuelta trocoespiralada. Concha alargada, tres veces más larga que ancha. Cámaras elongadas, curvadas y estrechas, inclinadas oblicuamente al eje de enrollamiento, separadas por suturas poco distintivas. Las últimas cámaras ocupan las tres cuartas partes de la concha. Contorno fusiforme a ovalado. Pared lisa, finamente perforada, sin ornamentación. Abertura pequeña, subredondeada y localizada en una pequeña zona deprimida de la cara apertural, rodeada por un ancho labio.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense), registrando su última aparición en la base de la Biozona P19/P20 (Rupeliense superior).

***Buliminella turbinata* (Terquem) 1882**

Lámina 4, figura 8

Sinonimias:

Bulimina turbinata Terquem 1882, p. 113, lám. 12, fig. 6.

Buliminella turbinata (Terquem) emend. LE CALVEZ 1950, p. 31, fig. 23, 24.

Buliminella turbinata (Terquem).- MURRAY y WRIGHT 1974, lám. 6, fig. 11.- SETIAWAN 1983, p. 108, lám. 7, fig. 5.

Diagnosis:

Concha triseriada, espiralada con una alta vuelta trocoespiralada. Concha dos veces más larga que ancha, parte más ancha en la mitad de la concha con extremo inicial subagudo. De 6 a 8 cámaras elongadas, curvadas y estrechas, inclinadas oblicuamente al eje de enrollamiento, separadas por suturas poco distintivas, ligeramente excavadas. Las últimas cámaras ocupan las tres cuartas partes de la concha. Contorno fusiforme a ovalado. Pared lisa, finamente perforada. La parte terminal es lisa

aunque la región apical está ornamentada con finas estrias que se atenúan e incluso desaparecen completamente hacia el ecuador de la concha. Abertura pequeña, en forma de ojal, subredondeada y localizada en una pequeña zona deprimida de la cara apertural, rodeada por un ancho labio.

Bulimina turbinata se diferencia de *Bulimina kugleri* en la anchura de la concha y en la ornamentación, siendo ausente en *B. kugleri*. Esta especie también es similar a la especie *B. elegantissima* pero se diferencia por presentar la concha más alargada y más estrecha, así como una cara apertural más alargada, ocupando la mitad de la longitud de la concha.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiente) y Zarabanda (Chatiente-Aquitaniense). En la sección de Fuente Caldera se observa un aumento en la abundancia relativa en la parte media de la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense medio). En la sección de Zarabanda, esta especie es muy escasa en el Chatiente y Aquitaniense, registrándose por primera vez en la Biozona *G. primordius* (Chatiente).

***Cassidulina crassa* d'Orbigny 1839**

Lámina 4, figuras 10-11

Sinonimias:

Cassidulina crassa D'ORBIGNY 1839, p. 56, lám. 7, figs. 18-20.

Cassidulina crassa d'Orbigny.- HERON-ALLEN y EARLAND 1932, p. 357, lám. 9, figs. 26-33.- RENZ 1948, p. 124, lám. 9, fig. 13; lám. 12, fig. 23.- BOLTOVSKOY *et al.* 1980, p. 22, lám. 6, figs. 19-23.- BOLTOVSKOY y TOTAH 1987, lám. 1, fig. 27.- MILLER y KATZ 1987a, p. 125, lám. 3, fig. 1.- BOERSMA 1990, lám. 1, fig. 24.- KATZ y MILLER 1993, lám. 6, fig. 1.- JONKERS *et al.* 2002, p. 590, figs. 10. F-H.- ABU-ZIED 2008, lám. 2, figs. 3, 4.

Cassidulina obtusa (Williamson).- MURRAY 2003, p. 21, figs. 6.11, 6.12.

Diagnosis:

Concha espiralada, ovalada a globular, convexa, subglobular biseriada. Periferia

redondeada, contorno subcircular, la última cámara tiene forma subrectangular en vista frontal. Cámaras ligeramente infladas, globulares, alternadas en cada lado, separadas por suturas deprimidas y curvas. Sección transversal casi subcircular, siendo aguda en el estadio final debido a que la última cámara tiene forma subtriangular. Pared calcítica, superficie lisa y finamente perforada. Abertura en forma de lazo rodeada por un labio, alargada casi perpendicular a la sutura basal de la última cámara.

C. crassa se diferencia de *Globocassidulina subglobosa* por tener una sección transversal menos circular y una última cámara en forma subtriangular en la misma vista.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es común en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), presentando una mayor abundancia en la parte inferior del Rupeliense (Oligoceno inferior); es escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), excepto en la última muestra de la sección, situada en la Biozona *G. angulisuturalis* (Rupeliense) donde es abundante; es muy escasa a común en la sección de Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense), registrando los mayores porcentajes en la Biozona *G. primordius* (Chatiense superior); es muy escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiense).

***Cassidulina havanensis* Cushman y Bermúdez 1936**

Lámina 4, figuras 12-13

Sinonimias:

Cassidulina havanensis CUSHMAN y BERMÚDEZ 1936, p. 36, lám. 2, fig. 11.

Cassidulina havanensis Cushman y Bermúdez.- BECKMANN 1953, lám. 24, fig. 6.- THOMAS 1985, p. 675, lám. 7, figs. 1, 2.

Diagnosis:

Concha espiralada, ovalada a globular, convexa, subglobular biseriada. Periferia redondeada, contorno subcircular. La última cámara es estrecha, las demás son ligeramente infladas, globulares, alternadas en cada lado, separadas por suturas

deprimidas y curvas. Sección transversal casi elíptica. Pared calcítica, superficie lisa y finamente perforada. Abertura en forma de lazo rodeada por un labio, alargada casi perpendicular a la sutura basal.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense); es común en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), presentando los mayores porcentajes en la parte media de la Biozona O1 (Rupeliense inferior); es muy escasa a escasa a lo largo de la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatienense); y muy escasa a escasa en la sección de Zarabanda (Chatienense-Aquitaniense), aumentando su porcentaje en la base del Mioceno (Biozona *P. kugleri*).

***Cassidulina laevigata* d'Orbigny 1826**

Lámina 6, figura 1

Sinonimias:

Cassidulina laevigata D'ORBIGNY 1826, p. 282, lám. 15, figs. 4, 5

Cassidulina laevigata d'Orbigny.- HORNIBROOK 1961, p. 85, lám. 10, fig. 199.- BOLTOVSKOY *et al.* 1980, lám. 7, figs. 4-6.- BOERSMA 1984a, lám. 7, fig. 11.- LOEBLICH y TAPPAN 1987, p. 504, lám. 555, figs. 1-5.- CIMERMAN y LANGER 1991, p. 61, lám. 63, figs. 1-3.- BOLTOVSKOY y OCAMPO 1993, lám. 2, fig. 17.

Diagnosis:

Concha espiralada, subglobular biseriada, ligeramente convexa, comprimida. Periferia aguda, contorno subcircular. Última cámara muy estrecha y ancha, las demás globulares muy poco infladas, alternando en cada lado, separadas por suturas ligeramente deprimidas y curvas. Sección transversal estrecha. Pared calcítica, superficie lisa y finamente perforada. Abertura en forma de lazo rodeada por un labio, alargada casi perpendicular a la sutura basal.

C. carinata Silvestre se diferencia de *C. laevigata* por presentar una concha con carena. La especie descrita se diferencia de *C. havanensis* por presentar una periferia más aguda y una sección transversal muchos más delgada.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

En la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), esta especie es escasa a común, aumentando su porcentaje hacia el Oligoceno inferior (Rupeliense).

***Chilostomella oolina* Schwager 1878**

Lámina 5, figura 2

Sinonimias:

Chilostomella oolina SCHWAGER 1878, p. 527, lám.1, fig. 16.

Chilostomella oolina (Schwager).- VAN HINSBERGEN *et al.* 2005, lám. 3, fig. 8.- KAIHO y NISHIMURA 1992, lám. 4, fig. 15.

Diagnosis:

Concha elongada-ovoidal, unas dos veces más larga que ancha, formada por dos cámaras fuertemente abrazadoras. Lados casi paralelos. Sección transversal circular. Pared calcítica, superficie lisa, finamente perforada. La abertura es un estrecho y alargado corte perpendicular al eje central de la concha.

Chilostomella ovoidea Reuss (hipotipo USNM 243320) es más ancha y más inflada que *Ch. czizeki*, y ambas especies son más infladas que *Ch. oolina* Schwager.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña y en el sondeo 1263; es muy escasa a escasa tanto en la sección de Fuente Caldera como en la sección de Zarabanda, registrando la última aparición en la base de la Biozona *P. opima* (Chatiense) y la primera aparición en la Biozona *Gdes. primordius* (Chatiense), respectivamente.

***Chrysalogonium dickersoni* Cushman y Bermudez 1936**

Lámina 10, figura 1

Sinonimias:

Chrysalogonium dickersoni CUSHMAN y BERMUDEZ 1936, p. 28, lám. 5, figs. 6, 7.

Chrysalogonium dickersoni Cushman y Bermudez.- CICHA 1998, p. 90, lám. 20, figs. 13-14.

Diagnosis:

Concha uniseriada, alargada. Extremo inicial agudo y extremo apertural redondeado. Formada por numerosas cámaras redondeadas, que aumentan de tamaño conforme se añaden. Pared calcítica, finamente perforada y ornamentada por costillas longitudinales, bien marcadas y elevadas, que llegan hasta la mitad de la última cámara. Estas costillas son independientes al crecimiento de las cámaras. Abertura terminal, cribada, redondeada.

Esta especie se diferencia de *Nodosaria crassitesta* Schwager, por la longitud de las costillas, que llegan hasta la mitad de la última cámara, mientras que en *Nodosaria Crassitesta* llegan hasta la abertura. Cicha (1998) encontró esta especie en el Eoceno superior.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Zarabanda (Aquitaniense), registrando la primera aparición en el límite Oligoceno-Mioceno; y es muy escasa en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense).

***Cibicides carinatus* (Terquem) 1882**

Lámina 5, figura 3

Sinonimias:

Truncatulina carinata TERQUEM 1882, p. 94, lám. 10, figs. 1, 2.

Cibicides carinatus (Terquem).- MURRAY y WRIGHT 1974, lám. 15, figs. 4-6.

Lobatula carinata (Terquem).- CICHA 1998, p. 111, lám. 63, figs. 20-22.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, cóncava-convexa, forma irregular. Periferia carenada. Lado espiral ligeramente cóncavo, evolutivo, variable en forma, con suturas ligeramente deprimidas a niveladas con la superficie. Lado umbilical irregular en forma, ligeramente convexo, con suturas deprimidas, casi radiales. Pared calcítica. La abertura es un corte

que se extiende desde la periferia a lo largo de la sutura espiral.

Esta especie se diferencia de *C. lobatulus* por presentar una periferia con carena y un lado umbilical menos convexo.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie se ha identificado en la sección de Noroña únicamente en una muestra (Nor-27) (base de la Biozona *G. angulisuturalis*, Rupeliense); es muy escasa a escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiente), registrando su mayor porcentaje en la Biozona O1, *P. naguewichiensis* (Rupeliense inferior); es muy escasa a escasa en la sección de Zarabanda (Chatiente-Aquitaniense), donde alcanza su mayor abundancia relativa en la Biozona *G. primordius* (Chatiente superior).

***Cibicides laurisiae* Mallory 1959**

Lámina 5, figuras 4-5

Sinonimias:

Cibicides laurisiae MALLORY 1959, p. 267, lám. 24, fig. 8.

Cibicides laurisiae Mallory.- BOLTOVSKOY y OCAMPO 1993, lám. 3, fig. 3.

Anomalinoides sp. 1.- DOUGLAS 1973, lám. 19, figs. 4, 5.

Cibicoides laurisiae (Mallory).- THOMAS 1985, p. 676, lám. 10, figs. 3, 4.- WOOD *et al.* 1985, lám. 3, fig. 10-12.- VAN MORKHOVEN *et al.* 1986, p. 253-255, lám. 85, fig. 1-3.- MILLER y KATZ 1987b, p. 284, lám. 7, fig. 4-6.- NOMURA 1991, lám. 2, fig. 6.- KATZ *et al.* 2003, p. 32, lám. 2, fig. 2.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, de plano-convexa a concavo-convexa. Periferia subaguda. Lado espiral fuertemente perforado, ligeramente cóncavo en el centro, evolutivo, con suturas deprimidas, limbadas y muy curvadas hacia la periferia. Lado umbilical convexo e involuto, de 7 a 9 cámaras en la última vuelta de espira con las últimas cámaras infladas, aumentando en altura rápidamente, con suturas deprimidas y curvadas hacia la periferia. Pared calcítica, finamente perforada. La abertura es un corte que se extiende desde la periferia a lo largo de la sutura espiral.

Esta especie se caracteriza por presentar las últimas cámaras muy infladas y por

las suturas fuertemente curvadas.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña (Rupeliense), registrando su primera aparición en el límite Eoceno-Oligoceno; es muy escasa en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), apareciendo por primera vez a techo de la Biozona E15 (Priaboniense superior); es muy escasa a escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiente), desapareciendo en la mitad de la Biozona O6 *G. Ciproensis* (Chatiente); es muy escasa en la sección de Zarabanda (Rupeliense-Chatiente), desapareciendo en la Biozona *P. kugleri* (Aquitaniense).

***Cibicides lobatulus* (Walkery Jacob) 1798**

Lámina 5, figuras 6-8

Sinonimias:

Nautilus lobatulus WALKER y JACOB 1798, p. 642, lám. 14, fig. 36.

Truncatulina lobatula (Walker y Jacob).- BRADY 1884, p. 660, lám. 92, fig. 10; lám. 93, figs. 1, 4, 5.- HOLLAND 1910, p. 10, lám. 9.

Cibicides lobatulus (Walker y Jacob).- CUSHMAN 1935, p. 52, lám. 22, figs. 4-6.- MURRAY 1971, p. 175, lám. 73, figs. 1-7.- HAGEMAN 1979, p. 91, Lám. 3, fig. 6; lám. 4, fig. 1.- HAYWARD y BUZAS 1979, p. 48, lám. 10, figs. 124-26.- BOLTOVSKOY *et al.* 1980, p. 24, lám. 9, fig. 1-4.- NOMURA 1991, lám. 2, fig. 7.- JONKERS *et al.* 2002, p. 590, fig. 12. d-f.- VAN HINSBERGEN *et al.* 2005, lám. 1, fig. 5.- MURRAY 2003, p. 21, figs. 6.13-6.15.- ABU-ZIED 2008, lám. 3, figs. 1, 2.

Lobatula lobatula (Walker y Jacob).- LOEBLICH y TAPPAN 1987, p. 168, lám. 637, figs. 10-13.- MALUMIÁN 1990, p. 381, lám. 2, fig. 6.- CIMERMAN y LANGER 1991, p. 71, lám. 75, figs. 1-4.- MATHELIN y SZTRÁKOS 1993, p. 81, lám. 17, fig. 9.- CICHA 1998, p. 111, lám. 63, figs. 23-25.- PANZA *et al.* 1998, p. 105, lám. 1, figura 19.- ORTIZ y THOMAS 2006, p. 122, lám. 9, figs. 1, 2.- PASCUAL *et al.* 2008, lám. 1, figs. 14-17.

Cibicides sp.- WHITTAKER 1988, p. 141, lám. 20, figs. 1-3.

Diagnosis:

Concha trocoespíralada, de plano-convexa a cóncavo-convexa, formas irregulares con una gran variedad. Contorno lobulado. Periferia aguda a subaguda, en ocasiones carenada. Lado espiral plano a cóncavo, evolutivo, con variabilidad de formas,

suturas ligeramente deprimidas a niveladas con la superficie, marcadas por una banda de calcita imperforada. Lado umbilical convexo, irregular, unas 6 a 8 cámaras infladas, la forma de las cámaras también varía, suturas deprimidas y casi radiales, ligeramente curvas hacia la periferia. Pared calcítica, groseramente perforada en ambos lados. La abertura es un corte rodeado por un labio que se extiende desde la periferia a lo largo de la sutura espiral.

Esta especie se diferencia de *Cibicides refulgens* y *Cibicides carinatus* por presentar un contorno lobulado, lado espiral a menudo cóncavo y lado umbilical convexo, sin ser tan prominente como en *C. refulgens* ni tan plano y carenado como en *C. carinatus*. Esta especie muestra una considerable variedad morfológica, debido posiblemente a que es una especie con un modo de vida epifítico y por lo tanto se adhiere a la superficie por su lado espiral.

En la literatura es bien conocida la variabilidad de forma de esta especie. En nuestro material diferenciamos dos formas. Una con cámaras irregulares y que aumentan rápidamente de tamaño, contorno totalmente irregular y lado espiral cóncavo. La otra forma con cámaras menos irregulares y el lado espiral casi plano. Sturrock y Murray (1981) propusieron esta especie como epifaunal, inmóvil y adherente. Aunque Loeblich y Tappan (1987) propusieron el género *Lobatula* para esta especie, se ha preferido mantener el género *Cibicides* debido a que la descripción del género nuevo no aporta ninguna característica diferente a la del género *Cibicides*.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es común a abundante en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), registrando un mayor porcentaje en la base del Oligoceno Biozona *G. angulisuturalis*; es común a abundante en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense), registrando un pico de abundancia del 12% en la Biozona *G. sellii* (Rupeliense); y en la sección de Zarabanda (Chatense-Aquitaniense), registra un pico de abundancia en la Biozona *G. ciperensis* (Chatense).

***Cibicides refulgens* Montfort 1808**

Lámina 6, figuras 9; Lámina 7, figura 1

Sinonimias:

Cibicides refulgens MONTFORT 1808, p. 122.

Truncatulina refulgens (Montfort).- BRADY 1884, p. 659, lám. 92, figs. 7-9.- HOLLAND 1910, p. 10, lám. 9; lám. 2, figs. 1-7.

Cibicides refulgens Montfort.- CUSHMAN 1931, p. 116, lám. 21, fig. 2.- HAYWARD y BUZAS 1979, p. 48, lám. 10, figs. 130, 131.- BOLTOVSKOY *et al.* 1980, p. 24, lám. 9, fig. 9-11.- LOEBLICH y TAPPAN 1987, p. 582, lám. 634, figs. 1-3.- CIMERMAN y LANGER 1991, p. 70, lám. 75, figs. 5-9.- MURRAY 2003, p. 21, fig. 7.1, 7.2.- PASCUAL *et al.* 2008, lám. 1, figs. 3-5.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, plano-convexa, formas irregulares con una gran variedad. Contorno subcircular. Periferia aguda, en ocasiones carenada. Lado espiral plano, evolutivo, con variabilidad de formas, suturas deprimidas y limbadas. Lado umbilical fuertemente convexo, con unas 6 a 8 cámaras infladas, separadas por suturas deprimidas y casi radiales, ligeramente curvas hacia la periferia. Pared calcítica, groseramente perforada en ambos lados. La abertura es un corte rodeado por un labio que se extiende desde la periferia a lo largo de la sutura espiral.

Esta especie se diferencia de otras especies de *Cibicides* por presentar el lado umbilical mucho más convexo. En la literatura se ha observado una variabilidad de forma de esta especie. En nuestro material podemos distinguir dos formas. Una con cámaras infladas y suturas umbilicales deprimidas, contorno subcircular. La otra forma con cámaras menos infladas, un botón umbilical prominente y suturas menos deprimidas, posiblemente esta forma sea la consecuencia de la mala conservación del material.

Holland (1910) consideró *C. refulgens* como una “variedad” de *C. lobatulus*, aunque él los separó en su sinonimia. Muchos autores conservan estas dos especies unidas, ya que consideran que el grado de convexidad de los lados umbilical y espiral puede ser debido al substrato o animal al que se adhieran. Sin embargo, nosotros conservamos estas dos especies por separado ya que hemos observado una gran variabilidad en el lado espiral de la concha, aunque el lado umbilical en todas ellas es

mucho más prominente que en la especie *C. lobatulus*.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es común a abundante a lo largo de la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), registrando un mayor porcentaje de abundancia dentro de la Biozona *G. index* (Priaboniense); es común a abundante a lo largo de la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense); es abundante en la sección de Zarabanda (Chatense-Aquitaniense), llegando a ser muy abundante en la Biozona *G. ciperensis* (Chatense), muestra localizada en la base del tramo con olistostromas.

***Cibicides westi* Howe 1939**

Lámina 7, figuras 2-3

Sinonimias:

Cibicides westi HOWE 1939, p. 88, lám. 13, figs. 20-22.

Cibicides westi Howe.- KAASSCHIETER 1961, p. 218, lám. 13, figs. 6, 7.- MURRAY y WRIGHT 1974, lám. 17, figs. 3-5.- MALUMIÁN 1990, p. 378, lám. 2, figs. 10, 11.

Diagnosis:

Concha trocoespinalada, planoconvexa y periferia aguda. Lado umbilical involuto cónico, con unas 9 cámaras en la última vuelta, aumentando en altura conforme se añaden, separadas por suturas limbadas y sigmoidales, ombligo profundo. Lado espiral evolutivo plano, con dos vueltas de espira visibles, suturas curvas, limbadas y ligeramente elevadas. Pared calcítica y perforada. La abertura es un corte en la periferia bajo la última cámara, que se extiende sobre el lado espiral.

La variabilidad de esta especie es amplia, desde la altura del lado umbilical, como el tamaño y profundidad del ombligo. Se caracteriza por presentar el lado umbilical cónico, ombligo profundo y cara apertural alta.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña, tanto en el piso Priaboniense como en el piso Rupeliense; es escasa a común en la sección de Fuente

Caldera (en el piso Rupeliense y Chatiense), desapareciendo en la Biozona O6 *G. ciperoensis* (Chatiense); es muy escasa a escasa en la sección de Zarabanda (en el piso Chatiense y Aquitaniense), desaparece en el límite Eoceno-Oligoceno y vuelve a aparecer en la parte más moderna de esta sección (Biozona *P. kugleri*, Aquitaniense).

***Cibicoides bradyi* (Trauth) 1918**

Lámina 7, figura 4

Sinonimias:

Truncatulina bradyi TRAUTH 1918, p. 235.

Truncatulina dutemplei d'Orbigny.- BRADY 1884, p. 665, lám. 95, fig. 5 (no d'Orbigny).

Cibicoides haitiensis (Coryell y Rivero).- TJALSMA y LOHMANN 1983, p. 26, lám. 17, fig. 6 (non Coryell y Rivero).

Cibicoides bradyi (Trauth).- HAGEMAN 1979, p. 141, lám. 22, figs. 13-15.- THOMAS 1985, p. 675, lám. 10, figs. 7, 8.- VAN MORKHOVEN *et al.* 1986, p. 100, lám. 30, figs. 1, 2.- MILLER y ZATZ 1987a, p. 126, lám. 7, fig. 2.- WHITTAKER 1988, p. 141, lám. 20, figs. 13-15.- KAIHO 1992, lám. 6, figs. 3, 4.- HOLBOURN *et al.* 2005.- VAN HINSBERGEN 2005, lám. 2, fig. 3.

Cibicides bradyi (Trauth).- BOLTOVSKOY y OCAMPO 1993, lám. 2, fig. 19.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, biconvexa, periferia lobulada y redondeada. Lado umbilical convexo, concavo en el centro, de 5 a 9 cámaras con forma triangular, infladas en la última vuelta de espira, separadas por suturas radiales y deprimidas. Ombligo abierto. Lado espiral más convexo, evolutivo con tres vueltas visibles, suturas ligeramente curvas, oblicuas y deprimidas. Pared calcítica, perforada. Abertura periférica.

C. bradyi se caracteriza por presentar un ombligo profundo que pudo observarse en el material de Van Morkhoven *et al.* (1986) (R/C# 30) depositado en la Institución Smithsonian.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a lo largo de la sección de Noroña y Zarabanda.

***Cibicoides eoacaenus* (Gümbel) 1868**

Lámina 8, figura 7, lámina 9, fig. 1

Sinonimias:

Rotalia eoacaena GÜMBEL 1868, p. 650, lám. 2, fig. 87.

Cibicides tuxpamensis COLE 1928, p. 219(19), lám. 1, figs. 2, 3; lám. 3, figs. 5, 6.- NUTTALL 1930, p. 291, lám. 25, figs. 2, 4.

Cibicides perlucida NUTTALL 1932, p. 33, lám. 8, figs. 10-12.

Cibicides perlucida Nuttall.- RENZ 1948, p. 129, lám. 11, fig. 9.- BERMÚDEZ 1949, p. 304, lám. 25, figs. 16-18.

Cibicides perlucides Nuttall.- RUIZ DE GAONA y COLOM 1950, p. 369, fig. 13, n. 28.- BECKMANN 1953, p. 403, lám. 28, fig. 2.

Cibicides eoacaenus (Gümbel).- BERMÚDEZ y GÁMEZ 1966, p. 228, lám. 2, figs. 7, 8.

Heterolepa eoacaena (Gümbel).- SAPERSON y JANAL 1980, p. 404, lám. 2, fig. 3; lám. 5, fig. 9.

Cibicoides perlucidus (Nuttall).- HAGEMAN 1979, p. 146, lám. 22, figs. 4-6.- THOMAS 1985, p. 676, lám. 9, figs. 5, 6.- VAN MORKHOVEN *et al.* 1986, p. 260, lám. 86D, figs. 1-2.

Cibicoides eoacaenus (Gümbel).- VAN MORKHOVEN *et al.* 1986, p. 256, lám. 86A, figs. 1-4; lám. 86B, figs. 1-2; lám. 86C, figs. 1-3; lám. 86D, figs. 1-2.- MILLER y KATZ 1987a, p. 126, lám. 8, fig. 3.- MCNEIL y MILLER 1990, lám. 1, fig. 1.- NOMURA 1995, lám. 1, fig. 4.- ORTIZ y THOMAS 2006, p. 115, lám. 5, fig. 2.

Cibicoides tuxpamensis (Cole).- MILLER y KATZ 1987b, p. 285, lám. 6, fig. 7-9.- TJALSMA y LOHMANN 1983, p. 28, lám. 18, figs. 3-4; lám. 22, figs. 1-3.

Heterolepa perlucida Nuttall).- MALUMIÁN 1990, p. 381, lám. 2, figs. 8, 9.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, planoconvexa a ligeramente biconvexa. Contorno casi circular y periferia de subaguda a redondeada. Lado espiral evolutivo, plano a ligeramente convexo, con dos vueltas visibles, sutura espiral limbada, ligeramente elevada. Lado umbilical convexo con un botón central prominente, de 7 a 10 cámaras ligeramente infladas en la última vuelta, separadas por suturas deprimidas, limbadas, radiales curvándose hacia la periferia. Pared calcítica, perforada, sobretodo el lado espiral. La abertura es un corte en la base de la última cámara y se extiende sobre el lado espiral a lo largo de la sutura espiral.

Nuestros ejemplares muestran una variabilidad morfológica que concuerda con la descrita por Van Morkhoven *et al.* (1986). Estos autores examinaron y compararon

los topotipos de *C. tuxpamensis* con los topotipos de *C. eocaenus*, y concluyeron que eran coespecíficas estando así de acuerdo con lo que confirmaron en su momento Bermúdez y Gámez (1966) y Tjalsma y Lohmann (1983). Van Morkhoven *et al.* (1986) propusieron que *C. perlucides* podría ser una especie sinónima de *C. eocaenus*, proponiendo así a *C. eocaenus-tuxpamensis* y *C. perlucidus* como ecofenotipos, diferenciándose principalmente por la forma de la periferia.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa a muy escasa a lo largo de la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense); es muy escasa a escasa en el sondeo 1263, aparece en la Biozona O6 (Priaboniense superior) y desaparece en la Biozona O1 (Rupeliense); es muy escasa a lo largo de la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiente) y Zarabanda (Chatiente-Aquitaniense).

***Cibicoides grimsdalei* (Nuttall) 1930**

Lámina 7, figura 6

Sinonimias:

Cibicides grimsdalei NUTTALL 1930, p. 291, lám. 25, figs. 7,8, 11.

Cibicides grimsdalei Nuttall.- BECKMANN 1953, lám. 27, fig. 7.

Cibicoides grimsdalei (Nuttall).- SCHNITKER 1979, lám. 11, figs. 1-3.- TJALSMA y LOHMANN 1983, p. 26, lám. 18, fig. 2; lám. 22, figs. 6,7.- MILLER 1983, p. 433, lám. 2, fig. 8.- MILLER *et al.* 1985, lám. 1, figs. 7-9. - THOMAS 1985, p. 675, lám. 9, figs. 1, 2.- WOOD *et al.* 1985, lám. 2, fig. 7-9.- VAN MORKHOVEN *et al.* 1986, p. 247, lám. 83A, figs. 1-3; lám. 83B, figs. 1-7.- MILLER y KATZ 1987a, p. 126, lám. 8, fig. 1.- BOLLI *et al.* 1994, p. 366, lám. 56, figs. 17, 18; lám. 88, fig. 4. - NOMURA 1995, lám. 1, figs. 8, 9.- ORTIZ y THOMAS 2006, p. 116, lám. 5, fig. 3.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, con forma de domo alto. Contorno subcircular y periferia subaguda. Lado espiral plano con suturas limbadas. Lado umbilical muy convexo, con unas 9 cámaras infladas en la última vuelta, separadas por suturas limbadas, ligeramente curvas y poco visibles. Pared calcítica, finamente perforada en el lado umbilical y groseramente en el lado espiral. La abertura es un corte bajo arqueado

en la base de la cara apertural, que se extiende ligeramente al lado espiral.

C. grimsdalei se diferencia de otras especies de *Cibicidoides* por presentar la forma general en domo alto.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense); es muy escasa en la parte inferior (Rupeliense) de la sección de Fuente Caldera, desaparece en la parte final de la Biozona O2 *T. ampliapertura* (Rupeliense); es muy escasa en la parte final de la sección de Zarabanda (Aquitaniense).

***Cibicidoides lamontdohertyi* Miller y Katz 1987**

Lámina 7, figura 7; Lámina 8, figura 1

Sinonimias:

Cibicidoides lamontdohertyi MILLER y KATZ 1987b, p. 130, lám. 9, fig. 1-3.

Cibicidoides lamontdohertyi Miller y Katz.- TAKATA y NOMURA 2005, lám. 6, fig. 2.

Diagnosis:

Concha pequeña, asimétricamente biconvexa, de contorno subcircular, y periferia subaguda y lobulada. Lado umbilical convexo, involuto con unas 11 cámaras en la última vuelta, separadas por suturas radiales, ligeramente curvadas, limbadas, niveladas con la superficie a deprimidas en las últimas. Lado espiral semi-evoluto, con 3 vueltas de espira visibles, suturas curvadas y ligeramente deprimidas. Pared calcítica, lado espiral perforado y lado umbilical poco perforado. La abertura es un corte ecuatorial interiomarginal, rodeado por un labio que se extiende a lo largo de la sutura espiral.

Esta especie es similar a *C. mundulus* aunque se diferencia en el tamaño de la concha, más pequeña y en el lado umbilical menos convexo. Se han diferenciado dos morfotipos diferentes; un morfotipo (lámina 6, fig.7) con el lado espiral semi-evoluto y suturas espirales ligeramente deprimidas, y otro (lám. 7, fig.1) con el lado espiral más involuto y suturas espirales más deprimidas.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa a común a lo largo de la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense); es común a abundante en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), registrando un pico de abundancia en la parte final de este sondeo; es escasa a común a lo largo de la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiente), excepto en el tramo con olistotromas donde desaparece; común a muy escasa a lo largo de la sección de Zarabanda (Chatiente-Aquitaniense), registrando un mayor porcentaje de abundancia tras el límite Oligoceno-Mioceno.

***Cibicoides micrus* (Bermúdez) 1949**

Lámina 8, figuras 2-3

Sinonimias:

Cibicides micrus BERMÚDEZ 1949, p. 302, lám. 24, figs. 34-36.

Gavelinella micra (Bermúdez).- TJALSMA y LOHMANN 1983, p. 31, lám. 16, fig. 7; lám. 20, fig. 7.- MILLER y KATZ 1987a, p. 134, lám. 5, fig. 2.

Cibicoides micrus (Bermúdez).- PARISI y COCCIONI 1988, lám. 5, figs. 16-21.- HOLBOURN *et al.* 2005.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada biconvexa, comprimida lateralmente, periferia subaguda a subredondeada y contorno subcircular. Lado umbilical ligeramente convexo, parcialmente evolutivo, 9 a 14 cámaras en la última vuelta, las últimas ligeramente infladas, separadas por suturas limbadas, curvas, bastante elevadas que se engrosan hacia el ombligo, en ocasiones las últimas. Lado espiral semi-evolutivo, muy variable, suturas espirales curvas y limbadas, las últimas deprimidas. Pared calcítica, gruesa, finamente perforada. La abertura es un corte ecuatorial bordeado por un labio y que se extiende sobre el lado espiral.

Se examinaron en la Institución Smithsonian el holotipo (CC 62431) y paratipos (CC 62432) de *C. micrus*, con los que concuerdan ampliamente nuestro material. También se examinó el material de Van Morkhoven *et al.* (1986) (R/C#88), que como otros autores ya han puesto de manifiesto (ej., Holbourn *et al.*, 2005), corresponde a

Anomalinoides cocoaensis (Cushman). *C. micrus* se diferencia de *A. cf. A. cocoaensis* por no mostrar el lado espiral tan cóncavo ni liso y sin botón central espiral.

Los ejemplares incluidos en *C. micrus* muestran gran variabilidad en el grado de enrollamiento, convexidad de la concha y forma de las cámaras. Lo más característico de esta especie sería las suturas umbilicales elevadas que se engrosan hacia el ombligo. Tjalsma y Lohmann (1983) establecieron que los morfotipos más redondeados con el lado espiral distintivamente evolutivo eran típicos de medios abisales.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Es muy escasa en todas las secciones estudiadas. En la sección de Noroña, sólo aparece en el piso Rupeliense, aparece justo en concordancia con el límite Eoceno-Oligoceno y desaparece en la parte media de la Biozona *Ph. barbadoensis* (Rupeliense inferior). En la sección de Fuente Caldera, aparece en los dos pisos Rupeliense y Chatiense. En la sección de Zarabanda, aparece en los dos pisos Chatiense y Aquitaniense. En el sondeo 1263 aparece en los dos pisos Priaboniense y Rupeliense.

***Cibicoides mundulus* (Brady, Parker y Jones) 1888**

Lámina 8, figuras 4-6

Sinonimias:

Truncatulina mundula BRADY, PARKER y JONES 1888, p. 228, lám. 45, fig. 25.

Cibicoides mundulus (Brady, Parker y Jones).- THOMAS 1985, p. 676, lám. 8, figs. 5, 6.- NOMURA 1991, lám. 2, fig. 4.- KAIHO 1992, lám.6, fig. 5.- NOMURA 1995, lám. 1, fig. 3.- REVERTS 1996, lám. 1, fig. 9-12.- HOLBOURN *et al.* 2005.- TAKATA y NOMURA 2005, lám. 6, fig. 3. - MOLINA *et al.* 2006, lám. 1, figs. 10, 11.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, planoconvexa a muy ligeramente biconvexa, de contorno subcircular y periferia carenada, subangular. Lado umbilical convexo, involuto, con aproximadamente 8 a 10 cámaras en la última vuelta y un botón central. Suturas umbilicales radiales, ligeramente curvas, limbadas, niveladas con la superficie a deprimidas en las últimas. Pared calcítica, perforada en ambos lados pero más

groseramente en el lado espiral. En algunos casos, es visible una vuelta de perforaciones a través del botón espiral central. La abertura es un corte ecuatorial interiomarginal, rodeado por un labio que se extiende a lo largo de la sutura espiral.

Miller y Katz (1987a, b) incluyeron *C. praemundulus* y *C. mundulus* como sinónimas ya que se encontraron taxones intermedios entre ambas especies, lo que también hemos observado en nuestro material. Berggren y Miller (1986) en Van Morkhoven *et al.* (1986), proponen una nueva especie llamada *C. praemundulus* para englobar en él los *C. ungerianus* que habían descrito varios autores (Tjalsma y Lohmann, 1983; Miller, 1983; Tjalsma, 1983; Wood *et al.* 1985), además consideran *C. praemundulus* el posible ancestro paleógeno de *C. mundulus*.

Tras examinar el holotipo de *C. mundulus* (USNM 357676) y *C. praemundulus* (USNM 406407) hemos llegado a la conclusión de que las diferencias encontradas entre ambas especies pueden ser debidas a la variabilidad intraespecífica, aunque la separación de estas especies se hace imposible cuando se tienen muchos ejemplares, hemos decidido no incluirlas dentro de una misma especie a falta de una mayor observación de las mismas. Esta especie también es similar a *Cibicidoides kullenbergi* (Phelger, Parker y Peirson) pero se diferencia en que la concha está formada por un número mayor de cámaras, unas 13, y las suturas del lado umbilical son más curvadas, uniéndose tangencialmente a la carena.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña (aparece tanto en el piso Priaboniense como en el piso Rupeliense), se observa un pico de abundancia en la parte final de la Biozona *Ph. barbadoensis* (Rupeliense); es escasa a común en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), aumentando su porcentaje en la parte final (Rupeliense) del sondeo; es muy escasa a escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense); y es escasa a común a lo largo de la sección de Zarabanda (Chatense-Aquitaniense).

***Cibicoides robertsonianus* (Brady) 1881**

Lámina 9, figura 2

Sinonimias:

Planorbulina robertsoniana BRADY 1881, p. 65 (referencia-tipo)

Truncatulina robertsoniana BRADY 1881, p. 664, lám. 95, fig. 4 (figura-tipo).

Cibicides robertsonianus (Brady).- BECKMANN 1953, p. 399, lám. 28, fig. 5.- VAN HINSBERGEN *et al.* 2005, lám. 2, fig. 4.

Cibicoides robertsonianus (Brady).- THOMAS 1985, p. 676, lám. 10, figs. 5, 6.- RESIG y CHEONG 1997, lám. 2, fig. 7, 11, 15.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, bicovexa, periferia ligeramente lobulada y redondeada. Lado umbilical convexo, concavo en el centro, de 11 a 14 cámaras con forma triangular, infladas en la última vuelta de espira, separadas por suturas radiales y deprimidas. Ombligo abierto. Lado espiral más convexo, evolutivo con cuatro vueltas visibles, suturas ligeramente curvas y oblicuas. Pared calcítica, perforada. Abertura periférica, en forma de arco en la base de la última cámara.

Esta especie se caracteriza por presentar en el lado umbilical un hundimiento en el centro y por el numeroso número de cámaras. *C. bradyi* se diferencia de *C. robertsonianus*, en el número de cámaras ya que esta especie presenta de 5 a 9 cámaras en su última vuelta de espira.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa a muy escasa en la sección de Noroña, sólo aparece en el piso Rupeliense, tras el límite Eoceno-Oligoceno; es muy escasa a lo largo del sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense); es muy escasa a escasa en la sección de Fuente Caldera (sólo aparece en el piso Rupeliense), desaparece en la base de la Biozona *G. sellii* (Rupeliense); es muy escasa a escasa a lo largo de la sección de Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense).

***Cibicoides ungerianus* (d'Orbigny) 1846**

Lámina 9, figuras 3-4

Sinonimias:

Rotalina ungeriana D'ORBIGNY 1846, p. 157, lám. 8, figs. 16-18.

Cibicides pseudoungerianus (d'Orbigny).- BRADY 1884, p. 664, lám. 94, fig. 9.- HOLLAND 1910, P. 10, LÁM. 2, FIG. 10.- COLE y GILLESPIE 1930, p. 15, lám. 3, Figs. 10, 11.- RUIZ DE GAONA y COLOM 1950, p. 370, fig. 13, n. 1-20.- TODD 1952, p. 46, lám. 6, fig. 15.- BECKMANN 1953, p. 399, lám. 28, figs. 3, 4.- BANDY 1956, p. 193, lám. 31, fig. 8.- BUZAS *et al.* 1977, p. 99, lám. 7, figs. 13-15.- VAN HINSBERGEN *et al.* 2005, lám. 1, fig. 7.

Cibicides pseudoungeriana (d'Orbigny).- CUSHMAN 1931, p. 123, lám. 22, figs. 3-7.- BARKER 1960, p. 194, lám. 94, fig. 9.

Cibicides ungerianus (d'Orbigny).- HAGEMAN 1979, p. 92, lám. 4, figs. 2, 3.

Cibicoides pseudoungerianus (d'Orbigny).- CIMERMAN y LANGER 1991, p. 69, lám. 74, fig. 2-3.- SCHRÖDER-ADAMS 1991, lám. 3, figs. 5, 6.

Diagnosis:

Concha trocoespíralada, ligeramente biconvexa. Periferia subaguda. Lado espiral ligeramente convexo y evolutivo, suturas ligeramente curvadas a nivel de la superficie, sutura espiral fuertemente deprimida. Lado umbilical convexo e involuto, de 8 a 11 cámaras en la última vuelta, separadas por suturas radiales a ligeramente curvadas hacia la periferia. Abertura interiomarginal, periférica, en forma de arco en la base de la última cámara.

Esta especie se caracteriza por presentar el centro del lado dorsal diferenciado, causado por la sutura espiral muy pronunciada y deprimida. *C. ungerianus* fue descrita por varios autores como un taxón somero del Neógeno (Tjalsma y Lohmann, 1983; Miller, 1983; Tjalsma, 1983; Wood *et al.*, 1985), incluso algunos autores han ubicado esta especie en el género *Cibicides* (Cushman, Ruiz de Gaona y Colom, Barker, Hageman) ya que se ha encontrado una gran variabilidad morfológica, fomas planoconvexas a concavoconvexas (Holland 1910).

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense); es escasa a común a lo largo de la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-

Chatiense); es común en la parte alta de la Biozona *G.ciperoensis* (Chatiense) y disminuyendo posteriormente hasta el final (Aquitaniense) de la sección de Zarabanda. Esta especie es bastante común en los sedimentos del Oligoceno superior (Chatiense), al igual que observaron Ruiz de Gaona y Colom (1950) en los sedimentos de niveles margosos y calcílicos de Navarra y Cataluña.

***Dorothia crassa* (Marsson) 1878**

Lámina 9, figura 5

Sinonimias:

Gaudryina crassa MARSSON 1878, p. 158, lám. 3, figs. 27a-c.

Marsonella crassa (Marsson).- MALUMIÁN y PROSERPIO 1979, p. 445, lám. 3, fog. 6.- BAK 2004, p. 29, lám. 15, figs. 5, 6.

Dorothia crassa (Marsson).- MALUMIÁN y NAÑEZ 1986, p. 516, lám. 1, fig. 12. KUHNT y KAMINSKI 1993, lám. 7, figs. n, o.

Diagnosis:

Concha cónica, alargada, sección transversal circular. Extremo inicial redondeado, con forma de punta. Cámaras poco distintivas, excepto la última vuelta de espira que son más infladas, bajas y anchas, separadas por suturas niveladas con la superficie. Cara apertural bastante plana, incluso puede llegar a ser concava. Pared aglutinada. La abertura es un corte en la base de la última cámara, formando un hundimiento en el centro de la cara apertural.

Esta especie se caracteriza por las últimas cámaras más infladas, bajas y anchas, y por la cara apertural plana.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la Biozona *P. naguewichiensis* (Rupeliense) y desaparece en el límite de las Biozonas *G. gortanii* y *G. tapuriensis* (Rupeliense) de la sección de Fuente Caldera; en la sección de Zarabanda es muy escasa en la Biozona *Gbta. Ciperoensis* (Chatiense) y en la parte inferior de la Biozona *G. primordius* (Chatiense) donde desaparece.

***Eggerella bradyi* (Cushman) 1911**

Lámina 9, figura 6

Sinonimias:

Verneuilina bradyi CUSHMAN 1911, p. 55, fig. 87.

Eggerella bradyi (Cushman).- BECKMANN 1953, lám. 17, fig. 12.- BOLTOVSKOY *et al.* 1982, lám. 2, fig. 11.- MILLER 1983, p. 435, lám. 5, fig. 5.- THOMAS 1985, p. 676, lám. 1, fig. 4.- WOOD *et al.* 1985, p. 184, lám. 1, figs. 3,4.- MILLER y KATZ 1987a, p. 132, lám. 1, fig. 9.- LOEBLICH y TAPPAN 1988, p. 170, lám. 189, figs. 1-4.- KAIHO 1992, lám. 1, fig. 13-15.- KAIHO y NISHIMURA 1992, lám. 2, fig. 14-15.- VAN HINSBERGEN *et al.* 2005, lám. 2, fig. 5.

Diagnosis:

Concha piramidal, trocoespiralada en el primer estadio y posteriormente triseriada. Cámaras distintivas, infladas que aumentan rápidamente de tamaño, la última vuelta de espira ocupa la mitad del total de la concha. Suturas deprimidas. Periferia inicial subaguda y final redondeada. Pared finamente aglutinada, superficie lisa. La abertura es areal, ovalada, rodeada por un labio, situada sobre la base de la última cámara.

En un principio *Eggerella bradyi* fue considerada como un estadio juvenil de *Karrieriella bradyi* (Parr, 1950; Phleger *et al.*, 1953).

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a lo largo de la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense) y del sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense); en la sección de Fuente Caldera aparece en los dos pisos, con una abundancia muy escasa en la Biozona *P. naguewichiensis* (Rupeliense) y se hace relativamente más abundante hacia la parte final de la sección (Chatiense); es muy escasa en el piso Chatiense y es escasa hacia la parte final de la sección de Zarabanda (Aquitaniense).

***Elphidium advenum* (Cushman) 1922**

Lámina 9, figura 7

Sinonimias:

Polystomella advena CUSHMAN 1922, p. 56, lám. 9, figs. 11, 12.

Elphidium advenum (Cushman).- CUSHMAN 1939, p.60, lám. 16, figs. 31-35.- HAYWARD *et al.*, 1997, fig. 3, H, I.

Elphidium advena Cushman *gorokuense* Takayanagi.- SCOTT *et al.* 2000, lám. 6, figs. 109, 110.

Diagnosis:

Concha involuta, biconvexa, planiespiralada. Periferia aguda con una estrecha carena, algunas veces lobulada. Numerosas cámaras bajas y alargadas, separadas por suturas fuertemente sigmoidales y limbadas, que presentan procesos rectilíneos elongados con una anchura aproximada de una cuarta parte de las cámaras. Presenta un pequeño botón umbilical. Vista apertural lenticular. Pared calcítica. La abertura es un corte bajo ecuatorial extendiéndose hacia los dos ombligos.

Elphidium advenum se diferencia de otras especies de *Elphidium* por su periferia aguda con una pequeña carena, suturas limbadas y los característicos procesos rectilíneos elongados. Esta especie es similar a *Elphidium jenseni* (Cushman), la única diferencia se halla en la vista apertural, la cual es fuertemente delgada.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense), registrando un mayor porcentaje de abundancia en el tramo con olistostromas, ubicado en la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense).

***Elphidium ancestrum* Le Calvez 1950**

Lámina 9, figura 8

Sinonimias:

Elphidium ancestrum LE CALVEZ 1950, p. 54, lám. 4, fig. 62-63.

Diagnosis:

Concha involuta, biconvexa, planiespiralada. Periferia aguda, lados umbilicales deprimidos. Unas 10 cámaras bajas y alargadas, separadas por suturas curvas sobre las que se encuentran unos procesos rectilíneos perpendiculares a las mismas. Vista apertural lenticular. Pared calcítica. La abertura es un corte bajo ecuatorial extendiéndose hacia los dos ombligos.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a lo largo de la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense) y Zarabanda (Chatense-Aquitaniense); en la sección de Noroña es muy escasa únicamente aparece en la Biozona *Ph. barbadoensis* (Rupeliense inferior).

***Elphidium crispum* (Linnaeus) 1758**

Lámina 10, figuras 2-3

Sinonimias:

Nautilus crispus LINNAEUS 1758, p. 709, lám. 1, fig. 2.

Elphidium crispum (Linnaeus).- BARKER 1960, lám. 110, figs. 6, 7.- DANIELS 1970, p. 87, lám. 7, fig. 7.- COLOM 1974, p. 173, figs. 26 e-j, m, n.- CIMERMAN y LANGER 1991, p. 77, lám. 90, figs. 1-6.- HAGEMAN 1979, p. 94, lám. 5, fig. 6.- GONZÁLEZ-REGALADO 1989, lám. 6, fig. 11.- HAYWARD 2004, fig. 2a, b.- MORIGI *et al.* 2005, lám. 2, fig. 9.- PASCUAL *et al.* 2008, lám. 1, figs. 9-11.

Diagnosis:

Concha involuta, biconvexa, planiespiralada. Periferia aguda con una pequeña carena. Numerosas cámaras bajas y alargadas, separadas por suturas curvadas. Botones umbilicales elevados y prominentes. Procesos rectilíneos limbados que unen las suturas. Vista apertural lenticular. Pared calcítica. La abertura es un corte bajo ecuatorial extendiéndose hacia los dos ombligos.

Elphidium crispum se diferencia de otras especies de *Elphidium* por su periferia

aguda con una pequeña carena, los botones umbilicales y los procesos rectilíneos.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa a lo largo de la sección de Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense); en la sección de Noroña es muy escasa, únicamente aparece en la Biozona *Ph. barbadoensis* (Rupeliense inferior); en la sección de Fuente caldera, esta especie aparece por primera vez en el límite de las Biozonas *G. gortanii* y *G. tapuriensis* (Rupeliense) y se mantiene constante con una abundancia escasa hasta el final de la sección (Chatiense).

***Elphidium incertum* (Williamson) 1858**

Lámina 10, figura 4

Sinonimias:

Polystomella umbilicatulata var. *incerta* WILLIAMSON 1858, p. 44, lám. 3, fig. 82.

Elphidium incertum (Williamson).- CUSHMAN 1948, p. 56, lám. 2, fig. 7.- BUZAS 1966, p. 592, lám. 71, figs. 5-8.

Elphidium varium.- BUZAS 1965, p. 21-22, lám. 2, fig. 7; lám. 3, figs. 1-2.

Elphidium subincertum Asano.- SCOTT *et al.* 2000, lám. 7, figs. 131, 132.

Diagnosis:

Concha involuta, biconvexa, planiespiralada. Periferia redondeada, lados umbilicales deprimidos, sin botón umbilical. Unas diez cámaras bajas y alargadas, separadas por suturas curvas y deprimidas, sobre las que se encuentran unos procesos rectilíneos. Pared calcítica. La abertura es un corte bajo ecuatorial extendiéndose hacia los dos ombligos.

Elphidium incertum se diferencia de *E. ancestrum* por presentar la periferia redondeada.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa a común en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiense), registrando su mayor porcentaje en la Biozona *T. ampliapertura*; es muy escasa a lo largo de la sección de Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense).

***Elphidium macellum* (Fichtel y Moll) 1798**

Lámina 10, figura 5

Sinonimias:

Nautilus macellus FICHTEL y MOLL 1798, p. 68, lám. 10, fig. e-g/h-k; var. β , lám. 10, figs. 1-6.
Elphidium macellum (Fichtel y Moll).- BOLTOVOSKOY *et al.* 1980, p. 30, lám. 14, figs. 1-6.-
RÖGEL y HANSEN 1984, p. 50, lám. 14, fig4; lám. 15, figs. 1-2.- CIMERMAN y LANGER
1991, p.78, lám. 89, fig. 9.- VAN HINSBERGEN *et al.* 2005, lám. 1, fig. 3.

Diagnosis:

Concha involuta, biconvexa, planiespiralada, fuertemente comprimida. Periferia aguda, ligeramente carenada. Numerosas cámaras bajas y alargadas. Presenta botón umbilical. Procesos rectilíneos perpendiculares a las suturas, curvas a ligeramente sigmoidales. Vista apertural lenticular. Pared calcítica. La abertura es un corte bajo ecuatorial extendiéndose hacia los dos ombligos.

E. macellum presenta una concha más comprimida que las especies de *Elphidium* anteriormente descritas. El orden de compresión de mayor a menor grado sería *E. macellum*, *E. advenum* y *E. crispum*.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa a muy escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense); es muy escasa a común en la sección de Zarabanda (Chatense-Aquitaniense), registrando su mayor porcentaje en la Biozona *G. ciperoensis* (Chatense).

***Elphidium* sp. A**

Lámina 10, figura 6

Diagnosis:

Concha planiespiralada, involuta, con periferia ancha y redondeada. Contorno circular con los ombligos deprimidos. Vista de la cara apertural ancha. Unas 8 cámaras en la última vuelta separada por suturas rectas con unos cinco procesos rectilíneos muy

anchos. Pared calcítica. La abertura es un corte bajo ecuatorial extendiéndose hacia los dos ombligos.

Esta especie es similar a la especie *Polystomella latidorsata* Reuss, aunque el número de cámaras de esta especie es mayor, de 12 cámaras y los proyectos rectilíneos menos anchos. También es similar a la especie *Elphidium excavatum* ilustrada por Boltovskoy *et al.* (1980) aunque los procesos rectilíneos son ligeramente menos anchos y algo menos comprimida en vista apertural.

El lado lateral de la especie *Elphidium earlandii* (Murray 2003) es similar a la especie *Elphidium* sp. A, ya que poseen las mismas dimensiones, así como el mismo número de cámaras y de procesos rectilíneos, aunque en este artículo no se figura la vista de la cara apertural.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a común en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense), registrando su mayor porcentaje en la muestra FC-03-127, situada en la base del tramo con olistotromas (Biozona *T. ampliapertura*, Rupeliense); es muy escasa a escasa en la sección de Zarabanda (Chatense-Aquitaniense), desapareciendo tras el límite Oligoceno/Mioceno, en la Biozona *P. kugleri* (Aquitaniense).

***Epistominella exigua* (Brady) 1884**

Lámina 10, figuras 7-8

Sinonimias:

Pulvinulina exigua BRADY 1884, p. 696, lám. 103, figs. 13, 14.

Pulvinulina exigua Brady.- PLUMMER 1926, p. 151, lám. 11, fig. 3.

Epistominella exigua (Brady).- BARKER 1960, lám. 103, figs. 13, 14.- BOLTOVSKOY y TOTAH 1987, lám. 1, figs. 5-6.- HAYWARD y BUZAS 1979, p. 54, lám. 14, fig. 176, 177.- BOLTOVSKOY *et al.* 1980, p. 31, lám. 14, figs. 14-16.- BOLTOVSKOY *et al.* 1982, lám. 2, figs. 13, 14.- VAN MARLE 1989, lám. 3, figs. 6-8.- SCHRÖDER-ADAMS 1991, lám. 4, figs. 5, 6.- BOLTOVSKOY *et al.* 1992, lám. 2, fig. 18.- KAIHO 1992, lám. 8, fig. 6.- BOLTOVSKOY y OCAMPO 1993, lám. 3, fig. 11.- HAYWARD *et al.* 2002, lám. 1, figs. 28-30.

Pseudoparrella exigua (Brady).- HAGEMAN 1979, p. 125, lám. 17, figs. 4-9.- WHITTAKER 1988, p. 125, lám. 17, figs. 4-9.- TAKATA y NOMURA 2005, lám. 3, fig.3.

Epistominella cf. *E. Exigua* (Brady).- BOLTOVSKOY *et al.* 1992, lám. 2, fig. 19.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, ligeramente biconvexa. Periferia aguda, lobulada. Lado dorsal más convexo que el lado umbilical, con 3 vueltas de espira, suturas ligeramente deprimidas y algo curvadas hacia la periferia y lado umbilical convexo, formada por 5-6 cámaras infladas, separadas por suturas deprimidas, casi radiales. La abertura es un corte interiomarigal en la cara apertural, paralela a la periferia.

Se examinó en la Institución Smithsonian un hipotipo de *Epistominella exigua* (USNM 243368), que ampliamente coincide con nuestros ejemplares.

Epistominella exigua aparece por primera vez en la parte basal del Oligoceno (Van Morkhoven *et al.*, 1986), sin embargo análisis posteriores con fracciones de tamaño mayores a 63 µm registran esta especie desde el Eoceno inferior (Thomas, 1990; Boltovskoy *et al.*, 1991).

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa a común en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), registrando su mayor porcentaje en la parte superior de la Biozona *H. Alabamensis* (Priaboniense); es común a abundante en el sondeo 1263, registrando su mayor porcentaje en la parte superior de la Biozona E16 (Priaboniense); es muy escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense); en la sección de Zarabanda, aparece tras el límite de las Biozonas *G. ciperensis* y *G. primordius* (Chatense) y se hace común conforme se acerca al límite Oligoceno/Mioceno.

***Epistominella vitrea* Parker 1953**

Lámina 10, figura 9; Lámina 11, figura 1

Sinonimias:

Epistominella vitrea PARKER 1953, p. 9, lám. 4, figs. 34-36, 40-41.

Pulvinulina exigua var. *obtusa* Brady.- PLUMMER 1926, p. 151, lám. 11, fig. 2.

Epistominella vitrea Parker.- MURRAY y WRIGHT 1974, lám. 8, figs. 5, 6.- QUILTY *et al.* 1990, p. 3, lám. 1, figs. 11, 12.- SCHRÖDER-ADAMS 1991, lám. 4, figs. 7, 8.- JONKERS *et al.* 2002, p. 594, fig.12. A-C.- MURRAY 2003, p. 21, lám. 7, figs. 7.11- 7.13.- ERNST *et al.* 2005, lám. 1, figs. c, d.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, biconvexa. Periferia subaguda a redondeada, lobulada. Lado dorsal ligeramente más convexo que el lado umbilical, con 3 vueltas de espira, la última más ancha. Suturas ligeramente deprimidas y algo curvadas hacia la periferia y lado umbilical convexo, formado por 6 cámaras infladas, separadas por suturas deprimidas, de radiales a ligeramente curvadas. La abertura es un corte interiomarigal en la cara apertural, paralela a la periferia.

Esta especie se diferencia de *E. exigua* en la periferia más redondeada y más convexa en el lado dorsal.

La variabilidad específica dentro de esta especie es muy amplia. La especie figurada en la lámina 9 figura 9 sería una especie intermedia entre *E. exigua* y *E. vitrea*, ya que presenta la periferia más redondeada y más ancha que la *E. exigua*, aunque la última vuelta de espira es menos ancha que la especie *E. vitrea*. Murray (2003) propuso esta especie como infaunal.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), registrando su mayor porcentaje de abundancia en la parte superior de la biozona H. Alabamensis (Priaboniense); es común a abundante en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), registrando su pico de abundancia en la parte baja de la Biozona O1 (Rupeliense inferior); y es muy escasa a escasa en la sección de Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense).

***Evolcassidulina bradyi* (Norman) 1881**

Lámina 11, figuras 2-3

Sinonimias:

Cassidulina bradyi NORMAN 1881, p. 59, lám. 54, figs. 6-10.

Cassidulina bradyi Norman.- BRADY 1884, lám. 54, fig. 10.- CHAPMAN 1895, p. 25.- CHAPMAN

1926, p. 42, lám. 9, fig. 11.- CUSHMAN 1919, p. 606.

Cassidulina orientalis CUSHMAN 1922, p. 106, fig. 1-5.

Cassidulinoides orientalis (Chapman).- HORNIBOOK 1961, p. 86, lám. 10, fig. 201.- GIBSON 1967, p. 43, lám. 10.

Evolcassidulina orientalis (Chapman).- EADE 1967, p. 431, fig. 4.- HAYWARD y BUZAS 1979, p. 56, lám. 14, fig. 181.

Cassidulinoides bradyi (Norman).- STRONG y WEBB 2001, lám. 1, figs. 2, 3.

Diagnosis:

Concha espiralada, ligeramente convexa, subglobular biseriada, comprimida. Periferia redondeada, contorno ovalado, la última cámara tiene forma trapezoidal en vista frontal. Cámaras ligeramente infladas, globulares, alternadas en cada lado, separadas por suturas deprimidas y curvas. Sección transversal casi subcircular. Pared calcítica, superficie lisa y finamente perforada. Abertura en forma de lazo rodeada por un labio, alargada casi perpendicular a la sutura basal, presenta la cara apertural deprimida donde se halla la abertura.

Evolcassidulina bradyi se diferencia de otras especies de *Cassidulina* descritas por su forma menos globulosa y más alargada.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa a muy escasa en la sección de Noroña, aparece por primera vez en la parte superior de la Biozona *H. alabamensis* (Priaboniense) y desaparece en la parte inferior de la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense); en el sondeo 1263 esta especie sólo aparece en una muestra (mcd 104,44, Biozona E15, Priaboniense) con un porcentaje de abundancia de un 9,3%; es muy escasa en la sección de Fuente Caldera, únicamente aparece en el piso Rupeliense y desaparece en el límite de las Biozonas *T. ampliapertura* y *G. sellii* (Rupeliense); esta especie sólo aparece en el piso Aquitaniense de la sección de Zarabanda, siendo muy escasa en la Biozona *P. kugleri*.

***Globocassidulina subglobosa* (Brady) 1881**

Lámina 11, figuras 4-5

Sinonimias:

Cassidulina subglobosa BRADY, 1881, p. 60 (referencia-tipo).

Cassidulina subglobosa Brady.- BRADY 1884, p. 430, lám. 54, fig. 17 (figura-tipo).- BECKMANN 1953, p. 387, lám. 24, fig. 7.- HORNIBROOK 1961, p. 85, lám. 10, figs. 198.- BOLTOVSKOY y OCAMPO 1993, lám. 2, fig. 18.

Globocassidulina subglobosa (Brady).- HAGEMAN 1979, p. 107, lám. 14, figs. 8-11.- BOLTOVSKOY *et al.* 1980, p. 23, lám. 7, fig. 18-20. – THOMAS 1985, p. 676, lám. 7, fig. 4.- WOOD *et al.* 1985, lám. 1, fig. 12.- MILLER y KATZ 1987a, p. 134, lám. 3, fig. 4.- PREMOLI *et al.* 1988, lám. 2, figs. 25-27.- WHITTAKER 1988, p. 107, lám. 14, figs. 8-11.- VAN MARLE 1989, lám. 5, fig. 22.- CIMERMAN y LANGER 1991, p. 61, lám. 63, figs. 4-6.- NOMURA 1991, lám. 5, fig. 8.- BOLTOVSKOY *et al.* 1992, lám. 1, figs. 28.- JONES 1994, p. 60, lám. 54, fig. 17a-c.- NOMURA 1995, lám. 2, fig. 32.- HAYWARD *et al.* 2002, lám. 1, fig. 13.- JONKERS *et al.* 2002, p. 590, fig. 11. I.- KUHNT *et al.*, 2002, p. 144, lám. 10, figs. 3-5.- MURRAY 2003, p. 24, fig. 8.7.- HOLBOURN *et al.*, 2005.- MOLINA *et al.* 2006, lám. 1, fig. 8.- ALEGRET *et al.* 2009, lám. 1, fig. 19.

Diagnosis:

Concha subglobular biseriada, sección transversal subcircular, periferia redondeada. Cámaras globulares infladas, alternantes en cada lado, separadas por suturas ligeramente deprimidas y curvas. Pared calcítica, superficie lisa, finamente perforada. Abertura en forma de lazo alargada oblicuamente sobre la cara apertural desde la base de la última cámara.

Globocassidulina subglobosa se diferencia de *Cassidulina crassa* por la concha menos alargada, menos comprimida, la sección transversal más redondeada, y el ángulo de la abertura con la cara apertural menos inclinado. En la figura 5 de la lámina 10 se muestra la mala conservación de las conchas en la sección de Fuente Caldera. Jonkers *et al.* (2002) sugirieron la posibilidad de que los ejemplares de *Cassidulina crassa* que encontraron en su estudio de depósitos glacio-marinos del Mioceno-Plioceno representaban una variedad extrema de la *Globocassidulina subglobosa*. Murray (2003) consideró esta especie como probablemente infaunal.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es abundante a muy abundante en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), registrando un pico de mayor abundancia (18%) en la base de la Biozona *G. sellii* (Rupeliense); es abundante a lo largo del sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense); común en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiente), registrando su pico de mayor abundancia en la base de la Biozona *G. ciperensis* (Chatiente); y es escasa a común en la sección de Zarabanda (Chatiente-Aquitaniense), registrando su mayor porcentaje de abundancia en la parte superior de la Biozona *G. primordius* (Chatiente).

***Gyroidinoides depressus* (Alth) 1850**

Lámina 11, figuras 6-7

Sinonimias:

Rotalina depressa ALTH 1850, p. 266, lám. 13, fig. 21.

Gyroidina depressa (Alth).- CUSHMAN y JARVIS 1932, p. 46, lám. 14, fig. 1.

Gyroidinoides depressus (Alth).- BOLLI *et al.* 1994, p. 159, lám. 44, figs. 29, 30, 32-34.- ALEGRET y THOMAS 2001, p. 287, lám. 6, fig. 9.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada comprimida, periferia redondeada. Lado umbilical involuto convexo, ombligo deprimido. Unas 8 ó 9 cámaras, separadas por suturas radiales, casi rectas. Lado dorsal evolutivo, plano a ligeramente convexo, cámaras con forma casi cuadrada, separadas por suturas ligeramente curvas deprimidas en las últimas cámaras. Pared calcítica, superficie lisa. La abertura es un corte estrecho interiomarginal que se extiende desde el ombligo a la periferia, extendiéndose ligeramente sobre la sutura espiral.

G. depressus se diferencia de otras especies de *Gyroidinoides* por su concha comprimida y ombligo profundo. Una especie similar a esta especie es *Gyroidinoides planatulus*, que es menos convexo en lado umbilical y suturas dorsales menos curvadas. Según Loeblich y Tappan (1998), Reiss (1963) consideró esta especie como un sinónimo juvenil de *Valvalabamina lenticula* (Reuss). Sin embargo, esto parece poco

probable. Bolli *et al.* (1994) afirman que ambas especies son diferentes, ya que *V. lenticula* tiene un prominente labio sobre el umbo que *G. depressus* no presenta. La descripción tipo de *G. depressus* destaca su parecido con *V. lenticula*, así como la ausencia de solapas. Dada la controversia existente sobre esta especie, aquí se ha mantenido el nombre de *G. depressus* hasta que el material tipo de ambos taxones sea comparado.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), obteniendo su mayor porcentaje de abundancia en la base de la Biozona *G. selli* (Rupeliense); es común en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), registrando un pico de mayor abundancia en la base del Oligoceno, Biozona O1; es muy escasa a escasa a lo largo de la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatienne) y Zarabanda (Chatienne-Aquitaniense).

***Gyroidinoides girardanus* (Reuss) 1851**

Lámina 11, figura 8; Lámina 12, figura 1

Sinonimias:

Rotalina girardana REUSS 1851, p. 73, lám. 5, fig. 34.

Gyroidina girardana (Reuss).- CUSHMAN y RENZ 1946, p. 44, lám. 7. Fig. 20.- CUSHMAN y STONE 1949, p. 81, lám. 14, fig. 12.- CUSHMAN y STAINFORTH 1951, p. 158, lám. 27, fig. 24.- BECKMANN 1953, lám. 23, fig. 23.- LEROY 1953, p. 35, lám. 5, fig. 10-12.

Gyroidinoides girardana (Reuss).- BECKMANN 1954, p. 382, lám. 23, fig. 23.

Gyroidinoides girardanus (Reuss).- THOMAS 1985, p. 677, lám. 6, figs, 1-3.- SPEIJER 1994, p. 118, lám. 3, fig. 3.- ALEGRET y THOMAS 2001, p. 287, lám. 6, fig. 10.- ORTIZ y THOMAS 2006, p. 119, lám. 7, fig. 4.- MOLINA *et al.* 2006, lám. 1, fig. 13.

Hansenisca soldanii (d'Orbigny).- REVERTS 1996, lám. 9, fig. 1-4.

Gyroidina soldanii (d'Orbigny).- VAN HINSBERGEN *et al.* 2005, lám. 1, fig. 8.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada planoconvexa. Contorno casi circular, la periferia presenta un ángulo distintivo en el margen dorsal. Cara apertural cóncava. Lado espiral

plano o ligeramente cóncavo, la última vuelta ligeramente cóncava. Lado umbilical convexo con el ombligo abierto, profundo. Unas 8 cámaras distintivas e infladas en la última vuelta, separadas por suturas algo deprimidas, casi rectas y radiales. Pared calcítica, superficie lisa, perforada. La abertura es un corte interiormarginal bajo que se extiende desde el ombligo hasta la periferia.

Esta especie se caracteriza por la forma de la cara apertural cóncava y los bordes sobresalientes de las cámaras umbilicales. Se examinaron en la Institución Smithsonian varios *G. girardanus* (USNM N° G27114 y G27353), los cuales concuerdan ampliamente con nuestro material.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense); muy escasa a escasa en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense) y Zarabanda (Chatense-Aquitaniense).

***Gyroidinoides mediceus* (Emiliani) 1954**

Lámina 12, figuras 2, 3

Sinonimias:

Gyroidina medicea EMILIANI 1954, p. 136, lám. 24, fig. 6.

Gyroidinoides mediceus (Emiliani).- THOMAS 1985, p. 677, lám. 5, figs. 5, 6.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, planoconvexa a desigualmente biconvexa, periferia redondeada. Lado umbilical con 6 cámaras infladas en la última vuelta separadas por suturas radiales, ligeramente curvas. Lado espiral con suturas deprimidas radiales y rectas, y una sutura espiral deprimida. Las vueltas en el lado espiral se sitúan en distinto plano, dándole un aspecto convexo. Pared calcítica. Abertura interiormarginal, extendiéndose desde el ombligo a la periferia.

G. mediceus se caracteriza por presentar las vueltas en el lado espiral en distinto plano, cada vuelta por encima de la anterior, dando un aspecto convexo. Son similares a

G. globosus por presentar las cámaras infladas, pero no presentan una cara apertural tan alargada.

Distribución stratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense); es escasa a común en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), registrando su mayor porcentaje en la parte media de la Biozona E15 (Priaboniense); es muy escasa a lo largo de la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiente), obteniendo un ligero aumento en el porcentaje en la parte inicial (Rupeliense) y final de la sección (Chatiente); es muy escasa a escasa en la sección de Zarabanda (chatiente-Aquitaniense).

***Gyroidinoides planulatus* (Cushman y Renz) 1941**

Lámina 12, figuras 4-5

Sinonimias:

Gyroidina planulata CUSHMAN y RENZ 1941, p. 23, lám. 4, fig. 1.

Gyroidinoides planulata (Cushman y Renz).- BECKMANN 1953, lám. 23, fig. 25.- RENZ 1948, p. 140, lám. 8, figs. 11a-c.

Gyroidina planulata Cushman y Renz.- FAUCHER *et al.* 1971, p. 183, lám. 5, figs. 9a-c.

Gyroidinoides planulatus (Cushman y Renz).- HAGEMAN 1979, p. 134, lám. 18, figs. 7-9.- THOMAS 1985, p. 677, lám. 5, figs. 3, 4.- WHITTAKER 1988, p. 134, lám. 18, figs. 7-9.- BOLLI *et al.* 1994, p. 378, lám. 60, figs. 7-8; lám. 80, fig. 2; lám. 89, fig. 10.

Diagnosis:

Concha trocoespinalada, planoconvexa, periferia redondeada. Lado umbilical involuto, convexo, con 8 cámaras ligeramente infladas en la última vuelta, separadas por suturas radiales, ligeramente curvas, niveladas con la superficie, excepto las últimas en ocasiones deprimidas. Ombligo deprimido. Lado espiral evolutivo, con 2 a 2^{1/2} vueltas visibles, suturas espirales ligeramente curvas hacia la periferia. Pared calcítica, superficie lisa. La abertura es un corte interiomarginal del ombligo a la periferia, incluso puede continuar hasta la sutura espiral.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), registrando un mayor porcentaje de abundancia en la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense); es escasa a común en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), registrando un pico de mayor abundancia tras el límite Eoceno/Oligoceno; es muy escasa a escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense) y Zarabanda (Chatense-Aquitaniense).

***Gyroidinoides soldanii* (d'Orbigny) 1826**

Lámina 12, figura 6

Sinonimias:

Gyroidina soldanii D'ORBIGNY 1826, p. 278, lám. 36.

Gyroidina soldanii d'Orbigny.- HAGEMAN 1979, p. 133, lám. 18, figs. 13-15.

Gyroidinoides soldanii (d'Orbigny).- THOMAS 1985, p. 677, lám. 6, figs. 7, 8.- PARISI y COCCIONI 1988, lám. 4, figs. 1-3.- CIMERMAN y LANGER 1991, p. 75, lám. 85, figs. 5,6.- NOMURA 1991, lám. 4, fig. 6.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada planoconvexa. Contorno casi circular, la periferia presenta un ángulo distintivo en el margen espiral. Cara apertural cóncava. Lado espiral plano con suturas muy oblicuas y ligeramente curvas, limbadas y deprimidas. Lado umbilical convexo involuto, con el ombligo abierto, profundo. De 7 a 9 cámaras distintivas e infladas en la última vuelta, separadas por suturas deprimidas. Pared calcítica, superficie lisa, perforada. La abertura es un corte interiormarginal bajo que se extiende desde el ombligo hasta la periferia.

Esta especie se caracteriza por presentar las suturas espirales muy oblicuas y ligeramente curvas, limbadas y deprimidas, así como un ombligo profundo.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense) y Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiente); es muy escasa a escasa en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense) y en la sección de Zarabanda (Chatiente-Aquitaniense).

***Hanzawaia ammophila* (Gümbel) 1868**

Lámina 13, figuras 1-2

Sinonimias:

Rotalia ammophila GÜMBEL 1868, p. 652, lám. 2, fig. 90.

Cibicides cushmani NUTTALL 1930, p. 291, lám. 25, figs. 3, 5, 6.- CUSHMAN y RENZ 1948, p. 41, lám. 8, figs. 22, 23.- BERMÚDEZ 1949, p. 297, lám. 26, figs. 4-6.- CUSHMAN y STONE 1949, p. 83, lám. 14, fig. 26

Cibicidina cushmani (Nuttall).- BOLLI *et al.* 1994, p. 370, lám. 57, figs. 15, 16.

Hanzawaia cushmani (Nuttall).- TJALSMA y LOHMANN 1983, p. 32, lám. 17, fig. 1.- MACKENSEN y BERGGREN 1992, p. 620, lám. 3, figs. 1-4.

Hanzawaia ammophila (Gümbel).- HAGEMAN 1979, p. 155, lám. 23, figs. 16-18.- SAPERSON y JANAL 1980, p. 401, lám. 5, figs. 1-3.- BERMÚDEZ y GÁMEZ 1966, p. 233, lám. 4, figs. 1-3.- VAN MORKHOVEN *et al.* 1986, p. 168, lám. 56, figs. 1-3.- MILLER y KATZ 1987a, p. 134, lám. 6, fig. 3.- MILLER y KATZ 1987b, p. 286, lám. 5, fig. 7-9.- WHITTAKER 1988, p. 155, lám. 23, figs. 16-18.- MÜLLER-MERZ y OBERHÄNSLI 1991, p.167, lám. IV, figs. 7, 8.- ORTIZ y THOMAS 2006, p. 120, lám. 7, fig. 7.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, planoconvexa, ovalada en vista frontal, periferia subaguda. Lado espiral semi-evoluto, plano a ligeramente convexo, con el área umbilical deprimida; una vuelta y media visible. Lado umbilical convexo, involuto, con 9-11 cámaras estrechas en la última vuelta, separadas por suturas limbadas, elevadas y curvas. Pared calcítica, perforada entre las suturas, periferia no perforada. Abertura interiomarginal, extendiéndose desde el ombligo, cubierto por solapas generalmente no preservadas.

Se examinaron en la Institución Smithsonian diferentes ejemplares de *H. cushmani* (CC 59514, 59513, USNM 369260, 369259) y el material de Van Morkhoven

et al. (1986) (R/C# 56) y no se encontraron diferencias destacadas, por lo que las consideramos sinónimas, al igual que lo hicieron Hagn (1956) y Bermúdez y Gámez (1966). Sin embargo, Tjalsma y Lohmann (1983) establecieron que “*H. ammophila* muestra una espira más rápidamente desenrollada, lo que resulta en una concha más plana que en *H. cushmani*”.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense); es muy escasa a escasa en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), registrando su mayor porcentaje en la base de la Biozona E16 (Priaboniense); es escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiente), se observa un ligero aumento en el Chatiente; y es escasa en la sección de Zarabanda (Chatiente-Aquitaniense).

***Heronallenia lingulata* (Burrows y Holland) 1895**

Lámina 12, figura 7

Sinonimias:

Discorbina lingulata BURROWS y HOLLAND 1895, p. 653, lám. 7, fig. 33.

Heronallenia lingulata (Burrows y Holland).- BARKER 1960, lám. 91, fig. 3.

Heronallenia sp. A.- SCHRÖDER-ADAMS 1991, lám. 1, fig. 7.

Heronallenia sp. 13.- RESIG y CHEONG 1997, lám. 1, figs. 13, 14.

Diagnosis:

Concha libre, baja trocoespira con dos cámaras que se ensanchan rápidamente en el estadio final, comprimida, de planoconvexa a cóncavo-convexa, contorno subcircular. Periferia carenada, con la carena ligeramente desplazada hacia el lado espiralado. Lado umbilical con cámaras cóncavas y subtriangulares, en forma de media luna, poco infladas, separadas por suturas ligeramente deprimidas a niveladas con la superficie y radiales, el área umbilical se encuentra deprimido. Lado espiral con cámaras ligeramente convexas que presentan un lóbulo en la parte final de cada una de ellas, excepto en la última donde se encuentra la abertura; cámaras separadas por suturas curvas y limbadas. Pared calcítica, superficie finamente perforada. Abertura

interiomarginal, central, ovalada, en forma de arco, en la base de la última cámara umbilical.

Distribución stratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), aparece por primera vez en la part superior de la Biozona *H. alabamensis* (Priaboniense) y desaparece en la parte inferior de la Biozona *G. angulisuturalis* (Rupeliense); y es escasa a común en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), registrando su pico de mayor abundancia en la base del sondeo (Biozona E15, Priaboniense).

***Hyalinea balthica* (Schröter) 1783**

Lámina 13, figura 3

Sinonimias:

Nautilus balthicus SCHRÖTER 1783, p. 20, lám. 1, fig. 2

Anomalina balthica (Schröter).- CUSHMAN 1931, p. 108, lám. 19, fig. 3.

Hyalinea balthica (Schröter).- MURRAY 1971, p. 173, lám. 72, figs. 5-7.- LOEBLICH y TAPPAN 1987, p. 580, lám. 632, figs. 5-8.- COLOM 1974, p. 151, fig. 37.- VAN MARLE 1989, lám. 2, fig. 21.- CIMERMAN y LANGER 1991, p. 70, lám. 74, figs. 4, 7.- MURRAY 2003, p. 24, figs. 8.8-8.10.- ABU-ZIED 2008, lám. 2, figs. 30, 31.- MORIGI *et al.* 2005, lám. 2, fig. 12.- PASCUAL *et al.* 2008, lám. 1, figs. 18, 19.

Hyalinea florenceae (McCulloch).- LOEBLICH y TAPPAN 1994, p. 148, lám. 313, figs. 1-10.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada baja a casi planiespiralada, delgada, fuertemente comprimida, semievoluta, formada por unas 8-12 cámaras subtriangulares en la última vuelta de espira. Suturas limbadas, radiales a ligeramente curvadas y elevadas. Periferia con una distintiva carena. Pared calcítica, finamente perforada. La abertura es un arco bajo ecuatorial en la base de la cara apertural.

Esta especie se caracteriza por presentar las suturas limbadas, elevadas y ligeramente curvadas. Esta especie habita en medios de plataforma y batial superior, e indica medios fríos (Murray, 2003).

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña (Rupeliense), aparece en la parte final de la Biozona *P. barbadoensis* (Rupeliense) y registra su mayor porcentaje en la parte inferior de la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense); es común a muy escasa en la sección de Fuente Caldera, registrando su mayor porcentaje de abundancia en el tramo con olistostromas (en la parte media de la Biozona *T. ampliapertura*, Rupeliense); y es muy escasa en la sección de Zarabanda, únicamente aparece en la parte inferior de la Biozona *G. primordius*, Chatiense.

***Karrieriella bradyi* (Cushman) 1911**

Lámina 13, figuras 4-5

Sinonimias:

Gaudryina bradyi CUSHMAN 1911, p. 67, fig. 107.

Gaudryina bradyi Cushman.- CUSHMAN 1921, p. 149, lám. 29, fig.3.

Karrieriella bradyi (Cushman).- CUSHMAN 1937a, p. 135, lám. 16, figs. 6-11.- BARKER 1960, lám. 46, figs. 1-4.- BOLTOVSKOY y WATANABE 1982, lám. 3, fig. 81.- MILLER 1983, p. 437, lám. 5, fig. 1.- BOERSMA 1984a, lám. 5, fig. 1.- KAIHO 1992, lám.1, fig. 12.- JONES 1994, lám. 46, figs. 1-4.- LOEBLICH y TAPPAN 1994, p. 25, lám. 30, figs. 8-16.- HAYWARD 2002, p. 296, lám. 2, fig. 1.- HOLBOURN *et al.* 2005.- MOLINA *et al.* 2006, lám. 1, fig. 25.

Diagnosis:

Concha alargada, constituida por un primer estadio de la concha trocoespiralado, posteriormente triseriado y finalmente biseriado. Periferia redondeada, ligeramente ovalada en sección transversal. El estadio triseriado es corto, el estadio biseriado forma las tres cuartas partes de la concha, constituido normalmente por cuatro pares de cámaras, las cuales están infladas y solapadas. Las últimas cámaras se encuentran separadas por suturas rectas, horizontales, deprimidas. Pared finamente aglutinada, superficie lisa. Abertura areal, ovalada, rodeada por un labio en la base de la última cámara, paralela a las suturas.

Se examinó el holotipo de *K. bradyi* (PP 26307) en la Institución Smithsonian, con el que ampliamente coincide nuestro material. En ocasiones, el eje de enrollamiento

vertical esta desplazado y las suturas ligeramente oblicuas.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense); es muy escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense) y Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiente), ésta última registrando su mayor porcentaje de abundancia en la parte superior de la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense): es muy escasa en Zarabanda (Chatiente-Aqutaniense), apareciendo por primera vez en la parte inferior de la Biozona *G. primordius* (Chatiente).

***Karrieriella cylindrica* Finlay 1940**

Lámina 13, figura 6

Sinonimias:

Karrieriella cylindrica FINLAY 1940, p. 452, lám. 63, figs. 43-46.

Karrieriella hantkeniana Cushman.- BECKMANN 1953, lam. 17, fig. 24.

Karrieriella cylindrica Finlay.- HAYWARD 2002, p. 296, lám. 2, fig. 2, 3.- SAUNDERS *et al.* 1984, p. 407, lám. 3, fig. 21.

Diagnosis:

Concha alargada, constituida por un estadio inicial trocoespiralado, seguido de un estadio triseriado y por último uno biseriado. Periferia lobulada y sección transversal subcircular. Cámaras distintivas, algo infladas, separadas por suturas deprimidas. Pared finamente aglutinada, superficie lisa. Abertura areal, ovalada rodeada por un labio, situada en la base de la última cámara.

Esta especie se diferencia de otras especies de *Karrieriella* por su concha cilíndrica, periferia lobulada y sección subcircular.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la parte inferior de la sección de Fuente Caldera (Biozona *P. naguewichiensis*, Rupeliense inferior).

***Laeidentalina communis* (d'Orbigny) 1826**

Lámina 13, figura 7

Sinonimias:

Nodosaria (Dentalina) communis D'ORBIGNY 1826, p. 254, no. 35.

Dentalina communis sp. nov. D'ORBIGNY 1840, p. 13, lám. 1, fig. 4.

Dentalina communis d'Orbigny.- BOLTOVSKOY *et al.* 1980, p. 26, lám. 10, figs. 19-20.- BOLTOVSKOY y WATANABE 1982, lám. 2, fig. 39.- BOLTOVSKOY y WATANABE 1985, lám.2, fig. 5.- KAIHO 1992, lám. 2, fig. 9.- KAIHO y NISHIMURA 1992, lám. 3, fig. 6.

Laeidentalina communis (d'Orbigny).- CICHA 1998, p. 109, lám. 21, fig. 3.

Diagnosis:

Concha alargada, ligeramente curvada, robusta, uniseriada, lados casi paralelos. Sección transversal circular. Presenta una espina en el extremo inicial. Cámaras distintivas que aumentan en longitud según se añaden; la última, más inflada que las demás, ocupa una tercera parte de la longitud de toda la concha. Las suturas son distintivas y ligeramente oblicuas. Pared calcítica, superficie lisa y ligeramente perforada. Abertura terminal, radiada.

Loeblich y Tappan (1988) diferencian dos géneros: *Laeidentalina*, para formas con superficie lisa y *Dentalina* para formas con ornamentación, costillas. Mientras que Hayward (2002) engloba los dos géneros en *Dentalina*.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la parte final de la sección de Noroña, aparece por primera vez en la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense) y desaparece en la parte inferior de la Biozona *G. anfulissuturalis* (Rupeliense); es muy escasa en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense); muy escasa en la parte inferior de la sección de Fuente Caldera, aparece en el piso Rupeliense y desaparece en el límite entre las Biozonas P18 y P19/20 (Rupeliense).

***Lagena hexagona* (Williamson) 1848**

Lámina 13, figura 8

Sinonimias:

Entosolenia squamosa var. *hexagona* WILLIAMSON 1848, p. 20, lám. 2, fig. 23.

Oolina hexagona (Williamson).- BARKER 1960, lám. 58, figs. 32, 33.- HAYWARD y BUZAS 1979, p. 68, lám. 23, fig. 286.- BOLTOVSKOY *et al.* 1980, lám. 23, figs. 15-17.

Lagena hexagona (Williamson).- BRADY 1884, p. 472, lám. 58, fig. 33.- CUSHMAN 1913, p. 17, lám. 6, figs. 2, 3.- CUSHMAN 1923b, p. 24, lám. 4, fig. 6.- TODD 1952, p. 16, lám. 2, fig. 20.- MALUMIÁN *et al.* 1984, lám. 2, fig. 6.

Favulina hexagona (Montagu).- LOEBLICH y TAPPAN 1987, p. 426, lám. 463, figs. 1, 2.- CIMERMAN y LANGER 1991, p. 55, lám. 58, figs. 8, 9.

Diagnosis:

Concha unilocular, globular, en sección transversal circular. Pared calcítica, hialina, cubierta por una red de costillas que forman un patrón hexagonal, estas costillas son elevadas y agudas, este patrón se hace irregular cerca de la abertura. Abertura terminal, pequeña, circular al final del cuello, sin labio.

Esta especie se caracteriza por la ornamentación reticulada regular, dando un patrón de organización hexagonal.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie sólo aparece en el piso Priaboniense, siendo muy escasa en la parte inferior del sondeo 1263 (Biozona E15, Priaboniense); y sólo aparece en el piso Rupeliense, es muy escasa en la parte inferior de la sección de Fuente Caldera (Biozona *P. naguewichiensis*, Rupeliense).

***Lagena striata* (d'Orbigny) 1884**

Lámina 14, figura 1

Sinonimias:

Oolina striata D'ORBIGNY 1839, p. 21, lám. 5, fig. 12.

Lagena striata (d'Orbigny) var. *interrupta* WIESNER 1931, p. 119, lám. 18, fig. 213.

Lagena striata (d'Orbigny).- CUSHMAN 1923b, p. 54, lám. 10, figs. 9.- QUILTY 1974, p. 69, lám. 3, fig. 105.- HAYWARD y BUZAS 1979, p. 62, lám. 19, fig. 240.- NAÑEZ 1991, p. 188, lám. 1, fig. 8.

Diagnosis:

Concha unilocular, ovalada, en sección transversal circular. Pared calcítica, hialina, cubierta por costillas longitudinales y paralelas entre sí, estas costillas son elevadas y agudas. Abertura terminal, pequeña, circular al final del cuello, sin labio.

Esta especie se caracteriza por su ornamentación, costillas paralelas en toda la concha.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a lo largo de las secciones estudiadas, excepto en la sección de Noroña (sólo aparece en el piso Rupeliense) donde aparece en la Biozona *Ph. barbadoensis* y desaparece en la parte inferior de la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense).

***Melonis barleeanus* (Williamson) 1858**

Lámina 14, figura 2

Sinonimias:

Nonionina barleeanus n. sp. WILLIAMSON 1858, p. 32, lám. 3, figs. 68, 69.

Nonion barleeanum (Williamson).- CUSHMAN 1930, p. 11, lám. 4, fig. 5.- CUSHMAN 1939, p. 23, lám. 6, fig. 11.- BOERSMA 1984a, lám.5, fig. 5; lám. 6, fig. 3.

Melonis barleenum (Williamson).- CORLISS 1979, p. 10, 12, lám. 5, figs. 7, 8.- TAPPAN y LOEBLICH 1982, lám. 53, fig. 9.- LOEBLICH y TAPPAN 1987, p. 621, lám. 696, figs. 5, 6.- CORLISS 1991, p. 2, figs. 9, 10.- BORNMALM 1997, p. 79, lám. 27, fig. G-I.- ABU-ZIED 2008, lám. 3, figs. 14, 15.- PASCUAL *et al.* 2008, lám. 1, figs. 12, 13.

Melonis barleeanus (Williamson).- LOEBLICH y TAPPAN 1994, p. 159, lám. 347, figs. 1-5.- MURRAY 2003, p. 24, lám. 8, figs.11-14.

Diagnosis:

Concha planiespiralada, biumbilical, casi involuta. Periferia redondeada, no lobulada. Consta de 9 a 11 cámaras distintivas en la última vuelta, separadas por suturas

niveladas con la superficie menos las dos últimas que se están algo deprimidas, ligeramente curvadas. Ombligo profundo y abierto. Pared calcítica, superficie lisa y perforada. La abertura es un corte interiomarginal en la base de la cara apertural que se extiende en ambos ombligos.

Esta especie se diferencia de *Melonis pompilioides* (Fichtel y Moll) por el menor grado de compresión. Esta especie es considerada por Corliss (1991) como infaunal intermedia (habita entre 1 y 4 cm bajo el sedimento).

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en las secciones de Noroña (Priaboniense-Rupeliense) y Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense). En la sección de Zarabanda es muy escasa, teniendo un rango de distribución estratigráfica muy corto, de la parte superior de la Biozona *G. primordius* (Chatense) hasta el límite Oligoceno/Mioceno.

***Miliolinella subrotunda* (Montagu) 1803**

Lámina 14, figura 3

Sinonimias:

Vermiculum subrotundum MONTAGU 1803, p. 521 (encontrada en Ellis y Messina, 1940) figurada por Walker y Boys (1784), lám. 1, fig. 4.

Miliolina subrotunda (Walker y Boys).- WIESNER 1923, p. 69, lám. 13, figs. 165-169.

Miliolinella subrotunda (Walker y Boys).- V. DANIELS 1970, p. 77, lám. 4, fig. 2, textfig. 52.- HAYNES 1973, p. 36, lám. 5, figs. 5, 6, 12; lám. 32, figs. 8, 9; text-fig. 11, 1-4; text-fig- 12, 1-11.- BOLTOVSKOY *et al.* 1982, lám. 3, fig. 3.- CIMERMAN y LANGER 1991, p. 42, lám. 38, fgs. 4-9.

Miliolinella subrotunda (Montagu).- MURRAY 2003, p. 15, fig. 4. 6.

Diagnosis:

Concha con un estadio inicial quinqueloculiniforme, posteriormente el enrollamiento se acerca a planiespiralada. Periferia redondeada, contorno ovalado a subcircular. De tres a cuatro cámaras alargadas y redondeadas visibles en la última vuelta. Pared porcelanada, superficie lisa. Abertura semicircular terminal.

Murray (2002) consideró esta especie como epifaunal ya que habita la parte más

superficial del sedimento (0,5 cm de profundidad).

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), aparece por primera vez en el límite de las Biozonas E15/E16 (Priaboniense).

***Neoconorbina* sp. A**

Lámina 14, figura 5

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, planoconvexa a ligeramente cóncava-convexa, forma general triangular debido al lado espiral convexo y cónico. Periferia subaguda, contorno subcircular. Lado espiral evolutivo, con 3 a 3 ½ vueltas de espira, suturas deprimidas, curvadas. Lado umbilical involuto, con cámaras subtriangulares a rectangulares, separadas por suturas ligeramente curvadas y deprimidas. Pared calcítica, perforada. Abertura elongada, interiomarginal, extraumbilical.

Esta especie se diferencia de *Neoconorbina terquemi* en la forma general triangular, con el lado espiral más convexo.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en las secciones de Noroña y Fuente Caldera.

***Neoconorbina terquemi* (Rzehak) 1888**

Lámina 14, figura 4

Sinonimias:

Rosalina orbicularis TERQUEM 1876, p. 75, lám. 9, figs. 4a, b.

Discorbina terquemi RZEHAK 1888, p. 228.

Discorbis orbicularis (Terquem).- LE CALVEZ 1958, p. 183.

Neoconorbina sp. 1 SZTRÁKOS 1979, p. 84, lám. 20, fig. 21.

Neoconorbina sp. 3 SZTRÁKOS 1979, p. 84, lám. 34, fig. 7.

Neoconorbina terquemi (RZEHAKE).- SZTRÁKOS 1982, p. 24, lám. 31, fig. 2.- LOEBLICH y TAPPAN 1987, p. 560, lám. 609, figs. 8-10.- VAN MARLE 1989, lám. 1, figs. 8, 9.- CIMERMAN y LANGER 1991, p. 66, lám. 70, figs. 5-7.- CICHA 1998, p. 112, lám. 59, figs. 10, 11.- ABU-ZIED 2008, lám. 2, figs. 26, 27.

Diagnosis:

Concha trocoespíralada, planoconvexa a ligeramente cóncava-convexa. Periferia subaguda, contorno subcircular. Lado espiral evolutivo, con 3 a 3 ½ vueltas de espira, suturas deprimidas, algo curvadas. Lado umbilical involuto, con cámaras subtriangulares a rectangulares, separadas por suturas ligeramente curvadas y deprimidas. Pared calcítica, perforada. Abertura elongada, interiomarginal, extraumbilical.

Se examinó en la Institución Smithsonian el hipotipo de *Neoconorbina terquemi* (USMN 211372) con el que concuerda ampliamente nuestro material. Cicha (1998) propuso esta especie como sinónima de *Rosalina orbicularis* Terquem. Sturrock y Murray (1981) consideraron esta especie como epifaunal adherente y con capacidad de movimiento.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa a lo largo de la sección de Noroña; es común a abundante en la sección de Fuente Caldera, registrando su mayor porcentaje de abundancia en la base de la Biozona P18 (Rupeliense); es común a abundante en Zarabanda, registrando un pico de mayor abundancia en la muestra Za-116-26, parte superior de la Biozona *G. ciperoensis*, Chatiense.

***Nodobolivinella jhingrani* (Kalia) 1978**

Lámina 14, figura 6

Sinonimias:

Bolivinella jhingrani KALIA 1978, p. 245, lám. 1, figs. 14, 16.

Nodobolivinella jhingrani (Kalia).- HAYWARD 1990, p. 57, lám. 5, fig. 12; lám. 12, figs. 6-15.

Nodobolivinella sp.- CICHA 1998, P. 113, lám. 45, fig. 1.

Diagnosis:

Concha comprimida, biseriada, con numerosas cámaras anchas y bajas, curvadas hacia la línea media y casi rectas hacia la periferia. Contorno subtriangular, en forma de abanico. Periferia aguda a subredondeada. Pared calcítica, superficie ornamentada por lóbulos circulares a subcirculares a lo largo de las suturas, que se hacen más sutiles y desaparecen hacia la periferia y la abertura. También se observa una línea media en zigzag de abultaciones siguiendo las suturas. La abertura es cribada, situada en la base de la última cámara.

Esta especie se caracteriza por tener una forma general en abanico, y unas abultaciones que siguen las suturas.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña, disminuyendo en el límite Eoceno/Oligoceno; es muy escasa en Fuente Caldera, excepto en el tramo con olistostromas (Biozona *T. ampliapertura*, Rupeliense); es muy escasa en Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense), destacando el alto porcentaje de abundancia en la Biozona *G. ciperensis* (Chatiense).

***Nonion havanense* Cushman y Bermúdez 1937**

Lámina 14, figuras 7-8

Sinonimias:

Nonion havanense CUSHMAN y BERMÚDEZ 1937, p. 19, lám. 2, figs. 13, 14.

Nonion havanense Cushman y Bermúdez.- CUSHMAN y RENZ 1948, p. 22, lám. 5, fig. 4.- BECKMANN 1953, p. 363, lám. 21, fig. 1.- TJALSMA y LOHMANN 1983, p. 17, lám. 7, fig. 6.- THOMAS 1985, p. 677, lám. 4, figs. 10, 11.- WOOD *et al.* 1985, lám. 5, figs. 9-10.- MILLER y KATZ 1987a, p. 136, lám. 4, fig. 7.- MILLER y KATZ 1987b, p. 287, lám. 2, fig. 13-14.- BOLLI *et al.* 1994, p. 151, lám. 41, figs. 14, 15.- RESIG y CHEONG 1997, lám. 2, figs. 8-10.

Nonion havanensis Cushman y Bermúdez.- NOMURA 1995, lám. 3, fig. 10.- RESIG y CHEONG 1997, lám. 2, figs. 8, 10.- TAKATA y NOMURA 2005, lám. 8, fig. 1.- ORTIZ y THOMAS 2006, p. 123, lám. 9, figs. 5, 6.

Diagnosis:

Concha involuta, muy comprimida lateralmente. Contorno casi circular y periferia redondeada, no lobulada. 8-10 cámaras aumentando gradualmente de tamaño según se añaden. Suturas niveladas con la superficie a muy poco deprimidas, ligeramente curvas. Pared calcítica, superficie lisa, perforada. La abertura es un corte bajo interiomarginal y ecuatorial extendiéndose hacia los ombligos.

El holotipo y paratipo de *N. havanense* (CC 23417, 23418) estudiados en la Institución Smithsonian concuerdan con nuestro material. Ejemplares referidos a este taxón muestran variabilidad en el grado de compresión lateral.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiente) y en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), donde se registra un pico de mayor abundancia en la parte superior del sondeo, en la Biozona O1 (Rupeliense); y es escasa a común en la sección de Zarabanda (Chatiente-Aquitaniense), registrando una disminución de esta especie en el límite Oligoceno/Mioceno.

***Nonion commune* (d'Orbigny) 1846**

Lámina 15, figuras 1-2

Sinonimias:

Nautilus scapha WULFEN 1791, p. 242.

Nautilus scapha FICHTEL y MOLL 1798, p. 105, lám. 19, fig. d-f.

Nonionina communis D'ORBIGNY 1846, p. 106, lám. 5, figs. 7-8.

Florilus communis (d'Orbigny).- TODD y LOW 1970, lám. 9, fig. 1

Florilus commune (d'Orbigny).- MURRAY y WRIGHT 1974, lám. 18, figs. 3, 8.

Nonion commune (d'Orbigny).- CUSHMAN 1939, p. 10, lám. 3, fig. 2.- RÖGL y HANSEN 1984, p. 66, lám. 24, figs. 1, 2, 4-6.- POIGNANT 1997, lám. 3, figs. 9-10.- CICHA 1998, p. 113, lám. 66, figs. 1, 2.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, comprimida. Forma elíptica, con un rápido crecimiento en altura de las cámaras. Periferia subaguda. Unas 9 cámaras triangulares, poco abrazadoras, separadas por suturas bastante deprimidas, curvadas, intensificándose hacia la periferia. Pared calcítica, perforada. La abertura es un corte interiomarginal y ecuatorial extendiéndose hacia los ombligos.

Nautilus scapha Fichtel y Moll 1798 es un homónimo de *Nautilus scapha* Wulfen 1791, sin embargo no es una nomenclatura válida, ya que no se preserva el material original y la verdadera identidad no puede ser establecida, es por ello que ponemos a d'Orbigny 1846 como primer autor que describe esta especie con un material disponible.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), se registra una ausencia de esta especie en el límite Eoceno/Oligoceno hasta la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense); es muy escasa a escasa en Fuente Caldera (Rupeliense-Chatienne); y es escasa a común en Zarabanda (Chatienne-Aquitaniense), donde se registra una disminución en el porcentaje de abundancia tanto en el límite Oligoceno/Mioceno como en las Biozonas *G. ciperoensis* y *G. primordius*.

***Nonionella robusta* Plummer 1931**

Lámina 15, figura 4

Sinonimias:

Nonionella robusta PLUMMER 1931, p. 175, lám. 14, fig. 12.

Nonionella robusta Plummer.- CUSHMAN y RENZ 1946, p. 36, lám. 5, figs. 32, 33.

Nonionella robusta Plummer.- BOLLI *et al.* 1994, p. 151, lám. 41, figs. 19, 25.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, algo comprimida. Contorno subcircular, periferia subredondeada. Unas 8 cámaras subtriangulares, separadas por suturas ligeramente

curvadas niveladas con la superficie. Pared calcítica, perforada. La abertura es un corte interiomarginal y ecuatorial extendiéndose hacia los ombligos.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa a común en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), aumentando su porcentaje en la parte inicial de la sección (Biozona E15, Priaboniense) y en la parte media de la Biozona O1 (Rupeliense); es muy escasa a escasa en la sección de Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense), apareciendo por primera vez en la parte media de la Biozona *G. primodius* (Chatiense).

***Nonionoides grateloupi* d'Orbigny 1839**

Lámina 15, figura 3

Sinonimias:

Nonionina grateloupi D'ORBIGNY 1826, p. 294

Nonionina grateloupi D'ORBIGNY 1839, p. 46, lám. 6, figs. 6, 7.

Nonion grateloupi (d'Orbigny).- CUSHMAN 1939, p. 21, lám. 6, figs. 1-7.

Nonionoides grateloupi (d'Orbigny).- SAIDOVA 1975, p. 248, lám. 67, fig. 5.- LOEBICH y TAPPAN 1987, p. 618, lám. 692, figs. 7-14.- LOEBLICH y TAPPAN 1994, p. 158, lám. 342, figs. 1-5.

Florilus grateloupi (d'Orbigny).- BOLTOVSKOY *et al.* 1980, p. 33, lám. 16, figs. 12-14.- BOLTOVSKOY *et al.* 1982, lám. 2, figs. 22.

Pseudononion grateloupi (d'Orbigny).- SAUNDERS y MÜLLER-MERZ 1982, p. 266, lám. 4, figs. 30-33.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, comprimida. Periferia subaguda, forma elíptica, con un rápido crecimiento en altura de las cámaras. Unas 10 cámaras bajas y alargadas, poco abrazadoras menos la última de mayor tamaño y envolvente, separadas por suturas bastante deprimidas, curvadas hacia la periferia. Pared calcítica, perforada. La abertura es un corte interiomarginal y ecuatorial extendiéndose hacia los ombligos.

Esta especie se caracteriza por ser muy delgada en vista apertural, y la última cámara más larga y abrazadora.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), se registra una ausencia de esta especie en el límite Eoceno/Oligoceno hasta la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense); en Fuente Caldera (Rupeliense), se registra un aumento en el porcentaje de abundancia de esta especie desde la base del tramo con olistostromas hasta la parte final de la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense); y es escasa a común en Zarabanda, registrando su pico de mayor abundancia en la Biozona *G. primordius* (Chatiense), a partir de la cual se produce un descenso hasta desaparecer en el límite Oligoceno/Mioceno y posteriormente se observa un escaso porcentaje en la Biozona *P. kugleri* (Aquitaniense).

***Nothia* sp. A**

Lámina 15, figura 5

Diagnosis:

Concha alargada, tubular, escasamente bifurcada e irregular, comúnmente comprimida, la parte interior de la concha aplastada. Pared aglutinada, gruesa formada por partículas de diferente composición. Abertura abierta final.

Se caracteriza por presentar un tubo deprimido en su parte central. Sólo se encontraron pequeños fragmentos. El cálculo de la abundancia relativa se obtuvo dependiendo del tamaño de los fragmentos. Normalmente se consideró un individuo por cada cuatro fragmentos encontrados.

En un principio, estos especímenes con pared gruesa fueron incorporados en el género *Dendrophrya*. Sin embargo, Kaminski y Geroch (1993) cambiaron el género de la especie *Dendrophrya robusta* Grzybowski al género *Nothia*.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña (Rupeliense), aparece en la Biozona *Ph. barbadoensis* (Rupeliense inferior), y es muy escasa a escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiense).

***Nuttallides truempyi* (Nuttall) 1930**

Lámina 15, figura 6

Sinonimias:

Eponides truempyi NUTTALL 1930, p. 287, lám. 24, figs. 9, 13, 14.

Asterigerina crassaformis CUSHMAN y SIEGFUS 1935, p. 94, lám. 14, fig. 10.- CUSHMAN y STONE 1949, p. 82, lám. 14, fig. 16- CUSHMAN y STAINFORTH 1951, p. 159, lám. 27, figs. 34, 35.

Nuttallides crassaformis (Cushman y Siegfus).- BOLLI *et al.* 1994, p. 370, lám. 58, fig. 1.

Nuttallides subtrümpyi FINLAY 1939, p. 521.

Nuttallides trümpyi (Nuttall).- BECKMANN 1953, p. 384, lám. 24, figs. 2, 3.- BELFORD 1958, p. 94, lám. 18, figs. 1-13.- AGIP sp.A. 1982, lám. 40, fig. 9.

Nuttallides truempyi (Nuttall).- BOLTOVSKOY y WATANABE 1982, lám. 3, fig. 94-95.- TJALSMA y LOHMANN 1983, p. 17, lám. 6, fig. 4; lám. 17, figs. 4, 5; lám. 21, figs. 1-4.- WOOD *et al.* 1985, lám. 5, figs. 1-3.- VAN MORKHOVEN *et al.* 1986, p. 288, lám. 96A, figs. 1-4; lám. 96B, figs. 1-3; lám. 96C, figs. 1-4.- MÜLLER-MERZ y OBERHÄNSLI 1991, p. 167, lám. 3, fig. 21.- NOMURA 1991, p. 22, lám. 2, fig. 7.- SCHRÖDER-ADAMS 1991, lám. 4, figs. 3, 4.- BOLTOVSKOY *et al.* 1992, lám. 3, fig. 25, 26.- MACKENSEN y BERGGREN 1992, p. 621, lám. 4, fig. 4-6.- BOLTOVSKOY y OCAMPO 1993, lám. 4, fig. 15.- NOMURA 1995, lám. 3, fig. 1.- BOLLI *et al.* 1994, p. 370, lám. 58, figs. 2, 3.- SPEIJER 1994, p. 158, lám. 2, fig. 1.- WIDMARK 1997, p. 52, lám. 22, figs. G-I.- BIGNOT 1998, p. 436, lám. 4, figs. 1, 2.- ALEGRET y THOMAS 2001, p. 291, lám. 9, figs. 1-2.- MOLINA *et al.* 2006, lám. 1, fig. 14.- ORTIZ y THOMAS 2006, p. 123, lám. 9, figs. 7, 8.- ALEGRET y THOMAS 2007, Lám. 2, figs. 7-9.- ALEGRET *et al.* 2009, lám. 1, fig. 24.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, desigualmente biconvexa. Contorno circular, periferia subaguda, con un reborde estrecho y redondeado. Lado espiral evolutivo, plano a ligeramente convexo, de 3 a 4 vueltas de espira visibles; cámaras distintivas, largas y estrechas, separadas por suturas niveladas con la superficie, curvas y oblicuas. Lado umbilical involuto, muy convexo, con un prominente botón central de material calcítico en el centro, plano a algo redondeado, unas 8 cámaras visibles en la última vuelta, aumentando gradualmente de tamaño según se añaden, separadas por suturas umbilicales distintivas, radiales, ligeramente deprimidas, con una característica sinuosidad subaguda a aproximadamente 1/3 de la distancia entre el ombligo y la periferia. Pared calcítica, perforada en ambos lados excepto el botón central y el

reborde. La abertura es un corte alargado interiomarginal que se extiende desde el botón central a la periferia rodeado por un labio pequeño.

Esta especie se caracteriza por presentar una sección biconvexa de la concha, el botón prominente en el lado umbilical y la sinuosidad de las suturas cerca del botón. El material-tipo de Nuttall (1930) (CC 59491, 59492, 59493) fue estudiado y comparado con nuestro material en la Institución Smithsonian, los cuales concuerdan ampliamente.

Van Morkhoven *et al.* (1986) designaron un lectotipo para esta especie (CC 59492), el ejemplar figurado como # 13 por Nuttall. El ejemplar figurado por Loeblich y Tappan (1987) es ese lectotipo. Sin embargo, este último no muestra la característica sinuosidad subaguda de las suturas, si bien es el mismo ejemplar figurado por Van Morkhoven *et al.* (1986) que sí muestra esa sinuosidad. De tal forma, examinamos ese ejemplar y comprobamos la presencia de la característica cresta en las cuatro primeras cámaras de la última vuelta, reflejando la curva de la sutura. Miller (1983) retringió esta especie al Eoceno para los Sondeos 119 y 401, comenzando su extinción en aguas someras a finales del Eoceno (entre la Biozona P15/16 y la *G. cerroazulensis cunialensis*)

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie sólo aparece en la Biozona E15 (Priaboniense superior) del sondeo 1263 y en la Biozona *H. alabamensis* (Priaboniense superior) de la sección de Noroña.

***Nuttallides umbonifera* (Cushman) 1933**

Lámina 15, figura 7; Lámina 16, figura 1

Sinonimias:

Pulvinulinella umbonifera CUSHMAN 1933, p. 90, lám. 9, fig. 9.

Nuttallides umbonifera (Cushman).- PARKER 1964, p. 626, lám. 99, figs. 36, 40.- TODD 1965, p. 29, lám. 11, fig. 1.- BOERSMA 1984a, lám. 5, fig. 9; lám. 6, fig. 6; lám. 7, fig. 12.- SCHRÖDER-ADAMS 1991, lám. 4, figs. 1, 2.

Nuttallides umboniferus (Cushman).- TODD y LOW 1970, p. 38, lám. 6, fig. 3.

Epistominella umbonifera (Cushman).- HAYWARD *et al.* 2002, lám. 1, figs. 31-33.

Nuttallides umbonifer (Cushman).- TAKATA y NOMURA 2005, lám. 3, figs. 1-2.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, biconvexa. Contorno circular, periferia aguda. Lado espiral evolutivo, plano a ligeramente convexo, unas 3 vueltas visibles; cámaras distintivas, largas y estrechas, separadas por suturas curvadas y oblicuas. Lado umbilical involuto, más convexo que el lado espiral, unas 6 cámaras visibles en la última vuelta, aumentando gradualmente de tamaño según se añaden, separadas por suturas umbilicales distintivas, radiales a ligeramente curvadas hacia la periferia, deprimidas. Pared calcítica, perforada en ambos lados excepto el botón central y el reborde. La abertura es un corte alargado, interiomarginal que se extiende desde casi el centro de la concha hasta la periferia.

Miller (1983) registró por primera vez esta especie en el Eoceno superior, restringiéndola al Oligoceno para los Sondeos 119 y 400A, donde formaban el 27% de la asociación de foraminíferos bentónicos.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es común en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), aumenta su porcentaje de abundancia en la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense); es común a muy abundante en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), registrando su pico de mayor abundancia en la Biozona O1 (Rupeliense); es escasa en la sección de Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense) registrando su pico de mayor abundancia en la última muestra antes del límite Oligoceno/Mioceno.

***Oridorsalis plummerae* (Cushman) 1948**

Lámina 16, figuras 2-3

Sinonimias:

Truncatulina tenera Brady.- PLUMMER 1926, p. 146, lám. 9, fig. 5 (no Brady).

Eponides plummerae CUSHMAN 1948, p. 44, lám. 8, fig. 9.- BOLLI *et al.* 1994, p. 147, lám. 39, fig. 13-15.

Eponides lunatus (Brotzen).- LEROY 1953, p. 30, lám. 9, fig. 24-26 (non Brotzen).

Oridorsalis plummerae (Cushman).- SPEIJER 1994, p. 58, lám. 6, fig. 8; p. 116, lám. 4, figs. 5-7; p. 162, lám. 5, fig. 8.- ALEGRET 2008, lám. 1, fig. j.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, biconvexa, contorno subcircular, periferia subaguda. Lado umbilical involuto, 6 cámaras poco infladas en la última vuelta, separadas por suturas curvas, ligeramente deprimidas entre las últimas cámaras. Lado espiral evolutivo, suturas ligeramente oblicuas, niveladas con la superficie. Pared calcítica, superficie lisa. Abertura en la base de la última cámara, extendiéndose sobre el lado umbilical desde el ombligo a la periferia, con un pequeño labio. Aberturas secundarias en la intersección entre la sutura espiral y las suturas entre cámaras del lado espiral.

Se caracterizan por presentar el lado espiral bastante convexo, las suturas umbilicales radiales y las espirales oblicuas. Se examinó el holotipo (CC 56883) y paratipos (CC 56884) de *O. plummerae* en la Institución Smithsonian, con los que concuerdan ampliamente nuestro material. Se examinó el ejemplar determinado como *Eponides lunatus* (Brotzen) por LeRoy (1953) (CC 58021), que se incluye como *O. plummerae*, aunque presenta la última vuelta del lado espiral más ancha que el holotipo. Las aberturas secundarias son muy difíciles de ver aunque en el material del sondeo Sondeo 1263 se han podido observar en varios ejemplares.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense); común en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), se registra un pico de mayor abundancia en la parte inferior de la Biozona O1 (Rupeliense); es muy escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense) y escasa en Zarabanda (Chatense-Aquitaniense).

***Oridorsalis umbonatus* (Reuss) 1851**

Lámina 16 , figuras 4-5

Sinonimias:

Rotalina umbonata REUSS 1851, p. 75, lám. 5, fig. 35.

Rotalia umbonata (Reuss).- GALLOWAY y MORREY 1929, p. 26, lám. 4, fig. 1.

Eponides umbonatus (Reuss).- COLE 1928, p. 15, lám. 2, fig. 6.- CUSHMAN 1929, p. 98, lám. 14, figs. 8a-c.-- BERMÚDEZ 1949, p. 249, lám. 17, figs. 22-24.- CUSHMAN y STONE 1949, p. 81, lám. 14, fig. 13.- BECKMANN 1953, lám. 23, fig. 27.- KAASSCHIETER 1961, p. 211, lám. 13, fig. 1.

Eponides umbonata (Reuss).- NUTTALL 1932, p. 26, lám. 6, figs. 4, 5.

Oridorsalis umbonatus (Reuss).- BOLTOVSKOY y GUALANCAÑAY 1975, p. 40, lám. 7, fig. 21.- HAGEMAN 1979, p. 137, lám. 98, figs. 1-3.- HAYWARD y BUZAS 1979, p. 68, lám. 24, figs. 295, 296.- BOLTOVSKOY y WATANABE 1982, lám. 3, fig. 31.- TJALSMA y LOHMANN 1983, p. 18, lám. 6, fig. 8.- BOLTOVSKOY y WATANABE 1985, lám.3, fig. 29.- THOMAS 1985, p. 677, lám. 4, figs. 7, 8.- WHITTAKER 1988, p. 137, lám. 19, figs. 1-3.- VAN MARLE 1989, lám. 3, figs. 10, 15.- MÜLLER-MERZ y OBERHÄNSLI 1991, p.167, lám. 3, figs. 14, 15.- SCHRÖDER-ADAMS 1991, lám. 4, figs. 9, 10.- BOLLI *et al.* 1994, p. 370, lám. 58, figs. 10-13.- ALEGRET y THOMAS 2001, p. 291, lám. 9, figs. 8-9.- SZAREK 2001, p. 144, lám. 24, figs. 1, 2.- HOLBOURN *et al.*, 2005. - TAKATA y NOMURA 2005, lám. 3, fig.4; lám. 4, fig.1.- ORTIZ y THOMAS 2006, p. 124, lám. 9, fig. 9.- ALEGRET *et al.* 2009, lam. 1, fig. 20.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, biconvexa; periferia subaguda, contorno ligeramente lobulado. Lado espiral evolutivo, convexo excepto la última vuelta plana y más baja que la parte central; cámaras largas y estrechas, separadas por suturas rectas, formando un ángulo recto con la sutura espiral. Lado umbilical generalmente más convexo, involuto, 5 ó 6 cámaras en la última vuelta, separadas por suturas radiales, sinuosas cerca del umbo. Pared calcítica, lisa, finamente perforada. La abertura es un corte en el margen interior de la última cámara, cerca de la periferia, con un labio pequeño. Aberturas secundarias en la intersección de la sutura espiral con las intercamerales, difíciles de ver.

Esta especie muestra bastante variabilidad en la convexidad de la concha, el grado de angulosidad de su margen, forma del contorno y en la sinuosidad de las suturas umbilicales. Aunque se caracteriza por el ángulo recto que se forma entre las suturas entre las cámaras con la sutura espiral y por las suturas umbilicales sinuosas cerca del umbo. *O. plummerae* también muestra variabilidad aunque se puede diferenciar de *O. umbonatus* por presentar las suturas espirales ligeramente oblicuas, la última vuelta del lado espiral generalmente más ancha y las suturas umbilicales no sinuosas.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa a común a lo largo de la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense); común a abundante en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), registrando un pico de abundancia (16,7%) en la parte inferior de la Biozona O1 (Rupeliense); es escasa a común en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiente), registrando un pico de abundancia en base de la Biozona *G. sellii* (Rupeliense); y es común a abundante en Zarabanda (Chatiente-Aquitaniense), disminuyendo en el límite Oligoceno/Mioceno y posteriormente aumentando su porcentaje en el Aquitaniense.

***Osangularia culter* (Parker y Jones) 1865**

Lámina 16, figuras 6-7

Sinonimias:

Planorbulina farcta var. *ungariana* subvar. *culter* PARKER y JONES 1865, p. 382, 421, lám. 19, fig. 1.

Anomalina bengalensis SCHWAGER 1866, p. 259, lám. 7, fig. 111.

Osangularia bengalensis (Schwager).- HAGEMAN 1979, p. 134, lám. 18, figs. 7-9.

Osangularia culter (Parker y Jones).- TODD 1965, p. 25, lám. 15, fig. 1.- HAYWARD y BUZAS 1979, p. 69, lám. 15, figs. 163, 164; lám. 22, figs. 279, 280.- BOLTOVSKOY y WATANABE 1982, lám. 4, figs. 98, 99.- VAN MARLE 1989, lám. 2, figs. 18-20.- BOLTOVSKOY y OCAMPO 1993, lám. 5, fig. 3.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, fuertemente convexa umbilicalmente, convexa espiralmente. Periferia con carena estrecha, menos pronunciada en adultos. Lado espiral con 3 vueltas de espira. Lado umbilical con umbo, pequeño y ligeramente elevado, Unas 7-9 cámaras por vuelta en juveniles y hasta 12 en adultos, separadas por suturas niveladas con la superficie a gentilmente deprimidas, ligeramente limbadas, oblicuas, formando 45° con la periferia. Pared calcítica, superficie lisa. La abertura es un corte a lo largo de la base de la cara apertural, extendiéndose sobre ella con forma de lazo, bordeada por un labio.

Parker y Jones (1865) realizaron una descripción original inadecuada y sólo se ilustró el lado espiral de esta especie, lo que conllevó a una controversia entre el nombre

publicado de *Planorbulina farcta* var. *ungeriana* subvar. *culter* en 1865 y *Anomalina bengalensis* publicada en 1866, sinónima de ésta. Se ha mantenido el nombre original descrito en 1865, ya que es la primera vez que se describió y se ilustró esta especie, aunque fuera de forma poco adecuada.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense); muy escasa en la parte inicial (Rupeliense) y final (Chatiense) de la sección de Fuente Caldera, permaneciendo ausente desde la muestra FC-03-56 (Biozona *P. nagewichiensis*, Rupeliense) hasta la FC-03-327 (Biozona *G. ciperoensis*, Chatiense); es muy escasa a escasa en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), desapareciendo en la parte inferior de la Biozona O1 (Rupeliense inferior).

***Pararotalia audouini* (d'Orbigny) 1850**

Lámina 17, figura 1

Sinonimias:

Rotalia audouini D'ORBIGNY 1850, p. 107, lám. 2, figs. 9-10.

Rotalia audouini d'Orbigny.- KAASSCHIETER 1961, p. 241, lám. 16, figs. 8-10.

Pararotalia audouini (d'Orbigny).- MURRAY y WRIGHT 1974, lám. 11, figs. 8-10.- MATHELIN y SZTRÁKOS 1993, p. 83, lám. 42, fig. 12.- ORTIZ y THOMAS 2006, p. 126, lám. 10, fig. 5.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, biconvexa, lado umbilical ligeramente más convexo. Periferia aguda, con una carena imperforada, ornamentada con espinas. Contorno lobulado en las últimas cámaras. Lado espiral evolutivo, con dos vueltas de espira visibles, suturas niveladas con la superficie, ligeramente curvadas y limbadas. Lado umbilical involuto, de 7 a 10 cámaras subtriangulares, separadas por suturas muy deprimidas y radiales. Botón umbilical elevado y prominente, rodeado por un surco distintivo. Pared calcítica, finamente perforada. La abertura es un pequeño corte en la base de la cara umbilical.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa y aparece en la parte final de la sección de Noroña (Biozona *G. angulisuturalis*, Rupeliense); es muy escasa en los pisos Rupeliense y Chatiense de Fuente Caldera, excepto en el tramo con olistotromas donde se hace abundante (Biozona *T. ampliapertura*, Rupeliense); es muy escasa a lo largo de la sección de Zarabanda (Chatiense), excepto en la muestra (Zar-116-26) donde se encuentra de forma abundante, y esta especie desaparece antes del límite Oligoceno/Mioceno.

***Planulina renzi* Cushman y Stainforth 1945**

Lámina 17, figura 2

Sinonimias:

Planulina renzi CUSHMAN y STAINFORTH 1945, p. 72, lám. 15, fig. 1.

Planulina renzi Cushman y Stainforth.- BECKMANN 1953, lám. 27, fig. 4.- BOERSMA 1984a, lám. 3, fig. 4.- THOMAS 1985, p. 677, lám. 11, fig. 9.- WOOD *et al.* 1985, lám. 3, fig. 7-9. – MILLER y ZATZ 1987, p. 136, lám. 6, fig. 1.

Cibicidoides renzi (Cushman y Stainforth).- HAGEMAN 1979, p. 147, lám. 21, figs. 1-6.- KAIHO 1992, lám. 6, fig. 12.

Diagnosis:

Concha trocoespinalada, discoidal, periferia truncada. Lado umbilical ligeramente convexo, involuto, compuesto por unas 11 cámaras que aumentan rápidamente de tamaño, separadas por suturas limbadas y fuertemente curvadas. El lado umbilical presenta un botón central. Lado espiral plano, semievoluto, unas dos vueltas visibles, suturas limbadas y fuertemente curvadas. Pared calcítica y perforada. La abertura es un pequeño corte interiomarginal.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña aparece únicamente al final de la sección, en la Biozona *G. angulisuturalis* (Rupeliense); es muy escasa en Zarabanda, aparece en el límite de las Biozonas *G. ciperoensis* (Rupeliense) y

desaparece en la Biozona *G. primordius* (Chatiense); y es muy escasa a escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiense).

***Plectofrondicularia paucicostata* Cushman y Jarvis 1929**

Lámina 17, figura 3

Sinonimias:

Plectofrondicularia paucicostata CUSHMAN y JARVIS 1929, p. 10, lám. 2, figs. 11-13.

Plectofrondicularia paucicostata Cushman y Jarvis.- BOLTOVSKOY y WATANABE 1985, lám.3, fig. 19.- VAN MORKHOVEN *et al.* 1986, p. 273, lám. 91, figs. 1-2.- MÜLLER-MERZ y OBERHÄNSLI 1991, lám. 1, fig. 21.- HOLBOURN *et al.* 2005.

Diagnosis:

Concha biseriada en un estadio inicial, posteriormente uniseriada, ligeramente comprimida lateralmente. Lados subparalelos, periferia carenada. Cámaras poco infladas se paradas por suturas distintivas. Pared calcítica, ornamentada con costillas finas y longitudinales. Abertura terminal, alargada.

Se ha ilustrado un ejemplar juvenil del sondeo 1263 debido a que los adultos de la sección de Fuente Caldera se encuentran en ocasiones fragmentados, mal conservados o no se observa con claridad la abertura.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa en la sección de Noroña (Biozona *Ph. barbadoensis*, Rupeliense), en la parte inferior del sondeo 1263 (Biozona E15, Priaboniense) y en la parte inferior de Fuente Caldera.

***Pleurostomella acuminata* Cushman 1922**

Lámina 17, figuras 4-5

Sinonimias:

Pleurostomella acuminata CUSHMAN 1922, p. 50, lám. 19, fig. 6.

Pleurostomella acuminata Cushman.- BARKER 1960, p. 160, lám. 51, fig. 22.-BOLTOVSKOY 1978, lám. 5, figs. 39-41.- LOEBLICH y TAPPAN 1982, lám. 53, fig. 1.- VAN MARLE 1991, p. 209, lám. 24, figs. 6, 7.- BOLTOVSKOY *et al.* 1992, lám. 4, fig. 1.- JONES 1994, lám.. 51, fig. 22.- LOEBLICH y TAPPAN 1994, lám. 261, figs. 11, 12.- HAYWARD 2002, p. 302, lám. 1, fig. 20, 21.- HAYWARD y KAWAGATA 2005, lám. 1, fig. 3.

Diagnosis:

Concha alargada, biseriada, sección transversal subcircular. Se observa una pequeña espina en el extremo inicial. Cámaras elongadas, ovaladas, moderadamente infladas, con forma de cuña, que van creciendo rápidamente en tamaño según se añaden. La última cámara ocupa la mitad de la longitud de la concha. Pared calcítica, superficie lisa, finamente perforada. Abertura terminal, ancha, con un corte en el medio alargado.

Esta especie se caracteriza por presentar una pequeña espina en el extremo inicial. En la Institución Smithsonian se examinó el holotipo de *Pleurostomella acuminata* (USNM 16275), que coincide ampliamente con nuestros ejemplares estudiados.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña y en el sondeo 1263; es muy escasa en la sección de Fuente Caldera y Zarabanda.

***Pleurostomella acuta* Hantken 1875**

Lámina 17, figuras 6-7

Sinonimias:

Pleurostomella acuta HANTKEN 1875, p. 44, lám. 13, fig. 18.

Pleurostomella cf. acuta Hantken.- BECKMANN 1953, lám. 22, fig. 1.

Pleurostomella acuta Hantken.- KAIHO 1992, lám. 5, fig. 10.

Diagnosis:

Concha alargada, biseriada, sección transversal subcircular. Extremo inicial subagudo. Cámaras elongadas, ovaladas, moderadamente infladas, que crecen rápidamente en tamaño según se añaden. La última cámara ocupa la mitad de la

longitud de la concha. Pared calcítica, superficie lisa, finamente perforada. Abertura terminal, ancha, con un corte en el medio alargado.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a lo largo de la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), es muy escasa a escasa en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), registrando su pico de mayor abundancia en la parte media de la Biozona O1 (Rupeliense).

***Pleurostomella alternans* Schwager 1866**

Lámina 17, figura 8

Sinonimias:

Pleurostomella alternans SCHWAGER 1866, p. 238, lám. 6, figs. 79, 80.

Pleurostomella alternans Schwager.- PLUMMER 1926, p. 69, lám. 4, figs. 2a, b.- CUSHMAN 1934, lám. 16, fig. 3.- BECKMANN 1953, lám. 22, fig. 3.- BOLTOVSKOY 1978, lám. 5, figs. 43, 44.- BOERSMA 1986, lám. 5, figs. 6.- HAYWARD 2002, p. 302, lám. 1, figs. 22-24.- HAYWARD y KAWAGATA 2005, lám. 1, fig. 4.

Diagnosis:

Concha alargada, biseriada, robusta, sección transversal subcircular. Extremo inicial subagudo. Mayor anchura sobre la mitad de la concha. Cámaras ovaladas, bastante infladas, creciendo rápidamente en tamaño según se añaden. La última cámara ocupa la mitad de la longitud de la concha. Pared calcítica, superficie lisa, finamente perforada. Abertura terminal, ancha, con un corte en el medio alargado.

Esta especie es confundida con *P. acuminata* por algunos autores (Schwager, 1866; Cushman, 1934) pero se puede diferenciar claramente por las cámaras mucho más infladas y robustas que la de la especie *Pleurostomella acuminata*.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense) y en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), apareciendo por primera

vez en el límite de las Biozonas E15 y E16 (Priaboniense); es muy escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiente) y Zarabanda (Chatiente-Aquitaniense).

***Pleurostomella bolivinoides* Schubert 1911**

Lámina 17, figura 9

Sinonimias:

Pleurostomella bolivinoides SCHUBERT 1911, p. 58, fig. 4.

Pleurostomella subcylindrica (Cushman).- BECKMANN 1953, lám. 22, fig. 19.- KAIHO 1992, lám. 5, fig. 6.

Diagnosis:

Concha alargada, biseriada a casi uniseriada, sección transversal circular. Extremo inicial redondeado, lados casi paralelos. Cámaras subtriangulares, algo infladas, creciendo rápidamente en tamaño según se añaden. Pared calcítica, superficie lisa, finamente perforada. Abertura terminal, ancha, con un corte en el medio alargado.

Esta especie se caracteriza por presentar las cámaras subtriangulares, y un estadio inicial biseriado y posteriormente un estadio uniseriada. Hayward (2002) consideró esta especie idéntica a la figura-tipo de *Pleurostomella lata* Keyzer y al holotipo *Pleurostomella frons* Todd (USNM 624023).

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense) y Zarabanda (Chatiente-Aquitaniense); es muy escasa a escasa en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense).

***Pleurostomella brevis* Schwager 1866**

Lámina 17, figura 10

Sinonimias:

Pleurostomella brevis SCHWAGER 1866, p. 239, lám. 6, fig. 81.

Pleurostomella brevis Schwager.- BRADY 1884, lám. 51, fig. 20.- CUSHMAN 1934, lám. 15, fig. 13.-

BECKMANN 1953, lám. 22, figs. 7, 8.- WEINHOLZ y LUTZE 1989, fig. 3, D.- KAIHO 1992, lám. 5, fig. 3.- JONES 1994, lám. 51, fig. 20.- HAYWARD 2002, p. 302, lám. 1, figs. 25-26.- KUHNT *et al.* 2002, p. 151, lám. 12, fig. 6, 7.- HAYWARD y KAWAGATA 2005, lám. 1, figs. 1-2.- MOLINA *et al.* 2006, lám. 1, figs. 18.

Diagnosis:

Concha globosa, biseriada, sección transversal circular. Extremo inicial ligeramente puntiagudo, extremo final anchamente redondeado. Cámaras cuneiformes, muy infladas, creciendo rápidamente en tamaño según se añaden. La última cámara comprende más de la mitad de la longitud de la concha. Pared calcítica, superficie lisa, finamente perforada. Abertura terminal, ancha, con un corte en el medio alargado.

En el material de Fuente Caldera y Zarabanda, se observa que el extremo inicial es redondeado posiblemente por la mal conservación del material.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense) y Zarabanda (Chatense-Aquitaniense), en esta última sección aparece la especie *P. brevis* tras el límite de las Biozonas *G. ciperensis* y *G. primordius* (Chatense).

***Pleurostomella subnodosa* Reuss 1860**

Lámina 18, figuras 1-2

Sinonimias:

Pleurostomella subnodosa REUSS 1860, p. 204, lám. 8, fig. 2.

Pleurostomella subnodosa Reuss.- BOLTOVSKOY y OCAMPO 1993, lám. 5, fig. 5.

Diagnosis:

Concha alargada, biseriada en un estadio inicial corto, posteriormente un estadio uniseriada que ocupa casi toda la concha, sección transversal circular. Extremo inicial redondeado, lados casi paralelos. Cámaras subcuadrangulares, algo infladas, creciendo

rápidamente en tamaño según se añaden. Pared calcítica, superficie lisa, finamente perforada. Abertura terminal, ancha, con un corte en el medio alargado.

Esta especie se caracteriza por ser esbelta y presentar las cámaras uniseriadas, con forma subcuadrangular.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña (Rupeliense), aparece por primera vez en la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense); a lo largo de todo el sondeo (Priaboniense-Rupeliense) es muy escasa a escasa; en Zarabanda sólo aparece en una muestra de manera muy escasa (en parte superior de la Biozona *G. primordius*, Chatiense); en Fuente Caldera aparece a lo largo de toda la sección (Rupeliense-Chatiense) de forma muy escasa.

***Pseudoclavulina trinitatensis* Cushman y Renz 1948**

Lámina 18, figuras 3-4

Sinonimias:

Pseudoclavulina trinitatensis CUSHMAN y RENZ 1948, p. 13, lám. 3, fig. 5.

Pseudoclavulina maqfiensis LEROY 1953, p. 44, lám. 2, figs. 16, 17.

Pseudoclavulina trinitatensis Cushman y Renz.- BOLLI *et al.* 1994, p. 97, lám. 25, fig. 29; p. 330, lám. 62, fig. 13.- MOLINA *et al.* 2006, lám. 1, fig. 21.

Diagnosis:

Concha alargada, fina, con un estadio inicial triseriado, subredondeado en sección transversal. Posteriormente estadio biseriado, corto e indistinto y por último un estadio uniseriado muy largo, con sección transversal circular. Cámaras triseriadas y biseriadas indistintas, las uniseriadas redondeadas, bastante infladas, separadas por suturas deprimidas. Pared aglutinada. Abertura terminal redondeada, en cuello corto.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense) y desaparece en la parte inferior de la Biozona *P. naguewichiensis* (Rupeliense inferior); y en el sondeo 1263, únicamente aparece en la parte media de la Biozona O1, Rupeliense.

***Protelphidium laeve* (d'Orbigny) 1955**

Lámina 18, figura 5

Sinonimias:

Nonion laeve (D'ORBIGNY) var. *Subexcavatum* 1955, p. 678, lám. 66, fig. 5.

Nonion laeve (d'Orbigny).- KAASSCHIETER 1961, p. 239, lám. 16, figs. 15, 16.- MURRAY y WRIGHT 1974, lám. 13, fig. 9-13.

Diagnosis:

Concha planiespiralada, involuta, comprimida. Periferia redondeada a subaguda. Unas 10 cámaras en la última vuelta, distintivas, separadas por suturas ligeramente curvadas, muy deprimidas, formando profundos canales. Pared calcítica, ornamentación presente con unos pequeños gránulos en la parte umbilical. La abertura es un corte ecuatorial en la base de la cara apertural.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa a común en la sección Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiense), registrando su mayor porcentaje en el tramo que presenta olistostromas, en la parte media de la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense); y es escasa en Zarabanda, siendo abundante en la parte inferior de la Biozona *G. ciperensis* (Chatiense).

***Pullenia bulloides* (d'Orbigny) 1846**

Lámina 18, figura 6

Sinonimias:

Nonionina bulloides D'ORBIGNY 1846, p. 107, lám. 5, figs. 9, 10.

Pullenia bulloides (d'Orbigny).- BECKMANN 1953, lám. 23, fig. 10.- HORNIBROOK 1961, p. 90, lám. 11, figs. 205, 206.- HAYWARD y BUZAS 1979, p. 72, lám. 24, fig. 303, 304.- BOLTOVSKOY *et al.* 1980, p. 43, lám. 25, figs. 9-11.- BOLTOVSKOY y WATANABE 1982, lám. 4, fig. 110.- SAUNDERS *et al.* 1984, p. 408, lám. 4, fig. 4.- BOLTOVSKOY y TOTAH 1987, lám. 1, fig. 20.- LOEBLICH y TAPPAN 1987, p. 621, lám. 696, figs. 3, 4.- WHITTAKER 1988, p. 173, lám. 24, figs. 30-32.- VAN MARLE 1989, lám. 3, fig. 4.- KAIHO 1992, lám. 8, figs. 1, 2.- BOLTOVSKOY y OCAMPO 1993, lám. 4, fig. 2.- TAKATA y NOMURA 2005, lám. 8, fig. 2.

Diagnosis:

Concha planiespiralada e involuta, casi esférica, periferia muy redondeada, ligeramente comprimida. Unas cinco cámaras moderadamente infladas, separadas por suturas radiales, niveladas con la superficie. Pared calcítica, superficie lisa, finamente perforada. La abertura es un corte largo y estrecho que se extiende sobre la periferia en la base de la cara apertural de ombligo a ombligo.

Esta especie se caracteriza por su forma general redondeada y la abertura larga y estrecha.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña, apareciendo en sólo dos muestras; Nor-15, situadas en la parte superior de la Biozona *Ph. barbadoensis* (Rupeliense) y Nor-27, en la parte inferior de la Biozona *G. angulisuturalis* (Rupeliense); en Fuente Caldera es muy escasa en la parte inferior de la Biozona *P. naguewichiensis* (Rupeliense) y superior de la sección, desde la base de la Biozona *G. sellii* (Rupeliense) hasta la Biozona *G. ciperensis* (Chatiense); y escasa a común en Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense), registrando su mayor porcentaje en la parte inferior de la Biozona *P. kugleri* (Aquitaniense).

***Pullenia quinqueloba* (Reuss) 1851**

Lámina 18 , figuras 7-8

Sinonimias:

Nonionina quinqueloba REUSS 1851, p. 71, lám. 5, fig. 31.

Pullenia quinqueloba (Reuss).- PLUMMER 1926, p. 136, lám. 8, fig. 12.- COLE 1927, p. 32, lám. 5, fig.

15.- GALLOWAY y MORREY 1929, p. 44, lám. 6, fig. 17.- TOULMIN 1941, p. 607, lám. 81, fig. 24.- CUSHMAN y TODD 1943, p. 10, lám. 2, fig. 5; lám. 3, fig. 8.- BERMÚDEZ 1949, p. 276, lám. 21, figs. 32, 33.- CUSHMAN 1951, p. 59, lám. 17, fig. 6.- BECKMANN 1953, lám. 23, figs. 12, 13.- HORNIBROOK 1961, p. 90, lám. 11, figs. 207, 208.- KAASSCHIETER 1961, p. 202, lám. 11, fig. 1.- MURRAY y WRIGHT 1974, p. 120, lám. 18, figs. 13, 14.- TJALSMA y LOHMANN 1983, p. 36, lám. 16, fig. 2.- THOMAS 1985, p. 678, lám. 4, fig. 2.- VAN MARLE 1989, lám. 3, fig. 5.- KAIHO 1992, lám. 8, fig. 3.- KUHNT *et al.* 2002, p. 152, lám. 12, figs. 18-20.- TAKATA y NOMURA 2005, lám. 8, fig. 4.- ORTIZ y THOMAS 2006, p. 128, lám. 10, fig. 10.

Diagnosis:

Concha planiespiralada, totalmente involuta, algo comprimida. Periferia algo lobulada, muy redondeada. 5 Cámaras en la última vuelta, incrementando gradualmente de tamaño según se añaden; suturas ligeramente deprimidas, casi rectas. Pared calcítica, superficie lisa, finamente perforada. La abertura es un corte largo y estrecho que se extiende sobre la periferia en la base de la cara apertural de ombligo a ombligo.

Algunos autores (Bermúdez, 1949; Tjalsma y Lohmann, 1983) incluyen en esta especie ejemplares con sólo cuatro cámaras de acuerdo a su descripción, aunque figuran ejemplares con 6 cámaras. *P. jarvisi* se distingue de *P. quinqueloba* por su cara apertural cóncava, suturas más deprimidas y cámaras más infladas. Sin embargo, algunos ejemplares muestran características intermedias siendo difíciles de asignar a una u otra especie.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a lo largo de la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense); en la sección de Fuente Caldera es muy escasa en la parte inferior de la Biozona *P. nagewichiensis* (Rupeliense) y vuelve a aparecer en una única muestra en la parte superior de la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense); en Zarabanda es muy escasa tanto en el piso Chatiense como en el piso Aquitaniense, registrando su mayor porcentaje en la parte superior de la Biozona *G. primordius* (Chatiense); y en el sondeo 1263 es muy escasa a lo largo de todo el sondeo (Priaboniense-Rupeliense).

***Pullenia salisburyi* Stewart y Stewart 1930**

Lámina 18, figuras 9-10

Sinonimias:

Pullenia salisburyi STEWART Y STEWART 1930, p. 72, lám. 8, fig. 2.

Pullenia salisburyi Stewart.- BOLTOVSKOY y GUALANCAÑAY 1975, p. 41, lám. 8, fig. 7.- BOLTOVSKOY y WATANABE 1982, lám. 4, fig. 119.- THOMAS 1985, p. 678, lám. 4, fig. 4.- TAKATA y NOMURA 2005, lám. 8, fig. 7.

Pullenia subcarinata (d'Orbigny).- HAGEMAN 1979, p. 173, lám. 24, figs. 33-38.

Pullenia sp. B.- TAKATA y NOMURA 2005, lám. 8, fig. 6.

Diagnosis:

Concha planiespiralada, subcircular, totalmente involuta, algo comprimida. Periferia lobulada, muy redondeada. 6 Cámaras en la última vuelta, incrementando gradualmente de tamaño según se añaden, separadas por suturas ligeramente deprimidas y ligeramente curvas. Pared calcítica, superficie lisa, finamente perforada. La abertura es un corte largo y estrecho que se extiende sobre la periferia en la base de la cara apertural de ombligo a ombligo.

Esta especie se diferencia de *P. quinqueloba* por presentar 6 cámaras en la última vuelta de espira, periferia lobulada y ser más delgada.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiente) y Zarabanda (Chatiente-Aquitaniense), y escasa a común en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), registrando un pico de abundancia en la parte inferior de la Biozona O1 (Rupeliense).

***Pullenia subcarinata* (d'Orbigny) 1839**

Lámina 19, figuras 1-2

Sinonimias:

Nonionina subcarinata D'ORBIGNY 1839, p. 28, lám. 5, figs. 23, 24.

Pullenia subcarinata subcarinata (d'Orbigny).- BOLTOVSKOY *et al.* 1980, p. 43, 44, lám. 25, figs. 12, 13.

Pullenia subcarinata (d'Orbigny).- THOMAS 1985, p. 678, lám. 4, fig. 3.- WHITTAKER 1988, p. 173, lám. 24, figs. 33-38.- SCHRÖDER-ADAMS 1991, lám. 3, fig. 8.- TAKATA y NOMURA 2005, lám. 8, fig. 8.

Diagnosis:

Concha planiespiralada, subesférica, lenticular, totalmente involuta, algo comprimida. Periferia ligeramente lobulada, subredondeada. Unas seis cámaras en la última vuelta, incrementando gradualmente de tamaño según se añaden, separadas por suturas ligeramente deprimidas y curvas. Pared calcítica, superficie lisa, finamente perforada. La abertura es un corte largo y estrecho que se extiende sobre la periferia en la base de la cara apertural de ombligo a ombligo.

Esta especie se caracteriza por presentar seis cámaras, tener forma lenticular y, la cara apertural y la última cámara redondeadas. Algunos autores (Hageman, 1979; Heron-Allen y Earland, 1932) incluyen en esta especie ejemplares con seis a ocho cámaras, ombligo profundo y perfil mucho más delgado.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiente), Zarabanda (Chatiente-Aquitaniense), registrando esta última sección un pico de abundancia tras el límite Oligoceno/Mioceno; y es común en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), registrando un pico de abundancia en la Biozona E15 (Priaboniense).

***Rectobolivina costifera* (Cushman) 1936**

Lámina 19, figuras 3-4

Sinonimias:

Geminaricta virgata var. *costifera* CUSHMAN 1936, p. 62, lám. 8, fig. 19.- CUSHMAN 1937, p. 209, lám. 23, fig. 33-34.- POIGNANT 1972, p. 4, lám. 1, fig. 5-7.

Geminaricta virgata var. *spinata* CUSHMAN 1936, p. 62, lám. 8, fig. 20.- CUSHMAN 1937, p. 209, lám. 23, fig. 35

Rectobolivina costifera (Cushman) HAYWARD y POIGNANT 1985, p. 252, lám. 1, figs. 7-13.

Rectobolivina costifera (Cushman) Hayward y Poignant - POIGNANT 1999, p. 141, lám. 1, figs. 18,19.

Diagnosis:

Concha cilíndrica, comprimida, alargada, aproximadamente dos veces más larga que ancha, en sección transversal ovalada. Estadio inicial biseriado formado por unos 6 pares de cámaras, posteriormente uno uniseriado formado por dos cámaras anchas y bajas. Suturas oblicuas, algo curvadas hacia la periferia en el estadio biseriado y rectas a ligeramente curvas en el estadio uniseriado; muy elevadas, formando costillas. Ambos lados de la concha subparalelos, periferia subredondeada. Sección transversal subcilíndrica. Pared calcítica, fuertemente perforada especialmente en el estadio uniseriado. Abertura terminal, elíptica, alrededor de un pequeño labio.

En la Institución Smithsonian se examinó un ejemplar de *Geminaricta virgata* var. *costifera* (no. 21904), que coincide ampliamente con nuestros ejemplares estudiados.

Distribución stratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense), desaparece en la parte inferior del tramo que presenta olistostromas (Biozona *T. ampliapertura*, Rupeliense); y es muy escasa en Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense) excepto en la parte superior de la Biozona *G. ciperensis* (Chatiense) donde el porcentaje es abundante.

***Repmanina charoides* (Jones y Parker) 1860**

Lámina 19, figuras 5-6

Sinonimias:

Trochammina squamata Jones y Parker var. *charoides* JONES y PARKER 1860, p. 304.

Glomospira charoides (Jones y Parker).- WHITE 1928, p. 187, lám. 27, fig. 7.- LEROY 1953, p. 33, lám. 1, figs. 23, 24.- KAMINSKI *et al.* 1988, p. 185, lám. 3, figs. 14, 15.- VAN MARLE 1989, lám. 3, figs. 24, 25.- KUHNT y KAMINSKI 1993, p. 73, lám. 2, fig. 3.- KAMINSKI *et al.* 1996, p. 10, lám. 1, fig. 12.- KAMINSKI y GRADSTEIN 2005, p. 168, lám. 22, figs. 1-16.- ABU-ZIED 2008, lám. 1, figs. 2, 3.

Glomospira corona (Cushman y Jarvis).- MALUMIÁN y MASIUK 1976, p. 184, lám. 1, fig. 7.- MALUMIÁN y NAÑEZ 1986, p. 517, lám. 1, figs. 17, 18.

Repmanina charoides (Jones y Parker).- CIMERMAN y LANGER 1991, p. 17, lám. 3, figs. 6-9.- ALEGRET y THOMAS 2001, p. 300, lám. 10, fig.11.- ALEGRET *et al.* 2009, lám. 1, fig. 18.

Diagnosis:

Concha compuesta por un prolóculo seguido de una única cámara, el enrollamiento inicial es trocoespiralado alrededor de un eje vertical y la última o las últimas vueltas pueden presentar un cambio en el enrollamiento, llegando a ser perpendicular al enrollamiento inicial, presentando así un enrollamiento estreptoestirado. Pared finamente aglutinada, de grano muy fino, superficie lisa. Abertura al final de la cámara tubular.

Para la clasificación de esta especie se ha seguido la clasificación genérica propuesta por Loeblich y Tappan (1987). Esta especie es considerada por Suleymanov (1966) como la especie tipo del género *Repmanina*.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Fuente Caldera, aparece en las Biozonas *P. naguwichiensis* (Rupeliense), parte superior de la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense) y *G. ciperoensis* (Chatiense); y es muy escasa a escasa a lo largo de la sección de Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense).

***Reticulophragmium aff. amplexens* (Grybowski) 1898**

Lámina 19, figuras 7-8

Sinonimias:

Cyclammina amplexens GRYBOWSKI 1898, p. 292, lám. 12, figs. 1-3.

Cyclammina amplexens Grybowski.- GEROCH y NOWAK 1984, lám. 3, figs. 12-13.- MILLER *et al.* 1982, p. 21, lám. 2, fig. 16.

Reticulophragmium amplexens (Grybowski).- KAMINSKI *et al.* 1996, p. 16, lám. 2, fig. 12.- MORLOTTI y KUHNT 1992, p. 223, lám. 4, figs. 9-11.- KAMINSKI y GEROCH 1993, p. 266, lám. 11, figs. 5-7.- NAGY *et al.* 2000, lám. 3, figs. 20, 21.- KAMINSKI y GRADSTEIN 2005, p. 491, lám. 123, figs. 1-6.- MOLINA *et al.* 2006, lám. 1, fig. 22.

Diagnosis:

Concha planiespiralada, involuta, biconvexa, ligeramente engrosada en el centro alrededor del ombligo que está algo hundido. Periferia redondeada, contorno circular. Numerosas cámaras alargadas y bajas, separadas por suturas rectas a ligeramente curvas y deprimidas. Pared finamente aglutinada. La abertura es un corte interiomarginal rodeado de un labio. La abertura es difícil de observar debido a la mala preservación del material (Sección Fuente Caldera).

Kaminski y Gradstein (2005) diferenciaron esta especie por la presencia de alveolos simples, no ramificados, generalmente alargados, situados en las últimas cámaras, desarrollándose primero cerca de las suturas y de la periferia. En nuestros ejemplares no se observan los alveolos, debido probablemente a la conservación del material, la periferia es más redondeada y no muestra un engrosamiento en la parte central de la concha característico de esta especie.

Distribución stratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la parte inferior (Chatiense) de Zarabanda, desaparece en la parte media de la Biozona *G. primordius* (Chatiense); es muy escasa en la parte inferior (Rupeliense) de la sección de Fuente Caldera, desapareciendo en *P. naguewichiensis* (Rupeliense).

***Reticulophragmoides jarvisi* (Thalman) 1932**

Lámina 19, figura 9

Sinonimias:

Nonion cretaceus CUSHMAN y JARVIS 1932, p. 41, lám. 12, fig. 12.

Nonion jarvisi THALMANN, n. Name 1932, p. 313.- CUSHMAN y RENZ 1946, p. 35, lám. 5, fig. 31.

Haplophragmoides (?) *jarvisi* (Thalman).- KAMINSKI *et al.* 1988, p. 190, lám. 7, figs. 1, 2; lám. 10, figs. 8, 9.

Reticulophragmoides jarvisi (Thalman) emend. GRADSTEIN y KAMINSKI 1989, p. 81, lám. 7, figs. 1-8; textfig. 4.- BOLLI *et al.* 1994, p. 77, lám. 19, figs. 32, 39.- KAMINSKI y GRADSTEIN 2005, p. 508, lám. 128, figs. 1-8.

Diagnosis:

Descripción original (Kaminski y Gradstein, 2005): Concha libre, planiespiralada, biconvexa, mayor grosor cerca del ombligo, con seis a nueve cámaras en la última vuelta. Periferia aguda, contorno circular a ligeramente lobulado, con una carena. Suturas deprimidas, ligeramente curvas, muy limbadas. La región umbilical tiene un botón muy bien desarrollado. Un lóbulo tubular de la cámara que termina en un canal ciego, sobresale en la región umbilical expresándose en la superficie como un área elevada cristalina. Las cámaras son normalmente simples, pero los especímenes de horizontes estratigráficamente más modernos pueden desarrollar una estructura alveolar simple en las últimas cámaras. La abertura es interiomarginal (tipo- *Haplophragmoides*) sin labio ni poros suplementarios. La cara apertural contiene granos aglutinados relativamente más grandes como en muchas especies de *Reticulophragmium*. La pared es finamente aglutinada, con mucho cemento

Gradstein y Kaminski (1989) consideraron a *R. jarvisi* como la especie-tipo del nuevo género *Reticulophragmoides*.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la parte inferior de la sección de Fuente Caldera, Biozona *P. naguewichiensis* (Rupeliense).

***Reussella oligocenica* Cushman y Todd 1946**

Lámina 19, figura 10-11

Sinonimias:

Reussella oligocenica CUSHMAN y TODD 1946, p. 94, lám. 16, figs. 6, 7.

Reussella oligocenica CUSHMAN y TODD.- TODD 1952, p. 32, lám. 4, fig. 41.

Diagnosis:

Concha triseriada, alargada, de dos a tres veces más larga que ancha, lados casi paralelos, estadio inicial subagudo. Sección transversal triangular, ligeramente concava. Lados con ángulos subagudos. Cámaras distintivas, no infladas, suturas distintivas, no deprimidas, ligeramente curvas. Pared calcítica, superficie lisa y perforada. La abertura

es un corte en la base de la cámara apertural, siendo ésta plana o cóncava.

Esta especie se diferencia de *R. spinulosa* por tener la concha más grande y lados mucho menos cóncavos.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense), aparece por primera vez en la parte inferior de la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense)

***Reussella spinulosa* (Reuss) 1850**

Lámina 20, figuras 1-2

Sinonimias:

Verneuilina spinulosa REUSS 1850, p. 374, lám. 47, fig. 12.

Reussella spinulosa (Reuss).- CUSHMAN 1945, p. 33, lám. 6, figs. 8,9.- DANIELS 1970, p. 83, lám. 6, fig. 2.- HAGEMAN 1979, p. 105, lám. 9, fig. 8.- HAYWARD y BUZAS 1979, p. 73, lám. 27, fig. 330.- LOEBLICH y TAPPAN 1987, p. 527, lám. 575, figs. 9-12.- CIMERMAN y LANGER 1991, p. 63, lám. 66, figs. 5-8.

Diagnosis:

Concha triseriada, corta, piramidal, estadio inicial puntiagudo. Sección transversal triangular, fuertemente cóncava. Lados con ángulos agudos, algo carenados y en ocasiones espinas. Cámaras distintivas, no infladas que crecen rápidamente en anchura hasta el extremo apertural ligeramente cóncavo; suturas distintivas, no deprimidas y curvas. Pared calcítica, superficie lisa y perforada. La abertura es un corte en la base de la cámara apertural, siendo ésta plana o cóncava.

Esta especie se caracteriza por lados con ángulos agudos, carenados y en ocasiones con espinas.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a común en Noroña (Priabonense-Rupeliense); es común en Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense), registrando su mayor porcentaje en la Biozona *T. ampliapertura* (Rupeliense); es escasa en Zarabanda (Chatense-

Aquitaniense), excepto en la muestra Zar-116-11, Zar-116-16 y Zar-116-26 (Biozona *G. ciproensis*, Chatiense) donde se alcanza un porcentaje del 4 al 5% .

***Rhabdammina cylindrica* Glaessner 1937**

Lámina 20, figura 3

Sinonimias:

Rhabdammina cylindrica GLAESSNER 1937, p. 354, lám. 1, fig. 1.

Rhabdammina cylindrica Glaessner.- MORLOTTI y KUNHT 1992, p. 223, lám. 2, fig. 1.- BUBÍK 1995, p. 86, lám. 8, fig. 6.- KUNHT y PLETSCH 2004, p. 306, lám. 1, figs. 2, 3; lám. 2, figs. 1-4; lám. 3, figs. 1-4.

Diagnosis:

Concha alargada, tubular, de tres a cinco tubos de diámetro constante, con una cavidad en el centro de contorno circular, ramificaciones estrechas, sobre un tercio del del diámetro de las ramificaciones. Pared calcítica media, superficie rugosa. Abertura final abierta.

Esta especie se caracteriza por presentar fragmentos tubulares rectos sin constricciones con un diámetro constante.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a lo largo de toda la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiense); es muy escasa a común en Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense), desapareciendo en la parte inferior de la Biozona *P. kugleri* (Aquitaniense).

***Rosalina globularis* d'Orbigny 1826**

Lámina 20, figuras 4-5

Sinonimias:

Rosalina globularis D'ORBIGNY 1826, p. 271, lám. 13, figs. 1-4.

Rosalina globularis d'Orbigny.- MURRAY 1971, p. 135, lám. 56, figs. 1-6.- BUZAS *et al.* 1977, p. 86, lám. 4, figs. 10-12.- HAGEMAN 1979, p. 106, lám. 9, fig. 9.- LOEBLICH y TAPPAN 1987, p. 561, lám. 610, figs. 1-5; lám. 611, figs. 1-6.

Tretomphalus bulloides (d'Orbigny).- CUSHMAN 1934, p. 86, lám. 11, fig. 2.

Tretomphalus myersi CUSHMAN 1943, p. 26, lám. 6, figs. 4-6.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada baja, planocovexa. Periferia subredondeada, contorno subcircular. Lado espiral evolutivo, fuertemente convexo formado por una vuelta y media, con cámaras fuertemente perforadas, separadas por suturas deprimidas y curvadas. Lado umbilical involuto y cóncavo, con unas 4 o 5 cámaras visibles, separadas por suturas deprimidas y curvadas. Pared calcítica, superficie gruesamente perforada en el lado espiral y lisa en la zona umbilical. La abertura interumbilical es un corte alargado, rodeado por un delgado labio.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en Noroña (Priabonense-Rupeliense); escasa a común en Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense), registrando un pico de abundancia en la muestra FC-03-139 (parte media de la Biozona *T. ampliapertura*, Rupeliense); es escasa a común en la sección de Zarabanda (Chatense-Aquitaniense), registrando su mayor porcentaje en la parte superior de la Biozona *G. ciproensis* (Chatense).

***Sagrinopsis fimbriata* (Millett) 1900**

Lámina 22, figuras 1-3

Sinonimias:

Bigenerina fimbriata MILLET 1900, p. 6, lám. 1, figs. 2-4.

Bifarina fimbriata (Millett).- CUSHMAN 1937c, p. 200, lám. 23, figs. 3-5.- MONTAGGIONI y VÉNEC-PEYRÉ 1993, lám. 1, fig. 18.

Sagrinopsis fimbriata (Millett).- LOEBLICH y TAPPAN 1994, p. 122, lám. 239, figs. 1-10.

Diagnosis:

Concha alargada. Estadio inicial triseriado, no visible, posteriormente un estadio biseriado que ocupa la mitad de la concha, con cámaras distintivas separadas por suturas oblicuas y finalmente un estadio uniseriado, con cámaras infladas separadas por suturas deprimidas y rectas. Pared calcítica, ornamentada con una fila de tubuloporos por cada cámara. Abertura simple, redondeada y en la base central de la última cámara.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es escasa en la sección de Fuente Caldera excepto en la muestra FC-03-127 donde es común; es muy escasa en la sección de Zarabanda, excepto en la muestra Zar-116-16 donde registra un pico de abundancia.

***Seabrookia rugosa* Watanabe 1989**

Lámina 20, figuras 6-7

Sinonimias:

Seabrookia rugosa WATANABE 1989, p. 267, lám. 1, figs. 15-17.

Seabrookia sp.- BOLTOVSKOY y BOLTOVSKOY 1989, lám. 4, fig. 20.

Seabrookia rugosa.- BOLTOVSKOY y OCAMPO 1993, lám 5, fig. 9.- SMART *et al.* 1996, lám. 1, figs. 1-19.

Diagnosis:

Concha ovalada, de contorno piriforme, planoconvexa comprimida, enrollada, únicamente se observa la última vuelta de espira de gran longitud, donde cada cámara envuelve completamente a las anteriores. Pared calcárea, hialina, perforada, superficie rugosa y periferia carenada. Abertura elongada, terminal, con un pequeño cuello, rodeada por un labio.

Lo más característico de esta especie es la pared con aspecto rugosa, donde se encuentran adheridos una gran cantidad de cocolitos. Smart *et al.* (1996) estudiaron esta especie en edades actuales y en el Paleógeno-Neógeno, y observaron que las especies actuales poseían una pared lisa, mientras que en las formas fósiles era rugosa, con

cocolitos. Tras esta observación, llegaron a la conclusión que la causa de esta pared rugosa se debía al desarrollo de un cemento diagenético.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), registra su última aparición en la parte inferior de la Biozona *G. sellii* (Rupeliense); y es escasa a lo largo de todo el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense).

***Sigmavirgulina tortuosa* (Brady) 1881**

Lámina 20, figuras 9-10

Sinonimias:

Bolivina tortuosa BRADY 1881, p. 57; 1884, p.420, lám. 52, figs. 31, 32 (no figs.33, 34).

Bolivina tortuosa Brady.- EGGER 1893, p. 298, lám. 8, figs. 43, 44.- CUSHMAN 1924, p. 18, lám. 5, figs. 4,5.- BERMUDEZ 1935, p. 195.- CUSHMAN 1937c, p. 133, lám. 17, figs. 11-19.- TODD 1952, p. 30, lám. 4, fig. 35.- TODD y POST 1954, p. 353, lám. 87, figs. 45-47.- TODD y LOW 1970, p. 31, lám. 2, fig. 9.- BOLTOVSKOY *et al.* 1980, p. 18, lám. 3, figs. 14-17.- VAN MARLE 1989, lám. 5, fig. 9.- JONES 1994, lám. 52, figs. 31-34.- VAN HINSBERGEN *et al.* 2005, lám. 3, fig. 6.

Sigmavirgulina tortuosa (Brady).- BUZAS *et al.* 1977, p. 103, lám. 8, fig. 9-12.- LOEBLICH y TAPPAN 1987, p. 531, lám. 579, figs. 1-5.- LOEBLICH y TAPPAN 1994, p. 132, lám. 261, figs. 1-10.- MONTAGGIONI y VÉNEC-PEYRÉ 1993, lám. 1, fig. 19.

Diagnosis:

Concha biseriada, comprimida, alargada, la cual es muy variable tanto en largura como en compresión. Periferia aguda, casi carenada. De 6 a 8 pares de cámaras anchas y bajas, que crecen más rápidamente en altura que anchura, siendo la parte central la más inflada de la concha estrechándose hacia la periferia. Carena sinuosa en sección transversal. El eje vertical está torcido, formando la primera parte de la concha 180° con la parte final. Suturas distintivas, limbadas y curvas. Pared calcítica, superficie perforada. Abertura terminal, alargada y estrecha.

Todd y Bronnimann 1957 incluyen en *Bolivina subexcavata*, formas muy parecidas a *S. tortuosa* pero más delgadas, alargadas y con menor grado de sinuosidad.

Nosotros no consideramos una diferencia suficiente para encuadrar a estas formas en otra especie, sino que pensamos que es la misma especie con una gran variabilidad intraespecífica. *Sigmavirgulina tortuosa* se caracteriza por la forma de su concha con el eje vertical torcido. En nuestro material se observa una amplia variedad en la morfología de esta especie, tanto en la longitud y compresión de la concha como en la torsión del eje vertical de la concha. Se examinaron tres hipotipos en la institución smithsonian (USNM 471108-10) en los que se observan la variabilidad intraespecífica de especie en cuanto a su morfología general.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense); es común en Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiente), registrando un pico de abundancia en la muestra FC-03-245 (alrededor del límite Rupeliense/Chatiente); y en Zarabanda (Chatiente-Aquitaniense), se registra en la muestra Zar-116-16 un porcentaje elevado 15,7% (Biozona *G. ciperoensis*, Chatiente).

***Siphonina tenuicarinata* Cushman 1927**

Lámina 21, figura 1

Sinonimias:

Siphonina tenuicarinata CUSHMAN 1927, p. 166, lám. 26, figs. 11, 12.

Siphonina tenuicarinata Cushman.- CUSHMAN 1927c, p. 6, lám. 4, fig. 1.

Siphonina antioguiensis TOLMACHOFF 1934, p. 316, Lám. 41, Figs. 13-15.

Siphonina tenuicarinata Cushman.- HAGEMAN 1979, p. 123, lám. 19, figs. 4-6.- CIMERMAN y LANGER 1991, p. 69, lám. 74, fig. 1.

Diagnosis:

Concha trocoespiralada, biconvexa. Contorno circular, periferia con una ancha carena. Lado umbilical, involuto, ligeramente más convexo que el lado espiral, 5 cámaras en la última vuelta de espira, separadas por suturas ligeramente deprimidas. Lado espiral evolutivo, con suturas no visibles. Pared calcítica, superficie lisa, fuertemente perforada, sobretodo alrededor de la periferia. Abertura interiomarginal,

elongada, con un pequeño cuello, rodeada por un labio. Cushman (1927f) diferenció esta especie de *S. bradyana* por la presencia de suturas limbadas, y caracterizó a la especie *S. tenuicostata* por el gran desarrollo en tamaño de los poros y de la carena.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es común a muy escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), registrando un pico de abundancia en la parte superior de la Biozona *P. barbadoensis* (Rupeliense).

***Siphonodosaria abyssorum* (Brady) 1881**

Lámina 20, figura 8

Sinonimias:

Nodosaria (?) *abyssorum* BRADY 1881, p. 63, lám. 63, figs. 8, 9.

Dentalina cf. *pomuligera* Stache.- TOULMIN 1941, p. 586, lám. 79, fig. 19.

Siphonodosaria abyssorum (Brady).- NOMURA 1995, lám. 2, fig. 1.- RESIG y CHEONG 1997, lám. 1, fig. 6

Stilostomella abyssorum (Brady).- BECKMANN 1953, lám. 21, figs. 33-35.- KAIHO 1992, lám. 5, fig. 16,17.- JONES 1994, p. 74, lám. 63, figs. 8, 9; lám. 2, figs. 8, 9.- KUHNT *et al.* 2002, p. 156, lám. 13, figs. 11-13.

Diagnosis:

Concha alargada, uniseriada, robusta y lados paralelos. Unas cinco cámaras, subglobosas, algo irregulares en forma y tamaño. La primera cámara, generalmente más grande, ornamentada en su base con numerosas espinas cortas y robustas. Pared calcítica, de pared gruesa. Abertura terminal, centrada, con un cuello corto y ancho, con un labio hialino grande.

Siphonodosaria abyssorum se caracteriza por su concha robusta, la ornamentación y la primera cámara más grande.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a lo largo de toda la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense); muy escasa a común en Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense), registrando su mayor porcentaje de abundancia en la primera (Chatiense) y última muestra (Aquitaniense); es muy escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiense).

***Spiroplectamina cubensis* (Cushman y Bermúdez) 1937**

Lámina 20, figura 11

Sinonimias:

Spiroplectoides cubensis CUSHMAN y BERMÚDEZ 1937, p. 13, lám. 1, fig. 44, 45.

Bolivinopsis cubensis.- THOMAS 1985, p. 675, lám. 1, fig.1.- BOLTOVSKOY y OCAMPO 1993, lám. 1, fig. 9.- SCHRÖDER-ADAMS 1991, lám. 2, fig. 13.

Spiroplectamina cubensis (Cushman y Bermúdez).- MILLER y ZATZ 1987a, Lám. 1, fig. 5.

Duquepsamina cubensis (Cushman y Bermúdez).- KAMINSKI y GRADSTEIN 2005, p. 423, lám. 102.

Diagnosis:

Concha muy alargada, comprimida. Estadio inicial planiespiralado, casi evolutivo; estadio posteriormente biseriado, alargado, con los lados paralelos. Cámaras numerosas, distintivas, anchas y bajas, separadas por suturas oblicuas y deprimidas. Pared calcítica, superficie lisa, ligeramente perforada. Abertura corte estrecho, interiomarginal. Esta especie se caracteriza por presentar una concha muy alargada con un gran número de cámaras anchas y bajas, y suturas oblicuas. La abertura es difícil de ver debido a la conservación del material.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la parte inferior (Rupeliense) de la sección de Fuente Caldera y en la sección de Noroña.

***Stilostomella fijiensis* (Cushman) 1931**

Lámina 21, figuras 2-3

Sinonimias:

Siphonodosaria fijiensis CUSHMAN 1931, p. 30, lám. 4, fig. 10.

Stilostomella fijiensis (Cushman).- HORNIBROOK 1961, p. 49, lám 6, fig. 106.- HAYWARD y BUZAS 1979, p. 75, lám. 28, fig. 340.

Diagnosis:

Concha alargada, uniseriada, fina. Extremo inicial redondeado. Cámaras distintivas, alargadas e infladas. Suturas muy distintivas y limbadas. Pared calcítica, superficie lisa y perforada, ornamentada en la base de las cámaras por unas pequeñas espinas que son más desarrolladas conforme se añaden las cámaras, siendo en el estadio inicial ausentes. Abertura terminal, cilíndrica, al final de un cuello muy corto. Esta especie se diferencia de *Stilostomella advena* por las espinas menos desarrolladas, y su ausencia en las primeras cámaras.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a lo largo de toda la sección de Noroña y Zarabanda; escasa a común en el sondeo 1263.

***Stilostomella subspinosa* (Cushman) 1943**

Lámina 21, figuras 4-6

Sinonimias:

Ellipsonodosaria sp. CUSHMAN y JARVIS 1934, lám. 10, figs. 4-5.

Ellipsonodosaria subspinosa CUSHMAN 1943, p. 92, lám. 16, fig. 6.

Stilostomella subspinosa (Cushman).- BECKMANN 1953, lám. 21, figs. 36, 37.- HAYWARD y BUZAS 1979, p. 75, lám. 28, fig. 343.- BOERSMA 1984a, lám. 3, fig. 10, 11.- THOMAS 1985, p. 678, lám. 14, fig. 10.- MILLER y KATZ 1987a, p. 138, lám. 1, fig. 12.- TJALSMA y LOHMANN 1983, p. 36, lám. 14, figs. 16, 17.- SCHRÖDER-ADAMS 1991, lám. 1, fig. 7.- MOLINA *et al.* 2006, lám. 1, fig. 19.

Diagnosis:

Concha alargada, uniseriada, fina. Extremo inicial redondeado. Cámaras distintivas, infladas y redondeadas. Suturas muy deprimidas y limbadas. Pared calcítica, superficie ornamentada en todas las cámaras por unas espinas bien desarrolladas. Abertura terminal, cilíndrica, al final de un cuello muy corto.

Se han incluido en esta especie a los ejemplares con toda la superficie cubierta por espinas cortas. Además, se caracterizan por presentar las suturas muy deprimidas y limbadas.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es común en Noroña (Priaboniense-Rupeliense), Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense) y en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense), y muy escasa a escasa en Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiense).

***Tortoplectella rhomboidalis* (Millett) 1899**

Lámina 21, figuras 7-8

Sinonimias:

Textularia rhomboidalis MILLETT 1899, p. 559, lám. 7, fig. 4.

Abditodentrix rhomboidalis (Millett).- CIMERMAN y LANGER 1991, p. 60, lám. 61, figs. 4-6.

Bolivina rhomboidalis (Millett).- CUSHMAN 1922, p. 28.- CUSHMAN 1937, p.138, lám. 18 , fig. 7.- TODD y POST 1954, p. 353, lám. 87, figs. 41, 42.- TODD y LOW 1970, p. 31, lám. 2, figs. 11, 12.- BUZAS *et al.* 1977, p. 74, lám. 2, fig. 3, 4.

Tortoplectella rombooidalis (Millett).- LOEBLICH y TAPPAN 1994, p. 113, lám. 216, figs. 1-6.

Diagnosis:

Concha biseriada, con unos 8 pares de cámaras ligeramente infladas, que aumentan rápidamente en tamaño conforme se van añadiendo, la mayor anchura de las cámaras se sitúa en la parte central de la concha según el eje vertical o de crecimiento. Las últimas cámaras están más infladas y se agudizan hacia la abertura. Contorno triangular y sección transversal romboidal. Periferia aguda. Pared fuertemente perforada. Abertura ovalada, extendiéndose en la base de la última cámara.

Esta especie es fácilmente reconocible por su forma en sección transversal romboidal.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a común en Zarabanda (Chatiense-Aquitaniense) y en la parte superior de la sección de Noroña (Biozona *G. sellii*, Rupeliense); y es común en Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiense), registrando un mayor porcentaje de abundancia en la parte inferior de la Biozona *P. naguewichiensis* (Rupeliense).

***Trifarina bradyi* Cushman 1923**

Lámina 21, figuras 9-10

Sinonimias:

Trifarina bradyi CUSHMAN 1923a, p. 99, lám. 22, figs. 3-9.

Trifarina bradyi Cushman.- BECKER y DUSENBURY 1958, p. 37, lám. 4, fig. 25.- HORNIBROOK 1961, p. 70, lám. 9, figs. 163, 164.- HAGEMAN 1979, p. 77, lám. 9, fig. 3.- HAYWARD y BUZAS 1979, p. 76, lám. 28, fig. 344.- WHITTAKER 1988, p. 77, lám. 9, fig. 3.- VAN MARLE 1989, lám. 5, fig. 10.- MONTAGGIONI y VÉNEC-PEYRÉ 1993, lám. 1, fig. 18.- JONES 1994, lám. 67, figs. 1-3.- HAYWARD 2002, p. 301, lám. 3, fig. 3.

Diagnosis:

Concha alargada, triseriada con un estadio final uniseriado, con lados casi paralelos, triangular en sección transversal. Cámaras distintivas, separadas por suturas curvas y algo deprimidas hacia la periferia, sobre todo las últimas. Periferia de aguda a carenada. Pared calcítica, finamente perforada, sin ornamentación. Abertura situada al final de un corto cuello circular bordeado por un labio. Esta especie se caracteriza por la falta de ornamentación y la sección transversal triangular.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa a lo largo de la sección de Fuente Caldera; en la sección de Zarabanda desaparece en coincidencia con el límite O/M.

***Tubulogerina vicksburgensis* Howe 1930**

Lámina 22, figura 4

Sinonimias:

Tubulogerina vicksburgensis HOWE 1930, p. 331, lám. 27, fig. 3.

Tubulogerina vicksburgensis Howe.- SZTRÁKOS 1982, lám. 16, fig.16.- GIBSON 1987, p. 235, lám. 2, figs. 1-5.

Diagnosis:

Concha alargada, sección transversal subcircular. Estadio inicial triseriado muy corto, posteriormente un estadio biseriado y finalmente un estadio uniseriado que ocupa unas tres cuartas partes de la concha. Cámaras moderadamente infladas, separadas por suturas deprimidas, rectas, que se curvan hacia la periferia. Pared calcítica, ornamentada con una o dos filas de tubuloporos por cada cámara, siendo la segunda fila si la hay con poros más pequeños. Abertura simple, ovalada y en la base central de la última cámara.

El holotipo de esta especie (USNM 416086) fue analizado en la Institución Smithsonian, y concuerda ampliamente con nuestro material.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa en el tramo con olistostromas de la sección de Fuente Caldera (parte media de la Biozona *T. ampliapertura*, Rupeliense).

***Turrilina alsatica* Andreae 1884**

Lámina 22, figuras 5-7

Sinonimias:

Turrilina alsatica ANDREAE 1884, p. 120, lám. 8, figs. 18a-c.

Turrilina alsatica Andreae.- MCNEIL y MILLER 1990, lám. 1, fig. 9.

Diagnosis:

Concha piramidal, trocoespiralada en el primer estadio y posteriormente triseriada. Cámaras distintivas, infladas que aumentan rápidamente de tamaño, la última

vuelta de espira ocupa más de la mitad del total de la concha. Suturas deprimidas. Periferias inicial y final redondeadas. Pared calcítica, superficie lisa. Abertura alargada, casi rectangular en la base de la última cámara, rodeada por un labio. Miller (1983) restringió esta especie al Oligoceno.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a escasa a lo largo de la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense), Zarabanda (Chatense-Aquitaniense) y en el sondeo 1263 (Priaboniense-Rupeliense).

***Uvigerina havanensis* Cushman y Bermúdez 1936**

Lámina 22, figura 8

Sinonimias:

Uvigerina havanensis CUSHMAN y BERMÚDEZ 1936, p. 59, lám. 10, figs. 19-21.

Uvigerina havanensis Cushman y Bermúdez - BOERSMA 1984b, p. 70, lám. 1, figs. 1-5.- BOERSMA 1984a, lám. 6, fig. 9.- VAN MORKHOVEN *et al.* 1986, p. 238, lám. 80, fig. 1.- MILLER y KATZ 1987a, p. 140, lám. 2, fig. 1.- BOLLI *et al.* 1994, p. 354, lám. 81, fig. 20.- KATZ *et al.* 2003, lám. 1, fig. 6.

Diagnosis:

Concha alargada, triseriada, unas dos veces más larga que ancha, con proyecciones de pequeñas espinas en el extremo inicial. Sección transversal redondeada, periferia lobulada. Cámaras distintivas, infladas que aumentan gradualmente conforme se añaden, las últimas tienden a una organización uniseriada. Suturas distintivas, deprimidas. Pared calcítica, perforada. Superficie con numerosas costillas longitudinales, prominentes y agudas, independientes de las cámaras adyacentes. Abertura terminal, redondeada al final de un cuello corto, rodeada por un labio. Las costillas continúan de forma girada en el cuello hasta la abertura.

Esta especie se caracteriza por la continuación de las costillas hasta la abertura, girándose desde el cuello hasta la abertura.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatiente); es muy escasa en la parte inferior del Rupeliense (Biozona *P. barbadoensis*) de la sección de Noroña; es muy escasa en la sección de Zarabanda, únicamente aparece en la muestra (Zar-116-36).

***Uvigerina hispida* Schwager 1866**

Lámina 21, figura 9

Sinonimias:

Uvigerina hispida SCHWAGER 1866, p. 249, lám. 7, fig. 95.

Uvigerina hispida Schwager.- GALLOWAY y MORREY 1929, p. 39, lám. 6, fig. 3.- HAGEMAN 1979, p. 68, lám. 8, figs. 16, 17.- BOERSMA 1984b, p. 74, lám. 1, figs. 1-4.- BOERSMA 1984a, lám. 5, fig. 3.- VAN MORKHOVEN *et al.* 1986, p. 62, lám. 20, figs. 1-4.- KATZ y MILLER 1987, p. 306, lám. 2, fig. 1.- MILLER y KATZ 1987b, p. 289, lám. 2, fig. 4.- MILLER y KATZ 1987a, p. 140, lám. 2, fig. 2.- BOERSMA 1990, lám. 2, fig. 14.- NOMURA 1995, lám. 2, fig. 6.- KUHNT *et al.* 2002, p. 158, lám. 14, figs. 5-8.- HROMIC y ZÚÑIGA 2003, lám. 9, figs. 12-14.- HOLBOURN *et al.* 2005.- ORTIZ y THOMAS 2006, p. 134, lám. 11, fig. 8.

Diagnosis:

Concha alargada, triseriada, unas dos veces más larga que ancha. Periferia lobulada, subcircular en sección transversal. Cámaras distintivas, infladas, con tendencia al estadio biseriado, separada por suturas distintivas. Pared calcítica, ornamentada con numerosas espinas muy cortas y variables en longitud, que llegan a cubrir en algunos casos las suturas. Abertura terminal, redondeada por un labio al final de un cuello, rodeada por un labio hialino.

El labio que rodea al cuello es difícil de ver, las espinas están erosionadas y casi totalmente erosionadas en algunas de las cámaras debido a la conservación del material. En material bien conservado las espinas presentan variabilidad de longitud y pueden llegar a cubrir las suturas. Esta especie se diferencia de *U. auberiana* (d'Orbigny 1839) por presentar las espinas más gruesas.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en el Priaboniense y en la parte inferior del Rupeliense de la sección de Noroña; es muy escasa en la parte inferior del Rupeliense de la sección de Fuente Caldera y en el Priaboniense del sondeo 1263.

***Uvigerina peregrina* Cushman 1923**

Lámina 22, figura 10

Sinonimias:

Uvigerina peregrina CUSHMAN 1923b, p. 166, lám. 42, figs. 7-10.

Uvigerina peregrina Cushman.- HAGEMAN 1979, p. 69, lám. 8, figs. 1-6.- BOERSMA 1984b, lám. 7, fig. 6.- WHITTAKER 1988, p. 69, lám. 8, figs. 1-6.- BOLTOVSKOY y TOTAH 1987, lám. 1, fig. 17.- BOLTOVSKOY *et al.* 1982, lám. 3, figs. 23, 24.- VAN MARLE 1989, lám. 2, figs. 6 y 7; lám. 3, fig. 14.- HAYWARD *et al.* 2002, lám. 1, figs. 20,21.- MURRAY 2003, p. 26, fig. 10.6.- DUCHEMIN *et al.* 2005, lám. 2, fig. 21.- MORIGI *et al.* 2005, lám. 3, fig. 21.- VAN HINSBERGEN 2005, lám. 1, fig. 11.- ABU-ZIED 2008, lám. 2, figs. 19, 20.- PASCUAL *et al.* 2008, lám. 1, figs. 1, 2.

Diagnosis:

Concha alargada, triseriada, unas dos veces más larga que ancha. Periferia lobulada, subcircular en sección transversal. Cámaras distintivas, infladas, con tendencia al estadio biseriado, separadas por suturas deprimidas. Pared calcítica, ornamentada con altas, agudas y delgadas costillas, las cuales son interrumpidas por las suturas. Abertura terminal, redondeada por un labio al final de un cuello, rodeada por un labio hialino.

U. peregrina es difícil de identificar debido a la gran variabilidad de sus costillas (Bandy, 1960; Lamb y Miller, 1984; Boersma, 1984b). Aunque se caracteriza por presentar las costillas muy marcadas; altas, agudas y delgadas.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es común a muy escasa en el Priaboniense y en la parte inferior de del Rupeliense de la sección de Noroña; y es muy escasa en el Priaboniense del sondeo 1263.

***Uvigerina rippensis* Cole 1927**

Lámina 22, figura 11

Sinonimias:

Uvigerina rippensis COLE 1927, p. 11, lám. 2, fig. 16.

Uvigerina rippensis Cole.- TJALSMA y LOHMANN 1983, p. 38, lám. 14, figs. 6, 7.- BOERSMA 1984, p. 137, lám. 1, figs. 1-4: lám. 3, figs. 1-6.- MATHELIN y SZTRÁKOS 1993, p. 79, lám. 34, fig. 14.- BIGNOT 1998, p. 436, lám. 2, figs. 7, 8.- ORTIZ y THOMAS 2006, p. 136, lám. 11, figs. 12-14.

Diagnosis:

Concha alargada, fusiforme, mayor anchura en la base de la última vuelta de espira, casi a mitad de la longitud de la concha. Periferia ligeramente lobulada. Cámaras triseriadas, infladas y redondeadas, que se añaden con un ángulo de orientación de 45° desde el eje de enrollamiento (eje central de la concha), separadas por suturas deprimidas. Pared calcítica, finamente perforada, ornamentada con costillas longitudinales, distintivas, con gran variabilidad en altura y crenulación. Abertura redondeada, al final de un cuello corto cilíndrico, con un labio.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa en la sección de Noroña (Priaboniense-Rupeliense), desapareciendo en la parte inferior de la Biozona *G. sellii* (Rupeliense); y es muy escasa a lo largo de la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense).

***Vulvulina spinosa* Cushman 1927**

Lámina 22, figuras 12-13

Sinonimias:

Vulvulina spinosa CUSHMAN 1927a, p. 111, lám. 23, fig. 1.

Vulvulina spinosa Cushman.- BECKMANN 1953, lám. 17, figs. 6, 7.- TJALSMA y LOHMANN 1983, p. 38, lám. 10, figs. 1-5.- BOERSMA 1984a, lám. 2, fig. 4.- THOMAS 1985, p. 679, lám. 1, fig. 9.- MILLER y KATZ 1987a, p. 140, lám. 1, fig. 2.- BOERSMA 1990, lám. 2, fig. 2.- MÜLLER-MERZ *et al.* 1991, p. 153, lám. 1, fig.5.- BOLLI *et al.* 1994, p. 325, lám. 87, fig. 3.- NOMURA 1995, lám. 3, fig. 19.- HOULBOURN *et al.* 2005.- TAKATA y NOMURA 2005, lám. 1, fig. 2.- MOLINA *et al.* 2006,

lám.1, fig. 24.

Diagnosis:

Concha alargada. Estadio inicial planiespiralado en la generación microscópica, seguido de uno biseriado y finalmente uniseriado. Periferia aguda. Cámaras bajas y anchas muy curvadas hacia la periferia, con proyecciones espinosas a cada lado de las cámaras. Suturas deprimidas y curvas. Pared aglutinada, superficie grosera. Abertura primaria en forma de arco interiomarginal ancho y bajo, en el estadio uniseriado la abertura es un corte estrecho y alargado terminal.

En la Institución Smithsonian se examinaron el holotipo (CC 901) y varios paratipos (CC 902, 903) de *V. spinosa*. El holotipo coincide ampliamente con nuestros ejemplares. *Vulvulina jarvisi* se diferencia de *V. spinosa*, en que presenta el estadio biseriado con los lados paralelos, mientras que en *V. spinosa* es convexo.

Distribución estratigráfica y frecuencia:

Esta especie es muy escasa a lo largo de la sección de Fuente Caldera (Rupeliense-Chatense), Zarabanda (Chatense-Aquitaniense), Noroña (Priaboniense-Rupeliense) y en el sondeo 1263 (Priaboniense), donde desaparece en el límite de las Biozonas E15 y E16 (Priaboniense).

Láminas

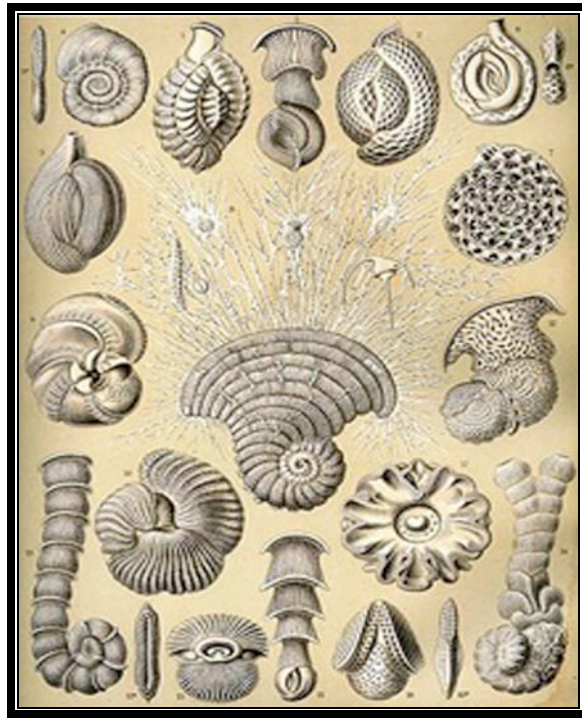


Lámina 1

1. *Alabamina weddellensis* (Earland) 1936

1a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-9H1 (mcd 80,89); 1b. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-9H1; 1c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-9H1

2. *Alabamina wilcoxensis* Toulmin 1941

2a. Vista ventral, muestra FC-03-46; 2b. Vista lateral, muestra FC-03-46; 2c. Vista dorsal, muestra FC-03-46

3-4. *Ammodiscus cretaceus* (Reuss) 1845

3. Vista lateral, muestra FC-03-08

4. Vista lateral, muestra FC-03-18

5-6. *Angulogerina angulosa* (Williamson) 1858

5a. Vista lateral, muestra FC-03-18; 5b. Vista cara apertural, muestra FC-03-18

6a. Vista lateral, muestra FC-03-56 ; 6b. Vista cara apertural, muestra FC-03-56

7. *Anomalinoides alazanensis* (Nuttall) 1932

7a. Vista ventral, muestra FC-03-46; 7b. Vista lateral, muestra FC-03-46; 7c. Vista dorsal, muestra FC-03-46

8. *Anomalinoides pompilioides* Galloway y Heminway 1941

8a. Vista ventral, muestra FC-03-08; 8b. Vista lateral, muestra FC-03-08; 8c. Vista dorsal, muestra FC-03-08

9. *Anomalinoides semicribratus* (Beckmann) 1954

9a. Vista ventral, muestra FC-03-08; 9b. Vista lateral, muestra FC-03-08; 9c. Vista dorsal, muestra FC-03-08

Lámina 1

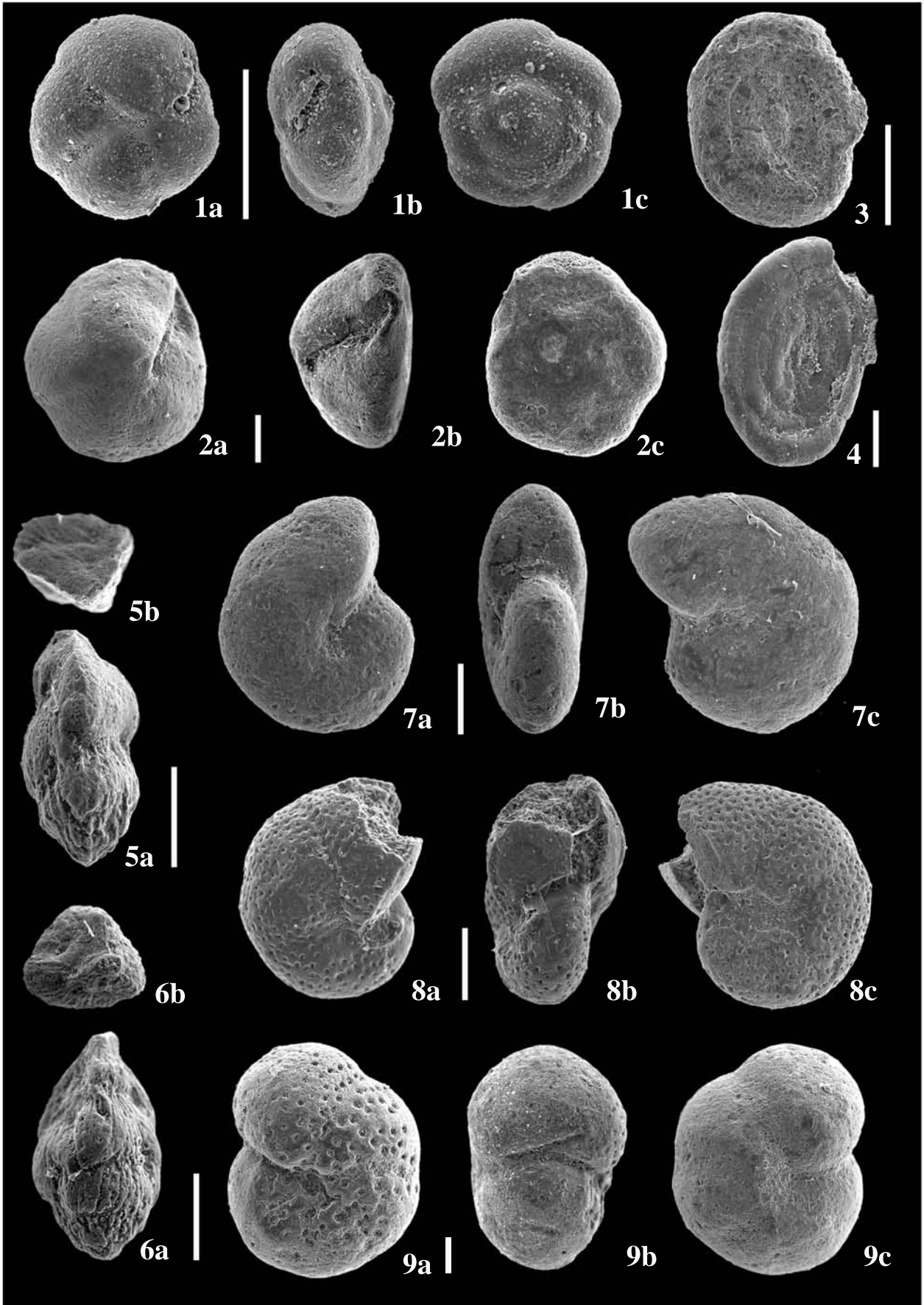


Lámina 2

1-2. *Angulogerina muralis* (Terquem) 1882

1. Vista lateral, muestra Nor-10
2. Vista lateral, muestra Nor-15

3. *Anomalinoidea spissiformis* (Cushman y Stainforth) 1945

- 3a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-10H2 (mcd 91,91); 3b. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-10H2; 3c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-10H2

4-5. *Arenobulimina truncata* (Reuss) 1845

4. Vista lateral, muestra FC-03-08
5. Vista lateral, muestra FC-03-08

6.- *Asterigerina campanella* (Gümbel) 1868

- 6a. Vista ventral, muestra FC-03-34; 6b. Vista lateral, muestra FC-03-34; 6c. Vista dorsal, muestra FC-03-34

7. *Asterigerinoides subacutus* (Cushman) 1922

- 7a. Vista ventral, muestra FC-03-64; 7b. Vista lateral, muestra FC-03-64; 7c. Vista dorsal, muestra FC-03-64

8-9. *Astrononion novozealandicum* Cushman y Edwards 1937

- 8a. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-9H2 (mcd 82,39); 8b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-9H2
- 9a. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-9H5 (mcd 86,89); 9b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-9H5

10. *Bolivina antiqua* d'Orbigny 1846

- 10 a. Vista frontal, muestra FC-03-64; 10b. Vista cara apertural, muestra FC-03-64

11. *Bolivinoidea byramensis* (Cushman) 1923

- 11 a. Vista frontal, muestra FC-03-08; 11b. Vista cara apertural, muestra FC-03-08

12. *Bolivina huneri* Howe 1939

- 12 a. Vista frontal, muestra Sondeo 1263-9H2 (mcd 82,39); 12b. Vista cara apertural, muestra Sondeo 1263-9H2

Lámina 2

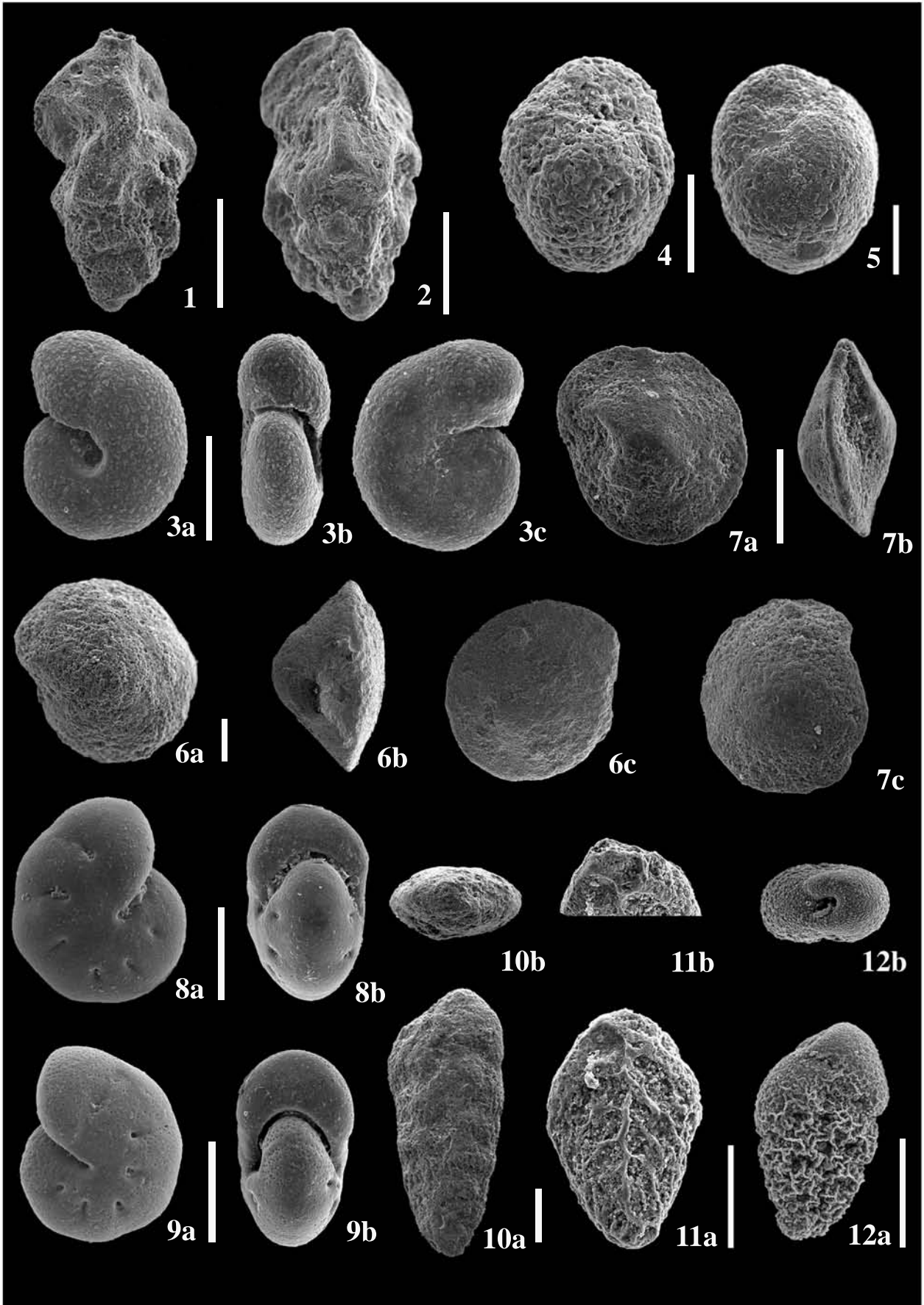


Lámina 3

1-2. *Bolivina mississippiensis* Cushman 1922

1a. Vista frontal, muestra FC-03-08; 1b. Vista cara apertural, muestra FC-03-08

2a. Vista frontal, muestra FC-03-34; 2b. Vista cara apertural, muestra FC-03-34

3-4. *Bolivina plicatella* Cushman 1930

3a. Vista frontal, muestra Za-116-4; 3b. Vista cara apertural, muestra Za-116-41

4. Vista frontal, muestra Za-116-26

5. *Bolivina reticulata* Hantken 1875

5. Vista frontal, muestra FC-03-08

6. *Bolivinoidea albatrossi* (Cushman) 1922

6a. Vista frontal, muestra Nor-9; 6b. Vista cara apertural, muestra Nor-9

7-8. *Bolivinoidea crenulata* (Cushman) 1936

7a. Vista frontal, muestra FC-03-64; 7b. Vista cara apertural, muestra FC-03-64

8a. Vista frontal, muestra Za-116-14; 8b. Vista cara apertural, muestra Za-116-14

9. *Bolivinoidea sphaatulata* (Williamson) 1858

9a. Vista frontal, muestra Nor-9; 9b. Vista lateral, muestra Nor-9; 9c. Vista cara apertural, muestra Nor-9.

10. *Brizalina alazanensis* (Cushman) 1926

10a. Vista frontal, muestra FC-03-172; 10b. Vista frontal, muestra FC-03-172; 10c. Vista cara apertural, muestra FC-03-172

Lámina 3

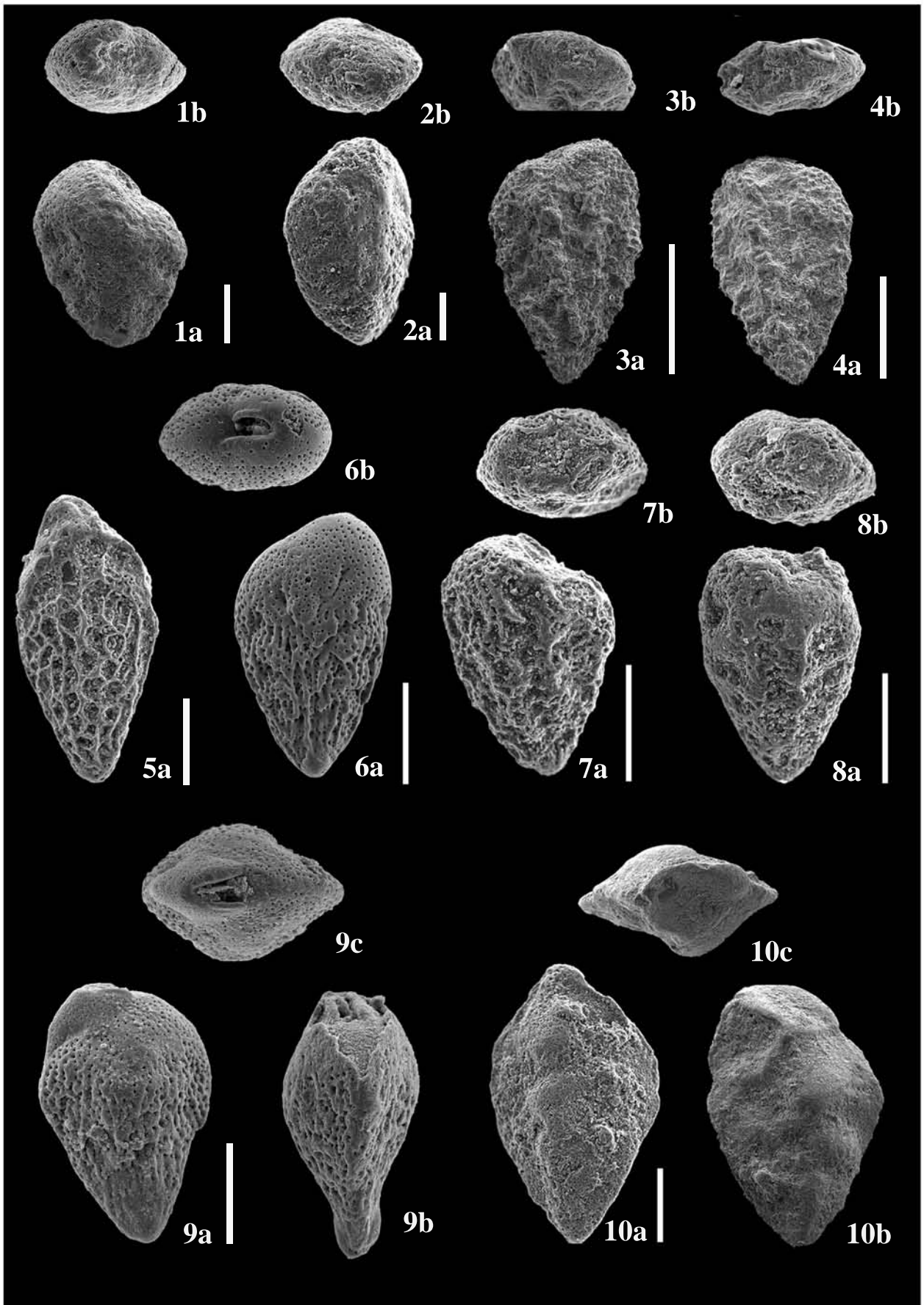


Lámina 4

1-2. *Brizalina carinata* (Terquem) 1882

1a. Vista frontal, muestra FC-03-08; 1b. Vista cara apertural, muestra FC-03-08

2. Vista frontal, muestra FC-03-18

3. *Brizalina alata* (Seguenza) 1862

3. Vista frontal, muestra Nor-10

4. *Brizalina tectiformis* (Cushman) 1926

4a. Vista frontal, muestra FC-03-18; 4b. Vista vista frontal, muestra FC-03-18

5. *Brizalina striata* (Hussey) 1949

5. Vista frontal, muestra Nor-27

6-7. *Bulimina alazanensis* Cushman 1927

6. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-9H1 (mcd 80,89)

7. Vista lateral, muestra Za-116-36

8-9. *Bulimina elongata* d'Orbigny 1826

8. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-9H1 (mcd 80,89)

9. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-10H6 (mcd 97,91)

10. *Bulimina glomarchallengeri* Tjalsma y Lohmann 1983

10. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-9H5 (mcd 86,89)

11-12. *Bulimina macilenta* (Cushman y Parker) 1939

11. Vista lateral, muestra FC-03-08

12. Vista lateral, muestra FC-03-228

13. *Bulimina microcostata* Cushman y Parker 1936

13. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-9H1 (mcd 80,89)

Lámina 4

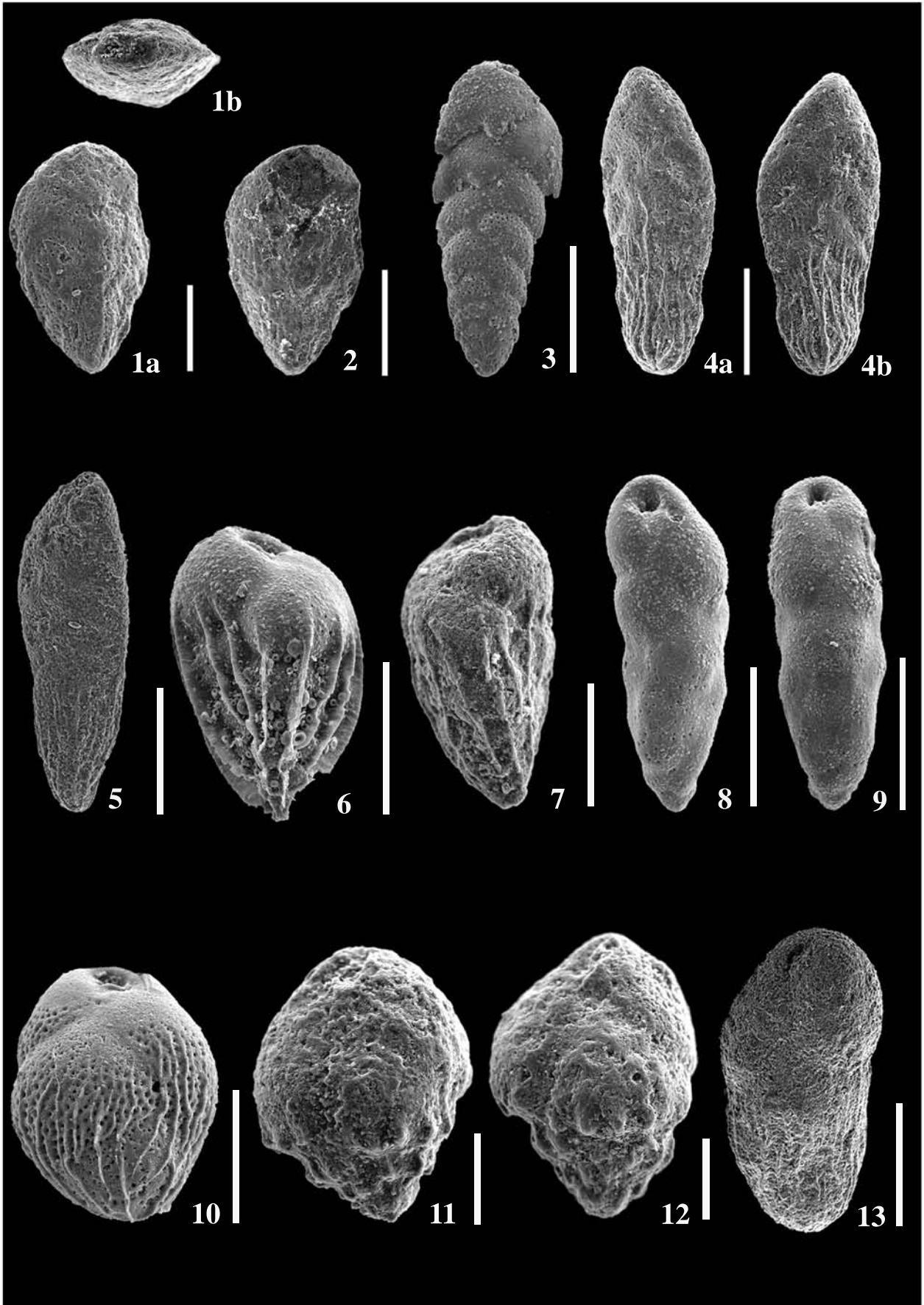


Lámina 5

1-2. *Bulimina semicostata* Nuttall 1930

1. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-10H2 (mcd 91,91)
2. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-11H1 (mcd 101,29)

3. *Bulimina simplex* Terquem 1882

3. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-10H1 (mcd 90,41)

4-5. *Bulimina trinitatensis* Cushman y Jarvis 1928

4. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-11H2 (mcd 102,79)
5. Vista lateral, muestra FC-03-108

6-7. *Buliminella grata* Parker y Bermúdez 1937

- 6a. Vista lateral, muestra FC-03-08; 6b. Vista cara apertural, muestra FC-03-08
7. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-9H1 (mcd 80,89)

8. *Buliminella turbinata* (Terquem) 1882

8. Vista apertural, muestra FC-03-34; 8a. Vista dorsal, muestra FC-03-34

9. *Buliminella kugleri* (Cushman y Renz) 1942

9. Vista lateral, muestra FC-03-08

10-11. *Cassidulina crassa* d'Orbigny 1839

- 10a. Vista apertural, muestra Sondeo 1263-9H3 (mcd 83,89); 10b. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-9H3
- 11a. Vista apertural, muestra Sondeo 1263-9H4 (mcd 85,39); 11b. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-9H4

12-13. *Cassidulina havanensis* Cushman y Bermúdez 1936

- 12a. Vista apertural, muestra FC-03-18; 12b. Vista lateral, muestra FC-03-18
- 13a. Vista apertural, muestra Za-116-8; 13b. Vista lateral, muestra Za-116-8

Lámina 5

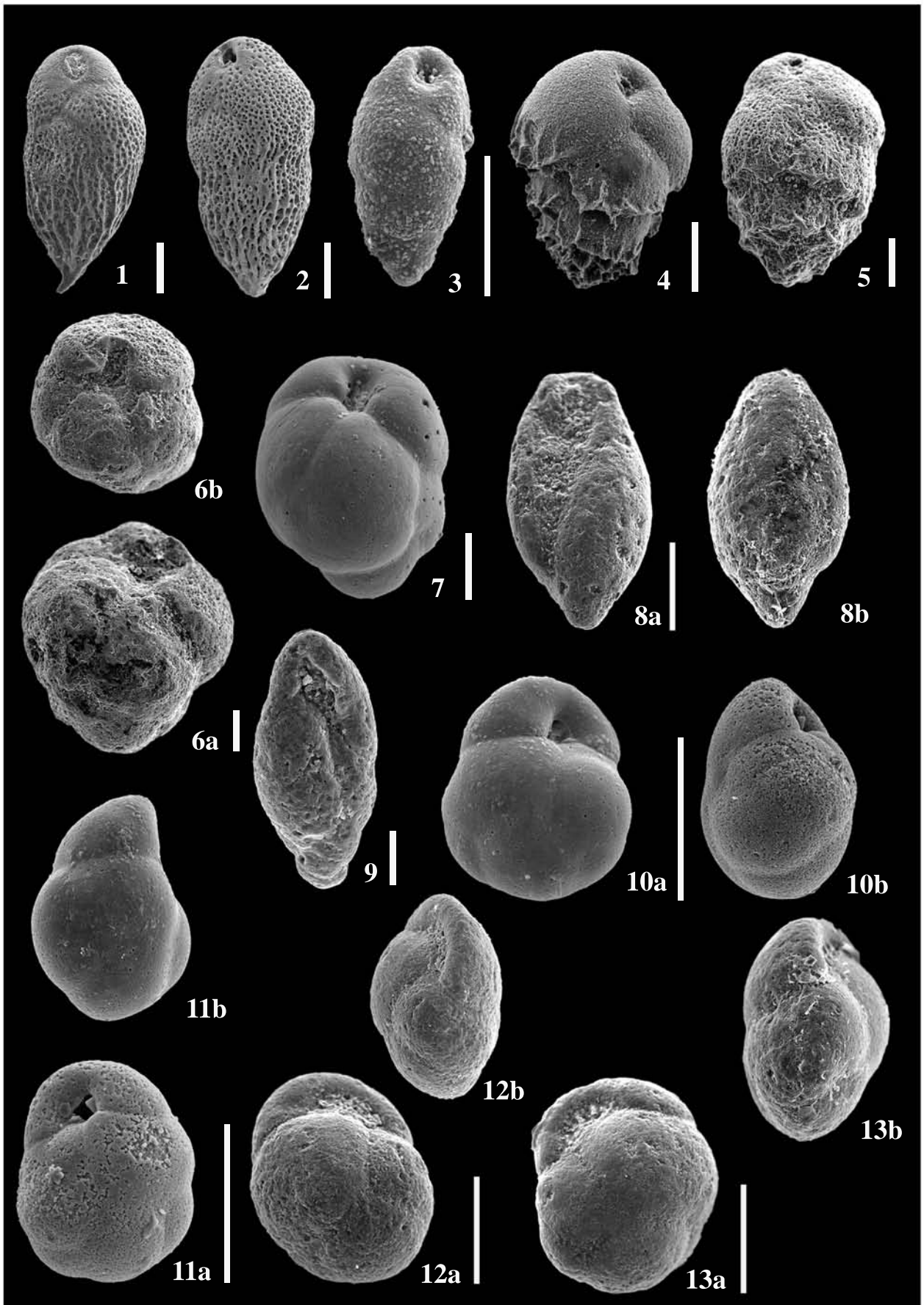


Lámina 6

1. *Cassidulina laevigata* d'Orbigny 1826

1a. Vista apertural, muestra Nor-15; 1b. Vista lateral, muestra Nor15

2. *Chilostomella oolina* Schwager 1878

2. Vista apertural, muestra FC-03-172

3. *Cibicides carinatus* (Terquem) 1882

3a. Vista ventral, muestra FC-03-08; 3b. Vista periférica, muestra FC-03-08; 3c. Vista dorsal, muestra FC-03-08

4-5. *Cibicides laurisaе* Mallory 1959

4a. Vista ventral, muestra FC-03-34; 4b. Vista periférica, muestra FC-03-34; 4c. Vista dorsal, muestra FC-03-34

5a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-9H1 (mcd 80,89); 5b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-9H1; 5c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-9H1

6-8. *Cibicides lobatulus* (Walker y Jacob) 1798

6a. Vista ventral, muestra FC-03-71; 6b. Vista periférica, muestra FC-03-71; 6c. Vista dorsal, muestra FC-03-71

7a. Vista ventral, muestra FC-03-18; 7b. Vista periférica, muestra FC-03-18; 7c. Vista dorsal, muestra FC-03-18

8a. Vista ventral, muestra Za-116-14; 8b. Vista periférica, muestra Za-116-14; 8c. Vista dorsal, muestra Za-116-14

9. *Cibicides refulgens* Montfort 1808

9a. Vista ventral, muestra FC-03-212; 9b. Vista periférica, muestra FC-03-212; 9c. Vista dorsal, muestra FC-03-212

Lámina 6

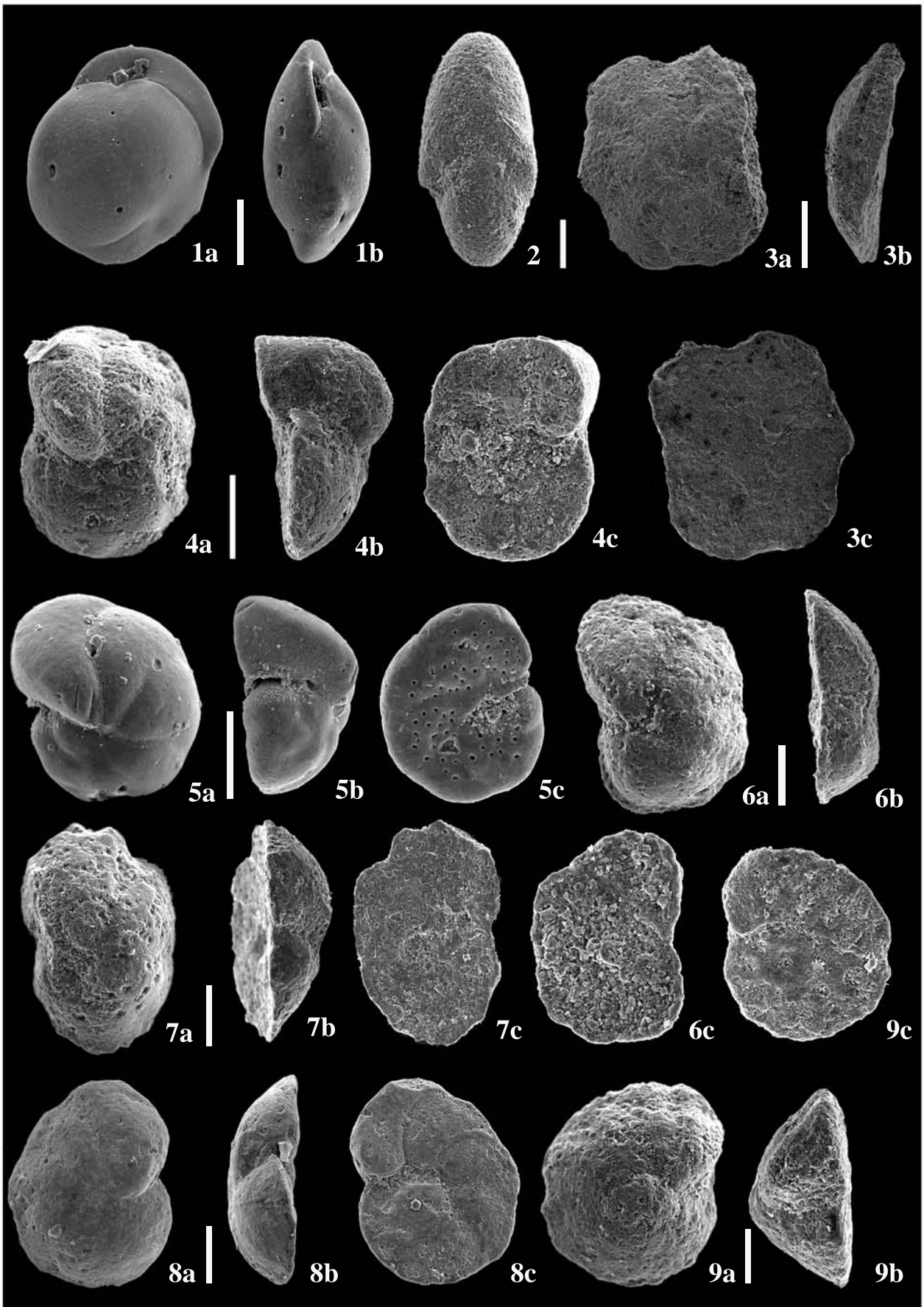


Lámina 7

1. *Cibicides refulgens* Montfort 1808

1a. Vista ventral, muestra FC-03-283; 1b. Vista periférica, muestra FC-03-283; 1c. Vista dorsal, muestra FC-03-283

2-3. *Cibicides westi* HOWE 1939

2a. Vista ventral, muestra FC-03-34; 3b. Vista periférica, muestra FC-03-34; 3c. Vista dorsal, muestra FC-03-34

3a. Vista ventral, muestra Za-116-14; 2b. Vista periférica, muestra Za-116-14 ; 2c. Vista dorsal, muestra Za-116-14

4. *Cibicidoides bradyi* (Trauth) 1918

4a. Vista ventral, muestra Nor-13; 4b. Vista periférica, muestra Nor-13; 4c. Vista dorsal, muestra Nor-13

5. *Cibicidoides eoceanus* (Gümbel) 1868

5a. Vista ventral, muestra FC-03-46; 5b. Vista periférica, muestra FC-03-46; 5c. Vista dorsal, muestra FC-03-46

6. *Cibicidoides grimsdalei* (Nuttall) 1930

6a. Vista ventral, muestra FC-03-08; 6b. Vista periférica, muestra FC-03-08; 6c. Vista dorsal, muestra FC-03-08

7. *Cibicidoides lamontdohertyi* Miller y Katz 1987

7a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-9H2 (mcd 82,39); 7b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-9H2; 7c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-9H2

Lámina 7

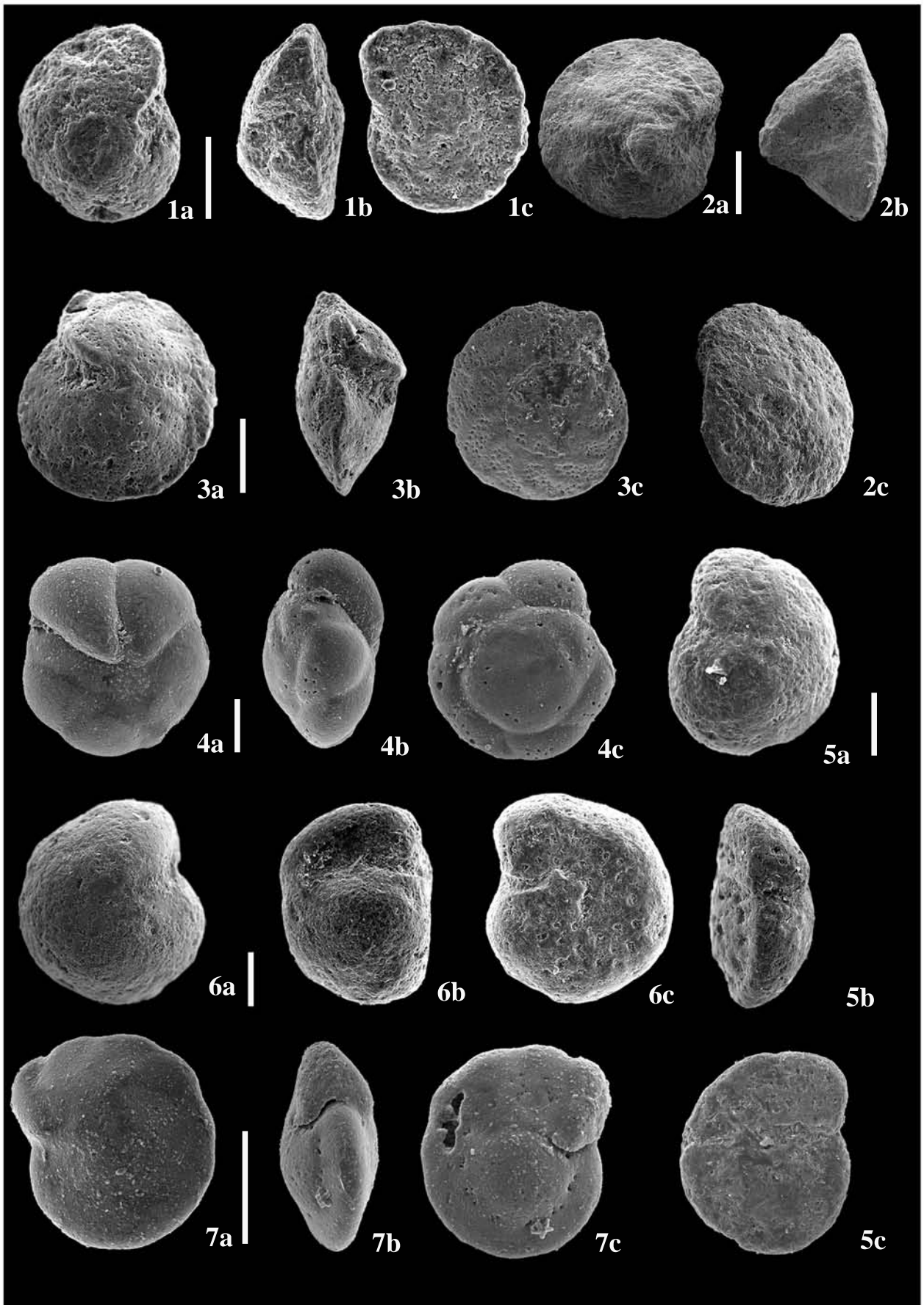


Lámina 8

1. *Cibicidoides lamontdohertyi* Miller y Katz 1987

1a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-9H7 (mcd 89,39); 1b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-9H7; 1c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-9H7

2-3. *Cibicidoides micrus* (Bermúdez) 1949

2a. Vista ventral, muestra Nor-12; 2b. Vista periférica, muestra Nor-12; 2c. Vista dorsal, muestra Nor-12

3a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-10H6 (mcd 97,91); 3b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-10H6; 3c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-10H6

4-6. *Cibicidoides mundulus* (Brady, Parker y Jones) 1888

4a. Vista ventral, muestra FC-03-18; 4b. Vista periférica, muestra FC-03-18; 4c. Vista dorsal, muestra FC-03-18

5a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-9H2 (mcd 82,39); 5b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-9H2; 5c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-9H2

6a. Vista ventral, muestra Zar-116-63; 6b. Vista periférica, muestra Zar-116-63; 6c. Vista dorsal, muestra Zar-116-63

7. *Cibicidoides eocaenus* (Gümbel) 1868

7a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-9HCC (mcd 90,00); 7b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-9HCC; 7c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-9HCC

Lámina 8

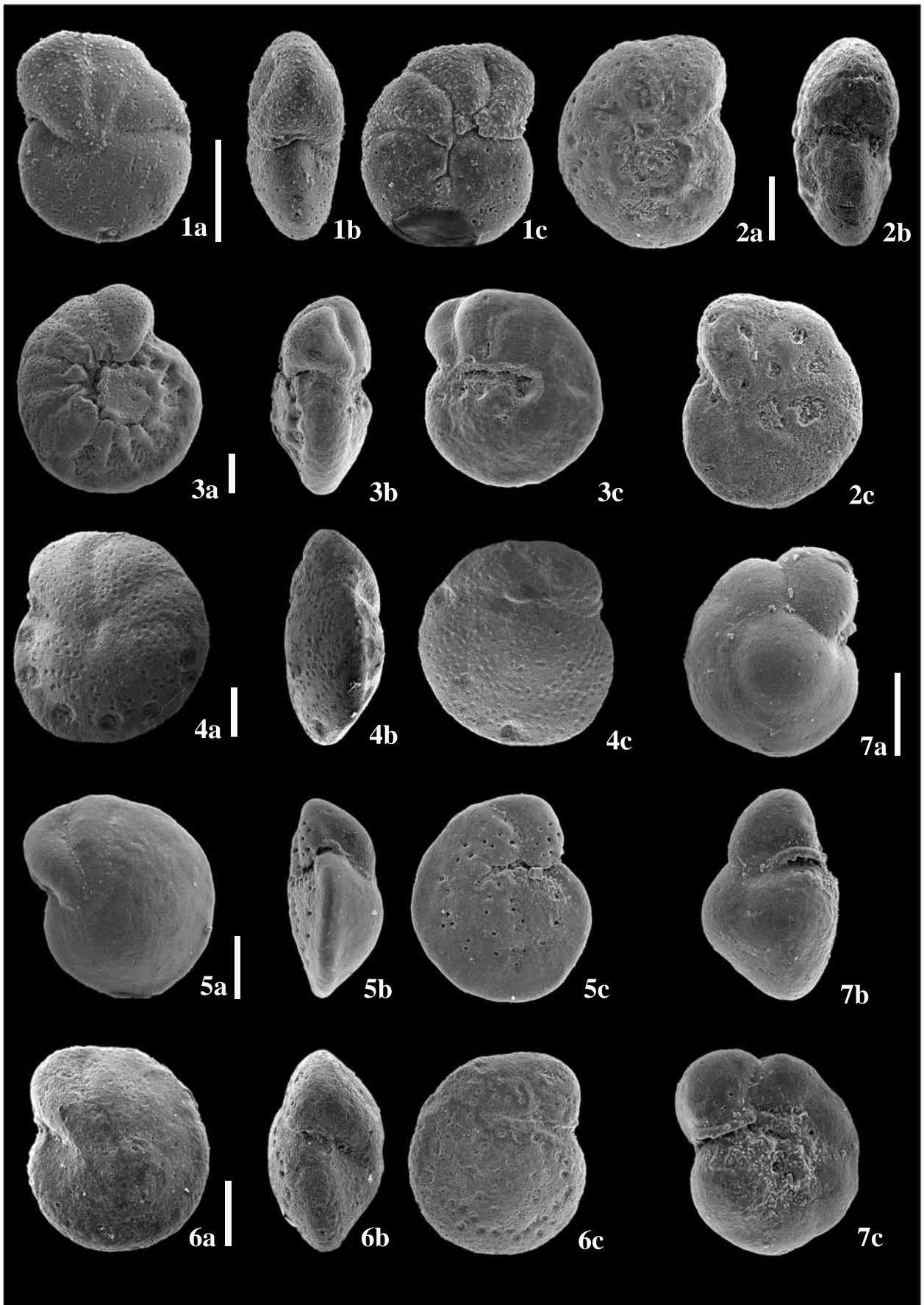


Lámina 9

1. *Cibicidoides eocaenus* (Gümbel) 1868

1a. Vista ventral, muestra Za-116-26; 1b. Vista periférica, muestra Za-116-26; 1c. Vista dorsal, muestra Za-116-26

2. *Cibicidoides robertsonianus* (Brady) 1881

2a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-9H5 (mcd 86,89); 2b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-9H5; 2c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-9H5

3-4. *Cibicidoides ungerianus* (Cushman) 1846

3a. Vista ventral, muestra FC-03-283; 3b. Vista periférica, muestra FC-03-283; 3c. Vista dorsal, muestra FC-03-283

4a. Vista ventral, muestra Nor-14; 4b. Vista periférica, muestra Nor-14; 4c. Vista dorsal, muestra Nor-14

5. *Dorothia crassa* (Marsson) 1878

5. Vista lateral, muestra FC-03-08

6. *Eggerella bradyi* (Cushman) 1911

6a. Vista ventral, muestra FC; 6b. Vista lateral, muestra FC; 6c. Vista dorsal, muestra FC

7. *Elphidium advenum* (Cushman) 1922

7a. Vista lateral, muestra FC-03-60; 7b. Vista cara apertural, muestra FC-03-60

8. *Elphidium ancestrum* Le Calvez 1950

8a. Vista lateral, muestra FC-03-78; 8b. Vista cara apertural, muestra FC-03-78

Lámina 9

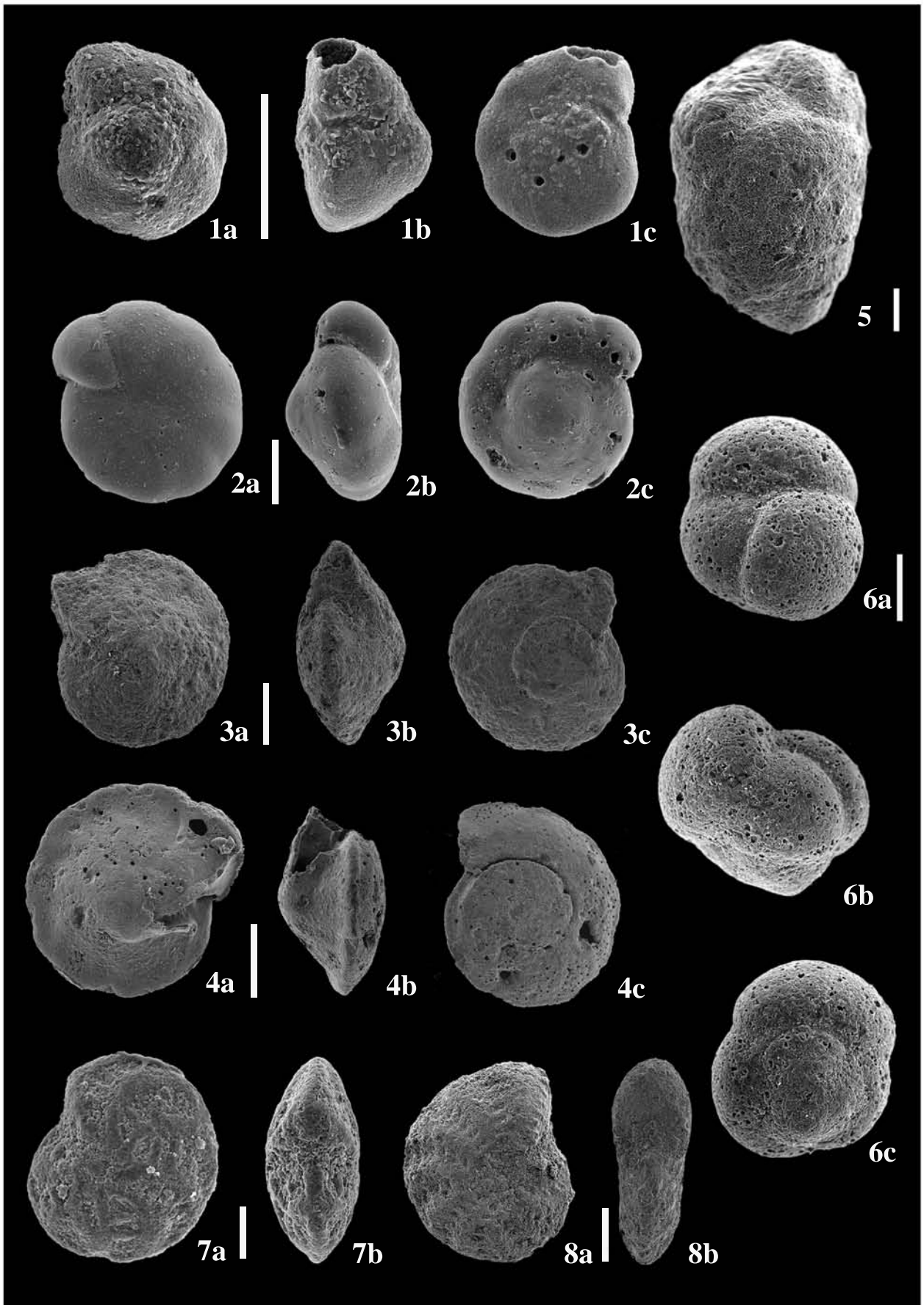


Lámina 10

1. *Chrysalogonium dickersoni* Cushman y Bermudez 1936

1. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-10HCC (mcd 99,97)

2-3. *Elphidium crispum* (Linnaeus) 1758

3a. Vista lateral, muestra FC-03-64; 3b. Vista cara apertural, muestra FC-03-64

4. *Elphidium incertum* (Williamson) 1858

4a. Vista lateral, muestra FC-03-139; 4b. Vista cara apertural, muestra FC-03-139

5. *Elphidium macellum* (Fichtel y Moll) 1798

5a. Vista lateral, muestra FC-03-34; 5b. Vista cara apertural, muestra FC-03-34

6. *Elphidium* sp. A

6a. Vista lateral, muestra FC-03-116; 6b. Vista cara apertural, muestra FC-03-116

7-8. *Epistominella exigua* (Brady) 1884

7a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-10HCC (mcd 99,97); 7b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-10HCC; 7c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-10HCC

8a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-10H1 (mcd 90,41); 8b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-10H1; 8c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-10H1

9. *Epistominella vitrea* Parker 1953

9a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-10H1 (mcd 90,41); 9b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-10H1 (mcd 90,41); 9c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-10H1(mcd 90,41)

Lámina 10

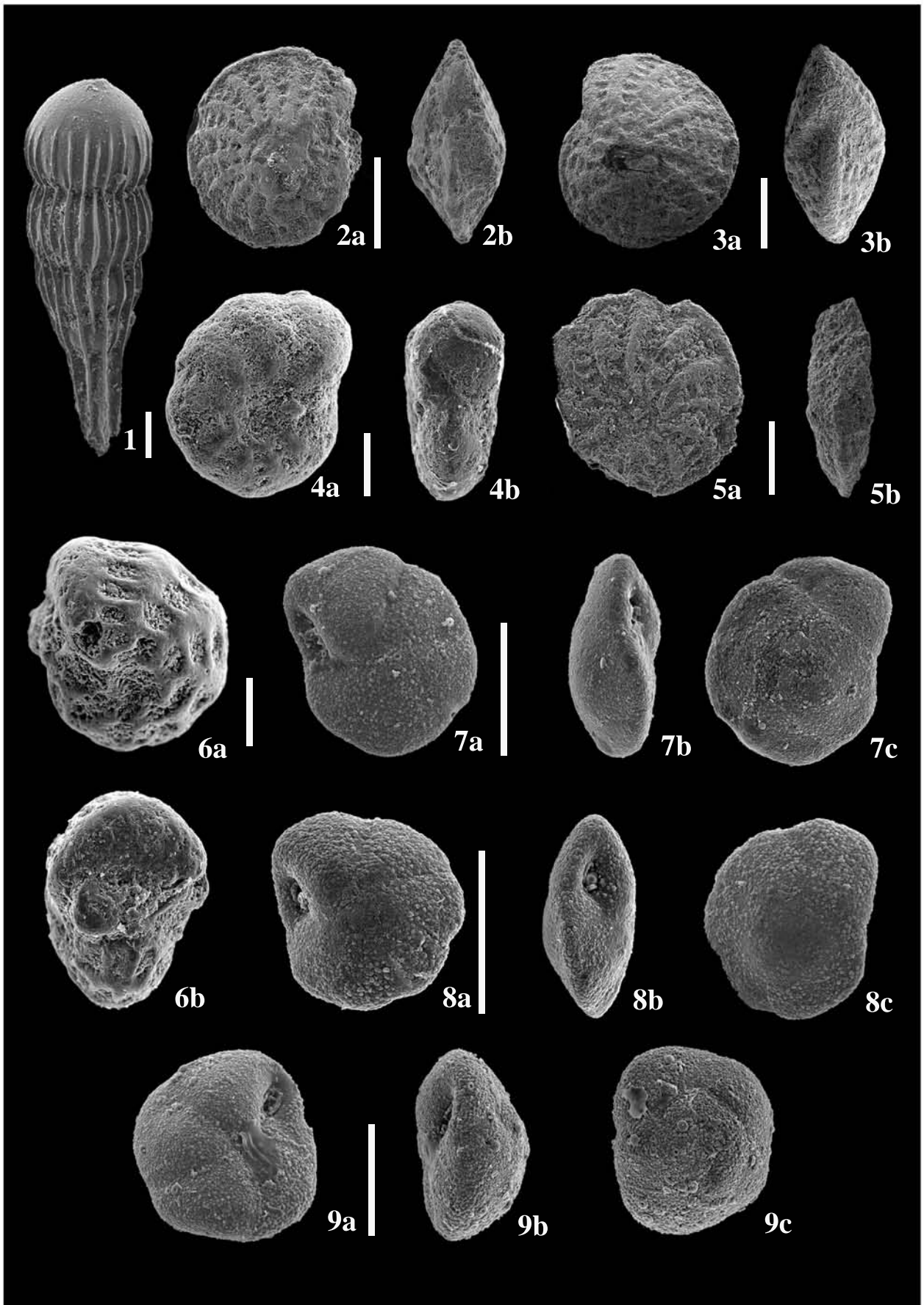


Lámina 11

1. *Epistominella vitrea* Parker 1953

1a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-10H6 (mcd 97,91); 1b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-10H6; 1c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-10H6

2-3. *Evolcassidulina bradyi* (Norman) 1881

2a. Vista cara apertural, muestra FC-03-228; 2b. Vista lateral, muestra FC-03-228

3. Vista cara apertural, muestra Sondeo 1263-11H3 (104,44)

4-5. *Globocassidulina subglobosa* (Brady) 1881

4a. Vista cara apertural, muestra Sondeo 1263-9H1 (mcd 80,89); 4b. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-9H1

5a. Vista cara apertural, muestra FC-03-271; 5b. Vista lateral, muestra FC-03-271

6-7. *Gyroidinoides depressus* (Alth) 1850

6a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-9H2 (mcd 82,39); 6b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-9H2; 6c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-9H2

7a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-11HCC (mcd 109,79); 7b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-11HCC; 7c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-11HCC

8. *Gyroidinoides girardanus* (Reuss) 1851

8a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-9H5 (mcd 86,89); 8b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-9H5; 8c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-9H5

Lámina 11

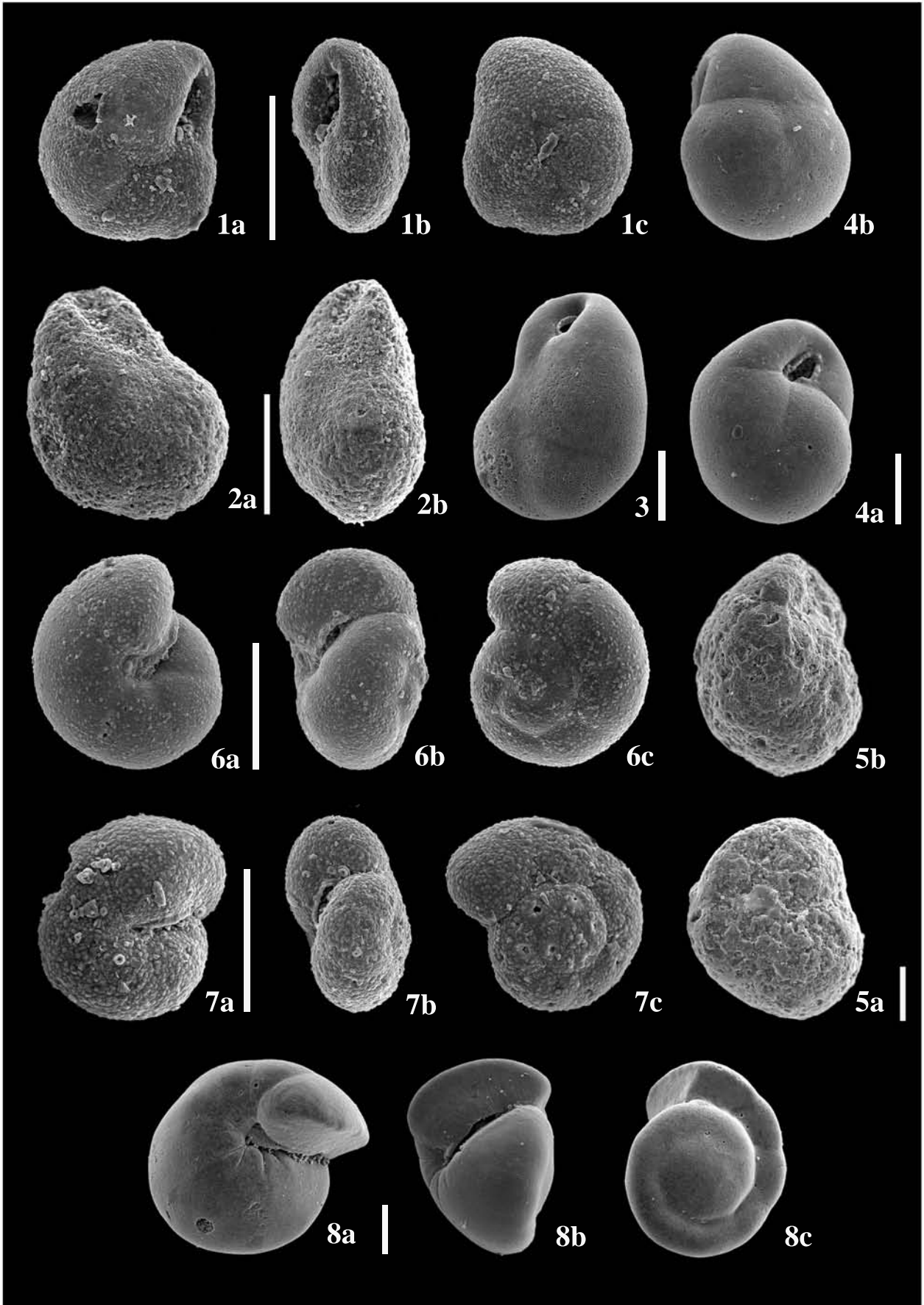


Lámina 12

1. *Gyroidinoides girardanus* (Reuss) 1851

1a. Vista ventral, muestra FC-03-108; 1b. Vista periférica, muestra FC-03-108; 1c. Vista dorsal, muestra FC-03-108

2-3. *Gyroidinoides mediceus* (Emiliani) 1954

2a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-9H2 (mcd 82,39); 2b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-9H2; 2c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-9H2

3a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-10H1 (mcd 90,41); 3b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-10H1; 3c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-10H1

4-5. *Gyroidinoides planulatus* (Cushman y Renz) 1941

4a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-9H1 (mcd 80,89); 4b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-9H1; 4c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-9H1

5a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-9H3 (mcd 83,89); 5b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-9H3; 5c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-9H3

6. *Gyroidinoides soldanii* (d'Orbigny) 1826

6a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-9H1 (mcd 80,89); 6b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-9H1; 6c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-9H1

7. *Heronallenia lingulata* (Burrows y Holland) 1895

7a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-10H6 (mcd 97,91); 7b. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-10H6

Lámina 12

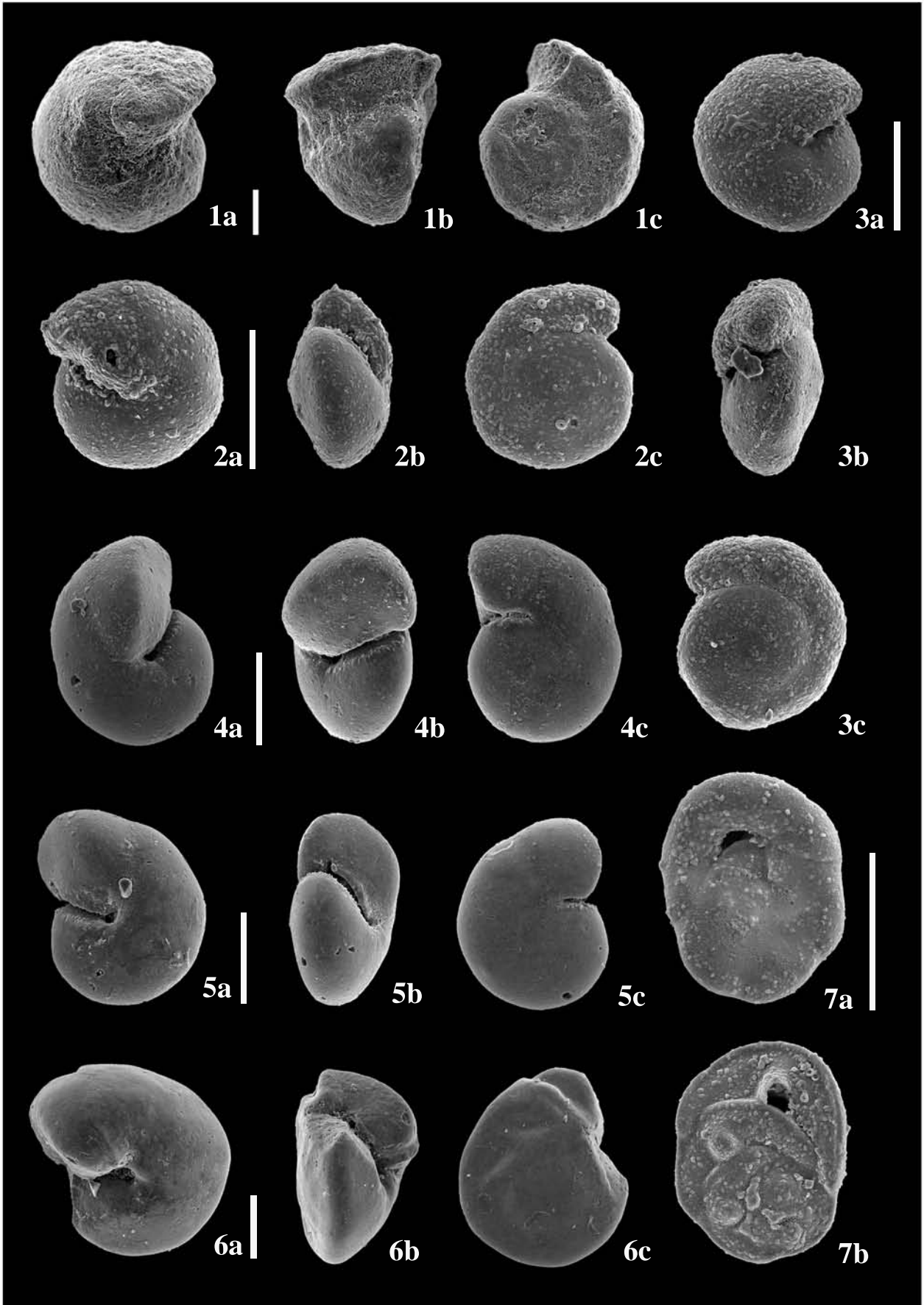


Lámina 13

1-2. *Hanzawaia ammophila* (Gümbel) 1868

1a. Vista ventral, muestra FC-03-327; 1b. Vista periférica, muestra FC-03-327; 1c. Vista dorsal, muestra FC-03-327

2a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-10H7 (mcd 97,91); 2b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-10H7; 2c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-10H7

3. *Hyalinea balthica* (Schröter) 1783

3a. Vista ventral, muestra Nor-27; 1b. Vista lateral, muestra Nor-27

4-5. *Karrieriella bradyi* (Cushman) 1911

4a. Vista lateral, muestra FC-03-228; 4b. Vista apertural, muestra FC-03-228

5a. Vista lateral, muestra Nor-27; 5b. Vista apertural, muestra Nor-27

6. *Karrieriella cylindrica* Finlay 1940

6a. Vista lateral, muestra FC-03-08; 6b. Vista apertural, muestra FC-03-08

7. *Laevidentalina communis* (d'Orbigny) 1826

7a. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-4H5 (mcd 92,82); 7b. Vista apertural, muestra Sondeo 1263-4H5

8. *Favulina hexagona* (Williamson) 1848

8a. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-11HCC (mcd 109,79); 8b. Vista apertural, muestra Sondeo 1263-11HCC

Lámina 13

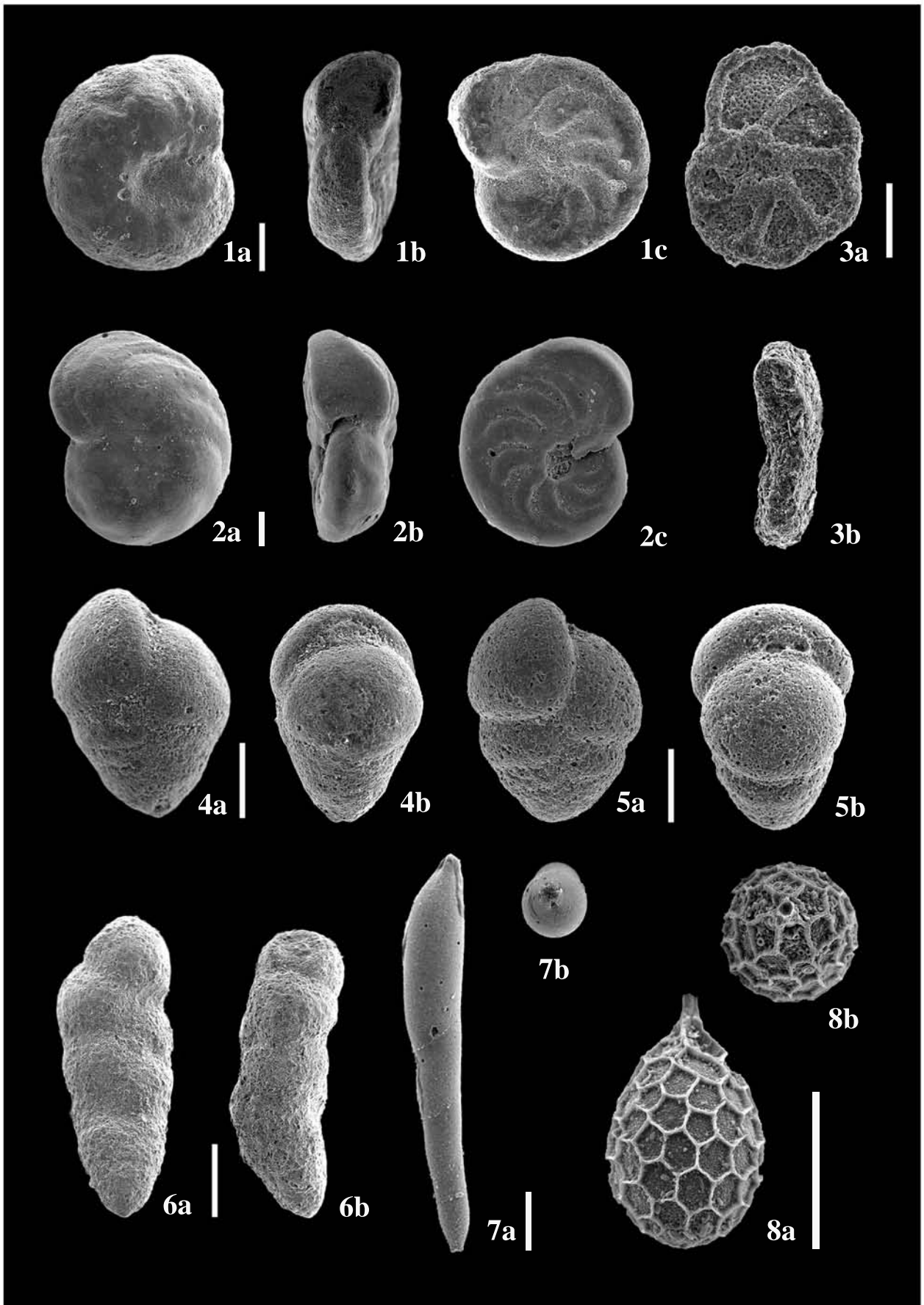


Lámina 14

1. *Lagena striata* d'Orbigny 1884

1a. Vista lateral, muestra FC-03-08; 1b. Vista apertural, muestra FC-03-08

2. *Melonis barleeianum* (Williamson) 1858

2a. Vista lateral, muestra FC-03-71; 2b. Vista apertural, muestra FC-03-71

3. *Miliolinella subrotunda* (Montagu) 1803

3a. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-9H1 (mcd 80,89); 3b. Vista apertural, muestra Sondeo 1263-9H1

4. *Neoconorbina terquemi* (Rzehak) 1888

4a. Vista ventral, muestra Za-116-11; 4b. Vista periférica, muestra Za-116-11; 4c. Vista dorsal, muestra Za-116-11

5. *Neoconorbina* sp.A

5a. Vista ventral, muestra Nor-23; 5b. Vista periférica, muestra Nor-23; 5c. Vista dorsal, muestra Nor-23

6. *Nodobolivinella jhingrani* (Kalia) 1978

1a. Vista lateral, muestra Za-116-11; 1b. Vista apertural, muestra Za-116-11

7-8. *Nonion havanense* Cushman y Bermúdez 1937

7a. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-9H2 (mcd 82,89); 7b. Vista cara apertural, muestra Sondeo 1263-9H2

8a. Vista lateral, muestra FC-03-18; 8b. Vista cara apertural, muestra FC-03-18

Lámina 14

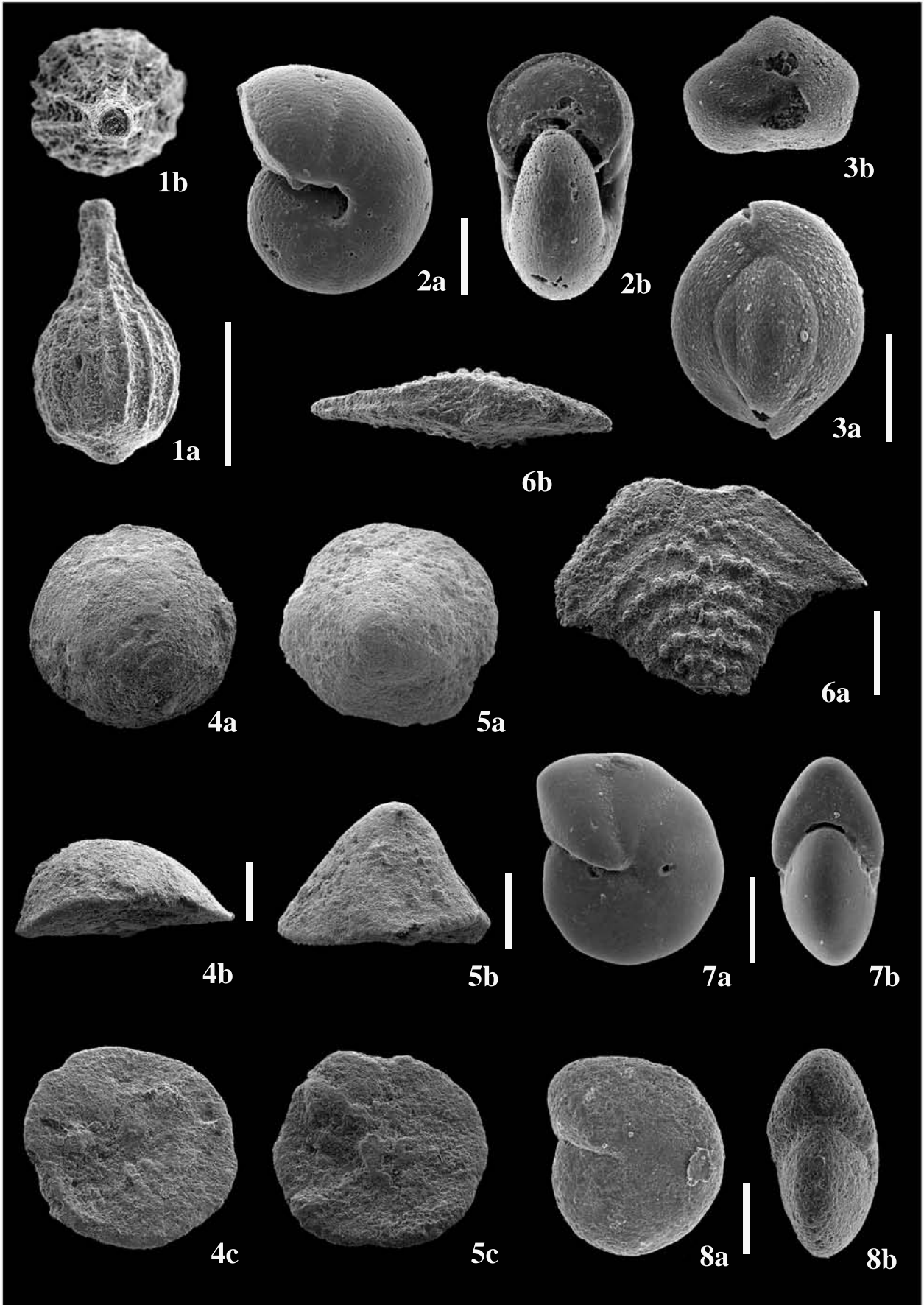


Lámina 15

1-2. *Nonionella commune* (d'Orbigny) 1846

1a. Vista ventral, muestra FC-03-127; 1b. Vista periférica, muestra FC-03-127

2a. Vista ventral, muestra Za-116-26; 2b. Vista periférica, muestra Za-116-26 ; 2c. Vista dorsal, muestra Za-116-26

3. *Nonionoides grateloupi* d'Orbigny 1839

3a. Vista ventral, muestra FC-03-18; 3b. Vista periférica, muestra FC-03-18; 3c. Vista dorsal, muestra FC-03-18

4. *Nonionella robusta* Plumier 1931

4a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-10H2 (mcd 91,91); 4b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-10H2; 4c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-10H2

5. *Nothia* sp. A

5. Vista lateral, muestra FC-03-08

6. *Nuttallides truempyi* (Nuttall) 1930

6a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-11H5 (mcd 107,29); 6b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-11H5; 6c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-11H5

7. *Nuttallides umbonifera* (Cushman) 1933

7a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-11H2 (mcd 102,79); 7b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-11H2; 7c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-11H2

Lámina 15

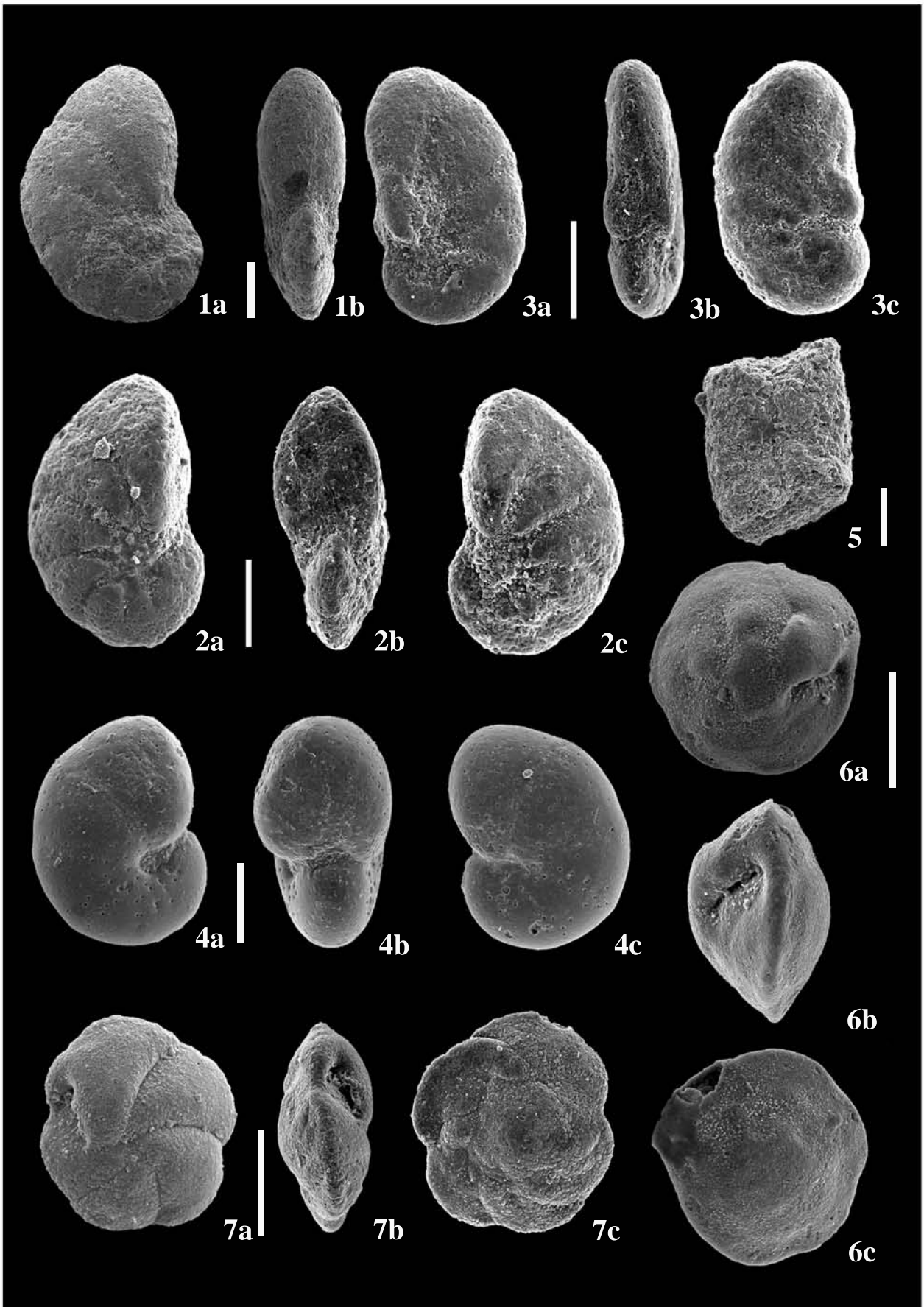


Lámina 16

1. *Nuttallides umbonifera* (Cushman) 1933

1a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-11H5 (mcd 107,29); 1b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-11H5; 1c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-11H5

2-3. *Oridorsalis plummerae* (Cushman) 1948

2a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-11H5 (mcd 107,29); 2b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-11H5; 2c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-11H5

3a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-11H2 (mcd 102,79); 3b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-11H2; 3c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-11H2

4-5. *Oridorsalis umbonatus* (Reuss) 1851

4a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-11H5 (mcd 107,29); 4b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-11H5; 4c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-11H5

5a. Vista ventral, muestra FC-03-08; 5b. Vista periférica, muestra FC-03-08; 5c. Vista dorsal, muestra FC-03-08

6-7. *Osangularia culter* (Parker y Jones) 1865

6a. Vista ventral, muestra FC-03-08; 6b. Vista periférica, muestra FC-03-08; 6c. Vista dorsal, muestra FC-03-08

7a. Vista ventral, muestra Sondeo 1263-10H5 (mcd 96,41); 7b. Vista periférica, muestra Sondeo 1263-10H5; 7c. Vista dorsal, muestra Sondeo 1263-10H5

Lámina 16

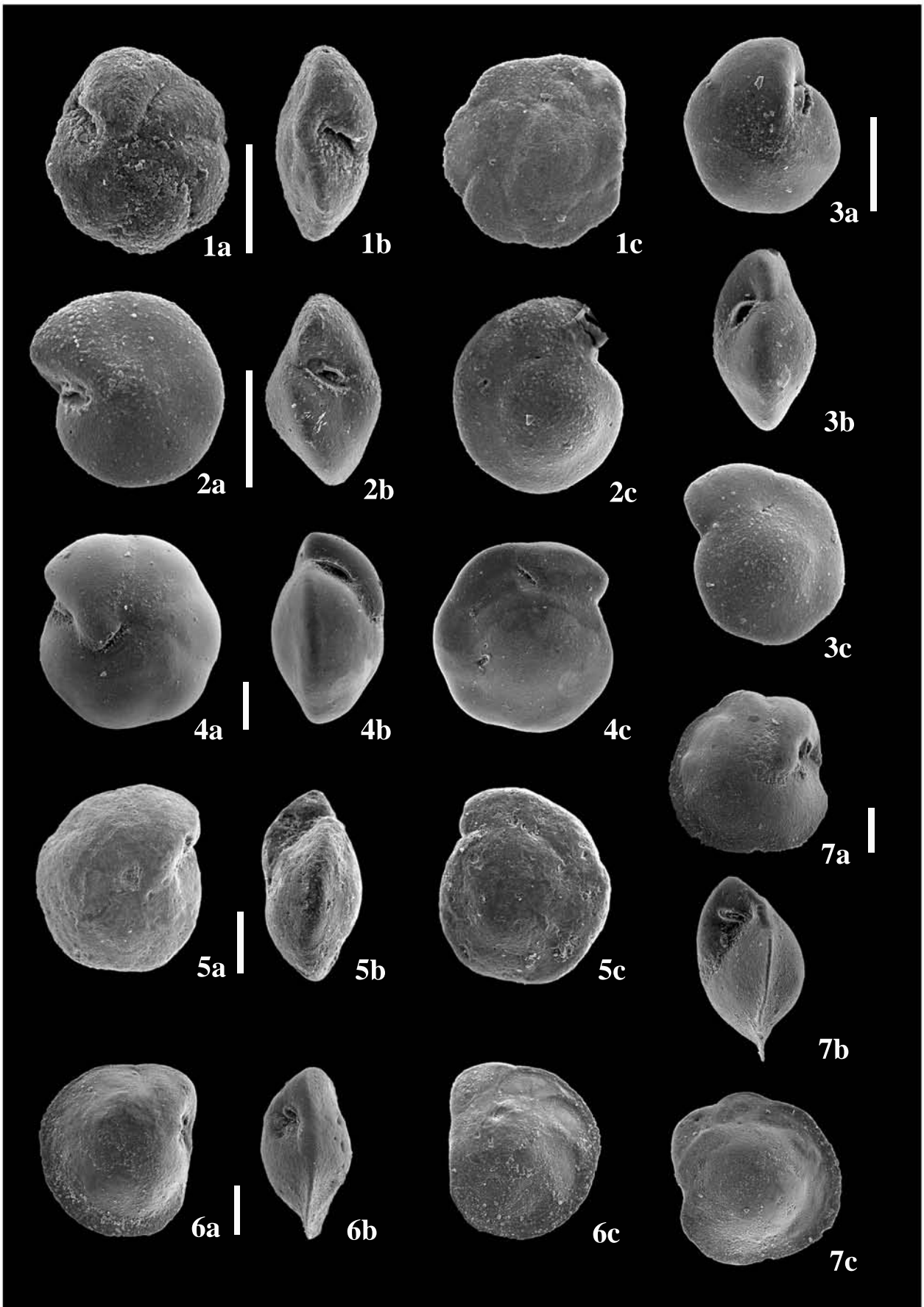


Lámina 17

1. *Pararotalia audouini* (d'Orbigny) 1850

1a. Vista ventral, muestra FC-03-34; 1b. Vista periférica, muestra FC-03-34; 1c. Vista dorsal, muestra FC-03-34

2. *Planulina renzi* Cushman y Stainforth 1945

2a. Vista ventral, muestra FC-03-34; 2b. Vista periférica, muestra FC-03-34; 2c. Vista dorsal, muestra FC-03-34

3. *Plectofrondicularia paucicostata* Cushman y Jarvis 1929

3. Vista frontal, muestra Sondeo 1263-11H3 (mcd 104,44).

4-5. *Pleurostomella acuminata* Cushman 1922

4. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-11H2 (mcd 102,79)

5. Vista cara apertural, muestra Sondeo 1263-10HCC (mcd 99,97)

6-7. *Pleurostomella acuta* Hantken 1875

6. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-11H3 (mcd 104,44)

7. Vista cara apertural, muestra Site 1263-11H1 (mcd 101,29)

8. *Pleurostomella alternans* Schwager 1866

8. Vista lateral, muestra FC-03-108

9. *Pleurostomella bolivinoides* Schubert 1911

9a. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-10H7 (mcd 99,41); 9b. Vista cara apertural, muestra Sondeo 1263-10H7

10. *Pleurostomella brevis* Schwager 1866

10a. Vista lateral, muestra FC-03-108; 10b. Vista cara apertural, muestra FC-03-108

Lámina 17

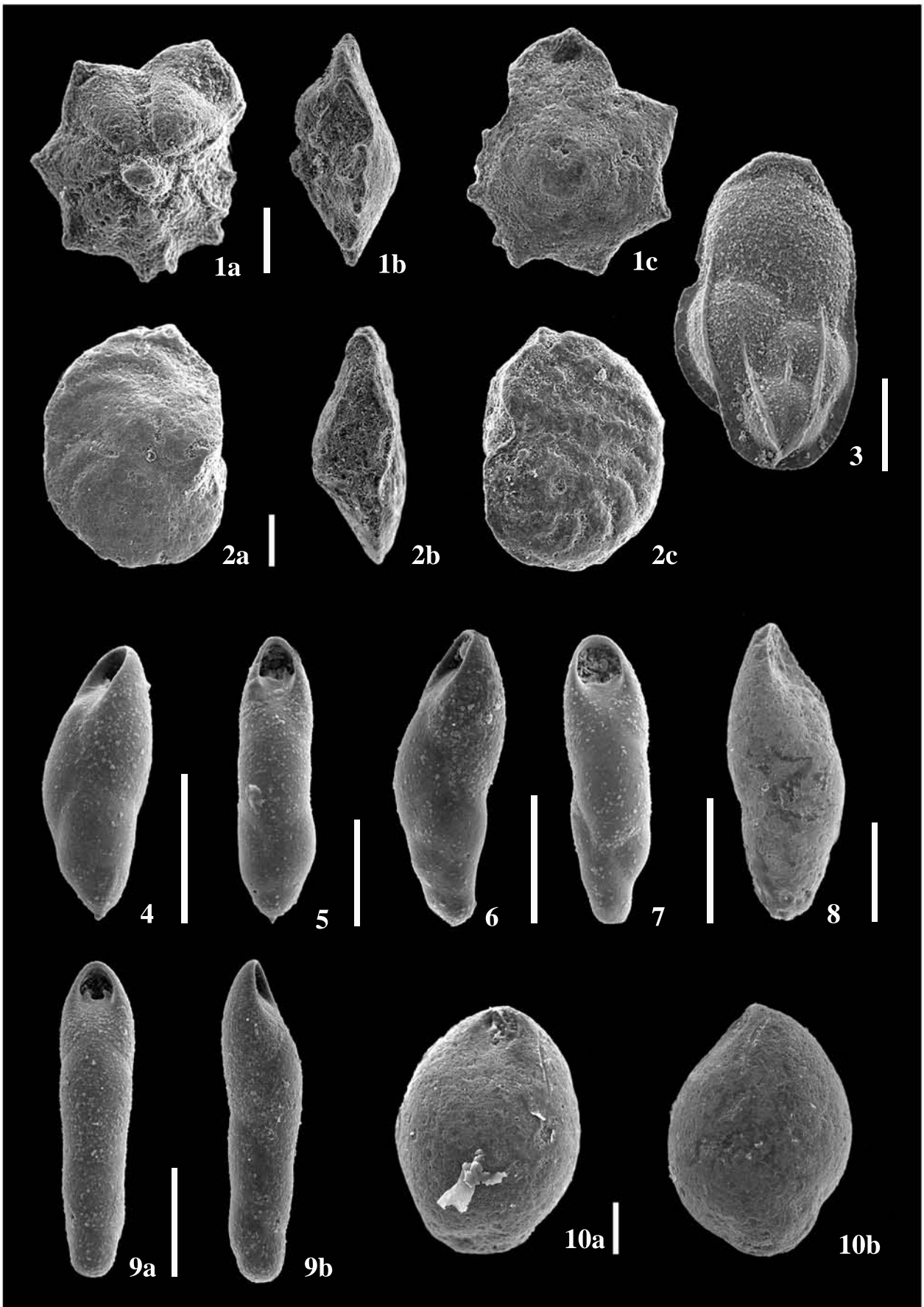


Lámina 18

1-2. *Pleurostomella subnodosa* Reuss 1860

1. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-9H1 (mcd 80,89)
2. Vista cara apertural, muestra Sondeo 1263-4H5 (mcd 92,82)

3-4. *Pseudoclavulina trinitatensis* Cushman y Renz 1948

- 3a. Vista lateral, muestra FC-03-18; 3b. Vista cara apertural, muestra FC-03-18
4. Vista lateral, muestra FC-03-08.

5. *Protoelphidium laeve* (d'Orbigny) 1955

- 5a. Vista lateral, muestra FC-03-34; 5b. Vista cara apertural, muestra FC-03-34

6. *Pullenia bulloides* (d'Orbigny) 1846

- 6a. Vista lateral, muestra FC-03-271; 6b. Vista cara apertural, muestra FC-03-271

7-8. *Pullenia quinqueloba* (Reuss) 1851

- 7a. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-10H2 (mcd 91,91); 7b. Vista cara apertural, muestra Sondeo 1263-10H2
- 8a. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-11H3 (mcd 104,44); 8b. Vista cara apertural, muestra Sondeo 1263-11H3

9-10. *Pullenia salisburyi* Stewart y Stewart 1930

- 9a. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-11H1 (mcd 101,29); 9b. Vista cara apertural, muestra Sondeo 1263-11H1
- 10a. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-9H3 (mcd 83,89); 10b. Vista cara apertural, muestra Sondeo 1263-9H3

Lámina 18

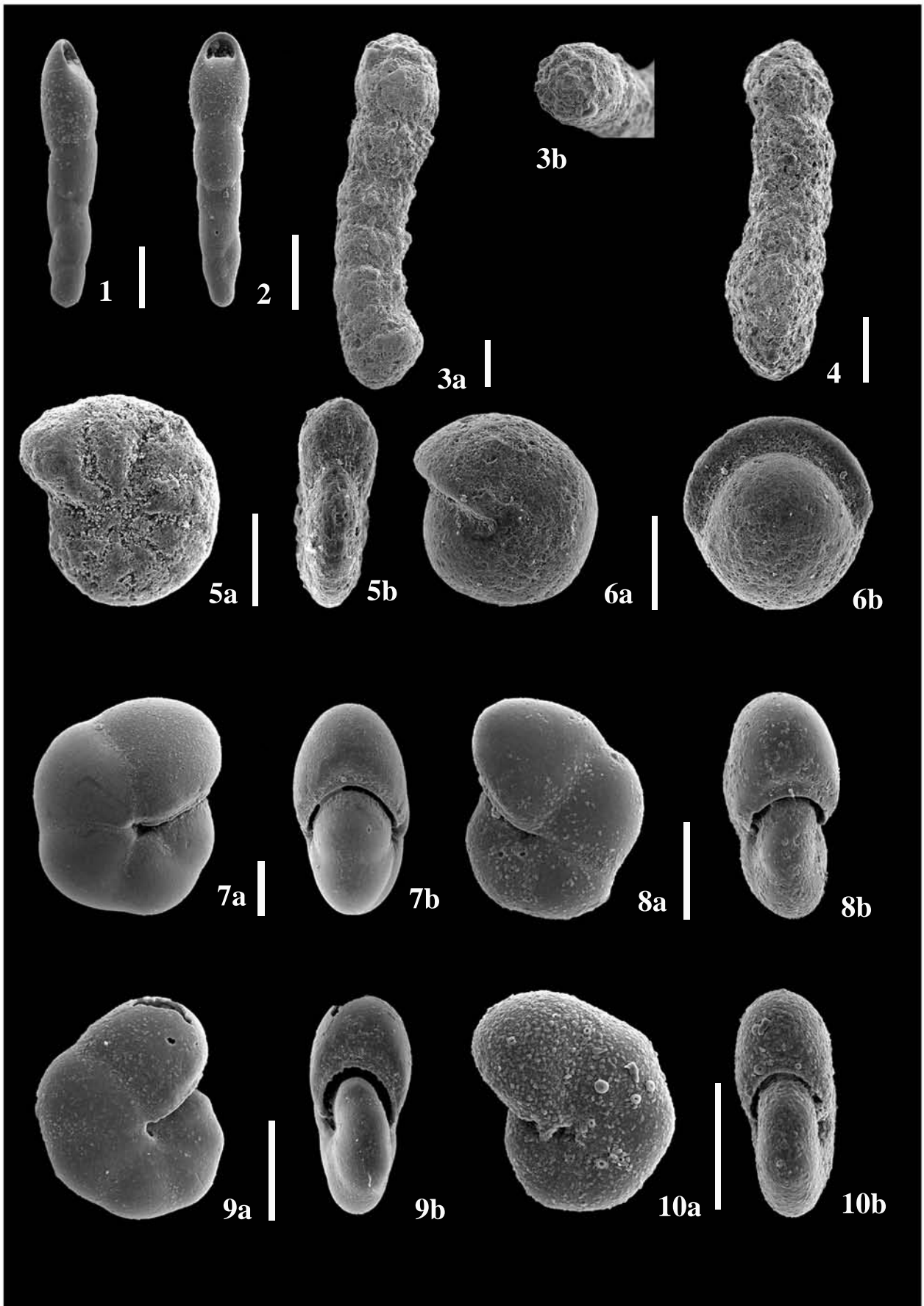


Lámina 19

1-2. *Pullenia subcarinata* (d'Orbigny) 1839

1a. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-10H3 (mcd 93,41); 1b. Vista apertural, Sondeo 1263-10H3

2a. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-10HCC (mcd 99,97); 2b. Vista apertural, Sondeo 1263-10HCC

3-4. *Rectobolivina costifera* (Cushman) 1936

3a. Vista dorsal, muestra Za-116-16; 3b. Vista apertural, muestra Za-116-16

4a. Vista dorsal, muestra Za-116-74; 4b. Vista apertural, muestra Za-116-74; 4c. Vista lateral, muestra Za-116-74

5-6. *Repmanina charoides* (Jones y Parker) 1860

5a. Vista ventral, muestra FC-03-08; 5b. Vista periférica, muestra FC-03-08; 5c. Vista dorsal, muestra FC-03-08

6a. Vista ventral, muestra Za-116-63; 6b. Vista periférica, muestra Za-116-63; 6c. Vista dorsal, muestra Za-116-63

7-8. *Reticulophragmium* aff. *amplectens* (Grzybowski)

7a. Vista lateral, muestra Za-116-16; 7b. Vista apertural, muestra Za-116-16

8a. Vista lateral, muestra FC-03-08; 8b. Vista apertural, muestra FC-03-08

9. *Reticulophragmium jarvisi* (Thalman) 1932

9a. Vista lateral, muestra FC-03-08; 9b. Vista periférica, muestra FC-03-08; 9c. Vista lateral, muestra FC-03-08

10-11. *Reusella oligocenica* Cushman y Todd 1946

10a. Vista lateral, muestra FC-03-127; 10b. Vista cara apertural, muestra FC-03-127

11a. Vista lateral, muestra Za-116-16; 11b. Vista cara apertural, muestra Za-116-16

Lámina 19

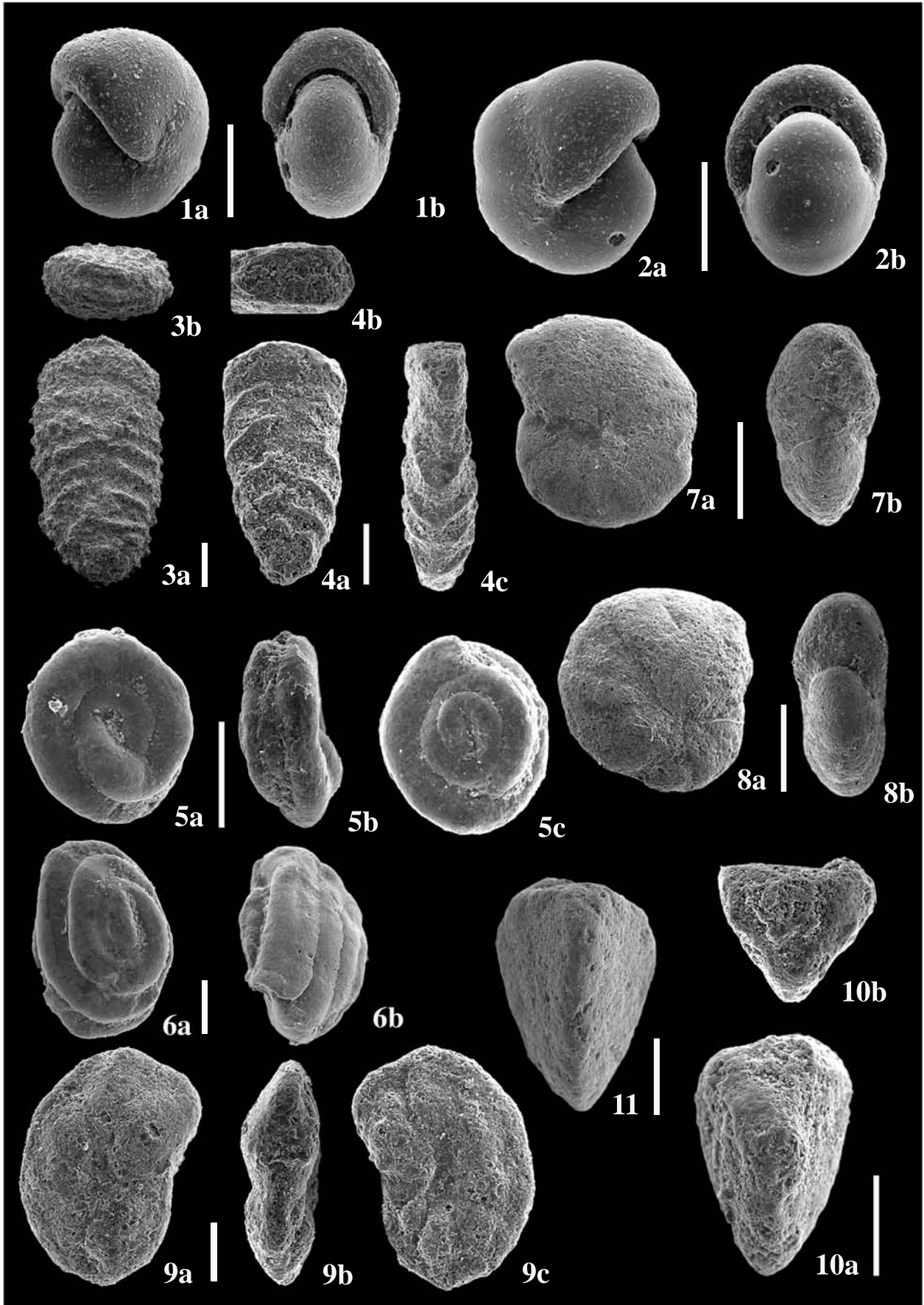


Lámina 20

1-2. *Reussella spinulosa* (Reuss) 1850

1a. Vista lateral, muestra Nor-10; 1b. Vista cara apertural, muestra Nor-10

2a. Vista lateral, muestra FC-03-34; 2b. Vista cara apertural, muestra FC-03-34

3. *Rhabdammina cylindrica* Glaessner 1937

3. Vista lateral, muestra FC-03-34

4-5. *Rosalina globularis* d'Orbigny 1826

4a. Vista ventral, muestra Nor-15; 4b. Vista periférica, muestra Nor-15; 4c. Vista dorsal, muestra Nor-15

5a. Vista ventral, muestra FC-03-176; 5b. Vista periférica, muestra FC-03-176; 5c. Vista dorsal, muestra FC-03-176

6-7. *Seabrookia rugosa* Watanabe 1989

6. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-10H1 (mcd 90,41)

7. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-10H3 (mcd 94,42)

8. *Siphonodosaria abyssorum* Brady 1881

8a. Vista lateral, muestra FC-03-08; 8b. Vista cara apertural, muestra FC-03-08

9-10. *Sigmavirgulina tortuosa* (Brady) 1881

9a. Vista lateral, muestra FC-03-34; 9b. Vista cara apertural, muestra FC-03-34

10a. Vista lateral, muestra Nor-10; 10b. Vista cara apertural, muestra Nor-10

11. *Spiroplectammina cubensis* (Cushman y Bermúdez) 1937

11a. Vista frontal, muestra FC-03-08; 11b. Vista lateral, muestra FC-03-08

Lámina 20

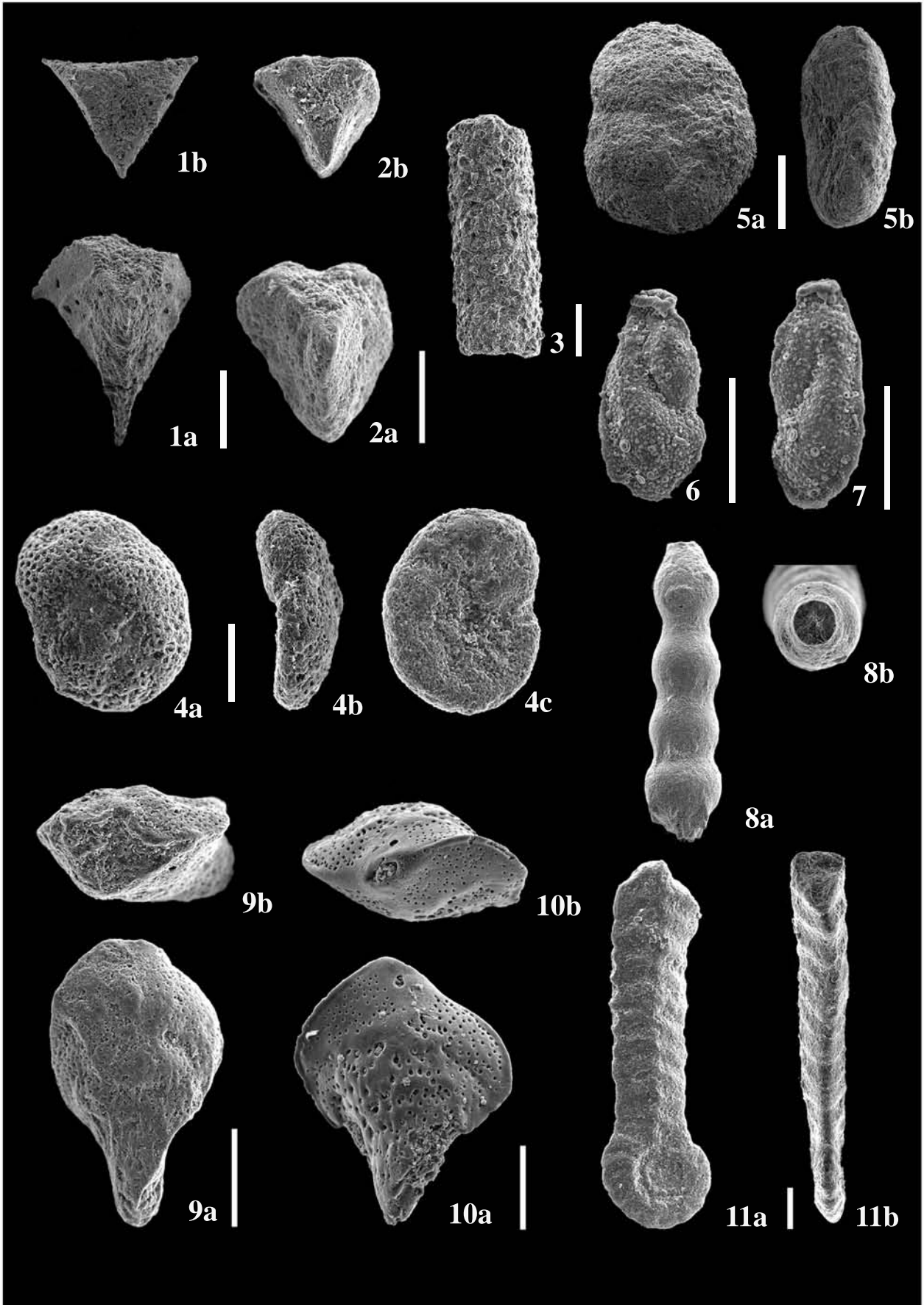


Lámina 21

1. *Siphonina tenuicarinata* Cushman 1927

1a. Vista lateral, muestra Nor-15; 1b. Vista periférica, muestra Nor-15; 1c. Vista cara apertural, muestra Nor-15

2-3. *Stilostomella fijiensis* (Cushman) 1931

2. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-10H4 (mcd 94,91)

3. Vista lateral, muestra Nor-23

4-6. *Stilostomella subspinosa* (Cushman) 1943

4. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-9H2 (mcd 82,39)

5. Vista lateral, muestra Nor-22

6. Vista lateral, muestra FC-03-116

7-8. *Tortoplectella rhomboidalis* (Millett) 1899

7a. Vista lateral, muestra Za-116-61; 7b. Vista periférica, muestra Za-116-61; 7c. Vista cara apertural, muestra Za-116-61

8a. Vista lateral, muestra FC-03-172; 8b. Vista periférica, muestra FC-03-172; 8c. Vista cara apertural, muestra FC-03-172

9-10. *Trifarina bradyi* Cushman 1923

9b. Vista lateral, muestra Za-116-14; 9c. Vista cara apertural, muestra Za-116-14

10a. Vista lateral, muestra FC-03-125; 10b. Vista cara apertural, muestra FC-03-125

Lámina 21

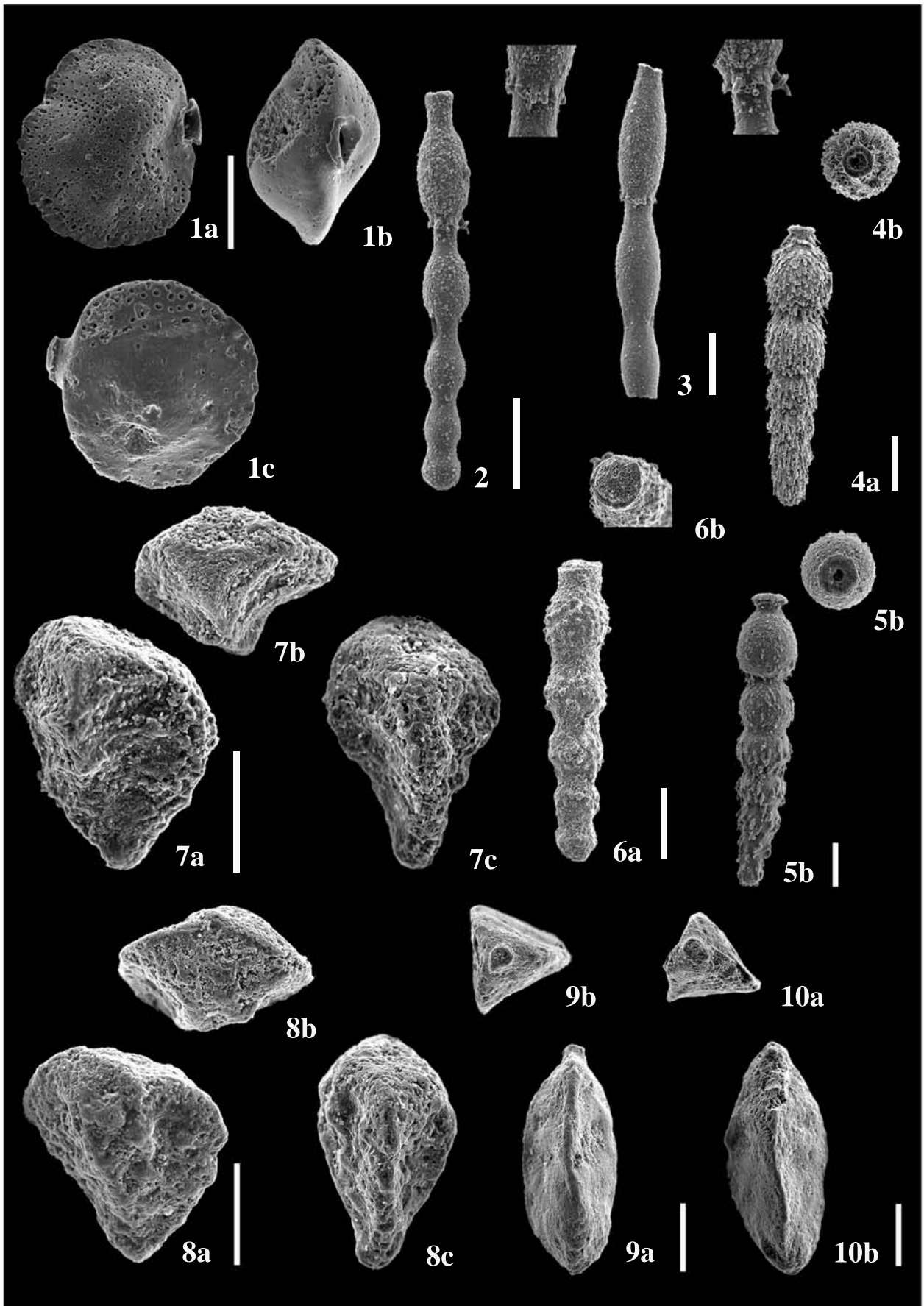


Lámina 22

1-3. *Sagrinopsis fimbriata* (Millett) 1900

1a. Vista lateral, muestra FC-03-127; 1b. Vista cara apertural, muestra FC-03-127

2. Vista lateral, muestra Za-116-16

3a. Vista lateral, muestra FC-03-132; 3b. Vista cara apertural, muestra FC-03-132

4. *Tubulogerina vicksburgensis* Howe 1930

4a. Vista lateral, muestra FC-03-125; 4b. Vista cara apertural, muestra FC-03-125

5-7. *Turrilina alsatica* Andreae 1884

5. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-10H5 (mcd 96,41)

6. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-4H5 (mcd 92,82)

7. Vista lateral, muestra FC-03-18

8. *Uvigerina havanensis* Cushman y Bermúdez 1936

8a. Vista lateral, muestra FC-03-271; 9b. Vista cara apertural, muestra FC-03-271

9. *Uvigerina hispida* Schwager 1866

9. Vista lateral, muestra FC-03-08

10. *Uvigerina peregrina* Cushman 1923

10. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-11H6 (mcd 108,79)

11. *Uvigerina rippensis* Cole 1927

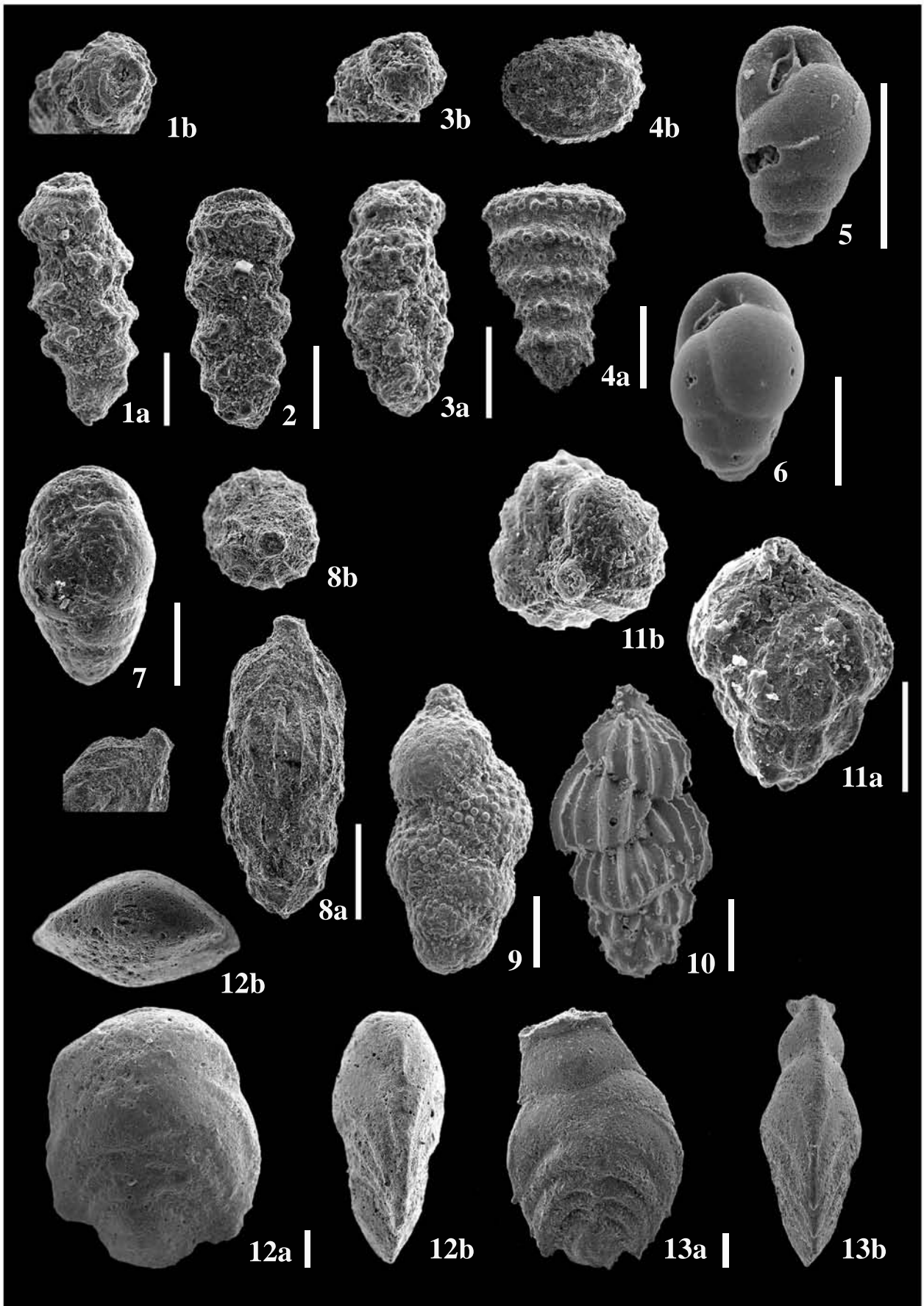
11a. Vista lateral, muestra FC-03-08; 11b. Vista cara apertural, muestra FC-03-08

12-13. *Vulvulina spinosa* Cushman 1927

12a. Vista frontal, muestra FC-03-08; 12b. Vista lateral, muestra FC-03-08

13a. Vista frontal, muestra Sondeo 1263-9H2 (mcd 82,39); 13b. Vista lateral, muestra Sondeo 1263-9H2

Lámina 22



*Capítulo 4.
Reconstrucción
paleoambiental*



4.1.- APLICACIONES DE LOS FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS EN RECONSTRUCCIONES PALEOAMBIENTALES

En este capítulo se pretende analizar la evolución de las asociaciones de foraminíferos bentónicos en las secciones estudiadas del área del Tetis y Atlántico. Para ello, se han realizado estudios de tipo cuantitativo de las asociaciones, separando unos 300 ejemplares de foraminíferos bentónicos de cada muestra. Además del porcentaje de cada una de las especies o géneros identificados, se considera el índice planctónico/bentónico y varios índices de diversidad.

Los foraminíferos bentónicos son uno de los grupos más abundantes, diversos y con una distribución más amplia en medios marinos profundos, y presentan un registro fósil excelente. La distribución biogeográfica, ecológica y batimétrica de los foraminíferos bentónicos actuales y fósiles está controlada por el medio en el que habitan, que a su vez está caracterizado por una serie de parámetros físicos, químicos y biológicos. Algunos de estos parámetros, como la salinidad y la temperatura, dependen de las masas de agua circundantes, mientras que otros, como la cantidad de alimento y de oxígeno, pueden variar considerablemente dentro de una determinada masa de agua o en una misma cuenca debido a las corrientes ascendentes o a la productividad primaria. El aporte de alimento y la oxigenación de las aguas del fondo son, por tanto, parámetros fundamentales que determinan la composición de las asociaciones de foraminíferos bentónicos (ej., Van der Zwaan, 1982; Lutze y Colbourn, 1984; Corliss y Chen, 1988; Sen Gupta y Machain Castillo, 1993; Jorissen *et al.*, 1995). De este modo, el análisis de las comunidades de foraminíferos bentónicos proporciona datos sobre las condiciones paleoambientales del fondo marino, y en el caso del Oligoceno y de los límites estudiados (Eoceno/Oligoceno, Oligoceno/Mioceno), permitirá deducir los cambios en la oxigenación de las aguas, en el aporte alimenticio al fondo marino o en ambos aspectos. Estas interpretaciones se basan principalmente en semejanzas morfológicas con foraminíferos bentónicos actuales (Corliss, 1985; Jones y Charnock, 1985). El principio de actualismo permite obtener deducciones paleobatimétricas y paleoambientales de las asociaciones fósiles, considerando que las especies fósiles son análogas a las especies actuales en términos de preferencias ambientales y distribución batimétrica.

Numerosos estudios han demostrado que los foraminíferos bentónicos en los océanos actuales ocupan diferentes microhábitats, es decir, que habitan a diferentes profundidades con respecto a la interfase agua-sedimento (ej., Corliss, 1985, 1991; Gooday, 1986; Mackensen y Douglas, 1989; Rathburn y Corliss, 1994). Estos autores distinguen principalmente entre especies de modo de vida epifaunal, que habitan en el centímetro superior del sedimento y sobre éste, y los que presentan un modo de vida infaunal, que habitan en capas más profundas del sedimento, entre 1-2 y 14 cm (Corliss, 1991). En ciertos ambientes, como en pantanos, se han encontrado foraminíferos bentónicos infaunales a 60 cm de profundidad en el sedimento (Goldstein *et al.*, 1995), aunque por lo general el microhábitat de los foraminíferos infaunales se limita a los centímetros superiores del sedimento, entre 1 y 14 cm.

El rango de valores para distinguir una especie de modo de vida epifaunal de una especie de modo de vida infaunal varía según los autores, de manera que una misma especie puede ser considerada como infaunal o epifaunal por distintos autores, aun cuando se refieran a la misma profundidad en el sedimento. Por ejemplo, Corliss (1991) extendió el término epifaunal a organismos que habitan en el primer centímetro bajo el sedimento.

Por otro lado, se ha demostrado que existe una estrecha relación entre la morfología de las conchas de los foraminíferos y los microhábitats ocupados por éstos. Diversos estudios de foraminíferos bentónicos recientes han demostrado que las formas trocoespiraladas planoconvexas, biconvexas, las planiespiraladas biconvexas, miliolinas, palmadas, tubulares o ramosas y las enrolladas aplanadas son preferentemente epifaunales, y que las conchas alargadas cilíndricas o planas, esféricas, ovoidales, globosas uniloculares, planiespiraladas redondeadas, estreptoespiraladas, y las que poseen cuello pertenecen a foraminíferos infaunales (Corliss, 1991). La identificación de estos morfogrupos en el registro fósil constituye el análisis morfotípico, y permite deducir el microhábitat de los foraminíferos bentónicos. No obstante, este patrón general ha de ser aplicado con cierta precaución, puesto que presenta varias excepciones. Una excepción se refiere a la especie *Oridorsalis umbonatus*, cuya distribución abarca desde el Cretácico Superior hasta la actualidad; los ejemplares de esta especie estudiados en océanos actuales presentan un modo de vida infaunal, y hallándose en las capas más superficiales del sedimento (Rathburn y Corliss,

1994). En el caso del género *Haplophragmoides*, de concha trocoespiralada plana, no existe un acuerdo entre los distintos autores en cuanto a su modo de vida. En el presente trabajo se han adoptado los estudios de Kuhnt *et al.* (1996), Bak *et al.* (1997) y Kaminski *et al.* (1999), quienes atribuyen a *Haplophragmoides* sp. un modo de vida infaunal somero, con movilidad vertical dentro del sedimento en función de los niveles de alimento. Además, Sliter (1975), Ly y Kuhnt (1994) y Kuhnt *et al.* (1996) acentúan la tolerancia de *Haplophragmoides* sp. a condiciones de escasa oxigenación o de escaso aporte alimenticio.

En el Anexo 1 se muestra un listado de todos los géneros y especies identificados en el presente trabajo, agrupados según los morfogrupos (infaunales o epifaunales) en los que han sido incluidos.

El microhábitat de los foraminíferos bentónicos no es necesariamente estático (Linke y Lutze, 1993), y se ha comprobado que algunas especies se mueven dentro del sedimento, en función del aporte de alimento o los gradientes de oxigenación, llegando a cambiar de microhábitat (ej., Rathburn y Corliss, 1994; Mackensen *et al.*, 2000). El microhábitat está controlado por los niveles de alimento y de oxígeno; sin embargo, mientras que unos autores atribuyen más importancia al flujo de alimento (Corliss y Chen, 1988; Rathburn y Corliss, 1994), otros consideran que la profundidad a la cual habitan los foraminíferos bentónicos dentro del sedimento depende en primera instancia de la oxigenación del fondo marino y de las aguas intersticiales (Mackensen y Douglas, 1989; Jorissen *et al.*, 1992; Kaminski *et al.*, 1995). Un tercer grupo de autores (Gooday, 1986; Corliss y Emerson, 1990) consideran que ambos parámetros tienen la misma importancia en el control sobre las comunidades de foraminíferos. En este trabajo se ha seguido el modelo conceptual propuesto por Jorissen *et al.* (1995), que considera la importancia relativa de cada uno de estos factores, y explica el microhábitat de los foraminíferos bentónicos en función de las condiciones tróficas y la concentración de oxígeno. Este modelo postula que la profundidad a la cual pueden vivir los foraminíferos bentónicos depende de la disponibilidad de oxígeno, y en presencia de oxígeno, la distribución vertical está controlada por la disponibilidad de alimento, según tres condiciones ambientales:

-En condiciones oligotróficas el escaso alimento es consumido en la superficie del sedimento por los foraminíferos epifaunales, por lo que las capas infrayacentes

quedan empobrecidas en alimento, y los grupos infaunales son muy escasos o ausentes. Por tanto, bajo condiciones oligotróficas y una buena oxigenación de las aguas del fondo, los morfogrupos infaunales son minoritarios, y la fauna restante (principalmente morfogrupos epifaunales de gran tamaño) muestra una relación con las características de la masa de agua circundante.

-Bajo condiciones mesotróficas, los niveles de alimento y oxígeno son suficientes para permitir la coexistencia de asociaciones mixtas, con morfogrupos infaunales y epifaunales. La materia orgánica no está restringida a la superficie del sedimento, y es parcialmente transportada por bioturbación a las capas más profundas del sedimento, donde habitan los grupos infaunales.

-Finalmente, en condiciones eutróficas la degradación de la materia orgánica en el sedimento consume más oxígeno del que se aporta por bioturbación y difusión desde las capas más superficiales, resultando en un exceso de alimento en el sedimento. Así, bajo condiciones eutróficas con abundante flujo de carbono orgánico y escasa oxigenación, predominarán los morfogrupos infaunales. Si aumenta el flujo orgánico, aumenta el consumo de oxígeno en el medio bentónico, y se produce una somerización de las capas de sedimento oxigenadas. Esta situación llevada a un extremo se traduce en que todo el oxígeno es consumido en la superficie del sedimento, las capas infrayacentes se vuelven anóxicas, y la mayoría de los foraminíferos serán epifaunales.

La confusión existente en torno a la taxonomía de los foraminíferos bentónicos (especialmente los fósiles) supone un problema para realizar comparaciones sobre la distribución de las especies en función de los datos obtenidos por distintos autores. Si se asume que los morfogrupos fósiles tenían las mismas (o similares) necesidades ecológicas que sus análogos actuales, cuyas características se conocen con mayor detalle, esta relación conceptual entre los morfogrupos de foraminíferos bentónicos y los parámetros medioambientales constituye una excelente herramienta para interpretar los cambios paleoambientales del pasado. De esta manera, la comparación de las asociaciones de foraminíferos bentónicos fósiles con las actuales, y el análisis morfotípico, proporcionan información sobre el microhábitat preferente de los foraminíferos y sobre los parámetros medioambientales requeridos, como el aporte de nutrientes al fondo marino y la oxigenación de las aguas (ej., Bernhard, 1986; Corliss y

Chen, 1988; Jones y Charnock, 1985; Corliss, 1991; Kaiho, 1991; Jorissen *et al.*, 1995). Este tipo de comparaciones han de realizarse con cierta cautela, porque la ecología de los foraminíferos actuales es compleja y no completamente conocida (Murray, 2001), y no se conoce a ciencia cierta hasta qué punto las asociaciones del Paleógeno eran similares a las actuales (Thomas *et al.*, 2000).

El análisis cuantitativo de las asociaciones de foraminíferos bentónicos en los perfiles estudiados ha permitido diferenciar estadios cuantitativos, deducidos a partir de las abundancias relativas de las especies y de los diversos índices de diversidad e índices paleoambientales. A continuación se explican brevemente los **índices de diversidad** calculados en las secciones estudiadas:

- Los índices más simples calculados son la riqueza específica (S, número de especies reconocidas en cada muestra estudiada), y la riqueza genérica (número de géneros reconocidos en cada muestra estudiada). No obstante, el número de especies y géneros identificados dependen del número de ejemplares que se extraigan de cada muestra. Con el fin de obtener una medida de la diversidad menos dependiente de la cantidad de muestra analizada, se han calculado los índices de Fisher- α y de Shannon-Weaver.

- El índice de Fisher (Fisher- α) mide la diversidad de las especies teniendo en cuenta el tamaño de la asociación y no la abundancia de las especies, considerando todas las especies, tanto las especies abundantes como las menos abundantes (Fisher *et al.*, 1943). Este índice se puede representar tanto gráficamente, representando el número de especies frente al número de individuos estudiados en cada muestra (Murray, 1991), como matemáticamente, aplicando la fórmula $\alpha = N(1-x)/x$, siendo N el número de ejemplares estudiados en cada muestra (fracción representativa de la muestra), y x una constante <1 .

- El índice de Shannon o Shannon-Weaver, o H(S), mide la heterogeneidad de la muestra analizada, teniendo en cuenta el número de especies y la distribución de los individuos dentro de esas especies, las proporciones relativas de cada muestra (Shannon y Weaver, 1949; Gibson y Guzas, 1973; Murray, 1991):

$$H(S) = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

siendo, p_i la abundancia relativa de cada especie (en tanto por uno), y S el número de especies.

Asimismo, en las secciones estudiadas se han calculado los siguientes **índices paleoambientales**:

- Índice Planctónico/Bentónico (P/B): porcentaje de foraminíferos planctónicos con respecto al total de los foraminíferos en una asociación: $P/B = 100 * (P/B+B)$, siendo P el número de foraminíferos planctónicos y B el número de foraminíferos bentónicos. El índice P/B es un indicador de las condiciones marinas más o menos abiertas de un medio (debido al claro predominio de los foraminíferos planctónicos sobre los bentónicos en medios marinos abiertos), y puede ser empleado como marcador de la evolución paleobatimétrica, siempre y cuando se den condiciones marinas normales durante el depósito, y no hayan existido procesos importantes de disolución (ej., Berger y Diester-Haass, 1988; Van der Zwaan *et al.*, 1990).

- Índice Infaunales/Epifaunales (I/E): proporción de morfogrupos infaunales frente al total de morfogrupos, dentro de la fracción representativa de la muestra: $I/E = 100 * (I/I+E)$, siendo I el número de especies infaunales, y E el número de especies epifaunales.

Los foraminíferos bentónicos son unos excelentes indicadores paleobatimétricos porque mantienen una constancia en la abundancia, diversidad y composición de sus conchas en función de la profundidad del medio que habitan. Por este motivo, los foraminíferos bentónicos han sido frecuentemente utilizados en **reconstrucciones paleobatimétricas** (Bandy, 1960; Murray, 1973, 1991; Boltovskoy, 1978; Van Morkhoven *et al.*, 1986; Berger y Diester-Haass, 1988). La distribución de las especies de foraminíferos bentónicos está controlada por factores como la profundidad, temperatura del agua, tamaño de grano, luz, presión, salinidad, oxígeno disuelto, nutrientes, etc. Estas variables a su vez caracterizan diferentes masas de agua, y permiten establecer una zonación batimétrica de los foraminíferos bentónicos (Nyong y Olsson, 1984; Van Morkhoven *et al.*, 1986). Este patrón puede variar en el tiempo y en el espacio; sin embargo, para una primera aproximación, la sucesión de especies según la profundidad se considera constante (Murray, 1973, 2006; Pflum y Frerichs, 1976).

Las interpretaciones paleobatimétricas se han basado en la presencia o ausencia de las especies que dependen de la profundidad, y en la comparación con asociaciones de foraminíferos bentónicos de sondeos del DSDP (*Deep Sea Drilling Project*) y ODP (*Ocean Drilling Program*), donde la profundidad de depósito ha sido documentada con criterios independientes. En la figura 4.1 se muestran los principales patrones de distribución de diversas especies de foraminíferos bentónicos en función de la profundidad (Berggren y Aubert, 1975; Tjalsma y Lohmann, 1983; Van Morkhoven *et al.*, 1986; Kaminski *et al.*, 1988; Speijer, 1994; Widmark 2000). Por otro lado, numerosos autores (Sliter, 1968; Sliter y Baker, 1972; Aubert y Berggren, 1976; Douglas, 1979; Ingle *et al.*, 1980; Van Morkhoven *et al.*, 1986; Berggren y Miller, 1989; Bolli *et al.*, 1994; Alegret y Thomas, 2001; Alegret, 2002) han realizado interpretaciones paleobatimétricas basándose en los límites superiores de distribución de las especies: existe un límite superior de profundidad que caracteriza a cada especie, y por encima del cual no se encuentra dicha especie. Esta premisa supone que los foraminíferos son únicamente transportados desde la plataforma y el talud hacia la cuenca profunda, y que no son arrastrados hacia zonas más someras del talud. En la figura 4.1 se muestran los límites superiores de diversas especies encontradas en las secciones estudiadas, desde el Eoceno superior hasta el Mioceno inferior.

En 2005, Kaminski y Gradstein plantearon cuatro biofacies basadas en foraminíferos bentónicos aglutinados, para dividir las aguas profundas del Atlántico Norte y el Tetis Occidental (fig. 4.1). Estas biofacies incluyen la Fauna tipo Celebres (abisal profundo; Kaminski *et al.*, 1999), la Fauna tipo Flysh (batial a abisal; Gradstein y Berggren, 1981), la Fauna tipo Scaglia (batial medio e inferior; Kuhnt y Kaminski, 1989; Kunht, 1990), y la Fauna tipo Slope (batial superior y medio; Kuhnt y Kaminski, 1989). En las secciones estudiadas los foraminíferos bentónicos aglutinados constituyen porcentajes minoritarios frente a los de conchas calcíticas; sin embargo, el análisis de los foraminíferos aglutinados ha contribuido a la reconstrucción paleobatimétrica de la sección de Fuente Caldera.

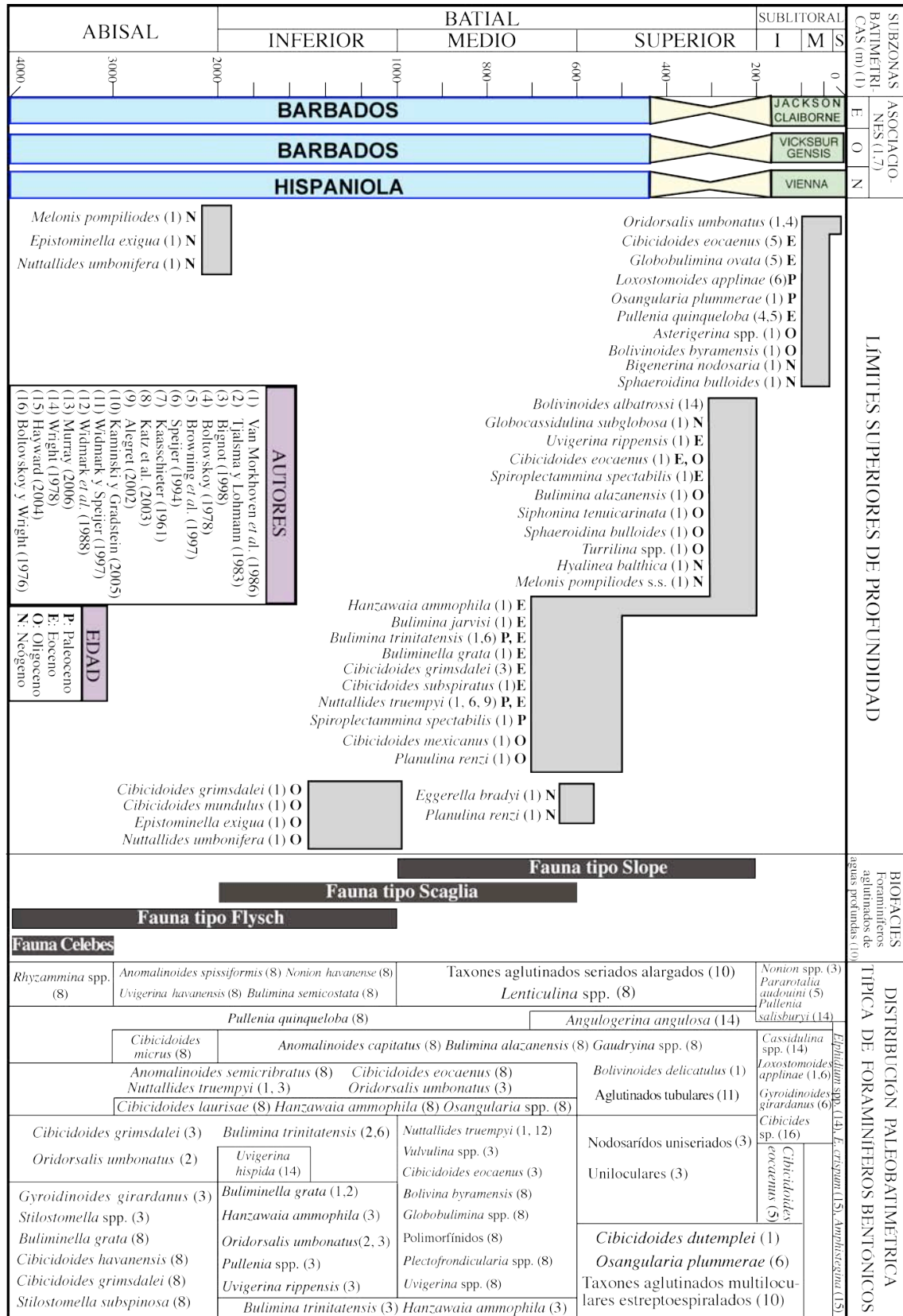


Fig. 4.1. Límites superiores de algunas especies de foraminíferos bentónicos identificadas en los cortes del área del Tetis y océano Atlántico, y su distribución en función de la profundidad.

La división batimétrica del medio marino aplicada en este trabajo es la empleada por Van Morkhoven *et al.* (1986) y Berggren y Miller (1989), quienes proponen la siguiente zonación batimétrica: nerítico=0-200 m, batial superior=200-600 m, batial medio=600-1000 m, batial inferior=1000-2000 m y abisal=2000 m (fig. 4.1).

4.2.- EVOLUCIÓN DE LAS ASOCIACIONES DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS Y RECONSTRUCCIÓN PALEOAMBIENTAL

4.2.1.- SECCIÓN DE NOROÑA (TRÁNSITO EOCENO/OLIGOCENO)

4.2.1.1.- DESCRIPCIÓN DE LAS ASOCIACIONES

Las asociaciones de foraminíferos bentónicos en la sección de Noroña son heterogéneas (índice de Shannon-Weaver H(S) comprendido entre 3,41 y 4) y diversas (índice Fisher- α comprendido entre 21 y 28,5). La riqueza genérica es elevada, entre 32 y 52 géneros por muestra (fig. 4.2). La proporción entre morfogrupos infaunales y epifaunales a lo largo de la sección es bastante constante, dominando ligeramente los morfogrupos infaunales (58-71%) con respecto a los epifaunales. Entre las asociaciones de foraminíferos bentónicos dominan las formas de conchas calcíticas, mientras que los foraminíferos de pared aglutinada son componentes minoritarios, constituyendo como máximo el 4% de las asociaciones (fig. 4.2).

La riqueza genérica aumenta progresivamente a lo largo de la sección estudiada, siendo máxima en la parte final de la sección (muestra Nor-30), donde se han identificado hasta 53 géneros. Las asociaciones de foraminíferos bentónicos están dominadas por bolivinidos (*Bolivina*, *Bolivinoides*, *Brizalina*) y por especies de los géneros *Cibicides*, *Globocassidulina*, *Cassidulina*, *Nuttallides* y *Stilostomella*. Entre los taxones calcáreos más abundantes se encuentran *Angulogerina angulosa*, *Bolivinoides crenulata*, *Bolivinoides sphaetula*, *Brizalina tectiformis*, *Bulimina elongata*, *Cibicides lobatulus*, *Cibicides refulgens*, *Globocassidulina subglobosa*, *Nuttallides umbonifera*, *Oridorsalis umbonatus* y *Stilostomella subspinosa*.

El análisis detallado de la evolución de las asociaciones de foraminíferos bentónicos en la sección cubana de Noroña nos ha permitido diferenciar tres estadios a lo largo del tránsito Eoceno-Oligoceno y durante el Oligoceno inferior.

- Estadio 1 (Eoceno superior, Biozonas de *Globigerinatheka index* y de *Hantkenina alabamensis*)

El estadio 1 comprende la parte estudiada de la Biozona de *G. index* y la Biozona de *H. alabamensis*. La proporción entre foraminíferos planctónicos y bentónicos aumenta de forma general en este intervalo (de un 66,5 a un 90%), al igual que los índices de diversidad y heterogeneidad. La riqueza genérica aumenta de 32 a 41 géneros, siendo los géneros dominantes *Bolivinoidea*, *Globocassidulina*, *Cibicides* y *Nuttallides*.

Las asociaciones están claramente dominadas por las especies infaunales *Globocassidulina subglobosa* y *Bolivinoidea spathulata*. Otras especies infaunales comunes en este episodio son *Angulogerina angulosa*, *Bolivinoidea albatrossi*, *Bolivinoidea crenulata*, *Bolivina salebrosa*, *Oridorsalis umbonatus* y *Reussella spinulosa*. Entre las especies que presentan un modo de vida epifaunal destacan *Nuttallides umbonifera*, *Cibicides lobatulus* y *Cibicides refulgens*.

Desde el comienzo de este estadio y hacia el límite Eoceno/Oligoceno se observa un descenso en el porcentaje de las especies *Bolivinoidea albatrossi* y *Bolivinoidea spathulata*, y un aumento en la abundancia relativa de las especies *Bolivina huneri*, *Bolivinoidea crenulata*, *Epistominella exigua* y *Nuttallides umbonifera*.

- Estadio 2 (Oligoceno inferior, Biozonas de *Pseudohastigerina barbadoensis* y de *Turborotalia ampliapertura*, y base de la Biozona de *Globoquadrina sellii*)

El estadio 2 comprende las Biozonas de *Ph. barbadoensis* (en cuya base se sitúa el límite Eoceno/Oligoceno), de *T. ampliapertura* y la parte basal de la Biozona de *G. sellii*. Las asociaciones de foraminíferos bentónicos están constituidas por morfogrupos mixtos infaunales y epifaunales, alcanzando estos últimos el mayor porcentaje de la sección estudiada (41,7%).

En coincidencia con el límite E/O se registra un descenso en la diversidad, heterogeneidad y riqueza genérica, y un aumento en el porcentaje de *Bolivina huneri*, *B. salebrosa*, *Bolivinoidea spathula*, *B. crenulata*, *Brizalina* aff. *interjuncta bicostata*, *Cibicides lobatulus* y *C. refulgens*. Además, en la base del Oligoceno se registra la primera aparición de las especies *Bolivina mississippiensis*, *Cibicidoides robertsonianus*, *Eggerella bradyi*, *Globocassidulina horizontales*, *Pleurostomella alternans* y *Rosalina*

globularis.

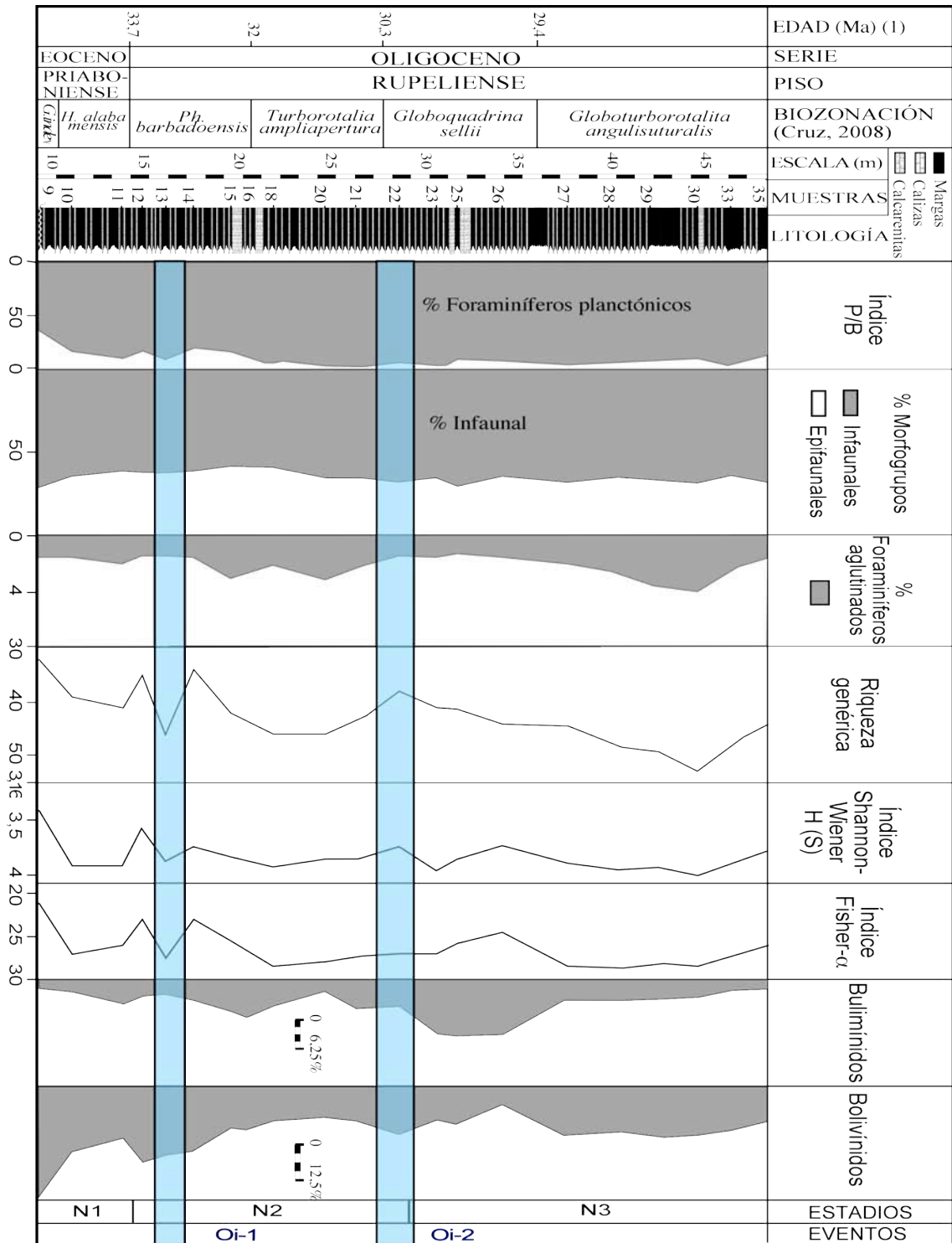


Fig. 4.2. Índice planctónico/bentónico, porcentajes de morfogrupos y de foraminíferos aglutinados, y diversos índices de diversidad de las asociaciones de foraminíferos bentónicos en la sección de Noroña y su evolución a lo largo del Eoceno superior y Oligoceno inferior. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party (2004).

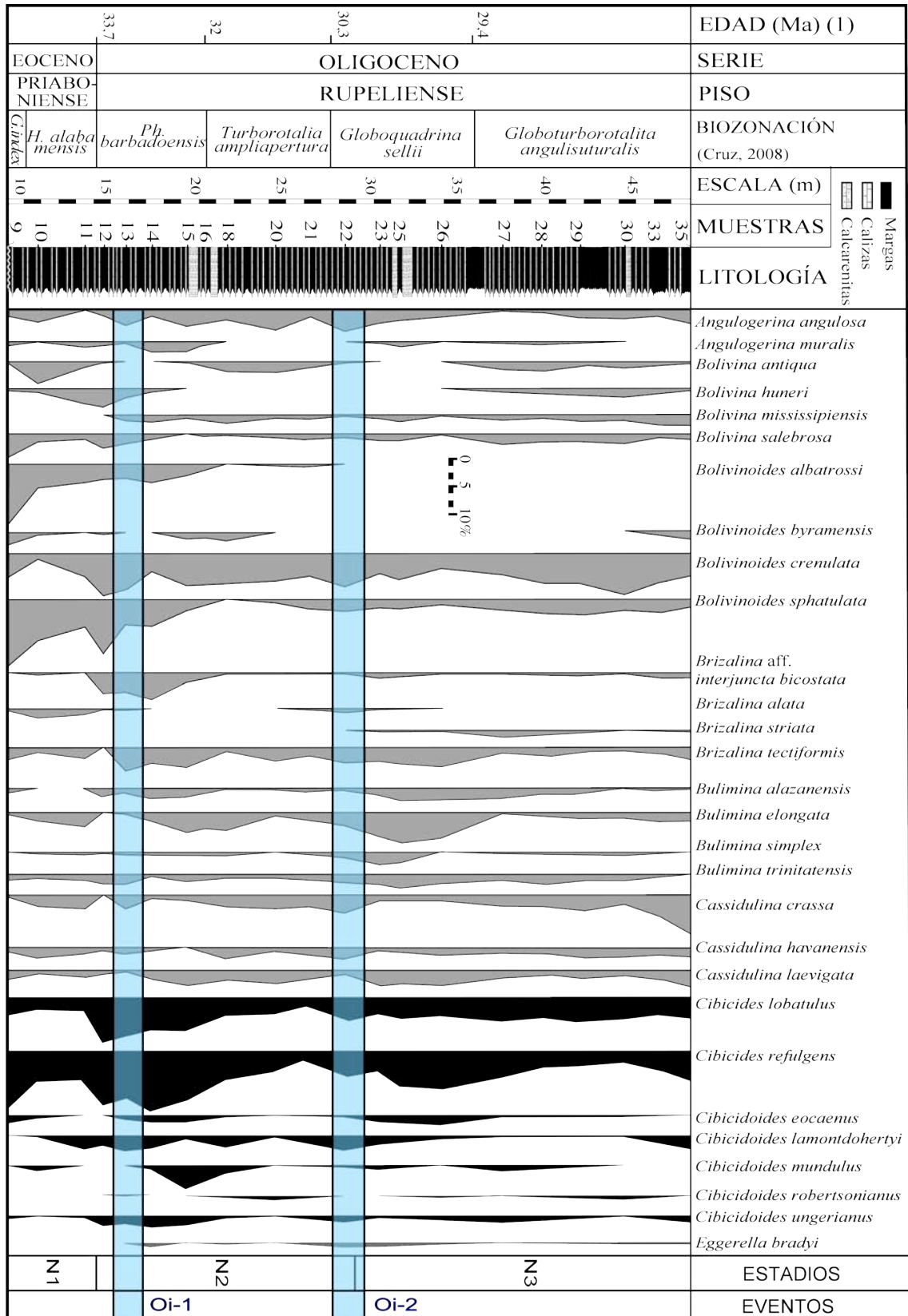


Fig. 4.3. Porcentajes de las especies de foraminíferos bentónicos más abundantes en la sección de Noroña y su evolución a lo largo del tránsito E-O y Oligoceno inferior. Especies infaunales representadas en color gris y especies epifaunales en color negro. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party (2004).

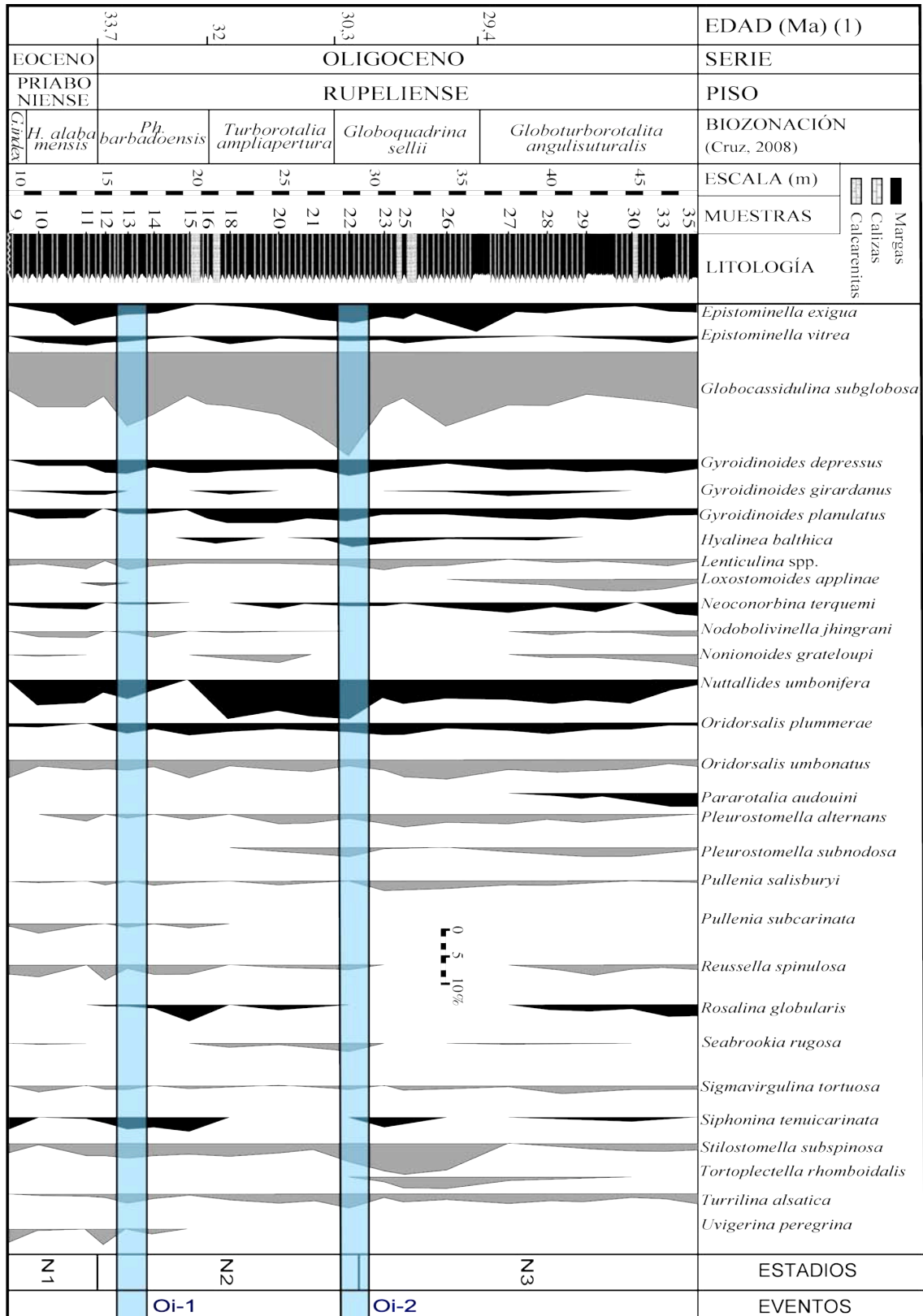


Fig. 4.4. Porcentajes de las especies de foraminíferos bentónicos más abundantes en la sección de Noroña y su evolución a lo largo del tránsito E-O y Oligoceno inferior. Especies infaunales representadas en color gris y especies epifaunales en color negro. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party (2004).

En el Oligoceno basal (Biozona de *Ph. barbadoensis*) se observan fluctuaciones en los índices de diversidad. Las asociaciones de foraminíferos bentónicos están dominadas por *Bolivinooides crenulata*, *Brizalina* aff. *interjuncta bicostata*, *Brizalina tectiformis*, *Bulimina elongata*, *Cibicides lobatulus*, *Cibicides refulgens* y *Globocassidulina subglobosa*. El porcentaje de *Bolivinooides spathula* disminuye hacia la parte superior de esta biozona. Hacia la parte superior de este estadio se registra la última aparición de las especies *Pullenia subcarinata*, y *Uvigerina peregrina*.

En la mitad superior del estadio 2, en la Biozona de *T. ampliapertura*, se registran los valores máximos del índice planctónico/bentónico, un aumento en el porcentaje de la especie *Nuttallides umbonifera* y de *Globocassidulina subglobosa* (que alcanza el máximo porcentaje en la base de la Biozona de *G. sellii*), así como la primera aparición de la especie *Pleurostomella subnodosa*.

- Estadio 3 (Biozonas de *G. sellii* y de *Gl. angulisuturalis*)

El estadio 3 abarca desde la muestra Nor-23 hasta la Nor-35 (Biozonas de *G. sellii* y de *Gl. angulisuturalis*). A lo largo de este estadio se registra un progresivo aumento de la riqueza genérica, aunque ésta (junto a los índices de diversidad y heterogeneidad) disminuye en la última muestra estudiada.

Las asociaciones de foraminíferos bentónicos están dominadas por *Bolivinooides crenulata*, *Cibicides lobatulus*, *Cibicides refulgens*, *Globocassidulina subglobosa* y *Nuttallides umbonifera*. El porcentaje de *Bolivinooides crenulata* aumenta hacia el techo de la sección de Noroña, mientras que la abundancia relativa de *Stilostomella subspinosa* disminuye.

4.2.1.2.- INTERPRETACIÓN PALEOBATIMÉTRICA

El índice P/B en la sección de Noroña es superior al 80% en todas las muestras estudiadas, e indica condiciones marinas abiertas y profundidades de depósito a partir de medios batiales. En la base de la sección se registra una muestra con un índice P/B del 66% (fig. 4.2). Variaciones en el índice P/B pueden interpretarse como indicativos de un descenso del nivel del mar o de un aumento en la productividad, siempre y cuando no se hayan dado procesos de disolución (ej., Berger y Diester-Haass, 1988). No

obstante, al ser la única muestra que presenta un valor tan bajo del índice P/B, y dado que coincide con un aumento en el porcentaje de especies infaunales como los bolivinidos (fig. 4.3), hemos considerado que no refleja cambios en la profundidad de depósito, sino más bien cambios en las condiciones paleoambientales. Las asociaciones de la sección de Noroña presentan una gran diversidad y heterogeneidad (fig. 4.2), típicas de medios batiales. Los sedimentos de la Formación Tinguaro en esta sección se depositaron por encima del nivel de compensación de la calcita, tal y como indica la presencia de abundantes especies calcíticas y calcíticas-aglutinadas, la gran diversidad de las asociaciones y la ausencia de evidencias de disolución del carbonato. Este nivel para el límite Cretácico/Paleógeno se encuentra situado entre 2500 y los 3000 m de profundidad (Zachos *et al.*, 2004; Alegret y Thomas, 2007), aunque conviene destacar que en el límite Eoceno/Oligoceno el CCD profundizó aproximadamente un kilómetro (Zachos *et al.*, 2004; Liu *et al.*, 2004; Coxall *et al.*, 2005). Las asociaciones están dominadas por organismos de conchas calcíticas; las especies aglutinadas constituyen el 4% del total de los foraminíferos bentónicos y están representadas por taxones de cemento calcítico como *Karreriella bradyi*, *Eggerella bradyi*, *Vulvulina spinulosa* y taxones seriados alargados de cemento orgánico como *Bathysiphon*, *Nothia* y *Rhabdammina*, que se incluirían dentro de la biofauna tipo Slope (batial superior-medio) de bajas latitudes de Kaminski y Gradstein (2005).

Las asociaciones contienen tanto taxones con un límite superior de profundidad de 200-300 m (*Bulimina alazanensis*, *Cibicidoides eocaenus*, *Siphonina tenuicarinata*, *Turrilina* spp. y *Uvigerina rippensis*), como taxones cuyo límite superior se sitúa a 500-700 m de profundidad, como *Astrononion novozealandicum*, *Bulimina semicostata*, *Bulimina trinitatensis*, *Cibicidoides mexicanus*, *Hanzawaia ammophila*, y *Planulina renzi* (Van Morkhoven *et al.*, 1986; Speijer, 1994). La especie *Siphonina tenuicarinata* estaba restringida a medios batiales en el océano Atlántico durante el Oligoceno (Katz *et al.*, 2003) mientras que Van Morkhoven *et al.* (1986) la documentan en medios neríticos superiores a batiales medios.

En la parte inferior de la sección se registra un aumento en el porcentaje de las especies *Bolivinoidea albatrossi* y *Bolivinoidea sphaatulata* (hasta el 12% de las asociaciones; fig. 4.3), las cuales son comunes por debajo de los 200 m de profundidad (Wright, 1978).

La especie *C. mundulus*, que es común en medios batiales de 200 a 2000 m de profundidad (Müller-Menz y Oberhänsli, 1991; Katz *et al.*, 2003), es escasa a lo largo de toda la sección, constituyendo un máximo del 4% de las asociaciones. También se encuentran taxones típicos de medios neríticos y batiales superiores como *Cibicides lobatulus*, *Cibicides refulgens*, *Pararotalia audouini*, *Cibicides westi*, *Angulogerina angulosa*, *Bolivinooides byramensis*, *Nonion* spp., *Cassidulina* spp., *Pullenia salisburyi*, *Gyroidinoides girardanus* y *Siphonina tenuicarinata* (Wright, 1978; Speijer, 1994; Browning *et al.*, 1997; Bignot, 1998; Gibson, 2001). La especie *Globocassidulina subglobosa* es común en medios batiales y abisales durante el Oligoceno (Katz *et al.*, 2003). Además la presencia continuada a lo largo de esta sección de las especies *Epistominella exigua* y *Nuttallides umbonifera* (alcanzando un 5% y un 6,6% de las asociaciones respectivamente), con un límite superior situado a 1000 m de profundidad, indica un medio de depósito a partir de 1000 m.

De acuerdo con los datos expuestos, se deduce que la Formación Tinguaro de la sección de Noroña se depositó en un ambiente batial medio-inferior, a unos 1000 m de profundidad. Esta paleobatimetría se sustenta con la alta diversidad y heterogeneidad de las asociaciones de foraminíferos bentónicos, la presencia de taxones típicos de medios batiales, sus límites superiores y el alto índice P/B. Además esta profundidad es coherente con la hipótesis expuesta por Iturralde-Vinent *et al.* (1996), quienes propusieron la formación de canales de aguas profundas en la parte oeste de la isla de Cuba, lugar donde se sitúa la sección estudiada, desde el Eoceno superior hasta el Mioceno medio-inferior.

4.2.1.3.- EVOLUCIÓN PALEOAMBIENTAL

La evolución paleoambiental a lo largo del tránsito Eoceno-Oligoceno en la sección de Noroña está íntimamente ligada a la geología regional de la zona. La gran actividad tectónica registrada durante esta época provocó la formación de un canal profundo al oeste de Cuba desde el Eoceno superior hasta el Mioceno medio-inferior (Iturralde-Vinent *et al.*, 1996). El material que constituye el perfil estratigráfico estudiado es una alternancia de niveles lutíticos y calcareníticos con evidencias de actividad turbidítica, que podría relacionarse con el canal formado y que se reflejaría en

la presencia de asociaciones mixtas (taxones de medios neríticos y medios batiales), diversas y heterogéneas, constituidas por morfogrupos epifaunales e infaunales, dominando ligeramente los taxones infaunales (que alcanzan hasta el 70% de las asociaciones). Entre las especies que presentan un modo de vida epifaunal destacan *Cibicides lobatulus*, *C. refulgens* y *Nuttallides umbonifera*, y entre las especies infaunales, destacan *Bolivinoidea crenulata*, *B. sphaatulata* y *Globocassidulina subglobosa*. La composición mixta de las asociaciones indica condiciones ambientales mesotróficas, con un aporte de materia orgánica suficiente tanto para los foraminíferos que habitaban en la superficie del sedimento como para aquellos que habitaban en capas más profundas del sedimento. No obstante, el flujo orgánico no sería tan abundante como para llegar a causar condiciones de baja oxigenación y estrés ambiental para las asociaciones de foraminíferos bentónicos. Estas condiciones ambientales se corroborarían por la presencia de especies indicativas de medios óxicos (ej., *Globocassidulina subglobosa* que alcanza el 18% de las asociaciones; Schönfeld, 2001; Martins *et al.*, 2007). Las especies del grupo de los bolivínidos constituyen hasta el 40% de las asociaciones en Noroña, y corresponden a especies infaunales que abundan tanto en medios de baja oxigenación como en zonas de alta productividad (ej., Murray, 1999, 2001; Gooday, 1994; Bernhard y Sen Gupta, 1999; Thomas *et al.*, 2000). La presencia de especies indicativas de medios óxicos en Noroña sugiere que la abundancia del grupo de los bolivínidos estaba relacionada con momentos de un elevado aporte de materia orgánica al fondo oceánico.

Los sedimentos del tránsito Eoceno-Oligoceno en la sección de Noroña se depositaron en un medio batial medio-inferior (a unos 1000 m de profundidad), influenciado por corrientes de turbidez. A través del canal profundo circularían corrientes de turbidez que favorecerían el aumento de los taxones infaunales y una mayor riqueza específica y genérica gracias al aporte masivo de materia orgánica parcialmente degradada proveniente de estas corrientes (Fontanier *et al.*, 2005). La existencia de corrientes de turbidez relacionadas con un canal profundo estaría apoyada asimismo por la elevada diversidad y heterogeneidad de las asociaciones de foraminíferos bentónicos y por su composición mixta, con taxones típicos de medios neríticos y de medios batiales. El poder erosivo de las corrientes de turbidez podría haber contribuido a esta mezcla tafonómica.

En el tránsito Eoceno-Oligoceno de la sección de Noroña se observan las primeras apariciones de *Bolivina mississippiensis*, *Cibicoides robertsonianus*, *Eggerella bradyi*, *Globocassidulina horizontales*, *Pleurostomella alternans* y *Rosalina globularis*. Además, se registra un efecto Lázaro (desaparición temporal de especies en un momento de condiciones adversas, y su posterior reaparición) en las especies *Cibicoides eocaenus*, *C. mundulus*, *C. ungerianus*, *Nonionoides grapteloupi* y *Seabrookia rugosa*.

El enfriamiento global desde el Eoceno medio-superior hasta el Oligoceno inferior pudo provocar la disminución en el porcentaje del grupo de los bulimínidos en la sección de Noroña (Miller *et al.*, 1985; Miller *et al.*, 1992; Thomas, 1992; Coccioni y Galeotti, 2003; Ortiz, 2006), debido probablemente al incremento de la oxigenación en las aguas profundas del océano del Sur, dando lugar a una menor disponibilidad de alimento para los morfogrupos infaunales de los foraminíferos bentónicos (Thomas, 1992; Gooday y Thomas, 1996; Coccioni y Galeotti, 2003). La extinción de la especie *Nuttallides truempyi* marca el límite Eoceno/Oligoceno. Sin embargo, en la sección de Noroña no se registra esta especie. Por otro lado, en la parte inferior del Oligoceno se registra un aumento en el porcentaje de la especie *Nuttallides umbonifera*, al igual que registró Tjalsma y Lohmann (1983) en el área del Caribe durante el Eoceno medio-superior. Aunque se ha sugerido que la especie *Bulimina trinitatensis* se extingue en coincidencia con el límite E/O (Holbourn *et al.*, 2005), en la sección de Noroña el porcentaje de esta especie permanece casi constante desde el Eoceno terminal hasta el Oligoceno inferior, ya que consideramos que la especie *Bulimina trinitatensis* es la misma especie que *Bulimina impendens*. En coincidencia con el límite E/O también se ha identificado un acmé de la especie *Brizalina tectiformis*, denominada por otros autores como *Brizalina antegressa* (ej., Coccioni y Galeotti, 2003; Ortiz, 2006). En la sección de Noroña la especie *Brizalina tectiformis* disminuye en el límite E/O, aunque el grupo de los bolivínidos aumenta probablemente como consecuencia de la actividad turbidítica que provocaría un arrastre de gran cantidad de materia orgánica refractaria al fondo marino.

En el Oligoceno inicial se registra un descenso del nivel del mar asociado a la expansión del hielo de la Antártida, evento conocido como glaciación Oi-1 (Pekar *et al.*, 2002; Merico *et al.*, 2008) y datado aproximadamente en 33,3 Ma (Miller *et al.*, 1991).

Este descenso del nivel del mar provocó la erosión de zonas someras, probablemente dando lugar a la formación, mantenimiento y encajamiento de canales. En la evolución de un canal juegan un importante papel las corrientes de turbidez y otros procesos sedimentarios como el transporte en masa, la erosión, el aporte sedimentario y las variaciones del nivel del mar (Alonso *et al.*, 1995). En este contexto, la erosión de zonas someras y las corrientes de turbidez provocarían el transporte de taxones neríticos como *Cibicides* a zonas más profundas. A su vez, las corrientes de turbidez transportarían una gran cantidad de materia orgánica, favoreciendo la proliferación de bolivínidos. Tanto el género *Cibicides* como el grupo de los bolivínidos aumentaron un 10% su abundancia relativa tras el límite Eoceno/Oligoceno.

Por otro lado, además de las fluctuaciones relativas del nivel del mar, los cambios en los aportes sedimentarios, y la intensidad y frecuencia de los procesos de inestabilidad sedimentaria, la actividad tectónica sería otro factor muy importante en el área del Caribe ya que ésta fue muy activa durante el Cenozoico medio y superior (Mann *et al.*, 1990; Iturralde-Vinent y MacPhee, 1999), quedando reflejada en la evolución paleogeográfica de la zona. Durante el Eoceno medio, hace unos 40 Ma, el Caribe era un extenso mar donde empezaban a emerger zonas terrestres aisladas que alcanzaron su máximo levantamiento en el tránsito Eoceno-Oligoceno, dando lugar a la formación de la barrera topográfica denominada Gaarlandia hace unos 33-35 Ma, que comunicaría el continente de América del Sur con lo que es hoy Cuba Central. Por esta época, la actual Cuba occidental era un grupo de islas pequeñas, separadas de Gaarlandia por el canal Habana-Matanzas, y de Yucatán por el canal de Yucatán (Iturralde-Vinent, 1969, 1978; Iturralde-Vinent *et al.*, 1996).

La formación de la barrera topográfica de Gaarlandia provocó que la circulación de la corriente marina Circum-tropical y el intercambio de aguas entre el océano Atlántico, el mar Caribe y el océano Pacífico por el canal Habana-Matanzas fueran más débiles (Mullins y Neumann, 1979; Iturralde-Vinent y MacPhee, 1999). Este hecho, junto a la combinación de la corriente de California, que descendía hacia el Sur (Duque Caro, 1990; Droxler *et al.*, 1998), y el enfriamiento general del clima terrestre dieron lugar al enfriamiento de las aguas del Caribe (Duque Caro, 1990; Wright y Miller, 1993; Prothero *et al.*, 2003).

En la sección de Noroña, el Oligoceno inicial se caracteriza por fluctuaciones en

los índices de diversidad, y en el índice P/B, y un aumento en el porcentaje de especies neríticas reelaboradas. Este aumento estaría relacionado con la erosión de las zonas más someras donde taxones como el género *Cibicides* serían transportados a zonas más profundas por las corrientes de turbidez. A su vez, las corrientes de turbidez transportarían una gran cantidad de materia orgánica, favoreciendo una mayor proliferación de bolivínidos, como se registra en este intervalo. El aumento en el porcentaje de la especie *Globocassidulina subglobosa* podría reflejar un descenso en la temperatura de las aguas (Murray, 2006). El porcentaje de los foraminíferos planctónicos de latitudes medias-altas aumentan en este intervalo (Cruz, 2008). Las variaciones en las asociaciones de foraminíferos bentónicos y planctónicos parecen estar relacionadas con el evento de enfriamiento global producido en el Oligoceno inicial (evento de glaciación Oi-1; Miller *et al.*, 1991, 1998; Zachos *et al.*, 1996, 2001) y con los cambios paleogeográficos mencionados en el área del Caribe.

En la parte basal de la biozona *Globoquadrina sellii* (Rupeliense) se registra el máximo porcentaje de la especie *Globocassidulina subglobosa* (probablemente relacionado con un descenso de la temperatura), aumenta el porcentaje de la especie *Angulogerina angulosa* (que podría indicar medios algo más fríos) y disminuyen ligeramente los índices de diversidad. El aumento en el porcentaje de *Nuttallides umbonifera* podría reflejar un ligero aumento en la corrosividad de las aguas. Por otro lado, el porcentaje de los foraminíferos planctónicos de latitudes altas aumenta en este intervalo. Los cambios registrados en las asociaciones de foraminíferos bentónicos y planctónicos son compatibles con el evento de glaciación denominado Oi-2, datado aproximadamente en 30,3 Ma (Pekar y Miller, 1996; Miller *et al.*, 1998; Wade y Pälike, 2004; Coccioni *et al.*, 2008).

En el Oligoceno superior y probablemente desde la segunda mitad del Oligoceno inferior, gran parte de las zonas emergidas del área del Caribe se inundaron dando lugar a zonas marinas someras, interpretación apoyada por la presencia de sedimentos marinos transgresivos del Oligoceno en la región del Caribe (Iturralde-Vinent y MacPhee, 1999) y Gaarlandia, que quedó subdividida en varios archipiélagos. Esta situación provocó el reestablecimiento de la comunicación marina entre el océano Atlántico y Pacífico, y con ello la corriente marina Circum-tropical, dando lugar al calentamiento de las aguas del mar del Caribe y del Pacífico ecuatorial (Wright y

Miller, 1993; Droxler *et al.*, 1998). Como consecuencia de esta inundación general, el área de tierras emergidas se redujo drásticamente y los medios marinos se interconectaron por canales de aguas someras y profundas (Schweitzer *et al.*, 2006). En la parte superior de la sección de Noroña (Biozona de *Globoturborotalita angulisuturalis*, Rupeliense) se registra la aparición de una especie típica de medios cálidos, *Pararotalia audouini* y un ligero aumento en el porcentaje del género *Nonionella*, *Rosalina* y *Neoconorbina* que podrían indicar un ligero aumento de la temperatura de las aguas en esta zona del Caribe ya en la segunda mitad del Oligoceno inferior. Este evento local de calentamiento de las aguas estaría apoyado por el dominio de los foraminíferos planctónicos de medias-bajas latitudes (Cruz, 2008), y el incremento en el porcentaje de los de bajas latitudes en la biozona de *Globoturborotalita angulisuturalis*.

4.2.2.- SONDEO 1263A (TRÁNSITO EOCENO/OLIGOCENO)

4.2.2.1.- DESCRIPCIÓN DE LAS ASOCIACIONES

Las asociaciones de foraminíferos bentónicos en el sondeo 1263A son heterogéneas (índice de Shannon-Weaver comprendido entre 2,9 y 3,5), y diversas (índice de Fisher comprendido entre 14 y 21). La riqueza genérica es moderada, entre 26 y 37 géneros por muestra (fig. 4.5). La proporción de los morfogrupos infaunales y epifaunales es bastante constante a lo largo de todo el sondeo estudiado. En las asociaciones de foraminíferos bentónicos predominan las formas de concha calcítica, y en algunas muestras (mcd: 90,41; 92,82; 96,27; 96,41; 97,91; 107,29) constituyen el 100% de las asociaciones.

El valor máximo de la riqueza genérica (37 géneros) se registra en la muestra más moderna del sondeo estudiado (80,89 mcd), en el Oligoceno inferior (Rupeliense), donde dominan los géneros *Globocassidulina*, *Nuttallides*, *Oridorsalis*, *Epistominella* y *Bulimina*.

En las figuras 4.1, 4.2 y 4.3 se ha representado el porcentaje de los principales taxones identificados. El análisis detallado de los foraminíferos bentónicos a lo largo del Eoceno superior y Oligoceno inferior en el sondeo 1263A del Atlántico sureste permite diferenciar seis estadios:

- Estadio 1 (Eoceno superior, Biozona E15)

El estadio 1 comprende desde la muestra 109,79 mcd hasta la muestra 104,44 mcd. Las asociaciones de foraminíferos bentónicos alcanzan el valor máximo de heterogeneidad en la primera muestra del sondeo (109,79). A lo largo del estadio 1 se registra un ligero descenso en los índices de diversidad y heterogeneidad, así como en la riqueza genérica (de 35 a 27 géneros) (fig. 4.5). La proporción de los morfogrupos infaunales y epifaunales es constante (~50%) excepto al final de este estadio, donde los foraminíferos epifaunales constituyen un 64% de las asociaciones.

Las especies dominantes en este estadio son *Buliminella grata*, *Pseudoparella* sp. A, *Globocassidulina subglobosa*, *Epistominella exigua*, *E. vitrea*, y *Oridorsalis umbonatus* (figs. 4.1, 4.2 y 4.3). Hacia la parte superior del estadio se observa un

marcado aumento en la abundancia relativa de *Stilostomella subspinoso* (cuyo porcentaje aumenta un 13%), así como un ligero incremento en los porcentajes de *Anomalinoidea/Nonionella* y *Globocassidulina subglobosa*. Además, se registra un descenso en la abundancia relativa de *Buliminella grata* y *Pseudoparella* sp. A. Esta última presenta el mayor porcentaje de todo el sondeo (15,3%) en la parte inferior del episodio 1 (fig. 4.4).

En la parte superior del estadio 1 (muestra 104,44) se registra la única aparición en todo el sondeo estudiado de la especie *Evolcassidulina bradyi*, que constituye un 9,3% de las asociaciones en dicha muestra.

- Estadio 2 (Eoceno superior, Biozonas E15 y E16)

El estadio 2 comprende desde la muestra 102,79 mcd hasta la muestra 97,91 mcd (Eoceno terminal). Los índices de heterogeneidad y diversidad, y la riqueza genérica, muestran un ligero aumento hacia el límite entre las Biozonas E15 y E16, disminuyendo rápidamente hacia la mitad superior de la biozona E16 (fig. 4.5).

Las asociaciones en este episodio están dominadas por las especies *Buliminella grata*, *Epistominella exigua*, *Epistominella vitrea*, *Globocassidulina subglobosa* y *Oridorsalis umbonatus* (figs. 4.1, 4.2 y 4.3).

A lo largo de este episodio se observa un aumento en el porcentaje de las especies *Alabamina weddellensis*, *Buliminella grata*, *Epistominella exigua* y *Oridorsalis plummerae*, y un ligero descenso en la abundancia relativa de las especies *Bulimina trinitatensis*, *Cibicoides lamontdohertyi* y *Nuttallides umbonifera*.

- Estadio 3 (Oligoceno inferior, parte basal de la Biozona O1)

El estadio 3 comprende el Oligoceno basal, desde el límite E/O hasta la muestra 96,27 mcd. Al igual que en la parte superior del estadio 2, en el estadio 3 se registran los valores de riqueza genérica, diversidad y heterogeneidad más bajos de todo el sondeo (fig. 4.5).

En este intervalo dominan las especies *Bolivina huneri* (18% de las asociaciones), *Epistominella vitrea* (18% de las asociaciones), *Globocassidulina subglobosa*, y en menor medida *Alabamina weddellensis*, *Gyroidinoides depressus*, *Oridorsalis plummerae* y *O. umbonatus*.

A lo largo del estadio se registra un descenso en el porcentaje de las especies *Buliminella grata* y *Stilostomella subspinosa*.

- Estadio 4 (Oligoceno inferior, Biozona O1)

El estadio 4 comprende desde la muestra 94,91 mcd hasta la muestra 92,82 mcd. Los índices de heterogeneidad y diversidad siguen siendo bajos durante este estadio, aumentando ligeramente hacia la parte superior del mismo (fig. 4.5). Las asociaciones registradas en este estadio se encuentran dominados por foraminíferos bentónicos epifaunales (64%).

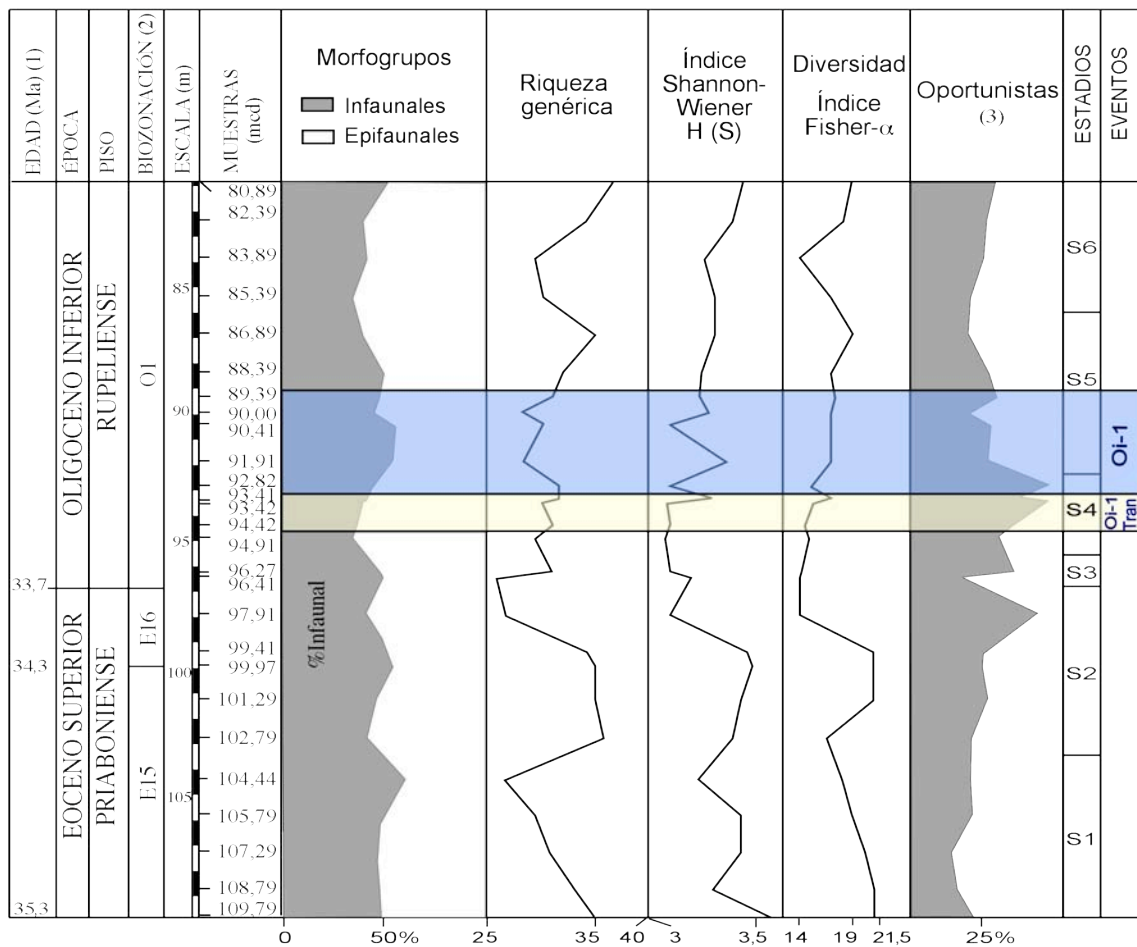


Fig. 4.5. Porcentajes de morfogrupos, índices de diversidad, y porcentajes de especies de foraminíferos bentónicos oportunistas en el sondeo 1263A, y su evolución a lo largo del Eoceno superior y Oligoceno inferior. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party, 2004; (2) Correlación con Berggren y Pearson (2005). (3) El grupo de oportunistas incluye las especies *Alabama weddellensis*, *Cassidulina crassa*, *Epistominella exigua*, *E. vitrea*, *Globocassidulina subglobosa* y *Uvigerina peregrina*. El intervalo de color amarillo muestra el intervalo de transición al Oi-1. El intervalo de color azul muestra el evento de glaciación Oi-1.

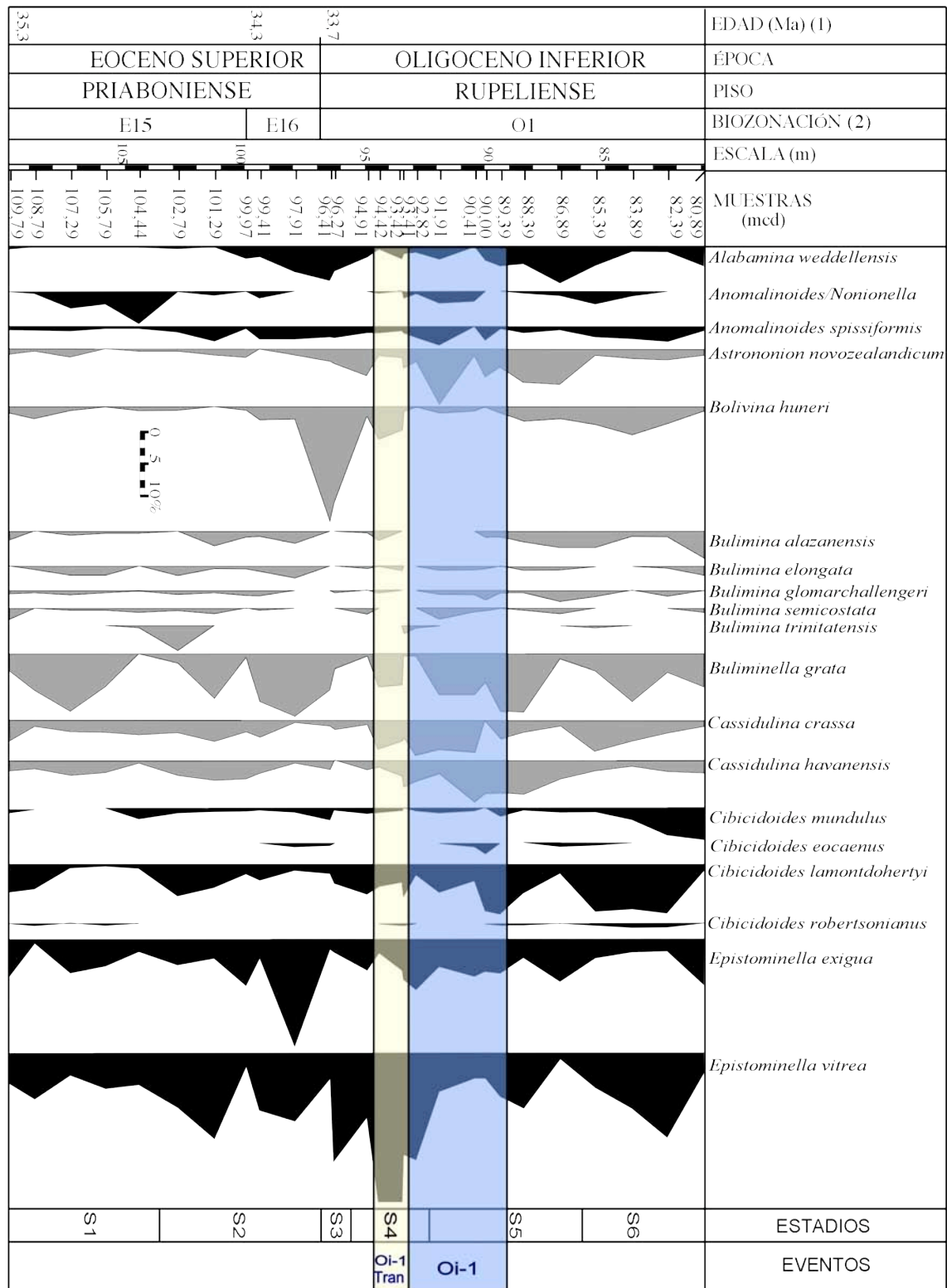


Fig. 4.6. Porcentajes de las especies de foraminíferos bentónicos más abundantes en el sondeo 1263A, y su evolución a lo largo del tránsito Eoceno superior y Oligoceno inferior. Especies infaunales representadas en color gris y especies epifaunales en color negro. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party (2004); (2) Correlación con Berggren y Pearson (2005). El intervalo de color amarillo muestra el intervalo de transición al Oi-1. El intervalo de color azul muestra el evento de glaciación Oi-1.

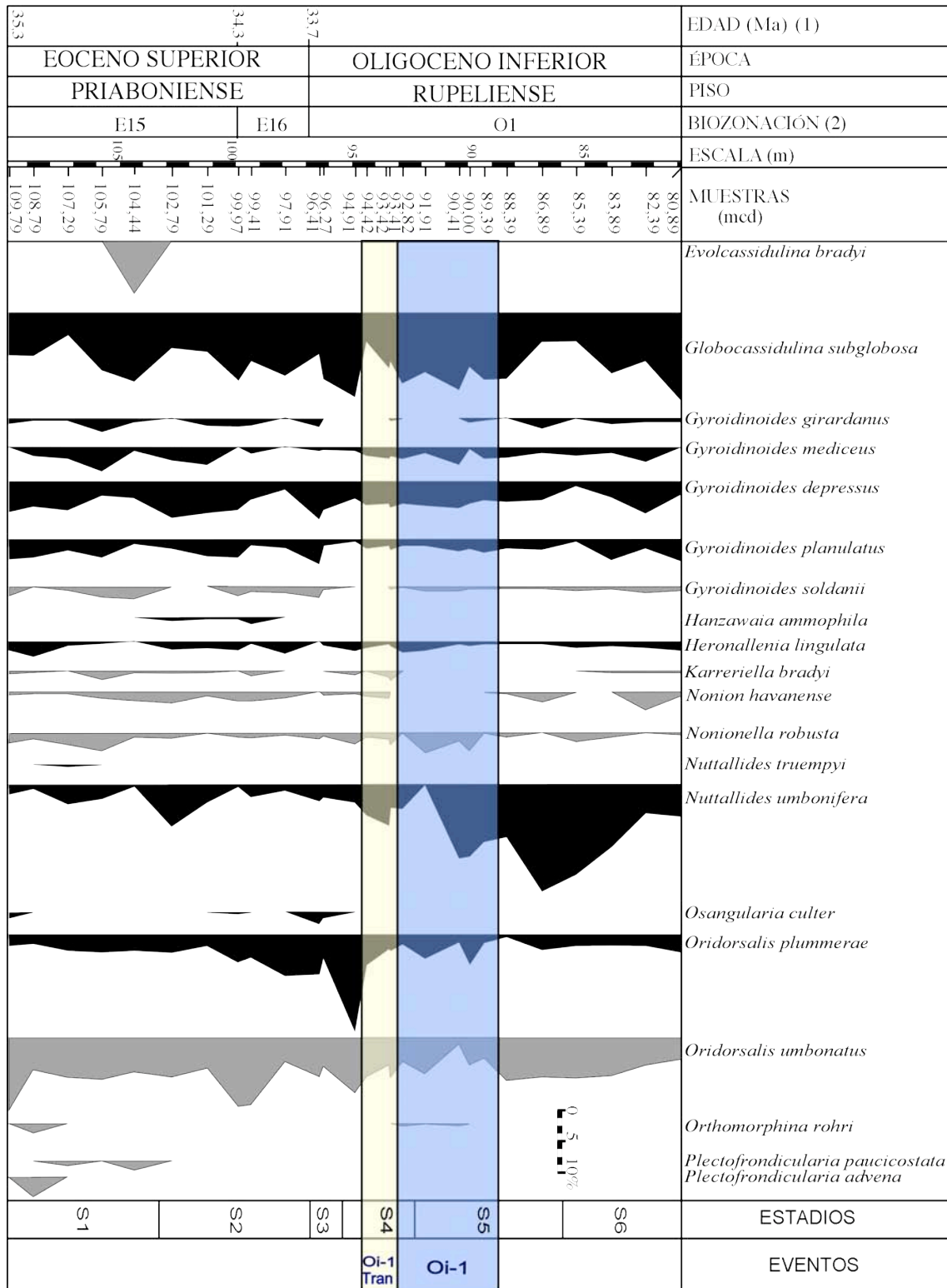


Fig. 4.7. Porcentajes de las especies de foraminíferos bentónicos más abundantes en el sondeo 1263A, y su evolución a lo largo del tránsito Eoceno superior y Oligoceno inferior. Especies infaunales representadas en color gris y especies epifaunales en color negro. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party (2004); (2) Correlación con Berggren y Pearson (2005). El intervalo de color amarillo muestra el intervalo de transición al Oi-1. El intervalo de color azul muestra el evento de glaciación Oi-1.

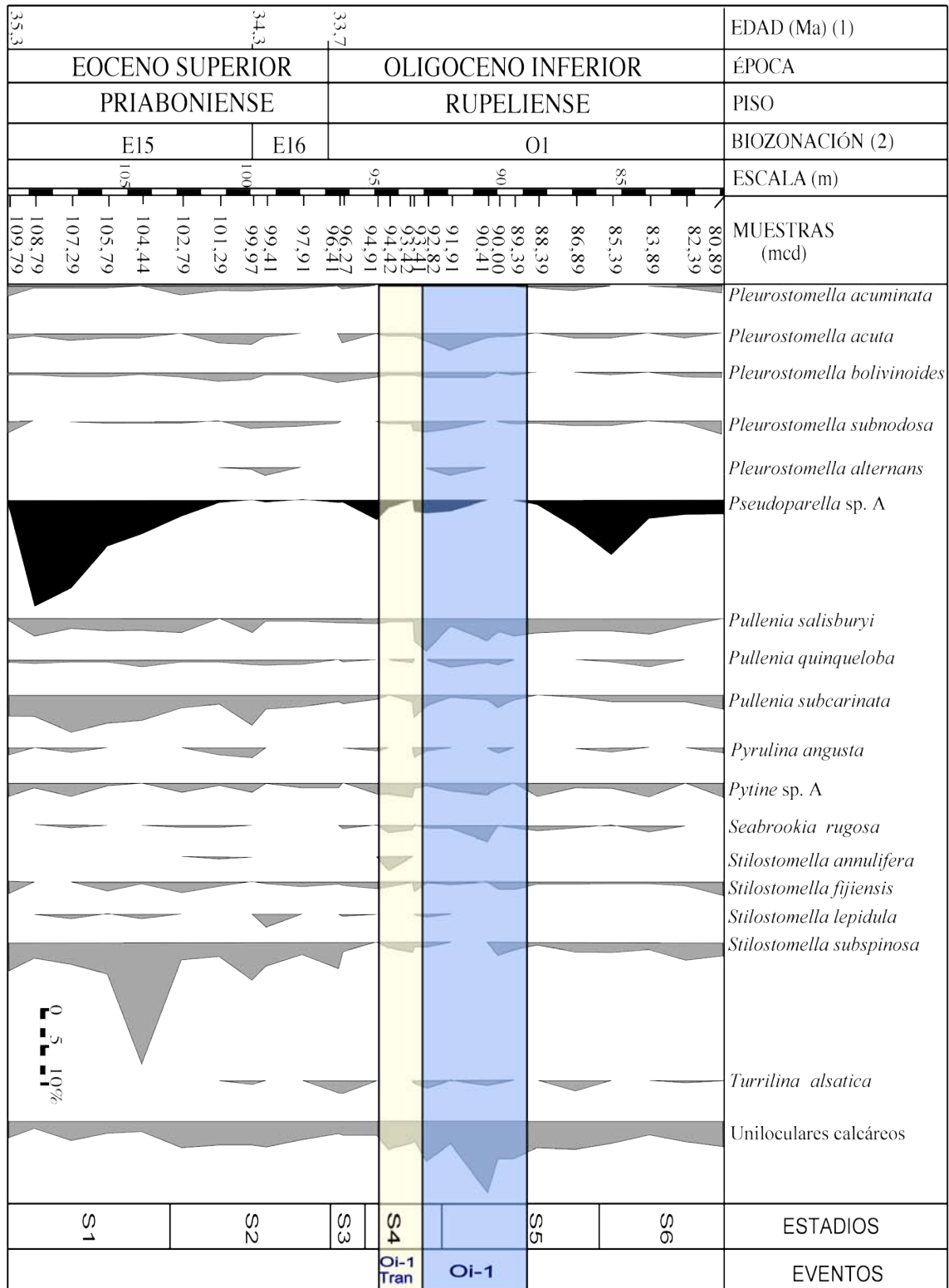


Fig. 4.8. Porcentajes de las especies de foraminíferos bentónicos más abundantes en el sondeo 1263A, y su evolución a lo largo del tránsito Eoceno superior y Oligoceno inferior. Especies infaunales representadas en color gris y especies epifaunales en color negro. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party, 2004; (2) Correlación con Berggren y Pearson (2005). El intervalo de color amarillo muestra el intervalo de transición al Oi-1. El intervalo de color azul muestra el evento de glaciación Oi-1.

El estadio 4 se caracteriza por asociaciones claramente dominadas por la especie *Epistominella vitrea*, que alcanza su valor máximo en el sondeo estudiado constituyendo un 24,8% de las asociaciones.

En la base del estadio 4 (muestra 94,91 mcd) se registran los picos máximos en la abundancia relativa de *Oridorsalis plummerae* (16,7%) y *Globocassidulina subglobosa* (14,2%), así como un aumento menor en el porcentaje de *Cassidulina crassa*.

Coincidiendo con la máxima abundancia relativa de *Epistominella vitrea* hacia la parte media del estadio, se registran ligeros aumentos en los porcentajes de las especies *Bolivina huneri*, *Buliminella grata* y *Nuttallides umbonifera*, descendiendo el porcentaje de *Globocassidulina subglobosa*.

Hacia la parte superior del estadio 4 aumentan los porcentajes de las especies *Cassidulina havanensis*, *Epistominella exigua* y *Pullenia salisburyi*, y disminuyen los de las especies *Oridorsalis plummerae*, y en menor medida *Epistominella vitrea* (figs. 4.2, 4.3 y 4.4).

- Estadio 5 (Oligoceno inferior, Biozona O1)

El estadio 5 comprende desde la muestra 91,91 mcd hasta la muestra 86,89 mcd. La riqueza genérica, o la diversidad y el porcentaje de morfogrupos epifaunales aumentan gradualmente hacia la parte superior del estadio 5 (fig. 4.5).

Las especies dominantes en el estadio 5 son *Astrononion novozealadicum*, *Buliminella grata*, *Cassidulina havanensis*, *Cibicidoides lamontodohertyi*, *Epistominella exigua*, *Epistominella vitrea*, *Globocassidulina subglobosa* y *Nuttallides umbonifera* (figs. 4.2, 4.3 y 4.4).

Se ha registrado en la última muestra de este estadio (86,89) un pico de abundancia en la especie *Nuttallides umbonifera* (con un porcentaje de 18,6%) y en la especie *Alabama weddellensis* (con un porcentaje de 6,2%).

- Estadio 6 (Oligoceno inferior, Biozona O1)

El estadio 6 comprende desde la muestra 85,39 mcd hasta la muestra 80,89 mcd. Los índices de heterogeneidad y diversidad, y la riqueza genérica disminuyen en la parte media del estadio, para luego aumentar gradualmente hacia la parte superior del sondeo

estudiado.

Las especies dominantes en el estadio 6 son *Buliminella grata*, *Cibicidoides lamontdohertyi*, *Epistominella vitrea*, *Globocassidulina subglobosa*, *Nuttallides umbonifera* y *Oridorsalis umbonatus*. Hacia la parte superior del estadio se registra un aumento en el porcentaje de *Globocassidulina subglobosa*, *Cibicidoides mundulus* y *Epistominella exigua*, y un descenso en el porcentaje de *Epistominella vitrea*, *Nuttallides umbonifera*, *Cibicidoides lamontdohertyi* y *Pseudoparella* sp. A.

4.2.2.2.- INTERPRETACIÓN PALEOBATIMÉTRICA

Las asociaciones de foraminíferos bentónicos del sondeo 1263A presentan un índice P/B muy elevado, siendo mayor al 95% en todas las muestras, lo que indica condiciones de medios marinos abiertos y profundidades de depósito a partir de medios batiales. Los elevados índices de heterogeneidad ($H(S) = 2,9-3,6$; fig. 4.5) de las asociaciones de foraminíferos bentónicos obtenidos en el sondeo son indicativos de un ambiente batial inferior a abisal superior (Murray, 1991). El dominio de foraminíferos bentónicos de concha calcítica sobre los de pared aglutinada a lo largo de todo el sondeo estudiado indica el depósito por encima del nivel de compensación de la calcita. Sin embargo la presencia de abundantes ejemplares pequeños y poco calcificados sugiere que el sondeo estaría localizado cerca de la lisoclina.

Las asociaciones de foraminíferos bentónicos están dominadas por representantes de la Fauna Barbados, como *Buliminella grata*, *Epistominella exigua*, *E. vitrea*, *Cibicidoides lamontdohertyi*, *Globocassidulina subglobosa*, *Nuttallides umbonifera*, *Oridorsalis umbonatus*, *Anomalinoidea* spp., *Gyroidinoides* spp. y *Oridorsalis plummerae*. Además, contienen abundantes taxones típicos de medios profundos, como *Alabama*, *Epistominella exigua* y *Nuttallides umbonifera*, característicos de ambientes batiales profundos a abisales (Van Morkhoven *et al.*, 1986). Las especies *Bulimina trinitatensis* y *Buliminella grata*, características de ambientes batiales medios a profundos (Tjalsma y Lohmann, 1983; Van Morkhoven *et al.*, 1986), son también comunes en el sondeo 1263A.

Este sondeo se caracteriza por la dominancia de las asociaciones abisales típicas del Eoceno superior y Oligoceno, representadas fundamentalmente por

Globocassidulina subglobosa, *Gyroidinoides* spp., *Cibicidoides mundulus* y *Oridorsalis umbonatus* (Tjalsma y Lohmann, 1983; Miller, 1983; Wood *et al.*, 1985). Además, la dominancia de la especie *Nuttallides umbonifera* es característica de medios batiales inferiores en el Eoceno y medios abisales inferiores durante el Oligoceno (Katz, 2003). La especie *Bolivina huneri* fue la especie más profunda del género *Bolivina* en el Oligoceno, encontrándose sólo en zonas abisales, a profundidades de más de 2500 m (Katz, 2003).

El límite superior de las especies más abundantes del sondeo, como *Epistominella exigua*, *Cibicidoides mundulus* y *Nuttallides umbonifera*, se sitúa a 1000 m de profundidad, y algunas de ellas como *Bulimina semicostata* y *Buliminella grata* tienen su límite superior situado a 500-700 m de profundidad, siendo comunes en medios abisales superiores.

Diferentes especies del género *Bulimina* pueden aportar información sobre la profundidad del depósito. *Bulimina alazanensis* y *B. macilenta* son más comunes en zonas batiales, llegando ocasionalmente a la zona abisal superior; *Bulimina jarvisi* presenta un rango de profundidad de aproximadamente 1000 a 3200 m; y *Bulimina glomanchallengeri* y *B. semicostata* son más comunes a profundidades abisales superiores durante el Oligoceno (Katz *et al.*, 2003).

Algunas especies de los géneros *Cibicidoides* y *Cibicides* también pueden contribuir a determinar la profundidad del depósito durante el Oligoceno. *Cibicides laurissae* se encuentra en medios batiales medios a abisales superiores; *Cibicidoides robertsonianus* tiene un rango de profundidad de batial inferior a abisal; y *Cibicidoides lamontdohertyi* se encuentra generalmente en la zona abisal (Katz *et al.*, 2003). La especie *Cassidulina havanensis* es común en ambientes batiales a abisales superiores en el Oligoceno inferior, y el género *Heronallenia* está presente en zonas abisales durante todo el Oligoceno (Katz *et al.*, 2003).

Con todos los datos anteriormente expuestos, la presencia dominante de las especies *Nuttallides umbonifera*, *Epistominella exigua*, *E. vitrea*, *Bolivina huneri* y del género *Heronallenia*, y los elevados índices de heterogeneidad, se interpreta que los sedimentos del Eoceno superior y Oligoceno inferior del sondeo 1263A fueron depositados en un medio abisal superior, a una profundidad de unos 2000 m (fig. 4.1).

4.2.2.3.- EVOLUCIÓN PALEOAMBIENTAL

Las asociaciones de foraminíferos bentónicos del Eoceno superior y Oligoceno inferior en el sondeo 1263A están constituidas por morfogrupos mixtos infaunales y epifaunales, que presentan proporciones similares (fig. 4.5) e indican condiciones mesotróficas en el fondo marino (ej., Jorissen *et al.*, 1995). Así, la composición mixta de las asociaciones refleja un flujo orgánico suficiente para alimentar a los foraminíferos epifaunales, que habitaban en la superficie del sedimento o en las capas más superficiales, mientras que el alimento sobrante sería transportado por bioturbación o por difusión a las capas más profundas del sedimento, permitiendo el desarrollo de las comunidades infaunales.

Desde el Eoceno medio-superior hasta el Oligoceno inferior se observa en altas latitudes un aumento en la estacionalidad de la productividad, evidenciado por el aumento de especies que se alimentan de fitodetritos, principalmente de *Alabamina weddellensis* y *Epistominella exigua*, y que a su vez estaría asociado a un descenso en la diversidad de las asociaciones de foraminíferos bentónicos (ej., Thomas, 1996; Thomas y Gooday, 1996; Gooday, 2003). Esta situación se observa en el sondeo 1263A, donde además de las dos especies mencionadas, abundan otras especies asociadas a pulsos de fitodetritos, como *Globocassidulina subglobosa*, *Cassidulina crassa*, *Uvigerina peregrina* y *Epistominella vitrea* (constituyendo esta última hasta un 25% de las asociaciones). En algunos trabajos la especie *Epistominella vitrea* ha sido interpretada como un taxón oportunista debido a la relativa cercanía taxonómica que presenta con la especie *Epistominella exigua* (ej., Gooday y Turley, 1990; Heinz *et al.*, 2001, 2002; Fontanier *et al.*, 2003). Por otro lado, *Globocassidulina subglobosa* presenta una distribución cosmopolita en los océanos, y su abundancia se ha relacionado con entradas de pulsos de alimento (ej., Gooday, 1994; Gupta y Thomas, 2003) y con una alimentación basada en fitodetritos en el Atlántico Noreste (Gooday, 1988, 1993, 1994, 1996). Algunos estudios realizados en la Antártida han mostrado que *G. subglobosa* y otras especies relacionadas taxonómicamente, como *Cassidulina crassa*, se alimentan selectivamente de fitodetritos (Suhr *et al.*, 2003; Suhr y Pond, 2006).

A lo largo de todo el sondeo estudiado se registran cortos picos cuantitativos de especies oportunistas, los más destacados se encuentran en la parte superior de la

Biozona E16 (Priaboniense) y en la parte inferior de la Biozona O1 (Rupeliense), alcanzando casi el 45% de las asociaciones. Estas especies oportunistas incluyen *Alabamina weddellensis*, *Cassidulina subglobosa*, *Epistominella exigua*, *E. vitrea*, *Globocassidulina subglobosa* y *Uvigerina peregrina* (Gooday, 1988, 1993, 1996; Smart y Gooday, 1997), que son indicadoras de inestabilidad ambiental en el aporte alimenticio (Walton y Sloan, 1990; Alegret y Thomas, 2005, 2007; Alegret, 2007). La especie *Epistominella exigua*, abundante a lo largo de todo el sondeo, se alimenta de células algales frescas similares al fitodetritus y se asocia a elevadas concentraciones de oxígeno en las aguas del fondo (Gooday, 1993; Mackensen *et al.*, 1995; Schmiedl, 1995, Schmiedl *et al.*, 1997; Nees y Struck 1999; Gupta y Thomas, 2003). Estas variaciones en la abundancia relativa de los taxones oportunistas, y las fluctuaciones en la diversidad y heterogeneidad, sugieren que desde el Eoceno superior hasta el Oligoceno inferior se produjeron fuertes fluctuaciones en el aporte alimenticio, probablemente relacionadas con pulsos en el aporte de materia orgánica fresca y lábil al fondo oceánico (Thomas y Gooday, 1996; Thomas, 2007).

La abundancia de especies que se alimentan de fitodetritos, así como la presencia de abundantes bulimínidos y bolivínidos y de otras especies del género *Cassidulina*, que se consideran indicativos de una elevada productividad (ej., Lutze y Coulbourn, 1984; Loubere, 1991; Schmiedl *et al.*, 1997; Altenbach *et al.*, 1999), sugieren que el sondeo 1263A representaría un área de moderada productividad, ocasionalmente afectada por episodios de aporte o pulsos de fitodetritos. La entrada de fitodetritos puede estar relacionada no sólo con una alta productividad en la superficie oceánica (Rice *et al.*, 1994), sino también con las condiciones hidrográficas en las capas más altas de los océanos, que determinarían la presencia de “blooms” de fitodetritos (Campbell y Aarup, 1992). Durante estos episodios o “blooms” de fitodetritos, que implican gran aporte de materia orgánica al fondo oceánico, no necesariamente se produciría un aumento en la acumulación del carbono orgánico ni una baja oxigenación en el fondo, ya que la materia orgánica lábil es rápidamente degradada en el fondo oceánico por bacterias y protistas (Gooday y Turkey, 1990; Poremba, 1994; Thomas y Gooday, 1996).

Durante el Eoceno medio-superior y Oligoceno inferior se produjo un cambio importante y gradual en las faunas de los foraminíferos bentónicos que ha sido

relacionado con el enfriamiento de las aguas profundas y por consiguiente con el incremento de la oxigenación y/o la corrosividad del CaCO_3 (Thomas, 1992; Kaiho, 1994; Coccioni y Galeotti, 2003). En el tránsito Eoceno superior-Oligoceno inferior del sondeo 1263A se observan las últimas apariciones locales de las especies *Hanzawaia ammophila*, *Chrysologonium tenuicostata*, *Eponides tumitululus*, *Nuttallides truempyi*, *Plectofrondicularia paucicostata* y *P. advena*, que podrían estar relacionadas con este evento de enfriamiento de las aguas profundas y la iniciación de la glaciación antártica. En este mismo tránsito también se observan las primeras apariciones de *Cibicidoides eocaenus*, *Pleurostomella alternans* y *Turrilina alsatica*. Además, se registra un efecto Lázaro (desaparición temporal de especies en un momento de condiciones adversas, y su posterior reaparición) en las especies *Anomalinoidea/Nonionella*, *Bigenerina nodosaria*, *Bulimina glomarchallengueri*, *B. semicostata*, *Karrerella bradyi*, *Pleurostomella acuta*, *P. alternans*, *Pyrulina angusta*, *Seabrookia rugosa*, *Stilostomella annulifera*, *S. lepidula* y *Turrilina alsatica*. Asimismo se registra un descenso en el porcentaje del género *Pullenia* y de la especie *Pseudoparella* sp. A. Las asociaciones de foraminíferos bentónicos muestran una ligera disolución y fragmentación en el Eoceno superior, acentuándose en las dos primeras muestras tras el límite Eoceno/Oligoceno. Además, en el Oligoceno basal se registran los valores de riqueza genérica, diversidad y heterogeneidad más bajos de todo el sondeo (fig. 4.5).

Desde el Eoceno medio-superior hasta el Oligoceno inferior hubo una ligera disminución en el porcentaje del grupo de los bulimínidos en el sondeo 1263A (Miller *et al.*, 1985; Miller *et al.*, 1992; Thomas, 1992; Coccioni y Galeotti, 2003; Ortiz, 2006), probablemente como consecuencia del enfriamiento global y el incremento de la oxigenación en las aguas profundas del océano del Sur, provocando una menor disponibilidad de alimento para las faunas de los foraminíferos bentónicos, siendo los más afectados los morfogrupos infaunales (Thomas, 1992; Gooday y Thomas, 1996; Coccioni y Galeotti, 2003). En el Eoceno terminal se produjo la reorganización gradual taxonómica de las asociaciones de foraminíferos bentónicos, incluyendo el último registro de la especie *Nuttallides truempyi* (Miller *et al.*, 1992) y un aumento en el porcentaje de la especie *Nuttallides umbonifera* (Miller, 1987). Este cambio faunal es similar al observado en el Atlántico Sur del Eoceno medio-superior (Tjalsma y Lohmann, 1983). En el Sondeo 1263A se registra la última aparición de la especie

Nuttallides truempyi en la parte final del Eoceno superior, y un aumento en el porcentaje de la especie *Nuttallides umbonifera* en la parte media de la Biozona O1 (Rupeliense) que continúa hasta el techo del sondeo. La extinción de la especie *Nuttallides truempyi* marca el límite Eoceno/Oligoceno, registrado en la biozona AB7 (*Nuttallides truempyi*–*Spiroplectammina spectabilis*) de Berggren y Miller (1989) de medios abisales. Este evento es el más importante del registro de los foraminíferos bentónicos del Eoceno terminal. Sin embargo, la última aparición de *Nuttallides truempyi* puede ser diacrónica y ocurrir localmente con anterioridad a este límite en otras partes del mundo (Tjalsma y Lohmann, 1983; Tjalsma, 1983; Miller *et al.*, 1985, 1992; Thomas, 1998; Coccioni y Galeotii, 2003), ya que se ha demostrado que *Nuttallides truempyi* desapareció antes en latitudes altas que en latitudes bajas. En algunas regiones se aprecia una disminución en la abundancia relativa de esta especie a partir del Eoceno medio (Tjalsma y Lohmann, 1983; Tjalsma, 1983; Miller *et al.*, 1985, 1992; Thomas, 1998), complicando la identificación del límite E/O. En el sondeo 1263A esta especie es muy escasa y se ha identificado únicamente en una muestra del Eoceno superior, en la biozona E15 de Berggren y Pearson (2005), por lo que esta especie no sería de utilidad para la identificación del límite. Por otro lado, aunque se ha sugerido que la especie *Bulimina trinitatensis* se extingue en coincidencia con el límite E/O (Holbourn *et al.*, 2005), morfotipos similares se han registrado en sedimentos más recientes en el sondeo 1263A, como la especie *B. impendens* que puede ser confundida morfológicamente con la especie denominada *B. trinitatensis*. Varios paratipos y los holotipos de las especies *Bulimina trinitatensis* (CC 9682) y *B. impendens* (CC 23335) fueron examinados en el Instituto Smithsonian (Washington) y las diferencias observadas no fueron suficientes para distinguir a estas dos especies (ver capítulo de Taxonomía).

En el límite E/O también se ha documentado la última aparición de la especie *Pseudoclavulina trinitatensis* (Bolli *et al.*, 1994). Sin embargo en el sondeo 1263A no se ha observado este evento debido probablemente a la escasez de esta especie. En coincidencia con el límite E/O también se ha identificado un acmé de la especie *Brizalina tectiformis*, denominada por otros autores como *Brizalina antegressa* (ej., Coccioni y Galeotti, 2003; Ortiz, 2006). El acmé de esta especie se ha observado en el área del Tetis, donde la actividad tectónica era muy destacada a finales del Eoceno y

comienzos del Oligoceno. La intensidad de las corrientes turbidíticas generaría un gran aporte de materia orgánica al fondo marino, provocando la proliferación del grupo de los bolivinidos. Probablemente este acmé pueda ser utilizado para identificar el límite E/O únicamente en el área del Tetis (Ortiz, 2006). Otros autores han identificado la primera aparición de la especie *Brizalina antegressa* en el límite Eoceno/Oligoceno (Tjalsma, 1983 y Wood *et al.*, 1985). Sin embargo, en secciones estudiadas por Miller y Katz (1987a), Holbourn *et al.* (2005) y Ortiz (2006), así como en la sección de Noroña y en el sondeo 1263A, esta especie se identificó con anterioridad al límite Eoceno/Oligoceno. En el límite se registra un incremento en el porcentaje de la especie *Bolivina huneri*, que ocuparía el nicho ecológico anteriormente ocupado por otras especies infaunales (fig. 4.6). La abundancia de este género ha sido relacionada con un elevado aporte de materia orgánica o con una reducción de la oxigenación de las aguas del fondo (ej., Murray, 1991; Gooday, 1994; Bernhard y Sen Gupta, 1999; Thomas *et al.*, 2000). Dado que no se observan evidencias de mínima oxigenación en el medio bentónico, consideramos este evento relacionado con un aumento en la productividad.

Miller y Curry (1982) observaron en el Sondeo 119 situado en la Bahía de Vizcaya, que la abundancia de *Nuttallides* spp. estaba relacionada con los valores más bajos de $\delta^{13}\text{C}$ de los foraminíferos bentónicos, y que estos valores estaban a menudo asociados a masas de aguas corrosivas al CaCO_3 . Otros autores han relacionado la abundancia de esta especie con la presencia de aguas de fondo corrosivas al CaCO_3 , o con la corriente de fondo de la Antártida (AABW) (Bremer y Lohmann, 1982; Mackensen *et al.*, 1995). Sin embargo, esta relación no fue observada en la cuenca de Angola del Sureste Atlántico (Van Leeuwen, 1989). Por otro lado, otros autores han interpretado esta especie como un indicador de baja productividad (Gooday, 1994; Loubere, 1998; Loubere y Fariduddin 1999). Considerando las hipótesis anteriores, el aumento del porcentaje de *Nuttallides umbonifera* tras el máximo valor de los isótopos de oxígeno de los foraminíferos bentónicos en el intervalo del evento de glaciación Oi-1 (muestra 94,49 mcd; figs. 4.7 y 4.9), se podría interpretar como indicativo de un ligero aumento en la corrosividad de las aguas.

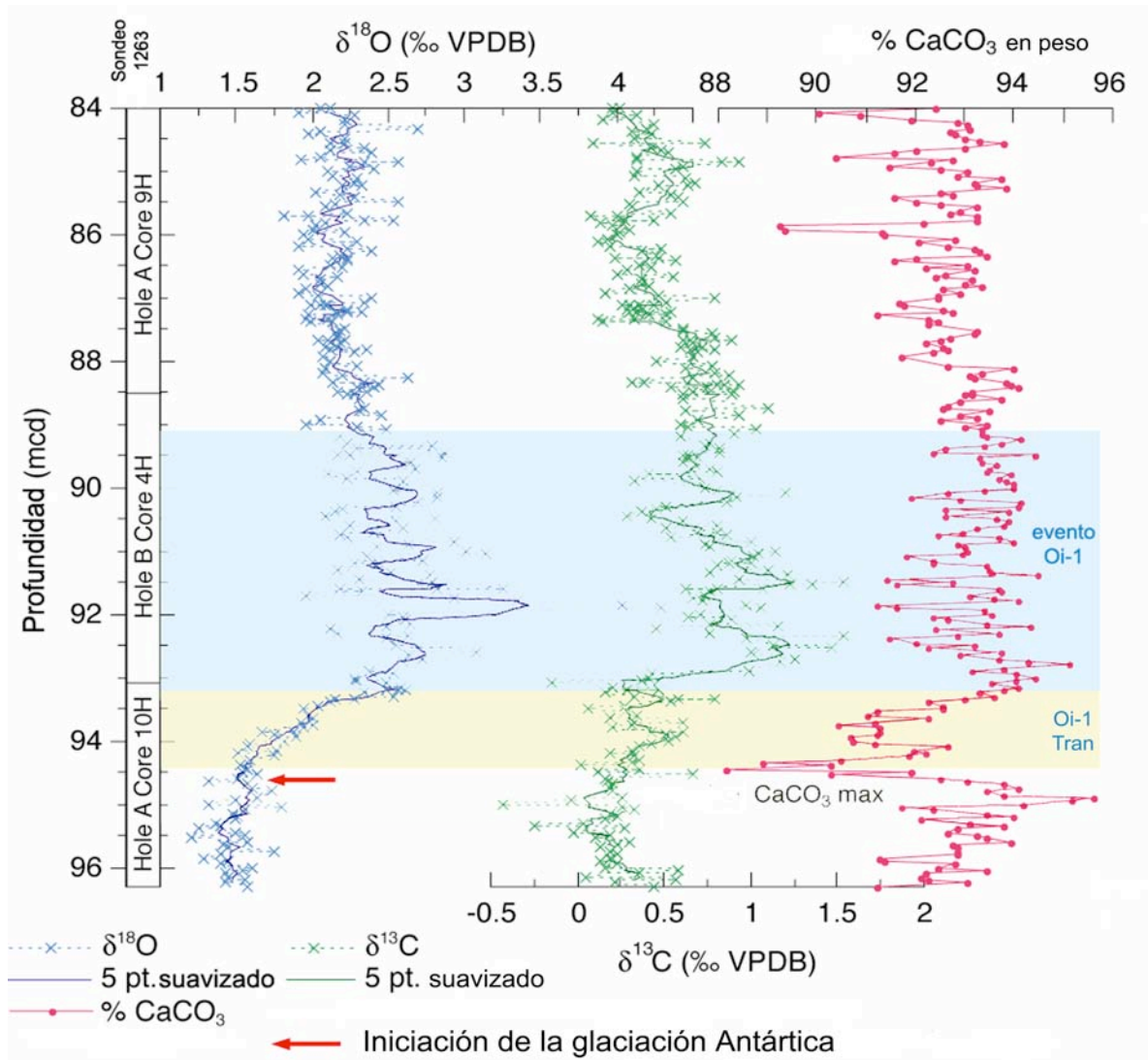


Fig. 4.9. Análisis de los isótopos del $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en conchas de foraminíferos bentónicos (*Oridorsalis umbonatus*) y el estudio del porcentaje del CaCO_3 . El intervalo de color amarillo muestra el evento de transición al Oi-1. El intervalo de color azul registra el evento de glaciación Oi-1 en la sección 1263 (Modificada de Riesselman *et al.*, 2007).

En el sondeo 1263, Riesselman *et al.* (2007) realizaron análisis de los isótopos del $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en conchas de foraminíferos bentónicos (*Oridorsalis umbonatus*). Estos autores identificaron un aumento gradual de los isótopos del $\delta^{18}\text{O}$ a partir de la muestra 94,49 mcd, y a lo largo de un intervalo de 1,3 m. A este intervalo se le ha denominado en las figuras representadas (figs. 4.5-4.9) como “Oi-1 de transición”. A partir de la muestra 93,19 mcd, y hasta la muestra 88,79 mcd, estos autores identificaron el evento de glaciación Oi-1, evento al que se ha asociado un descenso del nivel del mar (Miller *et*

al., 1987; Zachos *et al.*, 2001; Pekar *et al.*, 2002; Merico *et al.*, 2008). Además, este evento está relacionado con el ciclo $84_{Eo-C13n}$ de Pälike *et al.* (2006).

En este sondeo no ha sido posible identificar los dos pequeños picos presentes dentro del evento de glaciación Oi-1, denominados eventos de glaciación Oi-1a y Oi-1b, que se señalan en algunas reconstrucciones de alta resolución con isótopos de oxígeno del Oligoceno inferior (ej., Zachos *et al.*, 1996). Tras el evento de glaciación Oi-1, que termina en la muestra 88,79 mcd, los valores de los isótopos de oxígeno de los foraminíferos bentónicos disminuyen aproximadamente al 2,2‰.

Los isótopos de carbono en foraminíferos bentónicos ($\delta^{13}C$) marcan un incremento significativo en el tránsito al evento de glaciación Oi-1 en el sondeo 1263A. Los valores aumentan ligeramente en unos 0,3‰ en la muestra 94,44 mcd y rápidamente en un 0,9‰ en la muestra 93,09 mcd, alcanzando su máximo en la muestra 92,69 mcd con un 1,2‰. Así las variaciones en los isótopos de oxígeno están acompañadas por cambios en el ciclo del carbono global, que se refleja en el incremento de los valores del $\delta^{13}C$ de los foraminíferos bentónicos en el intervalo “Oi-1 de transición” (Zachos *et al.*, 1996; Risselman *et al.*, 2007).

La conservación de las conchas calcíicas mejora notablemente desde la base del Eoceno hasta la muestra 94,49 mcd, donde Risselman *et al.* (2007) registraron la máxima concentración de $\%CaCO_3$. Estos autores relacionaron el máximo porcentaje de $\%CaCO_3$ con una posible profundización del nivel de compensación de la calcita (CCD). A partir de este nivel, la conservación de las conchas es buena hasta la parte superior del sondeo.

El descenso del nivel del mar asociado al evento de glaciación Oi-1 coincide con el aumento de los isótopos de oxígeno de los foraminíferos bentónicos (fig 4.9). Las especies oportunistas y la especie *Epistominella vitrea* presentan sus mayores porcentajes (un 45% y un 25% de las asociaciones, respectivamente) en el intervalo de transición al Oi-1. Estas especies oportunistas, y sobre todo la especie *Epistominella vitrea*, podrían reflejar un aumento en la productividad primaria, que a su vez estaría relacionado con el aumento de los valores de $\delta^{13}C$ en el intervalo de transición al Oi-1 (figs. 4.6, 4.7 y 4.9). Además, la especie *Epistominella vitrea* está asociada a aguas frías en la actualidad (Saidova, 2008), por lo que su abundancia sugiere un enfriamiento de las aguas profundas a comienzos del evento de glaciación.

En coincidencia con el evento de glaciación Oi-1 del sondeo 1263A se registra un efecto Lázaro (desaparición temporal de especies en un momento de condiciones adversas, y su posterior reaparición) en las especies *Bulimina alazanensis*, *Cibicidoides robertsonianus*, *Karreriella bradyi* y *Nonion havanense*. Además, se observan las últimas apariciones locales de las especies *Osangularia culter*, *Pleurostomella alternans*, *Stilostomella annulifera* y *Stilostomella lepidula*. Estas desapariciones pudieron deberse al enfriamiento de las aguas profundas en esta región del Atlántico Sur.

4.2.3.- SECCIÓN DE FUENTE CALDERA (OLIGOCENO: RUPELIENSE- CHATIENSE)

4.2.3.1.- DESCRIPCIÓN DE LAS ASOCIACIONES

Las asociaciones de foraminíferos bentónicos en la sección de Fuente Caldera son heterogéneas, con valores del índice de Shannon-Weaver H (S) comprendidos entre 3,2 y 4. Los valores mínimos en la heterogeneidad de las asociaciones (2,4 a 2,9) se registran en el intervalo comprendido entre las muestras FC-03-56 y FC-03-64 (fig. 4.10). Las asociaciones están dominadas por morfogrupos infaunales a lo largo de todo el intervalo estudiado, constituyendo de un 65% a un 85% (fig. 4.11). Las asociaciones de foraminíferos bentónicos están dominadas por formas de conchas calcíticas, y los foraminíferos bentónicos aglutinados son componentes minoritarios, constituyendo menos del 10% de las asociaciones. La riqueza genérica es variable, entre 27 y 55 géneros por muestra, al igual que ocurre con la riqueza específica (de 34 a 90 especies por muestra), y el índice Fisher- α (fig. 4.10). Los porcentajes de los taxones neríticos reelaborados (epifíticos y con simbioses) son muy variables a lo largo de la sección de Fuente Caldera (fig. 4.12); ambos grupos se consideran reelaborados, y han sido descontados de los contajes para realizar el cálculo de los porcentajes de las distintas especies autóctonas.

Las asociaciones de foraminíferos bentónicos están dominadas por bolivinidos (*Bolivina*, *Bolivinoidea*, *Brizalina*, *Sigmavirgulina*), y por las especies *Angulogerina angulosa*, *Cibicidoides ungerianus* y *Globocassidulina subglobosa*, entre otras (figs. 4.13, 4.14, 4.15).

El análisis detallado de las asociaciones de foraminíferos bentónicos del Oligoceno inferior y superior en la sección de Fuente Caldera (área del Tetis) ha permitido diferenciar tres estadios:

- Estadio 1 (F1): Oligoceno inferior (Biozona de *P. naguewichiensis*)

El estadio 1 abarca la Biozona de *P. naguewichiensis* (Rupeliense), que corresponde a los 80 m inferiores de la sección estudiada. Las especies de foraminíferos bentónicos dominantes en este episodio son *Angulogerina angulosa*, *Bolivinoidea*

crenulata, *Globocassidulina subglobosa*, *Sigmavirgulina tortuosa* y *Tortoplectella rhomboidalis*.

A lo largo del estadio 1, al igual que en el resto de la sección estudiada, se registran importantes oscilaciones en el porcentaje de foraminíferos neríticos reelaborados, así como en la diversidad y heterogeneidad de las asociaciones (figs. 4.10 y 4.12). Entre las especies autóctonas, destaca un pico cuantitativo en el porcentaje de la especie *Tortoplectella rhomboidalis* (muestra FC-03-34, parte media del estadio 1), seguido de un drástico aumento en el porcentaje de la especie *Bolivinooides crenulata*, que constituye un 58,5% de las asociaciones en la muestra FC-03-56.

El porcentaje de las especies *Angulogerina angulosa* y *Tortoplectella rhomboidalis* disminuye hacia la parte superior del estadio 1.

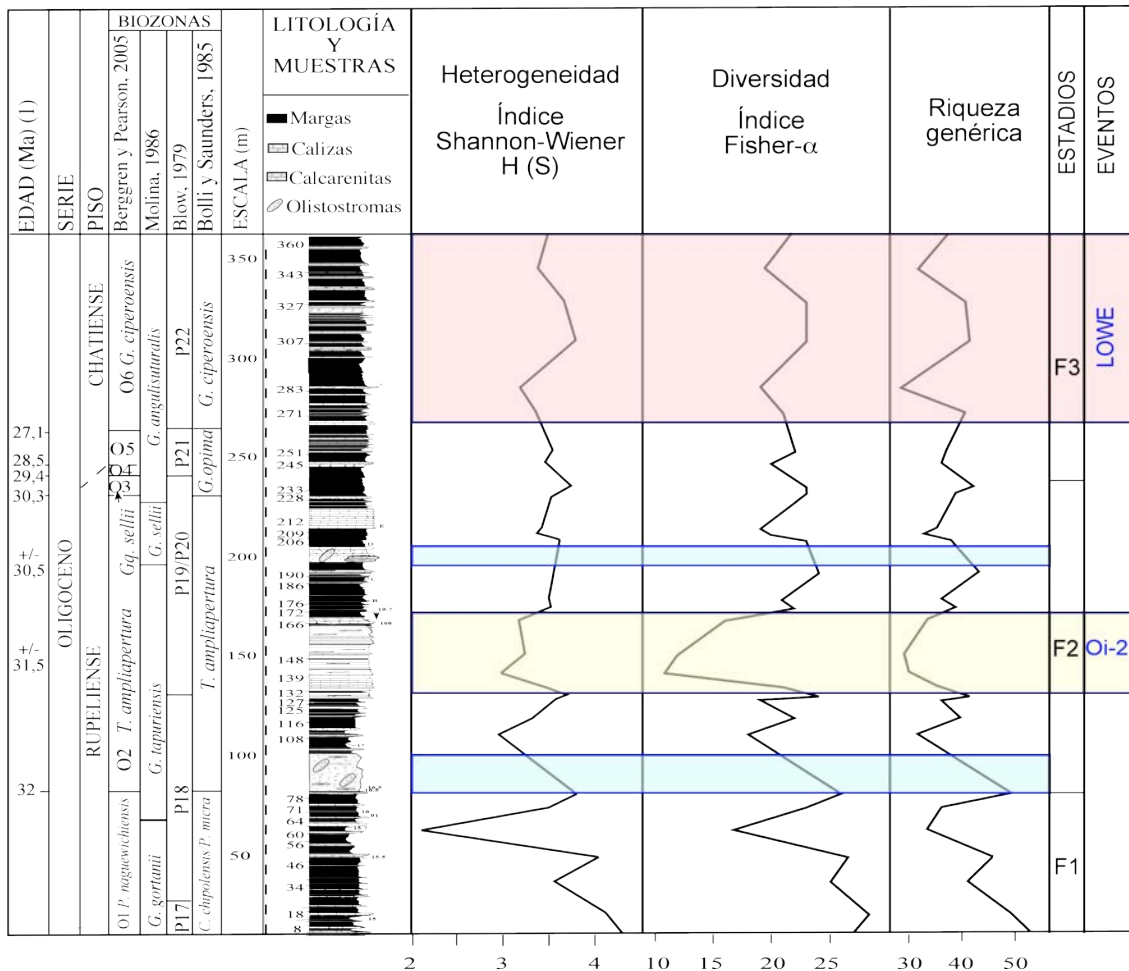


Fig. 4.10. Índices de diversidad de las asociaciones de foraminíferos bentónicos en la sección de Fuente Caldera y su evolución a lo largo del Oligoceno. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party (2004). En color amarillo se indica un intervalo con foraminíferos reelaborados, en color azul dos intervalos con olistostromas y en color rosa el evento de calentamiento global (LOWE).

- Estadio 2 (F2): Oligoceno inferior (Biozona de *T. ampliapertura* y Biozona de *Gq. sellii*)

Este estadio comprende las biozonas de *T. ampliapertura* y de *Gq. sellii*, y se caracteriza por presentar dos tramos con olistostromas (señalados con bandas azules en las figuras 4.10 a 4.15). El tramo inferior tiene 20 m de potencia, y está ubicado en la base del estadio 2 (base de la Biozona de *T. ampliapertura*), y el superior presenta 10 m de potencia y está situado hacia la parte superior del mismo, en los metros 195 a 205. Además, en la parte media del estadio 2 se observa un tramo de 34 m de potencia en el cual se han identificado abundantes foraminíferos bentónicos neríticos reelaborados (epifíticos y con simbiontes). Los datos obtenidos en este tramo (cubiertos una banda amarilla en las figuras 4.10 a 4.15), al igual que los obtenidos en los tramos con olistostromas, no se consideran representativos de las asociaciones originales debido al elevado porcentaje de foraminíferos reelaborados.

La especie dominante en el estadio 2 es *Bolivinooides crenulata* (hasta un 39% de las asociaciones). Además, las especies *Sigmavirgulina tortuosa*, *Globocassidulina subglobosa*, *Nodobolivinella jhingrani*, *Nonion commune*, *Nonionoides grateloupi* y *Tortoplectella rhomboidalis* son comunes a abundantes en el estadio 2.

- Estadio 3 (F3): Oligoceno inferior (Biozona O4) y Oligoceno superior (Biozona de *P. opima* y Biozona de *G. ciperoensis*)

Este estadio incluye la biozona O4 del Oligoceno inferior, y el Oligoceno superior (Chatiense), y se extiende hasta el techo del intervalo estudiado en Fuente Caldera. Las asociaciones de foraminíferos bentónicos están dominadas por las especies *Bolivinooides crenulata* (hasta un 24% de las asociaciones), *Angulogerina angulosa* (17,5% de las asociaciones) y *Globocassidulina subglobosa*; además, las especies *Cibicidoides ungerianus* y *Sigmavirgulina tortuosa* son abundantes a lo largo del estadio 3 (figs. 4.13, 4.14 y 4.15). El porcentaje de *Bolivinooides crenulata* y *Angulogerina angulosa* disminuye de forma gradual desde la base (biozonas O4 y O5) hasta el techo del estadio 3.

En la parte media del estadio 3 (muestra FC-03-283) se registra la máxima abundancia relativa de foraminíferos epifíticos (fig. 4.12). Hacia la parte superior de este estadio aumentan los porcentajes de las especies *Tortoplectella rhomboidalis*, *Oridorsalis umbonatus* y, en menor medida, varias especies de *Cibicoides* (*C. lamontdohertyi*, *C. mundulus*, *Cibicoides* aff. *limbatus*, *C. ungerianus*).

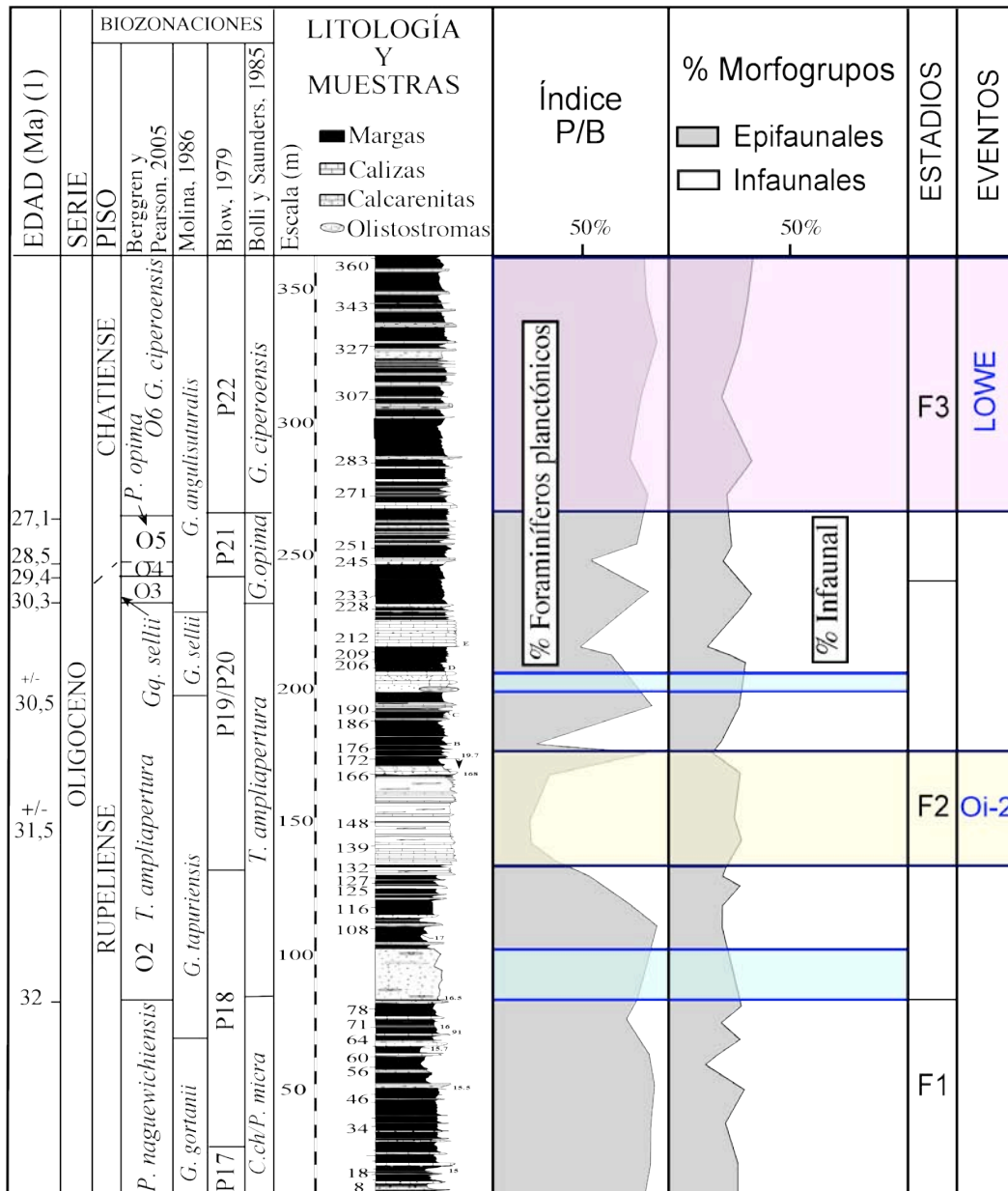


Fig. 4.11. Índice P/B y porcentaje de morfogrupos de foraminíferos bentónicos en la sección de Fuente Caldera, y su evolución a lo largo del Oligoceno. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party (2004). En color amarillo se indica un intervalo con foraminíferos reelaborados, en color azul dos intervalos con olistostromas y en color rosa el evento de calentamiento global (LOWE).

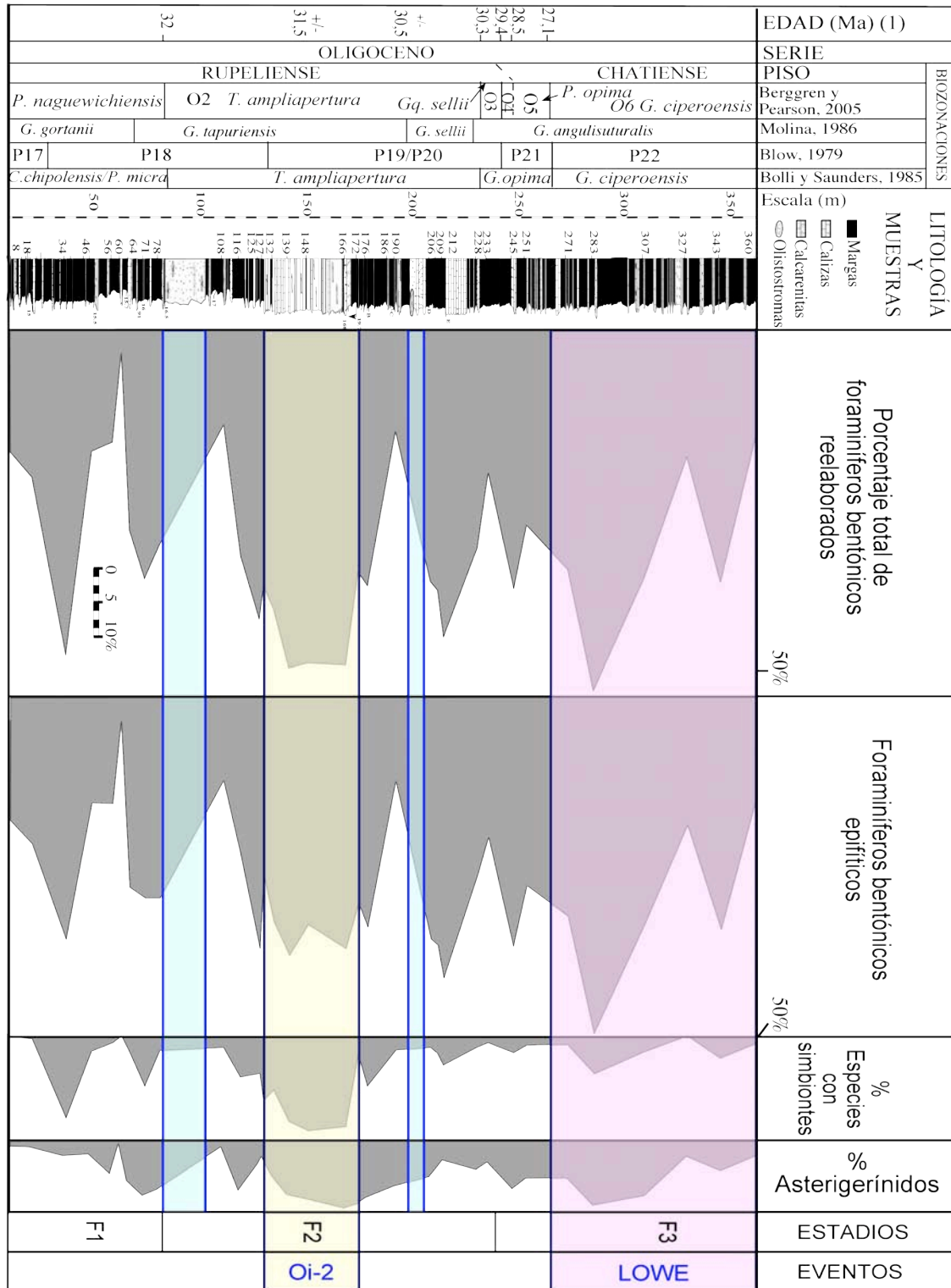


Fig. 4.12. Porcentaje de foraminíferos bentónicos neríticos reelaborados, incluyendo especies epifíticas, con simbioses y asterigerínidos, y su evolución a lo largo del Oligoceno en la sección de Fuente Caldera. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party (2004). En color amarillo se indica un intervalo con foraminíferos reelaborados, en color azul dos intervalos con olistostromas y en color rosa el evento de calentamiento global (LOWE).

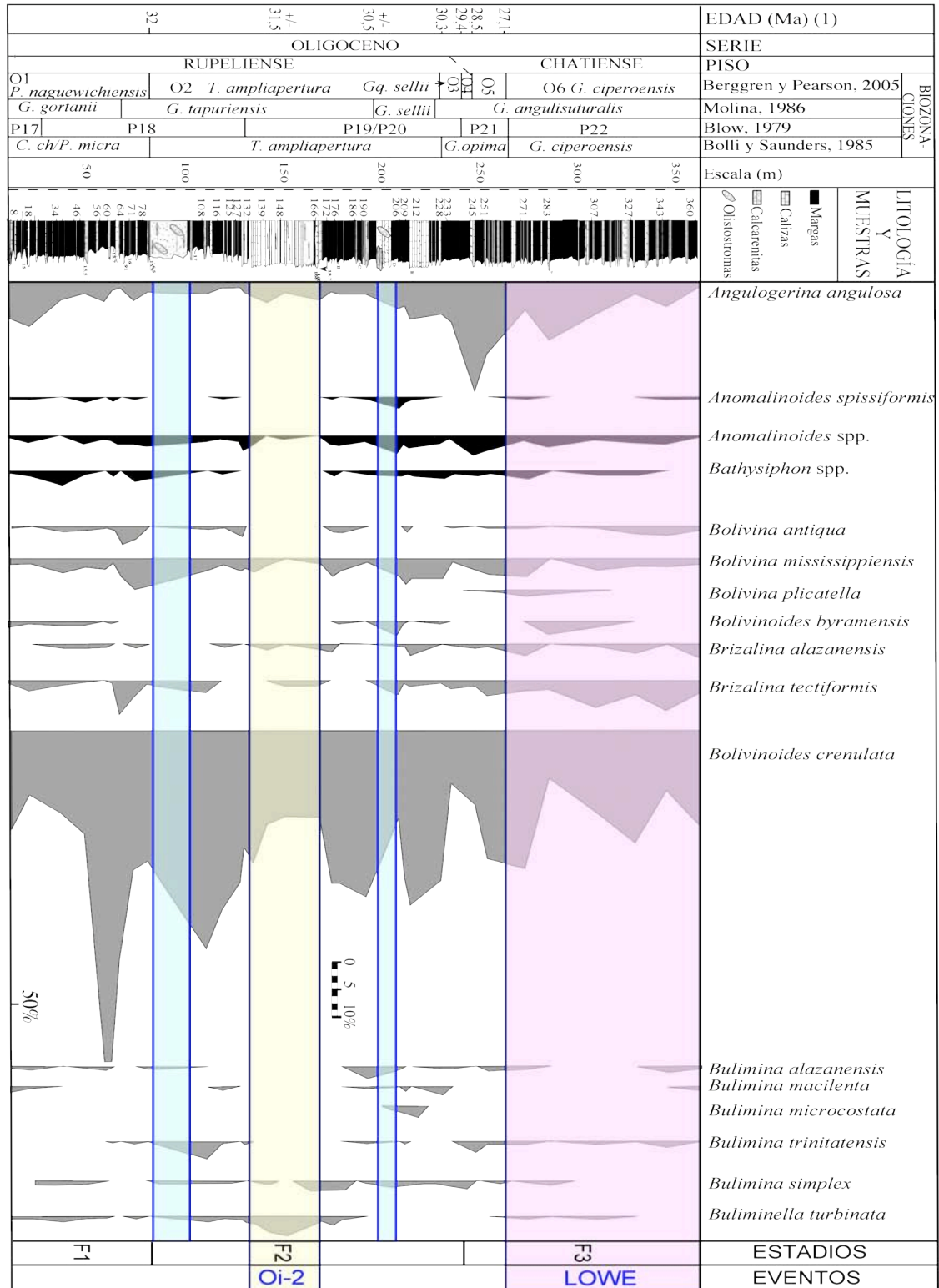


Fig. 4.13. Porcentajes de las especies de foraminíferos bentónicos más abundantes en la sección de Fuente Caldera y su evolución a lo largo del Oligoceno. Especies infaunales representadas en color gris y especies epifaunales en color negro. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party (2004). Nota: El porcentaje de las especies ha sido recalculado tras suprimir de los contajes los foraminíferos bentónicos epifíticos y neríticos reelaborados.

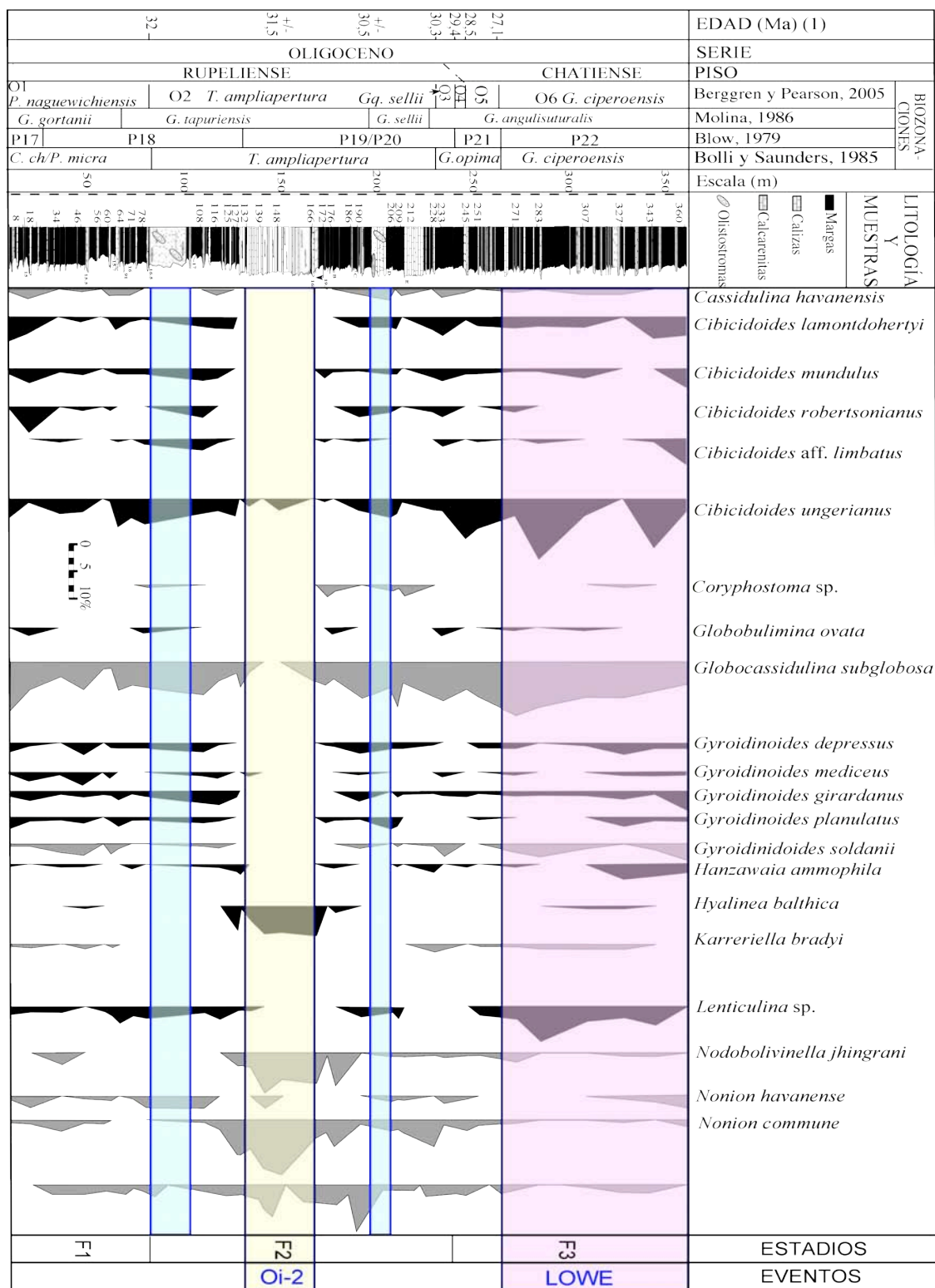


Fig. 4.14. Porcentajes de las especies de foraminíferos bentónicos más abundantes en la sección de Fuente Caldera y su evolución a lo largo del Oligoceno. Especies infaunales representadas en color gris y especies epifaunales en color negro. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party (2004). Nota: El porcentaje de las especies ha sido recalculado tras suprimir de los contajes los foraminíferos bentónicos epifíticos y neríticos reelaborados.

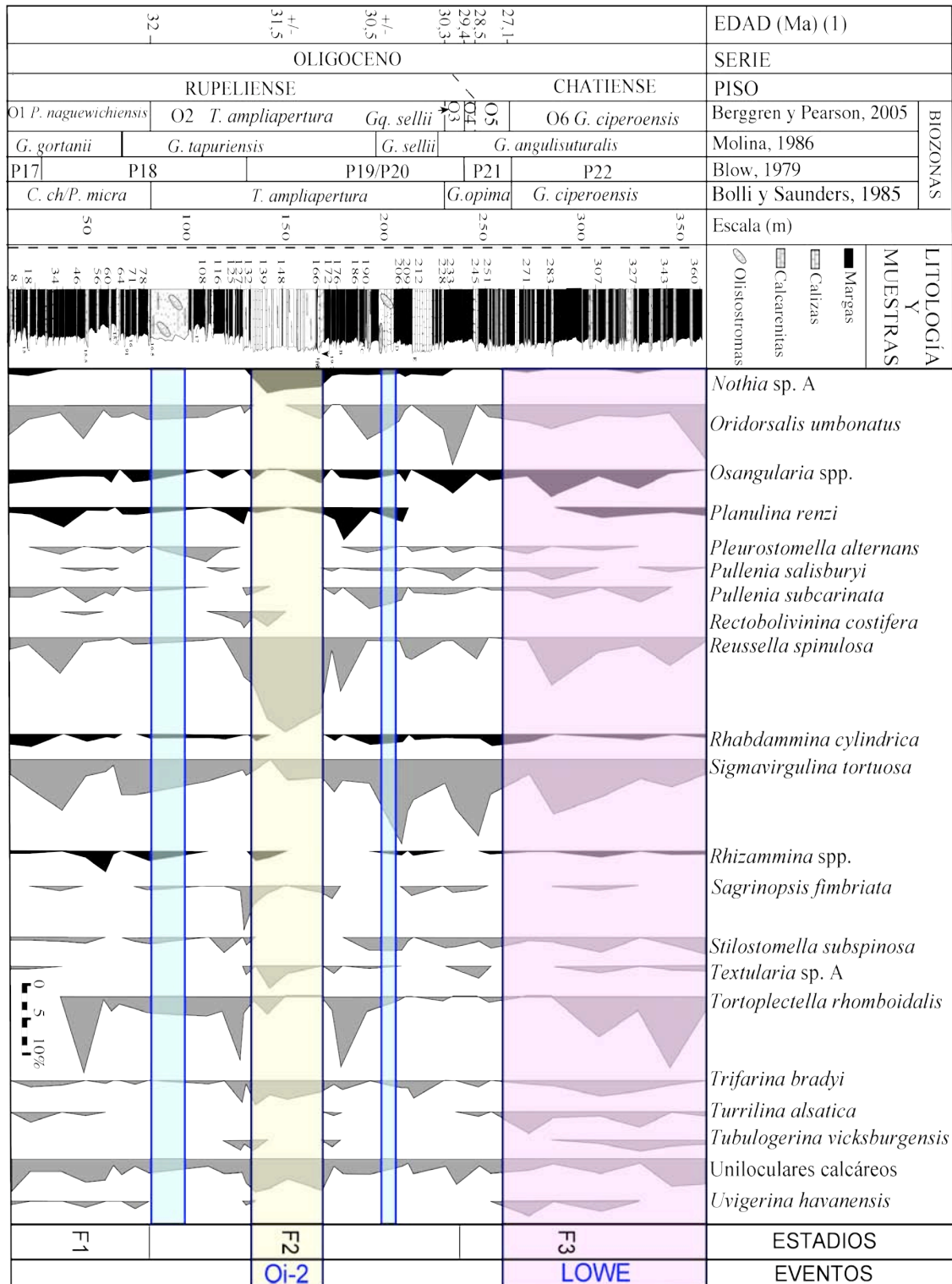


Fig. 4.15. Porcentajes de las especies de foraminíferos bentónicos más abundantes en la sección de Fuente Caldera y su evolución a lo largo del Oligoceno. Especies infaunales representadas en color gris y especies epifaunales en color negro. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party (2004). Nota: El porcentaje de las especies ha sido recalculado tras suprimir de los contajes los foraminíferos bentónicos epifíticos y neríticos reelaborados.

4.2.3.2.- INTERPRETACIÓN PALEOBATIMÉTRICA

Los taxones calcíticos dominan las asociaciones de foraminíferos bentónicos del Oligoceno de la sección de Fuente Caldera, constituyendo el 95-99% en todas las muestras, e indican un medio de depósito por encima del nivel de compensación de la calcita. Los foraminíferos bentónicos aglutinados son de mínima representación en esta sección, y aunque no se han utilizado para la interpretación batimétrica debido a su baja abundancia, se ha reconocido la biofacies tipo talud (tipo Slope) de bajas latitudes definida por Kaminski y Gradstein (2005), caracterizada por la presencia de taxones de cemento calcítico (*Vulvulina* spp., *Karreriella* spp.) y de cemento orgánico (trochammínidos, *Recurvoides* spp., *Haplophragmoides* spp.).

La sección de Fuente Caldera se caracteriza por una mezcla de especies típicas de medios de plataforma y de medios batiales. Se han identificado abundantes taxones típicos de medios batiales, como *Brizalina tectiformis*, *Buliminella grata*, *Bulimina trinitatensis*, *Cibicidoides eocaenus*, *Cibicidoides mundulus*, *Hanzawaia ammophila*, *Gyroidinoides* spp. y abundantes bolivinidos (Tjalsma y Lohmann, 1983; Wood *et al.*, 1985; Nocchi *et al.*, 1988; Katz *et al.*, 2003). Asimismo se han hallado especies de medios abisales inferiores como *Cibicidoides grimsdalei*, *Alabamina wilcoxensis* y *Vulvulina spinosa*, aunque éstas son muy escasas en la sección de Fuente Caldera (Tjalsma y Lohmann, 1983; Wood *et al.*, 1985; Nocchi *et al.*, 1988; Katz *et al.*, 2003).

No obstante, también se han identificado abundantes especies típicas de medios someros, neríticos, incluyendo especies epifíticas como *Cibicides lobatulus*, *Cibicides refulgens*, *Cibicides westi*, *Cibicides laurissae*, *Asterigerina campanella*, *Asterigerinoides subacutus*, *Neoconorbina terquemi* y *Rosalina globularis*, y otras especies que albergaban simbiosis como *Amphistegina radiata*, *Elphidium advenum*, *E. ancestrum*, *E. incertum*, *E. macellum*, *Elphidium* sp. A, *Pararotalia audouini* y *Protelphidium laeve*. Se considera que todos estos taxones someros son ejemplares reelaborados, transportados desde la plataforma a través de flujos turbidíticos, o adheridos a plantas que flotarían y serían posteriormente descompuestas, cayendo al fondo del talud (Murray, 1991, 2006). Los géneros *Amphistegina*, *Cibicides* y *Elphidium* se encuentran restringidos a la zona sublitoral superior (Wright, 1978; Hayward, 2004). Sus conchas son muy abundantes en la sección de Fuente Caldera y

presentan una buena conservación, por lo que se considera que la sección estudiada se encontraba relativamente cerca de la costa, y que se depositó en la parte basal de un talud de pendiente pronunciada. Además, las asociaciones de la sección estudiada muestran una gran diversidad y heterogeneidad típicas de medios batiales, lo cual corroboraría la localización del depósito en la base del talud (Etter y Grassle, 1992; Bett, 2001).

Entre las diversas especies de *Bulimina* identificadas en Fuente Caldera, las especies *Bulimina alazanensis* y *B. macilenta* eran abundantes en medios batiales, llegando ocasionalmente a la zona abisal superior; *Bulimina jarvisi* tiene un rango de profundidad de 1000 a 3200 m, mientras que *Bulimina glomanchallengeri* y *B. semicostata* eran más comunes a profundidades abisales superiores en el Oligoceno (Katz *et al.*, 2003). El género *Bulimina* presenta porcentajes bajos en la sección de Fuente Caldera, alcanzando un máximo del 3% de las asociaciones. Por otro lado, la distribución paleobatimétrica más típica de la especie *Angulogerina angulosa* (que alcanza un 18% de las asociaciones) se registra desde la zona sublitoral media hasta un ambiente batial medio (Wright, 1978).

Con todos los datos expuestos anteriormente, podemos concluir que los sedimentos del Oligoceno de la sección de Fuente Caldera se depositaron en un ambiente batial superior-medio, a unos 700 m de profundidad, en la base de un talud de pendiente pronunciada y próximo a la zona costera. La paleobatimetría estimada se corrobora por el alto índice P/B (superior al 90% en todas las muestras), y la alta diversidad y heterogeneidad de las asociaciones de foraminíferos bentónicos.

No obstante, a lo largo de toda la sección estudiada se identifican abundantes niveles ricos en macroforaminíferos, asociados a niveles turbidíticos. Además se observan dos niveles con olistostromas desde el metro 81 al 102 y del 197 al 206 por encima del límite E/O, y otro nivel con foraminíferos neríticos reelaborados desde el metro 127 al 176 por encima del límite. Estos intervalos se interpretan como depósitos asociados a procesos de removilización relacionados con corrientes de turbidez.

4.2.3.3.- EVOLUCIÓN PALEOAMBIENTAL

El porcentaje de foraminíferos bentónicos neríticos reelaborados es muy elevado en la sección de Fuente Caldera, y es consistente con la localización paleogeográfica de la zona, al pie de un talud con una elevada pendiente, donde se alcanzarían aguas profundas muy cerca de la zona costera. Esta situación explicaría la abundancia de taxones neríticos reelaborados: especies epifíticas como *Cibicides lobatulus*, *Cibicides refulgens*, asterigerínidos, *Rosalina globularis* y *Neoconorbina terquemi*, y especies que albergan simbioses como *Amphistegina radiata*, *Elphidium advenum*, *E. ancestrum*, *E. incertum*, *E. macellum*, *Elphidium* sp. A, *Pararotalia audouini* y *Protelphidium laeve* (fig. 4.12). Las asociaciones de foraminíferos bentónicos *in situ* se obtuvieron sustrayendo todos los taxones neríticos reelaborados de los contajes, obteniendo como resultado asociaciones de foraminíferos bentónicos autóctonos diversos y heterogéneos.

La sección de Fuente Caldera se caracteriza por presentar asociaciones dominadas por morfogrupos infaunales, que alcanzan hasta el 80,6% de las asociaciones (ej., *Angulogerina angulosa*, *Bolivinoidea crenulata*, *Oridorsalis umbonatus*, *Sigmavirgulina tortuosa*, *Tortoplectella rhomboidalis*; fig., 4.11). Los representantes de los géneros *Bolivina*, *Bulimina*, *Uvigerina*, *Epistominella*, *Nonion* y *Nonionella* son muy abundantes; la abundancia de estos géneros se ha relacionado con un alto aporte de materia orgánica y/o con una baja oxigenación de las aguas del fondo e intersticiales (ej., Bernhard, 1986; Sen Gupta y Machain-Castillo, 1993; Bernhard y Sep Gupta, 1999). En la sección de Fuente Caldera se observan además abundantes niveles resultantes de la removilización de sedimentos desde medios someros, que fueron arrastrados a lo largo del talud y depositados en medios profundos junto a la fauna autóctona. Estas corrientes de turbidez pudieron favorecer la proliferación de taxones infaunales debido al aporte de materia orgánica parcialmente degradada procedente de la plataforma (Speijer *et al.*, 1997; Fontanier *et al.*, 2005).

El comienzo del Oligoceno está marcado por un cambio en las asociaciones de foraminíferos producido en el límite E/O o en los últimos 10 cm del Priaboniense (Eoceno superior). En estos niveles se registra la última aparición (LO) de la especie bentónica *Nuttallides truempyi* (Ortiz, 2006; Alegret *et al.*, 2008), y de varias especies de foraminíferos planctónicos como *Turborotalia cocoaensis*, *T. cunialensis*,

Hantkenina alabamensis, *H. brevispira*, *Cribrohantkenina lazzarii* y *Pseudohastigerina micra* (Alegret *et al.*, 2008; Cruz, 2008).

En la parte superior de la biozona de *P. nagewichiensis* (Rupeliense inferior) se observa una disminución en la heterogeneidad, diversidad y riqueza genérica de las asociaciones de foraminíferos bentónicos (fig. 4.10). Las asociaciones se encuentran dominadas por morfogrupos infaunales (fig. 4.11), especialmente por bolivínidos (alcanzando hasta un 63% de las asociaciones) tales como *Bolivinooides crenulata* (59% de las asociaciones; fig. 4.13), *B. antiqua*, *B. mississippiensis*, *Sigmavirgulina tortuosa* o *Tortoplectella rhomboidalis*, entre otros. En los océanos actuales, la abundancia de los bolivínidos ha sido relacionada con un alto aporte de materia orgánica al fondo oceánico o con una disminución en la oxigenación de las aguas del fondo (ej., Thomas *et al.*, 2000). Sin embargo, su proliferación ha sido también observada en medios con una buena oxigenación de las aguas del fondo (ej., Fontanier *et al.*, 2005; Jorissen *et al.*, 2007). En la sección de Fuente Caldera no se observan evidencias de baja oxigenación, como sedimentos laminados o niveles con alto contenido en carbono orgánico, por lo que se concluye que la abundancia de bolivínidos fue la respuesta a un incremento local del flujo de materia orgánica al fondo marino. El elevado porcentaje de foraminíferos planctónicos superficiales observado en este intervalo indica un aumento en las temperaturas superficiales, tal y como sugiere también el descenso en el porcentaje de foraminíferos planctónicos de altas latitudes (Alegret *et al.*, 2008). Una situación de alto nivel del mar durante este intervalo cálido conduciría probablemente a la inundación de las plataformas y transporte a lo largo del talud de materia orgánica refractaria, favoreciendo la proliferación de bolivínidos.

En el intervalo de la parte media de la biozona de *T. ampliapertura* (muestra FC-03-139 hasta la muestra FC-03-176) se registra un descenso importante en la diversidad y heterogeneidad de las asociaciones, una disminución del índice P/B (figs. 4.10 y 4.11) y la presencia de pistas fósiles (*Skolithos*). Además, en este intervalo se han identificado abundantes foraminíferos bentónicos típicos de medios sublitorales a batiales superiores (*Angulogerina angulosa*, *Quinqueloculina* y *Reussella spinosa*; Murray, 1991, 2006), taxones que albergan simbiontes (*Elphidium*, *Pararotalia audouini* y *Protelphidium laeve*) y taxones epifíticos (asterigerínidos, *Cibicides lobatulus*, *Cibicides carinatus*, *Cibicides refulgens*, *Neoconorbina terquemi* y *Rosalina globularis*). Todos estos datos

apuntan a un descenso relativo del nivel del mar. Por otro lado, en este intervalo se registra un aumento del porcentaje de la especie *Hyalinea balthica*, que abunda en aguas frías (Murray, 1994). Entre los macroforamíniferos identificados los dyscociclínidos aparecen tanto por debajo como en el interior de este intervalo, y la primera aparición de los lepidociclínidos se registra por encima de este intervalo. Molina *et al.* (1986) relacionaron la primera y última aparición de estos macroforamíniferos con un descenso relativo del nivel del mar. Estos taxones habitaban la zona fótica, y serían transportados a zonas más profundas tras la erosión de las zonas someras, siendo redepositados en un ambiente batial superior-medio junto a las especies autóctonas. Cabe destacar que estos macroforamíniferos muestran una distribución bioestratigráfica similar en otras secciones del Oligoceno en la Zona Subbética (Molina *et al.*, 1988). Asimismo, los foraminíferos planctónicos registran un aumento en el porcentaje de las especies de altas latitudes (Cruz, 2008). Se considera que este intervalo tiene una edad aproximada de 31,5 Ma, aunque se trata de una edad aproximada debido a que las tasas de sedimentación no pueden extrapolarse linealmente por la presencia de turbiditas y olistostromas. Esta edad puede corresponder al ciclo $79_{\text{Oi-C12r}}$ de Pälike *et al.* (2006), un ciclo de enfriamiento de alta intensidad que podría ser correlacionado con un evento global. Por lo tanto, consideramos que esta caída relativa del nivel del mar en la mitad inferior de la zona O2 en Fuente Caldera pudo estar controlada por el evento de glaciación denominado Oi-2, datado en 30,3 Ma (Pekar y Miller, 1996; Miller *et al.*, 1998; Wade y Pälike, 2004; Coccioni *et al.*, 2008), aunque en la sección de Fuente Caldera comenzaría un poco antes, hace unos 31 Ma, y que ha sido interpretado por Haq *et al.* (1987) como el mayor cambio eustático del nivel del mar de todo el Cenozoico.

En este evento de glaciación Oi-2 registrado en la sección de Fuente caldera puede observarse un efecto Lázaro en las especies *Bolivina antiqua*, *Bulimina alazanensis*, *B. macilenta*, *B. trinitatensis*, *C. havanensis*, *Pleurostomella alternans*, *Pullenia salisburyi*, *Rhabdammina cylindrica*, *Stilostomella subspinosa*, *Tubulogerina vicksburgensis*, en el género de los *Gyroidinoides* y gran parte de los *Cibicidoides*, y la última aparición de la especie *Rectobolivina costifera*.

La parte superior de la biozona O2 se caracteriza por presentar un máximo en el porcentaje de la especie *Chiloguembelina cubensis* (Cruz, 2008; Alegret *et al.*, 2008), fuertes fluctuaciones en el porcentaje de las especies epifíticas y un aumento en el

porcentaje de bolivínidos, sugiriendo una alta productividad en las aguas superficiales y condiciones eutróficas en el fondo marino.

Tanto en la parte basal como en la parte terminal de la biozona de *T. ampliapertura* se observan dos olistostromas que han sido interpretados como resultado de la actividad tectónica local por el cabalgamiento del Paleógeno en la zona Subbética (Comas *et al.*, 1985). Dada la intensa actividad turbidítica registrada en la sección de Fuente Caldera, la escasa potencia de los sedimentos depositados en las biozonas O3, O4 y O5 puede estar relacionada con la presencia de discontinuidades.

En el límite Rupeliense/Chatiense se registra la primera aparición de la especie *Bolivina plicatella* y la última aparición de la especie *Cibicidoides robertsonianus*.

La parte basal de la zona O6 se caracteriza por el máximo pico de abundancia de taxones neríticos reelaborados, mientras que la abundancia relativa de los bolivínidos decrece entre las asociaciones *in situ*. Los foraminíferos planctónicos de bajas latitudes son abundantes, constituyendo el 40% de las asociaciones, y sugieren un incremento en las temperaturas superficiales (Alegret *et al.*, 2008; Cruz, 2008). Además, los foraminíferos con simbiontes presentan un aumento en su abundancia y una buena conservación en este intervalo. Esta conservación estaría relacionada con la inundación de las plataformas, que arrastraría por flotabilidad a las plantas en las que se albergan los foraminíferos bentónicos epifíticos y con simbiontes hacia zonas más profundas, evitando la erosión que se produciría en las conchas si se arrastraran a través del talud. Este evento de calentamiento que comienza en la parte inferior de la zona O6 (Chatiense) con una edad aproximada de 27,1 Ma, y que se prolonga durante el resto del Oligoceno, podría corresponder al evento global denominado Evento de Calentamiento del Oligoceno Superior (LOWE; *Late Oligocene Warming Event*; Pekar *et al.*, 2006; Villa y Persico, 2006), aunque en el caso de Fuente Caldera comenzaría un poco antes (~ 27.1 Ma, comparado con 26,5 Ma) y posiblemente continuaría hasta el techo de esta sección, debido a que especies típicas de medios cálidos como *Hanzawaia ammophila*, *Pararotalia audouini* y *Tubulogerina vicksburgensis* están presentes hasta el final de la sección. Este evento provocó un marcado ascenso en el nivel del mar (ej., Van Simaey *et al.*, 2004), inundando las plataformas y facilitando por tanto el transporte de foraminíferos bentónicos epifíticos hacia las partes más profundas de la cuenca.

4.2.4.- SECCIÓN DE ZARABANDA (OLIGOCENO SUPERIOR-MIOCENO INFERIOR)

4.2.4.1.- DESCRIPCIÓN DE LAS ASOCIACIONES

Las asociaciones de foraminíferos bentónicos en la sección de Zarabanda son heterogéneas (índice de Shannon-Weaver comprendido entre 3 y 4) y diversas (índice de Fisher comprendido entre 16 y 27). La riqueza genérica es alta, entre 32 y 52 géneros por muestra (fig. 4.17). El porcentaje de foraminíferos bentónicos neríticos retrabajados y epifíticos es elevado en Zarabanda (fig. 4.21) sobre todo en la parte inferior de la sección; al igual que en la sección de Fuente Caldera, los contajes de estos foraminíferos han sido descontados del total para calcular los porcentajes de las especies autóctonas. Los morfogrupos infaunales dominan las asociaciones a lo largo de todo el corte estudiado, constituyendo hasta el 80% de las asociaciones. Los foraminíferos de conchas aglutinadas son minoritarios, y constituyen menos del 17% las asociaciones a lo largo de la sección estudiada.

Las asociaciones del Oligoceno y Mioceno en el corte de Zarabanda están claramente dominadas por la especie *Bolivinooides crenulata* (10,5-41%); además, las especies *Globocassidulina subglobosa* y *Oridorsalis umbonatus* son comunes a abundantes a lo largo de toda la sección.

El análisis cuantitativo de las asociaciones de foraminíferos bentónicos a lo largo del Oligoceno superior y Mioceno inferior en la sección de Zarabanda nos ha permitido diferenciar tres estadios cuantitativos. El índice planctónico/bentónico es elevado a lo largo del corte estudiado, aunque disminuye ligeramente en los estadios 1 y 3; no obstante, esta variación en el índice P/B se considera relacionada con la presencia de un mayor porcentaje de foraminíferos epifíticos reelaborados en ambos estadios (fig. 4.21).

- Estadio 1 (Oligoceno superior, Biozona de *Gbta. ciperoensis*)

Este estadio corresponde a la Biozona de *Gbta. ciperoensis* y comprende los 25 metros inferiores de la sección. Hacia la parte inferior de la sección estudiada (metros 11,3 a 13,8; fig. 4.21) se ha identificado un paquete de calizas con abundantes macroforaminíferos bentónicos reelaborados. Además, en el intervalo comprendido

entre la muestra 16 y la muestra 26 se observa un potente paquete calcáreo de 10 metros de potencia (fig. 4.21), en el cual se ha identificado un elevado porcentaje de foraminíferos bentónicos neríticos retrabajados y epifíticos.

A lo largo del estadio 1 se registra un descenso general en los índices de heterogeneidad, diversidad y riqueza genérica, así como un ligero incremento en el porcentaje de morfogrupos infaunales (figs. 4.16 y 4.17). El estadio 1 se caracteriza por presentar el porcentaje más elevado de foraminíferos bentónicos epifíticos y de foraminíferos neríticos reelaborados de toda la sección estudiada.

Entre las asociaciones autóctonas, domina la especie *Bolivinooides crenulata*, mientras que las especies *Angulogerina angulosa*, *Cibicidoides* aff. *limbatus*, *Cibicidoides ungerianus*, *Globocassidulina subglobosa*, *Oridorsalis umbonatus* y *Sigmavirgulina tortuosa* son comunes a abundantes (figs. 4.18, 4.19 y 4.20).

- Estadio 2 (Oligoceno superior, Biozona de *Gdes. primordius*)

Este estadio abarca desde la Biozona *Gdes. primordius* (Chatiense) hasta el límite Oligoceno/Mioceno. El porcentaje de foraminíferos bentónicos epifíticos y de foraminíferos neríticos reelaborados desciende notablemente con respecto al estadio 1 (fig. 4.21). En la parte inferior del estadio 2 se registran los valores máximos en los índices de heterogeneidad, diversidad y riqueza específica (fig. 4.17), así como en el porcentaje de *Bolivinooides crenulata*, que llega a constituir el 39,7% de las asociaciones.

Aunque esta especie sigue siendo dominante en el resto del estadio 2, se identifican otros taxones comunes a abundantes en las asociaciones, como *Angulogerina angulosa*, *Brizalina tectiformis*, *Cassidulina crassa*, *Globocassidulina subglobosa*, *Nonionoides grateloupi*, *Oridorsalis umbonatus* y *Sigmavirgulina tortuosa*. Hacia la parte superior del estadio 2 se ha observado un incremento en el porcentaje de *Oridorsalis umbonatus*.

En coincidencia con el límite Oligoceno/Mioceno se ha registrado la última aparición de las especies *Brizalina carinata*, *Bulimina elongata*, *Cibicidoides eocaenus*, *Globocassidulina horizontalis* y *Uvigerina* aff. *spinicostata*, así como un pico en abundancia relativa de las especies *Globocassidulina subglobosa* (9% de las asociaciones) y *Epistominella exigua*.

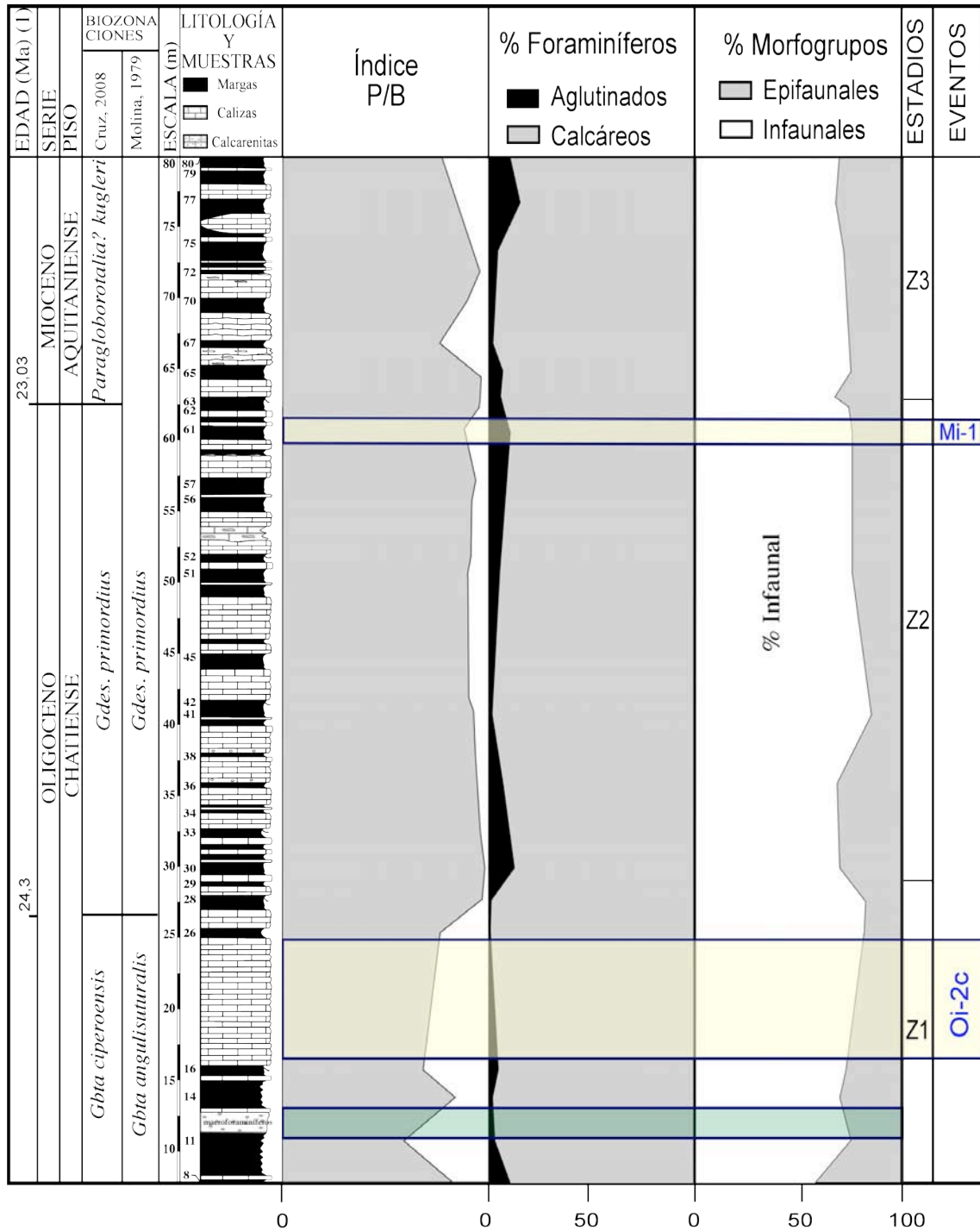


Fig. 4. 16. Índice planctónico/bentónico y porcentaje de morfogrupos de foraminíferos bentónicos en la sección de Zarabanda, y su evolución a lo largo del Oligoceno superior y Mioceno inferior. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party (2004). En color verde se indica un nivel con macroforaminíferos y en color amarillo se indica el intervalo calcáreo con abundantes foraminíferos reelaborados.

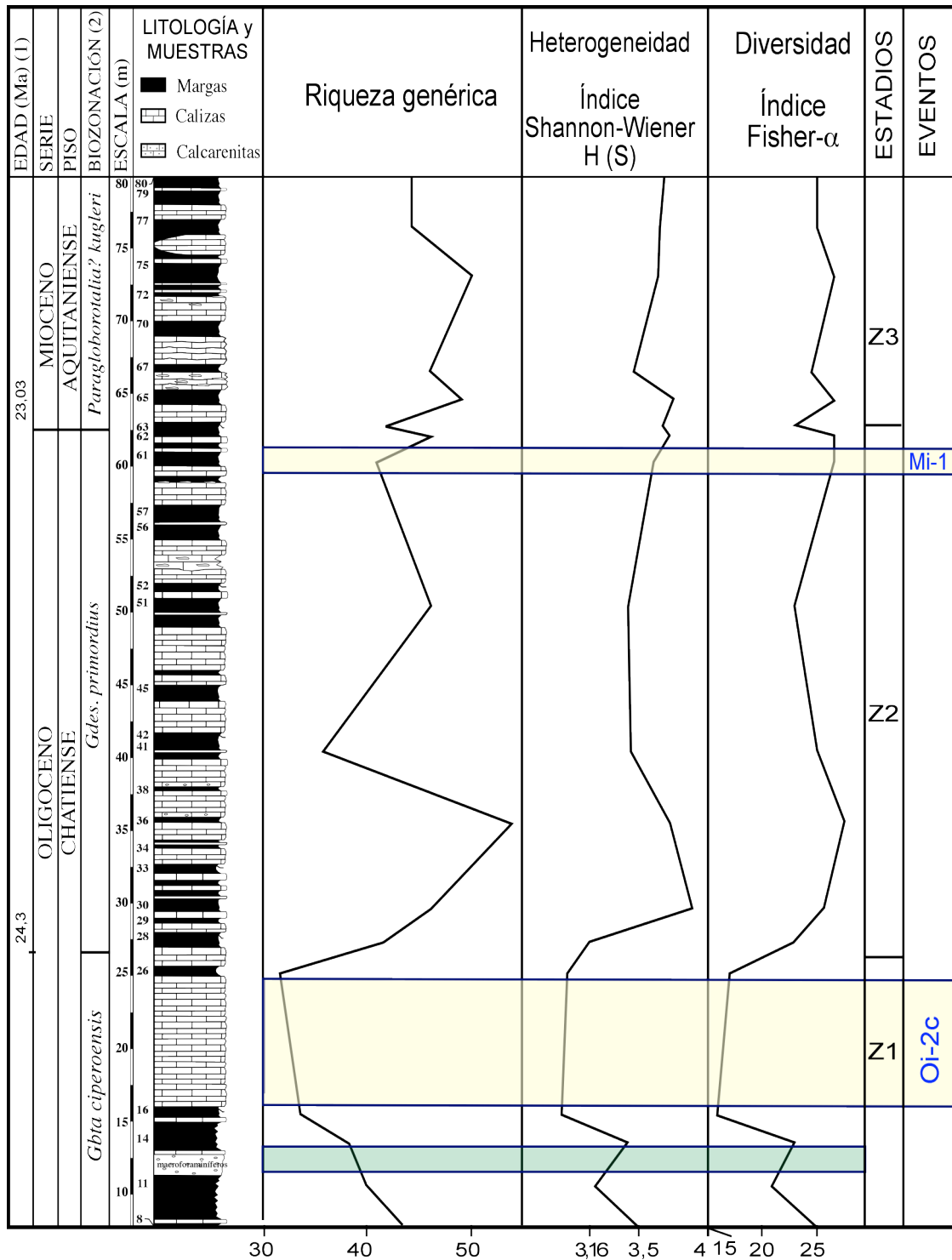


Fig. 4. 17. Índices de diversidad de las asociaciones de foraminíferos bentónicos en la sección de Zarabanda y su evolución a lo largo del Oligoceno superior y Mioceno inferior. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party (2004); (2) Cruz (2008). En color verde se indica un nivel con macroforaminíferos y en color amarillo se indica un nivel con foraminíferos reelaborados.

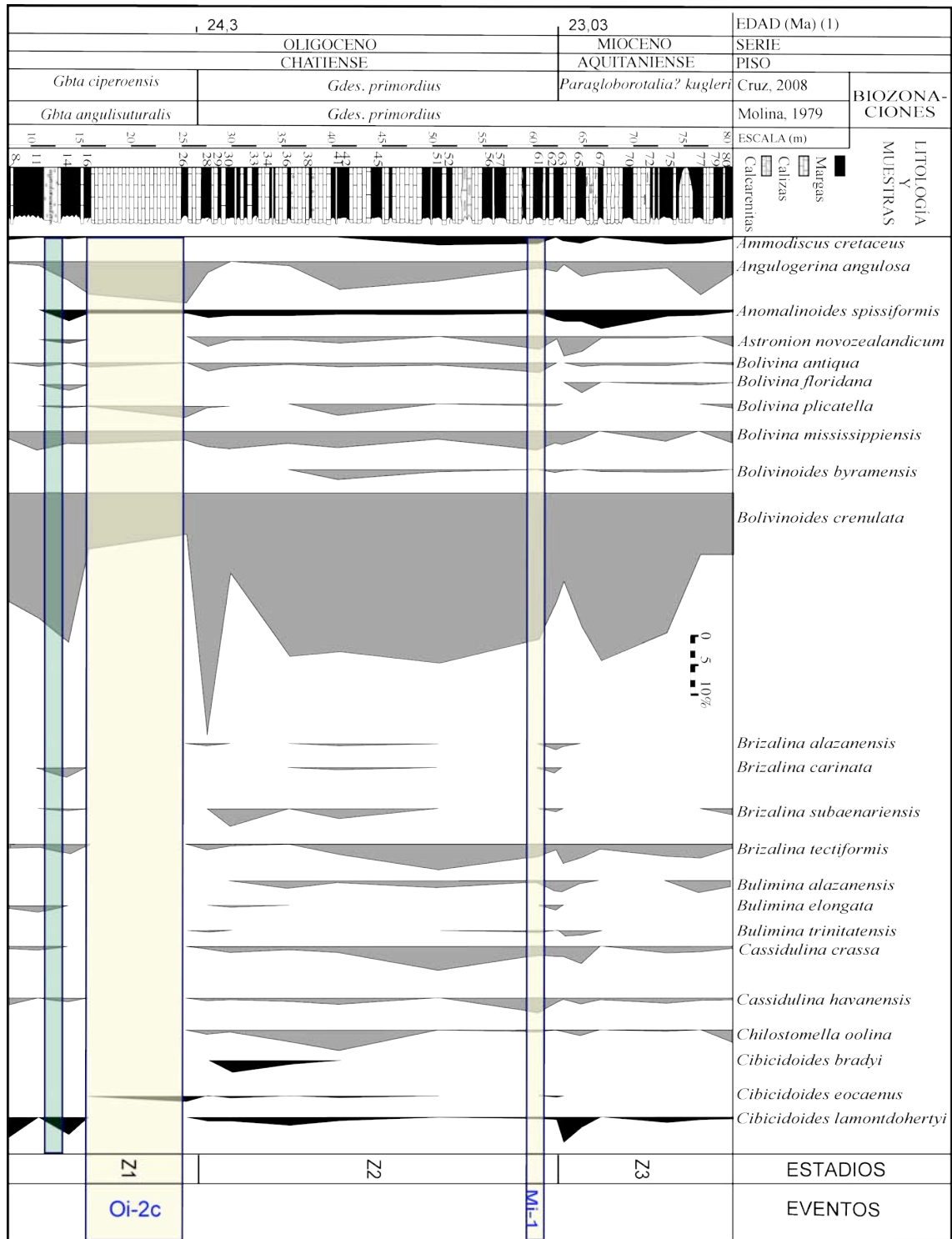


Fig. 4.18. Porcentajes de las especies de foraminíferos bentónicos más abundantes en la sección de Zarabanda y su evolución a lo largo del Oligoceno superior y Mioceno inferior. Especies infaunales representadas en color gris y especies epifaunales en color negro. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party (2004). Nota: El porcentaje de las especies ha sido recalculado tras suprimir de los contajes los foraminíferos bentónicos epifíticos y neríticos reelaborados.

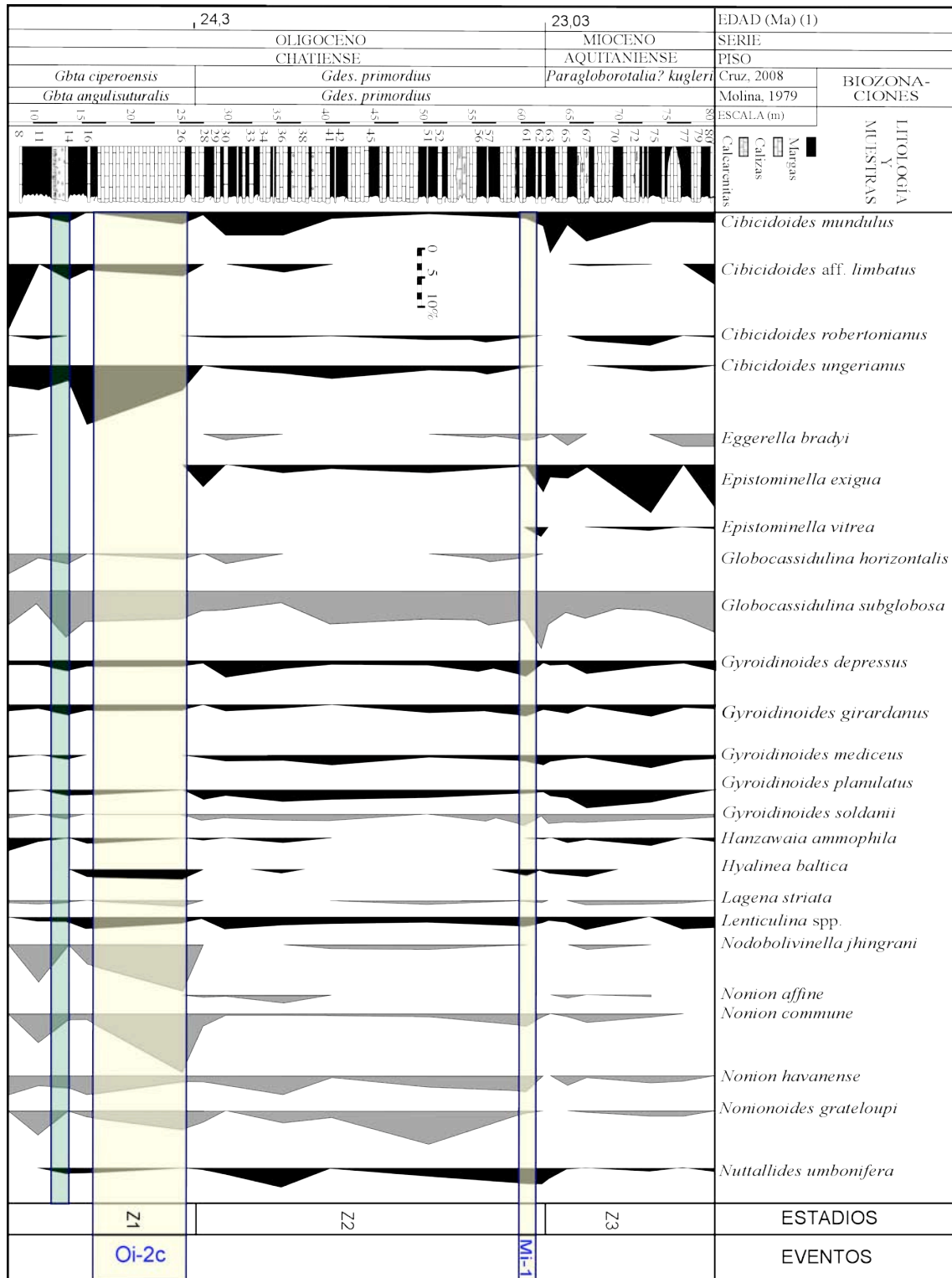


Fig. 4.19. Porcentajes de las especies de foraminíferos bentónicos más abundantes en la sección de Zarabanda y su evolución a lo largo del Oligoceno superior y Mioceno inferior. Especies infaunales representadas en color gris y especies epifaunales en color negro. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party (2004). Nota: El porcentaje de las especies ha sido recalculado tras suprimir de los contajes los foraminíferos bentónicos epifíticos y neríticos reelaborados.

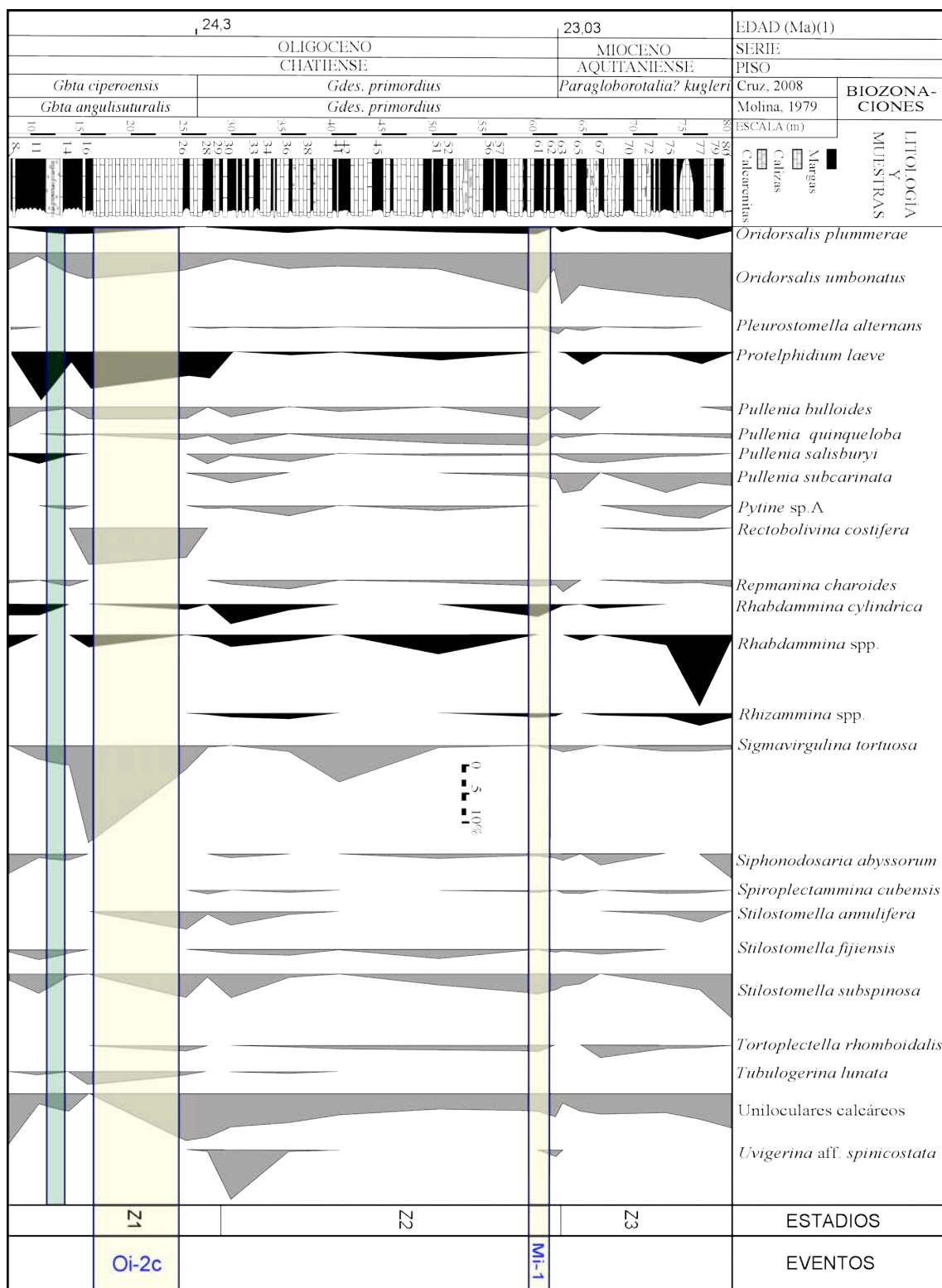


Fig. 4.20. Porcentajes de las especies de foraminíferos bentónicos más abundantes en la sección de Zarabanda y su evolución a lo largo del Oligoceno superior y Mioceno inferior. Especies infaunales representadas en color gris y especies epifaunales en color negro. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party (2004). Nota: El porcentaje de las especies ha sido recalculado tras suprimir de los contajes los foraminíferos bentónicos epifíticos y neríticos reelaborados.

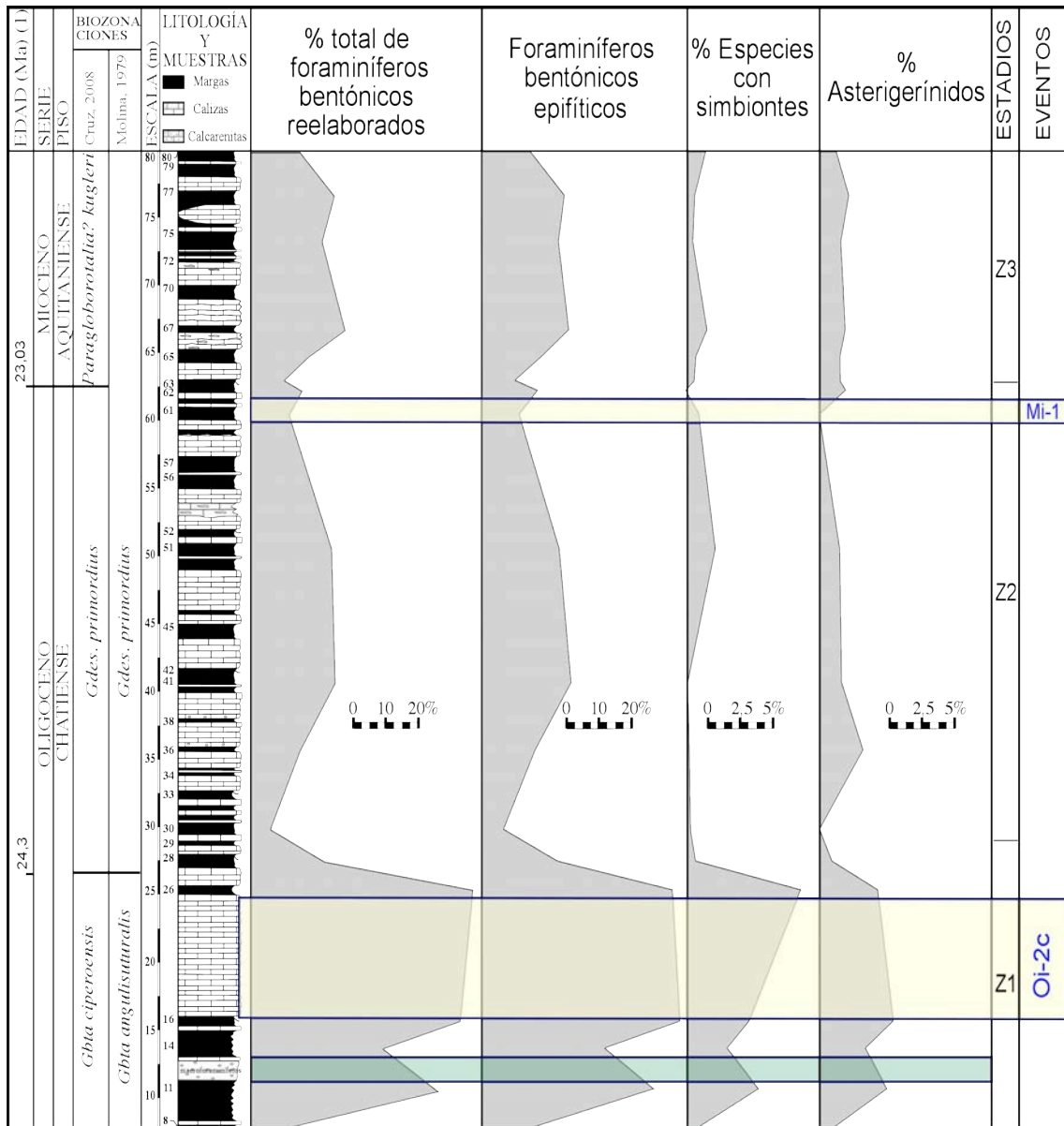


Fig. 4. 21. Porcentaje de foraminíferos bentónicos neríticos reelaborados, incluyendo especies epifíticas, con simbiosntes y asterigerínidos, y su evolución a lo largo del Oligoceno superior y Mioceno inferior en la sección de Zarabanda. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party (2004). En color verde se indica un nivel con macroforaminíferos y en color amarillo se indica el intervalo calcáreo con abundantes foraminíferos reelaborados.

- Estadio 3 (Mioceno inferior, Biozona de *P. kugleri*)

Este estadio abarca desde el límite Oligoceno/Mioceno hasta el techo de la sección estudiada (Biozona de *P. kugleri*, Aquitaniense).

En la base del Mioceno se observa una ligera disminución de los índices de diversidad y riqueza genérica (fig. 4.17). Además, se registra la última aparición de la especie *Bulimina alazanensis*, la primera aparición de la especie *Bolivina floridana*, un marcado descenso en el porcentaje de *Bolivinooides crenulata*, y un ligero aumento en el porcentaje de los morfogrupos epifaunales, entre los que destacan las especies *Cibicidoides mundulus* y *Cibicidoides lamontdohertyi*.

Las asociaciones de foraminíferos bentónicos del estadio 3 están dominadas, al igual que en los estadios 1 y 2, por la especie *Bolivinooides crenulata*. Sin embargo, el porcentaje de esta especie disminuye hacia la parte superior del estadio, donde constituye menos del 10% de las asociaciones. Otras especies abundantes durante el estadio 3 son *Epistominella exigua*, *Globocassidulina subglobosa* y *Oridorsalis umbonifera* (figs. 4.19 y 4.20).

Hacia la parte superior del estadio 3, además de un descenso en el porcentaje de *Bolivinooides crenulata*, destaca un aumento en la abundancia relativa de las especies *Angulogerina angulosa*, *Epistominella exigua*, *Oridorsalis umbonatus*, *Rhabdammina* spp., *Siphonodosaria abyssorum* y *Stilostomella subspinosa*.

4.2.4.2.- INTERPRETACIÓN PALEOBATIMÉTRICA

Los taxones calcíticos dominan las asociaciones de foraminíferos bentónicos del tránsito Oligoceno-Mioceno de la sección de Zarabanda (entre el 83 y el 98% en todas las muestras estudiadas), indicando un medio de depósito por encima del nivel de compensación de la calcita.

En la parte inferior del Chatiense (parte inferior de la biozona de *Gta. ciperensis*) de la sección de Zarabanda se identifica un nivel rico en macroforaminíferos desde el metro 11 al 14, y otro nivel con foraminíferos bentónicos neríticos reelaborados desde el metro 16 al 26. En estos niveles se registran un descenso en el índice P/B (entre el 59,7 y el 70%) y un aumento en el porcentaje de foraminíferos bentónicos reelaborados (fig. 4.21). Estas características sugieren con un depósito a

partir de corrientes de turbidez, posiblemente relacionado con un descenso relativo en el nivel mar. Posteriormente, en la parte superior del Chatiense (biozona de *Gdes. primordius*) se registran valores constantes y elevados del índice P/B (entre el 90 y el 98% en todas las muestras estudiadas), indicativos de una posición alejada de la línea de costa. En la parte inferior del Aquitaniense (Mioceno) se observa un intervalo (muestras 65 y 67) donde disminuye ligeramente el índice P/B y aumenta el porcentaje de los foraminíferos bentónicos neríticos reelaborados, que se ha relacionado con una mayor intensidad de la actividad turbidítica y un posible descenso relativo del nivel del mar. Los índices de diversidad, heterogeneidad y riqueza genérica (fig. 4.17) fluctúan a lo largo de toda la sección de Zarabanda, reflejando la inestabilidad del medio de depósito.

Las asociaciones de foraminíferos bentónicos contienen gran cantidad de taxones neríticos reelaborados, al igual que en la sección de Fuente Caldera, incluyendo especies epifíticas como *Cibicides lobatulus*, *Cibicides refulgens*, *Cibicides westi*, *Cibicides laurissae*, *Asterigerina campanella*, *Asterigerinoides subacutus*, *Neoconorbina terquemi* y *Rosalina globularis*, y otras especies que albergaban simbioses como *Amphistegina radiata*, *E. ancestrum*, *E. crispum*, *E. incertum*, *E. macellum*, *Elphidium* sp. A, *Pararotalia audouini* y *Protelphidium laeve*. Estos taxones de medios someros se consideran reelaborados, transportados desde la plataforma hasta la base del talud a través de las corrientes turbidíticas o adheridos a plantas que flotarían y al descomponerse caerían al fondo oceánico, mezclándose así con las asociaciones autóctonas. Las asociaciones de foraminíferos bentónicos *in situ* contienen taxones típicos de medios batiales, como *Hanzawaia ammophila*, *Cibicoides eocaenus*, *Cibicoides mundulus*, *Buliminella grata*, *Bulimina alazanensis*, *Brizalina tectiformis*, *Bulimina trinitatensis*, *Bulimina semicostata*, *Epistominella exigua*, *Globocassidulina subglobosa*, *Sphaeroidina bulloides*, *Turrilina alsatica* y abundantes bolivínidos. En esta sección aparece una especie característica de los medios batiales del Oligoceno, *Cibicoides mexicanus*, que presenta su límite superior a 700 m de profundidad, al igual que la especie *Planulina renzi* (Van Morkhoven *et al.*, 1986). Por otro lado, las especies del género *Cibicides* son abundantes en toda la sección estudiada; estos taxones se localizan en ambientes de plataforma media a exterior en la actualidad, a unos 50-200 m de profundidad (Boltovskoy y Wright, 1976). La especie *Angulogerina angulosa* también es abundante en la sección estudiada y se localiza en zonas

sublitorales medias hasta ambientes batiales medios (Wright, 1978). El género *Amphistegina*, típico de medios con una profundidad aproximada de 300 m (Todd, 1976), es muy poco abundante en la sección de Zarabanda.

Con todos los datos expuestos anteriormente, se concluye que los sedimentos del tránsito Oligoceno-Mioceno de la sección de Zarabanda se depositaron en un medio batial superior-medio, a unos 700 m de profundidad, en la base de un talud de pendiente pronunciada. Esta profundidad sería similar a la deducida para la sección de Fuente Caldera, y es consistente con la proximidad paleogeográfica de ambas secciones.

4.2.4.3.- EVOLUCIÓN PALEOAMBIENTAL

Con el fin de obtener inferencias paleoambientales de las asociaciones de foraminíferos bentónicos autóctonos de Zarabanda, se descontaron de los contajes todos los foraminíferos bentónicos neríticos reelaborados. Los sedimentos del tránsito Oligoceno superior al Mioceno inferior contienen asociaciones diversas y heterogéneas, constituidas por morfogrupos infaunales y epifaunales (fig. 4.16 y 4.17). El porcentaje de los morfogrupos infaunales supera el 60% de las asociaciones en todas las muestras estudiadas, y sugiere un abundante flujo orgánico hacia el fondo marino. Además, los porcentajes de bulimínidos, bolivínidos y uvigerínidos son elevados. La abundancia de estos taxones ha sido relacionada con una alta productividad en áreas cercanas al continente (Miller y Lohmann 1982; Lutze y Colbourn, 1984; Jorissen *et al*, 1995; Resig y Cheong, 1997). De manera análoga, se interpreta que el elevado porcentaje de estos taxones indica una alta productividad en la sección de Zarabanda.

El elevado porcentaje de foraminíferos bentónicos reelaborados se relaciona con la localización paleogeográfica de la zona estudiada, en la base de un talud de pendiente pronunciada. Una situación similar se ha identificado en la sección de Fuente Caldera, aunque con una mayor persistencia en los procesos de removilización y con ello un mayor aporte de foraminíferos bentónicos reelaborados. Así, se interpreta que los sedimentos de la sección de Zarabanda son el resultado de la removilización de material desde medios someros de plataforma, que fueron arrastrados a lo largo del talud y redepositados en su base junto a la fauna autóctona. Por otro lado, las corrientes de turbidez pudieron favorecer la proliferación de taxones infaunales, debido a un mayor

aporte de materia orgánica parcialmente degradada procedente de la plataforma (Fontanier *et al.*, 2005).

En la parte inferior de la sección (biozona de *Gbta. ciperensis*) se han observado dos intervalos (un nivel con macroforaminíferos situado en el metro 11 al 14 y otro nivel con foraminíferos reelaborados situado en el metro 16 al 26) en los que se registran fluctuaciones en los índices de diversidad, un mayor aporte de foraminíferos bentónicos neríticos reelaborados y una disminución en el índice P/B. Además, en estos intervalos se han identificado abundantes foraminíferos bentónicos típicos de medios sublitorales a batiales superiores (*Angulogerina angulosa*, *Quinqueloculina* y *Reussella spinulosa*; Murray, 1991, 2006). Estos datos muestran una gran inestabilidad del medio de depósito debido fundamentalmente a la influencia de la tectónica local. El intervalo que contiene gran cantidad de macroforaminíferos (metro 11 al 14) reflejaría la intensa actividad tectónica de la zona, mientras que el intervalo de la muestra 16 a la 26 podría tener un origen diferente. Este último intervalo podría estar relacionado con un descenso relativo del nivel del mar, denominado evento de glaciación Oi-2c, datado en 25,2-24,8 Ma (Pekar *et al.*, 2006). En dicho intervalo se registra una disminución importante en los índices de diversidad y un aumento en el porcentaje de los foraminíferos bentónicos reelaborados y del grupo de los asterigerínidos. Además, el aumento en el porcentaje de la especie *Hyalinea balthica* podría sugerir un enfriamiento de las aguas oceánicas.

En la biozona de *Gdes. primordius* no se observan cambios significativos en los índices de diversidad y heterogeneidad, ni en los porcentajes de las distintas especies, interpretándose una mayor estabilidad ambiental. En la base de la biozona de *Gdes. primordius* se observan picos en los porcentajes de *Bolivinoidea crenulata* (40% de las asociaciones) y *Uvigerina* aff. *spinicostata* (8% de las asociaciones). En la parte media de esta biozona (muestra 41) puede apreciarse una severa disminución de la riqueza genérica que se ha relacionado con una mayor abundancia de la especie infaunal *Sigmavirgulina tortuosa*. Se interpreta que estos eventos en la parte inferior y media de la biozona de *Gdes. primordius* estarían relacionados con pulsos en el aporte de materia orgánica al fondo oceánico, que favorecerían la rápida proliferación de estas tres especies.

A techo de la biozona de *Gdes. primordius* se registra un ligero descenso en el índice P/B, en la riqueza genérica, así como un aumento de los foraminíferos

planctónicos de latitudes altas (Cruz, 2008). Por la edad estimada, estos cambios en las asociaciones de foraminíferos podrían estar relacionados con un evento de glaciación denominado Mi-1, que ocurre 1-2 Ma antes del límite O/M.

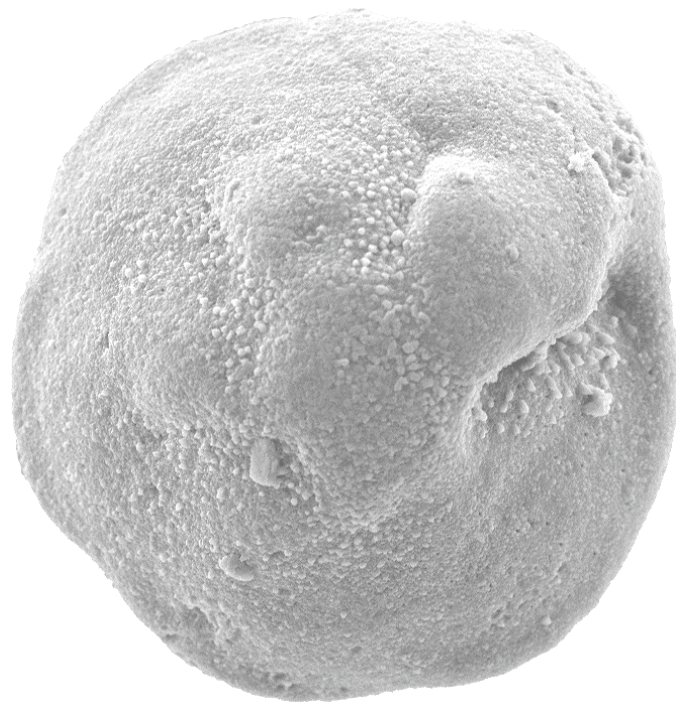
En el límite Oligoceno/Mioceno se observa un incremento en la abundancia de la especie oportunista *Epistominella exigua*, que se asocia a un elevado aporte de materia orgánica fresca y lábil al fondo oceánico, y elevadas concentraciones de oxígeno en las aguas del fondo (Gooday, 1993; Mackensen *et al.*, 1995; Schmiedl, 1995, Schmiedl *et al.*, 1997; Nees y Struck 1999; Gupta y Thomas, 2003). Además, se registra un pico en el porcentaje de la especie *Globocassidulina subglobosa*, que está relacionada con entradas de pulsos de alimento (ej., Gooday, 1994; Gupta y Thomas, 2003) y es indicativa de medios óxicos (Schönfeld, 2001; Martins, 2007). Estas dos especies se consideran indicadoras de inestabilidad en el aporte alimenticio (Walton y Sloan, 1990; Alegret y Thomas, 2005, 2007; Alegret, 2007). También se observa un aumento en el porcentaje de la especie *Oridorsalis umbonatus*, que abunda en aguas bien oxigenadas (ej., Murray, 1988; Mackensen *et al.*, 1995; Hayward *et al.*, 2004). En el límite Oligoceno/Mioceno los cambios en las asociaciones de los foraminíferos bentónicos indican una buena oxigenación de las aguas del fondo e inestabilidad en el aporte alimenticio, probablemente relacionada con la existencia de pulsos de alimento en el fondo marino. A través de este límite se registra la primera aparición de las especies *Bolivina floridana* y *Epistominella vitrea*, y la última aparición de las especies *Bulimina alazanensis*, *Brizalina alazanensis*, *Brizalina carinata*, *Bulimina elongata*, *Bulimina trinitatensis*, *Cibicidoides eocaenus*, *Globocassidulina horizontalis* y *Uvigerina aff. spinicostata*.

Tras el límite Oligoceno/Mioceno se registra un descenso en el porcentaje de *Bolivinoidea crenulata* y un aumento en el porcentaje de la especie *Globocassidulina subglobosa*, que es indicativa de medios óxicos (Schönfeld, 2001; Martins, 2007). Así como un ligero aumento en el porcentaje de los morfogrupos epifaunales, entre los que destacan las especies *Cibicidoides mundulus* y *Cibicidoides lamontdohertyi*. Estos cambios en las asociaciones y en su composición morfotípica sugieren condiciones más oligotróficas durante el Mioceno inicial (ej., Jorissen *et al.*, 1995).

En el Mioceno inferior algunos autores han identificado el evento HAB (*High Abundance Bolivinids*), caracterizado por la abundancia de bolivinidos, y que tiene una

edad aproximada de 18,9-17,2 Ma (Thomas, 1986, 1987; Smart, 1992; Smart y Murray, 1994; Smart y Ramsay, 1995). Este evento ha sido identificado en el Atlántico y en el Índico oriental, pero no en otras partes del mundo, como en el Este ecuatorial del Océano Pacífico (Thomas, 1985) o en el Mar de Weddell (Thomas, 1990). Diversos autores han sugerido que el evento HAB podría haber ocurrido en un periodo de baja oxigenación (Smart y Ramsay, 1995; Ramsay *et al.*, 1998), estando asociado a una lenta circulación de las aguas oceánicas. Sin embargo, en los medios donde se ha registrado el evento no existen evidencias sedimentológicas de condiciones disóxicas, como la presencia de laminación o de concentraciones de alto carbono orgánico (Thomas, 1986, 1987; Smart, 1992; Smart y Murray, 1994). Más recientemente, Smart y Thomas (2006, 2007) realizaron un exhaustivo análisis taxonómico y reconocieron que las especies identificadas dentro del género *Bolivina* eran en realidad foraminíferos planctónicos del género *Streptochilus*. Este hecho provocó un giro en las interpretaciones del Mioceno inferior, relacionándose la abundancia del género *Streptochilus* con una variable corriente ascendente (*upwelling*) rica en nutrientes, que daría lugar a una alta tasa de crecimiento del fitoplancton (Smart y Thomas, 2007). En la sección de Zarabanda se han identificado abundantes bolivínidos que se han relacionado con un importante flujo de materia orgánica al fondo marino. Estos bolivínidos no han sido confundidos con el género *Streptochilus*. Por otro lado, Cruz (2008) estudió en detalle las asociaciones de foraminíferos planctónicos de Zarabanda y no identificó el género *Streptochilus*.

*Capítulo 5.
Análisis de eventos*



5.- ANÁLISIS DE EVENTOS

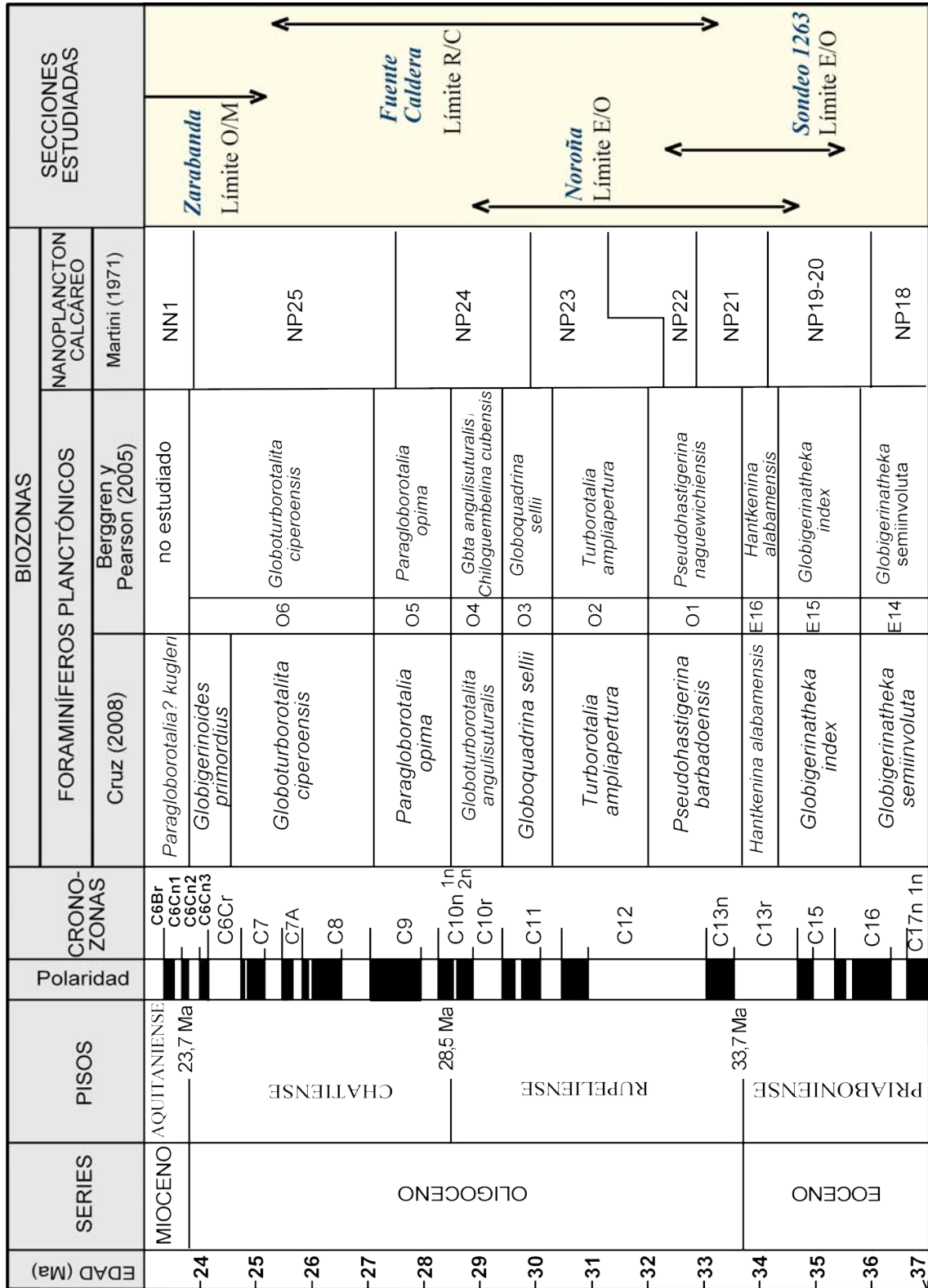


Fig. 4.22. Situación cronoestratigráfica de las secciones estudiadas desde el Eoceno superior hasta el Mioceno inferior.

5.1.- ANÁLISIS DEL EVENTO EOCENO/OLIGOCENO

Desde el Eoceno medio-superior hasta el Oligoceno inferior se produjo un drástico cambio climático global, pasando de un clima cálido sin casquetes polares típico del Cretácico, al clima frío y heterogéneo con casquetes del Oligoceno y Neógeno (Miller *et al.*, 1998; Zachos *et al.*, 1996, 2001; Averyt *et al.*, 2005; Coxall *et al.*, 2005; Lear *et al.*, 2000, 2008). A partir de entonces se estableció por primera vez el actual modelo global de circulación oceánica y atmosférica.

Durante el tránsito Eoceno-Oligoceno, en las zonas de altas latitudes (45° a 70° en ambos hemisferios) se registró un descenso en la temperatura de la superficie de los océanos. Las temperaturas en altas latitudes antes del límite eran de aproximadamente 20°C y tras él disminuyeron en unos 5°C (Liu *et al.*, 2009); en algunas zonas continentales la temperatura media descendió 8°C (Zanazzi, 2007) y en las aguas oceánicas profundas alrededor de 4°C (Lear *et al.*, 2000; DeConto y Pollard, 2003; DeConto *et al.*, 2008).

Las simulaciones de los modelos de extensiones de hielo y los registros de isótopos de oxígeno en los foraminíferos bentónicos, indican que la glaciación del hemisferio Norte no tuvo por qué producirse necesariamente durante el Eoceno medio al Oligoceno inferior (Moran *et al.*, 2006; Lear *et al.*, 2004; Coxall *et al.*, 2005; Eldrett *et al.*, 2007) o incluso antes (St. John, 2008). Probablemente las extensiones del hielo ártico no se formaron hasta el Mioceno superior, ya que las evidencias físicas encontradas hasta ese momento son muy escasas y poco determinantes (DeConto y Pollard, 2003; DeConto *et al.*, 2007, 2008; Pearson *et al.*, 2009).

Los cambios en la configuración continental, como son la abertura de los pasajes del Océano Sur (Pasaje de Drake y Pasaje de Tasmania), los cambios en el ciclo del carbono global y el descenso en los gases invernadero del CO₂ atmosférico, han sido propuestos como la causa más probable de la glaciación Antártica. Sin embargo, este último factor sería el más importante desencadenante planteado hasta el momento (DeConto y Pollard, 2003; DeConto *et al.*, 2007; Huber *et al.*, 2004; Pagani *et al.*, 2005; Tripathi *et al.*, 2005; Huber y Nof, 2006). Los cambios observados en $\delta^{13}\text{C}$ de los foraminíferos bentónicos indican que el ciclo global del carbono se vio envuelto en esta transición climática (Diester-Haass y Zahn, 1996, 2001; Zachos *et al.*, 1996), por lo que

los cambios en este ciclo (fundamentalmente por el aumento de la productividad) pudieron contribuir al enfriamiento global que se dio durante la transición Eoceno-Oligoceno (Diester-Haass y Zahn, 2001). Sin embargo, en latitudes ecuatoriales, la productividad no varió (Schumacher y Lazarus, 2004), tal y como se ha observado en la sección cubana de Noroña. En el sondeo 1263A localizado en el Atlántico Sur, a unos 23° de latitud, se registra la proliferación de especies bentónicas oportunistas que corroboran el aumento de la productividad superficial aunque no en latitudes altas, sino en latitudes medias. Hay que destacar las fluctuaciones en las abundancias relativas de estos taxones oportunistas (ver interpretación del Sondeo 1263A), que junto con las variaciones en la diversidad y heterogeneidad de las asociaciones de foraminíferos bentónicos sugieren fuertes fluctuaciones en el aporte alimenticio, probablemente relacionados con pulsos en el aporte de materia orgánica fresca y lábil al fondo oceánico.

Durante el Eoceno medio-superior y hasta el Oligoceno inferior los foraminíferos bentónicos sufrieron un cambio global gradual (Douglas, 1973; Boersma, 1977; Schnitker, 1979; Corliss, 1979, 1981; Miller, 1987; Thomas y Gooday, 1996), reflejado en diferentes partes del mundo: Italia (Coccioni y Galeotti, 2003), España (Ortiz, 2006), Israel (Barbieri *et al.*, 2003), región Circumalpina (Nebelsick *et al.*, 2003), sur de Australia (McGowran *et al.*, 1992), Caribe (Tjalsma y Lohmann, 1983; Robinson, 2003), costa estadounidense del Golfo de México (Fluegeman, 2003), Bahía de Vizcaya (Miller, 1983) y Atlántico Sur (Tjalsma y Lohmann, 1983). Las especies que dominaron las asociaciones bentónicas del Eoceno, como *Nuttallides truempyi*, *Clinapertina* spp. y *Abyssamina* spp., fueron reemplazadas por las especies *Oridorsalis* spp., *Globocassidulina subglobosa*, *Gyroidinoides*, *Cibicidoides mundulus* y *C. ungerianus* (Miller *et al.*, 1985; Miller, 1987; Berggren y Miller, 1989; Miller *et al.*, 1992; Thomas, 1992; Thomas y Gooday, 1996; Coccioni y Galeotti, 2003; Ortiz, 2006), que son los taxones dominantes de las faunas transicionales del Oligoceno-Mioceno. Este cambio en las asociaciones de los foraminíferos bentónicos ha sido observado a lo largo del tránsito E-O tanto en la sección de Noroña como en el sondeo 1263A, y en las secciones de Fuente Caldera (Oligoceno) y Zarabanda (Oligoceno-Mioceno) ya se observa una dominancia de las especies transicionales típicas del Oligoceno-Mioceno.

Desde el tránsito Eoceno medio-superior hasta el Oligoceno inferior se produjo una disminución en el porcentaje del grupo de los bulimínidos (Miller *et al.*, 1985; Miller *et al.*, 1992; Thomas, 1992; Coccioni y Galeotti, 2003; Ortiz, 2006), debido probablemente al enfriamiento global y al incremento de la oxigenación en las aguas profundas (Coccioni y Galeotti, 2003). Este evento se ha registrado tanto en el sondeo 1263A como en la sección de Noroña, donde el porcentaje del grupo de los bulimínidos disminuye en el límite Eoceno/Oligoceno y vuelve a recuperarse en el Oligoceno inferior. Sin embargo, estas dos secciones registran un aumento en el grupo de los bolivínidos debido probablemente a la influencia de la geología regional, que provocaría una mayor cantidad de materia orgánica refractaria al fondo oceánico a través de las corrientes de turbidez. En coincidencia con este límite, algunos autores han observado un acmé de la especie *Brizalina tectiformis*, denominada por otros autores como *Brizalina antegressa* (ej., Coccioni y Galeotti, 2003; Ortiz, 2006). El acmé de esta especie únicamente se ha observado en el área del Tetis donde la actividad tectónica era muy destacada en esa época. En el área del Caribe, donde se localiza la sección de Noroña, no se ha registrado un aumento en el porcentaje de esta especie en concreto, por lo que sugiere que la identificación del límite E/O con el acmé de *Brizalina tectiformis* es útil únicamente en el área del Tetis. Otros autores han registrado la primera aparición de esta especie en el límite Eoceno/Oligoceno (Tjalsma, 1983 y Wood *et al.*, 1985). Sin embargo, en regiones estudiadas por Miller y Katz (1987a), Holbourn *et al.* (2009), Ortiz (2006) y en las secciones estudiadas para esta tesis doctoral (área del Tetis, Caribe y del Atlántico Sur), la especie *Brizalina tectiformis* se ha identificado con anterioridad al límite.

En el límite Eoceno/Oligoceno se registra la extinción de la especie *Nuttallides truempyi*, que marca la reorganización taxonómica gradual de los foraminíferos bentónicos de aguas profundas (Miller *et al.*, 1992). Sin embargo, su última aparición puede ser diacrónica, pudiendo haber desaparecido primero en altas latitudes y posteriormente en bajas latitudes (Tjalsma y Lohmann, 1983; Tjalsma, 1983; Miller *et al.*, 1985, 1992; Thomas, 1998; Coccioni y Galeotii, 2003). Además, la baja abundancia de *Nuttallides truempyi* a partir del Eoceno medio dificulta la identificación del límite E/O (Tjalsma y Lohmann, 1983; Tjalsma, 1983; Miller *et al.*, 1985, 1992; Thomas, 1998). Tanto en el sondeo 1263A como en la sección de Noroña no se ha podido

verificar la última aparición de la especie *Nuttallides truempyi* en el límite E/O ya que en la sección de Noroña no se ha llegado a registrar y en el sondeo 1263A esta especie es tan escasa que únicamente se identificó en una muestra del Eoceno superior, en la biozona E15 de Berggren y Pearson (2005). En la sección de Fuente Caldera, esta especie se encuentra presente en la primera muestra analizada del Oligoceno inferior (FC-03-08), posiblemente como consecuencia de la alta reelaboración que presenta esta sección.

Tras la última aparición de la especie *Nuttallides truempyi*, se produce un aumento en el porcentaje de la especie *Nuttallides umbonifera*, que domina las asociaciones de foraminíferos bentónicos de aguas profundas, alcanzando picos de gran abundancia en el Oligoceno medio en los Sondeos 119 y 400A (Miller, 1987). En el presente estudio se ha registrado un aumento en el porcentaje de *Nuttallides umbonifera* desde la parte media de la biozona O1 (Rupeliense inferior) hasta el techo del sondeo 1263A (Biozona O1), y en la parte media de la Biozona de *Turborotalia ampliapertura* en la sección de Noroña. Este cambio faunístico también fue registrado por Tjalsma y Lohmann (1983) en el área del Caribe y en el Sur Atlántico del Eoceno medio-superior.

En el límite E/O también se ha registrado la última aparición de la especie *Pseudoclavulina trinitatensis* (Bolli *et al.*, 1994). Sin embargo en la sección de Noroña y en el sondeo 1263A no se ha observado este evento debido probablemente a la escasez de esta especie. Por otro lado, aunque se ha sugerido que la especie *Bulimina trinitatensis* se extingue en coincidencia con el límite E/O (Holbourn *et al.*, 2009), morfotipos similares se han registrado más allá del límite en todas las secciones estudiadas (Noroña, Fuente Caldera, Zarabanda y Sondeo 1263A). Se sugiere que la especie *Bulimina impendens* ha podido ser confundida morfológicamente con la especie *B. trinitatensis*. Varios paratipos y los holotipos de las especies *Bulimina trinitatensis* (CC 9682) y *B. impendens* (CC 23335) fueron examinados en el Instituto Smithsonian (Washington) y las diferencias observadas no fueron suficientes para distinguir estas dos especies (ver capítulo de Taxonomía). Por lo tanto, se concluye que este cambio faunal no sería más que una confusión taxonómica entre las dos especies. El sondeo 1263A y la sección de Noroña presentan en común para el tránsito Eoceno superior-Oligoceno inferior la primera aparición de la especie *Pleurostomella alternans* y un efecto Lázaro de la especie *Seabrookia rugosa*.

Uno de los cambios más importantes de los foraminíferos planctónicos ocurrido en el Cenozoico coincide con el límite Eoceno/Oligoceno, hace unos 33,7 Ma. El estratotipo (GSSP) de la sección de Massignano en Italia está marcado por la desaparición de la familia *Hantkeninidae* (Coccioni, 1988; Coccioni *et al.*, 1988, 2008; Nocchi *et al.*, 1988; Premoli Silva y Jenkins, 1993). En este límite también se registran las últimas apariciones (DURs) de algunas especies de foraminíferos planctónicos, que han sido interpretadas como un episodio de extinción gradual (Molina, 1986; Gonzalvo, 2002; Molina *et al.*, 2006).

Algunos autores han sugerido que el enfriamiento global del Eoceno final pudo ser acelerado por el impacto de meteoritos, como el evento registrado hace unos 35,5 Ma (Vonhof *et al.*, 2000), anterior al límite E/O. Sin embargo, datos isotópicos realizados en foraminíferos indican que el enfriamiento comenzó antes del evento de impacto, en el tránsito Eoceno medio-inferior, hace unos 41,5 Ma (Tripathi *et al.*, 2005). Además, en la sección de Fuente Caldera no se observan cambios significativos en las asociaciones de los foraminíferos bentónicos (Ortiz, 2006) y planctónicos (Molina *et al.*, 2006; Cruz, 2008) en coincidencia con el nivel con evidencias de impacto, por lo que no puede establecerse una relación causa-efecto entre el enfriamiento global y los eventos de impacto meteorítico. Los cambios bióticos graduales en el Paleógeno superior parecen estar relacionados con cambios en las condiciones paleoclimáticas y paleogeográficas, y no corresponden a un evento biótico catastrófico causado por un impacto meteorítico en el límite E/O.

Durante el cambio climático registrado en el tránsito Eoceno-Oligoceno los foraminíferos bentónicos desarrollaron un gradiente latitudinal, presentando una menor riqueza específica en las latitudes altas meridionales, donde además aumentó la estacionalidad de la productividad (ej., Thomas, 1989; Hallock *et al.*, 1991; Prothero y Berggren, 1992; Diester-Haass, 1995; Hartl *et al.*, 1995). El desarrollo de este gradiente en la riqueza específica se vio probablemente determinado por la fuerte entrada de alimento en los océanos de altas latitudes, como sugiere el incremento de los foraminíferos bentónicos oportunistas que se alimentan de fitodetritus (*Epistominella exigua*, *E. vitrea*, *Cassidulina crassa* y *Globocassidulina subglobosa*; Gooday y Thomas, 1996).

5.2. EL EVENTO DE GLACIACIÓN Oi-1

Los eventos isotópicos de mayor intensidad han sido designados como zonas isotópicas, denominadas con el prefijo O (Oligoceno) o M (Mioceno), y correlacionados con la escala de tiempo de polaridad geomagnética (GPTS) (Miller y Fairbanks, 1985; Miller *et al.*, 1991).

Tras el límite Eoceno/Oligoceno se registra un aumento en los valores de los isótopos de oxígeno en los foraminíferos bentónicos (evento de glaciación Oi-1) de aproximadamente 1,5‰ en unos 300.000 años (Corliss *et al.*, 1984, Tripathi *et al.*, 2005, Coxall *et al.*, 2005; DeConto *et al.*, 2008; Pearson *et al.*, 2009), datado en 33,5-33,05 Ma (Zachos *et al.*, 1996) y calibrado en el Cron C13n (ej., Miller *et al.*, 1991), ligeramente posterior al límite Eoceno/Oligoceno (datado aproximadamente en 33,7 Ma). Este incremento del $\delta^{18}\text{O}$ en los foraminíferos bentónicos se ha interpretado como indicador de un descenso en las paleotemperaturas de las aguas del fondo marino y de una expansión del hielo antártico (Shackleton y Kennett, 1975; Savil *et al.*, 1975; Boersma y Shackleton, 1977; Miller *et al.*, 1987). Este gran cambio indicaría una acumulación de hielo continental en la Antártida, que provocaría un enfriamiento global más acentuado en altas latitudes y una profundización de aproximadamente 1 km del nivel de compensación de la calcita (Coxall *et al.*, 2005; Tripathi *et al.*, 2005). La marcada profundización del CCD tras el límite Eoceno/Oligoceno (Tripathi *et al.*, 2005) está relacionada con los mecanismos de la glaciación, aunque esta relación aún no está clara. Una posible explicación consistiría en que el descenso del nivel del mar hace que disminuya la sedimentación de los carbonatos en los mares someros costeros, que al quedar emergidos aumentan la masa de carbonatos que descienden hacia las profundidades en los océanos abiertos (Coxall, *et al.*, 2005; Tripathi *et al.*, 2005).

El comienzo del Oligoceno es un periodo marcado por importantes cambios paleogeográficos relacionados fundamentalmente con la abertura de los pasajes de Tasmania y de Drake, y caracterizado asimismo por un gran cambio paleoclimático relacionado con el comienzo de una época de enfriamiento global y la aparición de grandes extensiones de hielo en la Antártida que provocaron variaciones relativas en el nivel del mar (Prothero *et al.*, 2003; Merico *et al.*, 2008; Miller *et al.*, 2008). En esta época de enfriamiento global se registran varias fluctuaciones climáticas que se

encuentran reflejadas en los cambios de las asociaciones de foraminíferos bentónicos de las secciones estudiadas.

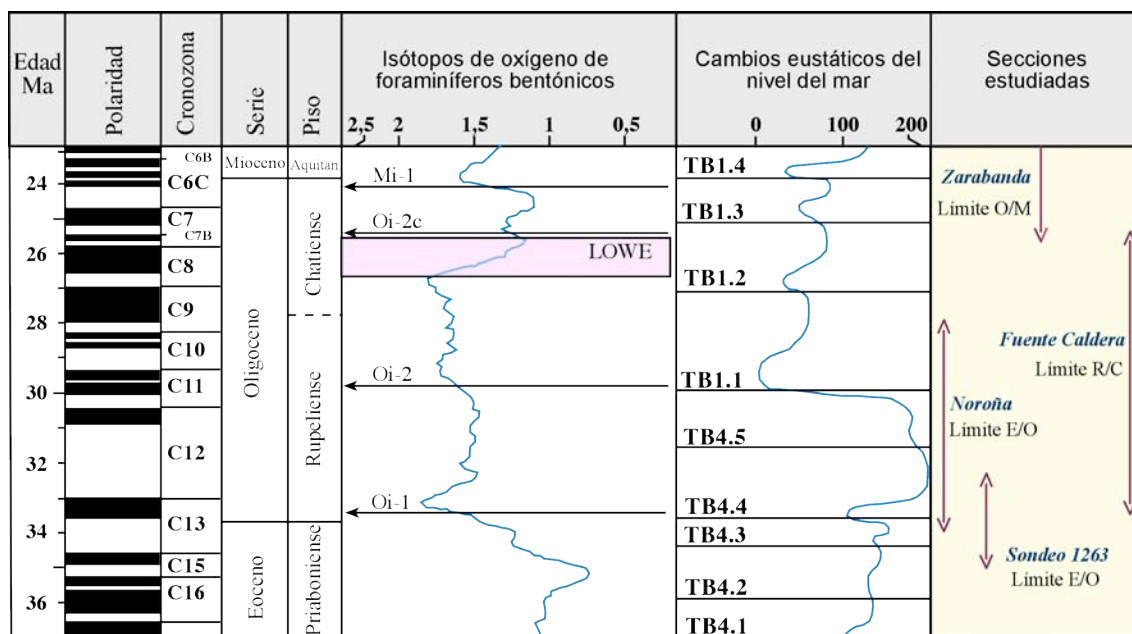


Fig. 4.23. Registro de isótopos de oxígeno y cambios eustáticos del nivel del mar (Haq *et al.*, 1987) durante el Oligoceno y Mioceno inferior. Modificada de Miller *et al.* (1998)

Durante el enfriamiento generalizado a lo largo del Oligoceno se registraron una serie de fluctuaciones en la temperatura de ambos hemisferios, incluyendo etapas más cálidas como el Evento de Calentamiento del Oligoceno Superior (cuyas siglas en inglés son LOWE, *Late Oligocene Warming Event*; Zachos *et al.* 2001) y etapas más frías (ej., los eventos de glaciaciones Oi y Mi; Miller *et al.* 1998; Zachos *et al.*, 2001), que han sido reconocidas y correlacionadas alrededor de todo el mundo (Zachos *et al.*, 2001). Estas fluctuaciones climáticas y los cambios eustáticos asociados ocurrieron en coincidencia con frecuencias orbitales (Wade y Pälike, 2004; Coxall *et al.*, 2005; Pälike *et al.*, 2006), registrándose alguno de los eventos más fríos en coincidencia con momentos de baja oblicuidad (ej., evento de glaciación Oi-1).

La formación de aguas profundas frías tanto en el océano del Sur como en el Atlántico Norte podría haber comenzado en el Oligoceno (Kennett, 1977; Lawyer y Gahagan, 2003; Miller *et al.*, 1991, 2005; Zachos *et al.*, 2001), pero el tiempo y el patrón de los cambios en la circulación oceánica se encuentran aún en continuo debate (ej., Barker y Thomas, 2004; Scher y Martin, 2004; Via y Thomas, 2006; Thomas y Via,

2007; Thomas *et al.*, 2008). Wade y Pälike (2004) propusieron que las glaciaciones durante el Oligoceno fueron en primer lugar debidas a los ciclos de excentricidad, con un aumento en la glaciación durante intervalos de baja oblicuidad. Los eventos de glaciación ocurridos durante el Oligoceno reflejan la alta variabilidad climática de la Tierra.

La proliferación de taxones oportunistas coincide con un aumento global del $\delta^{18}\text{O}$ en conchas de los foraminíferos bentónicos, denominado evento de glaciación Oi-1 (Miller *et al.*, 1987; Zachos *et al.*, 2001). Este evento de glaciación no ha podido ser reconocido con exactitud en la sección de Noroña debido a la ausencia de datos isotópicos. Sin embargo, en el sondeo 1263 este evento sí que fue identificado con precisión por Riesselman *et al.* (2007). El sondeo 1263A no se localiza en latitudes altas meridionales, sin embargo registra un aumento importante en las especies oportunistas, sobre todo de *Epistominella vitrea*, *Cassidulina crassa* y *Globocassidulina subglobosa*, en la parte inicial del Oligoceno, en el intervalo denominado como evento de transición al Oi-1. El enfriamiento de las masas de agua oceánicas y el aumento de las corrientes ascendentes (*upwelling*), así como el aumento de la meteorización química y consecuentemente del aporte de nutrientes a los océanos, pudo causar el aumento de la productividad oceánica (Prasier, 1995; Katz *et al.*, 2004). Una explicación para el descenso de la diversidad y de la riqueza específica de las asociaciones de foraminíferos bentónicos en latitudes altas ha sido el descenso de la temperatura y de las propiedades fisicoquímicas de las masas de aguas profundas, como el aumento de la corrosividad al carbonato cálcico de las aguas del fondo (disolución de la calcita) y el probable aumento de la oxigenación (Thomas, 1992b; Kaiho, 1994). En latitudes bajas meridionales también se registra el aumento del $\delta^{18}\text{O}$ en los foraminíferos bentónicos, que indica un descenso de las temperaturas de aguas profundas. En el intervalo del evento de glaciación Oi-1 del sondeo 1263A, que se encuentra localizado en latitudes medias, se observan fluctuaciones en los índices de diversidad de los foraminíferos bentónicos, al igual que en la sección cubana de Noroña. En este sondeo 1263A se ha registrado en coincidencia con el evento Oi-1, el aumento en los valores de los isótopos de oxígeno y en el porcentaje de la especie *Epistominella vitrea*, que está asociada a aguas frías en la actualidad (Saidova, 2008). Además, las especies oportunistas y la especie *Epistominella vitrea* presentan sus mayores porcentajes (un 45% y un 25% de las

asociaciones, respectivamente) en el intervalo de transición al Oi-1. Estas especies oportunistas podrían indicar un aumento en la productividad superficial, que podría relacionarse con el aumento de los valores de los isótopos del carbono en el intervalo de transición al Oi-1 (figs. 4.6, 4.7 y 4.9). El aumento en los valores de los isótopos del carbono coincide con el aumento global del $\delta^{18}\text{O}$, que marca el evento de glaciación Oi-1 (Miller *et al.*, 1987; Zachos *et al.*, 2001) y que estaría relacionado con el ciclo $84\text{E}_\text{C}^{13\text{n}}$ (Pälike *et al.*, 2006). La coincidencia de estos dos aumentos en los isótopos de oxígeno y carbono con el evento de glaciación Oi-1 no permite diferenciar si la especie *Epistominella vitrea* actúa como indicador de aguas más frías o de una mayor productividad superficial, o incluso de ambos factores.

En la sección de Noroña se ha reconocido una serie de cambios en las asociaciones de los foraminíferos bentónicos del Oligoceno inicial: las fluctuaciones en el índice P/B y en los índices de diversidad. Un aumento en el porcentaje de la especie *Globocassidulina subglobosa*, que está asociada a medios fríos en la actualidad (Murray, 1991) y un ligero aumento de especies neríticas reelaboradas. Así como un ligero aumento de las especies de foraminíferos planctónicos típicas de latitudes altas (Cruz, 2008). El aumento de foraminíferos bentónicos reelaborados indicaría una erosión de las zonas más someras donde los taxones neríticos serían transportados a zonas más profundas por las corrientes de turbidez. A su vez, las corrientes de turbidez transportarían una gran cantidad de materia orgánica, favoreciendo la proliferación del grupo de los bolivínidos.

5.3. EL EVENTO DE GLACIACIÓN Oi-2

Otro evento de enfriamiento ocurrido en el Oligoceno es el evento de glaciación Oi-2, con una edad aproximada de 30,3 Ma (Pekar y Miller, 1996; Miller *et al.*, 1998; Wade y Pälike, 2004; Coccioni *et al.*, 2008). En la sección de Fuente Caldera, en la parte media de la biozona de *T. ampliapertura*, se registra una disminución en el índice P/B, en la diversidad y heterogeneidad de las asociaciones. Este intervalo presenta abundantes foraminíferos bentónicos típicos de medios sublitorales a batiales superiores, taxones que albergan simbioses y taxones epifíticos, así como la presencia

de pistas fósiles (*Skolithos*). Por otro lado, en este intervalo se registra un aumento del porcentaje de la especie *Hyalinea balthica*, que abunda en aguas frías (Murray, 1994). Los foraminíferos planctónicos registran un aumento en el porcentaje de las especies de altas latitudes (Cruz, 2008). Todos estos datos apuntan a un descenso del nivel del mar. Destacar el cambio faunístico registrado en los macroforaminíferos, que muestran una distribución bioestratigráfica similar en otras secciones del Oligoceno de la Zona Subbética (Molina *et al.*, 1988). La última aparición de los lepidociclínidos dio paso a la primera aparición de los dyscociclínidos, situación que puede estar relacionada con un descenso importante del nivel del mar (Molina *et al.*, 1986)). Estos taxones que habitaban en la zona fótica serían transportados a zonas más profundas a través de la actividad turbidítica, redepositándose en un ambiente batial superior-medio junto a las especies autóctonas. Se considera que este intervalo tiene una edad aproximada de 31 Ma, aunque se trata de una edad aproximada debido a que las tasas de sedimentación no pueden extrapolarse linealmente por la presencia de turbiditas y olistostromas. Esta edad puede corresponder al ciclo $79_{\text{Oi-C12r}}$ de Pälike *et al.* (2006), un ciclo de enfriamiento de alta intensidad que podría ser correlacionado con un evento global. Por lo tanto, consideramos que esta caída del nivel del mar en la sección de Fuente Caldera debió de estar controlada por el evento de glaciación denominado Oi-2 (Pekar y Miller, 1996; Miller *et al.*, 1998; Wade y Pälike, 2004; Coccioni *et al.*, 2008) y que ha sido interpretado por Haq *et al.* (1987) como el mayor cambio eustático del nivel del mar de todo el Cenozoico, denominado TB 1.1. En la sección de Noroña también está presente este evento de glaciación Oi-2, donde dominan los taxones infaunales, los bolivínidos y la especie *Globocassidulina subglobosa*, así como el género *Cibicides* y *Nuttallides umbonifera*. La proliferación de estos géneros serían compatible con un descenso del nivel del mar que provocaría la erosión de las zonas someras, transportando gran cantidad de materia orgánica al fondo marino. En la sección de Noroña también se observa una disminución en el porcentaje de los foraminíferos planctónicos de latitudes medias-bajas (Cruz, 2008).

5.4. EL LÍMITE RUPELIENSE/CHATIENSE

La última aparición de la especie del foraminífero planctónico *Chiloguembelina cubensis* ha sido tradicionalmente utilizada como criterio para reconocer el límite Rupeliense/Chatiense (ej., Luterbacher *et al.*, 2004). Sin embargo, algunos autores sugieren que la extinción de la *Chiloguembelina* fue transgresiva, desapareciendo en el Oligoceno inferior en latitudes altas y posteriormente en el Oligoceno medio a superior en latitudes bajas (ej., Stott y Kennett, 1990; Berggren, 1992; Leckie *et al.*, 1993; Van Simaey *et al.*, 2005), estando controlada por la paleolatitud y paleogeografía (De Man y Van Simaey *et al.*, 2004; Van Simaey *et al.*, 2004). Esta especie presenta un tamaño muy pequeño por lo que puede ser fácilmente afectada por la reelaboración (Poore *et al.*, 1982; Poore, 1984). En vista de este problema, Berggren *et al.* (1995) utilizaron la última aparición común de esta especie para marcar el límite R/C, localizado en la biozona O4 y O5 de Berggren y Pearson (2005), con una edad estimada de 28,426 Ma según Wade *et al.* (2007) y $28,3 \pm 0,2$ Ma según Coccioni *et al.*, (2008). Wade *et al.* (2007) registraron la última aparición común de la especie *Chiloguembelina cubensis* como sincrónica en diferentes sondeos del ODP, sugiriendo que podría ser correlacionada directa o indirectamente con el Cron 10n. Sin embargo, otros autores han utilizado el último registro del género *Chiloguembelina* para datar este límite en numerosas partes del mundo, registrado en el zona P21, Cron medio C10n (ej., Berggren *et al.*, 1995) y calibrado en unos 28,5 Ma según Berggren *et al.* (1995).

El grupo de trabajo de Estratigrafía Integrada del Oligoceno (OLIS) propuso tres secciones (Pieve d'Accinelli, Monte Cagnero y Contessa) ubicadas en la Formación pelágica de Scaglia-Cinerea (región de Umbria-Marche, centro de Italia) como candidatas para la definición del GSSP (*Global Stratigraphic Sections and Point*) o estratotipo del límite Rupeliense/Chatiense. Estas tres secciones se caracterizan por presentar capas volcánicas que han podido ser datadas, así como abundantes foraminíferos planctónicos y bentónicos que han permitido realizar la biozonación. Además se han podido realizar estudios magnetoestratigráficos e isotópicos. La combinación de todos estos datos estratigráficos, y las condiciones de accesibilidad y su continuidad, llevaron a Coccioni *et al.* (2008) a proponer la sección de Monte Cagnero como la mejor candidata para el GSSP del límite Rupeliense/Chatiense. El límite R/C

en la sección de Monte Cagnero está marcado por la última aparición común (LCO, *last common occurrence*) de *Chiloguembelina* en la base de la Biozona P21b de Berggren *et al.* (1995) con una edad estimada de $28,3 \pm 0,2$ Ma. Coccioni *et al.* (2008) mantuvieron la idea propuesta por Berggren *et al.* (1995) y Wade *et al.* (2007) para utilizar la última aparición común de la especie *Chiloguembelina cubensis* como marcador del límite R/C, que puede reconocerse en la biozona O4/O5 (zona P21a/P21b). En la sección de Fuente Caldera se ha propuesto el límite R/C entre el último registro de la especie *Chiloguembelina cubensis* en el metro 245 sobre el límite E/O, y su última aparición común en el metro 234 sobre el límite (figs. 4.9-4.14).

En la cuenca del Mar del Norte, en la base del estratotipo del Chatiense, se registra la primera aparición de las especies *Elphidium subnodosum* y *Protoelphidium roemeri*, coincidentes con el “bloom” de la especie *Asterigerinoides guerichi*. El límite R/C se localizaría para esta cuenca en la base del Horizonte *Asterigerina*, reconocido por el acmé de la especie *Asterigerinoides guerichi* (superior al 70%) y por un descenso en la diversidad de las asociaciones de foraminíferos bentónicos. La primera aparición de *Asterigerinoides guerichi* coincide con la última aparición de *Cibicidoides ungerianus* (Van Simaey *et al.*, 2004). En el límite Rupeliense/Chatiense de la sección de Fuente Caldera se ha registrado la primera aparición de la especie *Bolivina plicatella* y *Elphidium advenum*, y la última aparición de la especie *Cibicidoides robertsonianus*. En coincidencia con la última aparición de *Chiloguembelina cubensis*, en este nivel estratigráfico se observa un aumento en el porcentaje de los asterigerínidos, que alcanzan un 7% de las asociaciones. El aumento en el porcentaje de los asterigerínidos y la primera aparición de la especie *Elphidium advenum* no son determinantes para situar el límite R/C con las asociaciones de los foraminíferos bentónicos. Las especies y los porcentajes encontrados por Van Simaey *et al.* (2004) en la cuenca del mar del Norte no se han hallado en el área del Tetis, pese a la cercanía de las dos cuencas. Por tanto, no es posible una correlación de la sección de Fuente Caldera con la cuenca del Mar del Norte para marcar el límite R/C con foraminíferos bentónicos, ya que difieren tanto en el porcentaje como en el DPR y DUR de los pequeños bentónicos, así como en las especies identificadas.

5.5. EL EVENTO DE CALENTAMIENTO DEL OLIGOCENO SUPERIOR (LOWE)

Durante el Oligoceno superior (Chatiense) se produce un evento de calentamiento denominado LOWE (*Late Oligocene Warming Event*; Zachos *et al.*, 2001; Pekar *et al.*, 2006; Villa y Persico, 2006), datado en unos 26 Ma (Miller *et al.*, 1998; Zachos *et al.*, 2001) y donde aumenta el nivel del mar y se alcanzan los valores más bajos en los isótopos de oxígeno de los foraminíferos bentónicos de aguas profundas. Estos registros de los isótopos de oxígeno de aguas profundas muestran un descenso superior al 1‰, en numerosas cuencas, y se utilizaron para sugerir una reducción de las extensiones de hielo de la Antártida (ej., Zachos *et al.*, 2001).

El “bloom” de asterigerinoides y la aparición del macroforaminífero *Myogipsina* reflejan condiciones tropicales a subtropicales en la base del Chatiense del Mar del Norte en comparación con las asociaciones típicas de aguas frías y profundas del Rupeliense superior (Van Simaeyns *et al.*, 2004; De Man y Van Simaeyns, 2004). Estos autores relacionaron estos cambios en las asociaciones de foraminíferos bentónicos con el pulso de calentamiento denominado LOWE, reconocido por el estudio de isótopos de oxígeno en el DSDP y ODP (Zachos *et al.*, 2001), con una edad aproximada de 26 Ma.

En la sección de Fuente Caldera, el máximo pico de abundancia de los taxones neríticos reelaborados se ha relacionado con un evento de calentamiento. Los foraminíferos epifíticos y con simbiontes presentan un aumento de abundancia y una buena conservación en este intervalo. Este hecho podría relacionarse con la inundación de las zonas más someras, durante la cual las conchas de estos foraminíferos que se encuentran adheridos a las plantas serían trasladadas por flotabilidad hacia zonas más profundas, impidiendo el desgaste y la erosión de las conchas. Además, en este intervalo están presentes especies típicas de medios cálidos como *Hanzawaia ammophila*, *Pararotalia audouini* y *Tubulogerina vicksburgensis*. Los foraminíferos planctónicos de bajas latitudes son abundantes y reflejan un incremento en las temperaturas superficiales (Alegret *et al.*, 2008; Cruz, 2008). Este evento de calentamiento que comienza en la parte inferior del Chatiense (Biozona O6), con una edad aproximada de 27,1 Ma, y que se prolonga hasta el techo de la sección, podría corresponder al LOWE (Pekar *et al.*, 2006; Villa y Persico, 2006). El LOWE se ha

relacionado con un ascenso en el nivel del mar (ej., Van Simaeyns *et al.*, 2004), durante el cual se inundaron las plataformas y se favoreció el transporte de foraminíferos bentónicos neríticos hacia las partes más profundas de la cuenca.

Sin embargo, Pekar *et al.* (2006) interpretaron el cambio en el registro de los isótopos de oxígeno del Oligoceno superior como resultado de una combinación de al menos dos masas de aguas profundas, una originada cerca de la Antártida y descrita como aguas del fondo proto-Antártico (proto-AABW), y una segunda masa de agua más cálida (y presumiblemente más salina) que dominaría después de los 27 Ma. Esta hipótesis implica temperaturas de la Antártida lo suficientemente frías como para soportar las extensiones de hielo a nivel del mar (ej., Barrett, 1989; Cape Roberts *et al.*, 1998, 1999, 2000; Naish *et al.*, 2001), así como reiteradas bajadas del nivel del mar durante el Oligoceno superior (25,1-23 Ma; Kominz y Pekar, 2001), que indican una fuerte glaciación al este del continente Antártico (EAC; Pekar *et al.*, 2002, 2006). Tras el análisis de las asociaciones de foraminíferos bentónicos y planctónicos en la sección de Fuente Caldera no podemos verificar la hipótesis propuesta por Pekar *et al.* (2006) ya que el Evento de Calentamiento del Oligoceno Superior ha sido registrado tanto en las masas de aguas oceánicas profundas por el estudio de los foraminíferos bentónicos como en las aguas superficiales por los foraminíferos planctónicos.

5.6. LAS GLACIACIONES DEL TRÁNSITO OLIGOCENO SUPERIOR-MIOCENO INICIAL

El intervalo de tiempo que abarca desde el Oligoceno superior hasta el Mioceno inferior se caracterizó por un incremento generalizado de la temperatura media global. Sin embargo, esta tendencia fue interrumpida por dos glaciaciones antárticas de gran escala. La primera de ellas se ha relacionado con un máximo volumen de hielo antártico, denominado evento de glaciación Oi-2c (caída del nivel del mar TB1.3; Haq *et al.*, 1987) y datado astronómicamente en 25,2 a 24,8 Ma (Miller *et al.*, 1998; Pekar *et al.*, 2006). En este evento se ha registrado un aumento en los valores de los isótopos de oxígeno de los foraminíferos bentónicos, en el océano Sur y en el Atlántico (Pekar *et al.*, 2006). La sección de Zarabanda presenta un intervalo (muestra 16 a la 26) que

podría estar relacionado con el evento de glaciación Oi-2c ya que se registra una disminución en los índices de diversidad de los foraminíferos bentónicos y en el índice P/B, y un aumento considerable en el porcentaje de los foraminíferos bentónicos reelaborados. El descenso del nivel del mar se ha relacionado con la erosión de las zonas más someras, aumentando el porcentaje de los taxones neríticos hacia zonas más profundas a través de la actividad turbidítica. Asimismo, se registra un aumento en el porcentaje de la especie *Hyalinea balthica*, que indicaría una disminución en la temperatura de las aguas profundas.

La segunda glaciación ocurrió en el Oligoceno tardío, 1 a 2 Ma antes del límite Oligoceno/Mioceno, se ha denominado evento de glaciación Mi-1 (Miller *et al.*, 1987, 1991, 1998; Zachos *et al.*, 1993, 1994, 1996, 1999 y 2001b; Flower *et al.*, 1997) (caída del nivel del mar TB1.4; Haq *et al.*, 1987) y ha sido correlacionada estratigráficamente con el Cron C6Cn.2n (Billups *et al.*, 2002) y datada astronómicamente en 23,2-22,8 Ma (Pekar *et al.*, 2006). En la sección de Zarabanda, el evento de glaciación Mi-1 se registra probablemente a techo de la biozona de *Gdes. primordius*, ya que se caracteriza por un ligero descenso en el índice P/B y en la riqueza genérica de las asociaciones de los foraminíferos bentónicos, y por un aumento de los foraminíferos planctónicos de latitudes altas (Cruz, 2008).

La causa de estas dos glaciaciones no es del todo conocida ya que corresponden a inversiones en el calentamiento global (Flower *et al.*, 1997). Para poder explicar estos eventos de glaciación en un periodo de bajos valores de $\delta^{18}\text{O}$ de los foraminíferos bentónicos, Pekar *et al.* (2006) introdujeron una nueva hipótesis: el colapso en las extensiones de hielo de la Antártida y un cambio en las masas de aguas profundas, en vez de un calentamiento global de las temperaturas, aunque esta idea sigue en debate en la actualidad. El estudio de las asociaciones de foraminíferos bentónicos y planctónicos de las secciones de Fuente Caldera y Noroña sugieren un aumento de la temperatura tanto en las aguas superficiales como en las aguas profundas.

Los estudios de alta resolución de los isótopos estables en los foraminíferos bentónicos y planctónicos han ayudado a mejorar los registros de las variaciones climáticas y determinar las frecuencias orbitales desde el Oligoceno superior hasta el Mioceno inicial (Shackleton *et al.*, 1999, 2000; Paul *et al.*, 2000; Zachos *et al.*, 2001; Billups *et al.*, 2002, 2004). Estos estudios realizados tanto en latitudes meridionales

altas como bajas, han mostrado que los ciclos de excentricidad y los registros de los isótopos parecen estar sincronizados, como se observa en los estudios realizados en diferentes latitudes (Billups *et al.*, 2002, 2004). Por ello, los registros de isótopos estables de alta resolución del Atlántico tropical mostraron que el cambio climático del Oligoceno superior al Mioceno inferior estaba fuertemente unido a las fuerzas orbitales (Zachos *et al.*, 2001b).

Hacia el límite Oligoceno/Mioceno, durante el ciclo 58_{O1-C6Cn} se observó un evento importante: un incremento en los valores del $\delta^{18}\text{O}$ (Flower *et al.*, 1997) y del $\delta^{13}\text{C}$ (Flower *et al.*, 1997) de los foraminíferos bentónicos. El registro de un máximo en los valores de los isótopos de carbono sugiere un mayor cambio en el ciclo del carbono global durante este evento. La coincidencia entre el $\delta^{13}\text{C}$ y el $\delta^{18}\text{O}$ cerca del límite O/M se relaciona con el evento de glaciación Mi-1. Los estudios realizados sobre la escala orbital de Milankovitch cerca del límite Oligoceno/Mioceno permitieron mejorar la definición de los registros de los isótopos de oxígeno de los foraminíferos bentónicos para el evento Mi-1. La glaciación antártica producida cerca de este límite se vinculó con una fuerte corriente de agua de componente Sur (cuyas siglas en inglés son SCW), que alcanzó el Atlántico oeste ecuatorial profundo (Flower *et al.*, 1997). El evento Mi-1 coincide con un periodo de baja excentricidad asociado con ciclos de 400 mil años. Hace unos 23,2 Ma, tanto la oblicuidad como la excentricidad disminuyeron, provocando veranos polares consistente con un mayor enfriamiento y una mayor expansión de las extensiones de hielo hasta hace 23 Ma (Zachos *et al.*, 2001b).

El límite cronoestratigráfico Paleógeno/Neógeno o, lo que es lo mismo, el límite Oligoceno/Mioceno no se caracteriza por un bioevento importante, sino que está relacionado con un cambio menor en el grado de renovación biótico de los grupos micropaleontológicos, especialmente de los foraminíferos planctónicos y bentónicos. El límite Oligoceno/Mioceno está asociado con el primer máximo registrado en los isótopos de oxígeno de los foraminíferos bentónicos en el Mioceno, que será seguido por una serie de glaciaciones en el Mioceno inferior. Los datos de Mg/Ca de los foraminíferos bentónicos muestran que muchas de las glaciaciones de pequeña escala del Mioceno estaban acompañadas por un enfriamiento de las temperaturas de los océanos de 1°C aproximadamente. Este enfriamiento en el límite O/M se produce algo

más tarde que la acumulación de hielo, deducido del registro de los isótopos de oxígeno de los foraminíferos bentónicos (Billups y Schrag, 2003).

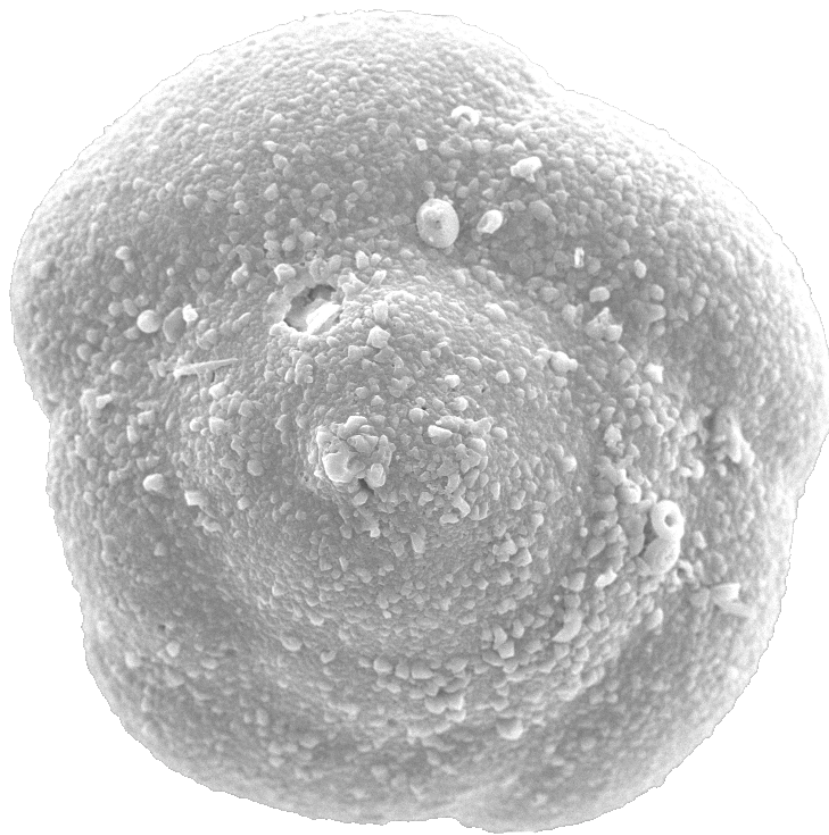
Singh y Gupta (2004) registraron tras el análisis de las asociaciones de foraminíferos bentónicos, un medio frío y bien oxigenado en las aguas profundas del Oligoceno superior hasta el comienzo del Mioceno superior (26,5-8,3 Ma). En el límite Oligoceno/Mioceno de la sección de Zarabanda encontramos un aumento en el porcentaje de la especie oportunista *Epistominella exigua*, asociada a un elevado aporte de materia orgánica fresca y lábil al fondo oceánico, y a elevadas concentraciones de oxígeno en las aguas del fondo (Gooday, 1993; Mackensen *et al.*, 1995; Schmiedl, 1995, Schmiedl *et al.*, 1997; Nees y Struck 1999; Gupta y Thomas, 2003). Así como un pico en el porcentaje de la especie *Globocassidulina subglobosa*, relacionada con entradas de pulsos de alimento (ej., Gooday, 1994; Gupta y Thomas, 2003) e indicativa de medios óxicos (Schönfeld, 2001; Martins, 2007). Estas dos especies se interpretan como indicadoras de una inestabilidad en el aporte alimenticio (Walton y Sloan, 1990; Alegret y Thomas, 2005, 2007; Alegret, 2007). Además se registra un aumento en el porcentaje de la especie *Oridorsalis umbonatus*, que es abundante en medios oxigenados (ej., Murray, 1988; Mackensen *et al.*, 1995; Hayward *et al.*, 2004). Con todos estos datos, podemos interpretar condiciones de buena oxigenación de las aguas del fondo en el límite O/M e inestabilidad en el aporte alimenticio, debido probablemente a la existencia de pulsos de alimento al fondo marino. Tras el límite Oligoceno/Mioceno y durante el Mioceno inicial se mantienen condiciones oligotróficas, tal y como se deduce de los porcentajes de los morfogrupos epifaunales.

Las especies de foraminíferos bentónicos como *Oridorsalis* spp., *Globocassidulina subglobosa*, *Gyroidinoides*, *Cibicidoides mundulus* y *C. ungerianus* (Miller *et al.*, 1985; Miller, 1987; Berggren y Miller, 1989; Miller *et al.*, 1992; Thomas, 1992; Thomas y Gooday, 1996; Coccioni y Galeotti, 2003; Ortiz, 2006) son los taxones dominantes de las faunas transicionales del Oligoceno-Mioceno y se encuentran presentes con una mayor dominancia en la sección de Zarabanda. A lo largo del tránsito Oligoceno-Mioceno se registra la primera aparición de las especies *Bolivina floridana* y *Epistominella vitrea*, y la última aparición de las especies *Bulimina alazanensis*, *Brizalina alazanensis*, *Brizalina carinata*, *Bulimina elongata*, *Bulimina trinitatensis*, *Cibicidoides eocaenus*, *Globocassidulina horizontalis* y *Uvigerina aff. spinicostata*.

Van Morkhoven *et al.* (1986) también registraron la última aparición de *Cibicidoides eocaenus* y *Bulimina impendens* (*B. trinitatensis*) en el límite O/M y en el Oligoceno inicial, respectivamente.

Durante el Mioceno inferior, hace unos 18,9-17,2 Ma, se registró el evento denominado “Alta abundancia de bolivínidos” (cuyas siglas en inglés son HAB, *High Abundance Bolivinids*; ej., Thomas, 1986, 1987; Smart, 1992; Smart y Murray, 1994; Smart y Ramsay, 1995). Este evento se caracterizaba por una gran proliferación del grupo de los bolivínidos tanto en el Atlántico como en el Índico oriental, sin embargo este evento no se registró en otras partes del mundo (Thomas, 1985; Thomas, 1990). Algunos autores sugirieron que el evento HAB podría haberse generado en un periodo de baja oxigenación (Smart y Ramsay, 1995; Ramsay *et al.*, 1998). Sin embargo, en los medios donde se registró este evento no existen evidencias sedimentológicas de condiciones disóxicas (Thomas, 1986, 1987; Smart, 1992; Smart y Murray, 1994). Además en la sección estudiada de Zarabanda se registran condiciones oligotróficas para el Mioceno inferior. Un exhaustivo estudio taxonómico realizado por Smart y Thomas (2006, 2007) permitió reconocer que las especies identificadas como *Bolivina* eran en realidad un género perteneciente al grupo de los foraminíferos planctónicos, denominado *Streptochilus*. La abundancia de este género se relacionó con una inestable corriente ascendente (*upwelling*) rica en nutrientes, que daría lugar a una alta tasa de crecimiento del fitoplancton (Smart y Thomas, 2007). En la sección de Zarabanda, se ha prestado gran interés en no confundir taxonómicamente el género *Bolivina* con el género de los foraminíferos planctónicos *Streptochilus*. El detallado análisis de los foraminíferos planctónicos (Cruz, 2008) y bentónicos ha permitido observar la inexistencia del género *Streptochilus* y a demostrar que la gran abundancia de los bolivínidos estaba relacionada con un aporte importante de materia orgánica al fondo marino, influenciado en gran parte por la geología regional. Además, también se han demostrado condiciones más oligotróficas en el límite O/M y en la parte inferior del Mioceno.

Conclusiones



CONCLUSIONES

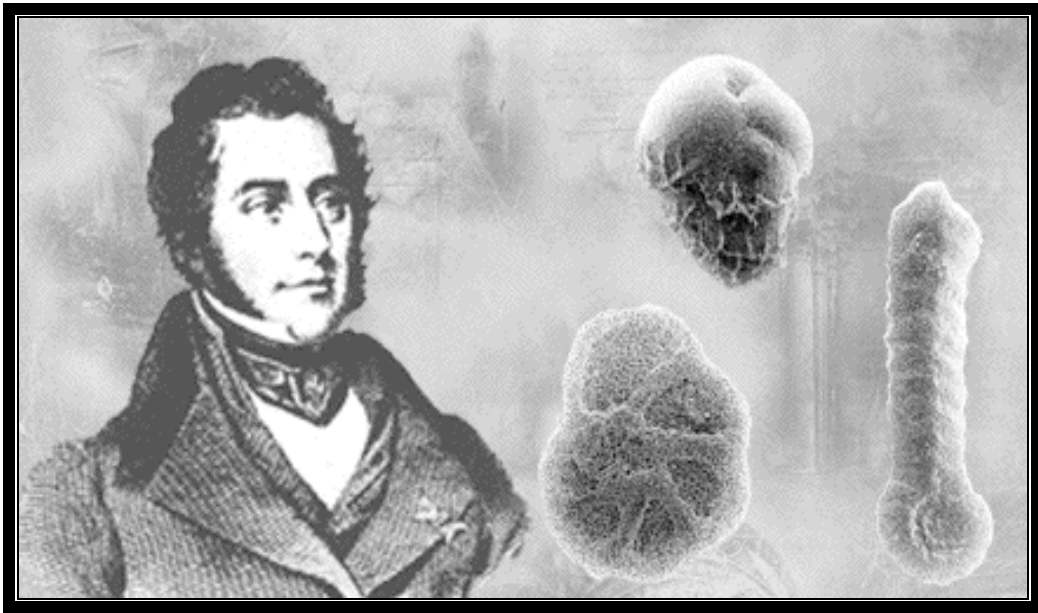
1. Se han estudiado tres secciones y un sondeo pertenecientes a tres áreas paleogeográficas: Tetis, Caribe y Atlántico Sur. En estas regiones se encuentran representados diferentes intervalos y límites cronoestratigráficos. Se han reconocido: el tránsito Eoceno-Oligoceno en la sección cubana de Noroña y en el sondeo 1263A (Atlántico Sur), el Oligoceno y el límite Rupeliense/Chatiense en la sección de Fuente Caldera (Cordilleras Béticas, España) y el tránsito Oligoceno superior-Mioceno inicial en la sección de Zarabanda (Cordilleras Béticas, España).
2. Se han reconocido unos 320 taxones de pequeños foraminíferos bentónicos, de los que se han elegido 137 para realizar un estudio taxonómico detallado. Las especies estudiadas se compararon con ejemplares de otras colecciones así como con el material-tipo. Este análisis permitió establecer nuevas sinonimias, profundizar en la taxonomía de los foraminíferos bentónicos del Paleógeno y comienzos del Neógeno, su distribución estratigráfica y frecuencia. El estudio cuantitativo de las asociaciones de foraminíferos bentónicos en las distintas secciones y sondeo estudiados, ha permitido establecer estadios cuantitativos, y obtener deducciones sobre la paleobatimetría, la evolución paleoecológica y paleoambiental.
3. Los datos paleobatimétricos inferidos de las asociaciones de foraminíferos bentónicos indican que la sedimentación tuvo lugar en un medio de depósito batial superior-medio (a unos 600 m de profundidad) para las secciones de Fuente Caldera y de Zarabanda desde el Oligoceno inicial hasta el Mioceno inicial en el área del Tetis, en un medio abisal superior (a unos 2000 m de profundidad) para el sondeo 1263A durante el tránsito Eoceno-Oligoceno en el Atlántico Sur y en un medio batial medio-inferior (a unos 1000 m de profundidad) para la sección de Noroña durante el tránsito Eoceno-Oligoceno en el área del Caribe.
4. El Eoceno superior hasta el Oligoceno inicial se produjo a escala mundial una extinción gradual y una renovación poco patente en los foraminíferos planctónicos, mientras que no se han registrado cambios importantes en las asociaciones de los foraminíferos bentónicos, únicamente un paso gradual a las

asociaciones típicas del Oligoceno y Mioceno dominadas por especies como, *Globocassidulina subglobosa*, *Oridorsalis* spp., *Gyroidinoides*, *Cibicidoides mundulus* y *C. ungerianus*.

5. En coincidencia con el evento de glaciación Oi-1 identificado a partir de los isótopos de oxígeno en los foraminíferos bentónicos, en el sondeo 1263A se observan marcados cambios en las asociaciones de foraminíferos bentónicos que son compatibles con un descenso de la temperatura, y un aumento en la corrosividad de las aguas del fondo.
6. Las asociaciones de foraminíferos bentónicos del tránsito Eoceno-Oligoceno en la sección de Noroña están fuertemente influenciadas por la geología regional del área del Caribe. La proliferación de bolivínidos en el límite Eoceno/Oligoceno indica un aumento en el aporte de materia orgánica al fondo marino, relacionado probablemente con una intensificación de las corrientes turbidíticas asociadas a la existencia de un canal profundo. Además, las asociaciones de foraminíferos bentónicos reflejan cambios paleoambientales que se han correlacionado con los eventos de glaciación Oi-1 y Oi-2, y con el evento de Calentamiento del Oligoceno superior.
7. Las asociaciones de foraminíferos bentónicos del Oligoceno inferior (Rupeliense) hasta el Mioceno inicial (Aquitaniense) en las secciones de Fuente Caldera y Zarabanda están claramente influenciadas por la geología regional de las Cordilleras Béticas. Como reflejo de la intensa actividad tectónica de la zona se han reconocido dos intervalos con olistostromas (sección de Fuente Caldera) y niveles con macroforaminíferos (secciones de Zarabanda y de Fuente Caldera). A pesar de la intensa actividad turbidítica, cuyo aporte de materia orgánica debió de contribuir a la proliferación de los bolivínidos, también se han registrado cambios faunísticos que se han relacionado con eventos de glaciación (Oi-2 y Oi-2c) y con el evento de Calentamiento del Oligoceno Superior.
8. En la sección de Fuente Caldera se ha identificado tentativamente el evento de glaciación Oi-2. Este evento se correspondería con el mayor cambio eustático del Cenozoico, durante el cual aumentaría la erosión y se intensificaría las corrientes turbidíticas en la sección de Fuente Caldera. Este escenario es compatible con los cambios observados en las asociaciones de Fuente Caldera.

9. Al analizar la distribución de las especies de foraminíferos bentónicos en las secciones estudiadas se ha observado que el rango estratigráfico de la mayoría de ellas es muy amplio. La correlación con otras regiones han permitido observar las diferencias en los porcentajes, y en los primeros y últimos registros de los foraminíferos bentónicos. Por tanto las biozonas que pueden establecerse son únicamente locales. Se concluye que los eventos basados en foraminíferos bentónicos que habían sido previamente propuestos para identificar el límite R/C (ej., la proliferación de asterigerinoides, el acmé de algunas especies como *Asterigerinoides guerichi*, así como la primera aparición de la especie *Elphidium subnodosum* y *Protoelphidium roemeri* y la última aparición de la especie *Cibicoides ungerianus*) no son correlacionables a nivel mundial, y por tanto no son útiles para la identificación del límite Rupeliense/Chatiense.

Bibliografía



BIBLIOGRAFÍA

- Abu-Zied, R. H., Rohling, E. J., Jorissen, F., J., Fontanier, C., Casford, J. S. L. y Cooke, S., 2008. Benthic foraminiferal response to change in bottom-water oxygenation and organic carbon flux in the eastern Mediterranean during LGM to Recent times. *Marine Micropaleontology*, 67: 46- 68.
- Alegret, L., 2007. Recovery of the deep-sea floor after the Cretaceous-Paleogene boundary event: The benthic foraminiferal record in the Basque-Cantabrian basin and in South-eastern Spain. *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 255: 181-194.
- Alegret, L., 2008. Evolución paleoambiental durante el tránsito Cretácico/Paleógeno basada en foraminíferos bentónicos. *Revista Española de Paleontología*, 23 (1): 15-30.
- Alegret, L. y Thomas, E., 2001. Upper Cretaceous and lower Paleogene benthic foraminifera from northeastern Mexico. *Micropaleontology*, 47 (4): 269-316.
- Alegret, L. y Thomas, E., 2004. Cretaceous/Paleogene boundary bathyal paleo-environments in the central North Pacific (DSDP Site 465), the Northwestern Atlantic (ODP Site 1049), the Gulf of Mexico and the Tethys: the benthic foraminiferal record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 208: 59-83.
- Alegret, L. y Thomas, E., 2005. Paleoenvironments across the Cretaceous/Tertiary boundary in the central North Pacific (DSDP Site 465), the Gulf of Mexico and the Tethys: the benthic foraminiferal record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Special Volume: Paleobiotic changes in Earth History and their causes, doi: 10.1016/j. palaeo. 2005.03.031.
- Alegret, L. y Thomas, E., 2007. Deep-Sea environments across the Cretaceous/Paleogene boundary in the eastern South Atlantic Ocean (ODP Leg 208, Walvis Ridge). *Marine Micropaleontology*, 64: 1-17.
- Alegret, L., Ortiz, S. y Molina, E., 2009. Extinction and recovery of benthic foraminifera across the Paleocene-Eocene Thermal Maximum at the Alamedilla section (Southern Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, en prensa.
- Alegret, L., Cruz, L. E., Fenero, R., Molina, E. y Ortiz, S., Thomas, E., 2008. Effects of the Oligocene climatic events on the foraminiferal record from Fuente Caldera section (Spain, western Pyrenees). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 269: 94-102.
- Alonso, B., Canals, M., Palanques, A., Rehault, J.P., 1995. A deep-sea channel in the northwestern Mediterranean Sea: Morphosedimentary evolution of the surroundings. *Marine Geophysical Research*, 17: 469-484.
- Altenbach, A. V., Pflaumann, U., Schiebel, R., Thies, A., Timm, S. y Trauth, M., 1999. Scaling percentages and distributional patterns of benthic foraminifera with flux rates of organic carbon. *Journal of Foraminiferal Research*, 29: 173-185.
- Alth, A., 1850. Geognostisch-paläontologische Beschreibung der nächsten Umgebung von Lemberg. *Haiding. Naturwissenschaften Abhandlung*, 3, Abteilung, 2: 171-284.
- Anderson, J. B., 1975. Ecology and distribution of foraminifera in the Weddell Sea of Antarctica. *Micropaleontology*, 21: 69-96.

- Andeweg, B., 2002. *Cenozoic tectonic evolution of the Iberian Peninsula: causes and effects of changing stress fields*. Tesis Doctoral, Universidad Libre de Ámsterdam, 178 pp.
- Andrae, A., 1884. Beitrag zur Kenntniss des Elsässer Tertiärs; Theil II – die Oligocän-Schichten. Alsace-Lorraine. *Abhandlungen der Geol. Spezialkarte*, 2 (3):1-239.
- Anglada, R., 1971. Sur la limite Aquitanien–Burdigalien, sa place dans l'échelle des foraminifères planctoniques et sa signification dans le Sud Est de la France. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 272: 1948–1951.
- Aubert, J. y Berggren, W. A., 1976. Paleocene benthic foraminiferal biostratigraphy and paleoecology of Tunisia. *Bulletin du Centre de Recherches de Pau-SNPA*, 10: 379-469.
- Averyt, M. P., Calhoun, M., Schmalz, L. y Paytan, A., 2005. Data Report: Carbonate and Barite Trends across the Eocene/Oligocene Boundary at Shatsky Rise, ODP Leg 198. En: Bralower, T. J., Premoli Silva, I. Y Malone, M. J. (Eds.). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 198: 1-16.
- Bak, K., 2004. Deep-water agglutinated foraminiferal changes across the Cretaceous/Tertiary and Paleocene/Eocene transitions in the deep flysch environment; eastern Outer Carpathians, (Bieszczady Mts., Poland). En: Bubík, M. y Kaminski, M. A. (Eds.). *Proceedings of the Sixth International Workshop on Agglutinated Foraminifera*. Grzybowski Foundation Special Publication, 8: 1-56.
- Bak, K., Bak, M., Geroch, S. y Manacki, M. 1997. Biostratigraphy and Paleoenvironmental analysis of benthic foraminifera and radiolarians in Paleogene variegated shales in the Skole Unit, Polish Flysch Carpathians. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 67: 135-154.
- Bandy, O. L., 1949. Eocene and Oligocene foraminifera from Little Stave Creek, Clarke County, Alabama. *Bulletins of American Paleontology*, 32: 1-210.
- Bandy, O. L., 1956. Ecology of foraminifera on northeastern Gulf of Mexico, *Professional Paper of the US Geological Survey*, 274: 179-204.
- Bandy, O. L., 1960. General correlation of foraminiferal structure with environment. En: Sorgenfrei, T. (Eds.), *Rep. 21st Inst. Geol. Congr.*, Copenhagen, 21 (22): 7-19.
- Barbieri, R., Benjamini, C., Monechi, S. y Reale, V., 2003. Stratigraphy and benthic foraminiferal events across the middle-late Eocene transition in the Western Negev, Israel. En: Prothero, D. R., Ivany, L. y Nesbitt, E. (Eds.), *From Greenhouse to Icehouse: The marine Eocene-Oligocene Transition*. Columbia University Press: 453-470.
- Barker, R. W., 1960. Taxonomic notes on the species figured by H. B. Brady in his report on the foraminifera dredged by H.M.S. *Challenger* during the years 1873-1876. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication*, 9: 1-238.
- Barker, P. F., 2001. Scotia Sea regional tectonic evolution: implications for mantle flow and palaeocirculation. *Earth Sci. Rev.* 55: 1-39.
- Barker, P. F. y Burrell, J., 1977. The opening of Drake Passage. *Marine Geology*, 25: 15-34.

- Barker, P. F. y Burrell, J., 1982. The influence on Southern Ocean circulation, sedimentation and climate of the opening of Drake Passage. En: Craddock, C. (Ed.), *Antarctic Geoscience*. University Wisconsin Press, Madison, 377-385.
- Barker, P.F. y Thomas, E., 2004. Origin, signature and paleoclimatic influence of the Antarctic Circumpolar Current. *Earth-Science Reviews*, 66: 143-162.
- Barrett, P.J., 1989. Antarctic Cenozoic history from CIROS-1 drillhole, McMurdo Sound, DSIR Bulletin. *Scientific Information Publishing Centre*, Wellington, 245: 254 pp.
- Becker, L. E. y Dusenbury, A. N., 1958. Mio-Oligocene (Aquitania) foraminifera from the Goajira Peninsula, Colombia. *Special Publish Cushman Fd.*, Ithaca, 4: 1-48.
- Beckmann, J. P., 1953. Die foraminiferen der Oceanic Formation (Eocen-Oligocen) von Barbados, Kl. Antillen. *Eclogae Geologicae Helveticae*, (1953), 46: 301-412.
- Belford, D. J., 1958. The genera *Nuttallides* Finlay, 1939, and *Nuttallina*, n. gen. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 9(4): 93-98.
- Berger, W. H. y Diester-Haass, L., 1988. Paleoproductivity: the benthic/planktonic ratio in foraminifera as a productivity index. *Marine Geology*, 81: 15-25.
- Berggren, W. A., 1969. Biostratigraphy and planktonic foraminiferal zonation of the Tertiary System of the Sirte Basin of Libya, north África. *Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils*, 1: 104-120.
- Berggren, W. A., 1992. Paleogene planktonic foraminifer magnetobiostratigraphy of the Southern Kerguelen Plateau (Sites 747-749). En: Wise, S. W., Jr., et al., *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 120: 551-568.
- Berggren, W. A. y Aubert, J., 1975. Paleocene benthonic foraminiferal biostratigraphy, paleobiogeography and paleoecology of Atlantic-Tethyan regions: Midway-type fauna. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 18: 73-192.
- Berggren, W. A. y Miller, K. G., 1988. Paleogene tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetobiochronology. *Micropaleontology*, 34(4): 362-380.
- Berggren, W. A. y Miller, K. G., 1989. Cenozoic bathyal and abyssal calcareous benthic foraminiferal zonation. *Micropaleontology*, 35: 308-320.
- Berggren, W. A. y Pearson, P. N., 2005. A revised tropical to subtropical paleogene planktonic foraminiferal zonation. *Journal of Foraminiferal Research*, 35(4): 279-298.
- Berggren, W. A. y Prothero, D. R., 1992. Eocene-Oligocene climatic and biotic evolution: an overview. En: Prothero, D. R. Y Berggren, W. A. (Eds.), *Eocene-Oligocene climatic and biotic evolution*. Princeton University Press, 1-28.
- Berggren, W. A., Kent, D. V., Flynn, J. J. y Van Couvering, J. A., 1985. Cenozoic geochronology. *Geological Society of American Bulletin*, 96: 1407-1418.
- Berggren, W. A., Kent, D. V., Swisher, C. C. y Aubry, M. P., 1995. A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. En: Berggren, W. A., Kent, D. V., Aubry, M. P. y Hardenbol, J. (Editores). *Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlation*. Society for Sedimentary Geology and Paleontologist, *Special Publication*, 54: 129-212.

- Bermúdez, P. J., 1935. Foraminíferos de la Costa Norte de Cuba. *Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural "Felipe Poey"*, 9: 129-224.
- Bermúdez, P. J., 1949. Tertiary smaller foraminifer of the Dominican Republic. *Cushman Laboratory for Foraminiferal Research, Special Publication*, 25: 1-322.
- Bermúdez, P. J., 1963. Foraminíferos del Paleoceno del Departamento de El Peten, Guatemala. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 26: 1-57.
- Bermúdez, P. J. y Gámez, H. A., 1966. Estudio paleontológico de una sección del Eoceno. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*. Tomo XXVI, 75: 205-259.
- Bermúdez, P. J. y Palmer, D. K., 1936. Late Tertiary foraminifera from the Matanzas Bay region, Cuba. *Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural*, 9(4): 237- 258.
- Bernhard, J. M., 1986. Characteristic assemblages and morphologies of benthic foraminifera from anoxic, organic-rich deposits: Jurassic through Holocene. *Journal of Foraminiferal Research*, 16: 207-215.
- Bernhard, J. M. y Sen Gupta, B. K., 1999. Foraminifera of oxygen-depleted environments. En: Sen Gupta, B. K. (Ed.), *Modern Foraminifera*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London: 201-216.
- Berthet, F., Clauser, S. y Renard, M., 1985. Geochemistry of the Fuente Caldera Section (Spain). En: Pomerol, Ch. y Premoli Silva, I. (Editores). *Terminal Events Eocene, Developments in Palaeontology and stratigraphy*, 71-74.
- Bett, B. J., 2001. UK Atlantic Margin Environmental Survey: introduction and overview of bathyal benthic ecology. *Continental Shelf Research*, 27: 301-310.
- Beyrich, E., 1854. Uben die Stellung der Hessischen Tertiärbildungen. *Mber Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften*, 640-666.
- Bignot, G., 1962. Etude micropaléontologique de la formation de Varengeville du gisement Eocène du Cap d'Ailly (Seine-Maritime). *Revue de Micropaléontologie*, 5: 161-184.
- Bignot, G., 1998. Middle Eocene benthic foraminifers from holes 960A and 960C, Centra Atlantic Ocean. En: Mascle, J., Lohmann, G. P. y Moullade, M. (Eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*. College Station TX, Ocean Drilling Program, 159: 433-444.
- Billups, K. y Schrag, D.P., 2003. Application of benthic foraminiferal Mg/Ca ratios to questions of Cenozoic climate change: *Earth and Planetary Science Letters*, 209: 181-195.
- Billups, K., Channell, J. E. T. y Zachos, J., 2002. Late Oligocene to early Miocene geochronology and paleoceanography from the subantarctic South Atlantic. *Paleoceanography*, 17 (1): 1-11.
- Billups, K., Pälike, H., Channell, J. E. T., Zachos, J. C. y Shackleton, N. J., 2004. Astronomical calibration of the late Oligocene through early Miocene geomagnetic polarity time scale. *Earth Planet Science Lett*, 224 (1-2): 33-44.
- Blow, W. H., 1969. Late middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. En: Brönniman, P. y Renz, H. H. (Eds.). *Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils*, 1: 199- 422.
- Blow, W. H., 1979. The Cenozoic *Globigerinida*. A study of the morphology, taxonomy, evolutionary

- relationships and the stratigraphical distribution of some *Globigerinida* (mainly Globigerinacea). Brill, E. J. (Editor), 3: 1- 1413.
- Boersma, A., 1977. Cenozoic planktonic foraminifera, DSDP Leg 39, South Atlantic. En: Supko, P. R., Perch-Nielsen, K., *et al.*, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 39: 567-590.
- Boersma, A., 1984a. Oligocene and other Tertiary benthic foraminifers from a depth traverse down Walvis Ridge, Deep Sea Drilling Project leg 74, Southeast Atlantic. *Cap. 5. Benthic foraminifers from Walvis ridge*, 1273-1300.
- Boersma, A., 1984b. *Handbook of common Tertiary Uvigerina*. Microclimates Press, Stony Point, New York, 207 pp.
- Boersma, A., 1986. Biostratigraphy and biogeography of Tertiary bathyal benthic foraminifers: Tasman Sea, Coral Sea, and on the Chatham Rise (deep Sea Drilling Project, Leg 90), En: Kennett, J. P., Von der Borch, C. C., (Eds.), *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, US Govt. Printing Office, Washington DC, 90: 961-1035.
- Boersma, A., 1990. Late Oligocene to late Pliocene benthic foraminifers from depth traverses in the Central Indian Ocean. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 115: 315-379.
- Boersma A. y Shackleton, N. J., 1977. Oxigen and carbon isotope record through the Oligocene Site 366, Equatorial Atlantic. En: Lancelot, Y., Seibold, E., *et al.* *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 41: 957-962.
- Bolli, H. M., 1957. Planktonic foraminifera from the Oligocene–Miocene Cipero and Lengua formations of Trinidad, B.W.I. *United States National Museum Bulletin*, 215: 97-125.
- Bolli, H. M., 1966. Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on Planktonic foraminifera. *Boletín informativo de la Asociación Venezolana de Geología Minera y Petrolera*, 9(1): 3-32.
- Bolli, H. M., Beckmann, J. P. y Saunders, J. B., 1994. *Benthic foraminiferal biostratigraphy of the South Caribbean region*. Cambridge University Press, 408 pp.
- Boltovskoy, E., 1978. La distribución batimétrica de los foraminíferos bentónicos. *Ameghiniana*, 15: 409-421.
- Boltovskoy, E. y Boltovskoy, D., 1989. Paleocene-Pleistocene benthic foraminiferal evidence of major paleoceanographic events in the eastern South Atlantic (DSDP Site 525, Walvis Ridge). *Marine Micropaleontology*, 14: 283-316.
- Boltovskoy, E. y Gualancañay, E., 1975. Foraminíferos bentónicos actuales de Ecuador, 1. Provincia Esmeraldes. *Instituto Oceanográfico de la Armada, Guayaquil*, 56 pp.
- Boltovskoy, E. y Totah, 1987. Masas de agua y foraminíferos bentónicos en el cono sur de América Mieridional. *Revista Española de Micropaleontología*, 20 (3): 445-450.
- Boltovskoy, E. y Vera Ocampo, J., 1993. Benthic foraminifers from DSDP Site 219 (Eocene-Pleistocene, Arabia Sea). *Revista Española de Micropaleontología*, 25: 127-156.
- Boltovskoy, E. y Watanabe, S., 1982. Foraminíferos bentónicos calcareous uniloculares del Cenozoico del Atlántico Sur. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 41: 29-41.

- Boltovskoy, E. y Watanabe, S., 1985. Foraminíferos bentónicos del Cenozoico (Paleoceno superior-cuaternario) del Sitio 305 del DSDP (Pacífico Noroccidental). *Revista Española de Micropaleontología*, XVII (2): 281-314.
- Boltovskoy, E. y Wright, R., 1976. Recent Foraminifera, W. Junk, The Hague, 515 pp.
- Boltovskoy, E., Madeira-Falcetta, M. y Thiesen, Z. V., 1982. Foraminíferos del testigo 22 (talud de Brasil meridional). *Revista de la Asociación Paleontológica Argentina*, XIX (1-2): 179-208.
- Boltovskoy, E., Scott, D. B. y Medioli, F. S., 1991. Morphological variations of benthic foraminiferal tests in response to changes in ecological parameters: A review. *Journal of Paleontology*, 65, 175-185.
- Boltovskoy, E., Giussani, G., Watanabe, S. y Wright, R., 1980. Atlas of Benthic Shelf Foraminifera of the Southwest Atlantic. *Junk, The Hague-Boston-London*, 1-147.
- Boltovskoy, E., Watanabe, S., Totah, V. y Vera Ocampo, J., 1992. Cenozoic benthic bathyal foraminifers of DSDP Site 548. *Micropaleontology*, 38 (2): 183-207.
- Bornmalm, L., 1997. Taxonomy and paleoecology of Late Neogene benthic foraminifera from the Caribbean Sea and Eastern Equatorial Pacific Ocean. *Fossils and Strata*, 41:1-96.
- Brady, H. B., 1881. Notes on some of the reticularian *Rhizopoda* of the Challenger Expedition; Part III. *Quarterly Journal of Microscopical Sciences*, London, 21: 31-71.
- Brady, H. B., 1884. Report on the foraminifera dredged by H. M. S. CHALLENGER during the years 1873-1876. En: Murray, J. (Ed.), Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. *Zoology*, 9: 1-814.
- Brady, H. B., Parker, W. K. y Jones, T. R., 1888. On some foraminifera from the Abrolhos bank. *Transactions of the Zoological Society of London*, 12(7): 211-239.
- Bremer, M. L. y Lohmann, G. P., 1982. Evidence for primary control of the distribution of certain Atlantic Ocean benthic foraminifera by degree of carbonate saturation. *Deep-Sea Research*, 29: 987-998.
- Brinkhuis, H., 1992. Late Paleogene dinoflagellate cysts with special referente to the Eocene-Oligocene Boundary. En D.R. Prother and W. A. Berggren, eds., *Eocene/Oligocene Climatic and Biotic Evolution*, Princeton University Press, 327- 340.
- Brinkuis, H. y Visscher, H., 1995. The upper boundary of the Eocene series: reappraisal based on dinoflagellate cysts biostratigraphy and secuencia stratigraphy. En: Berggren, W. A., Kent, D. V., Aubry, M. P. y Hardenbol, J., (Editores). *Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlation. Society for Sedimentary Geology, Special Publication*, 54: 295- 304.
- Brinkuis, H., Munsterman, D. K., Sengers, S., Sluijs, A., Warnaar, J. y Williams, G. L., 2003. Late Eocene-Quaternary dinoflagellate cysts from ODP site 1168, off western tasmania. En: Exon, N. F., Kennett, J. P., and Malone, M. J., (Editores). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 189: 1-36.
- Brönniman, P. y Rigassi, D., 1963. Contribution to the geology and paleontology of the area of the city of La Habana, Cuba, and its surroundings. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 56(1): 193-480.
- Brönnimann, P. y Stradner, H., 1960. Die Foraminiferen und Discoasteriden Zonen von Kuba und ihre

- interkontinentale Korrelation. *Erdol Zeitschrift*, 76: 364-369.
- Browning, J. V., Miller, K. G. y Olsson, R.K., 1997. Lower to middle Eocene benthic foraminiferal biofacies and lithostratigraphic units and their relationship to sequences, New Jersey Coastal Plain. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 150X: 207-228.
- Bubík, M., 1995. Cretaceous to Paleogene agglutinated foraminifera of the Bile Karpaty unit (West Carpathians, Czech Republic). En: Kaminski, M. A., Geroch, S. y Gasinski, M. A. (Eds.), *Proceedings of the Fourth International Workshop on Agglutinated Foraminifera*. Grzybowski Foundation Special Publication, 3: 71-116.
- Buzas, M. A., 1965. Foraminifera from late Pleistocene clay near Waterville, Maine. *Smithsonian Misc. Coll.*, 145 (9): 1-30.
- Buzas, M. A., 1966. The discrimination of morphological groups of *Elphidium* (foraminifer) in Long Island Sound through canonical analysis and invariant characters. *J. Paleontology*, 40: 585-594.
- Buzas, M. A., Smith, R. K. y Beem, K. A., 1977. Ecology and Systematics of Foraminifera in Two *Thalassia* Habitats, Jamaica, West Indies. *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, 31, 139pp.
- Campbell, J. W. y Aarup, T., 1992. New production in the North Atlantic derived from seasonal patterns of surface chlorophyll. *Deep-Sea Research*, 39: 1669-1694.
- Cande, S. C. y Kent, D. V., 1992. A new geomagnetic polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic. *Journal of Geophysical Research*, 97: 13917-13951.
- Cande, S. C. y Kent, D. V., 1995. Revised calibration of the geomagnetic polarity time scale for the late Cretaceous and Cenozoic. *Journal of Geophysical Research*, 100: 6093-6095.
- Cape Roberts Science Team, 1998. Initial Report on CRP-1, Cape Roberts Project, Antarctica. *Terra Antartica*, 5: 187 pp.
- Cape Roberts Science Team, 1999. Studies from the Cape Roberts Project, Ross Sea, Antarctica, Initial Report on CRP-2/2A. *Terra Antartica*, 6: 187 pp.
- Caramés, A., Malumián, N. y Nández, S., 2004. Foraminíferos del Paleogeno del Pozo Península Valdés (PV. es-1), Patagonia septentrional, Argentina. *Ameghiniana*, 41 (3): 461-474.
- Cavelier, C. y Pomerol, Ch., 1986. Stratigraphy of the Paleogene. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 2(2): 255-265.
- Chapman, F., 1895. On some foraminifera obtained by the Royal Indian Marine Survey's S. S. "Investigator", from the Arabian Sea, near the Laccadive Islands. *Proceedings of the Zoological Society of London*, p. 4-55.
- Chapman, F., 1926. The Cretaceous and Tertiary Foraminifera of New Zealand. *New Zealand Geological Survey. Paleontological Bulletin*, 11.
- Christie-Blick, N., Austin, J. A. Jr. y Shipboard Scientific Party, 1998. Introduction: Oligocene to Peistocene eustatic change at the New Jersey continental margin- a test of sequence stratigraphy. *Proceeding of the Ocean Drilling Program, Initial Reports*, 174A: 5-16.
- Cicha, I., Rögl, F., Rupp, C. y Ctyroka, J., 1998. Oligocene-Miocene foraminifera of the Central Paratethys. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, Frankfurt*, 549: 1-325.

- Cimerman, F. y Langer, M. R., 1991. *Mediterranean foraminifera*. Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti Academia Scientarum et Artium Slovenica, Ljubljana, 118 p.
- Cita, M. B., 1975. Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Mediterranean Neogene. *Progress in Micropaleontology*, 47-68.
- Coates, A. G., Aubry, M. P., Berggren, W. A., Collins, L. S. y Kunk, M., 2003. Early Neogene history of the Central American arc from Bocas del Toro, western Panama. *Geological Society of America Bulletin*, 115(3): 271-287.
- Coccioni, R. y Galeotti, S., 2003. Deep-water benthic foraminiferal events from the Massignano Eocene/Oligocene Boundary Stratotype, Central Italy. En: Prothero, D. R., Ivany, L., y Nesbitt, E. (Eds.), *From Greenhouse to Icehouse: The Marine Eocene-Oligocene Transition*. Columbia University Press: 438-452.
- Coccioni, R., Monaco, P., Monechi, S., Nochi, M. y Parisi, G., 1988. Biostratigraphy of the Eocene-Oligocene Boundary at Massignano (Ancona, Italy). *International Subcommission on Paleogene Stratigraphy, Eocene/Oligocene Meeting, Special Publication*, 2(1): 59-80.
- Coccioni, R., Montanari, A., Bellanca, A., Bice, D. M., Brinkhuis, H., Church, N., Deino, L., Lirer, F., Macalady, A., Maiorano, P., Marsili, A., McDaniel, A., Monechi, S., Neri, R., Nini, C., Nocchi, M., Pross, J., Rochette, P., Sagnotti, M., Sprovieri, M., Tateo, F., Touchard, Y., Van Simaey, S. y Williams, G. L., 2008. Integrated stratigraphy of the Oligocene pelagic sequence in the Umbria-Marche basin (Northeastern Apennines, Italy): A potential Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the Rupelian/Chattian boundary. *Geological Society of America Bulletin*, 120 (3-4): 487-511.
- Cole, W. S., 1927. A foraminiferal fauna from the Guayabal Formation in Mexico. *Bulletins of American Paleontology*, 14 (51): 1-46.
- Cole, W. S., 1928. A foraminiferal fauna from the Chapapote Formation in Mexico. *Bulletins of American Paleontology*, 14 (51): 200-233.
- Cole, W. S. y Gillespie, R., 1930. Some small foraminifera from the Meson Formation of Mexico. *Bulletins of American Paleontology*, 15 (57): 1-15.
- Colom, G., 1954. Estudio de las biozonas con foraminíferos del Terciario de Alicante. *Boletín IGME*, 66: 1-279.
- Colom, G., 1955. Jurassic-Cretaceous pelagic sediments of the Western Mediterranean zone of the Atlantic area. *Micropaleontology*, 1: 109-124.
- Colom, G., 1957. Biogeografía de las Baleares: la formación de las islas y el origen de su flora y de su fauna. *Estudio General Luliano*, 1-569.
- Colom, G., 1967. Sur l'interprétation des sédiments profonds de la zone géosynclinale baléare et subétique (Espagne). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 3: 299-310.
- Colom, G., 1974. Foraminíferos ibéricos. Introducción al estudio de las especies bentónicas recientes. *Investigación pesquera*, 38 (1): 1-69.
- Comas, M. C., 1978. *Sobre la geología de los Montes orientales: Sedimentación y evolución paleogeográfica desde el Jurásico al Mioceno inferior (Zona Subbética, Andalucía)*. Tesis

- Universidad de Bilbao, 332pp.
- Comas, M. C., Martínez Gállego, J. y Molina, E., 1985. Litofácies y sucesión estratigráfica del Eoceno y Oligoceno al Norte del Cerro Mencil (Zona subbética, Provincia de Granada). *Cuadernos de Geología*, 12: 145-155.
- Corliss, B. H., 1979. Taxonomy of Recent deep-sea benthonic foraminifera from the southeast Indian Ocean. *Micropaleontology*, 25:1-19
- Corliss, B. H., 1981. Deep-sea benthic foraminiferal faunal turnover near the Eocene/Oligocene Boundary. *Marine Micropaleontology*, 6: 367-384.
- Corliss, B. H., 1985. Microhabitats of benthic foraminifera within deep-sea sediments. *Nature*, 314: 435-438.
- Corliss, B.H., 1991. Morphology and microhabitat preferences of benthic foraminifera from the northwest Atlantic Ocean. *Marine Micropaleontology*, 17: 195-236.
- Corliss, B. H. y Chen, C., 1988. Morphotype patterns of Norwegian Sea deep-sea benthic foraminifera and ecological implications. *Geology*, 16: 716-719.
- Corliss, B. H. y Emerson, S., 1990. Distribution of Rose Bengal stained deep-sea benthic foraminifera from the Nova Scotian continental margin and Gulf of Maine. *Deep-sea Research*, 37: 381- 400.
- Corliss, B. H., Aubry, M.-P., Berggren, W. A., Fenner, J., Keigwin, L. D. Y Keller, G., 1984. The Eocene Oligocene boundary event in the deep-sea. *Science*, 226: 806-810.
- Coxall, H.K., Wilson, P.A., Pälike, H., Lear, C.H. y Backman, J., 2005. Rapid stepwise onset of Antarctic glaciation and deeper calcite compensation in the Pacific Ocean. *Nature*, 433: 53-57.
- Cruz, L., 2008. *Los foraminíferos planctónicos del Oligoceno: bioestratigrafía, cronoestratigrafía y reconstrucción paleoambiental*. Tesis doctoral, Universidad de Zaragoza, 266 pp (inérita).
- Cushman, J. A., 1911. A monograph of the foraminifera of the North Pacific Ocean, part 2, Textulariidae. *United States National Museum Bulletin*, 72 (2): 1-108.
- Cushman, J. A., 1913. A monograph of the foraminifera of the North Pacific Ocean. Pt. III. Lagenidae. *Bulletin of the United States National Museum*, 71 (5): 1-81.
- Cushman, J. A., 1918. Some Pliocene and Miocene Foraminifera of the Coastal Plain of the United states. *Bull. U.S. Geol. Survey*, 676, 1-100.
- Cushman J. A., 1919. Recent foraminifera from off New Zealand. *Proceedings of the United States National Museum*, 56: 593-640.
- Cushman, J. A., 1921. Foraminifera of the Philippine and adjacent seas. *United States National Museum Bulletin*, 100 (4), 608 pp.
- Cushman, J. A., 1922a. The foraminifera of the Atlantic Ocean, Part 3: Textulariidae. *United States National Museum Bulletin*, 104: 1-149.
- Cushman, J. A., 1922b. The foraminifera of the Byram calcareous marl at Byram, Mississippi. *United States Geological Survey, Professional Paper*, 129-E: 87-122.
- Cushman, J. A., 1923a. The foraminifera of the Vicksburg group. *United States Geological Survey, Professional Paper*, 133: 11-71.
- Cushman, J.A. 1923b. The foraminifera of the Atlantic Ocean, Part 4. Lagenidae. *Bulletin United States*

- National Museum*, 104 (4): 1-228.
- Cushman, J. A., 1924. Samoan foraminifera. *Publications of the Carnegie Institution of Washington*, no. 342, *Department of Marine Biology Papers*, 21: 1-75.
- Cushman, J. A., 1926. Some fossil *Bolivinas* from Mexico. *Contributions from the Cushman laboratory*, (1): 81-88.
- Cushman, J. A., 1926a. The foraminifera of the Velasco Shale of the Tampico Embayment. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, 10: 581-612.
- Cushman, J. A., 1926b. Some new foraminifera from the Upper Eocene of the southeastern Coastal Plain of the United States. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 2(2): 29- 38.
- Cushman, J. A., 1927a. New and interesting foraminifera from Mexico and Texas. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 3: 17-111.
- Cushman, J. A., 1927b. Some characteristic Mexican fossil foraminifera. *Journal of Paleontology*, 1:147-172.
- Cushman, J. A., 1927c. Recent Foraminifera from Porto Rico. *Pap. Dep. Mar. Biol.*, 23: 73-84.
- Cushman, J. A., 1929. A late Tertiary fauna from Venezuela and other related regions. *Contr. Cushman Lab. Foramin. Res.*, 5: 77-105.
- Cushman J. A., 1930. The foraminifera of the Atlantic Ocean, Part. 7. Nonionidae, Camerinidae, Peneroplidae and Alveolinellidae. *Bulletins of the United States National Museum*, 104 (7): 1-VI, 1-79.
- Cushman, J. A., 1931. Cretaceous foraminifera from Antigua, B. W. I. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 7(2): 33-46.
- Cushman, J. A., 1933. Some new Recent foraminifera from the tropical Pacific. *Cushman Laboratory for Foraminiferal Research, Contributions*, 9 (1): 77-94.
- Cushman, J. A., 1934. Smaller foraminifera from Vitilevu, Fiji: Bernice P. *Bishop Museum Bulletin*, 119: 102-142.
- Cushman, J. A., 1935. Upper Eocene foraminifera of the southeastern United States. *United States Geological Survey, Professional Paper*, 181: 1-88.
- Cushman, J. A., 1936. New genera and species of the families Verneuilinidae and Valvulinidae and of the subfamily Virguliniinae. *Cushman Laboratory for Foraminiferal Research, Special Publication*, 6: 1-71.
- Cushman, J. A., 1937a. A monograph of the foraminiferal family Valvulinidae. *Cushman Laboratory for Foraminiferal Research, Special Publication*, 8: 1-210.
- Cushman, J. A. 1937b. A monograph of the foraminiferal family Verneuilinidae. *Cushman Laboratory for Foraminiferal Research, Special Publication*, 7: 1-157.
- Cushman, J. A., 1937c. A monograph of the foraminiferal subfamily Virguliniinae of the foraminiferal family Buliminidae. *Cushman Laboratory for Foraminiferal Research, Special Publication*, 9: 1-228.

- Cushman 1939. A monograph of the foraminiferal family Nonionidae. *Professional Papers U.S. Geological Survey*, 191:1-100.
- Cushman, J. A., 1943. Some new foraminifera from the Tertiary of the island of St. Croix. *Cushman Laboratory for Foraminiferal Research, Special Publication*, 19: 90-93.
- Cushman, J. A., 1945. The species of the subfamily Reussellinae of the foraminiferal family Buliminidae. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 21: 23-54.
- Cushman, J. A., 1946. Upper Cretaceous foraminifera of the Gulf Coastal region of the United States and adjacent areas. *United States Geological Survey, Professional Paper*, 206, 241 pp.
- Cushman, J. A. 1948. Additional new foraminifera from the American Paleocene. *Contributions of the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 24, 43-45.
- Cushman, J. A., 1951. Paleocene foraminifera of the Gulf coastal Region of the United States and adjacent areas. *United States Geological Survey, Professional Paper*, 232:1-75.
- Cushman, J. A. y Bermúdez, P. J., 1936. New genera and species of foraminifera from the Eocene of Cuba. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 12(2): 27-38.
- Cushman, J. A. y Bermúdez, P. J., 1949. Some cuban species of Globorotalia. *Contribution from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research*, 25 (2): 26- 45.
- Cushman, J. A. y Edwards, P. G., 1937. Notes on the early described Eocene species of *Uvigerina* and some new species. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 13(2): 54- 61.
- Cushman, J. A. y Jarvis, P. W., 1928. Cretaceous foraminifera from Trinidad. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 4(4): 85-103.
- Cushman, J. A. y Jarvis, P. W., 1929. New foraminifera from Buff Bay, Jamaica. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 5(1): 6-17.
- Cushman, J. A. y Jarvis, P. W., 1932. Upper Cretaceous foraminifera from Trinidad. *Proceedings of the United States National Museum*, 80, art. 14: 1-60.
- Cushman, J. A. y Jarvis, P. W., 1934. Some interesting new uniserial foraminifera from Trinidad. . *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 10 (3): 71-75.
- Cushman, J. A. y Parker, F. L., 1936. Some American Eocene *Buliminas*. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 12(2): 39-45.
- Cushman, J.A. y Parker, F. L., 1937. Note son some European species of *Bulimina*. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 16: 7-23.
- Cushman, J. A. y Parker, F. L., 1939. *Bulimina macilenta* Cushman et Parker, a new name. *Contr. Cushman Lab. For. Res.*, Sharon, Mass., 15 (4): 93-94.
- Cushman, J. A. y Parker, F. L., 1947. *Bulimina* and Related Foraminiferal Genera. *United States Geological Survey, Professional Paper*, 210-D: 55-176.
- Cushman, J. A. y Ponton, G. M., 1932. *The foraminiferal of the Upper, Middle, and part of the Lower Miocene of Florida*. Florida State Geological Survey Bulletin, 9: 147 pp.
- Cushman, J. A. y Renz, H. H., 1941. Eocene Foraminifera of the Navet and Hospital Hill Formations of Trinidad, B. W. I. *Cushman Laboratory for Foraminiferal Research, Special Publications*, 24:1-42.

- Cushman, J.A. y Renz, H. H., 1942. Eocene Midway foraminifera from Soldado Rock, Trinidad. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 18 (1): 1-14.
- Cushman, J. A. y Renz, H. H., 1946. The foraminiferal fauna of the Lizard Springs Formation of Trinidad, British West Indies. *Cushman Laboratory for Foraminiferal Research, Special Publication*, 18: 1-48.
- Cushman, J. A. y Renz, H. H., 1948. Eocene Foraminifera of the Navet and Hospital Hill Formations of Trinidad, B. W. I. *Cushman Laboratory for Foraminiferal Research, Special Publication*, 24: 1-42.
- Cushman, J. A. y Siegfus, S. S., 1935. New Species of Foraminifera from the Kreyenhagen Shale of Fresno County, California. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 11(4): 90-95.
- Cushman, J. A. y Stainforth, R. M., 1945. The foraminifera of the Ciperó Marl Formation of Trinidad, British West Indies. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 14: 1-75.
- Cushman, J. A. y Stainforth, R. M., 1951. Tertiary foraminifera of Coastal Ecuador: part 1, Eocene. *Journal of Paleontology*, 25: 129-164.
- Cushman, J. A. y Stone, B., 1949. Foraminifera from the Eocene, Verdun Formation, of Peru. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 25 (4): 73-83.
- Cushman, J. A. y Todd, R., 1943. The genus *Pullenia* and its species. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 19 (1): 1-23.
- Cushman, J. A. y Todd, R., 1945. Miocene Foraminifera from Buff Bay, Jamaica. *Special Publications from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, (15):31-32.
- Cushman y Todd 1946. Foraminiferal fauna from the Byram Marl and its type locality. *Contr. Cushman Lab. For. Res.*, Sharon, Mass., 22 (3): 76-102.
- Daniels, C. H. V., 1970. Quantitative ökologische Analyse der zeitlichen und räumlichen Verteilung rezenter Foraminiferen im Limski-kanal bei Rovinj (nördliche Adria). *Göttinger Arb. Geol. Paläont*, 8: 1-109.
- De Lapparent, A., 1883. *Traité de Géologie*. F. Savy. Paris, 1280 pp.
- De Man, E. y Van Smaeys, S., 2004. Late Oligocene Warming Event in the southern North sea Basin: benthic foraminifera as paleotemperature proxies. *Netherlands Journal of Geosciences*, 83 (3): 227-239.
- DeConto, R. M. y Pollard, D., 2003. Rapid Cenozoic glaciation of Antarctica induced by declining atmospheric CO₂. *Nature*, 421: 245-249.
- DeConto, R. M., Pollard, D. y Harwood, D., 2007. Sea ice feedback and Cenozoic evolution of Antarctic climate and ice sheets. *Paleoceanography*, 22, PA3214, doi: 10.1029/2006PA001350.
- DeConto, R. M., Pollard, D., Wilson, P. A., Pälike, H., Lear, C. H. y Pagani, M., 2008. Thresholds for Cenozoic bipolar glaciation. *Nature*, 455: 652- 656.
- Diester-Hass, L., 1995. Middle Eocene to early Oligocene paleoceanography of the Antarctic Ocean (Maud Rise, ODP Leg 113, Site 689): Change from a low to a high productivity ocean.

- Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 113: 311- 334.
- Diester-Hass, L. y Zahn, R., 1996. Eocene–Oligocene transition in the Southern Ocean: history of water mass circulation and biological productivity. *Geology*, 24: 163- 166.
- Diester-Hass, L. y Zahn, R., 2001. Paleoproductivity increase at the Eocene-Oligocene climatic transition: ODP/DSDP sites 763 and 592. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 172: 153-170.
- Dollfus, G. F., 1909. Essai sur l'étage aquitainien. *Bulletin Carte Géologique de France*, 19 (124): 379 pp.
- Doppert, J.W.C. y Neele, N.G., 1983. Biostratigraphy of marine Paleogene deposits in the Netherlands and adjacent areas. *Mededelingen Rijks Geol. Dienst*, 73: 2-79.
- Douglas, R. G., 1973. Benthonic Foraminiferal Biostratigraphy in the Central North Pacific, leg 17, Deep Sea Drilling Project. In P. H. Roth and J. R. Herring, editors, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 17:607-671. Washington: United States Printing Office.
- Douglas, R. G. 1979. Benthic foraminiferal ecology and paleoecology: a review of concepts and methods. En: *Foraminiferal Ecology and Paleoecology*. Society of Economic Paleontologist and Mineralogist, short course, 6: 21-53.
- Droxler, A. W., Burke, K., Cunningham, A. D., Hine, A. C. E., Rosencrantz, D. S., Duncan, P., Hallock & Robinson, E. 1998. *Caribbean constraints on circulation between Atlantic and Pacific oceans over the past 40 million years*. p. 160-191. En Crowley, T. & Burke, K. (Eds.). *Tectonic Boundary conditions for climate reconstruction*. Oxford University Press: Oxford.
- Dumont, A., 1850. Rapport sur la carte géologique du Royaume. *Bulletins de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique*, 16(2): 351–373.
- Duque Caro, H. 1990. *Major Neogene events in Panamic South America*. p. 101-114. En Tsuchi, R. (ed.). *Pacific Neogene events, their timing, nature and interrelationships*. University Tokyo Press: Tokyo.
- Earland, A., 1936. Foraminifera, part. 4. Additional records from the Weddell Sea sector from material obtained by the S. Y. Scotia. *Discovery Reports*, 13: 1-59.
- Egger, J. C., 1893. Foraminiferen aus Meeresgrundproben gelohet von 1874-1876 von S. M. Sch. "Gazelle". K. Bayer. Akad. Wiss., Abhandl., Math-Phys. Cl., 18: 193-458.
- Eldrett, J. S., Harding, I. C., Wilson, P. A., Butler, E. y Roberts, A. P., 2007. Continental ice in Greenland during the Eocene and Oligocene. *Nature*, 446: 176-179.
- Ellermann, C., 1958. Die mikrofaunistische Gliederung des Oligozäns im Schacht Kapellen bei Moers (Niederrhein). *Fortschritte Geologie von Rheinland und Westfalen*, 1: 205-214.
- Emiliani, C., 1954. The Oligocene microfaunas of the central part of the northern Apennines. *Paleontografica Italiana*, 48 (18): 77-184.
- Etter, R. J. y Grassle, J. F., 1992. Patterns of species Diversity in the deep sea as a function of sediment particle size Diversity. *Nature*, 360: 576-578.
- Exon, N.F., Kennett, J. P., Malone, M. J. y Shipboard Scientific Party., 2002. Drilling reveals climatic consequences of Tasmanian Gateway opening. *Eos Transactions, American Geophysical Union*, 83 (23): 253-259.

- Faucher, B., Vernet, R., Bizon, G., Bizon, J. J., Grekoff, N., Lys, M. y Sigal, J., 1971. Sedimentary formations in Ecuador. A stratigraphic and micropaleontological Survey: Esmeraldas, Manabí, Sierra and Oriente. *Bureau d'études industrielles et de coopération de l'Institut Français du Pétrole (BEICIP), Rueil-Malmaison*, 219 pp.
- Fenero, R., Alegret, L. y Molina, E. (2007). Asociaciones de foraminíferos bentónicos en la sección oligocena (Rupeliense-Chatienense) de Fuente Caldera (Granada). *Geotemas*, 1 (2): 331-334.
- Fichtel, L. y Moll, J. P. C., 1798. *Testacea microscopica aliaque minuta ex generibus Argonauta et Nautilus ad naturam delineata et descripta*. XII, 123 pp.
- Finlay, H. J., 1939. New Zealand Foraminifera: key species in stratigraphy – No. 1. *Transactions of the Royal Society of New Zealand*, 68: 504-543.
- Finlay, H. J., 1940. New Zealand foraminifera, key species in stratigraphy. *Transactions of Royal Society of New Zealand* 70: 448-472.
- Fisher, R. A., Corbet, A. S. y Williams, C. B., 1943. The relationship between the Lumber of species and the Lumber of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology*, 12: 42-58.
- Flower, B.P., Zachos, J. C. y Martin, E., 1997. Latest Oligocene Through Early Miocene Isotopic Stratigraphy and Deep-water Paleooceanography of the Western Equatorial Atlantic: Sites 926 and 929. En: Shackleton, N. J., Curry, W. B., Richter, C. y Bralower, T. J. (Editores). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 154: 451- 461.
- Fluegeman, R. H., 2003. Late Eocene-early Oligocene benthic foraminifera in the Gulf Coastal Plain: Regional vs. Global influences. En: Prothero, D. R., Ivany, L. y Nesbitt, E. (Rds.). *From Greenhouse to Icehouse: The Marine Eocene-Oligocene Transition*. Columbia University Press: 283-293.
- Fontanier, C., Jorissen, F. J., Chaillou, G., David, C., Anschutz, P. y Lafon, V., 2003. Seasonal and interannual variability of benthic foraminiferal faunas at 550 m depth in the Bay of Biscay. *Deep-sea Research I*, 50: 457-494.
- Fontanier, C., Jorissen, F. J., Chaillou, G., David, C., Anschutz, P., Grémare, A y Griveaud, C., 2005. Live foraminiferal faunas from a 2800 m deep lower canyon station from the bay of Biscay: faunal response to focusing of refractory organic matter. *Deep-sea Research I*, 52: 1189-1227.
- Fontboté, J. M., 1970. Sobre la historia preorogénica de las Cordilleras Béticas. *Cuadernos de Geología, Universidad de Granada*, 1: 71-78.
- Fontboté, J. M. y García-Dueñas, V., 1968. Essai de systematización des unités sbbétiques allochtones dans le tiers central des chaînes bétiques. *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences de Paris*, 266: 186-189.
- Fontboté, J. M. y Vera, J. A., 1983. «La Cordillera Bética. Introducción», En: Libro Jubilar Ríos J. M., (Editor). *Geología de España. Instituto Geológico Minero de España*, 2: 205-218.
- Foucault, A., 1971. *Etude géologique des environs des sources du Guadalquivir (prov. de Jaén et de Grenade, Espagne méridionales)*. Tesis Universidad de París, 633 pp.
- Fuchs, T., 1894. Über einige von der öster-reichischen Tiefsee-Expedition S. M. Schiffes "Pola" in

- bedeutenden Tiefen gedrehten Cylindrites-ähnlichen Körpern und deren Verwandtschaft mit Gryolithes. *Denkschr. Mathem. Naturw. Cl. Akademie der Wissenschaften, Wien*, 61: 11–21.
- Galeotti, S., Kaminski, M. A., Coccioni, R. y Speijer, R. P., 2004. High-resolution deep water agglutinated foraminiferal record across the Paleocene/Eocene transition in the Contessa Road Section (Central Italy). En: Bubík, M. y Kaminski, M. A. (Eds.), *Proceedings of the Sixth International Workshop on Agglutinated Foraminifera*. Grzybowski Foundation Special Publication, 8: 83- 103.
- Galloway, J. J. y Heminway, C. E., 1941. The Tertiary Foraminifera of Porto Rico. *Scient. Surv. P. Rico*, New York, 3: 275-491.
- Galloway, J. J. y Morrey, M., 1929. A Lower Tertiary foraminiferal fauna from Manta, Ecuador. *Bulletins of American Paleontology*, 15: 7-56.
- García-Dueñas, V., 1967. *La Zona Subbética al Norte de Granada*. Tesis Universidad de Granada, 1-417. (Inédita).
- Gazdzicki, A. y Webb, M., 1996. Foraminifera from the *Pecten* Conglomerate (Pliocene) of Cockburn island, Antarctic Peninsula. *Paleontologia Polonica* 55:147-74.
- Geroch, S. y Nowak, W., 1984. Proposal of Zonation for the late Tithonian - late Eocene, based upon arenaceous foraminifera from the outer Carpathians, Poland. En: Oertli, H. (Ed.), *Benthos '83; 2nd International Symposium on Benthic Foraminifera Pau (France), April 11-15, 1983*. Elf Aquitaine, ESSO REP and TOTAL CFP, Pau & Bourdeaux: 225-239.
- Gibson, G. W., 1967. Foraminifera and Stratigraphy of the Tongaporutuan Stage in the Taranaki Coast and Six Other Sections, Part 1: Systematics and Distribution. *Transactions of the Royal Society of New Zealand, Geology*, 5(1): 1-70.
- Gibson, T. G., 1987. Morphologic changes and migrational history of the genus *Tubulogerina*. *Journal of Foraminiferal Research*, 17(3): 227-239.
- Gibson, T. G., 2001. Foraminifera from Paleogene Sediments from Millhaven and Millers Pond Cores Screven and Burke Counties, Georgia. JN- US Geological Survey Professional Papers, 1603:1-13.
- Gibson, T. G. y Guzas, M. A., 1973. Species diversity: patterns in modern and Miocene foraminifera of the eastern margin of North America. *Geological Society of America Bulletin*, 84: 217-238.
- Gibson, T. G., Barbin, V., Poignant, A. y Sztrakos, K., 1991. Early evolution of *Tubulogerina* during the Paleogene of Europe. *Journal of Foraminiferal Research*, 21 (4): 229-312.
- Glaessner, M. F., 1937. Studien über Foraminiferen aus der Kreide und dem Tertiär des Kaukasus; 1. Die Foraminiferen der ältesten Tertiärschichten des Nordwest-Kaukas. *Problems of Paleontology*, 2-3: 349-408.
- Goldstein, S.T., Watkins, G.T. y Kuhn, R.M., 1995. Microhabitats of salt marsh foraminifera: St. Catherines Island Georgia, USA. *Marine Micropaleontology*, 26: 17-29.
- Gonzalez Donoso, J. M. y Molina, E., 1979. Correlation of the late Oligocene and early Miocene in the Tethys area. Spain: Central sector of the Betic cordilleres. *Ann. Géol. Pays Hellén., Tome hors série. VIIth International Congress on Mediterranean Neogene, Atenas*, 1: 329-332.
- Gonzalvo, C., 2002. *Los foraminíferos planctónicos del tránsito Eoceno medio-Oligoceno inferior:*

- Bioestratigrafía, cronoestratigrafía y eventos paleoceanográficos*, Tesis Doctoral, 314pp.
- Gonzalvo, C. y Molina, E., 1992. Bioestratigrafía y cronoestratigrafía del tránsito Eoceno–Oligoceno en Torre Cardela (España) y Massignano (Italia). *Revista Española de Micropaleontología*, 7(2): 109-126.
- Gooday, A. J., 1986. Meiofaunal foraminiferans from the bathyal Porcupine Seabight (northeast Atlantic): size structure, standing stock, taxonomic composition, species diversity and vertical distribution in the sediment. *Deep-Sea Research*, 33: 1345-1373.
- Gooday, A. J., 1988. A response by benthic Foraminifera to phytodetritus deposition in the deep sea. *Nature*, 332: 70-73.
- Gooday, A. J. 1993. Deep-sea benthic foraminiferal species which exploit phytodetritus; characteristic features and controls on distribution. *Marine Micropaleontology*, 22: 187-205.
- Gooday, A. J., 1994. The biology of deep-sea Foraminifera: a review of some advances and their applications in paleoceanography. *Palaios*, 9: 14-31.
- Gooday, A. J., 1996. Epifaunal and shallow infaunal foraminiferal communities at three abyssal NE Atlantic sites subject to differing phytodetritus input regimes. *Deep-Sea Research*, 43: 1395-1421.
- Gooday, A. J., 2002. Biological responses to seasonally varying fluxes of organic matter to the ocean floor: a review. *Journal of Oceanography*, 58: 305-332.
- Gooday, A. J., 2003. Benthic foraminifera (Protista) as tools in deep-water paleoceanography: environmental influences on faunal characteristics. *Advances in marine Biology*, 46: 1-90.
- Gooday, A. J. y Turley, C. M., 1990. Responses by benthic organisms to inputs of organic material to the ocean floor: A review: Royal Society of London Philosophical Transactions, ser. A., 331: 119-138.
- Gordon, M. B., Mann, P., caceres, D., y Flores, R., 1997. Cenozoic tectonic history of the North America-Caribbean plate boundary zone in western Cuba. *Journal of Geophysical Resesarch*, 102: 10055-10082.
- Görge, J., 1957. Die Mollusken der oberoligozänen Schichten des Doberges bei Bünde in Westfalen. *Paläontologische Zeitschrift, Stuttgart*, 31(3/4).
- Gradstein, F. M. y Berggren, W. A., 1981. Flysch-type agglutinated foraminifera and the Maestrichtian to Paleogene history of the Labrador and North Seas. *Marine Micropaleontology*, 6: 211- 268.
- Gradstein, F. M. y Kaminski, M. A., 1989. Taxonomy and biostratigraphy of new and emended species of Cenozoic deep-water agglutinated foraminifera from the Labrador and North Seas. *Micropaleontology*, 35: 72-92.
- Gradstein, F. M., Ogg, J. G., Smith, A. G. *et al.*, 2004. The Geologic Time Scale 2004. *Cambridge University Press*.
- Grimm, K. I. y Steurbaut, E., 2001. Foraminiferal Biofacies Analysis of the Boom Clay Formation in the Rupel area (Oligocene , Belgium) and Correlation with the Mainz Basin (Germany). En: Vandenberghe, N. (Editor). Contributions to the Paleogene and Neogene Stratigraphy of the North Sea Basin. *Proceedings of the 7th Biannual Meeting of the Regional Committees of Northern Neogene and Paleogene Stratigraphy. Aardkundige Mededelingen*, 11: 9-20.

- Grimsdale, T. F., 1951. Correlation, age determination, and the Tertiary, and the Tertiary pelagic foraminifera. *Proceedings of the Third World Petroleum Congress*, 1: 463- 475.
- Groot, J. J., de Jonge, R. B. G., Langereis, C. G., ten Kate, W. G. H. Z. y Smit, J., 1989. Magnetostratigraphy of the Cretaceous–Tertiary boundary at Agost (Spain). *Earth and Planetary Science Letters*, 94: 385-397.
- Grossheide, K. y Trunkó, L., 1965. Die Foraminiferen des Doberges bei Bünde und von Astrup. *Geologisches Jahrbuch Beihefte, (Hannover)*, 60: 1-213.
- Grybowski, J., 1898. Otwornice pokadów naftonosnych okolicy krosna.- *Rozprawy Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego, Akademia Umiejetnosci w Krakowie, serya 2*, 33: 257-305.
- Gümbel, C. W. Von, 1868. Beiträge zur Foraminiferenfauna der nordalpinen Eocängebilde. *Königlich-Bayerische Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Physikalische Klasse, Abhandlungen, München*, 10 (2): 581-730.
- Gupta, A. K. y Thomas, E., 2003. Initiation of Northern Hemisphere Glaciation and strengthening of the northeast Indian Monsoon: Records from ODP Site 758, eastern equatorial Indian Ocean. *Geology*, 31: 47-50.
- Hageman, J., 1979. Utrecht Micropaleontological bulletins. *Benthic foraminiferal assemblages from Plio-Pleistocene open bay to lagoonal sediments of the western Peloponnesus (Greece)*, 20:7-171.
- Hallock, P., Premoli-Silva, I. y Boersma, A., 1991. Similarities between planktonic and larger foraminiferal trends through Paleogene paleoceanographic changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 83: 49-64.
- Hantken, M., 1875. *Die Fauna der Clavulina szabó-Schichten; Theil I-Foraminiferen*. Königlich-Ungarische Geologische Anstalt, Mitteilungen Jahrbuch, Budapest, 4: 91 pp.
- Haq, B. U., Hardenbol, J., y Vail, P. R., 1987, Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, 235: 1153- 1165.
- Hartl, P., Tauxe, L. y Herbert, T., 1995. Earliest Oligocene increase in South Atlantic productivity as interpreted from “rock magnetism” at Deep Sea Drilling Site 522. *Paleoceanography*, 10: 311-326.
- Harzhauser, M., Piller, W. E. y Steininger, F. F., 2002. Circum- Mediterranean Oligo- Miocene biogeographic evolution ‘the gastropods’ point of view. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 183: 103-133.
- Haynes, J.R., 1973. Cardigan Bay Recent foraminifera. *Bulletin of the British Museum (Natural History). Zoology, Supplement 4*: 1-245.
- Hayward, B. W., 1990. Taxonomy, paleobiogeography and evolutionary history of the Bolivinellidae (Foraminifera). *New Zealand Geological survey Paleontological*, 63: 2-132.
- Hayward, B. W., 2002. Late Pliocene to middle Pleistocene extinctions of deep-sea benthic foraminifera (“*Stilostomella* extinction”) in the southwest Pacific. *Journal of Foraminiferal Research*, 32: 274-307.
- Hayward, B. W., 2004. Foraminifera-based estimates of paleobathymetry using Modern Analogue Technique, and the subsidence history of the early Miocene Waitemata Basin. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, 47: 749-767.

- Hayward, B. W. y Buzas, M. A., 1979. Taxonomy and Paleocology of Early Miocene Benthic Foraminifera of Northern New Zealand and the North Tasman sea. *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, 36: 1-154.
- Hayward, B. W. y Kawagata, S., 2005. Extinct foraminifera figured in Brady's *Challenger* Report. *Journal of Paleontology*, 24: 171-175.
- Hayward, B. W. y Poignant, A., 1985. Identity of the foraminifera *Bolivina virgata* Cushman and *Geminaricta virgata* (Cushman) clarified. *Revue de Micropaléontologie*, 27: 249-256.
- Hayward, B. W., Neil, H., Carter, R., Grenfell, H. R. y Hayward, J.J., 2002. Factors influencing the distribution patterns of Recent deep-sea benthic foraminifera, east of New Zealand, Southwest Pacific Ocean. *Marine Micropaleontology*, 46, 139-176.
- Heinz, P., Hemleben, C.H. y Kitazato, H., 2002. Time-response of cultured deep-sea benthic foraminifera to different algal diets. *Deep-Sea Research I*, 49: 517-537.
- Heinz P., Kitazato, H., Schmiedl, G. y Hemleben, C., 2001. Response of deep-sea benthic foraminifera to simulated phytoplankton pulses under laboratory conditions. *Journal of Foraminiferal Research*, 31 (3): 210-227.
- Heron-Allen, E., y Earland, A., 1916. The foraminifera of the west coast of Scotland. Collected by Prof. W.A. Herdman, F.R.S., on the cruise of the S.Y. 'Runa', July-Sept. 1913. Being a contribution to 'Spolia Runiana'. *Transactions of the Linnean Society of London*, Series 2 (Zoology), 11: 197-300.
- Heron-Allen, E., y Earland, A. 1932. Foraminifera, Part I. The ice-free area of the Falkland Islands and adjacent seas. *Discovery Reports* 4: 291-460.
- Hofker, V. J., 1956. Tertiary foraminifera of coastal Ecuador. Part 2. Additional notes on the Eocene species. *Jour. Pal.* 30 (4): 891-958.
- Hofker, V. J., 1959. Die asterigeriniden Foraminiferen. *Paläont. Z.* 33, 4: 247-265.
- Hofker, V. J., 1960. Foraminiferen aus dem Golf von Neapel. *Paläont. Z.*, 34 (3/4): 233-262.
- Hofmann, G. W., 1971. Comparison of the Tertiary *Bolivina reticulata* Group (Foraminiferida) in New Zealand and Europe. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, 14 (2):299-322.
- Hofmann, C., Courtillot, V., Féraud, G., Rochette, P., Yirgu, G., Ketefo, E., Pik, R., 1997. Timing of the Ethiopian flood basalt event and implications for plume birth and global change. *Nature*, 389: 838-841.
- Holbourn, A., Macleod, N. y Henderson, A., 2009. Paleobase: deep-sea benthic foraminifera. CD-ROM. Blackwell Scientific Publishing., Oxford.
- Holland, R., 1910. The fossil foraminifera. *Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Südpolar-Expedition 19001-1903*, 3: 1-12.
- Hooyberghs, H. J. F., 1983. Contribution to the study of planktonic foraminifera in the Belgian tertiary. *Aardkundige Mededelingen*, 2. *Leuven University Press: Leuven, Belgium*, 2: 1-131.
- Hooyberghs, H., Vercauteren, T., De Meuter, F. y Symons, F., 1992. Foraminiferal studies in the Boom Formation. *Ministerie van Economische Zaken, Belgische Geologische Dienst Professional Paper*, 8: 26.

- Hornibrook, N., 1961. Tertiary foraminifera from Oamaru District (N.Z.). Part I- Systematics and distribution. *New Zealand Geological Survey Paleontological Bulletin*, 34 (1): 1-192.
- Hornibrook, N., 1968. A Handbook of New Zealand Microfossils (Foraminifera and Ostracoda). *New Zealand Department of Scientific and Industrial Research, Information Series*, 62: 1-136.
- Hottinger, L., 1975. Late Oligocene larger Foraminifera from Koko Seamount, Site 309. *Initial Reports, DSDP*, 32, 825-826.
- Howe, H. V., 1928. An observation on the range of the genus *Hantkenina*. *Journal of Paleontology*, 2(1): 13-14.
- Howe, H. V., 1930. Distinctive new species of Foraminifera from the Oligocene of Mississippi: *Journal of Paleontology*, 4: 327-331.
- Howe, H. V., 1939. Louisiana Cook Mountain Eocene foraminifera. *Department of Conservation, Geological Survey, Geological Bulletin*, 14: 1-122.
- Hromic, T. y Zúñiga, M., 2003. Foraminíferos (Protozoa: Foraminiferida) de la Superfamilia Buliminacea Jones 1875, en Canales y Fiordos Patagónicos, Chile. *Anales Instituto Patagonia*, 31: 55-74.
- Huber, M. y Nof, D., 2006. The ocean circulation in the southern hemisphere and its climatic impacts in the Eocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 231: 9-28.
- Huber, M., Brinkhuis, H., Stickley, D., E., Doos, K., Sluijs, A., Warnaar, J., Schellenberg, S. A. y Willians, G. L., 2004. Eocene circulation of the Southern Ocean: was Antarctica kept warm by subtropical waters?. *Paleoceanography*, 19, PA4026, doi: 10.1029/2004PA001014.
- Hulsbos, R. E., Kroon, D., Jansen, H. S. M. y Van Hinte, J. E., 1989. Lower Eocene benthic foraminifera and paleoenvironment of the outer Voring Plateau, Norwegian Sea (DSDP Site 338). *Micropaleontology*, 35: 256-273.
- Hussey, K. M., 1949. Louisiana Cane River Eocene foraminifera. *Journal of Paleontology*, 23, 115-143.
- Iaccarino, S., 1985. Mediterranean Miocene and Pliocene planktic foraminifera. En: Bolli, H. M., Saunders, J. B. y Perch-Nielsen, K., (Editores), *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press: 283-314.
- Indans, J., 1965. Nachweis des Asterigerinen-Horizontes im Oberoligozän des Dobergs bei Bünde/Westfalen. *Neues Jahrbuch Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 123(1): 20-24.
- Ingle, J. C., Keller, G. y Kolpack, R. L. 1980. Benthic foraminiferal biofacies, sediments and water masses of the southern Peru-Chile Trench area, southeastern Pacific Ocean. *Micropaleontology*, 26 (2): 113-150.
- Iturralde-Vinent, M., 1966. Comentarios sobre la obra Geología de Cuba del Instituto Cubano de Recursos Minerales. *Revista Tecnológica*, 4(5): 1-5.
- Iturralde-Vinent, M., 1967a. Estudio sistemático de los foraminíferos planctónicos del pozo Souvenir 2-25 del Oligoceno cubano. *Publicación Especial del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos*, 3: 13-22.
- Iturralde-Vinent, M., 1967b. Foraminíferos planctónicos del Oligoceno Superior en la provincia de Pinar del Río. *Publicación Especial del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos*, 4: 5-8.

- Iturralde-Vinent, M., 1968. Remarks on 'Fundamentals of mid-Tertiary stratigraphical correlation' in reference to Cuba. *Journal of Paleontology*, 42(1): 230-231.
- Iturralde-Vinent, M., 1969. El Neógeno en la provincia de Matanzas, Cuba. *Publicación Especial del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos*, 7: 3-30.
- Iturralde-Vinent, M., 1970a. Neogene stratigraphy in western Cuba, new data. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 54(4): 658-661.
- Iturralde-Vinent, M., 1970b. Estudio preliminar de los sedimentos del Neógeno de la provincia de Camagüey. *Revista Tecnológica*, 8(4): 28-32.
- Iturralde-Vinent, M., 1971. Correlación estratigráfica del Neógeno de Cuba. *Revista Tecnológica*, 9(1): 15-19.
- Iturralde-Vinent, M., 1972. Principal characteristics of Oligocene and Lower Miocene stratigraphy of Cuba. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 56 (12): 2369-2379.
- Iturralde-Vinent, M., 1978. Los movimientos tectónicos de la etapa de desarrollo platafórmico de Cuba. *Acad. Ciencias de Cuba, Informes Científico-Técnicos* 20:3-24.
- Iturralde-Vinent, M. A., 1998. Sinópsis de la constitución geológica de Cuba. *Acta Geológica Hispánica*, 33(1-4): 9-56.
- Julivert, M., Fontboté, J. M., Ribeiro, A. y Conde, L., 1974. *Memoria explicativa del Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares*. IGME, 1-113pp.
- Iturralde-Vinent, M., 2005. La paleogeografía del Caribe y sus aplicaciones para la biogeografía histórica. *Revista Jardín Botánico Nacional*, 25-26: 49-78.
- Iturralde-Vinent, M. y MacPhee, R. D. E., 1999. Paleogeography of the Caribbean region: implications for Cenozoic biogeography. *American Museum Natural History Bulletin*, 238: 1-95.
- Iturralde-Vinent, M., Hubbell, G. y Rojas, R., 1996. Catalogue of Cuban fossil Elasmobranchii (Paleocene to Pliocene) and paleogeographic implications of their Lower to Middle Miocene occurrence. *Boletín de la Sociedad Jamaicana de Geología*, 31: 7-21.
- Ivany L.C., Nesbitt E.A., Prothero D.R., 2003. The marine Eocene-Oligocene transition: a synthesis. In: Prothero DR, Ivany LC, Nesbitt EA (eds) From greenhouse to icehouse: the marine Eocene-Oligocene transition. *Columbia University Press*, New York, 522-534pp.
- Jarke, J., 1961. Die Beziehungen zwischen hydrographischen Verhältnissen, Faziesentwicklung und Foraminiferenverbreitung in der heutigen Nordsee als Vorbild für die Verhältnisse während der Miocän-Zeit. *Meyniana*, 10: 21-36.
- Jenkins, G. D., 1963. New Zealand mid-Tertiary stratigraphical correlation. *Nature, Land*, 200 (4911): 1087.
- Jones, R. W., 1994. The Challenger Foraminifera. *Oxford Science Publications*, 149 pp.
- Jones, R. W. y Charnock, M. A., 1985. "Morphogroups" of agglutinates foraminifera. Their life positions and feeding habits and potential applicability in (paleo) ecological studies. *Revue de Paléobiologie*, 4 (2): 311-320.
- Jones, T. R. y Parker, W. K., 1860. On the Rhizopodal fauna of the Mediterranean compared with that of the Italian and some other Tertiary deposits. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 16: 292-307.

- Jonkers, H. A., Lirio, J.M., Del Valle, R. A. y Kelley, S. P., 2002. Age and environment of Miocene-Pliocene glaciomarine deposits, James Ross Island, Antarctica. *Geol. Mag.* 139 (5): 577-594.
- Jorissen, F. J., De Stigter, H. C. y Widmark, J. G. V., 1995. A conceptual model explaining benthic foraminiferal microhabitats. *Marine Micropaleontology*, 26: 3-15.
- Jorissen, F. J., Fontanier, C. y Thomas, E., 2007. Paleoceanographical proxies based on deep-sea benthic foraminiferal assemblage characteristics. In: Hillaire-Marcel, C., de Vernal, A. (Eds.), Proxies in Late Cenozoic Paleoceanography (Pt. 2): Biological tracers and biomarkers. *Elsevier*, 862 pp.
- Jorissen, F. J., Barmawidjaja, D. M., Puskaric, S. y Van der Zwaan, G. J. 1992. Vertical distribution of benthic foraminifera in the northern Adriatic Sea: the relation with the organic flux. *Marine Micropaleontology*, 19: 131-146.
- Julivert, M., Fontboté, J. M., Ribeiro, A. y Conde, L., 1974. *Memoria explicativa del Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares*. I.G.M.E, 1-113.
- Kaasschieter, J. P. H., 1961. *Foraminifera of the Eocene of Belgium*. Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Mémoires, 147: 271 pp.
- Kaever, M. y Oekentorp, K., 1970. Das Unter- und Mittel-Oligozän am Südhang des Dobergs bei Bünde/Westfalen. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte*, 9: 549-567.
- Kaiho, K., 1991. Global changes of Paleogene aerobic/anaerobic benthic foraminifera and deep-sea circulation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 83: 65-85.
- Kaiho, K., 1992. Eocene to Quaternary benthic foraminifera and paleobathymetry of the Izu-Bonin Arc, Legs 125 and 126, in Taylor, B., Fujioka, K., and others, *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific results*, v. 126: College Station, Texas, 285-310.
- Kaiho, K., 1994. Benthic foraminiferal dissolved oxygen index and dissolved oxygen levels in the modern ocean. *Geology*, 22: 719-722.
- Kaiho y Nishimura 1992. Distribution of Holocene benthic foraminifera in the Izu-Bonin Arc. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 126: 311-320.
- Kalia, P., 1981. Benthic foraminiferal assemblage from the Kirthar Beds of Sri Kolajatji, Bikaner. *Indian Collection Micropaleontology Stratigraphy*, 7(1978): 241-256.
- Kaminski, M. A. y Geroch, S., 1993. A revision of foraminiferal species in the Grzybowski Collection. En: Kaminski, M. A., Geroch, S. y Kaminski, D. (Eds.), *The Origins of Applied Micropaleontology: The School of Jozef Grzybowski*. Grzybowski Foundation Special Publication no. 1. Alden Press, Oxford: 239-323.
- Kaminski, M. A. y Gradstein, F. M., 2005. *Atlas of Paleogene Cosmopolitan deep-water Agglutinated Foraminifera*. Grzybowski Foundation Special Publication, 10: 547 pp.
- Kaminski, M. A., Kuhnt, W. y Moullade, M., 1999. The evolution and paleobiogeography of abyssal agglutinated foraminifera since the Early Cretaceous: A tale of four faunas. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 212: 401-439.
- Kaminski, M. A., Kuhnt, W. y Radley, J. D. 1996. Paleocene-Eocene deep water agglutinated foraminifera from the Numidian Flysch (Rif, Northern Morocco): their significance for the paleoceanography of the Gibraltar gateway. *Journal of Micropaleontology*, 15: 1-19.

- Kaminski, M. A., Boersma, A., Tyszka, J. y Holbourn, A. E. L., 1995. Response of deep water agglutinated foraminifera to dysoxic conditions in the California Borderland basins. En: (Kaminski, M.A., Geroch, S. and Gasinski, M. A., eds.), *Proceedings of the Fourth International Workshop on Agglutinated Foraminifera. Grzybowski Foundation Special Publication 3*: 131-140.
- Kaminski, M. A., Gradstein, F. M., Berggren, W. A., Geroch, S. y Beckmann, J. P., 1988. Flysch-type agglutinated foraminiferal assemblages from Trinidad: Taxonomy, Stratigraphy and Paleobathymetry. *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 41: 155-227.
- Katz, M. E. y Miller, K. G., 1987. Neogene benthic foraminiferal biofacies of the New Jersey transect. En Poag, C. W., Watts, A. B., et al., *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 95: 299- 311.
- Katz, M. E. y Miller, K. G., 1991. Early Paleogene benthic foraminiferal assemblages and stable isotopes in the Southern Ocean. En Ciesielski, P. F., Kristoffersen, Y., et al., *Proceedings of the Ocean Drilling Project, Scientific Results*, 114:481-512.
- Katz, M. E. y Miller, K. G., 1993. Latest Oligocene to Pliocene benthic foraminiferal biofacies of northeastern Gulf of Mexico. *Micropaleontology*, 39(4): 367-403.
- Katz, M. E., Tjalsma, R. C., y Miller, K. G., 2003. Oligocene bathyal to abyssal benthic foraminifera of the Atlantic Ocean. *Micropaleontology*, 49 (2): 1- 45.
- Katz, M. E., Finkel, Z. V., Grzebyk, D., Knoll, A. H. y Falkowski, P. G., 2004. Evolutionary trajectories and biogeochemical impacts of marine eukaryotic phytoplankton. *Annual Reviews of Ecological and Evolutionary Systematics*, 35: 523-526.
- Kelley, F.R., 1943, Eocene stratigraphy in western Santa Ynez Mountains, Santa Barbara County, California. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, 27 (1): 1-19.
- Kennett, J. P., 1977. Cenozoic evolution of Antarctic glaciation, the circum-Antarctic Current, and their impact on global paleoceanography. *Journal of Geophysical Research*, 82: 3843-3860.
- Kennett, J. P., 1982. Marine Geology. *Englewood Cliffs, Prentice Hall*. New Jersey, 813 pp.
- Kennett, J. P. y Barker, P. F., 1990. Latest Cretaceous to Cenozoic climate and oceanographic developments in the Weddell Sea, Antarctica; an ocean–drilling perspective. En: Barker, P. F., Kennett, J. P. (Editores). *Proceedings of the Ocean Drilling Program. Scientific Results*, 113: 937-960.
- King, C., 1989. *Cenozoic of the North Sea*. En: Jenkins, D.G., and Murray, J.W. (Eds.) Stratigraphic atlas of fossil Foraminifera: Chichester, United Kingdom, Ellis Horwood, p. 418-489.
- Kominz, M. A. y Pekar, S. F., 2001. Oligocene eustasy from two-dimensional sequence stratigraphic backstripping. *Geological Society of America Bulletin*, 113: 291-304.
- Kuhnt, W., 1990. Agglutinated Foraminifera of Western Mediterranean Upper Cretaceous pelagic limestones (Italy and Betic Cord. Spain). *Micropaleontology*, 36 (4): 297-330.
- Kuhnt, W. y Kaminski, M. A., 1989. Upper Cretaceous deep-water agglutinated foraminifera from the Zumaya section, northern Spain. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 67: 257-270.
- Kuhnt, W. y Kaminski, M. A., 1993. Changes in the community structure of deep-water agglutinated foraminifers across the K/T Boundary in the Basque Basin (Northern Spain). *Revista Española de Micropaleontología*, 25: 57-92.

- Kuhnt, W. y Kaminski, M. A., 1997. Cenomanian to Lower Eocene deep-water agglutinated foraminifera from the Zumaya section, northern Spain. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 67: 257-270.
- Kuhnt, W. y Pletsch, T., 2004. Deep-water environments of the Maastrichtian to Eocene Strait of Gibraltar (Djebel Moussa Group, Northern Morocco). En: Bubík, M. y Kaminski, M. A. (Eds), *Proceedings of the Sixth International Workshop on Agglutinated Foraminifera*. Grzybowski Foundation Special Publication, 8: 295-316.
- Kuhnt, W., Holbourn, A. y Zhao, Q., 2002. The early history of the South China Sea: evolution of Oligocene-Miocene deep water environments. *Revue de Micropaléontologie*, 45: 99-159.
- Kuhnt, W., Moullade, M. y Kaminski, M. A., 1996. Ecological structuring and evolution of deep sea agglutinated foraminifera- a review. *Revue de Micropaléontologie*, 39: 271-282.
- Kuhnt, W., Moullade, M. y Kaminski, M. A. 1998. Upper Cretaceous, K/T boundary, and Paleocene agglutinated foraminifera from hole 959 D (Côte d'Ivoire-Ghana transform margin). *Proceedings of the Ocean Drilling Project, Scientific Results* 159: 389-411.
- Laenen, B., 1997. *The geochemical signature of relative sea-level cycles recognised in the Boom Clay*. PhD., Tesis, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.
- Lagrou, D., 2001. *Magnetostratigrafie en gesteentemagnetisch onderzoek van de Boomse Klei (Rupeliaan) in België*. PhD., Tesis, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium, 1- 210.
- Lamb, J. L. y Stainforth, R. M., 1976. Unreliability of Globigerinoides datum. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geology*, 60(9): 1564-1569.
- Latimer, J. C. y Filippelli, G. M., 2002. Eocene to Miocene terrigenous inputs and export production: geochemical evidence from ODP Leg 177, Site 1090. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 182 (3-4): 151-164.
- Lawver, L. A. y Gahagan, L. M., 1998. Opening of Drake Passage and its impact on Cenozoic ocean circulation, in *Tectonic Boundary Conditions for Climate Reconstructions*, edited by T.J. Crowley and K.C. Burke, Oxford Univ. Press, Oxford Monographs on Geology and Geophysics, v. 39, 212-223.
- Lawver, L. A. y Gahagan, L. M., 2003. Evolution of Cenozoic seaways in the circum-Antarctic region. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 198 (1-2): 11-37.
- Lawver, L.A., Gahagan, L.M., y Coffin, M.F., 1992, The development of paleoseaways around Antarctica, in J.P. Kennett and D.A. Warnke (editors), *The Antarctic Paleoenvironment: A Perspective on Global Change*, *AGU Antarctic Research Series*, 56: 7-30.
- Le Calvez, Y., 1950. Révision des foraminifères lutétiens du Bassin de Paris; 2- Rotaliidae et familles affines. *Mémoire du service de la Carte Géologique Dét. Fr.*, Paris, 54 pp.
- Lear, C. H., Elderfield, H. y Wilson, P. A., 2000. Cenozoic deep-sea temperatures and global ice volumes from Mg/Ca in benthic foraminiferal calcite. *Science*, 287: 269-272.
- Lear, C. H., Rosenthal, Y., Coxall, H. K. y Wilson, P. A., 2004. Late Eocene to early Miocene ice sheet dynamics and the global carbon cycle. *Paleoceanography*, 19. PA4015, doi: 10.1029/2004PA001039.

- Lear, C. H., Bailey, T. R., Pearson, P. N., Coxall, H. K. y Rosenthal, Y., 2008. Cooling and ice growth across the Eocene-Oligocene transition. *Geology*, 36 (3): 251-254.
- Leckie, M., Farnham, C., and Schmidt, M., 1993. Oligocene planktonic foraminiferal biostratigraphy of Hole 803D (Ontong Java Plateau) and Hole 628A (Little Bahama Bank), and comparison with the southern high latitudes. In Berger W., Kroenke, Mayer, L.A., *et al. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 130: 113-136.
- LeRoy, L. W., 1939. Some small foraminifera, ostracoda and otoliths from the Neogene ("Miocene") of the Rokan-Tapanoelli area, Central Sumatra. *Natuurk. Tijdschr. Nederl. Indië, Batavia, Java*, 99(6): 1-262.
- LeRoy, L. W., 1944. Miocene Foraminifera from Sumatra and Java, Netherlands East Indies; part 1- Miocene Foraminifera of Central Sumatra, Netherlands East Indies. *Colorado School of Mines, Quart*, 39 (3): 7-69.
- LeRoy, L. W., 1953. Biostratigraphy of the Maqfi Section, Egypt. *The Geological Society of America, Memoir*, 54:1-73.
- LeRoy, L. W., 1964. Smaller foraminifera from the late Tertiary of southern Okinawa: U.S. Geological Survey Professional Paper, no. 454 F, 58 pp.
- Linke, P. y Lutze, G. F., 1993. Microhabitat preferences of benthic foraminifera- a static concept or a dynamic adaptation to optimise food acquisition?. *Marine Micropaleontology*, 20: 215-234.
- Linnaeus, K., 1758. *Systema Naturae*. Holmiae. Edit. 10 (1), 823 pp.
- Liu, Z., Tuo, S., Zhao, Q., Cheng, X. y Huang, W., 2004. Deep-water Earliest Oligocene Glacial Maximum (EOGM), South Atlantic. *China Science Bulletin*, 49 (20): 2190-2197.
- Liu, Z., Pagani, M., Zinniker, D., DeConto, R., Huber, M., Brinkhuis, H., Shah, S. R., Leckie, R. M. y Pearson, A., 2009. Global cooling during the Eocene-Oligocene climate Transition. *Science*, 323: 1187-1190.
- Loeblich, A. R., Jr. y Tappan, H., 1986. Some new and redefined genera and families of hyaline calcareous Foraminiferida (Protozoa). *Transactions of the American Microscopical Society*, 105: 239-265.
- Loeblich, A. R., Jr y Tappan, H., 1987. Foraminiferal Genera and their classification. *New York: Van Nostrand Reinhold Company*, 2 vols, 1182 pp.
- Loeblich, A. R., Jr. y Tappan, H., 1994. Foraminifera of the Shaul Shelf and Timor Sea. *Cushman Foundation for Foraminiferal Research Special Publications*, 31: 1-638.
- Loubère, O., 1991. Deep-sea benthic foraminiferal assemblage response to a surface ocean productivity gradient: a test. *Paleontology*, 9: 723-737.
- Loubère, O., 1998. The impact of seasonality on the benthos as reflected in the assemblages of deep-sea foraminifera. *Deep-Sea Research I*, 45: 409-432.
- Loubère, O. y Fariduddin, M. 1999. Benthic foraminifera and the flux of organic carbon to the seabed. En: (Sen Gupta, B. K., ed.) *Modern foraminifera*: Dordrecht, Netherlands, Kluwer: 181-200.
- Lowrie, W., Alvarez, W., Napoleone, G., Perch-Nielsen, K., Premoli Silva, I. y Toumarkine, M., 1982. Paleogene magnetic stratigraphy in Umbrian pelagic carbonate rocks: The Contessa sections,

- Gubbio. *Geological Society of America Bulletin*, 93: 414-432.
- Luterbacher, H. P., Ali, J. R., Brinkhuis, H., Gradstein, F. M., Hooker, J. J., Monechi, S., Ogg, J. G., Powell, J., Rol, U., Sanfilippo, A. y Schmitz, B., 2004. The Paleogene Period. En: Gradstein, F. M., Ogg, J. y Smith, A. (Editores). *A Geologic Time Scale 2004. Cambridge University Press, Cambridge*, 384-408.
- Lutze, G. F. y Coulbourn, W. T. 1984. Recent benthic foraminifera from the continental margin of Northwest Africa; community structure and distribution. *Marine Micropaleontology*, 8: 361-401.
- Ly, A. y Kunht, W. 1994. Late Cretaceous benthic foraminiferal assemblages of the Casamance Shelf (Senegal, NW Africa). Indication of a late Cretaceous Oxygen Minimum Zone. *Revue de Micropaléontologie*, 37 (1): 49-74.
- Mackensen, A. y Berggren, W. A., 1992. Paleogene Benthic Foraminifers from the Southern Indian Ocean (Kerguelen Plateau): Biostratigraphy and Paleoecology. En: Wise, S. W., Jr., Schlich, R., et al. (Eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*. College Station TX, Ocean Drilling Program, 120: 603-630.
- Mackensen, A. y Douglas, R. G., 1989. Down-core distribution of live and dead deepwater benthic foraminifera in box cores from the Weddell Sea and the California continental border land. *Deep-Sea Research*, 36: 879-900.
- Mackensen, A., Schmiedl, G., Harloff, J. y Giese, M. 1995. Deep-sea foraminifera in the South Atlantic Ocean: Ecology and assemblage generation. *Micropaleontology*, 41: 342-358.
- Mackensen, A., Schumacher, S., Radke, J. y Schmidt, D. N., 2000. Microhabitat preferences and stable carbon isotopes of endobenthic foraminifera: clue to quantitative reconstruction of oceanic new production?. *Marine Micropaleontology*, 40: 233-258.
- Mallory, V. S., 1959. *Lower Tertiary biostratigraphy of the California Coast Ranges*. American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma, 416 pp.
- Malumián, N., 1990. Foraminíferos de la Formación Man Aike (eoceno, Sureste Lago Cardiel) provincia de Santa Cruz. *Asociación geológica Argentina, Rev.*, XLV (3-4): 365-385.
- Malumián, N. y Masiuk, 1976. Foraminíferos de la Formación Cabeza de León (Cretácico superior, Tierra de Fuego, República Argentina). *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, 31 (3): 180-202.
- Malumián, N. y Náñez, C., 1986. Foraminíferos aglutinados del Cretácico superior cuenca Austral (provincia de Santa Cruz), Argentina. *Bioestratigrafía de los sistemas Regionales del Jurásico y Cretácico de América del Sur, Mendoza*, 497-551.
- Malumián, N. y Proserpio, C., 1979. Foraminíferos aglutinados del Cretácico de cuenca Austral. Su significado geológico-ambiental. *VII Congreso Geológico Argentino, Actas 2*: 431- 447.
- Malumián, N., Echevarría, A., Martínez Macchiavello, J. C. y Náñez, C., 1984. Los microfósiles, capítulo 2. *IX Congreso Geológico Argentino (S. C. de Bariloche)*, 2 (7): 485-526.
- Mann, P., Schubert, C. y Burke, K., 1990. Review of Caribbean neotectonics. En: G. Deng y J. E. Case (Eds.) *The Caribbean Region: The Geology of North America. Geological Society America*, H: 307-338.
- Marsson, T., 1878. Die Foraminiferen der weissen Schreiebkreide der Insel Rugen. *Mitteilungen des*

- Naturwissenschaftlichen Verein für Neu-Vorpommern und Rugen in Greifswald*, 10: 115-196.
- Martínez Gallego, J., 1974. Observation sur la présence de *Globigerina sellii* (Borsetti) dans les sédiments attribués au Miocène basal. *Annales des Mines et de la Géologie*, 3 (28): 361-367.
- Martínez Gállego, J. y Molina, E., 1975. Estudio del tránsito Eoceno–Oligoceno con foraminíferos planctónicos al Sur de Torre Cardela (Provincia de Granada, Zona Subbética). *Cuadernos de Geología*, 6: 177- 195.
- Martini, E., 1971. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. En: Farinacci, A. (Editor). *Proceedings of the Second Planktonic Conference, Roma 1970*, 2: 739-785.
- Martini, E. y Müller, C., 1975. Calcareous nannoplankton from the Karpatian in Austria (Middle Miocene). *Proceedings of the VIth Congress Bratislava, Praha*, September 4- 7: 125-128.
- Martins, V., Dubert, J., Jouanneau, J-M., Weber, O., Ferreira da Silva, E., Patinha, C., Alveirinho Dias, J. M. y Rocha, F., 2007. A multiproxy approach of the Holocene evolution of shelf-slope circulation on the NW Iberian Continental Shelf. *Marine Geology*, 239: 1-18.
- Mathelin, J. C. y Sztrákos, K., 1993. L'Eocène de Biarritz (Pyrénées Atlantiques, SW France). Stratigraphie et paléoenvironnement. Monographie des foraminifères. *Cahiers de Micropaléontologie*, 8: 5-85.
- McCarren, H., Thomas, E., Hasegawa, T., Roehl, U., and Zachos, J. C., 2008. Depth-dependency of the Paleocene-Eocene Carbon Isotope Excursion: paired benthic and terrestrial biomarker records (ODP Leg 208, Walvis Ridge). *Geochem., Geophys., Geosyst.*, 9 (10): Q10008, doi: 10.1029/2008GC002116
- McGowran, B., Moss, G. y Beecroft, A., 1992. Late Eocene and early Oligocene in southern Australia: local neritic signals of global oceanic changes. En: Prothero, D. R. y Berggren, W. A. (Eds.), *Eocene-Oligocene climatic and biotic evolution*. Princeton University Press, 178-201.
- McNeil, D. H. y Miller K. G., 1990. High-latitude application of Sr⁸⁷/Sr⁸⁶: Correlation of Nuwok beds on North Slope, Alaska, to standard Oligocene chronostratigraphy. *Geology*, 18: 415-418.
- Merico, A., Tyrrell, T. y Wilson, P. A., 2008. Eocene/Oligocene ocean de-acidification linked to Antarctic glaciation by sea-level fall. *Nature*, 452: 979-982.
- Miller, K. G., 1983. Eocene-Oligocene paleoceanography of the deep Bay of Biscay: Benthic foraminiferal evidence. *Marine Micropaleontology*, 7: 403-440.
- Miller K. G. y Curry, W. B., 1982. Eocene to Oligocene benthic foraminiferal isotopic record in the Bay of Biscay. *Nature*, 296: 347-352.
- Miller, K. G. y Fairbanks, R. G., 1985. Oligocene to Miocene carbon isotope cycles and abyssal circulation changes. En: Sundquist, E.J. and Broecker, W.S. (eds.), *The Carbon Cycle and Atmospheric CO₂: Natural Variations Archean to Present*. Geophysical Monographs. AGU, Washington, D. C. Moore, T. C., Shackleton, N. J. and Pisias, N. G. 1993. Paleoceanography and the diachrony of radiolarian events in the eastern equatorial Pacific. *Paleoceanography*, 8: 567-586.
- Miller, K. G. y Katz, M. E., 1987a. Oligocene to Miocene benthic foraminiferal and abyssal circulation changes in the north Atlantic. *Micropaleontology*, 33: 97-149.

- Miller, K. G. y Katz, M. E., 1987b. Eocene benthic foraminiferal biofacies of the New Jersey transect. En: Poag, C. W., Watts, A. B., *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 95: 267-298.
- Miller, K. G. y Lohmann, G. P., 1982. Environmental distribution of recent benthic Foraminifera on the northeast United States continental slope. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 93: 200-206.
- Miller, K. G., Curry, W. B. y Ostermann, D. R., 1985. Late Paleogene (Eocene to Oligocene) benthic foraminiferal oceanography of the Goban Spur region, Deep Sea Drilling Project Leg 80. En: Graciansky, P. C., de, Poag, C. W., *et al.*, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 80: 505-538.
- Miller, K. G., Fairbanks, R. G. y Mountain, G. S., 1987. Tertiary oxygen isotope synthesis, sea-level history, and continental margin erosion. *Paleoceanography*, 1: 1-19.
- Miller, K. G., Gradstein, F. M. y Berggren, W. A., 1982. Late Cretaceous to Early Tertiary agglutinated benthic foraminifera on the Labrador Sea. *Micropaleontology*, 28: 1-30.
- Miller, K. G., Katz, M. E. y Berggren, W. A., 1992. *Cenozoic Deep-sea Benthic Foraminifera: A tale of three turnovers*. En: Benthos'90, Sendai, Tokai University Press: 67-75.
- Miller, K. G., Wright, J. D. y Fairbanks, R. G., 1991. Unlocking the ice house: Oligocene–Miocene oxygen isotopes, eustasy, and margin erosion. *Journal of Geophysical Research*, 96 (B4): 6829-6848.
- Miller, K. G., Mountain, G. S., Browning, J. V., Kominz, M., Sugarman, P. J., Christie-Blick, N., Katz, M. E. y Wright, J. D., 1998. Cenozoic global sea level, sequences, and the New Jersey transect: results from coastal plain and continental slope drilling. *Reviews of Geophysics* 36(4): 569-601.
- Miller, K. G., Kominz, M. A., Browning, J. V., Wright, J. D., Mountain, G. S., Katz, M. E., Sugarman, P. J., Cramer, B. S., Christie-Blick, N. y Pekar, S. F., 2005. The Phanerozoic record of global sea-level change. *Science*, 312: 1293-1298.
- Millett, F. W., 1899. Report on the Recent foraminifera of the Malay Archipelago collected by Mr. A. Durrand, F. R. M. s., Part. V, VI. *Jornal of the Royal Microscopical Society* 1899: 249-365.
- Molina, E., 1979. *Oligoceno–Mioceno inferior por medio de foraminíferos planctónicos en el sector central de las Cordilleras Béticas (España)*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Departamento de Paleontología. Universidad de Granada, 1-319.
- Molina, E., 1986. Description and biostratigraphy of the main reference section of the Eocene/Oligocene boundary in Spain: Fuente Caldera section. *Developments in Paleontology and Stratigraphy*, 9: 53-63.
- Molina, E., Keller, G. y Madile, M., 1988. Late Eocene to Oligocene events: Molino de Cobo, Betic Cordillera, Spain. *Revista Española de Micropaleontología*, 20(3): 491-514.
- Molina, E., Gonzalvo, C., Ortiz, S. y Cruz, L. E., 2006. Foraminiferal turnover across the Eocene–Oligocene transition at Fuente Caldera, southern Spain: no cause–effect relationship between meteorite impacts and extinctions. *Marine Micropaleontology*, 58: 270–286.
- Monechi, S., 1986. Biostratigraphy of Fuente Caldera Section by means of Calcareous nannofossils. *Developments in Palaeontology and stratigraphy*, 65-69.
- Molina, E., Monaco, P., Nocchi, M. y Parisi, G., 1986. Biostratigraphic correlation between the central

- Subbetic (Spain) and Umbro–Marchean (Italy) pelagic sequences at the E/O boundary using foraminifera. *Developments in Paleontology and Stratigraphy*, 9: 75-85.
- Molina, E., Cruz, L. E., Gonzalvo, C. Ortiz, S. y Robin, E., 2004. Evidencias de impacto meteorítico en el Eoceno Superior de Fuente Caldera (Granada, Cordilleras Béticas), *Geotemas*, 6(4): 365-368.
- Monechi, S., 1986. Biostratigraphy of Fuente Caldera Section by means of Calcareous nannofossils. *Developments in Palaeontology and stratigraphy*, 65-69.
- Montaggioni, L. F. y Vénec-Peyré, M-T., 1993. Shallow-water foraminiferal taphocoenoses at Site 821: implications for the Pleistocene evolution of the central Great Barrier Reef shelf, northeastern Australia; *Scientific Results, Proc. Ocean Drilling Program*, 133: 365-378.
- Montagu, G., 1803. Testacea Britannica, or natural history of british shells marine, land and fresh water, including the most minute. *J. S. Holhs, Romsey*, 606 pp.
- Montfort, D., DE, 1808. *Conchyliologie systématique et classification méthodique des coquilles*. Paris: F. Schoell, 409 pp.
- Moore, Theodore, C. y Rabinowitz, P. D., 1984. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. U. S. Government Printing Office, 74: 1-894.
- Moran, K., Backman, J., Brinkhuis, H., Clemens, S. C., Cronin, T., Dickens, G. R., Eynaud, F., Gattacceca, J., Jakobsson, M., Jordan, R. W., Kaminski, M., King, J., Koc, N., Krylov, A., Martinez, N., Matthiessen, J., McInroy, D., Moore, T. C., Onodera, J., O’regan, M., Pälike, H., Rea, B., Rio, D., Sakamoto, T., Smith, D. C., Stein, R., John, K. S., Suto, I., Suzuki, N., Takahashi, K., Watanabe, M., Yamamoto, M., Farrell, J., Frank, M., Kubik, P., Jokat, W. y Kristoffersen, Y., 2006. The Cenozoic palaeoenvironment of the Arctic Ocean. *Nature*, 441: 601-605.
- Morigi, C., Jorissen, F. J., Fraticelli, S., Horton, B. P., Principi, M., Sabbatini, A., Capotondi, L., Curzi, P. V. y Negri, A., 2005. Benthic foraminiferal evidence for the formation of the Holocene mud-belt and bathymetrical evolution in the central Adriatic Sea. *Marine Micropaleontology*, 57: 25-49.
- Morlotti, E. y Kuhnt, W., 1992. Agglutinated deep-water foraminifera of the Eocene Monte Piano Formation (Northern Apennines, Italy). *Journal of Foraminiferal Research*, 22: 214- 228.
- Mourik, C. A. y Brinkhuis, H., 2005. The Massignano Eocene–Oligocene golden spike section revisited. *Stratigraphy*, 2(1): 13-30.
- Müller-Merz, E. y Oberhänsli, H., 1991. Eocene bathyal and abyssal benthic foraminifera from a South Atlantic transect at 20-30° S. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 83: 117-171.
- Mullins, H.T., and Neumann, A.C. 1979. Deep carbonate bank margin structure and sedimentary in the northern Bahamas. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication*, 27:165-192.
- Munier Chalmas, E. y Lapparent, A., 1893. Note sur la nomenclature des basins sédimentaires. *Bulletin Société Géologique de France*, 3(21): 438-488.
- Murray, J. W. 1971. An Atlas of British Recent Foraminiferids. Heinemann Educational Books, London.
- Murray, J. W., 1973. Distribution and Ecology of living Benthic foraminiferids. *Creane, Russak, New York*, 274 pp.

- Murray, J. W. 1988. Neogene bottom-water and benthic foraminifera in the NE Atlantic. *Journal of the Geological Society*, London: 145: 125- 132.
- Murray, J. W., 1991. Ecology and paleoecology of benthic foraminifera. *Longman, Harlow*, 397 pp.
- Murray, J. W., 2001. The niche of benthic foraminifera, critical thresholds and proxies. *Marine Micropaleontology*, 41: 1-7.
- Murray, J. W., 2003. An illustrated guide to the benthic foraminifera of the Hebridean shelf, west of Scotland, with notes on their mode of life. *Palaeontologia Electronica*, 5 (2), art. 1, 31 pp.
- Murray, J. W., 2006. Ecology and Applications of Benthic Foraminifera. *Cambridge University Press*. 426 pp.
- Murray, J. W. y Wright, C. A., 1974. Palaeogene foraminiferida and palaeoecology, Hampshire and Paris basins and the English channel. *The Paleontological association London*, 14: 129 pp.
- Nagy, J., Kaminski, M. A., Kuhnt, W. y Bremer, M. A., 2000. Agglutinated foraminifera from neritic to bathyal facies in the Palaeogene of Spitsbergen and the Barents Sea. En: Hart, M. B., Kaminski, M. A., Smart, C. W. (Eds.), *Proceedings of the Fifth International Workshop on Agglutinated Foraminifera*. Grzybowski Foundation Special Publication, 7: 333-361.
- Naish, T., Woolfe, K. J., Barrett, P. J., Wilson, G. S., Atkins, C., Bohaty, S. M., Christian J. Buècker, C. J., Michele Claps, M., Davey, F. J., Dunbar, G. B., Dunn, A. G., Fielding, Ch. R., Florindo, F., Hannah, M. J., Harwood, D. M., Henrys, S. A., Krissek1, L. A., Lavelle, M., van der Meer, J., McIntosh, W. C., Niessen, F., Passchier, S., Powell, R. D., Roberts, A. P., Sagnotti, L., Scherer, R. P., Strong, C. P., Talarico, F., Verosub, K. L., Villa, G., Watkins, D. K., Webb, P-N. y Wonik, T., 2001. Orbitally induced oscillations in the East Antarctic ice-sheet at the Oligocene/Miocene boundary. *Nature*, 413: 719-722.
- Náñez, C., 1991. Foraminíferos uniloculares de las formaciones San Julian y Monte León (Eoceno superior-Mioceno inferior), provincia de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana*, 28, (1-2): 179-195.
- Nebelsick, J. H., Rasser, M. y Bassi, D., 2003. The development of facies pattern of middle Eocene to lower Oligocene Circum-Alpine, shallow-water carbonate environments. En: Prothero, D. R., Ivany, L. y Nesbitt, E. (Eds.), *From Greenhouse to Icehouse: The Marine Eocene-Oligocene Transition*. Columbia University Press: 471-494.
- Nees, S. y Struck, U., 1999. Benthic foraminiferal response to major oceanographic changes. En: Abrantes, F. Y Mix, A. (Eds.). *Reconstructiong Ocean Hystory: a Window into the Future*. New York: Kluwer, 195-216.
- Nocchi, M., Parisi, G., Monaco, P., Monechi, S. y Madile, M., 1988. Eocene and Early Oligocene micropaleontology and paleoenvironments in SE Umbria, Italy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 67: 181-244.
- Nocchi, M., Parisi, G., Monechi, S., Benson, R., Madile, M., Monaco, P., Napoleone, G., Orlando, M., Premoli Silva, I., Ripepe, M. y Bice, D., 1985. The Eocene–Oligocene boundary in the Umbrian pelagic sequences , Italy. *Terra cognita*, 5: 1-116.
- Nomura, R., 1991. Oligocene to Pleistocene benthic foraminifer assemblages at sites 754 and 756, eastern Indian Ocean. *Proceedings of the Ocean Drilling Program Scientific Results*, 121:31-75.

- Nomura, R., 1995. Paleogene to Neogene deep-sea paleoceanography in the eastern Indian Ocean: benthic foraminifera from ODP Sites 747, 757 and 758. *Micropaleontology*, 41: 251-290.
- Nuglisch, K. y Spiegler, D., 1991. Die Foraminiferen der Typ-Lokalität Latdorf (Nord-Deutschland, Unter-Oligozän). *Geol. Jb.*, A 128: 179-229.
- Nuttall, W. L. F., 1930. Eocene foraminifera from Mexico. *Journal of Paleontology*, 4: 23-25.
- Nuttall, W. L. F., 1932. Lower Oligocene foraminifera from Mexico. *Journal of Paleontology*, 6: 3-35.
- Nyong, E. E. y Olsson, R. K. 1984. A paleoslope model of Campanian to Lower Maestrichtian foraminifera in the North American Basin and adjacent Continental Margin. *Marine Micropaleontology*, 8: 437-477.
- Ohkushi, K., Thomas, E. y Kawahata, H., 2000. Abyssal benthic foraminifera from the northwestern Pacific (Shatsky Rise) during the last 298 kyr. *Marine Micropaleontology*, 38: 119-147.
- Orbigny, A. D', 1826. Tableau méthodique de la classe des Céphalopodes. *Annales des Sciences Naturelles*, Paris, sér. 1, (7): 245-314.
- Orbigny, A. D', 1839. Foraminifères, in Ramon de la Sagra, *Histoire physique, politique et naturelle de l'île de Cuba*. Paris: Arthus Bertrand, 224 pp.
- Orbigny, A. D', 1840. Mémoire sur les foraminifères de la craie blanche du bassin du Paris. *Mémoires de la Société Géologique de France* 4 (1): 1- 51.
- Orbigny, A. D', 1846. *Foraminifères fossiles du bassin tertiaire de Vienne (Autriche)*. Gide et Comp., Paris, 303 pp.
- Orbigny, A. D', 1850. *Prodrome de paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés*. V. Masson, Paris, 2, 427 pp.
- Ortiz, S., 2006. *Análisis de eventos del Paleógeno con foraminíferos bentónicos. Taxonomía, reconstrucción paleoambiental y aplicación cronoestratigráfica*. Tesis doctoral, Universidad de Zaragoza, 1- 371 pp.
- Ortiz, S. y Thomas, E., 2006. Lower-middle Eocene benthic foraminifera from the Fortuna section (Betic Cordillera, southeastern Spain). *Micropaleontology*, 52: 97- 150.
- Pagani, M., Zachos, J. C., Freeman, K. H., Tipple, B. y Bohaty, S., 2005. Marked decline in atmospheric carbon dioxide concentrations during the Paleogene. *Science*, 309: 600-603.
- Pälike, H. y Shackleton, N. J., 2003. Milankovitch cyclicity and stable isotopes time scale calibration in the Paleogene: challenges and results. *Abstract symposium on the Paleogene, international subcomm on Paleogene Stratigraphy, Leuven, August, 9-11*.
- Pälike, H., Norris, R. D., Herrie, J. O., Wilson, P. A., Coxall, H. K., Lear, C. H., Shackleton, N. J., Tripathi, A. K. y Wade, B. S., 2006. The Heartbeat of the Oligocene Climate System. *Science*, 314:1894-1898.
- Palmer, D. K., 1934. The foraminiferal genus *Gümbelina* in the Tertiary of Cuba. *Mémoire Société Cubana Histoire Naturelle*, 8: 73-76.
- Palmer, D. K., 1941. Foraminifera of the Upper Oligocene Cojimar Formation of Cuba. *Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural*. 15: 181-200.
- Palmer, D. K. y Bermúdez, P. J., 1936. An Oligocene foraminiferal fauna from Cuba. *Memorias de la*

- Sociedad Cubana de Historia Natural*, 10: 227-271.
- Panza, J. L., Nández, C. y Malumián, N., 1998. Afloramientos y foraminíferos Eocenos en el macizo del deseado, provincia de Santa Cruz. *Asociación Paleontológica Argentina. Publicación Especial* 5: 95-107.
- Parisi, G. y Coccioni, R., 1988. Deep-water benthic foraminifera at the Eocene-Oligocene boundary in the Massignano section (Ancona, Italy). En: Premoli Silva, I., Coccioni, R. y Montanari, A. (Eds.), *The Eocene-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy)*. International Subcommission on Paleogene Stratigraphy, E/O Meeting, Ancona, Special Publication II, 3: 97-109.
- Parker, F. L., 1964. Foraminifera from the experimental Mohole drilling near Guadalupe Island. *Journal of Paleontology*, 38 (4): 617-636.
- Parker, F. L. y Bermúdez, P. J., 1937. Eocene species of the genera *Bulimina* and *Buliminella* from Cuba. *Journal of Paleontology*, 11: 513-516.
- Parker, W. K., Jones, T. R. y Brady, H. B., 1865. On the nomenclature of the foraminifera. Part. XII. The species enumerated by d'Orbigny in the "Annales des Sciences Naturelles". *Ann. Mag. Nat. Hist., London*, 16: 15-41.
- Parker, F.L., Phleger, F.B., y Peirson, J.F. 1953. Ecology of foraminifera from San Antonio Bay and environs, southwest Texas. *Cushman Foundation for Foraminiferal Research Special Publication*, 2: 1-75.
- Parr, W.J., 1950. Foraminifera B.A.N.Z. Antarctic Research Expedition, 1929-1931, *Reports, Adelaide*, 5: 232-392.
- Paul, H. A., Zachos, J. C., Flower, B. P. y Tripathi, A., 2000. Orbitally induced climate and geochemical across the Oligocene/Miocene boundary. *Paleoceanography*, 15 (5): 471-485.
- Pearson, P. N., Foster, G. L. y Wade, B. S., 2009. Atmospheric carbon dioxide through the Eocene-Oligocene climate transition. *Nature*, 461; 1110-1113.
- Pekar, S. F. y Miller, K. G., 1996. New Jersey Oligocene "Icehouse" sequences (ODP 150X) correlated with global $\delta^{18}\text{O}$ and Exxon eustatic records. *Geology*, 24: 567-570.
- Pekar, S.F., Harwood, D.y DeConto, R., 2006. Resolving a late Oligocene conundrum: deep-sea warming versus Antarctic glaciation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology*, 231: 29-40.
- Pekar, S. F., Christie-Blick, N., Kominz, M. A. y Miller, K. G., 2002. Calibrating eustasy to oxygen isotopes for the early icehouse world of the Oligocene. *Geology*, 30: 903-906.
- Peyrot, A., 1933. Conchologie néogénique de l'Aquitaine, 6. Gastropodes (suite). *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux*, 85: 5-71.
- Pfuhl, H. A. y McCave, N. 2005. Evidence for Late Oligocene establishment of the Antarctic Circumpolar Current. *Earth and Planetary Science Letters*, 235: 715-728.
- Pflum, C. E. y Frerichs, W. E. 1976. Gulf of Mexico deep water foraminifera. *Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication*, 14: 1-125.
- Phleger, F.B., Parker, F.L., and Peirson, J.F., 1953. North Atlantic core Foraminifera. *Rept. Swedish Deep Sea. Exped.*, 7: 1-222.

- Pierrard, O., Robin, E., Rocchia, R. y Montanari, A., 1998. Extrarrestrial Ni-rich spinel in upper Eocene sediments from Massignano, Italy. *Geology*, 26(4): 307-310.
- Pindell, J. L., Cande, S. C., Pitman, W. C., III, Rowley, D. B., Dewey, J. F., Labercque, J., y Haxby, W., 1988. A plate-kinematic framework for models of Caribbean evolution. *Tectonophysics*, 155: 405-432.
- Plummer, H. J., 1927. Foraminifera of the Midway Formation in Texas. *Bulletin University of Texas Bureau of Economic Geology and Technology*, 2644: 1-206.
- Plummer, H. J., 1931. Some Cretaceous foraminifera in Texas. *Bulletin University of Texas Bureau of Economic Geology and Technology*, 3101: 109-203.
- Poignant, A., 1972. Microfaciès et microfaunes du Priabonien, de l'Oligocène et du Miocène d'Aquitaine méridionale. *Travaux du Laboratoire de Micropaléontologie*, 1: 1-11.
- Poignant, A., 1997. Petits foraminifères benthiques et microproblematica du Miocène Aquitain - Répartition biostratigraphique- Remarques taxinomiques et biostratigraphiques. *Revue de micropaléontologie*, 40, 1: 71-96
- Poignant, A., 1999. Révision des taxons de petits foraminifères benthiques décrits dans l'Oligocene et le Miocène d'Aquitaine (SO de la France) postérieurement a ceux cités par d'Orbigny en 1826. Description d'une nouvelle espèce et d'une nouvelle sous-espèce. *Revue de Micropaléontologie*, 42: 133-159.
- Poore, R. Z., 1984. Middle Eocene through Quaternary planktonic foraminifers from the southern Angola Basin: Deep Sea Drilling Project Leg 73. *Initial reports of the Deep Sea Drilling Project*, 73: 429-448.
- Poore, R. Z. y Matthews, R. K., 1984. Late Eocene–Oligocene oxygen and carbon isotope record from south Atlantic Ocean, Deep Sea Drilling Project site 522. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 725-735.
- Poore, R. Z., Tauxe, L., Percival, S. F., y LaBrecque, J. L., 1982. Late Eocene-Oligocene magnetostratigraphy and biostratigraphy at South Atlantic DSDP site 522. *Geology*, 10: 508-511.
- Poremba, K., 1994. Simulated degradation of phytodetritus in deep-sea sediments of the NE Atlantic (47°N, 19°W). *Marine Ecology Progress Series*, 105: 291-299.
- Premoli Silva, I. y Jenkins, D. G., 1993. Decision on the Eocene–Oligocene boundary stratotype. *Episodes*, 16: 379-382.
- Premoli Silva, I. y Spezzaferri, S., 1990. Paleogene planktonic foraminifer biostratigraphy and paleoenvironmental remarks on Paleogene sediments from Indian ocean sites, Leg 115. En: Duncan, R. A., Backman, J., Peterson, L.C., *et al. Proceedings of Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 115(19): 277-314.
- Premoli Silva, I., Coccioni, R. y Montanari, A., 1988. *The Eocene-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy)*. Internacional Subcommission on Paleogene Stratigraphy, 268 pp.
- Prothero, D. R. y Berggren, W. A., 1992. *Eocene- Oligocene Climatic and Biotic Evolution*. Princeton University Press, 568 pp.
- Prothero, D. R., Ivany, L. y Nesbitt, E. A., 2003. *From Greenhouse to Icehouse: The marine Eocene-*

- Oligocene transition*. New York, Columbia University Press, 541 pp.
- Quilty, P. G., 1974. Tasmanian Tertiary Foraminifera, Part 1: Textulariina, Miliolina, Nodosariacea. *Papers and Proceedings of the Royal Society of Tasmania*, 108: 31-106.
- Quilty, P. G., Gillieson, D., Burgess, J., Gardiner, G., Spate, A. y Pidgeon, R., 1990. *Ammoelphidiella* from the Pliocene of Larsemann Hills, East Antarctica. *Journal Foraminiferal research*, 20: 1-7.
- Ramsay, A. T. S., Smart, C. W. y Zachos, J.C., 1998. A model of early to middle Miocene deep ocean circulation for the Atlantic and Indian oceans. En: Cramp, A., Macleod, C. J., Lee, S. V. And Jones, E. J. W., Eds., *Geological evolution of ocean basins: results from the Ocean Drilling Program*. Geological Society, London, Special Publication, 131: 55-70.
- Rathburn, A. E. y Corliss, B. H. 1994. The ecology of living (stained) deep-sea benthic foraminifera from the Sulu Sea. *Paleoceanography*, 9: 87-150.
- Renz, H. H., 1948. Stratigraphy and fauna of the Agua Salada group, State of Falcón, Venezuela. *The Geological Society of America Memoir*, 32: 1-219.
- Resig, J. M. y Cheong, H. K., 1997. Pliocene-Holocene benthic foraminiferal assemblages and water mass history, ODP 806B, western equatorial Pacific. *Micropaleontology*, 43, 4: 419-439.
- Reuss, A. E., 1845. *Die Versteinerungen der böhmischen Kreideformation*. Abteilung 1. E. Schweizerbart´söhne Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 58 pp.
- Reuss, A. E., 1850. Neue Foraminiferen aus den Schichten des osterreichischen Tertiärbeckens. *Denkschr. K. Akad. Wiss. Wien, math-naturw. Cl., Wien*, 1 (1): 365-390.
- Reuss, A. E., 1851. Ueber die fossilen foraminiferen und Entomostraceen der Septarienthonen der Umgebend von Berlin. *Deutsche Geologische Gesellschaft, Zeitschrift*, 3: 49-92.
- Reuss, A. E., 1860. Die Foraminiferen der westphalischen Kreideformation. *Sitzungsberichte der Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse*, 40: 147-238.
- Reuss, A. E., 1864. Die fossilen Foraminiferen, Anthozoen und Bryozoen von Oberburg un Steyermark. *Denkschr. K. Akad. Wiss. Wien, math-naturw. Cl., Wien*, 48 (1): 36-71.
- Reverts, S. A., 1996. The Generic revision of five families of Rotailine Foraminifera. *Part 1, The Bolivinitidae Cushman 1927, Cushman Foundation for Foraminiferal research, Special Publication*, 34, 113 pp.
- Rice, A.L., Billett, D.M.S., Fry, J., John, A.W.G., Lampitt, R.S., Mantoura, R.F.C. y Morris, R.J., 1986. Seasonal deposition of phytodetritus to the deep-sea floor. En: *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 88B: 265-279.
- Rice, A.L., Thurston, M.H. y Bett, B.J., 1994. The IOSDL Deepseas programme: introduction and photographic evidence for the presence and absence of phytodetritus at contrasting abyssal sites in the northeastern Atlantic. *Deep-Sea Research*, 41: 1305-1320.
- Riesselman, C. R., Dunbar, R. B., Mucciarone, D. A. y Kitasei, S. S., 2007. High resolution stable isotope and carbonate variability during the early Oligocene climate transition: Walvis Ridge (ODP Site 1263). *U. S. Geological Survey and The National Academies; USGS OF- 2007- 1047. Short Research Paper*. Doi: 10.3133/of2007- 1047, 7 pp.

- Robinson, E., 2003. Upper Paleogene larger foraminiferal succession on a tropical carbonate bank, Nicaragua Rise, Caribbean Region. En: Prothero, D. R., Ivany, L. y Nesbitt, E. (Eds.), *From Greenhouse to Icehouse: The Marine Eocene-Oligocene Transition*. Columbia University Press: 294-302.
- Rochette, P., Tamrat, E., Feraud, G., Pik, R., Courtillot, V., Ketefo, E., Coulon, C., Hofmann, C., Vandamme, D., Yirgu, G., 1998. Magnetostratigraphy and timing of the Oligocene Ethiopian traps. *Earth Planetary Science, Letter*, 164: 497-510.
- Rögl, F. y Hansen, H. J., 1984. *Foraminifera described by Fitchel & Moll in 1798. A revision of Testacea Microscopica*. Verlag Ferdinand Berger and Söhne, Wien, 143 pp.
- Ross, M. I., y Scotese, C. R., 1988. A hierarchical tectonic model of the Gulf of Mexico and Caribbean region. *Tectonophysics*, 155: 139-168.
- Rzehak, A., 1888. Die Foraminiferenfauna der Neogenformation der Umgebung von Mahr-Ostrau. *Verh. Naturforsch. Ver. Brunn*, 24: 77-126.
- Ruiz de Gaona, M. y Colom, G., 1950. Estudios sobre las sinecias de los Foraminíferos eocénicos de la vertiente meridional del Pirineo (Cataluña-Vizcaya). *Estudios geológicos, Instituto "Lucas Mallada" de investigaciones geológicas*, 12: 1-434.
- Saidova, Kh. M., 1975. Benthonic Foraminifera of Tikhogo Okeana (Benthonic foraminifera of the Pacific Ocean). *Moscow: Institut Okeanologii P. P. Shirshova, Akademiya Nauk SSSR*, 3: 875 pp.
- Saidova, Kh. M., 2008. Foraminifer communities of the Atlantic continental margin of Europe. *Oceanology*, 48 (2): 217-227.
- Saperson, E. y Janal, M., 1980. Biostratigraphy of the Anomaliniidae and Cibicididae in the Soviet Tethyan Paleogene. *Micropaleontology*, 36: 392-413.
- Saunders, J. B. y Müller-Merz, E., 1982. The genus *Pseudononion* in relationship with *Nonion*, *Nonionella* y *Nonionellina*. *Journal of Foraminiferal Research*, 12: 261-275.
- Saunders, J.B., Bernoulli, D., Müller-Merz, E., Oberhänsli, H., Perch-Nielsen, K., Riedel, W. R., Sanfilippo, A. y Torrini, R., 1984. Stratigraphy of the late middle Eocene to early Oligocene in the Bath Cliff section, Barbados, West Indies. *Micropaleontology*, 30:390-425.
- Savin, S. M., Abel, L., Barrera, E., Hodell, D., Keller, G., Kennett, J. P., Killingley, J., Murphy, M. y Vincent, E., 1985. The evolution of Miocene surface and near-surface marine temperatures: oxygen isotopic evidence. En: Kennett, J. P. (Editor). *The Miocene Ocean: Paleoceanography and Biogeography. Geological Society of America Memoir*, 163: 49-82.
- Scher, H., Martin, E., 2004. Circulation in the Southern Ocean during the Paleogene inferred from Neodymium isotopes. *Earth & Planetary Science Letters*, 228: 391-405.
- Schmiedl, G., 1995. Late Quaternary benthic foraminiferal assemblages from the Eastern South Atlantic Ocean: reconstruction of deep water circulation and productivity changes. *Reports on Polar Research*, 160: 207 pp.
- Schmiedl, G. y Mackensen, A., 1997. Late Quaternary paleoproductivity and deep water circulation in the eastern South Atlantic Ocean: evidence from benthic foraminifera. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 130: 43-80.

- Schmiedl, G., Mackensen, A. y Müller, P. J., 1997. Recent benthic foraminifera from the eastern South Atlantic Ocean: dependence on food supply and water masses. *Marine Micropaleontology*, 32: 249-287.
- Schnitker, D., 1979. Cenozoic deep-water benthic foraminifera. In Montadert, L., Roberts, D. G., et al., *Initial Reports, DSDP*, 48: Washington (U.S. Govt. Printing Office), 377-413.
- Schöder-Adams, C. J., 1991. Middle Eocene to Holocene benthic foraminifer assemblages from the Kerguelen Plateau (Southern Indian Ocean). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 119: 611-630.
- Schönfeld, J., 2001. Benthic foraminifera and pore-water oxygen profiles. A re-assessment of species boundary conditions at the western Iberian margin. *Journal of Foraminiferal Research*, 31: 86-107.
- Schröter, J. S., 1783. Einleitung in die Conchylienkenntniss nach Linné, vol. 1, Halle: J. J. Gebauer.
- Schubert, R. J., 1911. Die fossilen foraminiferen des Bismarckarchipels und einiger angrenzender Inseln: *Abhandlungen der geologischen Reichsanstalt*, 20: 1-130.
- Schumacher, S y Lazarus, D., 2004. Regional differences in pelagic productivity in the late Eocene to early Oligocene- a comparison of southern high latitudes and lower latitudes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 214: 243-263.
- Schwager, C., 1866. Fossile Foraminiferen von Kar Nikobar. "Novara" Expedition, 1857-1859, Wien, *Geologischer Theil*, 2: 187-268.
- Schwager, C., 1878. Nota su alcuni foraminiferi movi del tuto di Stretto presso Girgenti. *Boll. Uff. Geol. (R. Co. Geol. Ital.)*, 8: 18-27.
- Schweitzer, C. E., M. Iturralde-Vinent, J. L. Hetler, and J. Velez-Juarbe. 2006. Oligocene and Miocene decapods (Thalassinidea and Brachyura) from the Caribbean. *Annals of Carnegie Museum*, 75(2): 111-136.
- Scott, D.B., Takayanagi, Y., Hasegawa, S. y Saito, T. Illustration and Taxonomic reevaluation of Neogene foraminifera described from Japan. *Paleontología electrónica*, 3 (2): 1- 41.
- Seguenza, G., 1862. Dei terreni Terziarii del distretto di Messina. Pare II. Descrizione dei foraminiferi monotalamici delle marine mioceniche del distretto di Messina. *T. Capra, Messina*, 84 pp.
- Sen Gupta, B. K. y Machain-Castillo, M. L., 1993. Benthic foraminifera in oxygen-poor habitats. *Marine Micropaleontology*, 20: 183-201.
- Setiawan, J. R., 1983. Foraminifera Schröder and microfacies of the type Priabonian. *Utrecht Micropaleontological Bulletins*, 29: 173 pp.
- Shackleton, N. J. y Kennett, J. P., 1975. *Paleotemperature history of the Cenozoic and the initiation of Antarctic glaciation: oxygen and carbon isotope analyses in DSDP Sites 277, 279, and 281*. En: Kennett, J.P., Houtz, R.E, et al. (Eds), *Initial Reports. DSDP*, 29. U.S. Government Printing Office, Washington. 743-755 pp.
- Shackleton, N. J., Crowhurst, S. J., Weedon, G. P. y Laskar, J., 1999. Astronomical calibration of Oligocene-Miocene time. *Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. A.*, 357 (1757): 1907-1929.
- Shackleton, N. J., Hall, M., Rafii, I., Tauxe, L. y Zachos, J., 2000. Astronomical calibration age for the

- Oligocene–Miocene boundary. *Geology*, 28(5): 447-450.
- Shannon, C. E. y Weaver, W., 1949. *A Mathematical Model of Communication*. Urbana, IL: University of Illinois Press.
- Sher, H. y Martin, E., 2006. Timing and climatic consequences of the opening of Drake Passage. *Science*, 312, 428-430.
- Shipboard Scientific Party, 2004. Leg 208 summary. En: Zachos, J.C., Kroon, D., Blum, P. et al., Proc. ODP, Initial Reports, 208: *College Station TX (Ocean Drilling Program)*, 112 pp.
- Singh, R. K. y Gupta, A. K., 2004. Late Oligocene-Miocene paleoceanographic evolution of the southeastern Indian Ocean: evidence from deep-sea benthic foraminifera (ODP Site 757). *Marine Micropaleontology*, 51: 152-170.
- Sliter, W. V., 1968. *Upper Cretaceous Foraminifera from Southern California and Northwestern Baja California, México*. The University of Kansas Publications, 7: 1-141.
- Sliter, W. V., 1975. Foraminiferal life and residue assemblages from Cretaceous slope deposits. *Geological Society of America Bulletin*, 86: 897-906.
- Sliter, W. V. y Baker, R. A. 1972. Cretaceous bathymetric distribution of benthic foraminifers. *Journal of Foraminiferal Research*, 2 (4): 167-183.
- Smart, C. W., 1992. Early to middle Miocene benthic foraminiferal faunas from DSDP Sites 518 and 529, South Atlantic: preliminary investigations. *Tokai University Press*, 245-248.
- Smart, C.W. y Gooday, A.J., 1997. Recent benthic foraminifera in the abyssal Northeast Atlantic ocean: relation to phytodetrital inputs. *Journal of Foraminiferal Research* 27, pp. 85-92.
- Smart, C. W. y Murray, J. W., 1994. An early Miocene Atlantic wide foraminiferal/paleoceanographic event. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 108: 139-148.
- Smart, C. W., Murray, J. W. y Thomas, E., 1996. New observations on *Seabrookia rugosa* Watanabe, 1989. *Journal of Foraminiferal Research*, 1: 24-26.
- Smart, C. W. y Ramsay, A. T. S., 1995. Benthic foraminiferal evidence for the existence of an early Miocene oxygen-depleted oceanic water mass. *Geological Society of London Journal*, 152: 735-738.
- Smart, C. W. y Thomas, E., 2006. The enigma of early Miocene biserial planktic foraminifera. *Geological Society of America*, 34 (12): 1041-1044.
- Smart, C. W. y Thomas, E., 2007. Emendation of the genus *Streptochilus* Brönnimann and Resig 1971 (Foraminifera) and new species from the lower Miocene of the Atlantic and Indian Oceans. *Micropaleontology*, 53 (1-2): 73-103.
- Speijer, R. P., 1994. *Extinction and recovery patterns in benthic foraminiferal paleocommunities across the Cretaceous-Paleogene and Paleocene-Eocene boundaries*. *Geologica Ultraiectina*, 124: 191 pp.
- Speijer, R., Schmitz, B. y Van der Zwaan, G. J., 1997. Benthic foraminiferal extinction and repopulation in response to latest Paleocene Tethyan anoxia. *Geology*, 25 (8): 683-686.
- Spezzaferri, S., 1992. *Il limite Oligocene/Miocene nel "record Oceanico" (Atlantico, Indiano, Sud Pacifico): biostratigrafia e paleoclimatologia*. Doctorate Thesis, University of Milano.

- Spezzaferri, S., 1994. Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Oligocene and lower Miocene in the oceanic record. An overview. *Palaeontographia Italica*, 81: 1-187.
- Spezzaferri, S., 1991. Evolution and taxonomy of *Paragloborotalia kugleri* (Bolli). *Journal of Foraminiferal Research*, 21(4): 313-318.
- Spezzaferri, S., 1995. Planktonic foraminiferal paleoclimatic implications across the Oligocene/Miocene transition in the oceanic record (Atlantic, Indian and South Pacific). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 114(1): 43-74.
- Spezzaferri, S. y Premoli Silva, I., 1991. Oligocene planktonic foraminiferal biostratigraphy and paleoclimatic interpretation from Hole 538A, DSDP Leg 77, Gulf of Mexico. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 83: 217-263.
- St. John, K., 2008. Cenozoic ice-rafting history of the central Arctic Ocean: terrigenous sands on the Lomonosov Ridge. *Paleoceanography*, 23, PA 1S05, doi: 10.1029/2007PA001483.
- Stainforth, R. M., Lam, J. L., Luterbacher, H., Beard, J. H. y Jeffords, R. M., 1975. Cenozoic planktonic foraminiferal zonation and characteristics of index forms. *The University of Kansas Paleontological Contributions*, 62(2): 1-425.
- Stap, L., Lourens, L., Sluijs, A. y Thomas, E., 2009. Patterns and magnitude of deep sea carbonate dissolution during Eocene Thermal Maximum 2 and H2, Walvis Ridge, southeastern Atlantic Ocean. *Paleoceanography*, doi: 10.1029/2008PA001655
- Steininger, F., 1994. Proposal for the Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) for the base of Neogene (The Paleogene/Neogene Boundary). *Institute of Palaeontology, University of Viena*, 1-14.
- Steurbaut, E., 1986. Late Middle Eocene to Middle Oligocene calcareous nannoplankton from the Kallo well, some boreholes and exposures in Belgium and a description of the Ruisbroek Sand Member. *Mededelingen Werkgroep Tertiaire en Kwartaire Geologie*, 23(2): 49-83.
- Steurbaut, E., 1992. Integrated stratigraphic analysis of Lower Rupelian deposits (Oligocene) in The Belgian Basin. *Annales Société Geologie Belgique*, 115(1): 287-306.
- Stewart, R. y Stewart, K., 1930. Post-Miocene Foraminifera from the Ventura Quadrangle, Ventura County, California. Twelve new species and varieties from the Pliocene. *Jour. Pal.*, 4 (1): 60-72.
- Stickley, C. E., Brinkhuis, H., Schellenberg, S. A., Sluijs, A., Röhl, U., Fuller, M., Grauert, M., Huber, M., Warnaar, J., y Williams, G. L., 2004. Timing and nature of the deepening of the Tasmanian Gateway. *Paleoceanography*, 19: 1-18.
- Stott, L. A. y Kennett, J. P., 1990. Antarctic Paleogene planktonic foraminifer biostratigraphy. En: Barker, F. P., et al. (Ed). Proceedings of the Ocean Drilling Program Leg 113, Sites 689 and 690. Scientific Results. *Ocean Drilling Program, College Station, Texas*, 549-569.
- Stover, L. E. y Hardenbol, J., 1994. Dinoflagellates and depositional sequences in the Lower Oligocene (Rupelian) Boom Clay Formation, Belgium. *Bulletin Société Belge Géologie*, 102(1-2): 5-77.
- Sturrock, S. y Murray, J.W. 1981. Comparison of low energy and high energy marine middle shelf foraminiferal faunas: Celtic Sea and western English Channel. En: Neale, J.W., and Brasier, M.D. (eds), Microfossils from Recent and fossil shelf seas. *Ellis Horwood*, Chichester. 251-260pp.

- Subbotina, N. N., 1953. Upper Eocene Lagenidae and Buliminidae of the southern USSR. Vsesoyuznogo Neftyanogo Nauchno-Issledovatel'skogo, Geologorazvedochnogo Instituta (VNI-GRI), Trudy, n. ser., vypusk 69. Microfauna of the USSR, 6: 115-282.
- Suhr, S.B. y Pond, D.W., 2006. Antarctic benthic foraminifera facilitate rapid cycling of phytoplankton-derived organic carbon, *Deep-Sea Research Part II*, 53: 895-902.
- Suhr, S.B., Pond, D.W., Gooday, A.J. y Smith, C.R., 2003. Selective feeding by benthic foraminifera on phytodetritus on the western Antarctic Peninsula shelf: evidence from fatty acid biomarker analysis. *Marine Ecology Progress Series*, 262: 153-162.
- Szarek, R., 2001. *Biodiversity and biogeography of recent benthic foraminiferal assemblages in the southwestern South China Sea (Sunda Shelf)*. Tesis Doctoral, Kiel, 273 pp.
- Sztrákos, K., 1979. La stratigraphic, paleoécologie, paleogéographic et les foraminifères de l'Oligocène du Nord-Est de la Hongrie. *Cahiers Micropal.*, Paris, 3: 95 pp.
- Sztrákos, K., 1982. Les foraminifères de la Marne de Buda et la limite Eocène-Oligocène en Hongrie. *Cahiers Micropaleontologie*, Paris, 4: 48 pp.
- Takata, H. y Nomura, R., 2005. Data Report: Oligocene benthic foraminifera from the Eastern Equatorial Pacific, Sites 1218 and 1219, ODP Leg 1991. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*. 199: 1-26.
- Tappan, H. y Loeblich, A.R., JR., 1982. *Granuloreticulosa*, in S. P. Parker, ed., *Synopsis and classification of Living Organisms*. New York: McGraw-Hill Company, 1: 527- 552.
- Terquem, O., 1882. Les Foraminifères de l'Eocène des Environs de Paris. *Memorie Société Géologique de la France*, 3 (2): 1-193.
- Thalman, H. E., 1932. *Nonion Jarvisi* nom. nov. and *Trochammina Kellettae* nom. nov. *Ecologiae geologicae Helvetiae*, 25: 312-313.
- Thomas, E., 1985. Late Eocene to recent deep-sea benthic foraminifera from the Central Equatorial Pacific Ocean. En: Mayer, L., Theyer, F., et al. (Eds.), *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*. Washington, D. C., Government Printing Office, 65: 655-694.
- Thomas, E., 1986. Changes in composition of Neogene benthic foraminiferal faunas in equatorial Pacific and north Atlantic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 53: 47-61.
- Thomas, E., 1987. Late Oligocene to Recent benthic foraminifera from DSDP Sites 608 and 610, northeastern Atlantic Ocean. *Initial Reports Deep Sea Drilling Project*, 94: 997-1032.
- Thomas, E., 1989. Development of Cenozoic deep-sea benthic foraminiferal faunas in Antarctic waters. *Geological Society London Special Publication*, 47: 283-296.
- Thomas, E., 1990. Late Cretaceous through Neogene deep-sea benthic foraminifera (Maud Rise, Weddell Sea, Antarctica). En: Barker, P. F., Kennett, J. P., et al. (Eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*. College Station TX, Ocean Drilling Program, 113: 571-594.
- Thomas, E., 1992a. Cenozoic deep-sea circulation: evidence from deep-sea benthic foraminifera. *Antarctic Research Series*, 56: 141-165.
- Thomas, E., 1992b. Middle Eocene-late Oligocene bathyal benthic foraminifera (Weddell Sea): faunal changes and implications for ocean circulation. En: Prother, D. R. y Berggren, W. A. (Eds.),

- Eocene- Oligocene climatic and biotic evolution*. Princeton University Press, 245-271.
- Thomas, E., 1998. The biogeography of the late Paleocene benthic foraminifera extinction. En: Aubry, M. P., Lucas, S. G. y Berggren, W. A. (Eds.), *Late Paleocene-early Eocene Biotic and Climatic Events in the Marine and Terrestrial Records*. Columbia University Press, New York, USA, 214-243.
- Thomas, E., 2007. Cenozoic mass extinctions in the deep sea: What perturbs the largest habitat on Earth?. En: Monechi, S., Coccioni, R., and Rampino, M.R., (Eds.) *Large Ecosystem Perturbations: Causes and Consequences*. *Geological Society of America Special Paper*, 424:1-23.
- Thomas, E. y Gooday, A. J., 1996. Cenozoic deep-sea benthic foraminifers: tracers for changes in oceanic productivity?. *Geology*, 24 (4): 355-358.
- Thomas, D.J. y Via, R.K., 2007. Neogene evolution of Atlantic thermohaline circulation: perspective from Walvis Ridge, southeastern Atlantic Ocean. *Paleoceanography* 22, PA2212. doi:10.1029/2006PA001297.
- Thomas, E., Zachos, J. C. y Bralower, T. J., 2000. Deep-sea environments on a Warm Earth: latest Paleocene –early Eocene. En: Huber, B., MacLeod, K. Y Wing, S. (Eds.). *Warm Climates in Earth History*, Cambridge University Press: 132- 160.
- Thomas, D.J., Lyle, M., Moore Jr., T.C. y Rea, D.K., 2008. Paleogene deep-water mass composition of the tropical Pacific and implications for thermohaline circulation in a greenhouse world. *Geochem. Geophys. Geosyst*, 9, Q02002. doi:10.1029/2007GC00174.
- Tjalsma, R. C., 1983. Eocene to Miocene benthic foraminifers from deep sea drilling project site 516, Rio Grande Rise, South Atlantic. En: Barker, P. F., Carlson, R. L., Johnson, D. A., et al. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 72: 731-755.
- Tjalsma, R. C. y Lohmann, G. P. 1983. Paleocene-Eocene bathyal and abyssal benthic foraminifera from the Atlantic Ocean. *Micropaleontology, Special Publication*, 4: 1-90.
- Todd, R., 1952. Vicksburg (Oligocene) smaller foraminifera from Mississippi. *US. Geol. Surv. Prof. Paper*, 241: 1-53.
- Todd, R., 1957. Smaller foraminifera. En: *Geology of Saipan, Mariana Islands. Part 3, Paleontology. United States Geological Survey, Professional Paper 280-H: 265-320.*
- Todd, R., 1965. The Foraminifera of the Tropical Pacific Collections of the *Albatross*, 1899-1900, Part 4: Rotaliform Families and Planktonic Families *United States National Museum Bulletin*, 161(4): 1-139.
- Todd, R. y Low, D., 1970. Smaller foraminifera from Midway drill holes. *U.S. Geological Survey*, 680-E: 1-49.
- Todd, R., y Low, D., 1976. Smaller Foraminifera from deep wells on Puerto Rico and St. Croix. *U.S. Geological Survey*, 683: 1-32.
- Todd, R., y Post, R., 1954. Smaller Foraminifera from Bikini Drill Holes. *United States Geological Survey, Professional Paper*, 260-N:547-560.
- Tolmachoff, I. P., 1934. A Miocene microfauna and flora the Atrato River, Colombia, South America. *Ann. Carneg. Mus.*, 23: 275-356.

- Toulmin, L. D., 1941. Eocene smaller foraminifera from the Salt Mountain Limestone of Alabama. *Journal of Paleontology*, 15(6): 567-611.
- Trauth, F., 1918. Das Eozänvorkommen bei Radstadt im Pongau und seine Beziehungen zu den gleichalterigen Ablagerungen bei Kirchberg am Wechsel und Wimpassing am Leithgebirge. *Kaiserliche Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe, Denkschriften*, Wien, 95: 171-278.
- Tripati, A., Backman, J., Elderfield, H. y Ferretti, P., 2005. Eocene bipolar glaciation associated with global carbon cycle changes. *Nature*, 436:341-346.
- Tripati, A. K., Eagle, R. A., Morton, A., Dowdeswell, J. A., Atkinson, K. L., Bahé, Y., Dawber, C. F., Khadun, E., Shaw, R. M. H., Shorttle, O. y Thanabalasundaram, L., 2008. Evidence for glaciation in the Northern Hemisphere back to 44 Ma from ice-rafted debris in the Greenland Sea. *Earth and Planetary Science Letters*, 265: 112-122.
- Ulleberg, K., 1987. Foraminiferal zonation of the Danish Oligocene sediments. *Bulletin Geological Society Denmark*, 36: 191-202.
- Van den Broek, E., 1881. Exposé sommaire des observations et découvertes stratigraphiques et paléontologiques faites dans les dépôts marins et fluvio-marins du Limbourg pendant les années 1880-1881. *Annales Société Geologie Belgique*, 5: 56-66.
- Van der Zwaan, G. J. 1982. Paleocology of late Miocene Mediterranean foraminifera. *Utrecht Micropaleontol. Bulletin*, 25: 202 pp.
- Van der Zwaan, G. J., Jorissen, F. J. y De Stigter, H. C. 1990. The depth dependency of planktonic/benthic foraminiferal ratios; constraints and applications. *Marine Geology*, 95: 1-16.
- Van der Zwaan, G. J., Duijnste, I. A. P., Den Dulk, M., Ernst, S. R., Jannink, N. T. y Kouwenhoven, T., J., 1999. Benthic foraminifers: proxies or problems? A review of paleoecological concepts. *Earth-Science Reviews* 46: 213-236.
- Van Echelpoel, E. y Weedon, G. P., 1990. Milankovitch cyclicity and the Boom Clay Formation: an Oligocene siliciclastic shelf sequence in Belgium. *Geological Magazine*, 127(6): 599-604.
- Van Hinsbergen, D. J. J., Kouwenhoven, T. J. y Van der Zwaan, G. J., 2005. Paleobathymetry in the backstripping procedure: Correction for oxygenation effects on depth estimates. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 221: 245-265.
- Van Leeuwen R. J. W., 1989. Sea-floor distribution and Late Quaternary faunal patterns of planktonic and benthic foraminifers in the Angola Basin. *Utrecht Micropaleontological Bulletins*, 38: 287 pp.
- Van Marle, L. J., 1989. Recent and fossil benthic foraminifera and Late Cenozoic paleobathymetry of Seram, eastern Indonesia. *Netherlands Journal of Sea Research*, 24: 445-457.
- Van Marle, L. J., 1991. Eastern Indonesian Late Cenozoic smaller benthic foraminifera. *Verhandelingen der koninklijke Nederlandse Akademie der Wetenschappen, Afd. Natuurkunde, Eerste Reeks, Deel* 34, 328 pp.
- Van Morkhoven, F. P. C. M., Berggren, W. A. y Edwards, A. S., 1986. Cenozoic Cosmopolitan Deep-water Benthic Foraminifera. *Bulletin de Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine. Mem.*, 11: 421 pp.

- Van Simaey, S., 2004. The Rupelian/Chattian boundary in the North Sea Basin and its calibration to the international time-scale. *Netherlands Journal of Geosciences*, 83(3): 241-248.
- Van Simaey, S. y Vandenberghe, N., 2006. Rupelian. *Geologica Belgica*, 9(1-2): 95-101.
- Van Simaey, S., De Man, E., Vandenberghe, N., Brinkhuis, H. y Steurbaut, E., 2004. Stratigraphic and palaeoenvironmental análisis of the Rupelian–Chattian transition in the type region: evidence from dinoflagellate cysts, foraminifera and calcareous nannofossils. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 208 (1- 2): 31-58.
- Van Simaey, S., Brinkhuis, H., Pross, J., Williams, G. L. y Zachos, J. C., 2005. Arctic dinoflagellate migrations mark the strongest Oligocene glaciations. *Geological Society of America*, 33 (9): 709-712.
- Vandenberghe, N., 1981. Rupelian. *Bulletin d'information des Geologues du Bassin de Paris*, 2: 203-217.
- Vandenberghe, J., Coope, R. y Kasse, K., 1998. Quantitative reconstructions of palaeoclimates during last interglacial- glacial in western and central Europe: an introduction. *Journal of Quaternary Science*, 13: 361- 366.
- Vandenberghe, N., Laenen, B., Van Echelpoel, E. y Lagrou, D., 1997. Cyclostratigraphy and climatic eustasy. Example of the Rupelian stratotype. *C.R. Acad. Sci. Paris, Science de la terre et des planètes, Earth & Planetary Sciences*, 325: 305-315.
- Vera, J. A., 2000. El Terciario de la Cordillera Bética: Estado actual de conocimientos. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 13(2): 345-373.
- Vera, J. A., García-Hernandez, M., López Garrido, A. C., Comas, M. C., Ruíz Ortiz, P. A. y Martín Algarra, A., 1982. El Cretácico de las Cordilleras Béticas. En: *El Cretácico de España. Edit. Complutense de Madrid*, 515-630.
- Via, R. K. y Thomas, D. J., 2006. Evolution of Atlantic thermohaline circulation: Early Oligocene onset of deep-water production in the North Atlantic. *Geological Society of America*, 34 (6): 441-444.
- Vigneaux, M. y Marks, P., 1971. Aquitanian en Stratotypes of Mediterranean Neogene Stages. *Giornale di Geologia*, 37(2): 23-31.
- Villa, G. y Persico, D., 2006. Late Oligocene climatic changes: Evidence from calcareous nannofossils at Kerguelen Plateau Site 748 (Southern Ocean). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 231: 110-119.
- Villanueva-Guimerans, P. 2000. Bolivinidae y Buliminidae (Foraminíferos Bentónicos) del margen septentrional del Golfo de Cádiz (España). *Revista Española de Micropaleontología*, 32: 131- 41.
- Vonhof, H. B., Smit, J. Brinkhuis, H., Montanari, A. y Nederbragt, A. J., 2000. Global cooling accelerated by early late Eocene impacts. *Geology*, 28: 687-690.
- Von Benedek, P.N., 1975. Phytoplankton from the type Chattian (Upper Oligocene). *Proceedings of the Vth Congress Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy, Bratislava. VEDA, House of the Slovak Academy of Sciences, Slovakia*, 43-47.
- Von Hillebrandt, A., 1974. Bioestratigrafía del Paleógeno en el Sureste de España (Provincias de Murcia y Alicante). *Cuadernos de Geología*, 5: 135-153.
- Wade, B. S. y Pälike, H., 2004. Oligocene climate dynamics. *Paleoceanography*, 19: 1-16.

- Wade, B. S., Berggren, W. A. y Olsson, R. K., 2007. The biostratigraphy and paleobiology of Oligocene planktonic foraminifera from the equatorial Pacific Ocean (ODP Site 1218). *Marine Micropaleontology*, 62: 167-179.
- Walker, G., y Boys, W. 1784. *Testacea minuta rariora*. London.
- Walker, G. y Jacob, E., 1798. En: Kanmacher, F. (Ed.), *Addam's Essays on the Microscope: the Second Edition with considerable additions and improvements*, Dillon & Keating, London, 629-645.
- Walton, W. R. y Sloan, B. J., 1990. The genus *Ammonia* Brünnich, 1772: its Geographic distribution and morphologic variability. *Journal of foraminiferal Research*, 3: 56-60.
- Watanabe, W. S., 1989. New genus and five new species in Order Foraminiferida. *Revista Española de Micropaleontología*, 21: 265-272.
- Weinholz, P. y Lutze, G. F., 1989. The *Stilostomella* extinction. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 108: 113-117.
- White, M. P., 1928a. Some index foraminifera of the Tampico Embayment area of Mexico. Part II. *Journal of Paleontology*, 2 (4): 280-347.
- White, M. P., 1928b. Some index foraminifera of the Tampico Embayment area of Mexico. Part I. *Journal of Paleontology*, 2: 177-215.
- Whittaker, J. E., 1988. Benthic Cenozoic Foraminifera from Ecuador. Taxonomy and Distribution of Smaller Benthic Foraminifera from Coastal Ecuador (Late Oligocene- Late Pliocene). *British Museum (Natural History), London*. 194 pp.
- Widmark, J. G. V., 1997. Deep-sea benthic foraminifera from Cretaceous-Paleogene boundary strata in the South Atlantic-taxonomy and paleoecology. *Fossils and Strata*, 43: 1-94.
- Widmark, J. G. V. 2000. Biogeography of terminal Cretaceous benthic foraminifera: deepwater circulation and trophic gradients in the deep South Atlantic. *Cretaceous Research*, 21: 367-379.
- Wiesner, H., 1923. Die Miliolideen der östlichen Adria. *Prag-Budenece*, 1-113.
- Wiesner, H., 1931. Die Foraminiferen der deutschen Südpolar Expedition 1901-1903. Deutsche Südpolar Expedition 1901-1903, *Zool.*, 20: 49-165.
- Williamson, W. C., 1848. On the Recent British species of the genus *Lagena*. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 2 (1): 1-2.
- Williamson, W. C., 1858. On the Recent foraminifera of Great Britain. *Ray Society*, London, 107 pp.
- Wilson, G. S., Lavelle, M., McIntosh, W. C., Roberts, A. P., Harwood, D. M., Watkins, D. K., Villa, G., Bohaty, S. M., Fielding, C. R., Florindo, F., Sagnotti, L., Naish, T. R., Shere, R. P. y Verosub, K. L., 2002. Integrated chronostratigraphic calibration of the Oligocene-Miocene boundary at 24± 0.1 Ma from the CRP-2A drill core, Ross Sea, Antarctica. *Geology*, 30: 1043-1046.
- Wood, K. C., Miller, K. G. y Lohmann, G. P., 1985. Middle Eocene to Oligocene benthic foraminifera from the Oceanic Formation, Barbados. *Micropaleontology*, 31 (2): 181-197.
- Wright, J. D. y Miller, K. G., 1993. En: *The Antarctic Paleoenvironment: A Perspective on Global Change*, Kennet, J. P., Warnke, D. A. (Editores). *American Geophysical Union, Washington, D. C.*, 1-25.

- Zanazzi, A., Kohn, M. J., MacFadden, B. J., Terry Jr., D. O., 2007. Large temperature drop across the Eocene-Oligocene transition in central North America. *Nature*, 445: 639-642.
- Zachos, J. C., Quinn, T. M. y Salamy, K., 1996. High-resolution (10^4 years) deep-sea foraminiferal stable isotope records of the Eocene-Oligocene climate transition, *Paleoceanography*, 11(3): 251-266.
- Zachos, J. C., Stott, L. D. y Lohmann, K. C., 1994. Evolution of early Cenozoic marine temperatures. *Paleoceanography*, 9, 353-387.
- Zachos, J. C., Lohmann, K. C., Walker, J. C. G. y Wise, S. W., 1993. Abrupt climate change and transient climates during the Paleogene: a marine perspective. *Journal of Geology*, 101: 191-213.
- Zachos, J. C., Opdyke, B. N., Quinn, T. M., Jones, C. E. y Halliday, A. N., 1999. Early Cenozoic glaciation, antarctic weathering, and seawater $87\text{Sr}/86\text{Sr}$: Is there a link?. *Chemical Geology*, 161: 165-180.
- Zachos, J. C., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E. y Billups, K., 2001a. Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present. *Science*, 292: 686-693.
- Zachos, J. C., Shackleton, N. J., Raveleigh, J. S., Pälike, H. y Flower, B. P., 2001b. Climate response to orbital forcing across the Oligocene-Miocene boundary. *Science*, 292: 274-278.
- Zachos, J.C., Kroon, D., Blum, P. *et al.*, 2004. Proc. ODP, Initial Reports, 208 (Online). Available from: *Ocean Drilling Program, Texas A&M University, College Station TX 77845-9547, USA.*

Anexo 1

*Distribución estratigráfica y
abundancia relativa de los taxones
de foraminíferos bentónicos.*



Tabla I: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Eoceno superior y Oligoceno inferior en la sección de Noroña (Cuba)

ESPECIES	NOR-9	NOR-10	NOR-11	NOR-12	NOR-13	NOR-14	NOR-15	NOR-16	NOR-18	NOR-20	NOR-21	NOR-22	NOR-23	NOR-25	NOR-26	NOR-27	NOR-28	NOR-29	NOR-30	NOR-33	NOR-35
Aglutinados indeterminados	2		1							1									1		
<i>Alabama</i> sp.			1							1											1
<i>Alabama weddellensis</i>		7		2				2		1			1	2	2	2	3				
<i>Alabama wilcoxensis</i>						1															
<i>Ammodiscus cretaceus</i>	1			1																	
<i>Ammonia</i> sp.A												1	1								
<i>Angulogerina angulosa</i>	4	10		3	11	4	11	6	4	12	3	13	9	5	4	1	2	3	4	3	9
<i>Angulogerina muralis</i>	2		3	2	1	6	6						1	3		1	1	1			
<i>Angulogerina</i> sp.A	1																				
<i>Anomalinooides alazanensis</i>		1	3		2					2											1
<i>Anomalinooides</i> sp. A		3																			
<i>Anomalinooides spissiformis</i>	2	5	3	2	2	3	3			5	4	4		2	3	3	2	2			
<i>Anomalinooides</i> spp.	1	4	4		2				2	1		3	5		5			1	4		3
<i>Asterigerina campanella</i>		1		1																	2
<i>Asterigerinooides subacutus</i>							1														
<i>Astrononion novozealandicum</i>	2								1	3		1	1			1	1		2		1
<i>Bathysiphon</i> spp.						1	1			2								1	3		
<i>Bolivina antiqua</i>	1	19	3	1			1	2	5	6	3	1				4	1	1	3	2	2
<i>Bolivina floridana</i>									1	1						4	3	2			1
<i>Bolivina huneri</i>	1	3	10	9	5	2										2	2	3	4	2	2
<i>Bolivina mississippiensis</i>					3	4	2	3	4	2	2	1	2	3	1	3	2	4	3	8	8
<i>Bolivina plicatella</i>																			1		
<i>Bolivina salebrosa</i>	15	7	3	8	2	3		1	1	2	3	2	4	4	1	6	3	6	3	4	4
<i>Bolivina</i> spp.													3			3	2	4			
<i>Bolivinella folia</i>		3		2			1						1	1				1	1		1
<i>Bolivinooides albatrossi</i>	38	21	13	9	8	12	7	3		1	1										
<i>Bolivinooides byramensis</i>	8	2		1			4	3	5											3	6
<i>Bolivinooides</i> cf. <i>byramensis</i>																					
<i>Bolivinooides crenulata</i>	15	5	15	24	22	14	20	18	16	20	11	20	13	10	9	13	17	18	22	20	18
<i>Bolivinooides spathulata</i>	42	35	18	29	16	17	7	3		2	3	4	5	5	3	6	4	6	5	6	4
<i>Bolivinooides</i> spp.		4						4	1		5		3	6		2	3	2	1		3
<i>Brizalina</i> aff. <i>interjuncta bicostata</i>		2		11	12	17	5	3	1	1	1	1	3	2	1	1		1	1	4	4
<i>Brizalina alata</i>	1	8	4	1	1						1	2	1								
<i>Brizalina alazanensis</i>						1		2	1		2										
<i>Brizalina</i> cf. <i>alazanensis</i>					1				1	1				2							
<i>Brizalina</i> spp.	11	10			3	3	2	3	4	3	3	4	5	6	3	7	5	6	8	4	2
<i>Brizalina striata</i>													1	1	1	4	2	3		1	2
<i>Brizalina tectiformis</i>	8	4	7		13	10	13	7	2	8	4	6	9	12	14	3	3	2	2	8	10
<i>Bulimina alazanensis</i>	2			4	3	6	5	3	1	1	2	1	4	7	7	6	5	3		1	1
<i>Bulimina elongata</i>	1	7	9		1	5	11	8	9	2	5	7	15	17	16	1	1	2	3	7	7
<i>Bulimina macilentata</i>			1					2		1	2				5						
<i>Bulimina semicostata</i>			2			1		2								2	1				
<i>Bulimina simplex</i>		2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	3	11	9		1	2	1	2	1	
<i>Bulimina</i> sp.A		1			1		1	3		2	2	2	1		4	1	1	3	2		1
<i>Bulimina</i> spp.									1			1	2								
<i>Bulimina trinitatensis</i>	3	3	3	5	6	1	4	3	2	2	3	4	6	7	5	3	2	3	3	1	
<i>Cancris</i> spp.	1	5	4					1		1										1	
<i>Cassidulina crassa</i>	1	10	9		9	2	3	5	7	8	7	10	3	3	3	7	8	10	6	20	32

Tabla I: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Eoceno superior y Oligoceno inferior en la sección de Noroña (Cuba)

ESPECIES	NOR-9	NOR-10	NOR-11	NOR-12	NOR-13	NOR-14	NOR-15	NOR-16	NOR-18	NOR-20	NOR-21	NOR-22	NOR-23	NOR-25	NOR-26	NOR-27	NOR-28	NOR-29	NOR-30	NOR-33	NOR-35
<i>Cassidulina havanensis</i>	2	9	4	2	4	2		3	6	2	4	6	2	3	4	3	3	5	5	6	7
<i>Cassidulina laevigata</i>	5	3	4	2	1	5	10	7	5	8	6	2	10	9	9	4	2	5	3	9	13
<i>Chilostomella oolina</i>															1						
<i>Cibicides carinatus</i>														2		4	2	1			
<i>Cibicides laurisiae</i>				1		1	1			1			2			1		1	1		
<i>Cibicides lobatulus</i>	12	11	9	25	23	22	21	14	10	10	5	13	10	12	12	14	11	13	12	16	17
<i>Cibicides refulgens</i>	44	30	19	31	28	42	34	23	18	14	8	15	14	23	28	17	16	14	10	19	28
<i>Cibicides spp.</i>	6	5	7		5		4	6	5	6	4	5	6	6	4			2	5	2	4
<i>Cibicides westi</i>						2											1				1
<i>Cibicoides bradyi</i>	1			1	2		1		1	1			2		1	2		1			1
<i>Cibicoides eocaenus</i>	4	2			2	4	4	2	1	20	1	1	4	4	5	1	2	1	1	1	1
<i>Cibicoides grimsdalei</i>									1	1		1				1		1			
<i>Cibicoides havanensis</i>								1	1												
<i>Cibicoides lamontdohertyi</i>		1	9	5	10	5	2	4	6	1	5	10	5	3	2	1	1	3	1	6	10
<i>Cibicoides mexicanus</i>						1	2	1											1	1	
<i>Cibicoides micrus</i>				3	1																
<i>Cibicoides mundulus</i>		4				2	16	10	4		1	1	2	1		3	5	1			
<i>Cibicoides robertsonianus</i>	6	3				2		1	1		1	2	2	2	1			1	1	1	
<i>Cibicoides spp.</i>	6	4	2		2		3	2	2	4	3	3	5	5	4				3	4	3
<i>Cibicoides subspiratus</i>	1	1						3		2	2					2	1				
<i>Cibicoides ungerianus</i>	1		1	5	1	7	5	3	1		1	1	1	2	2	3	2	3		2	4
<i>Eggerella bradyi</i>						1	2		1		1	2		2	1		1		1	1	1
<i>Ellipsoidella sp.</i>				1																	
<i>Elphidium ancestrum</i>						2															
<i>Elphidium crispum</i>						1															
<i>Epistominella exigua</i>	1	10	15	9	7	7		1	3	9	10	12	8	6	17	7	4	5	2	5	6
<i>Epistominella vitrea</i>		5	8	5	4	2		3	5	1	2	3	2	3	1			1	2	3	1
<i>Eponides spp.</i>		1			1			1	1										1	1	
<i>Evolcassidulina bradyi</i>			5	1				1	1												
<i>Fursenkoina spp.</i>			1						1	1		2				2		1	2		
<i>Globobulimina ovata</i>																			1	2	
<i>Globocassidulina horizontalis</i>					1			1		3	2	1				1	2	1		6	9
<i>Globocassidulina subglobosa</i>	23	44	32	17	48	30	27	28	29	36	45	56	33	27	43	28	26	27	31	48	49
<i>Globorotalites spp.</i>		10	5		1															2	
<i>Guttulina sp.</i>													1								
<i>Gyroidinoides depressus</i>		4	3	6	8	4	6	5	5	5	5	8	6	4	2	5	3	4	5	7	6
<i>Gyroidinoides girardanus</i>		2	2	2					2					1	1	3	2	3			
<i>Gyroidinoides mediceus</i>		3	4	1	4	2		2	4		2	2		1		4	4	3	2	3	4
<i>Gyroidinoides planulatus</i>	1	7	5		3	3	1	4	7	8	5	6	3	3	3	5	4	4	6	4	5
<i>Gyroidinoides soldanii</i>	1	2		1		1	2	1		1	2	1						1	2	2	
<i>Hanzawaia ammophila</i>		2	2		1		2		1				1		3				5	3	4
<i>Heronallenia lingulata</i>			1		1					1		1			2						
<i>Heronallenia sp. A</i>					2					2		1							1		1
<i>Hyalinea balthica</i>									4				1	4	1	1	1				2
<i>Karreriella bradyi</i>			1					1								2	1				
<i>Laevidentalina communis</i>										1	1		1			1		1			
<i>Lagena striata</i>					2				1							2	1	2			
<i>Lenticulina spp.</i>	3	3	5	1	5	4	2	3	2	2	4	3	6	3	3		1		2	1	

Tabla I: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Eoceno superior y Oligoceno inferior en la sección de Noroña (Cuba)

ESPECIES	NOR-9	NOR-10	NOR-11	NOR-12	NOR-13	NOR-14	NOR-15	NOR-16	NOR-18	NOR-20	NOR-21	NOR-22	NOR-23	NOR-25	NOR-26	NOR-27	NOR-28	NOR-29	NOR-30	NOR-33	NOR-35	
<i>Loxostomoides applinae</i>					2											2	3	2	6	4	3	
<i>Melonis barleeaanum</i>				2		3		2	1	1			1			1	1	1				
<i>Melonis pompilloides</i>	2				1		1				1											
<i>Neoconorbina</i> sp. A				2	1							2	3									
<i>Neoconorbina</i> sp. B										2					2						2	
<i>Neoconorbina terquemi</i>	1	4	4		1	1				2		1	1		3	5	3	5		5	6	
<i>Nodobolivina jhingrani</i>		4	4		1	4			1			1					1		1	3	3	
<i>Nodosaria longiscata</i>			1	1	2		2		1				2	1	2							
<i>Nonion affine</i>				1	1		1	2			1				2			1	2			
<i>Nonion havanense</i>		1	1						2		1	1	3	1		2	2	2			3	
<i>Nonion</i> spp.	1	3									2	3							2	3		
<i>Nonionella commune</i>		2	2						1										1	4	3	
<i>Nonionella grateloupi</i>		2								2	4	3	2				1	1	3	4	5	
<i>Nonionella robusta</i>			3									1	1						2	3	4	
<i>Nonionella</i> spp.		3							2	3		1	2			1	1	1	2	2	1	
<i>Nothia</i> spp.							1			1				1		1		1				
<i>Nuttallides umbonifera</i>		20	14	7	11	6		11	19	17	19	20	11	13	11	12	10	12	12	4	4	
<i>Nuttallides</i> sp.A					1																	
<i>Oridorsalis plummerae</i>	2	3		3	6	3	7	5	4	3	3	4	7	6	3	4	4	3	3	2	2	
<i>Oridorsalis</i> spp.																					2	
<i>Oridorsalis umbonatus</i>	11	5	5	4	5	4	11	9	3	5	6	3	5	10	12	5	5	3	4	2	5	
<i>Orthomorphina rohri</i>					1		2		3								1	1	1			
<i>Orthomorphina</i> spp.			1		2		1					1										
<i>Osangularia culter</i>			2				1								1			1	1			
<i>Osangularia</i> spp.	1	2	6		4	2	1		4	3		9	5			3	3	2	1		4	
<i>Pararotalia audouini</i>																	1	2	1	3	6	6
<i>Planulina renzi</i>				1			3		1		1		1		1					2	3	
<i>Planulina renzi</i> juvenil			1				1							1	1							
<i>Plectofrondicularia paucicostata</i>					1																	
<i>Plectofrondicularia</i> spp.	1																					
<i>Pleurostomella acuminata</i>		2	3	2	1		2				3	1	1			1	1	2	3	3		
<i>Pleurostomella acuta</i>		2	2				2		2		2	1		2	1		2	1	3	2	3	
<i>Pleurostomella alternans</i>			4		2		3	2		5	3	2	5	6	4	5	3	4	2			
<i>Pleurostomella bolivinooides</i>			1				1		1				2			3	2	1		1		
<i>Pleurostomella brevis</i>			1		1			1										1	2	1		
<i>Pleurostomella</i> sp. B	1																	1				
<i>Pleurostomella</i> sp. A										1			1				2					
<i>Pleurostomella</i> spp.	2	1	4		2			3	2	2	3	5					2	2	2		3	
<i>Pleurostomella subnodosa</i>										2		4	1		1	2	1	3	4	1	1	
Polimorfínidos sp.	1		1		1	2	3		1	2		1			3				5		6	
<i>Pseudoparella</i> sp.																1						
<i>Pullenia bulloides</i>							1							3		1	1					
<i>Pullenia quinqueloba</i>		1	2	1	1		2		2	1				4	1						1	
<i>Pullenia salisburyi</i>		2		2		2	1	1		2	1		5	4	4	2	2	1		1	2	
<i>Pullenia subcarinata</i>	1	7	1		2		3															
<i>Pyrulina angusta</i>																	2	1				
<i>Pytine</i> sp. A					1	1		1				1	1	2	2	1	1					
<i>Quadriformina allomorfinoides</i>					1					1							1		1	1	1	

Tabla I: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Eoceno superior y Oligoceno inferior en la sección de Noroña (Cuba)

ESPECIES	NOR-9	NOR-10	NOR-11	NOR-12	NOR-13	NOR-14	NOR-15	NOR-16	NOR-18	NOR-20	NOR-21	NOR-22	NOR-23	NOR-25	NOR-26	NOR-27	NOR-28	NOR-29	NOR-30	NOR-33	NOR-35	
<i>Quinqueloculina</i> sp.	1							2	1				1			1			2	1		
<i>Reussella oberburgensis</i>	1	2			3	2				1			1					1	1	2		
<i>Reussella spinulosa</i>	5	10		8	2	5	5		1	1	1	1						2	3	4	4	4
<i>Rhabdammina</i> spp.		2	3	1		2	5	3	2	3	2		1					1	1	2	1	
<i>Rosalina globularis</i>				1	1	2	10	4		3	1							2	3	2	8	8
<i>Saracenaria</i> sp.A					1							1	1									
<i>Seabrookia rugosa</i>		1							2	1	3	4					1	1	1			
<i>Sigmavirgulina tortuosa</i>		5		2	2		2	1	1		1	2		2	2	1	2	4	3	3	3	3
<i>Siphonina tenuicarinata</i>	7		1	3	7	5	9	3						5	3	1		1	1	2	1	
<i>Siphonodosaria abyssorum</i>	1		1	2			1	3	1			1		2	1					2	1	2
<i>Siphotextularia</i> sp.							1															
<i>Spiroplectammina cubensis</i>												1				1	1					
<i>Spiroplectammina</i> spp.					1										1						2	
<i>Stilostomella annulifera</i>									2													
<i>Stilostomella cf. dentata-glabrata</i>																2	1					
<i>Stilostomella fijiensis</i>		1	1	2	2	1						1	3			2	1	1	1	1	3	
<i>Stilostomella lepidula</i>	3	1	2			1	1				2	3		1	2							
<i>Stilostomella</i> spp.		2			4	4	3	2	5	1		2	4	3		5	5	3			5	8
<i>Stilostomella subspinosa</i>	5	2	7	6	9	7	6	5	7	5	4	10	17	18	16			6	3	3	4	5
<i>Textularia</i> sp.									1											1		1
<i>Tortoplectella rhomboidalis</i>													3	7	7	2	2	1				
<i>Trifarina</i> sp.						1																
<i>Turrilina alsatica</i>		2	2	2	2	3	1	2	3	5	4	6	2	3	3	5	3	2	2	5	7	
Uniloculares calcáreos indeterminados		10	6		4		1	8	14	25	10	7	7	5	4	43	30	26	15	23	34	
Uniseriados calcáreos indeterminados	6	3	4			3	2			2	3			4						3		
<i>Uvigerina graciliformis</i>																	4	3	1			
<i>Uvigerina havanensis</i>				2	1																	
<i>Uvigerina hispida</i>	2			3	2																	
<i>Uvigerina nuttalli</i>	2			1					1													
<i>Uvigerina peregrina</i>	9	1		8		3																
<i>Uvigerina rippensis</i>	2		1	1	1	2	1		1			1										
<i>Uvigerina</i> sp.	3	2				3	2		3	1		3			1			2	1		1	
<i>Vulvulina spinosa</i>			1														1					1
TOTAL	350	457	354	302	389	337	353	290	294	342	262	356	346	325	336	329	288	305	304	364	446	

Tabla II: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Eoceno superior y Oligoceno inferior en el sondeo ODP 1263 de Walvis Rigde (Atlántico SE)

Muestras Profundidad (mcd) ESPECIES	9H1 80,89	9H2 82,39	9H3 83,89	9H4 85,39	9H5 86,89	9H6 88,39	9H7 89,39	9HCC 90,00	10H1 90,41	10H2 91,91	4H5 92, 82	10H3 93,41	10H3 93,42	10H3 94,42
Aglutinados indeterminados			1											1
<i>Alabamina weddellensis</i>	10	2	2	9	19	8	10	7		6	2	3	6	1
<i>Anomalinooides alazanensis</i>														
<i>Anomalinooides semicribatus</i>						1								
<i>Anomalinooides spissiformis</i>	2	7	6	5	2	3	1	7		9	5	3	2	3
<i>Anomalinooides</i> spp.	1			1						1				
<i>Anomalinooides/Nonionella</i>			2	7	2	1			5	5	1	3		1
<i>Arenobulimina truncata</i>	1			2		2	1							
<i>Astrononion novozealandicum</i>	3	5	4	3	18	16	9	13	3	26	6	11	4	3
<i>Bigenerina nodosaria</i>		1		1		1	1			1				
<i>Biseriada</i> sp.														
<i>Bolivina huneri</i>	2	8	14	9	6	7	3		2	3		2	12	16
<i>Bolivina</i> sp.A														
<i>Bulimina alazanensis</i>	13	3	3	8	8	5	3	3						4
<i>Bulimina elongata</i>	4	1			2	2		1	2	2			2	
<i>Bulimina glomarchallengeri</i>		3		3	5	1	1	4	2	2				1
<i>Bulimina macilenta</i>														
<i>Bulimina microcostata</i>	3													
<i>Bulimina semicostata</i>	2				3	1		1	2	5				
<i>Bulimina simplex</i>	1								2				1	3
<i>Bulimina trinitatensis</i>				1							1	4		
<i>Buliminella grata</i>	16	9	24	8	3	25	26	13	22	19	1	1	16	16
Calcáreos indeterminados		1	2	2	2		1		2		2	2		4
<i>Cassidulina crassa</i>	3	6	11	15	3	6	10		17	14	16	9	11	14
<i>Cassidulina havanensis</i>	6	5	3	5	9	16	16	15	22	6	10	14	8	3
<i>Chilostomella</i> sp.														
<i>Chrysalogonium dickersoni</i>														
<i>Chrysalogonium tenuicostatum</i>														
<i>Cibicides laurisiae</i>	2				1				1		1			1
<i>Cibicoides eoacenus</i>				1	2			5	2					
<i>Cibicoides lamontdohertyi</i>	3	24	23	24	4	14	26	22	9	14	5	17	10	11
<i>Cibicoides micrus</i>						1	1					2		
<i>Cibicoides mundulus</i>	15	13	6	2	2	1	4		1	2	1		1	2
<i>Cibicoides robertsonianus</i>		2	2	1		1	1					1	1	
<i>Cibicoides</i> sp.				1										
<i>Dentalina</i> sp.		1												
<i>Dorothia</i> sp.														
<i>Eggerella bradyi</i>			1		2									1
<i>Ellipsodimorphina</i> sp.	1													
<i>Ellipsoidella</i> spp.										2				
<i>Epistominella exigua</i>	22	6	7	9	22	9	17	15	20	13	24	21	16	7
<i>Epistominella vitrea</i>	10	40	28	17	3	26	22	11	13	18	51	55	77	73
<i>Eponides</i> spp.						1					5		1	
<i>Eponides tumidulus</i>														
<i>Evolcassidulina bradyi</i>														
<i>Globocassidulina subglobosa</i>	44	24	31	14	15	32	35	26	43	29	34	26	29	14
<i>Globulina</i> sp.							1							
<i>Gyroidinooides depressus</i>	7	15	8	2	10	10	10	11	15	12	11	14	12	12
<i>Gyroidinooides girardanus</i>	2	2	3		5		1	2				1		
<i>Gyroidinooides mediceus</i>		7	3	4	3	5	6	1	10	3	6	5	6	4
<i>Gyroidinooides planulatus</i>	11	4	11	1	5	4	7	4	7	3	3	5	3	4
<i>Gyroidinooides soldanii</i>	2	3	1	2	1	1	1	1	2	2		1	1	
<i>Gyroidinooides</i> sp.	1							1						3

Tabla II: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Eoceno superior y Oligoceno inferior en el sondeo ODP 1263 de Walvis Rigde (Atlántico SE)

Muestras Profundidad (mcd) ESPECIES	9H1 80,89	9H2 82,39	9H3 83,89	9H4 85,39	9H5 86,89	9H6 88,39	9H7 89,39	9HCC 90,00	10H1 90,41	10H2 91,91	4H5 92, 82	10H3 93,41	10H3 93,42	10H3 94,42
<i>Guttulina problema</i>													1	
<i>Hanzawaia ammophila</i>	1													
<i>Heronallenia lingulata</i>	4	3	2	3	1	1	1	2	1	4	5	2	1	3
<i>Karrieriella bradyi</i>	1	1	1									5	3	
<i>Laevidentalina communis</i>					1						4			
<i>Laevidentalina</i> spp.		1		2		1	5	1				1		
<i>Lagena hexagona</i>														
<i>Lagena striata</i>					1			1				1		
<i>Lenticulina</i> sp.	1				2	1	1				1	1	1	
<i>Lenticulina</i> sp. A														
<i>Loxostomina</i> sp.														
<i>Milionella subrotunda</i>	1	1	1					1			1			
<i>Neoconorbina</i> sp.							1							
<i>Neoeponides</i> sp.								1						
<i>Nodosarella</i> sp.							1							
<i>Nodosaria lamnulifera</i>									1					
<i>Nodosaria</i> sp.A		1											1	
<i>Nodosaria</i> sp.B														
<i>Nonion affine</i>														
<i>Nonion havanense</i>	2	9			5	1							3	2
<i>Nonionella robusta</i>	1		2	4		2		9	4	10		6	3	2
<i>Nuttalides</i> sp. A														
<i>Nuttalides truempyi</i>														
<i>Nuttalides umbonifera</i>	16	14	32	46	57	26	30	35	41		12	13	21	15
<i>Ophthalmidium pusillum</i>		1					1		1				1	3
<i>Oridorsalis plummerae</i>	9	6	6	6	8	1	4	14	4	12	5	9	8	15
<i>Oridorsalis</i> sp.									1					
<i>Oridorsalis umbonatus</i>	11	13	19	20	20	21	11	13	3	17	11	21	14	19
<i>Orthomorphina ambigua</i>	2													
<i>Orthomorphina rohri</i>									1		1			
<i>Orthomorphina</i> sp.		3		1			1		1	2	3	2	1	
<i>Osangularia culter</i>														
<i>Osangularia</i> sp.					1	1								
<i>Plectofrondicularia paucicostata</i>														
<i>Plectofrondicularia advena</i>														
<i>Plectofrondicularia</i> sp.														
<i>Pleurostomella acuminata</i>	3	1			2	1					1	2		
<i>Pleurostomella acuta</i>		2		2	2		1	1	2	7	3	1	1	1
<i>Pleurostomella alternans</i>										3				
<i>Pleurostomella bolivinoidea</i>	2	2		1			1		2	2	2	1	1	1
<i>Pleurostomella brevis</i>	1									1		1		
<i>Pleurostomella</i> spp.	2							1				3	1	
<i>Pleurostomella</i> sp.A														
<i>Pleurostomella</i> sp.B														
<i>Pleurostomella</i> sp.C														
<i>Pleurostomella</i> sp.D														
<i>Pleurostomella subnodosa</i>	5	1		2	2	1	1			3	4	4	1	1
<i>Polimorphina</i> sp.														
Polimorfínidos sp.														
<i>Pseuclavulina trinitatensis</i>	1							1						
<i>Pseudoparrella</i> sp.	6	6	8	23	12	2				4	5	5		3
<i>Pseudopolimorhina</i> sp.														
<i>Pullenia quinqueloba</i>			3	1				2	1	3			1	

Tabla II: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Eoceno superior y Oligoceno inferior en el sondeo ODP 1263 de Walvis Rigde (Atlántico SE)

Muestras Profundidad (mcd) ESPECIES	9H1 80,89	9H2 82,39	9H3 83,89	9H4 85,39	9H5 86,89	9H6 88,39	9H7 89,39	9HCC 90,00	10H1 90,41	10H2 91,91	4H5 92, 82	10H3 93,41	10H3 93,42	10H3 94,42
<i>Pullenia salisburyi</i>		3	7	5	5	6	8	5	10	3	13	11	1	2
<i>Pullenia</i> spp.				1										
<i>Pullenia subcarinata</i>	6	3	3	3	1		2	5	2	1	4	11	3	
<i>Pytine</i> sp. A	6		6	2	2	5		2	5	3	1	2	6	4
<i>Pyrulina angusta</i>	2			2				2			1	4		
<i>Quadrimorphina allomorphinoides</i>									1	1				
<i>Rosalina</i> sp.									1					
<i>Saracenaria</i> aff. <i>italica</i>	1			1										
<i>Seabrookia rugosa</i>			3		1	2	1		4	1	1		2	3
<i>Siphonodosaria abyssorum</i>			1											
<i>Siphotextularia</i> sp.		1												
<i>Stilostomella annulifera</i>														5
<i>Stilostomella</i> cf. <i>dentata-glabrata</i>	1							1						
<i>Stilostomella consobrina</i>														
<i>Stilostomella fijiensis</i>	6	2	1	1	1	1	3	3		1		4		2
<i>Stilostomella lepidula</i>											1			
<i>Stilostomella</i> sp.A			1				1			1				1
<i>Stilostomella subspinosa</i>	5	7	3	4	4	1	3	5			2	2	4	2
<i>Turrilina alsatica</i>		1			4			1	2		3	1		
Uniloculares calcáreos indet.	11	8	6	10	13	11	16	15	33	9	16	10	10	12
Uniseriados calcáreos indet.		2	3		4	3	2	2	3	3		2		
<i>Uvigerina hispida</i>														
<i>Uvigerina peregrina</i>														
<i>Uvigerina</i> sp.					1									
<i>Vaginulina</i> sp.														
<i>Vulvulina spinosa</i>		1												
TOTAL	456	450	471	468	481	465	488	466	509	472	285	512	498	483

Tabla II: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Eoceno superior y Oligoceno inferior en el sondeo ODP 1263 de Walvis Rigde (Atlántico SE)

Muestras Profundidad (mcd) ESPECIES	10H4 94,91	10H5 96,41	10H6 97,91	10H7 99,41	10HCC 99,97	11H1 101,29	11H2 102,79	11H3 104,44	11H4 105,79	11H5 107,29	11H6 108,79	11HCC 109,79
Aglutinados indeterminados		1							1	2		
<i>Alabama weddellensis</i>	4	16	12	5	7		1					1
<i>Anomalinooides alazanensis</i>												1
<i>Anomalinooides semicribatus</i>											1	
<i>Anomalinooides spissiformis</i>												
<i>Anomalinooides</i> spp.	3	4	7	8	1	8	5	1	1	2	2	2
<i>Anomalinooides/Nonionella</i>				4		2		16	6	8	1	
<i>Arenobulimina truncata</i>	1		1	1			2				2	2
<i>Astrononion novozealandicum</i>	12	6	3		5	3	2	1		4	1	3
<i>Bigenerina nodosaria</i>												
<i>Biseriada</i> sp.											1	
<i>Bolivina huneri</i>	4	52	6	8	2		3	2		2	6	4
<i>Bolivina</i> sp.A					1			3				1
<i>Bulimina alazanensis</i>	1		6	3	4	8		1	1	2		5
<i>Bulimina elongata</i>	1		6	3	2	1	7		4	4	2	
<i>Bulimina glomarchallengeri</i>				3	3	1	3		1	2	1	2
<i>Bulimina macilenta</i>		2										
<i>Bulimina microcostata</i>												
<i>Bulimina semicostata</i>	3			1		3	2	2	1	1		7
<i>Bulimina simplex</i>				1			1		1	2	1	2
<i>Bulimina trinitatensis</i>							19	1				
<i>Buliminella grata</i>	1	17	31	27	3	24	7		16	27	19	10
Calcáreos indeterminados				2		2			7		3	
<i>Cassidulina crassa</i>	2	3	1	11	8	12	10	7	6	5	3	13
<i>Cassidulina havanensis</i>	4	4	1	7	11	11	12	1	5	7	4	6
<i>Chilostomella</i> sp.						2						
<i>Chrysalogonium dickersoni</i>				1	2	2	1					
<i>Chrysalogonium tenuicostatum</i>			1			1	1	1		1		
<i>Cibicides laurisae</i>		1			1	1						
<i>Cibicidoides eocaenus</i>		1	2									
<i>Cibicidoides lamontdohertyi</i>	14	4	3	9	6	13	25	2	1	2	13	18
<i>Cibicidoides micrus</i>			2		1						1	3
<i>Cibicidoides mundulus</i>	3	6	2	1	2	2	4	5				2
<i>Cibicidoides robertsonianus</i>									1		1	
<i>Cibicidoides</i> sp.	3								2			
<i>Dentalina</i> sp.												
<i>Dorothia</i> sp.					1							
<i>Eggerella bradyi</i>							1					2
<i>Ellipsodimorphina</i> sp.						1					1	
<i>Ellipsoidella</i> spp.					1						1	1
<i>Epistominella exigua</i>	14	4	53	11	29	11	20	6	13	16	2	23
<i>Epistominella vitrea</i>	30	12	34	33	9	46	44	15	17	11	24	19
<i>Eponides</i> spp.				1		2	1			1		
<i>Eponides tumidulus</i>				2		2						
<i>Evolcassidulina bradyi</i>								27				
<i>Globocassidulina subglobosa</i>	40	20	32	29	43	21	28	34	28	11	23	27
<i>Globulina</i> sp.												
<i>Gyroidinooides depressus</i>	8	18	4	11	18	17	29	8	7	14	13	19
<i>Gyroidinooides girardanus</i>		4		4	5	4		2	7	1	1	3
<i>Gyroidinooides mediceus</i>	2	2		4		10	11	2	12	6	5	
<i>Gyroidinooides planulatus</i>	1	12	4	3	11	9	7	2	9	6	10	13
<i>Gyroidinooides soldanii</i>		5	3	3	6			6	5	2		5
<i>Gyroidinooides</i> sp.	1	1				1				1		1

Tabla II: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Eoceno superior y Oligoceno inferior en el sondeo ODP 1263 de Walvis Rigde (Atlántico SE)

Muestras Profundidad (mcd) ESPECIES	10H4 94,91	10H5 96,41	10H6 97,91	10H7 99,41	10HCC 99,97	11H1 101,29	11H2 102,79	11H3 104,44	11H4 105,79	11H5 107,29	11H6 108,79	11HCC 109,79
<i>Guttulina problema</i>												
<i>Hanzawaia ammophila</i>				4	1	1	3					
<i>Heronallenia lingulata</i>	4		6	1	5	3	6		1	2	8	5
<i>Karrieriella bradyi</i>	2			3		1	2	1	4		1	2
<i>Laevidentalina communis</i>			1		1							1
<i>Laevidentalina</i> spp.		1	1	1	8	2	3		2	2		3
<i>Lagena hexagona</i>												1
<i>Lagena striata</i>			1				1					
<i>Lenticulina</i> sp.	1	1	1	2	1		1	1			2	
<i>Lenticulina</i> sp. A		1										
<i>Loxostomina</i> sp.					2							
<i>Milionella subrotunda</i>					1							
<i>Neoconorbina</i> sp.												
<i>Neoeponides</i> sp.												
<i>Nodosarella</i> sp.												
<i>Nodosaria lamnulifera</i>					1							
<i>Nodosaria</i> sp.A					1	1		1	1		2	
<i>Nodosaria</i> sp.B					1						7	
<i>Nonion affine</i>					1							3
<i>Nonion havanense</i>	1		3	5	6	2	9	4	3	1	1	2
<i>Nonionella robusta</i>	5	3	1	3	3		4	2	9	6	3	6
<i>Nuttalides</i> sp. A										1		1
<i>Nuttalides truempyi</i>										1		
<i>Nuttalides umbonifera</i>	9	8	3	8	1	10	58	1	7	10	2	6
<i>Ophthalmidium pusillum</i>			1	2								2
<i>Oridorsalis plummerae</i>	47	19	21	14	18	7	16	8	9	8	5	7
<i>Oridorsalis</i> sp.	1											
<i>Oridorsalis umbonatus</i>	26	18	12	39	44	16	31	17	20	19	17	46
<i>Orthomorphina ambigua</i>					1							5
<i>Orthomorphina rohri</i>											5	
<i>Orthomorphina</i> sp.				1		4	2	1	5	3	30	1
<i>Osangularia culter</i>		6			1							4
<i>Osangularia</i> sp.									1			
<i>Plectofrondicularia paucicostata</i>								4		2		
<i>Plectofrondicularia advena</i>											11	
<i>Plectofrondicularia</i> sp.								2				
<i>Pleurostomella acuminata</i>			1	2	3	2	6		1	1	1	5
<i>Pleurostomella acuta</i>				2	6	4		2	2	3	1	3
<i>Pleurostomella alternans</i>				4	1							
<i>Pleurostomella bolivinoidea</i>	1	4	1	1	4	4	3	1	2	2	1	1
<i>Pleurostomella brevis</i>					2	1						1
<i>Pleurostomella</i> spp.		1		1		2	2	1	3	1		1
<i>Pleurostomella</i> sp.A	1											
<i>Pleurostomella</i> sp.B			5		3		1			2		3
<i>Pleurostomella</i> sp.C					4							
<i>Pleurostomella</i> sp.D					2							
<i>Pleurostomella subnodosa</i>		1	2	3	4		1	1	1			6
<i>Polimorphina</i> sp.								1				
Polimorfínidos sp.		1										
<i>Pseuclavulina trinitatensis</i>												
<i>Pseudoparrella</i> sp.	8	1		1		1	11	14	19	36	48	4
<i>Pseudopolimorphina</i> sp.				1								
<i>Pullenia quinqueloba</i>			2	3	3	1	1	3	1	1	2	1

Tabla II: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Eoceno superior y Oligoceno inferior en el sondeo ODP 1263 de Walvis Rigde (Atlántico SE)

Muestras Profundidad (mcd) ESPECIES	10H4 94,91	10H5 96,41	10H6 97,91	10H7 99,41	10HCC 99,97	11H1 101,29	11H2 102,79	11H3 104,44	11H4 105,79	11H5 107,29	11H6 108,79	11HCC 109,79
<i>Pullenia salisburyi</i>	2	1	1	7		7	13	5	5	4	8	1
<i>Pullenia</i> spp.					2			2		1		
<i>Pullenia subcarinata</i>	2	3	5	7	16	4	9	11	12	16	1	12
<i>Pytine</i> sp. A	4	2	2		5	1	6		1	5	2	7
<i>Pyrulina angusta</i>	1				5	3				2		4
<i>Quadrimorphina allomorphinoides</i>												
<i>Rosalina</i> sp.												
<i>Saracenaria</i> aff. <i>italica</i>	1											
<i>Seabrookia rugosa</i>						1	1			1		
<i>Siphonodosaria abyssorum</i>											2	
<i>Siphotextularia</i> sp.						2	1		1			
<i>Stilostomella annulifera</i>						1						
<i>Stilostomella</i> cf. <i>dentata-glabrata</i>												2
<i>Stilostomella consobrina</i>					2							
<i>Stilostomella fijiensis</i>	3	1	2	1		2	7	1	4			6
<i>Stilostomella lepidula</i>				6				2		2		
<i>Stilostomella</i> sp.A				1	3	1		4		1		
<i>Stilostomella subspinosa</i>		11	5	12	20	7	12	51	13	9	7	15
<i>Turrilina alsatica</i>		5			2							
Uniloculares calcáreos indet.	6	5	8	13	13	11	18	4	5	8	3	9
Uniseriados calcáreos indet.	4	1		2			2		6			
<i>Uvigerina hispida</i>												1
<i>Uvigerina peregrina</i>											1	
<i>Uvigerina</i> sp.												
<i>Vaginulina</i> sp.								1				
<i>Vulvulina spinosa</i>				1								1
TOTAL	471	481	495	546	579	525	682	500	501	503	531	593

Tabla III: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Oligoceno en la sección de Fuente Caldera (España)

Especies	FC-03-08	FC-03-18	FC-03-34	FC-03-46	FC-03-56	FC-03-60	FC-03-64	FC-03-71	FC-03-78	FC-03-108	FC-03-116	FC-03-125	FC-03-127	FC-03-132	FC-03-139	FC-03-148	FC-03-166	FC-03-172
Aglutinados indeterminados	2	2		3		1		1	5		1	1		1		1	1	1
<i>Alabama wilcoxensis</i>	1	1	1	4			2	1			1			1				
<i>Ammodiscus cretaceus</i>	1	1		1														
<i>Amphistegina radiata</i>				1		1		1			1			1				
<i>Angulogerina angulosa</i>	21	25	6	5	11	5	2	7	4	6	3	2	3	4	4	2	4	3
<i>Anomalinoides alazanensis</i>			1	2					1				1					
<i>Anomalinoides pompiliodes</i>	3	1	1	2	1													1
<i>Anomalinoides semicribatus</i>	2	1					1			2								
<i>Anomalinoides</i> sp. A		2																1
<i>Anomalinoides spissiformis</i>	1	1		3		3		1			1							1
<i>Anomalinoides</i> spp.	1	4		4	2	3	3	3	4	3	2	2	5	3		1		3
<i>Arenobulimina truncata</i>	2	1				1												
<i>Asterigerina campanella</i>	2	3	10	4	5		3	3	4		20	7		4	5		4	6
<i>Asterigerina</i> sp. A								1	3									
<i>Asterigerinoides subacutus</i>	2	1	3	2	13	1	15	22	17	3	8	4	7	11	17	23	23	23
<i>Astrononion novozealandicum</i>		1			1			2		1							1	
<i>Bathysiphon</i> spp.	2	3	5	2		4		4	3		2							2
<i>Bolivina advena</i>								2						1				
<i>Bolivina antiqua</i>	1		2	2	1	3	7	5		2	1	3						2
<i>Bolivina</i> cf. <i>huneri</i>	2																	
<i>Bolivina floridana</i>					1							2						
<i>Bolivina mississippiensis</i>	4	3	5	4	6	3	7	12	11	6	3	4	3	4	1		1	7
<i>Bolivina plicatella</i>																		
<i>Bolivina reticulata</i>	2	1	1															
<i>Bolivina</i> sp. A					1						1							
<i>Bolivina</i> spp.					4				2			2	2	2			1	2
<i>Bolivinella folia</i>								1							1		1	
<i>Bolivinoides</i> aff. <i>byramensis</i>								2	1									
<i>Bolivinoides byramensis</i>	4	1	2	2		1												
<i>Bolivinoides</i> cf. <i>crenulata</i>	2																	
<i>Bolivinoides crenulata</i>	60	38	37	51	190	218	90	58	56	116	92	53	49	47	29	28	27	61
<i>Bolivinoides delicatulus</i>	2																	
<i>Bolivinoides</i> spp.									3									
<i>Brizalina alazanensis</i>			2	2	2			2			2			1	2		2	3
<i>Brizalina carinata</i>	2	3	1	1														
<i>Brizalina</i> spp.		2					1		4		1	4	3	2		2		2
<i>Brizalina tectiformis</i>	2	6	2	1		2	13	7	2	7						1	1	
<i>Bulimina alazanensis</i>	1	2		1	2				1									
<i>Bulimina elongata</i>						1				2		1					1	1
<i>Bulimina jarvisi</i>	1															2		
<i>Bulimina macilenta</i>	4	1									2							
<i>Bulimina microcostata</i>					1													
<i>Bulimina simplex</i>	3	3	1					1	1	1		1	1			2	2	
<i>Bulimina</i> spp.					4							1			1			
<i>Bulimina trinitatis</i>						1		1		9	1		1					
<i>Buliminella grata</i>	3	1				1												
<i>Buliminella kugleri</i>	1		1	1						1	2		1					
<i>Buliminella turbinata</i>	1	1	2	1	1			1		3	1	1	2	2	3	4	1	3

Tabla III: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Oligoceno en la sección de Fuente Caldera (España)

Especies	FC-03-08	FC-03-18	FC-03-34	FC-03-46	FC-03-56	FC-03-60	FC-03-64	FC-03-71	FC-03-78	FC-03-108	FC-03-116	FC-03-125	FC-03-127	FC-03-132	FC-03-139	FC-03-148	FC-03-166	FC-03-172
Calcáreos indeterminados	3	4	5	4	18	3	10	8	7		7	10	7	8	10	10	17	4
<i>Cancris</i> sp.						1						1						
<i>Cassidulina havanensis</i>	1	5		1		4	2	2			3							
<i>Chilostomella oolina</i>		1	1	1							1	1		1				3
<i>Cibicides carinatus</i>	4	1		2		2	4	6	7	2	2	6		3	3		2	
<i>Cibicides laurissae</i>	2	3	5	3	2	1	3	3	2				1	3				
<i>Cibicides lobatulus</i>	18	22	17	16	13	1	14	23	21	8	23	23	23	20	19	17	19	23
<i>Cibicides refulgens</i>	10	7	14	7	5	3	5	12	11	2	11	11	1	10	4	2	8	9
<i>Cibicides</i> sp. A	25	26	24	2	5	2	12	15	16	12	12	19	6	7	9	12	10	17
<i>Cibicides</i> sp. B		2																
<i>Cibicides</i> spp.		8	9	4	2				7			2	2	3		4	3	5
<i>Cibicides westi</i>	2	3	10	3			2	8	6	2	2	3				2		
<i>Cibicoides eocaenus</i>				2		2												
<i>Cibicoides grimsdalei</i>	1								1	1								1
<i>Cibicoides lamontdohertyi</i>	14	9		2		1	5	2	1	5	5							
<i>Cibicoides limbatus</i>			1				1		2	5	2							1
<i>Cibicoides micrus</i>	1		1			1				1	2		1					1
<i>Cibicoides mundulus</i>	3	8	1	3		2	2	2	2	6	4							3
<i>Cibicoides robertsonianus</i>	1	15		2		3				5								
<i>Cibicoides</i> spp.	2	1	4	3	1	2		2	10	3		7				1		3
<i>Cibicoides ungerianus</i>	11	2	5	6		2	10	7	9	7	5	5		2		2		1
<i>Clavulinoides</i> sp.	2	1		1										3				
<i>Coryphostoma</i> sp.									1					1				4
<i>Dorothia crassa</i>	2	1	1				1											
<i>Eggerella bradyi</i>						3				3								
<i>Elphidium advenum</i>																		
<i>Elphidium ancestrum</i>							1		3		1							
<i>Elphidium crispum</i>							2	1			2							1
<i>Elphidium incertum</i>			8	4			2	10	2	2	7	5	8	7	11	11	10	4
<i>Elphidium macellum</i>			4															
<i>Elphidium</i> sp. A			2	2	1		3	9	4	3	10	7	10	4	3	7	6	2
<i>Elphidium</i> sp. B			1													3	3	
<i>Epistominella exigua</i>	3			2	1	1			2									1
<i>Eponides</i> sp.						1												
<i>Evolcassidulina bradyi</i>		1						1	1									
<i>Fissurina</i> sp.	4	3		4				2	1								1	3
<i>Fursenkoina</i> sp.				1								1	4					2
<i>Gaudryina arenata</i>											1							
<i>Globobulimina ovata</i>		4							2									
<i>Globocassidulina</i> sp.																		
<i>Globocassidulina subglobosa</i>	28	15	5	12	4	4	10	8	9	16	8	3	7	1			3	8
<i>Glomospira</i> sp.		1									1							
<i>Gyroidinoides depressus</i>	5	2		5		3	2	2	2	4	1							1
<i>Gyroidinoides girardanus</i>	3	5	1	3	2	3	3	1	2	7	3							
<i>Gyroidinoides globosus</i>													1					
<i>Gyroidinoides mediceus</i>	1	5	1	6		4				2	3			1				
<i>Gyroidinoides planulatus</i>	7	2	1	3		3	3	1	1	3	2							2
<i>Gyroidinoides soldanii</i>	1	1	3	5		6	2			1	2							

Tabla III: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Oligoceno en la sección de Fuente Caldera (España)

Especies	FC-03-08	FC-03-18	FC-03-34	FC-03-46	FC-03-56	FC-03-60	FC-03-64	FC-03-71	FC-03-78	FC-03-108	FC-03-116	FC-03-125	FC-03-127	FC-03-132	FC-03-139	FC-03-148	FC-03-166	FC-03-172
<i>Gyroidinoides</i> sp.		4	2	5				1				1	2		1		2	
<i>Hanzawaia ammophila</i>	1		1	1				2		1	1	2	3					1
<i>Hyalinea balthica</i>				1								7	1	4	5	5	6	
<i>Karreriella bradyi</i>	1	2		2		2												
<i>karreriella chapapotensis</i>		2																
<i>Karreriella cylindrica</i>	1	1		1														
<i>Laevidentalina communis</i>	2		1			1			2		1		1					
<i>Lagena hexagona</i>	2	1	1	2	1			1										
<i>Lagena</i> spp.	3	4	2	3					2				1					1
<i>Lagena striata</i>	1				1				1					1				
<i>Lenticulina</i> spp.	4	3	2		3	5	6	3	5	3	6	1	1	1				
<i>Marssonella trinitatensis</i>			1								1	2			3	3	1	
<i>Melonis barleeanum</i>							2	2			2	1						
<i>Neoconorbina terquemi</i>	11	16	41	7	6	1	21	12	6	13	6	27	22	23	29	18	29	11
<i>Neoconorbina</i> sp. A		2	2	1								1	3	2	1			
<i>Nodobolivinella jhingrani</i>			4									4	4	4	7	5	6	1
<i>Nodosarella</i> spp.	3	1		1					2				4	2				
<i>Nodosaria longiscata</i>	2		1										3					
<i>Nodosaria</i> spp.	1		1			3												
<i>Nonion affine</i>	2	3				1												
<i>Nonion havanense</i>	2	6		1	2	3		1	4	6					2			
<i>Nonion</i> spp.	4	10		2		4				4	2	1	1			2	2	4
<i>Nonionella commune</i>	1	2	4	1	2					1	4	10	11	8	9	12	4	5
<i>Nonionella grateloupi</i>		5	3	3	5	2	2	4		5	4	5	8	11		4	4	3
<i>Nonionella</i> sp. A												2		1				
<i>Nonionella</i> spp.	2	4	1	4	3			2	1	2					3	5		
<i>Nothia</i> spp.	2	3												2	4	3	3	2
<i>Nuttallides</i> sp.	1								1									
<i>Nuttallides truempyi</i>	1																	
<i>Oridorsalis plummerae</i>	1		1	3		1			1	1							1	1
<i>Oridorsalis umbonatus</i>	13	6	2	11	2	5	3	2	4	4	2		2				2	
<i>Osangularia culter</i>	3	1	2	1														
<i>Osangularia plummerae</i>		1	1															
<i>Osangularia</i> spp.	6	5	2	2	3	6		3	3		3			2			2	
<i>Palliatella</i> spp.	1	1		3					3									2
<i>Pararotalia audouini</i>		1	26						1			5	9	6	18	16	17	1
<i>Pyrgo</i> spp.															3			
<i>Planorbulina mediterranensis</i>																		
<i>Planulina renzi</i>	2	3	5		1		2	1	1		2	4	1				1	3
<i>Planulina renzi</i> juvenil				1				1	1					1				
<i>Plectofrondicularia paucicostata</i>	2	1															1	1
<i>Pleurostomella acuminata</i>						1												
<i>Pleurostomella alternans</i>			2		1	1		2		6	1							
<i>Pleurostomella brevis</i>		1	1	1		1				2						1	1	
<i>Pleurostomella</i> spp.		5		2		1		1	2		2	1		1				1
<i>Pleurostomella subnodosa</i>								2									1	
<i>Protelphidium laeve</i>			8	2	5		2	6	1		9	2	6	9	3	6	2	2
<i>Pseudoclavulina trinitatensis</i>	2	1																

Tabla III: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Oligoceno en la sección de Fuente Caldera (España)

Especies	FC-03-08	FC-03-18	FC-03-34	FC-03-46	FC-03-56	FC-03-60	FC-03-64	FC-03-71	FC-03-78	FC-03-108	FC-03-116	FC-03-125	FC-03-127	FC-03-132	FC-03-139	FC-03-148	FC-03-166	FC-03-172
<i>Pullenia bulloides</i>	1																	
<i>Pullenia quinqueloba</i>		1	1	2														
<i>Pullenia salisburyi</i>				1		1					2							1
<i>Pullenia subcarinata</i>	4	4		5	2	4		1	1				2	1				2
<i>Pyrvulina</i> spp.	2	1		2														
<i>Pytine</i> sp.A	1	1		1					2									
<i>Quadrimorphina allomorphinoides</i>	2								1		1		3		1			
<i>Quinqueliculina</i> sp. A	1	1	1	5		4		2	2			2		1	8	3	1	3
<i>Quinqueloculina</i> sp. B														1	4		4	3
<i>Quinqueloculina</i> sp. C														1	1			1
<i>Quiqueloculina</i> sp. D				1								2	1					
<i>Quinqueloculina</i> spp.					1		2			1	1				6	2		
<i>Rectobolivina costifera</i>				1							1	2	4	1	2			
<i>Rectuvigerina</i> sp. A									2			1						
<i>Recurvoides</i> spp.	1	4	2			3					2							
<i>Repmanina charoides</i>	1	1				2			1									
<i>Reticulophragmium</i> aff. <i>amplectens</i>	3	2	1	1														
<i>Reticulophragmoides jarvisi</i>	2	1	2															
<i>Reussella oligocena</i>												1	5					
<i>Reussella spinulosa</i>	6	3	11	2	1	1		2	2	1		8	12	13	17	21	16	4
<i>Rhabdammina cylindrica</i>	4	5		2	1	2			1	1	2			1				2
<i>Rhabdammina</i> spp.																		
<i>Rhizammina</i> sp.	1	1		2	9	1		1	3					2	1			
<i>Rosalina globularis</i>			15		10	3	7	3			3	15	17	13	21	15	5	10
<i>Saracenaria</i> sp. A	1										1							
<i>Sigmavirgulina tortuosa</i>	7	12	13	6	5	3	10	10	10	8	6	2	4	2		3	3	9
<i>Siphonodosaria abyssorum</i>	2	1				1			1									1
<i>Siphonodosaria annulifera</i>									2									
<i>Siphonodosaria</i> sp.	2	4	1															
<i>Sphaferoidina bulloides</i>		1		1						1								
<i>Spiroplectammina cubensis</i>	2	1	1															
<i>Stilostomella</i> aff. <i>consobrina</i>	1					2												
<i>Stilostomella subspinosa</i>	1	1	1	2				1	2		5		2					
<i>Textularia</i> spp.	1	1											2		3	1		2
<i>Tortoplectella rhomboidalis</i>			20	1	6	4	3	5	6	6	23	4	1	4			2	20
<i>Trifarina bradyi</i>		3	1		1			1		1		5	1	2		1	1	1
<i>Tubulogerina lunata</i>			1						1			1	11	4	1		1	3
<i>Tubulogerina vicksburgensis</i>												2	1	2				2
<i>Turrilina alsatica</i>		4		1														1
Uniloculares calcáreos	14	5	3	8	9	3	4	2	4	3	5	3	6	7	4	3	5	2
Uniseriados calcáreos indet.	1	4	5	8	7	8	3	4	6	2	7	5	3	5	5	5	6	9
<i>Uvigerina gaudrynoides</i>			2															
<i>Uvigerina graciliformis</i>			1	2					2	1		1						
<i>Uvigerina havanensis</i>	1			2				2						1				
<i>Uvigerina hispida</i>	2	3	1	1	1													
<i>Uvigerina rippensis</i>	2	2		2				1	1				1					
<i>Uvigerina</i> spp.		1			1			1		5	3		4	1		2	1	1
<i>Vulvulina spinosa</i>	3	1		1				1	1	2								
TOTAL	434	432	408	329	389	386	310	346	346	343	372	322	315	300	279	277	279	335

Tabla III: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Oligoceno en la sección de Fuente Caldera (España)

Especies	FC-03-176	FC-03-190	FC-03-206	FC-03-209	FC-03-212	FC-03-228	FC-03-233	FC-03-245	FC-03-251	FC-03-271	FC-03-283	FC-03-307	FC-03-327	FC-03-343	FC-03-360
Aglutinados indeterminados	1	2	2	3	1	2	2	1	3	1		4	2	3	
<i>Alabamina wilcoxensis</i>		2		2		1		2		1					
<i>Ammodiscus cretaceus</i>															
<i>Amphistegina radiata</i>				1							4				
<i>Angulogerina angulosa</i>	4	6	9	8	11	13	18	38	28	11	14	14	5	8	2
<i>Anomalinooides alazanensis</i>			1										1		
<i>Anomalinooides pompilioides</i>															
<i>Anomalinooides semicribatus</i>															1
<i>Anomalinooides</i> sp. A															
<i>Anomalinooides spissiformis</i>		1	4	2	1					1				1	1
<i>Anomalinooides</i> spp.	3	3	6	3	4	3	2	7	6	2	3	2	3	3	1
<i>Arenobulimina truncata</i>														2	2
<i>Asterigerina campanella</i>	10	2	5	7	4		2	9	8	4	11	6		2	
<i>Asterigerina</i> sp. A												2			
<i>Asterigerinoides subacutus</i>	18	17	11	6	5	13	8	15	9	14	19	23	7	11	7
<i>Astrononion novozealandicum</i>		6					1						1		
<i>Bathysiphon</i> spp.		2	2	1	2	3	2	2	1	3		2	2		
<i>Bolivina advena</i>												1			
<i>Bolivina antiqua</i>	2			2			1		1	1		1	3	3	2
<i>Bolivina</i> cf. <i>hueri</i>			1									1			
<i>Bolivina floridana</i>									1				1		
<i>Bolivina mississippiensis</i>	4	2	6	9	6	8	2	4	6	7		5	6	5	3
<i>Bolivina plicatella</i>										1	2	1			
<i>Bolivina reticulata</i>															
<i>Bolivina</i> sp. A									1	1			4		
<i>Bolivina</i> spp.	2	3		4			2	1	3	1		4	3		
<i>Bolivinella folia</i>															
<i>Bolivinooides</i> aff. <i>byramensis</i>				2											
<i>Bolivinooides byramensis</i>	1		5	1		1					4	3			
<i>Bolivinooides</i> cf. <i>crenulata</i>															
<i>Bolivinooides crenulata</i>	59	76	31	56	60	61	24	29	52	55	14	37	48	22	46
<i>Bolivinooides delicatulus</i>															
<i>Bolivinooides</i> spp.				2									2		4
<i>Brizalina alazanensis</i>			1	1	4		1	2	1	5		1	4		7
<i>Brizalina carinata</i>															
<i>Brizalina</i> spp.	1		3	2	1	3		1	1	3	3	3			
<i>Brizalina tectiformis</i>			5	1	2	1	4	2	6	4	2	11	6	10	6
<i>Bulimina alazanensis</i>		3	1			1	1		2	1				2	1
<i>Bulimina elongata</i>				1	1							2			
<i>Bulimina jarvisi</i>		1	1				1								
<i>Bulimina macilenta</i>		1		2		3									2
<i>Bulimina microcostata</i>						1	5								
<i>Bulimina simplex</i>	1	3	1	1	1	3		1		2					
<i>Bulimina</i> spp.															1
<i>Bulimina trinitatensis</i>		1		1				4	1	1		1		2	
<i>Buliminella grata</i>												1			4
<i>Buliminella kugleri</i>															
<i>Buliminella turbinata</i>	1									1		1			

Tabla III: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Oligoceno en la sección de Fuente Caldera (España)

Especies	FC-03-176	FC-03-190	FC-03-206	FC-03-209	FC-03-212	FC-03-228	FC-03-233	FC-03-245	FC-03-251	FC-03-271	FC-03-283	FC-03-307	FC-03-327	FC-03-343	FC-03-360
Calcáreos indeterminados	5	8	3	5	6	7	6	5	8	7		4	8	8	10
<i>Cancris</i> sp.	1														
<i>Cassidulina havanensis</i>		2	3		2		3	1		1		2	2		
<i>Chilostomella oolina</i>	1					1		1							
<i>Cibicides carinatus</i>	5			5	4	2		2	2	3	4	3			
<i>Cibicides laurisae</i>	1		2	3	2	1	2				3				
<i>Cibicides lobatulus</i>	24	10	36	35	41	17	15	27	25	26	56	26	16	22	7
<i>Cibicides refulgens</i>	9		10	15	22	9	7	15	13	9	18	13	10	17	1
<i>Cibicides</i> sp. A	15	5	23	32	29	35	18	23	16	32	18	28	12	26	15
<i>Cibicides</i> sp. B															
<i>Cibicides</i> spp.	4				4		4	4				5		3	6
<i>Cibicides westi</i>		2	3	4	1	2	2	4	3	5					
<i>Cibicoides eoceanus</i>		1				2	2		1					2	1
<i>Cibicoides grimsdalei</i>			1												
<i>Cibicoides lamontdohertyi</i>		4	3	4		5	8	1	3	4	2	4		7	8
<i>Cibicoides limbatus</i>		1					3		1		1			1	11
<i>Cibicoides micrus</i>									1		2				
<i>Cibicoides mundulus</i>	1	1	2	2		3	5	2	2	1	2	3			8
<i>Cibicoides robertsonianus</i>		4	2	1		2	4			2					
<i>Cibicoides</i> spp.	1		7			5	3	3	1		3	5	11	5	
<i>Cibicoides ungerianus</i>		5	6	5	1	4	5	13	11	6	14	7		16	6
<i>Clavulinoides</i> sp.															
<i>Coryphostoma</i> sp.	2		2	1	3								1		
<i>Dorothia crassa</i>															
<i>Eggerella bradyi</i>												2	1		3
<i>Elphidium advenum</i>								1			2			1	
<i>Elphidium ancestrum</i>				1							1			2	1
<i>Elphidium crispum</i>				3				3			8			3	1
<i>Elphidium incertum</i>	10		2		7	2			1	1	1			2	
<i>Elphidium macellum</i>		1								2					
<i>Elphidium</i> sp. A	4	3	3	1	1			1	2			6			
<i>Elphidium</i> sp. B															
<i>Epistominella exigua</i>			1							1		1			
<i>Eponides</i> sp.															
<i>Evolcassidulina bradyi</i>						1									
<i>Fissurina</i> sp.		2					4			1			2		
<i>Fursenkoina</i> sp.	1				2										
<i>Gaudryina arenata</i>															
<i>Globobulimina ovata</i>	2					3	1			1		1			
<i>Globocassidulina</i> sp.							1				2				
<i>Globocassidulina subglobosa</i>	5	16	7	15	6	13	16	9	13	24	12	17	17	15	12
<i>Glomospira</i> sp.															
<i>Gyroidinoides depressus</i>	1	4	2	2	2	1			2	2		1	4	2	3
<i>Gyroidinoides girardanus</i>		4		2	1	1	2	2	1	2	1	2	3	1	8
<i>Gyroidinoides globosus</i>					1										
<i>Gyroidinoides mediceus</i>		1					2			1			1	1	1
<i>Gyroidinoides planulatus</i>	1	1	4	3					1				3	1	2
<i>Gyroidinoides soldanii</i>		2		1		1	6			3	3	2		2	7

Tabla III: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Oligoceno en la sección de Fuente Caldera (España)

Especies	FC-03-176	FC-03-190	FC-03-206	FC-03-209	FC-03-212	FC-03-228	FC-03-233	FC-03-245	FC-03-251	FC-03-271	FC-03-283	FC-03-307	FC-03-327	FC-03-343	FC-03-360
<i>Gyroidinoides</i> sp.	1		1			6	1	1	5			4			
<i>Hanzawaia ammophila</i>	1			1		3		1		1			6	4	3
<i>Hyalinea balthica</i>	2											1	1		
<i>Karreriella bradyi</i>						3	2		1	1	1	2	2		
<i>karreriella chapapotensis</i>															
<i>Karreriella cylindrica</i>															
<i>Laevidentalina communis</i>															
<i>Lagena hexagona</i>															
<i>Lagena</i> spp.	1		1			1		5	2			1	3		4
<i>Lagena striata</i>													1	1	2
<i>Lenticulina</i> spp.		4	2	4					3	5	8	6	4	6	
<i>Marssonella trinitatensis</i>	2			1				1					1		
<i>Melonis barleeianum</i>		1		1			1					1			
<i>Neoconorbina terquemi</i>	15		14	10	12		9	22	10	16	23	20	11	27	12
<i>Neoconorbina</i> sp. A															
<i>Nodobolivinella jhingrani</i>	10		1	1	1	1	2	1	1	3			1	1	
<i>Nodosarella</i> spp.															
<i>Nodosaria longiscata</i>		2										1			
<i>Nodosaria</i> spp.															
<i>Nonion affine</i>	1														4
<i>Nonion havanense</i>			2	1	1		3	1					1	2	5
<i>Nonion</i> spp.	2		1	3	5	2	2		1	3		5	3		
<i>Nonionella commune</i>	8	2	3	3	4	2	1	3	2	1			1		3
<i>Nonionella grateloupi</i>	14	2	2		3	3	4		3			1	4	4	
<i>Nonionella</i> sp. A															
<i>Nonionella</i> spp.			3	7	2	1		4		1			3	2	3
<i>Nothia</i> spp.	1	2	1	2	1	2				1			1		
<i>Nuttallides</i> sp.															
<i>Nuttallides truempyi</i>															
<i>Oridorsalis plummerae</i>		1		1		1	1		1	1		1		1	3
<i>Oridorsalis umbonatus</i>		11	4	1		7	20		3	5	4	3	3	2	19
<i>Osangularia culter</i>													1	2	1
<i>Osangularia plummerae</i>															4
<i>Osangularia</i> spp.	2	3	1	3		5	8	1	3	2	5	2	6	1	
<i>Palliolatella</i> spp.	4	1			1	3		1					1		
<i>Pararotalia audouini</i>	7			2	5	1		2			2	3		4	5
<i>Pyrgo</i> spp.															
<i>Planorbulina mediterranensis</i>			3		1		1	3	1						
<i>Planulina renzi</i>		1										3	2	1	3
<i>Planulina renzi</i> juvenil	7		4									1			
<i>Plectofrondicularia paucicostata</i>							1								
<i>Pleurostomella acuminata</i>		1													
<i>Pleurostomella alternans</i>		2			1		2			2		1			
<i>Pleurostomella brevis</i>		1										1	1	1	
<i>Pleurostomella</i> spp.		1	2	1		2	4		3				4	1	
<i>Pleurostomella subnodosa</i>					1							1			
<i>Protelphidium laeve</i>	8	1		6	9	3	3	5	2	1	5	1		3	2
<i>Pseudoclavulina trinitatensis</i>															

Tabla III: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Oligoceno en la sección de Fuente Caldera (España)

Especies	FC-03-176	FC-03-190	FC-03-206	FC-03-209	FC-03-212	FC-03-228	FC-03-233	FC-03-245	FC-03-251	FC-03-271	FC-03-283	FC-03-307	FC-03-327	FC-03-343	FC-03-360
<i>Pullenia bulloides</i>						1				2			3		
<i>Pullenia quinqueloba</i>						1									
<i>Pullenia salisburyi</i>		1	1			2	4		1	1	2			1	
<i>Pullenia subcarinata</i>		7	3		1	2	2		1	1	2		5		
<i>Pyrvulina</i> spp.							3						1		
<i>Pytine</i> sp.A		1					2								
<i>Quadriformina allomorphinoides</i>		1													
<i>Quinqueloculina</i> sp. A	1	2							1				2		
<i>Quinqueloculina</i> sp. B															
<i>Quinqueloculina</i> sp. C															
<i>Quinqueloculina</i> sp. D													1		
<i>Quinqueloculina</i> spp.							5	2		1				2	5
<i>Rectobolivina costifera</i>															
<i>Rectuvigerina</i> sp. A										1					
<i>Recurvoides</i> spp.		2				1		1	1	1			2		
<i>Repmanina charoides</i>		1	1										2	1	1
<i>Reticulophragmium</i> aff. <i>amplectens</i>															
<i>Reticulophragmoides jarvisi</i>															
<i>Reussella oligocena</i>			1		1			2				1			
<i>Reussella spinulosa</i>	16	1	1	6	6	1	1	7		1	11	6	3	8	1
<i>Rhabdammina cylindrica</i>		3	2		1	1	1	1	3	2		1	2		1
<i>Rhabdammina</i> spp.															
<i>Rhizammina</i> sp.			1		1				1			2		1	1
<i>Rosalina globularis</i>	12	1	3	6	11	3						4			
<i>Saracenaria</i> sp. A		2										1			
<i>Sigmavirgulina tortuosa</i>	5	8	21	13	9	7	16	20	10	4	10	12	6	7	5
<i>Siphonodosaria abyssorum</i>															10
<i>Siphonodosaria annulifera</i>															
<i>Siphonodosaria</i> sp.					2										8
<i>Sphaferoidina bulloides</i>							3			2		1	2		
<i>Spiroplectammina cubensis</i>															
<i>Stilostomella</i> aff. <i>consobrina</i>						2	6							2	
<i>Stilostomella subspinosa</i>		4	3	1		3	3	1	3	1	1	5		2	6
<i>Textularia</i> spp.		6					1	3				2		1	2
<i>Tortoplectella rhomboidalis</i>	4	1			1			2			3	13	4	18	5
<i>Trifarina bradyi</i>	2		2	2	4			2		1	1	5	3	1	
<i>Tubulogerina lunata</i>				1	2		2	1				1			
<i>Tubulogerina vicksburgensis</i>												1	5	4	2
<i>Turrilina alsatica</i>								1		6	1	1	5		1
Uniloculares calcáreos	3	5	2	1	3	2	9	2	4	3	1	4	1	7	9
Uniseriados calcáreos indet.	2	4	4	2	3	5	9	7	5	9	5	9	7	5	3
<i>Uvigerina gaudryoides</i>											3		2		4
<i>Uvigerina graciliformis</i>	1							1					3		
<i>Uvigerina havanensis</i>										4		3			
<i>Uvigerina hispida</i>															
<i>Uvigerina rippensis</i>						1						1			
<i>Uvigerina</i> spp.	1	1	1	1	1	2	1	2	5			2		3	
<i>Vulvulina spinosa</i>		1	1				1		1	2	1				2
TOTAL	333	296	309	339	331	314	329	341	314	339	318	392	309	337	340

Tabla IV: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Oligoceno superior y Mioceno inferior en la sección de Zarabanda (España)

ESPECIES	Distribución por muestra										
	ZA-116 - 8 (A)	ZA-116 - 11	ZA-116 - 14	ZA-116 - 16 (B)	ZA-116 - 26	ZA-116 - 28 (C)	ZA-116 - 30	ZA-116 - 34	ZA-116 - 36	ZA-116 - 38	ZA-116 - 41
Aglutinados indeterminados	4							1		1	2
<i>Alabamina weddellensis</i>											
<i>Alabamina wilcoxensis</i>		2				1		1	1	1	
<i>Ammodiscus cretaceus</i>	1		1								
<i>Ammodiscus</i> sp.A	2		2				1				
<i>Amphistegina radiata</i>		1		1							
<i>Angulogerina angulosa</i>	1	1	9	11	10	7		1	2	6	12
<i>Anomalinoidea alazanensis</i>			1			3					1
<i>Anomalinoidea pompilioides</i>		1									
<i>Anomalinoidea spissiformis</i>			5	1	1	5	3	2	3	3	2
<i>Anomalinoidea</i> spp.	5	3	6		2		2	2	1	2	
<i>Arenobulimina truncata</i>	1										
<i>Asterigerina campanella</i>		2	1	9	1	5		3	5	2	
<i>Asterigerina</i> sp. A											
<i>Asterigerinoides subacutus</i>	3	15	16	10	14			7	9	10	6
<i>Astrononion novozealandicum</i>			2			6	2	2	2	2	3
<i>Bathysiphon</i> spp.							3	1		1	
<i>Bolivina advena</i>			2								
<i>Bolivina antiqua</i>		1		1		5	2	2	1	2	2
<i>Bolivina huneri</i>							2	1			6
<i>Bolivina floridana</i>											
<i>Bolivina mississippiensis</i>	3	5	6	3	2	10	8	6	7	5	7
<i>Bolivina plicatella</i>			1		3	1		1		3	5
<i>Bolivina</i> sp. A											
<i>Bolivina</i> spp.	1		1			2				1	2
<i>Bolivinoidea</i> aff. <i>byramensis</i>											
<i>Bolivinoidea byramensis</i>			3								4
<i>Bolivinoidea crenulata</i>	47	34	72	12	10	158	39	77	86	72	69
<i>Bolivinoidea</i> spp.			2					2	1	1	1
<i>Brizalina</i> aff. <i>interjuncta bicostata</i>											1
<i>Brizalina alazanensis</i>						1		1		1	1
<i>Brizalina carinata</i>			4					1			1
<i>Brizalina</i> spp.			1	1		4		2	2	3	2
<i>Brizalina subaenariensis</i>			1				8				4
<i>Brizalina tectiformis</i>	2	1	4			4	1	1		2	4
<i>Bulimina alazanensis</i>								3	4	4	1
<i>Bulimina elongata</i>	1	2					1	1			
<i>Bulimina macilenta</i>		1				1	1	1		1	
<i>Bulimina microcostata</i>						1					
<i>Bulimina semicostata</i>							2	1		1	
<i>Bulimina simplex</i>		2					1				1
<i>Bulimina</i> spp.									2	2	

Tabla IV: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Oligoceno superior y Mioceno inferior en la sección de Zarabanda (España)

ESPECIES	Zarabanda (España)										
	ZA-116 - 8 (A)	ZA-116 - 11	ZA-116 - 14	ZA-116 - 16 (B)	ZA-116 - 26	ZA-116 - 28 (C)	ZA-116 - 30	ZA-116 - 34	ZA-116 - 36	ZA-116 - 38	ZA-116 - 41
<i>Bulimina trinitatensis</i>						1					
<i>Buliminella grata</i>	1										
<i>Buliminella</i> sp.									1	1	
<i>Buliminella turbinata</i>										1	
Calcáreos indeterminados											
<i>Cassidulina crassa</i>	1	1				2	3	2	2	3	3
<i>Cassidulina havanensis</i>	3		2			2	1	1	2	2	3
<i>Cassidulina laevigata</i>											
<i>Chilostomella oolina</i>						3	1	4	6	7	9
<i>Chrysalogonium crassitestum</i>											
<i>Chrysalogonium dickersoni</i>	2	1	1								
<i>Cibicides carinatus</i>	1	2	4	3	2	4	2	2		1	4
<i>Cibicides laurissae</i>	1	1					1	1	1	1	
<i>Cibicides lobatulus</i>	6	24	38	36	30	20	5	9	11	15	21
<i>Cibicides refulgens</i>	17	74	69	90	67	40	5	12	11	19	23
<i>Cibicides</i> sp. B											
<i>Cibicides</i> spp.			5	3	4	5	1	3	5	5	4
<i>Cibicides westi</i>	4		6	1	1			1			
<i>Cibicoides barnetti</i>						1				1	
<i>Cibicoides bradyi</i>							5	3	2	1	
<i>Cibicoides eocaenus</i>					1		1				1
<i>Cibicoides grimsdalei</i>											
<i>Cibicoides lamontdohertyi</i>	9		8			3	2	5	4	3	2
<i>Cibicoides mexicanus</i>											
<i>Cibicoides micrus</i>	2						1				1
<i>Cibicoides mundulus</i>	3	1	4		2	2	10	8	12	6	3
<i>Cibicoides robertsonianus</i>		1				1	1	1	1	1	
<i>Cibicoides</i> sp. A	1										1
<i>Cibicoides</i> sp. B									1	1	
<i>Cibicoides</i> aff. <i>limbatus</i>	28		7	1	2			2	4	3	
<i>Cibicoides</i> spp.		1	6				1	3	2	1	4
<i>Cibicoides ungerianus</i>	9	5	7	10	4		2	5	4	6	6
<i>Clavulinoides angularis</i>											
<i>Dentalina</i> sp. A											
<i>Dorothia crassa</i>	1							1	1	1	
<i>Eggerella bradyi</i>	1						3	1			
<i>Ellipsoidella</i> spp.								2	2	1	
<i>Elphidium ancestrum</i>					1						
<i>Elphidium crispum</i>		5		1	5						
<i>Elphidium incertum</i>			3	2							
<i>Elphidium macellum</i>		4	11	6	5	2	1	1	1	1	
<i>Elphidium</i> sp. A	2	3		2	5	2				1	
<i>Epistominella exigua</i>						14		2	4	3	2

Tabla IV: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Oligoceno superior y Mioceno inferior en la sección de Zarabanda (España)

ESPECIES	Distribución por muestra										
	ZA-116 - 8 (A)	ZA-116 - 11	ZA-116 - 14	ZA-116 - 16 (B)	ZA-116 - 26	ZA-116 - 28 (C)	ZA-116 - 30	ZA-116 - 34	ZA-116 - 36	ZA-116 - 38	ZA-116 - 41
<i>Epistominella vitrea</i>											
<i>Evolcassidulina bradyi</i>											1
<i>Fursenkoina pauciloculata</i>											
<i>Globobulimina ovata</i>							1				
<i>Globocassidulina horizontalis</i>	9	1	4		1		4	1			
<i>Globocassidulina subglobosa</i>	14	3	21	5	1	13	8	7	6	11	14
<i>Gyroidinoides depressus</i>	2	1	4	1	1	2	7	6	4	3	2
<i>Gyroidinoides girardanus</i>	3	1	4	1	1		3	1	2	1	
<i>Gyroidinoides mediceus</i>	1		2			2	3	4	3	3	4
<i>Gyroidinoides planulatus</i>	1		3	1		6	3	5	6	4	4
<i>Gyroidinoides soldanii</i>	2		2			4	2	2	3	4	3
<i>Gyroidinoides</i> sp.										1	
<i>Hanzawaia ammophila</i>	6	1		1		2		1	3	2	
<i>Hanzawaia</i> sp.			1							1	
<i>Hyalinea balthica</i>								1	2	1	
<i>Hyperammina</i> sp.											
<i>Karrieriella bradyi</i>							2	1			
<i>Laevidentalina</i> sp.							1	2	2	3	
<i>Lagena striata</i>	1	1	1		1			1			
<i>Lenticulina</i> sp.		1	2	2	1	1	5	3	4	2	3
<i>Loxostomoides applinae</i>											
<i>Melonis barleeaanum</i>											
<i>Neoconorbina terquemi</i>	4	33	24	27	56	34	2	10	13	22	31
<i>Nodobolivinella jhingrani</i>		8		3	8						2
<i>Nodosaria longiscata</i>	1	1									
<i>Nodosaria</i> spp.			2				3	1	1	1	
<i>Nonionella</i> spp.						4		1	1	1	5
<i>Nonion affine</i>						2	1	3	4	2	
<i>Nonion commune</i>		6	3	1	10	8	1		1	3	1
<i>Nonion havanense</i>	8	2	5	3	1	4	4	6	10	8	1
<i>Nonion</i> spp.					2					1	
<i>Nonionella</i> aff. <i>robusta</i>											
<i>Nonionella grateloupi</i>		5		1	3	7		4	7	5	3
<i>Nonionella</i> sp. A	5		2					1	1	1	3
<i>Nonionella</i> sp. B										1	
<i>Nonionella</i> sp. C											
<i>Nothia</i> sp. A							1				
<i>Nuttallides umbonifera</i>			3	1		1	3	8	10	4	
<i>Oridorsalis plummerae</i>		1	3	1			1	3	3	2	1
<i>Oridorsalis umbonatus</i>	7	1	9	4	3	7	3	7	8	7	6
<i>Osangularia plummerae</i>											
<i>Osangularia</i> spp.			6			2		4	6	5	1

Tabla IV: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Oligoceno superior y Mioceno inferior en la sección de Zarabanda (España)

ESPECIES	Zarabanda										
	ZA-116 - 8 (A)	ZA-116 - 11	ZA-116 - 14	ZA-116 - 16 (B)	ZA-116 - 26	ZA-116 - 28 (C)	ZA-116 - 30	ZA-116 - 34	ZA-116 - 36	ZA-116 - 38	ZA-116 - 41
<i>Pararotalia audouini</i>		5		3	13						
<i>Planulina renzi</i>						1	1				
<i>Planulina renzi</i> juvenil		1									
<i>Planulina</i> sp.											
<i>Pleurostomella acuminata</i>											
<i>Pleurostomella alternans</i>	1					1		2	1	3	
<i>Pleurostomella bolivinoidea</i>							2	1			
<i>Pleurostomella brevis</i>						1		2	2	1	
<i>Pleurostomella</i> sp.	1		3		2		1	1	1	2	
<i>Pleurostomella subnodosa</i>											
<i>Protelphidium laeve</i>	1	10	4	6	4	16		1	2	2	
<i>Pullenia bulloides</i>	8	1	1	2	2		4				2
<i>Pullenia quinqueloba</i>			1		1	1	4	2		1	2
<i>Pullenia salisburyi</i>	1	2	1			6	1	3	4	4	
<i>Pullenia subcarinata</i>			2			3	4				
<i>Pyrvulina</i> sp.						1	1	1			
<i>Pytine</i> sp. A						2	1	4	5	3	
<i>Quinqueliculina</i> sp. A	1			7	9	4	8				
<i>Quinqueloculina</i> sp. B	4			3	5		3			1	
<i>Quinqueloculina</i> spp.				2	1						
<i>Recurvoides</i> sp.	3						2		4	3	2
<i>Repmanina charoides</i>	1		3				2	3	4	4	
<i>Reticulophragmium</i> aff. <i>amplectens</i>				1			1				1
<i>Reusella oligocena</i>		1		3	1					2	
<i>Reusella</i> sp. A										1	
<i>Reusella spinulosa</i>	2	16	2	15	14	4		1	2	3	4
<i>Rhabdammina cylindrica</i>	4	2			1		9	5	3	4	
<i>Rhabdammina</i> spp.	5			2		2	5	3	3	2	
<i>Rhizammina</i> spp.						1	2	1	3	3	
<i>Rosalina globularis</i>	2	14	6	5	18	8	2	5	4	6	4
<i>Rosalina</i> sp. A	2									2	
<i>Sagrinopsis fimbriata</i>		1		9	6			1	1	1	
<i>Sigmavirgulina tortuosa</i>		3	9	16	4	1		2	3	12	15
<i>Siphonodosaria abyssorum</i>	8	1	3				2				
<i>Sphaeroidina bulloides</i>											
<i>Spiroplectammina</i> sp.	1					3					
<i>Spiroplectammina cubensis</i>	1					3		1	2		
<i>Stilostomella</i> aff. <i>consobrina</i>											
<i>Stilostomella annulifera</i>					3	2	6	2	2	1	
<i>Stilostomella</i> cf. <i>dentata-glabrata</i>	1							1	2	2	

Tabla IV: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Oligoceno superior y Mioceno inferior en la sección de Zarabanda (España)

ESPECIES	ZA- 116 - 8 (A)		ZA- 116 - 11		ZA- 116 - 14		ZA-116 - 16 (B)		ZA-116 - 26		ZA-116 - 28 (C)		ZA-116 - 30		ZA-116 - 34		ZA-116 - 36		ZA-116 - 38		ZA-116 - 41	
<i>Stilostomella fijiensis</i>	1	2	2								1	2	3	3	2							
<i>Stilostomella subspinosa</i>	3	4	1						4	3	10	5	2	3								
<i>Textularia</i> sp.	1						2						1	1	1							
<i>Tortoplectella rhomboidalis</i>							1							1	1	2						
<i>Trifarina bradyi</i>					3					3		1	1	1	1							
<i>Turrilina alsatica</i>										2		1	1									
Uniloculares calcáreos indet.	21	2	8					8	26	14	11	15	10	9								
Uniseriados calcáreos indet.	5	3							4	4	1	2	3	4								
<i>Uvigerina</i> aff. <i>spini-costata</i>										1	21	1	1									
<i>Uvigerina graciliformis</i>						2						1	1									
<i>Uvigerina havanensis</i>													1									
<i>Uvigerina proboscidea</i>										1												
<i>Uvigerina</i> aff. <i>rustica</i>											1											
<i>Uvigerina</i> spp.	2	1	2					1	1	1		1	1	2								
<i>Vulvulina</i> sp.			2																			
<i>Vulvulina spinosa</i>	1										1											
TOTAL	308	331	463	335	358	517	295	339	381	395	357											

Tabla IV: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Oligoceno superior y Mioceno inferior en la sección de Zarabanda (España)

ESPECIES	ZA-116 - 45	ZA-116 - 51	ZA-116 -57	ZA-116 -61	ZA-116 -62	ZA-116 -63 (G)	ZA-116 - 65	ZA-116 - 67	ZA-116 - 70	ZA-116 - 74	ZA-116 - 77	ZA-116 - 80
Aglutinados indeterminados	1	1	2		5	5						4
<i>Alabamina weddellensis</i>					1							
<i>Alabamina wilcoxensis</i>	1	1	2	2				1				
<i>Ammodiscus cretaceus</i>	2	3	2	3		2	3		2	4	2	1
<i>Ammodiscus</i> sp.A			1	3	5	3	1	2				1
<i>Amphistegina radiata</i>		1					2					1
<i>Angulogerina angulosa</i>	10	8	5	3	5	2	8	4	5	4	11	5
<i>Anomalinooides alazanensis</i>					1		3		1	1		
<i>Anomalinooides pompilioides</i>	1	1					1					
<i>Anomalinooides spissiformis</i>	3	2	2	2	5	6	6	8	6	4	2	1
<i>Anomalinooides</i> spp.	2	3	2	1		2		3	2			1
<i>Arenobulimina truncata</i>												
<i>Asterigerina campanella</i>					1	1	1	1		2	2	1
<i>Asterigerina</i> sp. A							1					
<i>Asterigerinoides subacutus</i>	4	5	3		7	5	4	5	3	5	4	3
<i>Astrononion novozealandicum</i>			4	6	2	11	8	1		1		4
<i>Bathysiphon</i> spp.			2	4								6
<i>Bolivina advena</i>									1			
<i>Bolivina antiqua</i>	1	1	2	4			2	1		2		1
<i>Bolivina huneri</i>					28							3
<i>Bolivina floridana</i>							5			1	1	
<i>Bolivina mississippiensis</i>	5	3	7	9	7	8	4		2	5		5
<i>Bolivina plicatella</i>	2		1	1	1							1
<i>Bolivina</i> sp. A												
<i>Bolivina</i> spp.	1				1	1		3	4		3	
<i>Bolivinooides</i> aff. <i>byramensis</i>				1	1							
<i>Bolivinooides byramensis</i>	1	1			2	1		1		2	1	
<i>Bolivinooides crenulata</i>	67	68	66	70	63	50	72	66	68	79	21	27
<i>Bolivinooides</i> spp.			1	1	3	5	3	5	4	2		1
<i>Brizalina</i> aff. <i>interjuncta bicostata</i>										1		
<i>Brizalina alazanensis</i>	1		1		4	2						
<i>Brizalina carinata</i>					4							
<i>Brizalina</i> spp.			1		1	4	2	4	3	1	5	4
<i>Brizalina subaenariensis</i>					2							3
<i>Brizalina tectiformis</i>	6	10	7	6	4	10	8	2	4	7	5	1
<i>Bulimina alazanensis</i>	2	3	1	1	5	6	2				4	3
<i>Bulimina elongata</i>			1		3							
<i>Bulimina macilenta</i>			1	1		3		1	1			
<i>Bulimina microcostata</i>												
<i>Bulimina semicostata</i>							2	1	1			
<i>Bulimina simplex</i>	1				1		1	1				
<i>Bulimina</i> spp.												

Tabla IV: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Oligoceno superior y Mioceno inferior en la sección de Zarabanda (España)

ESPECIES	ZA-116 - 45	ZA-116 - 51	ZA-116 - 61	ZA-116 - 61	ZA-116 - 62	ZA-116 - 63 (G)	ZA-116 - 65	ZA-116 - 67	ZA-116 - 70	ZA-116 - 74	ZA-116 - 77	ZA-116 - 80
<i>Bulimina trinitatensis</i>				1		4	3					
<i>Buliminella grata</i>					3		1					1
<i>Buliminella sp.</i>												
<i>Buliminella turbinata</i>	2	1	1		1				1		1	1
Calcáreos indeterminados						2		9	10			
<i>Cassidulina crassa</i>	8	9	6	4	5	5	9		1	4	2	1
<i>Cassidulina havanensis</i>			5	7	3	1	3	1	2	3	1	1
<i>Cassidulina laevigata</i>							2					
<i>Chilostomella oolina</i>				1		1	3			1		5
<i>Chrysalogonium crassitestum</i>					1	3						
<i>Chrysalogonium dickersoni</i>	2	1	3	3								
<i>Cibicides carinatus</i>	5	6					1	2	3			1
<i>Cibicides laurissae</i>	1		1	1	1		3	1	1			
<i>Cibicides lobatulus</i>	17	12	9	3	14	3	9	10	15	21	16	5
<i>Cibicides refulgens</i>	14	16	15	5	19	7	19	38	36	37	26	17
<i>Cibicides sp. B</i>									2	3		
<i>Cibicides spp.</i>			3	3	4	1		1	1			
<i>Cibicides westi</i>										1		
<i>Cibicoides barnetti</i>							1			1		
<i>Cibicoides bradyi</i>												
<i>Cibicoides eocaenus</i>	1		1		1							
<i>Cibicoides grimsdalei</i>								1			1	
<i>Cibicoides lamontdohertyi</i>			1	1	2	14	5		2	3	1	1
<i>Cibicoides mexicanus</i>							2		1	1		
<i>Cibicoides micrus</i>			1	1				2				
<i>Cibicoides mundulus</i>	2	1	2	3	8	22	7	11	10	5	3	4
<i>Cibicoides robertsonianus</i>	2	2	1	1				2	4	5		1
<i>Cibicoides sp. A</i>												
<i>Cibicoides sp. B</i>	1						1		1			
<i>Cibicoides aff. limbatus</i>			1					1	2			9
<i>Cibicoides spp.</i>	3	4			4	12				2	9	6
<i>Cibicoides ungerianus</i>	4	2	1	1						4	2	
<i>Clavulinoides angularis</i>										1		
<i>Dentalina sp. A</i>						1						
<i>Dorothia crassa</i>			1									
<i>Eggerella bradyi</i>	1		2	3	2		6				4	5
<i>Ellipsoidella spp.</i>										1		
<i>Elphidium ancestrum</i>										2		
<i>Elphidium crispum</i>						2			1	1	1	1
<i>Elphidium incertum</i>			1	1								1
<i>Elphidium macellum</i>	4	5	3	1				5	3		1	
<i>Elphidium sp. A</i>	1		2	1			1					
<i>Epistominella exigua</i>	5	3	1	1	15	7	7	1	8	26		18

Tabla IV: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Oligoceno superior y Mioceno inferior en la sección de Zarabanda (España)

ESPECIES	ZA-116 - 45	ZA-116 - 51	ZA-116 - 58	ZA-116 - 61	ZA-116 - 62	ZA-116 - 63 (G)	ZA-116 - 65	ZA-116 - 67	ZA-116 - 70	ZA-116 - 74	ZA-116 - 77	ZA-116 - 80
<i>Epistominella vitrea</i>					5				1	2		1
<i>Evolcassidulina bradyi</i>					1					1	1	1
<i>Fursenkoina pauciloculata</i>								2	2		1	
<i>Globobulimina ovata</i>								1	1			1
<i>Globocassidulina horizontalis</i>	1			2								
<i>Globocassidulina subglobosa</i>	13	11	9	6	32	18	12	10	11	11	9	17
<i>Gyroidinoides depressus</i>	1	2	6	7	2	3	2	5	4	3	1	4
<i>Gyroidinoides girardanus</i>	2	3	4	5	3	4	4	1	3	6	1	2
<i>Gyroidinoides mediceus</i>	2	1	3	3	5	4	2	1	8	7	2	2
<i>Gyroidinoides planulatus</i>	3	3	2	2	2	4	4	7	6	7	2	
<i>Gyroidinoides soldanii</i>	1		3	5	1	5	4	3	2	3	2	2
<i>Gyroidinoides</i> sp.									1		3	
<i>Hanzawaia ammophila</i>	1				1		3	1	2	4		2
<i>Hanzawaia</i> sp.			1		1							
<i>Hyalinea balthica</i>												
<i>Hyperammia</i> sp.					1							
<i>Karrerella bradyi</i>						1	1				1	
<i>Laevidentalina</i> sp.										1		
<i>Lagena striata</i>	2	2	1		2			2	3	2	1	
<i>Lenticulina</i> sp.	1	2	4	4	3	2	3	5	5		4	4
<i>Loxostomoides applinae</i>							3					
<i>Melonis barleeaanum</i>	1	1				3						
<i>Neoconorbina terquemi</i>	27	23	10	3	18	19	23	13	17	23	12	13
<i>Nodobolivinella jhingrani</i>	1	2						2	1			
<i>Nodosaria longiscata</i>												
<i>Nodosaria</i> spp.										2		
<i>Nonionella</i> spp.	3	3			3	3	2	1	1	2	3	2
<i>Nonion affine</i>			1				2			1		
<i>Nonion commune</i>		1	3	5	2		2	3	2	2		
<i>Nonion havanense</i>	3	4	7	7			5	1	3	4	2	
<i>Nonion</i> spp.			4	3								
<i>Nonionella</i> aff. <i>robusta</i>	2	3			2				1	4		
<i>Nonionella grateloupi</i>	9	13	6	1				1	2	3	2	
<i>Nonionella</i> sp. A	2	2						1	3			
<i>Nonionella</i> sp. B			1	1								
<i>Nonionella</i> sp. C	1			2								
<i>Nothia</i> sp. A			1	1								
<i>Nuttallides umbonifera</i>	2	3	4	7	9	6	1		1	2		2
<i>Oridorsalis plummerae</i>	2	2	3	3		3		2	2	3	4	2
<i>Oridorsalis umbonatus</i>	4	6	16	18	9	28	16	13	17	23	15	24
<i>Osangularia plummerae</i>							3					
<i>Osangularia</i> spp.	1		1				3	1	2	5	1	

Tabla IV: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Oligoceno superior y Mioceno inferior en la sección de Zarabanda (España)

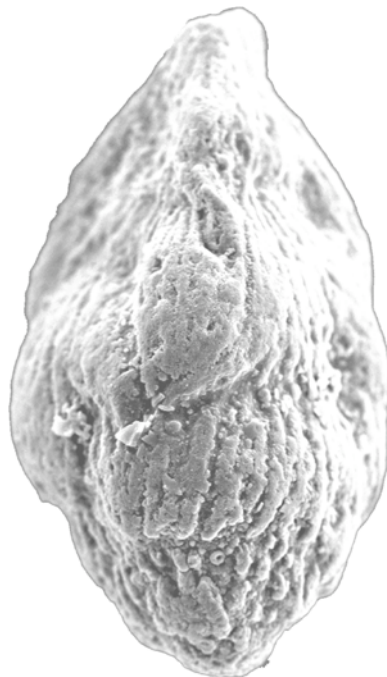
ESPECIES	ZA-116 - 45	ZA-116 - 51	ZA-116 - 58	ZA-116 - 61	ZA-116 - 62	ZA-116 - 63 (G)	ZA-116 - 65	ZA-116 - 67	ZA-116 - 70	ZA-116 - 74	ZA-116 - 77	ZA-116 - 80
<i>Pararotalia audouini</i>	1	1										
<i>Planulina renzi</i>						1		2	1			
<i>Planulina renzi</i> juvenil						1						
<i>Planulina</i> sp.							2		1	1	1	
<i>Pleurostomella acuminata</i>	1	1										
<i>Pleurostomella alternans</i>	1	1	1	1	4	1	2			1		
<i>Pleurostomella bolivinoides</i>			1							1		
<i>Pleurostomella brevis</i>	1			1				1	2	1		
<i>Pleurostomella</i> sp.			1	1		4		1	3			
<i>Pleurostomella subnodosa</i>					1							
<i>Protelphidium laeve</i>	2	3	1			1	7	1	1	2	4	
<i>Pullenia bulloides</i>			3	6	1	3	7		1			2
<i>Pullenia quinqueloba</i>	4	3	5	5	1	3	1		1	1	1	2
<i>Pullenia salisburyi</i>		1		1	1	3	4	3	2	2	1	
<i>Pullenia subcarinata</i>			2	2	4	11	9			10	3	5
<i>Pyrvulina</i> sp.						3	1	1	1			
<i>Pytine</i> sp. A	1	2	1							5	4	
<i>Quinqueliculina</i> sp. A							1					
<i>Quinqueloculina</i> sp. B							3					
<i>Quinqueloculina</i> spp.			1									
<i>Recurvoides</i> sp.	2	2					1					
<i>Repmanina charoides</i>	1	1	3	3	3	6				2	1	3
<i>Reticulophragmium</i> aff. <i>amplectens</i>												
<i>Reusella oligocenica</i>	2				1							
<i>Reusella</i> sp.A					1							2
<i>Reusella spinulosa</i>	1	2	3	1	1	1	2	3	5	4	3	2
<i>Rhabdammina cylindrica</i>			4	6	3	1		2	2			
<i>Rhabdammina</i> spp.	5	7	2				3		3	5	23	2
<i>Rhizammina</i> spp.			1	2	2			1	1	2	4	2
<i>Rosalina globularis</i>	6	7	3	2	3		6	11	8	6	7	2
<i>Rosalina</i> sp. A												
<i>Sagrinopsis fimbriata</i>									1	2	1	
<i>Sigmavirgulina tortuosa</i>	9	1	1		3	4	2		2	3	2	2
<i>Siphonodosaria abyssorum</i>	2	2	1	1	3	4		4	3			10
<i>Sphaeroidina bulloides</i>		1					2		1	2		2
<i>Spiroplectammina</i> sp.												
<i>Spiroplectammina cubensis</i>			1	1	1	3	2		1	2	1	
<i>Stilostomella</i> aff. <i>consobrina</i>												
<i>Stilostomella annulifera</i>									2	2	3	
<i>Stilostomella</i> cf. <i>dentata-glabrata</i>												

Tabla IV: Distribución de los taxones de foraminíferos bentónicos identificados a lo largo del Oligoceno superior y Mioceno inferior en la sección de Zarabanda (España)

ESPECIES	Zarabanda											
	ZA-116 -45	ZA-116 - 51	ZA-116 -58	ZA-116 -61	ZA-116 -62	ZA-116 -63 (G)	ZA-116 - 65	ZA-116 - 67	ZA-116 - 70	ZA-116 - 74	ZA-116 - 77	ZA-116 - 80
<i>Stilostomella fijiensis</i>	2	3			2	1	2	2	2			
<i>Stilostomella subspinosa</i>	4	4	5	9	9	7	5		2	5	5	18
<i>Textularia</i> sp.			1	1			1	1	1			2
<i>Tortoplectella rhomboidalis</i>	1	2	2	3				5	4	2	1	
<i>Trifarina bradyi</i>					2							
<i>Turrilina alsatica</i>			1	3	3		1		1		1	
Uniloculares calcáreos indet.	4	6	7	8	13	5	9	8	9	10	8	14
Uniseriados calcáreos indet.	3	4	2	8				3	4			
<i>Uvigerina</i> aff. <i>spincostata</i>					4							
<i>Uvigerina graciliformis</i>										1	3	
<i>Uvigerina havanensis</i>												
<i>Uvigerina proboscidea</i>												
<i>Uvigerina</i> aff. <i>rustica</i>												
<i>Uvigerina</i> spp.					4			2	1	2	2	
<i>Vulvulina</i> sp.							2					
<i>Vulvulina spinosa</i>				1	1							2
TOTAL	322	314	318	311	418	378	392	322	378	438	275	306

Anexo 2

*Microhábitats inferidos
para los distintos morfogrupos
de foraminíferos bentónicos.*



CALCÍTICOS EPIFAUNALES

MILIOLINAS

Miliolinella subrotunda
Pyrgo spp.
Quinqueloculina spp.

PLANIESPIRALADA BICONVEXA

Elphidium advenum
Elphidium ancestrum
Elphidium crassatum
Elphidium crispum
Elphidium incertum
Elphidium macellum
Elphidium sp. A
Protelphidium laeve
Lenticulina sp. 18, 27

TROCOSPIRALADAS BICONVEXAS

Abyssamina sp.
Ammonia sp. A
Amphistegina radiata
Anomalinoidea acutus
Anomalinoidea alazanensis
Anomalinoidea dorri
Anomalinoidea pompilioides
Anomalinoidea semicribatus
Anomalinoidea sp. A
Anomalinoidea spissiformis
Anomalinoidea spp.
Anomalinoidea/Nonionella
Asterigerinoidea subacutus
Cibicidoides bradyi
Cibicidoides eocaenus
Cibicidoides aff. limbatus
Cibicidoides lamontdohertyi
Cibicidoides micrus
Cibicidoides mundulus
Cibicidoides sp. A
Cibicidoides sp. B
Cibicidoides spp. 1, 11
Cibicidoides robertsonianus
Cibicidoides subspiratus
Cibicidoides ungerianus
Epistominella exigua
Epistominella vitrea
Eponides spp.
Eponides tumidulus
Gyroidinoidea mediceus
Nuttallides sp. A

Nuttallides spp.
Nuttallides truempyi 1, 7, 8
Nuttallides umbonifera
Oridorsalis plummerae 6
Osangularia culter
Osangularia mexicana
Osangularia plummerae
Osangularia spp.
Pararotalia audouini
Pseudoparrella sp. A
Siphonina tenuicarinata

TROCOSPIRALADAS PLANOCONVEXAS

Alabamina spp.
Alabamina weddellensis
Alabamina wilcoxensis
Asterigerina campanella
Asterigerina sp. A
Cibicides laurisae
Cibicides lobatulus
Cibicides refulgens
Cibicides sp. B
Cibicides spp.
Cibicides westi
Cibicidoides barnetti
Cibicidoides eocaenus
Cibicidoides grimsdalei
Cibicidoides limbatus
Cibicidoides mexicanus
Cibicidoides mundulus
Cibicidoides spp. 1, 11
Globorotalites spp. 1
Gyroidinoidea acutus
Gyroidinoidea depressus
Gyroidinoidea girardanus 1
Gyroidinoidea soldanii
Gyroidinoidea mediceus
Gyroidinoidea planulatus
Gyroidinoidea spp.
Hanzawaia ammophila
Hanzawaia spp.
Neoconorbina sp. A
Neoconorbina sp. B
Neoconorbina spp.
Neoconorbina terquemi
Rosalina globularis
Rosalina spp.

CALCÍTICOS EPIFAUNALES

<p>TROCOSPIRALADAS PLANAS <i>Cibicides carinatus</i> <i>Heronallenia lingulata</i> <i>Heronallenia</i> sp. A <i>Hyalinea balthica</i> (casi planiespiralada) <i>Planulina renzi</i> <i>Planulina</i> spp.</p>	<p>TROCOESPIRALADAS REDONDEADAS <i>Cibicoides havanensis</i> <i>Gyroidinoides globosus</i> 1 <i>Gyroidinoides</i> spp.</p>
--	--

CALCÍTICOS INFAUNALES

<p>ALARGADAS PLANAS <i>Bolivina advena</i> <i>Bolivina antiqua</i> <i>Bolivinooides byramensis</i> <i>Bolivinooides</i> cf. <i>byramensis</i> <i>Bolivina</i> cf. <i>Huneri</i> <i>Bolivina floridana</i> <i>Bolivina huneri</i> <i>Bolivina mississippiensis</i> <i>Bolivina plicatella</i> <i>Bolivina reticulata</i> <i>Bolivina salebrosa</i> <i>Bolivina spathulata</i> <i>Bolivina</i> sp. A <i>Bolivina</i> spp. <i>Bolivinella folia</i> <i>Bolivinooides</i> aff. <i>byramensis</i> <i>Bolivinooides albatrossi</i> <i>Bolivinooides crenulata</i> <i>Bolivinooides delicatulus</i> 1, 6 <i>Bolivinooides</i> spp. <i>Brizalina</i> aff. <i>interjuncta bicostata</i> <i>Brizalina alata</i> <i>Brizalina alazanensis</i> <i>Brizalina</i> cf. <i>alazanensis</i> <i>Brizalina carinata</i> <i>Brizalina</i> spp. <i>Brizalina striata</i> <i>Brizalina subaenariensis</i> <i>Brizalina tectiformis</i> <i>Coryphostoma</i> spp. <i>Loxostomoides applinae</i> <i>Loxostomoides</i> spp. <i>Nodobolivinella jhingrani</i> <i>Plectofrondicularia paucicostata</i> <i>Plectofrondicularia advena</i> <i>Plectofrondicularina</i> spp. <i>Polymorphina</i> spp. <i>Sigmavirgulina tortuosa</i> <i>Tortoplectella rhomboidalis</i> <i>Vaginulina</i> spp.</p>	<p>CILÍNDRICAS ALARGADAS <i>Angulogerina muralis</i> <i>Angulogerina angulosa</i> <i>Angulogerina</i> sp. A <i>Sagrinopsis fimbriata</i> <i>Bulimina alazanensis</i> 11, 20, 21, 22 <i>Bulimina elongata</i> <i>Bulimina macilentia</i> <i>Bulimina jarvisi</i> <i>Bulimina semicostata</i> <i>Bulimina microcostata</i> <i>Bulimina</i> sp. A <i>Bulimina simplex</i> <i>Bulimina</i> spp. <i>Bulimina glomarchallengeri</i> <i>Bulimina trinitatensis</i> 1, 6 <i>Buliminella kugleri</i> <i>Buliminella grata</i> <i>Buliminella turbinata</i> <i>Buliminella</i> spp. <i>Chilostomella oolina</i> <i>Chilostomella</i> spp. <i>Chrysalogonium tenuicostatum</i> <i>Chrysalogonium dickersoni</i> <i>Chrysalogonium crassitestum</i> <i>Dentalina deceptoria</i> <i>Dentalina</i> spp. 23 <i>Ellipsodimorphina</i> spp. <i>Ellipsoidella</i> spp. <i>Evolcassidulina bradyi</i> <i>Fursenkoina</i> spp. <i>Fursenkoina pauciloculata</i> <i>Globobulimina ovata</i> <i>Laevidentalina communis</i> <i>Laevidentalina</i> spp. <i>Loxostomoides applinae</i> <i>Nodosarella</i> spp. <i>Nodosaria lammulifera</i> <i>Nodosaria longiscata</i> <i>Nodosaria</i> sp. A <i>Nodosaria</i> sp. B</p>
--	---

CALCÍTICOS INFAUNALES

<p>CILÍNDRICAS ALARGADAS <i>Orthomorphina ambigua</i> <i>Orthomorphina rhorii</i> <i>Orthomorphina</i> spp. <i>Pleurostomella acuminata</i> <i>Pleurostomella acuta</i> <i>Pleurostomella alternans</i> <i>Pleurostomella bolivinoidea</i> <i>Pleurostomella brevis</i> <i>Pleurostomella subnodosa</i> <i>Pleurostomella</i> sp. A <i>Pleurostomella</i> sp. B <i>Pleurostomella</i> sp. C <i>Pleurostomella</i> sp. D <i>Pleurostomella</i> sp. E <i>Pleurostomella</i> spp. <i>Polymorphina</i> spp. Polimorfinidos <i>Pyulina angusta</i> <i>Pyulina</i> spp. <i>Rectobolivina costifera</i> <i>Rectuvigerina</i> sp. A <i>Reussella oligocena</i> <i>Reussella spinulosa</i> <i>Reussella oberburgensis</i> <i>Reussella</i> spp. <i>Stillostomella</i> spp. 7 <i>Stillostomella</i> sp. A <i>Stillostomella abyssorum</i> <i>Stillostomella advena</i> <i>Stillostomella aff. consobrina</i> <i>Stillostomella annulifera</i> <i>Stillostomella consobrina</i> <i>Stillostomella fijiensis</i> <i>Stillostomella lepidula</i> <i>Stillostomella subspinosa</i> <i>Trifarina bradyi</i> <i>Trifarina</i> spp. <i>Turrilina alsatica</i> <i>Uvigerina aff. rustica</i> <i>Uvigerina gaudrynoidea</i> <i>Uvigerina graciliformis</i> <i>Uvigerina havanensis</i> <i>Uvigerina hispida</i> <i>Uvigerina nuttalli</i> <i>Uvigerina peregrina</i> <i>Uvigerina pigmaea</i> <i>Uvigerina proboscidea</i> <i>Uvigerina rippensis</i> <i>Uvigerina spinicostata</i> <i>Uvigerina</i> spp. 24, 25</p>	<p>ESFÉRICAS/GLOBOSAS <i>Globocassidulina subglobosa</i> 19, 20, 23 <i>Globocassidulina horizontalis</i> <i>Globocassidulina</i> spp. <i>Cassidulina crassa</i> <i>Globulina</i> spp. 1 <i>Guttulina</i> spp. <i>Guttulina problema</i> <i>Lagena hexagona</i> <i>Lagena striata</i> <i>Lagena</i> spp. 1 <i>Pytine</i> sp. A <i>Quadriformina allomorphinoidea</i> Uniloculares calcáreos</p> <p>PLANIESPIRALADAS REDONDEADAS <i>Astrononion novozealandicum</i> <i>Cancris</i> spp. <i>Lenticulina</i> sp. A (IS) <i>Lenticulina</i> spp. 11, 12 (IS) <i>Melonis barleeanum</i> <i>Melonis pompilloidea</i> <i>Nonion affine</i> <i>Nonion havanense</i> <i>Nonion</i> spp. <i>Nonionella commune</i> <i>Nonionella robusta</i> <i>Nonionoides grateloupi</i> <i>Nonionella</i> sp. A <i>Nonionella</i> sp. B <i>Nonionella</i> sp. C <i>Nonionella</i> spp. 1, 13 <i>Pullenia bulloidea</i> <i>Pullenia quinqueloba</i> 20 <i>Pullenia salisburyi</i> <i>Pullenia subcarinata</i> <i>Pullenia</i> spp. 11, 23 <i>Saracenaria aff. italica</i> <i>Saracenaria</i> spp.</p> <p>OVOIDALES PLANAS <i>Cassidulina angulosa</i> <i>Cassidulina havanensis</i> <i>Cassidulina laevigata</i> <i>Fissurina</i> spp. <i>Palliolatella</i> spp. <i>Seabrookia rugosa</i> Uniloculares calcáreos</p> <p>TROCOSPIRALADAS BICONVEXAS <i>Oridorsalis umbonatus</i> 4</p>
---	--

AGLUTINADOS EPIFAUNALES

<p>PLANIESPIRALADAS <i>Reticulophragmium amplexans</i> 18 <i>Reticulophragmium aff. amplexans</i> <i>Reticulophragmoides jarvisi</i></p> <p>ESTREPTOESPIRALADAS O TROCOESPIRALADOS <i>Recurvoides</i> spp. 14, 18 Trochamminidos 14, 17</p> <p>TUBO ENROLLADO, PLANIESPIRALADO O ESTREPTOSPIRALADO <i>Ammodiscus cretaceus</i> 2 <i>Ammodiscus</i> sp. A</p>	<p><i>Ammodiscus</i> spp. 2, 16, 17 <i>Glomospira</i> spp. 2, 6, 7, 17 <i>Repmanina charoides</i></p> <p>TUBULARES O RAMOSAS <i>Bathysiphon</i> spp. 2, 14, 15 <i>Hyperammina</i> spp. 2, 14, 15 <i>Nothia</i> spp. 14 <i>Nothia</i> sp. A 14 <i>Rhabdammina</i> spp. 14, 15, 16 <i>Rhabdammina cylindrica</i> <i>Rhizammina</i> spp. 14, 15, 16, 17</p>
--	--

AGLUTINADOS INFAUNALES

<p>ALARGADAS PLANAS <i>Spiroplectammina</i> spp. 2 <i>Spiroplectammina cubensis</i> <i>Spiroplectammina spectabilis</i></p> <p>CILÍNDRICAS ALARGADAS <i>Arenobulimina truncata</i> <i>Bigenerina nodosaria</i> <i>Clavulinoides</i> spp. <i>Dorothia cylindracea</i> <i>Dorothia</i> spp.</p>	<p><i>Eggerella bradyi</i> <i>Gaudryina arenata</i> <i>Karrerriella bradyi</i> <i>Karrerriella chapapotensis</i> <i>Karrerriella subcylindrica</i> <i>Marssonella trinitatensis</i> <i>Pseudoclavulina trinitatensis</i> <i>Siphotextularia</i> spp. <i>Sphaferoidina bulloides</i> <i>Textularia</i> spp. <i>Vulvulina spinosa</i> <i>Vulvulina</i> spp.</p>
---	--

REFERENCIAS

<p>(IS)= Infaunal somera 1 Widmark y Malmgren (1992) 2 Peryt <i>et al.</i> (1997) 3 Alegret <i>et al.</i> (2001) 4 Rathburn y Corliss (1994) 5 Kuhnt <i>et al.</i> (1996), Gooday (1990), Kaminski <i>et al.</i> (1999) 6 Widmark y Speijer (1997) 7 Kaminski <i>et al.</i> (1996) 8 Kuhnt y Kaminski (1990) 9 Kaminski <i>et al.</i> (1995) 10 Kuhnt y Kaminski (1993) 11 Corliss (1991) 12 Thomas y Shackelton (1996) 13 Kaiho (1999)</p>	<p>14 Kaminski y Gradstein (2005) 15 Bak (2004) 16 Nagy <i>et al.</i> (1995) 17 Galeotti <i>et al.</i> (2005) 18 Murray (1991) 19 Corliss y Fois (1990) 20 Gooday (1990) 21 Miao y Thunell (1993) 22 Jorissen (1999) 23 Rossoff y Corliss (1992) 24 Jorissen <i>et al.</i> (1994) 25 Fontanier <i>et al.</i> (2005) 26 Jorissen <i>et al.</i> (1992) 27 Corliss y Chen (1988)</p>
--	--