

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS DEL NEÓGENO MARINO DEL SECTOR OCCIDENTAL DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR: SÍNTESIS Y PRINCIPALES RESULTADOS

Francisco Javier SIERRO

Departamento de Paleontología. Facultad de Ciencias.
Universidad de Salamanca. 37008 Salamanca, España.

RESUMEN

Se recogen en el artículo algunos de los principales resultados publicados por el autor, junto con otros inéditos, sobre los Foraminíferos planctónicos del sector occidental de la cuenca del Guadalquivir. Se mencionan los principales eventos reconocidos en la región desde el Tortonense superior al Plioceno inferior y se presenta un cuadro con la distribución cronoestratigráfica de todas las secciones estudiadas hasta el momento.

Palabras clave: Foraminíferos planctónicos, Bioestratigrafía, cronoestratigrafía, Neógeno, Cuenca del Guadalquivir, Atlántico.

SUMMARY

The present article describes some of the main results obtained by the author in the last years together with hitherto unpublished findings concerning the planktonic foraminifera of the western sector of the Guadalquivir basin. Reference is made to the main events recognized in the region from the upper Tortonian to the lower Pliocene. A chronostratigraphic diagram is offered of all the sections studied up until the present.

Key words: Planktonic Foraminifera, Biostratigraphy, Chronostratigraphy, Neogene, Guadalquivir basin, Atlantic Ocean.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es presentar una síntesis donde se recoge el estado actual de nuestras investigaciones sobre los Foraminíferos planctónicos en el sector occidental de la cuenca del Guadalquivir, basándonos en datos ya publicados y en otros inéditos.

Durante el Tortoniense medio-superior, un periodo de relajación en la cordillera Bético-rifeña condiciona el origen de una serie de cuencas, tanto en los dominios externos como en los internos. Estas cuencas son invadidas rápidamente por el mar, originándose una sedimentación marina que, en algunos casos, se mantiene durante un largo periodo de tiempo. La cuenca del Guadalquivir es una de ellas; situada entre la Meseta ibérica y el Subbético, se origina en el Tortoniense medio-superior por flexión del basamento de la Meseta.

En el sector occidental de la cuenca comienza la sedimentación marina con depósitos de conglomerados y calizas biogénicas ya descritas (CIVIS et al. en este vol.) y se pasa rápidamente a sedimentos pelágicos arcillosos con un contenido en carbonato entre el 20 y el 40%, debido en gran parte al alto contenido en microplancton calcáreo. Estas arcillas, incluidas en la formación arcillas de Gibraleón (CIVIS et al., en este vol.), alcanzan un espesor por encima de los 1.000 m. hacia el centro de la cuenca y comprenden un intervalo de tiempo que se extiende entre el Tortoniense superior y el Plioceno inferior.

Con la formación arenas de Huelva, constituida por limos y arenas finas y muy rica en Moluscos, termina la sedimentación marina en esta región. El conjunto de la sedimentación marina, por tanto, constituye un ciclo transgresivo-regresivo.

De acuerdo con lo expuesto hasta el momento, existe en la cuenca del Guadalquivir un marcado diazonismo entre el área occidental y la oriental, puesto que en esta última, el ciclo transgresivo-regresivo comienza y termina en el Tortoniense superior.

No descartamos la posibilidad de que exista alguna interrupción en el registro sedimentario, aunque, en todo caso, sería un lapso de tiempo muy corto el que estaría implicado en ella.

Los Foraminíferos planctónicos son muy abundantes en la formación arcillas de Gibraleón, fundamentalmente en la mitad inferior; por el contrario, es difícil su estudio en la formación calcarenitas de Niebla y en las arenas de Huelva, donde este grupo está escasamente representado y mal conservado.

Los niveles basales de la unidad arcillosa son extremadamente ricos en Foraminíferos planctónicos, alcanzado en algunas muestras entre el 20 y el 30% del peso total, como ocurre en las secciones de Arroyo Trujillo, Guillena y Arroyo Galapagar. Esta misma observación puede hacerse en la cuenca sur-rifeña, en la sección del Oued Akrech de Marruecos. Dos posibles hipótesis pueden plantearse; o bien la existencia de una alta productividad en el plancton de Foraminíferos du-

rante esta época, o bien un aporte reducido de elementos terrígenos a la cuenca, con la consiguiente baja tasa de sedimentación. Aparte de los Foraminíferos planctónicos, estos niveles son especialmente ricos a veces en otolitos y en ocasiones en pellets fecales. Estos depósitos pelágicos son continuación de otros de plataforma donde el componente biogénico es mayoritario. Esto es lo que ocurre con la calcarenita donde los fragmentos de Moluscos, corales, equinodermos, briozoos, restos de peces y otros vertebrados, Foraminíferos y algas, constituyen la masa principal de la roca. Entre estos sedimentos calcareníticos y las arcillas pelágicas superiores aparece una facies de arenas muy glauconíticas muy rica también en restos biogénicos.

Por todo lo anteriormente expuesto nos inclinamos por la primera hipótesis. Sugerimos la existencia de una productividad relativamente alta en las aguas de la región, al menos durante el Tortoniense superior. Además, a favor de esta hipótesis, destacamos el alto contenido en materia orgánica y pirita con estructura frambooidal en toda la formación arcillosa, procedente esta última de la alteración de la primera en los sedimentos.

Contrasta, sin embargo, esta sedimentación arcillosa, muy escasa en microplancton silíceo, con los sedimentos opalinos («moronitas») tan ampliamente distribuidos por las cuencas béticas neógenas, cuyo origen ha sido relacionado también con aguas altamente productivas. Dado que estos sedimentos se extienden hasta el Tortoniense, cabe preguntarse a que se debe este cambio en la sedimentación durante este periodo.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS

Para abordar el estudio de los Foraminíferos planctónicos hemos muestreado varias secciones. Las primeras, situadas en el borde norte de la cuenca, representan los niveles más bajos de la sedimentación neógena y son de O. a E. las secciones de Cartaya, Gibraleón, Beas-Trigueros, Guillena, Cantillana y Arroyo Galapagar (Figs. 1 y 2). Los tramos intermedios de la formación arcillosa apenas afloran en la región occidental de la cuenca, pues están generalmente recubiertos, o bien por depósitos cuaternarios, o bien por terrenos de cultivo; no obstante hemos levantado una sección compuesta desde Gerena a Santiponce. El mejor afloramiento de este intervalo es el que corresponde a la sección de Carmona.

Los sedimentos marinos más recientes se extienden preferentemente por la provincia de Huelva, donde hemos estudiado las secciones de Huelva, Moguer, Niebla, Castilleja del Campo y Sanlúcar la Mayor, estas últimas en la provincia de Sevilla. Con el fin de poder analizar una sección continúa del Neógeno de la región estamos estudiando un sondeo que comprende todo el intervalo citado.

La relación de las especies de Foraminíferos planctónicos encontradas aparece en la tabla 1.

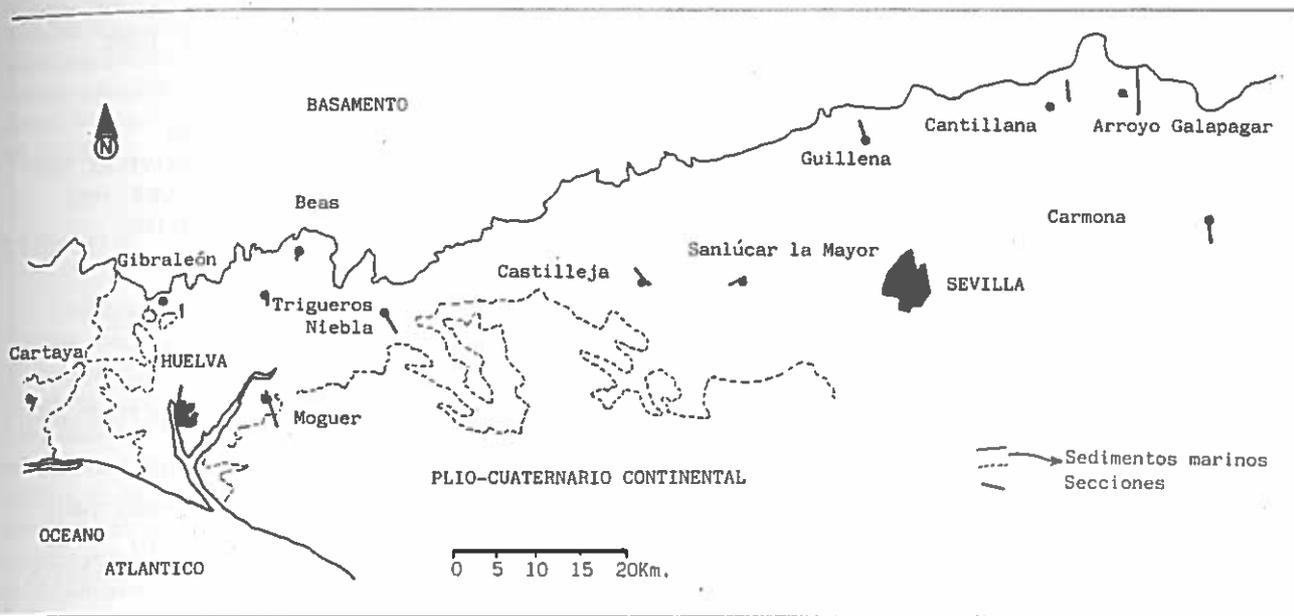


Figura 1. Localización geográfica de todas las secciones estudiadas en la cuenca del Guadalquivir.

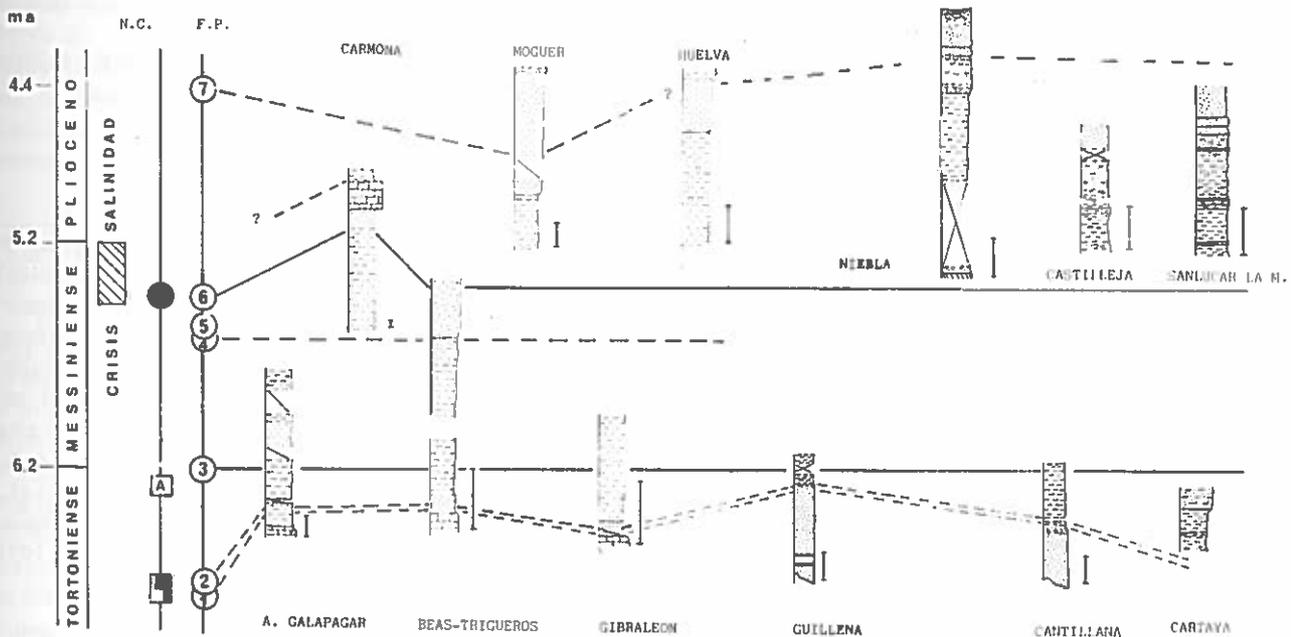


Figura 2. Situación de las secciones estudiadas en relación con los eventos de Foraminíferos planctónicos y Nanoplancton calcáreo. Los eventos de Nanoplancton (La leyenda puede verse en FLORES, en este vol., p. 67) son de muro a techo: 1) dominancia de los «pequeños placolitos» respecto al grupo de *Reticulofenestra haqii* / *Reticulofenestra minutula*, 2) primer registro de *Amaurolithus* spp. y 3) reducción de *Eudiscoaster quinquaramus*/*Eudiscoaster berggrenii*. N.C. = Nanoplancton calcáreo. F.P. = Foraminíferos planctónicos. m.a = millones de años. (Modificado de SIERRA et al. en prensa).

Tabla 1. Relación de especies encontradas.

<i>Globigerina bulloides</i> D'ORBIGNY, 1826	<i>Globigerinoides elongatus</i> (D'ORBIGNY, 1826)
<i>Globigerina concinna</i> REUSS, 1850	<i>Globigerinoides conglobatus</i> (BRADY, 1879)
<i>Globigerina cf. eamesi</i> BLOW, 1959	<i>Globoquadrina altispira</i> (CUSHMAN & JARVIS, 1936)
<i>Globigerina falconensis</i> BLOW, 1959	<i>Globoquadrina aff. altispira</i> (CUSHMAN & JARVIS, 1936)
<i>Globigerina praecalida</i> BLOW, 1969	<i>Globoquadrina baroemoenensis</i> (LE ROY, 1939)
<i>Globigerina praedigitata</i> PARKER, 1967	<i>Globorotalia scitula</i> (BRADY, 188)
<i>Globigerina apertura</i> CUSHMAN, 1918	<i>Globorotalia ventriosa</i> OGNIBEN, 1958
<i>Globigerina woodi</i> JENKINS, 1960	<i>Globorotalia cultrata</i> (D'ORBIGNY, 1839)
<i>Globigerina decoraperta</i> TAKAYANAGI & SAITO, 1962	<i>Globorotalia suterae</i> CATALANO & SPROVIERI, 1971
<i>Globigerina druryi</i> AKERS, 1955	<i>Globorotalia merotumida</i> BLOW & BANNER, 1965
<i>Globigerina nepenthes</i> TODD, 1957	<i>Globorotalia plesiotumida</i> BANNER & BLOW
<i>Globigerina foliata</i> BOLLI, 1957	<i>Globorotalia miotumida</i> JENKINS, 1960
<i>Globigerina sp. 1</i>	<i>Globorotalia conomiozea</i> KENNETT, 1966
<i>Globigerina sp. 2</i>	<i>Globorotalia margaritae</i> BOLLI & BERMÚDEZ
<i>Globigerinella siphonifera</i> (D'ORBIGNY, 1839)	<i>Globorotalia puncticulata</i> (DESHAYES, 1832)
<i>Globigerinita naparimaensis</i> BRONNIMANN, 1951	(ex D'ORBIGNY, 1826)
<i>Globigerinita uvula</i> (EHRENBERG, 1861)	<i>Globorotalia aemiliana</i> COLALONGO & SARTONI, 1967
<i>Globigerinita sp.</i>	<i>Globorotalia sp.</i>
<i>Globigerinoides quadrilobatus</i> morf. <i>triloba</i> (REUSS)	<i>Neogloboquadrina acostaensis</i> (BLOW, 1959)
<i>Globigerinoides quadrilobatus</i> morf. <i>inmaturus</i> LE ROY, 1939	<i>Neogloboquadrina pachyderma</i> (EHRENBERG, 1861)
<i>Globigerinoides quadrilobatus</i> morf. <i>quadrilobatus</i> (D'ORB., 1846)	<i>Neogloboquadrina incompta</i> (CIFELLI, 1961)
<i>Globigerinoides quadrilobatus</i> morf. <i>sacculifer</i> (BRADY, 1877)	<i>Neogloboquadrina humerosa</i> (TAKAYANAGI & SAITO, 1962)
<i>Globigerinoides ruber</i> (D'ORBIGNY, 1839)	<i>Turborotalia obesa</i> (BOLLI, 1957)
<i>Globigerinoides seigliei</i> BERMÚDEZ & BOLLI, 1969	<i>Turborotalia pseudobesa</i> SALVATORINI, 1966
<i>Globigerinoides bulloideus</i> CRESCENTI, 1966	<i>Orbulina universa</i> D'ORBIGNY, 1839
<i>Globigerinoides bollii</i> BLOW, 1959	<i>Orbulina suturalis</i> BRONNIMANN, 1951
<i>Globigerinoides emeisi</i> BOLLI, 1966	<i>Orbulina bilobata</i> (D'ORBIGNY, 1846)
<i>Globigerinoides obliquus</i> BOLLI, 1957	<i>Sphaeroidinellopsis subdehiscens</i> (BLOW, 1959)
<i>Globigerinoides extremus</i> BOLLI & BERMÚDEZ, 1965	<i>Sphaeroidinellopsis seminulina</i> (SCHWAGER, 1866)
	<i>Turborotalita quinqueloba</i> (NATLAND, 1938)
	<i>Turborotalita multiloba</i> (ROMEO, 1965)

Una descripción, discusión y figuración de todas estas especies puede encontrarse en SIERRO (1984) y SIERRO (en prensa). En este artículo se figuran también una gran parte de ellas.

EVENTOS PRINCIPALES EN EL PLANCTON DE FORAMINÍFEROS

Una vez analizada la metodología y realizado el estudio cuantitativo (SIERRO, 1984, 1985a) hemos podido reconocer, en marcado contraste con la monotonía litológica de la formación arcillosa, variaciones en las asociaciones del plancton de Foraminíferos que se manifiestan de forma especial en las especies carenadas del género *Globorotalia*. Estas variaciones nos han permitido reconocer una serie de eventos, algunos de los cuales pueden observarse en otros puntos del Mediterráneo y del Atlántico, como en Creta, Italia, Almería, Málaga, Marruecos y en algunos DSDP sites del Atlántico norte (SIERRO 1985, 1985a; SIERRO et al. en prep.). Estos eventos pueden ser correlacionados con

los reconocidos por FLORES 1985 y FLORES & SIERRO (en prensa) en el Nanoplancton calcáreo.

EVENTO 1

Se define por la reducción y práctica desaparición del grupo I de "*Globorotalia menardii*" (sinistrorso) (SIERRO et al. en prep.). Este evento ha sido reconocido en las secciones de Guillena, Cantillana, Arroyo Galapagar y Beas (Fig. 2). En todas ellas tiene lugar aproximadamente en el tránsito entre la formación calcarenítica y la formación arcillosa o en la base de esta última. También ha sido observado por nosotros en la sección del Oued Akrech en Marruecos (SIERRO et al., op. cit.). Este horizonte coincide con la desaparición de *Globorotalia menardii* forma 4 de TJALSMA, 1971 y ZACHARIASSE, 1975.

EVENTO 2

Se caracteriza por la aparición de forma masiva del 2.º grupo de "*Globorotalia menardii*" (dextrorso)

(SIERRO et al. op. cit.). Puede observarse en las secciones antes citadas y tiene lugar 1 ó 2 m. por encima del evento 1. Entre ambos puede reconocerse un intervalo en el que casi el 100% de las Globorotalias son no carenadas. En este intervalo se produce también un importante cambio en la asociación de Nanoplancton calcáreo (FLORES, 1985 y en este vol.). Este evento coincide con la aparición de *Globorotalia menardii* forma 5 de TJALSMA, 1971 y ZACHARIASSE 1975.

EVENTO 3

Coincide con el desplazamiento del 2º grupo de "*Globorotalia menardii*" por el grupo de *Globorotalia miotumida*. Este desplazamiento producido, probablemente, por la expansión del último grupo en el Atlántico norte y el Mediterráneo, coincide con el límite Tortonense-Messiniense (SIERRO, 1985 y SIERRO et al. en prep.). La aparición de *Globorotalia conomiozea* en el Mediterráneo está controlada por este acontecimiento ya que esta especie se incluye en el grupo expansivo.

El evento 3 ha sido observado por nosotros en las secciones de Gibraleón, Beas, Guillena, Cantillana y Arroyo Galapagar, y se sitúa algunos m. por encima del primer registro de *Amaurolithus* spp. (FLORES 1985). Una observación similar ha sido realizada por FEINBERG & LORENZ (1970) y BOSSIO et al. (1976) en Marruecos y ZACHARIASSE (1975, 1979) en Creta. Recientemente hemos encontrado este mismo evento en la sección de Arejos (Almería) (SIERRO et al. op. cit.). El reconocimiento de este cambio en las asociaciones de Globorotalias carenadas en la sección de Arroyo Galapagar (estratotipo del Andalucense) permite una correlación más precisa entre los estratotipos Andalucense y Messiniense (SIERRO et al. 1985 y en prensa).

EVENTOS 4, 5 y 6

Estos eventos se suceden rápidamente en el tiempo, pudiendo estar relacionados, de alguna manera, con un mismo acontecimiento. El evento 4 se localiza en un horizonte donde se produce un cambio en el sentido de enrollamiento en el grupo de *Neogloboquadrina acostaensis* que pasa de ser invariablemente sinistrorso a preferentemente dextrorso.

El evento 5, que sucede inmediatamente al anterior, se define por la reducción masiva en la abundancia del grupo de *Globorotalia miotumida*, que prácticamente desaparece a partir de este nivel.

Estos eventos han sido reconocidos en el Mediterráneo inmediatamente debajo de los primeros depósitos evaporíticos por lo que su localización en el área atlántica es importante para una situación cronológica precisa del inicio de la crisis de salinidad. En la cuen-

ca del Guadalquivir estos eventos solamente han sido observados en afloramiento en la sección de Trigueros.

El evento 6 se define por la aparición de los primeros ejemplares típicos de *Globorotalia margaritae* s.s.. Esta especie evoluciona durante el Messiniense a partir del grupo de *Globorotalia scitula* s.l., evolución que se manifiesta por la adquisición paulatina de una carena en toda la periferia y por un incremento en la convexidad del lado dorsal, al mismo tiempo que el ventral se hace plano o cóncavo. La aparición de los primeros ejemplares típicos de esta especie, aunque resulta ligeramente subjetiva su localización, puede observarse en la parte superior de la sección de Trigueros y también en el último trecho de las arcillas de la serie de Carmona.

En el Mediterráneo *G. margaritae* s.s. no se encuentra hasta el Plioceno por lo que podemos interpretar que el evento 6 en la cuenca del Guadalquivir tiene lugar durante el periodo de tiempo en el que el Mediterráneo estuvo afectado por la crisis de salinidad. El inicio de esta hay que situarlo, por tanto, entre los eventos 5 y 6.

EVENTO 7

Coincide con el primer registro de *Globorotalia puncticulata*. Esta especie aparece solamente en la formación arenoso-limosa superior. El evento únicamente ha sido registrado en la sección de Moguer. Tanto en el Mediterráneo como en el Atlántico la primera aparición de este taxón se registra en el Plioceno inferior.

OTROS RESULTADOS

El límite Mioceno/Plioceno es difícil de delimitar puesto que no hay ningún horizonte que pueda servirnos de referencia, dado que este límite coincide con un cambio de facies en el Mediterráneo. De acuerdo con los Foraminíferos planctónicos sólo podemos indicar que el citado límite se sitúa en algún nivel entre los eventos 6 y 7.

Hasta el momento no tenemos indicios de la transgresión pliocena. La secuencia parece regresiva desde los primeros mts. de la formación arcillosa. En estos primeros momentos de la transgresión es cuando se alcanzan las mayores profundidades en la cuenca. En estos niveles la relación Foraminíferos planctónicos/Foraminíferos bentónicos (P/B) se mantiene en la mayoría de los casos por encima del 90%. CIVIS & SIERRO (en este vol.) sugieren una profundidad superior a los 300 m. para las arcillas de la sección de Gibraleón y BERGGREN & HAQ (1976) atribuyen una profundidad entre los 600 y los 1.000 m. a los sedimentos arcillosos de Arroyo Galapagar.

Durante el Tortonense superior y Messiniense inferior se mantiene una profundidad relativamente ele-

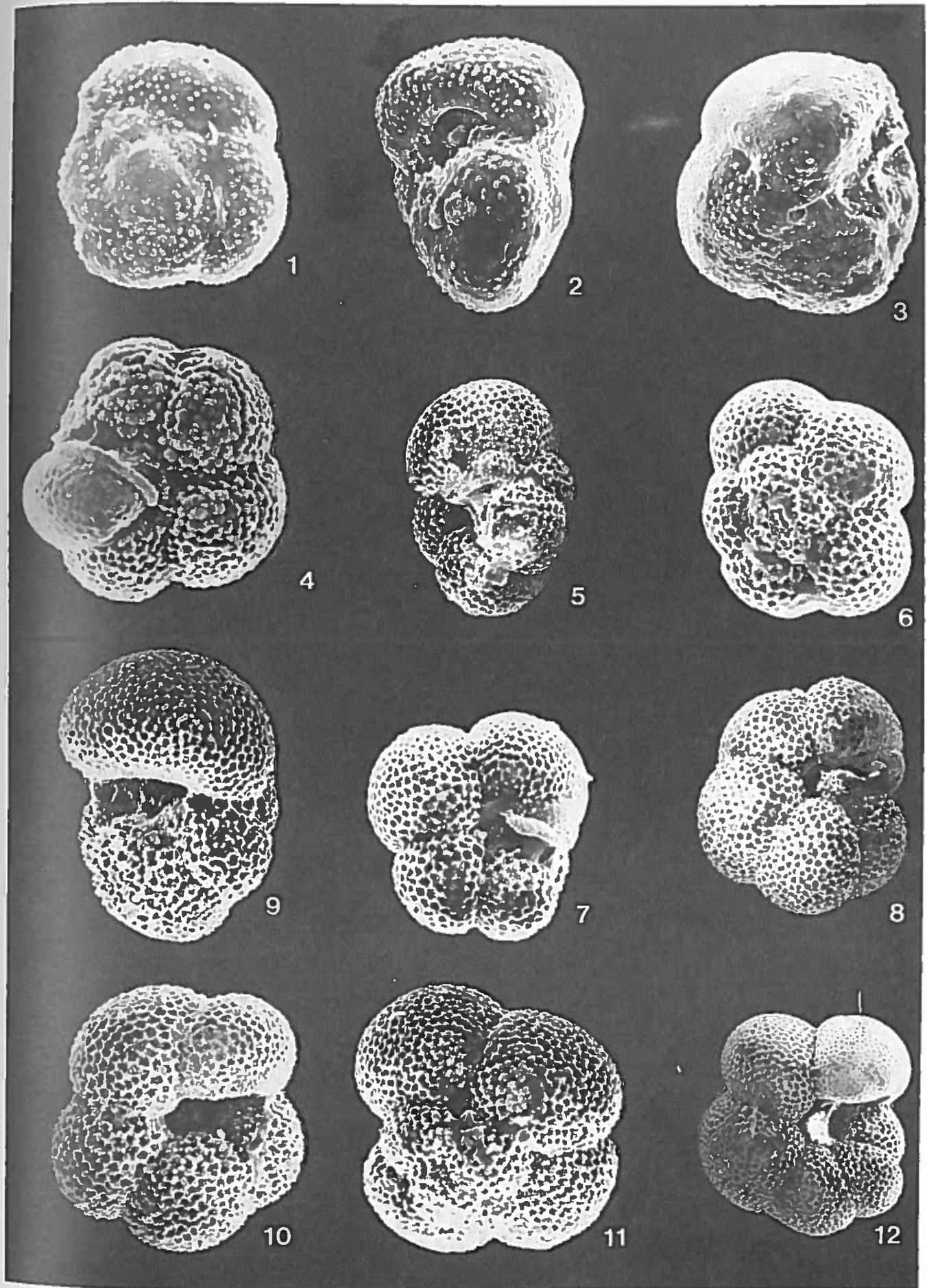
vada, aunque descendiendo ligeramente. A partir de este momento, que coincide aproximadamente con el evento 4, se inicia una marcada tendencia regresiva y pasamos a niveles donde la relación P/B se mantiene alrededor del 50%. La sección de Carmona es la que mejor recoge este intervalo, aunque los eventos 4 y 5 y el inicio de la regresión son anteriores (Fig. 2).

Esta tendencia claramente regresiva en el Messiniense superior puede ser significativa dado que coincide cronológicamente con el inicio de la crisis de salinidad en el Mediterráneo y puede estar relacionada con el ya tan citado descenso global en el nivel del mar (BERGGREN & HAQ, 1976, CITA & RYAN, 1978, etc.) durante esta época.

Desde el punto de vista paleoclimático esperamos la realización de un tratamiento estadístico de los datos disponibles para poder extraer una información más fidedigna de los análisis. No obstante, en otro trabajo (SIERRO, 1985), hemos resaltado la coexistencia en todo el intervalo de formas características de regiones subtropicales con otras propias de zonas frías. Esta fauna es propia según BE (1977) de la zona de transición situada entre la provincia subpolar y la provincia subtropical, aunque su presencia también puede deberse a la existencia de aguas ascensionales frías.

BIBLIOGRAFÍA

- BE, A.W.H. (1977). An ecologic, zoogeographic and taxonomic review of recent planktonic Foraminifera. *Oceanic Micropaleontology*, v. 1: 1-101, London.
- BERGGREN, W.A., & HAQ, B.U. (1976). The Andalusian stage (Late Miocene). *Biostratigraphy, biochronology and paleoecology*. *Palaeogeog. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, v. 20, 67-129. Amsterdam.
- BOSSIO, A., EL BIED RAKICH, K., GIANNELLI, L., MAZZEI, R., RUSSO, A., & SALVATORINI, G. (1976). Correlation de quelques sections stratigraphiques du Mio-Pliocène de la zone Atlantique du Maroc avec les stratotypes du Bassin Méditerranéen sur la base des Foraminifères planctoniques, Nannoplancton calcaire et Ostracodes. *Atti. Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem.*, v. 83, 121-137.
- CITA, M.B., & RYAN, W.B.F. (1978). The Bou Regreg section of the Atlantic coast of Morocco, evidence, timing and significance of a late Miocene regressive phase. *Riv. Ital. Paleont.*, v. 84, n° 4, 1051-1082. Milano.
- CIVIS, J., SIERRO, F.J., GONZÁLEZ DELGADO, J.A., FLORES, J.A., ANDRÉS, I., PORTA, J. de & VALLE, M.F. (en este vol.). El Neógeno marino de la provincia de Huelva: antecedentes y definición de las unidades litoestratigráficas. In *Paleontología del Neógeno de Huelva*. Ed. Universidad de Salamanca, Salamanca.
- CIVIS, J., & SIERRO, F.J. (en este volumen). Los Foraminíferos bentónicos en la sección de Gibraleón (Formación «arcillas de Gibraleón», Huelva). In *Paleontología del Neógeno de Huelva*. Ed. Univ. de Salamanca, Salamanca.
- FEINBERG, H., & LORENZ, H.G. (1970). Nouvelles données stratigraphiques sur le Miocène supérieur et le Pliocène de Maroc-occidental. *Notes serv. Geol. Maroc.*, v. 30 (225), 21-26.
- FLORES, J.A. (1985). Nanoplancton calcáreo en el Neógeno del borde Noroccidental de la cuenca del Guadalquivir (SO de España). Tesis Doctoral, Univ. de Salamanca, 1-715 (inédita).
- FLORES, J.A. (en este vol.). El Nanoplancton calcáreo en la Formación «Arcillas de Gibraleón»: síntesis bioestratigráfica y paleoecológica.
- FLORES, J.A., & SIERRO, F.J. (1985). Variations in the calcareous plankton of the Tortonian-Messinian transition of the NW part of the Guadalquivir basin (Spain). Meeting of the Int. Nannoplankton Association. *INA Newsletter* 7 (2), 62-64.
- FLORES, J.A., & SIERRO, F.J. (en prensa). Calcareous plankton in the Tortonian-Messinian series of the northwestern edge of the Guadalquivir basin. *Abh. der geologischen Bundes-Anstalt*, 39.
- SIERRO, F.J., (1984). Foraminíferos planctónicos y bioestratigrafía del Mioceno superior-Plioceno del borde occidental de la cuenca del Guadalquivir (SO de España). Tesis Doctoral. Univ. de Salamanca, 1-391 (inédita).
- SIERRO, F.J., (1985). The replacement of the "*Globorotalia menardii*" group by the *Globorotalia miotumida* group: an aid to recognizing the Tortonian/Messinian boundary in the Mediterranean and adjacent Atlantic. *Marine Micropaleontology*, 9 (6), 525-535. Amsterdam.
- SIERRO, F.J., (1985a). Estudio de los Foraminíferos planctónicos y bioestratigrafía y cronoestratigrafía del Mio-Plioceno del borde occidental de la cuenca del Guadalquivir (SO. de España). *Studia Geologica Salmanticensis*, v. XXI, 7-85. Salamanca.
- SIERRO, F.J., (en prensa). Estudio sistemático de los Foraminíferos planctónicos del Neógeno de la cuenca del Guadalquivir: I. Género *Globorotalia*. *Studia Geol. Salmant. Salamanca*.
- SIERRO, F.J., FLORES, J.A., CIVIS, J., & GONZÁLEZ DELGADO, J.A. (1985). New criteria for the establishment of a correlation between the Andalusian and Messinian stages. VIII Congress of the Regional Comm. on Mediterranean Neogene Stratigraphy. Septiembre 1985, Budapest. Abstracts, 514-516.
- SIERRO, F.J., FLORES, J.A., CIVIS, J. & GONZÁLEZ DELGADO, J.A. (en prensa). New criteria for the establishment of a correlation between the Andalusian and Messinian stages. Proceedings of VIII Cong. of the Reg. Comm. on Med. Neog. Stratigraphy Budapest.
- TJALSMA, R.C. (1971). Stratigraphy and Foraminifera of the Neogene of the eastern Guadalquivir basin (Southern Spain). *Utrecht Micropal. Bull.*, 4, 1-161, Utrecht.
- ZACHARIASSE, W.J. (1975). Planktonic Foraminiferal biozonation of the Late Neogene of Crete (Greece). *Utrecht Micropal. Bull.* 11. 1-171, Utrecht.
- ZACHARIASSE, W.J. (1979). Planktonic Foraminifera from section Potamidha 1: taxonomic and phyletic aspects of keeled Globorotaliids and some paleoenvironmental estimates. *Utrecht Micropal. Bull.*, 21, 129-166.



Nota: La mayor parte de las especies del Género *Globorotalia* han sido ya figuradas en otro trabajo (SIERRO en prensa) y por ello no aparecen en este artículo.

LÁMINA I

- Figuras 1-3. *Globorotalia puncticulata* (DESHAYES) (ex. D'ORBIGNY)
Sección de Moguer. Nivel de Ostreidos.
Figura 1 (x 140)
Figura 2 (x 145)
Figura 3 (x 140)
- Figura 4. *Neogloboquadrina acostaensis* (BLOW)
Sección de Gibraleón. Muestra GB. 4 (x 210)
- Figuras 5-7. *Neogloboquadrina acostaensis* (BLOW)
Figura 5. Sección de Niebla (x 140)
Figuras 6-7. Sección de Gibraleón. Muestra GB. 4
Figura 6. (x 160)
Figura 7. (x 160)
- Figuras 9-12. *Neogloboquadrina humerosa* (TAKAYANAGI & SAITO)
Figuras 9-11. Sección de Niebla
Figura 9. (x 140)
Figura 10. (x 145)
Figura 11. (x 140)
Figura 12. Sección de Moguer (x 130)

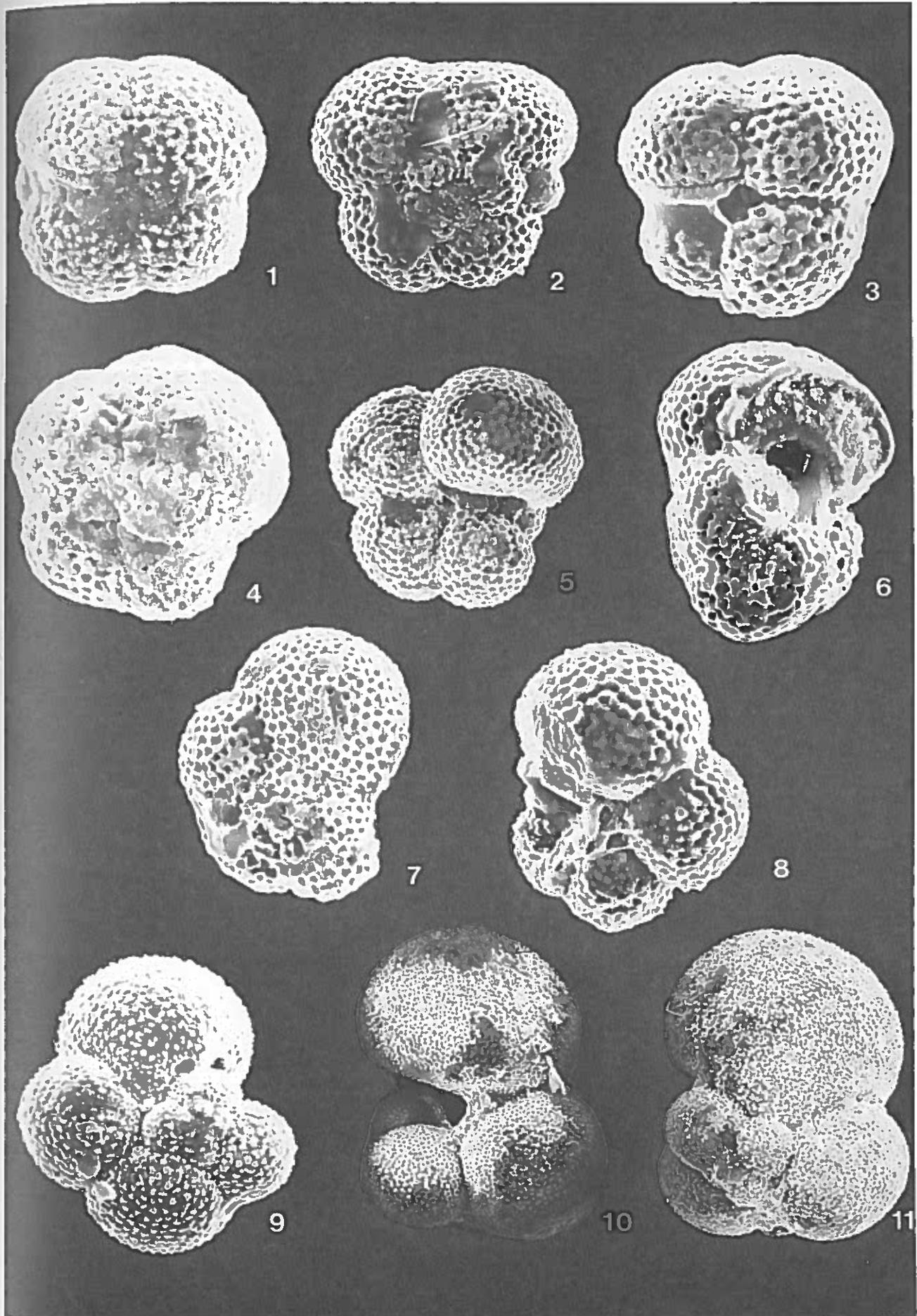
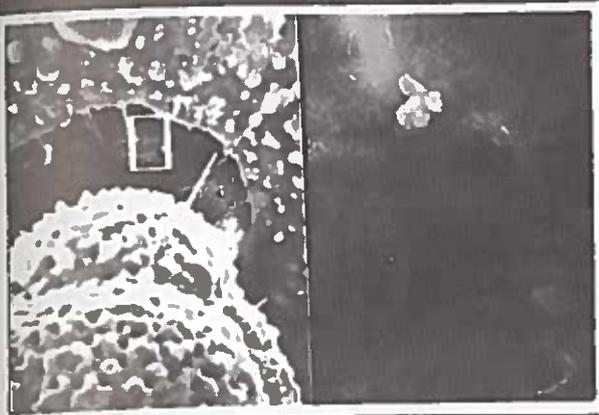
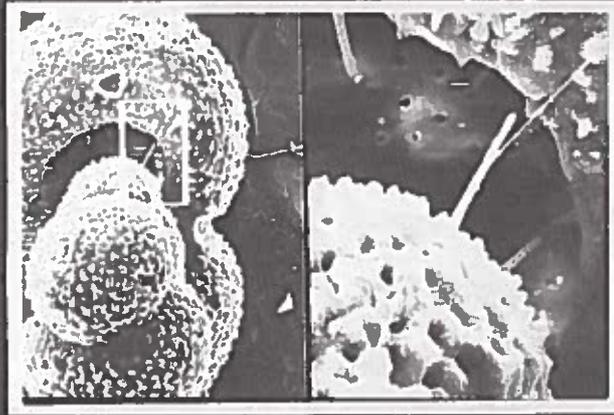


LÁMINA II

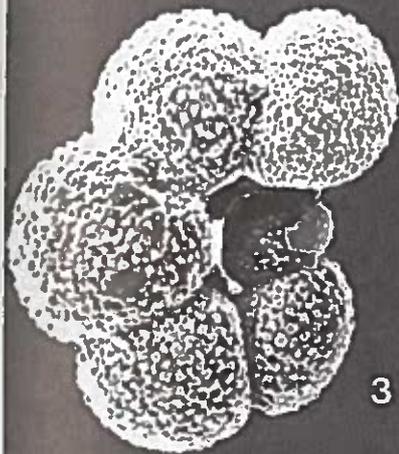
- Figuras 1-4. *Neogloboquadrina pachyderma* (EHRENBERG)
Figuras 1-2. Sección de Niebla. Muestra NB.
Figura 1. (x 224)
Figura 2. (x 182)
Figuras 3-4. Sección de Sanlúcar la Mayor. Muestra SL.4 (x 245)
- Figuras 5-8. *Neogloboquadrina incompta* (CIFELLI)
Figura 5. Sección de Gibraleón. Muestra GB. 10 (x 154)
Figuras 6-8. Sección de Sanlúcar la Mayor. Muestra SL. 4.
Figuras 6-7. (x 210)
Figura 8. (x 220)
- Figura 9. *Turborotalia obesa* (BOLLI)
Sección de Trigueros. Muestra TR. 2a (x 175)
- Figuras 10-11. *Turborotalia pseudobesa* SALVATORINI
Paterna del Campo. Muestra PT-B (x 63)



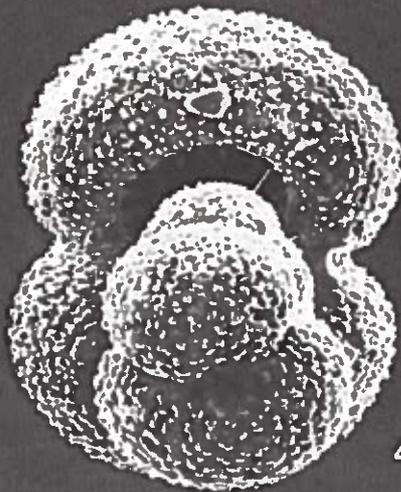
1



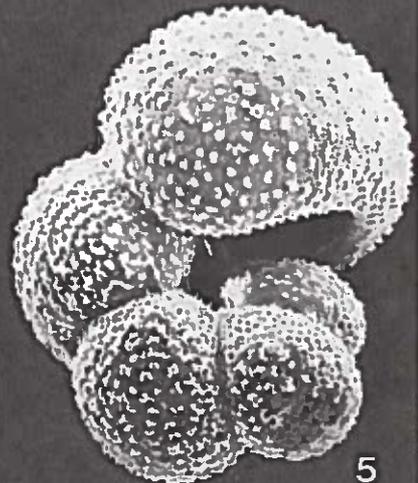
2



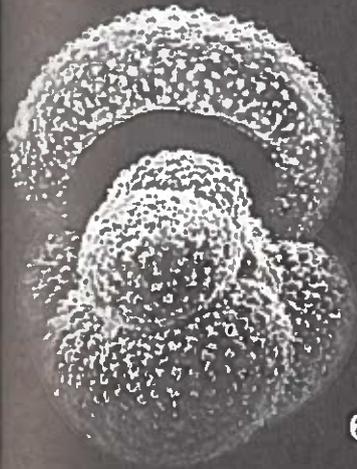
3



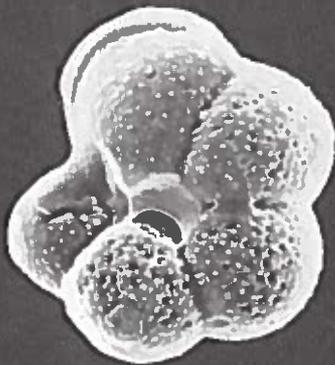
4



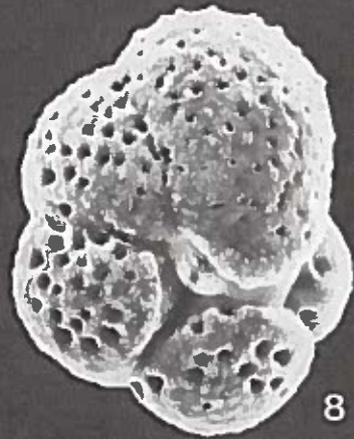
5



6



7



8

LÁMINA III

Figuras 1a-b. Detalle de la superficie interna de la pared de *G. siphonifera* (D'ORBIGNY). Muestra Az.Es. 1

Figuras 2-6. *Globigerinella siphonifera* (D'ORBIGNY)
Figuras 2-3. Aznalcollar. Muestra Az. Es. 1

Figura 2. (x 90)

Figura 3. (x 160)

Figuras 4-6. Sección de Trigueros. Muestra TR. 1

Figura 4. (x 154)

Figuras 5-6. (x 140)

Figuras 7-8. *Turborotalita quinqueloba* (NATLAND)
Sección de Huelva. Muestra HV.

Figura 7. (x 224)

Figura 8. (x 340)

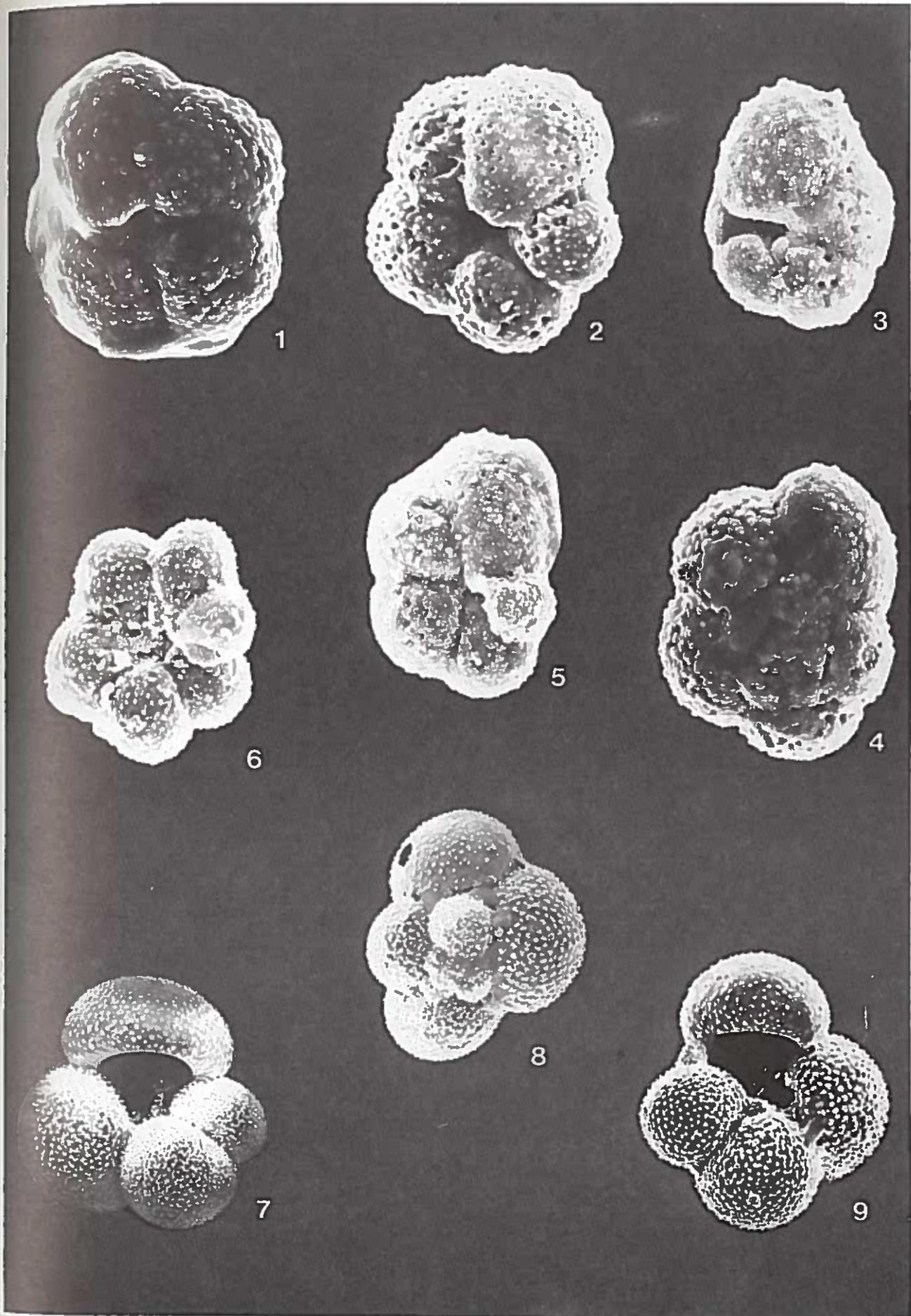


LÁMINA IV

- Figuras 1-2. *Turborotalita quinqueloba* (NATLAND)
Sección de Gibraleón. Muestra GB. 2
Figura 1. (x 370)
Figura 2. (x 290)
- Figuras 3-5. *Turborotalita quinqueloba* morf. *clarkei* ROGL & BOLLI
Sección de Gibraleón. Muestra GB. 2
Figura 3. (x 365)
Figura 4. (x 290)
Figura 5. (x 340)
- Figura 6. *Turborotalita multiloba* (ROMEO)
Sección de Gibraleón. Muestra GB. 2. (x 280)
- Figuras 7-8. *Globigerina bulloides* D'ORBIGNY
Paterna del Campo. Muestra PT.BR.
Figura 7. (x 140)
Figura 8. (x 77)
- Figura 9. *Globigerina concinna* REUSS
Sección de Niebla. Muestra NB. 5. (x 140)

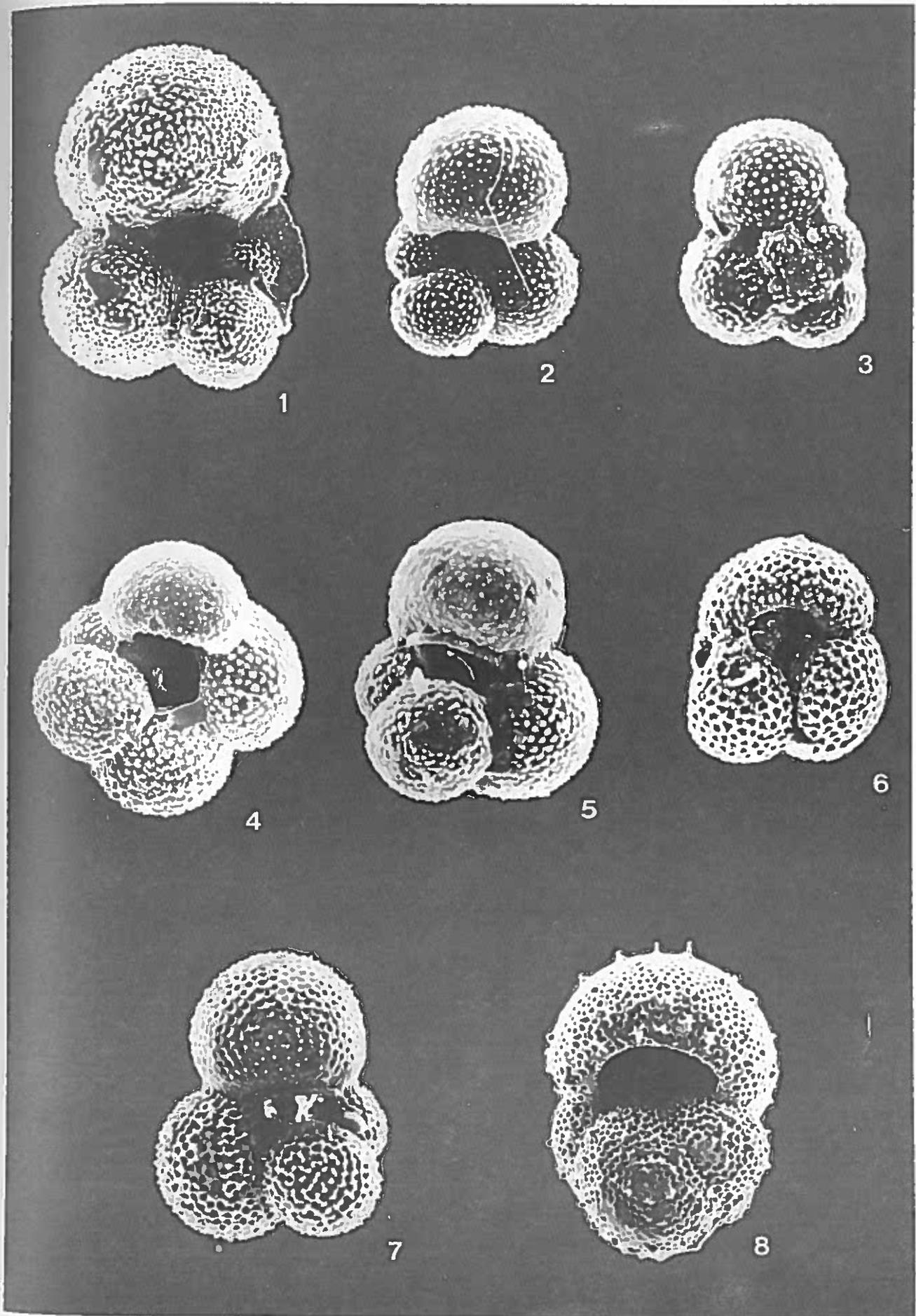


LÁMINA V

- Figuras 1-3. *Globigerina praecalida* BLOW
Figura 1. Muestra TR. 1A (x 100)
Figura 2. Muestra HU. 2 (x 100)
Figura 3. Muestra CA. 5 (x 100)
- Figuras 4-5. *Globigerina falconensis* BLOW
Figura 4. Muestra TR. 1A (x 100)
Figura 5. Muestra GB.2 (x 150)
- Figura 6. *Globigerina woodi* JENKINS
Muestra MO. 4 (x 100)
- Figura 7. *Globigerina foliata* morf. *parabulloides* BLOW
Muestra CA. 4 (x 140)
- Figura 8. *Globigerina* sp.
Muestra TR-1A (x 100)

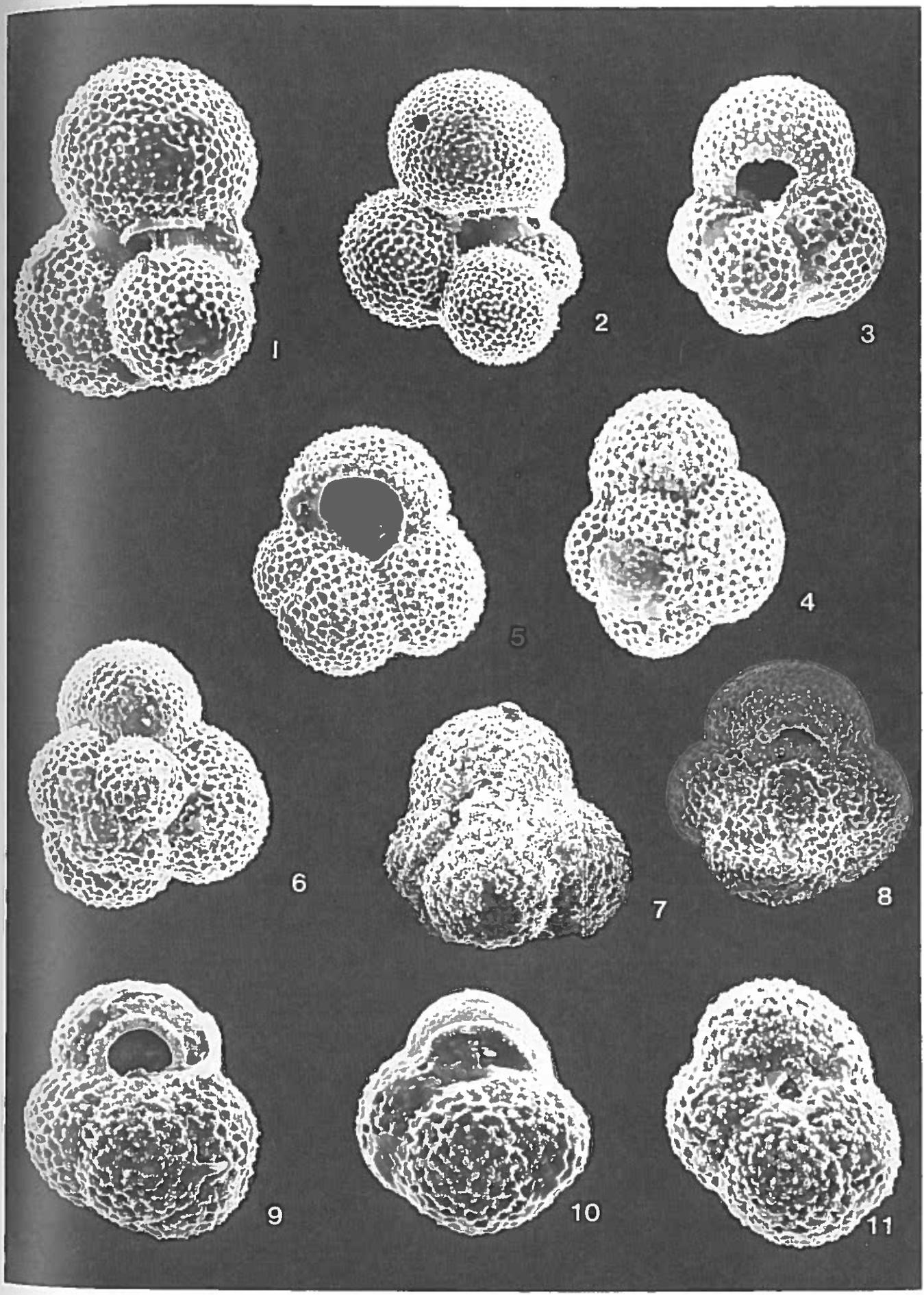


LÁMINA VI

- Figura 1. *Globigerina foliata* morf. paraboloides BLOW
Sección de Sanlúcar la Mayor. Muestra SL. 4. (x 210)
- Figura 2. *Globigerina foliata* s.s. BOLLI
Paterna del Campo. Muestra PT.BR.2 (x 140)
- Figuras 3-6. *Globigerina apertura* CUSHMAN
Figuras 3-4. Sección de Gibraleón. Muestra GB. 8
Figura 3. (x 175)
Figura 4. (x 175)
Figuras 5-6. Sección de Gibraleón. Muestra GB. 4
Figura 5. (x 165)
Figura 6. (x 165)
- Figuras 7-8. *Globigerina druryi* AKERS
Figura 7. Sección de Gibraleón. Muestra GB. 13 (x 140)
Figura 8. Sección de Gibraleón. Muestra GB. 10 (x 84)
- Figuras 9-11. *Globigerina decoraperta* TAKAYANAGI & SAITO
Figura 9. Ejemplar intermedio entre esta especie y *G. nepenthes* TODD. Sección de Gibraleón. Muestra GB. 12 (x 175)
Figuras 10-11. Sección de Gibraleón. Muestra GB. 12
Figura 10. (x 210)
Figura 11. (x 210)

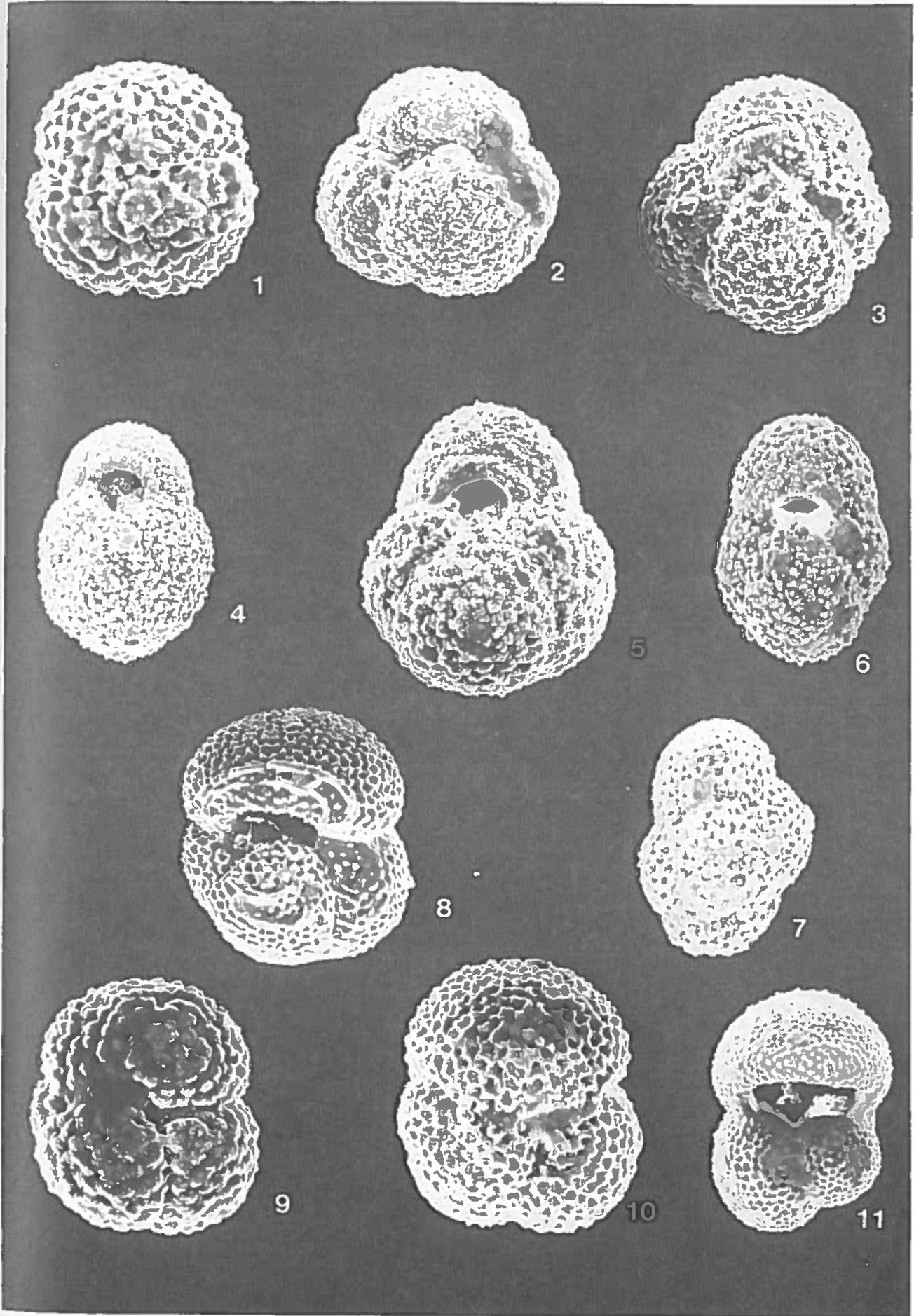
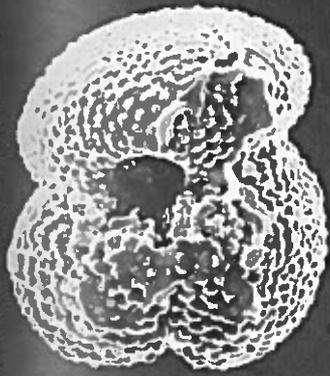
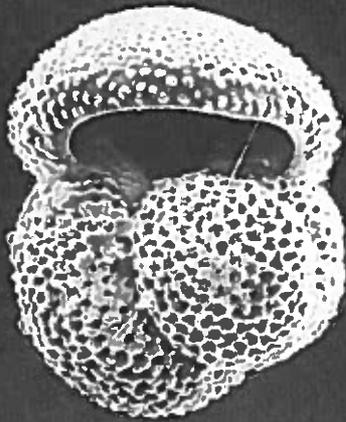


LÁMINA VII

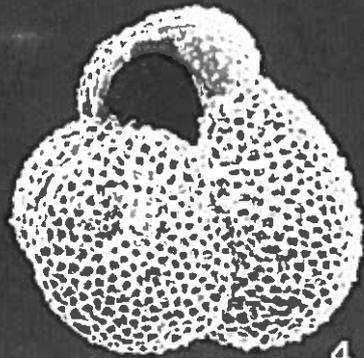
- Figuras 1-3. *Globigerina druryi* AKERS
Sección de Gibraleón
Figuras 1-2. Muestra GB. 7 (x 210)
Figura 3. Muestra GB. 13 (x 150)
- Figuras 4-7. *Globigerina nepenthes* TODD
Figuras 4,6,7. Sección de Gibraleón. Muestra GB. 8
Figura 4. (x 160)
Figura 6. (x 210)
Figura 7. (x 160)
Figura 5. Paterna del Campo. Muestra PT-BR (x 210)
- Figuras 8-10. *Globigerinoides bollii* BLOW
Figura 8. Ejemplar intermedio entre esta especie y *G. obliquus* BOLLI. Sección de Niebla. Muestra NB. 3 (x 150)
Figuras 9-10. Sección de Niebla. Muestra NB. 3
Figura 9. (x 210)
Figura 10. (x 175)
- Figura 11. *Globigerinoides emeisi* BOLLI
Aznalcollar. Muestra AZ-ES. 1. (x 70)



1



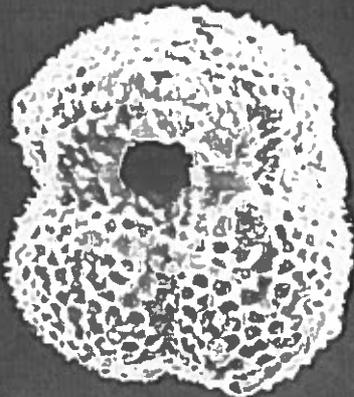
2



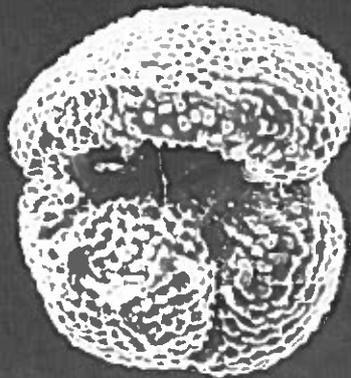
4



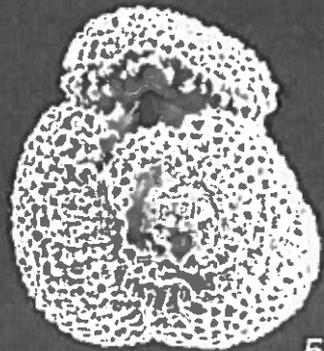
7



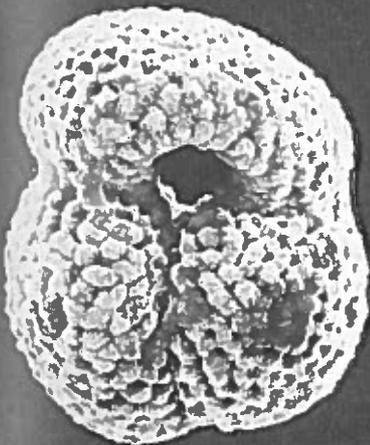
6



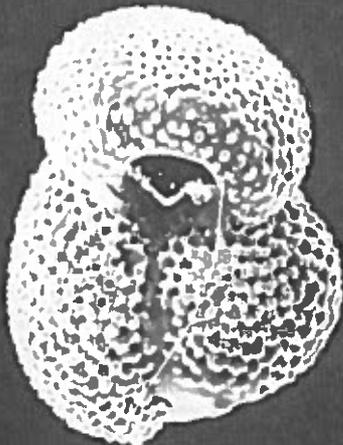
3



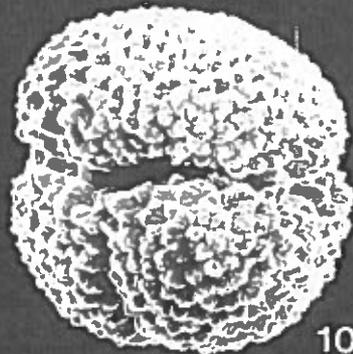
5



8



9



10

LÁMINA VIII

- Figuras 1-3. *Globigerinoides obliquus* BOLLI
Figuras 1,3. Sección de Niebla. Muestra NB. 8
Figura 1. (x 200)
Figura 3. (x 140)
Figura 2. Muestra NB (x 145)
- Figuras 4-5. *Globigerinoides extremus* BOLLI & BERMÚDEZ
Paterna del Campo. Muestra PT-BR. 2 (x 140)
Figura 4. Ejemplar intermedio entre esta especie y *G. obliquus*
- Figuras 6-9. *Globigerinoides elongatus* (D'ORBIGNY)
Figuras 6,8. Sección de Niebla. Muestra NB.
Figura 6. (x 175)
Figura 8. (x 200)
Figuras 7,9. Sección de Gibrleón
Figura 7. Muestra GB. 8 (x 210)
Figura 9. Muestra GB. 4 (x 175)
- Figura 10. *Globigerinoides conglobatus* (BRADY)
Sección de Niebla. Muestra NB. (x 145)

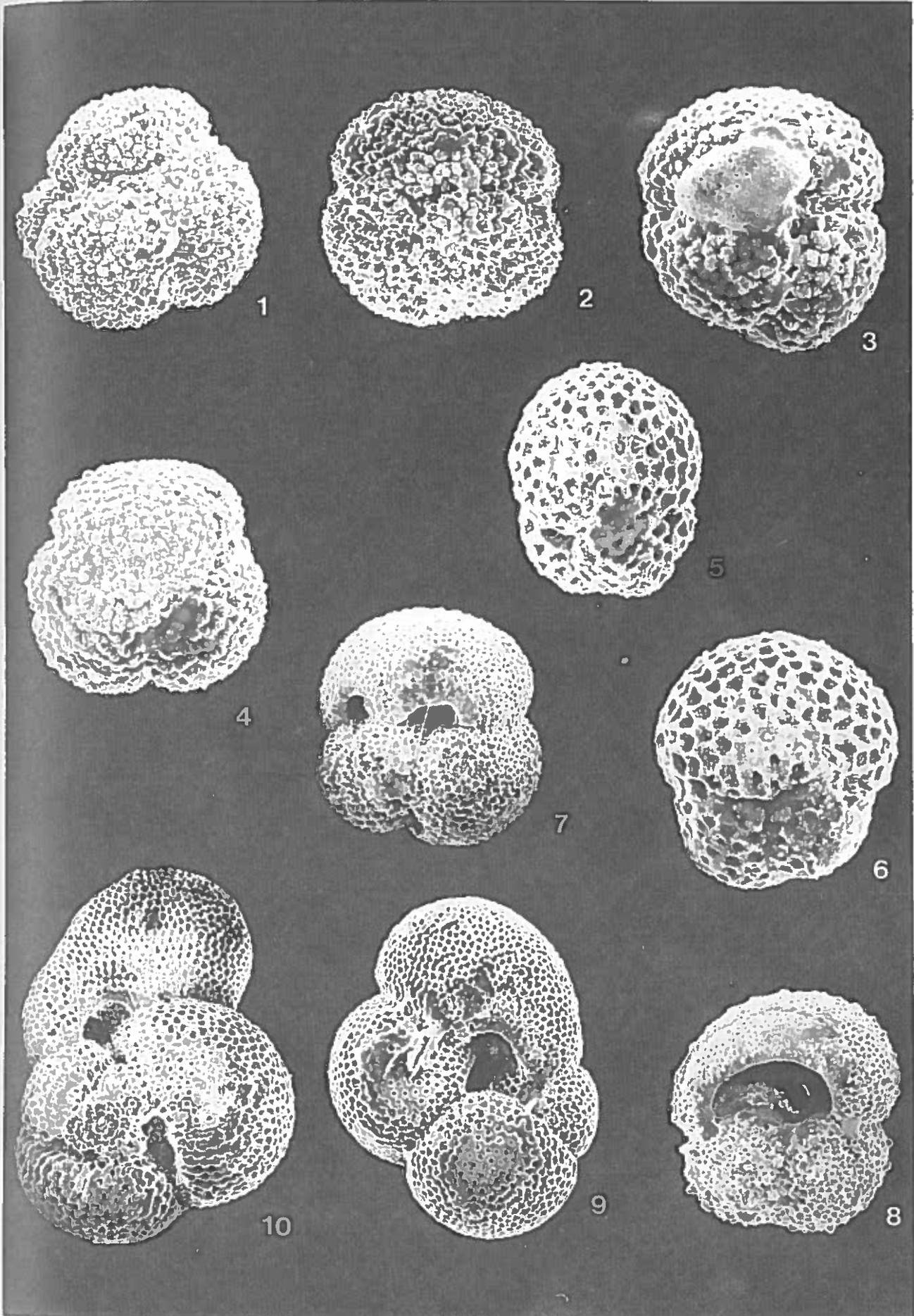
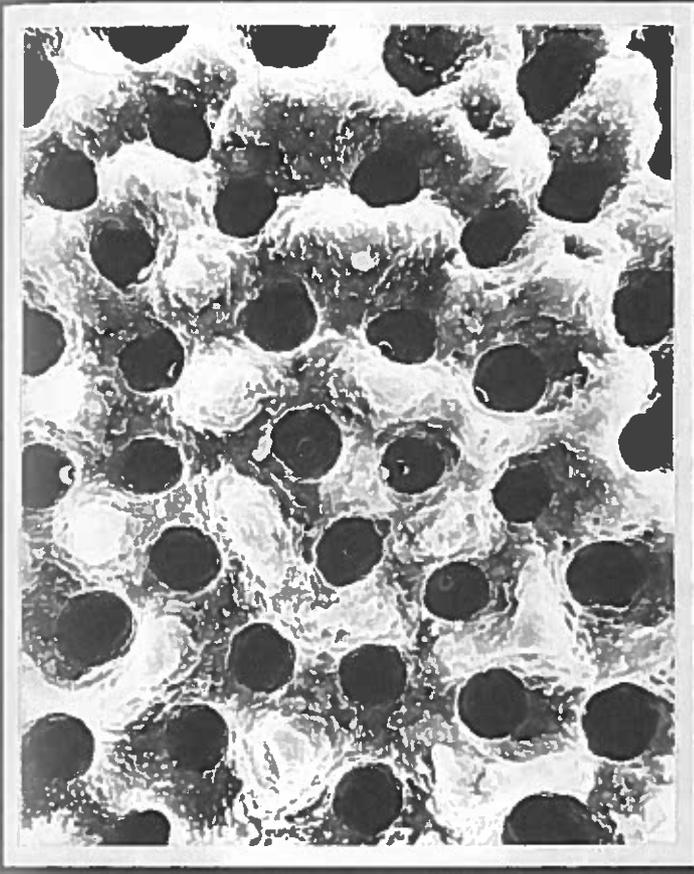
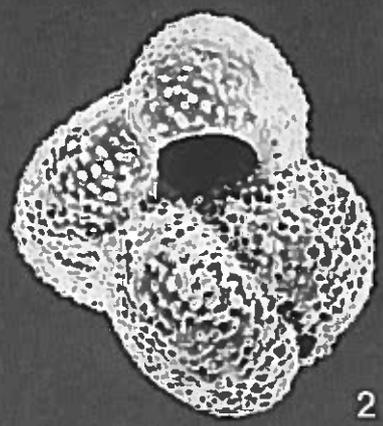


LÁMINA IX

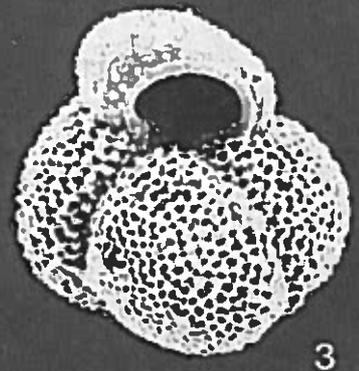
- Figuras 1-5. *Globigerinoides conglobatus* (BRADY)
Figura 1. Muestra GB. 14 (x 210)
Figura 2. Muestra NB. (x 140)
Figura 3. Muestra CT. 3 (x 150)
Figura 4. Muestra GB. 14 (x 175)
- Figuras 5-6. *Globigerinoides quadrilobatus* morf. *triloba* (REUSS)
Figura 5. Muestra GB. 4 (x 175)
Figura 5. Muestra Ct. 3 (x 160)
- Figuras 7-8. *Globigerinoides seigliei* BERMÚDEZ & BOLLI
Figura 7. Muestra PT-BR. 2 (x 126)
Figura 8. Muestra PT-BR. 2 (x 140)
- Figuras 9-10. *Globigerinoides quaerilobatus* morf. *sacculifer* (BRADY)
Figura 9. Muestra SL-1 (x 63)
Figura 10. Muestra SL-1 (x 70)



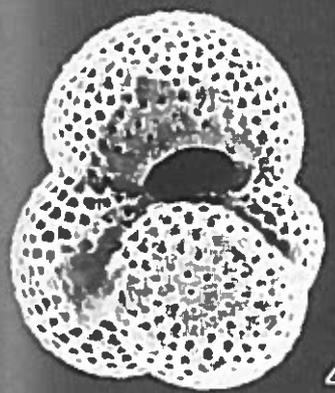
1



2



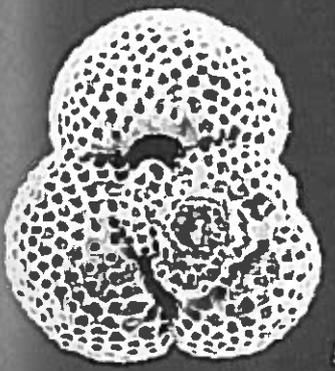
3



4



6



5



7

LÁMINA X

- Figuras 1-3. *Globigerinoides extremus* BOLLI & BERMÚDEZ
Figura 1. Detalle de la pared. (x 440) Muestra NB. 11.
Figura 2. Muestra Hv. 6 (x 100)
Figura 3. Muestra NB. 11 (x 100)
- Figuras 4-5. *Globigerinoides quadrilobatus* morf. *quadrilobatus* (D'ORB)
Muestra NB. 11 (x 100)
- Figuras 6-7. *Globigerinoides quadrilobatus* morf. *inmaturus* LE ROY
Figura 6. Muestra TR. 1A. (x 100)
Figura 7. Muestra NB. α (x 100)

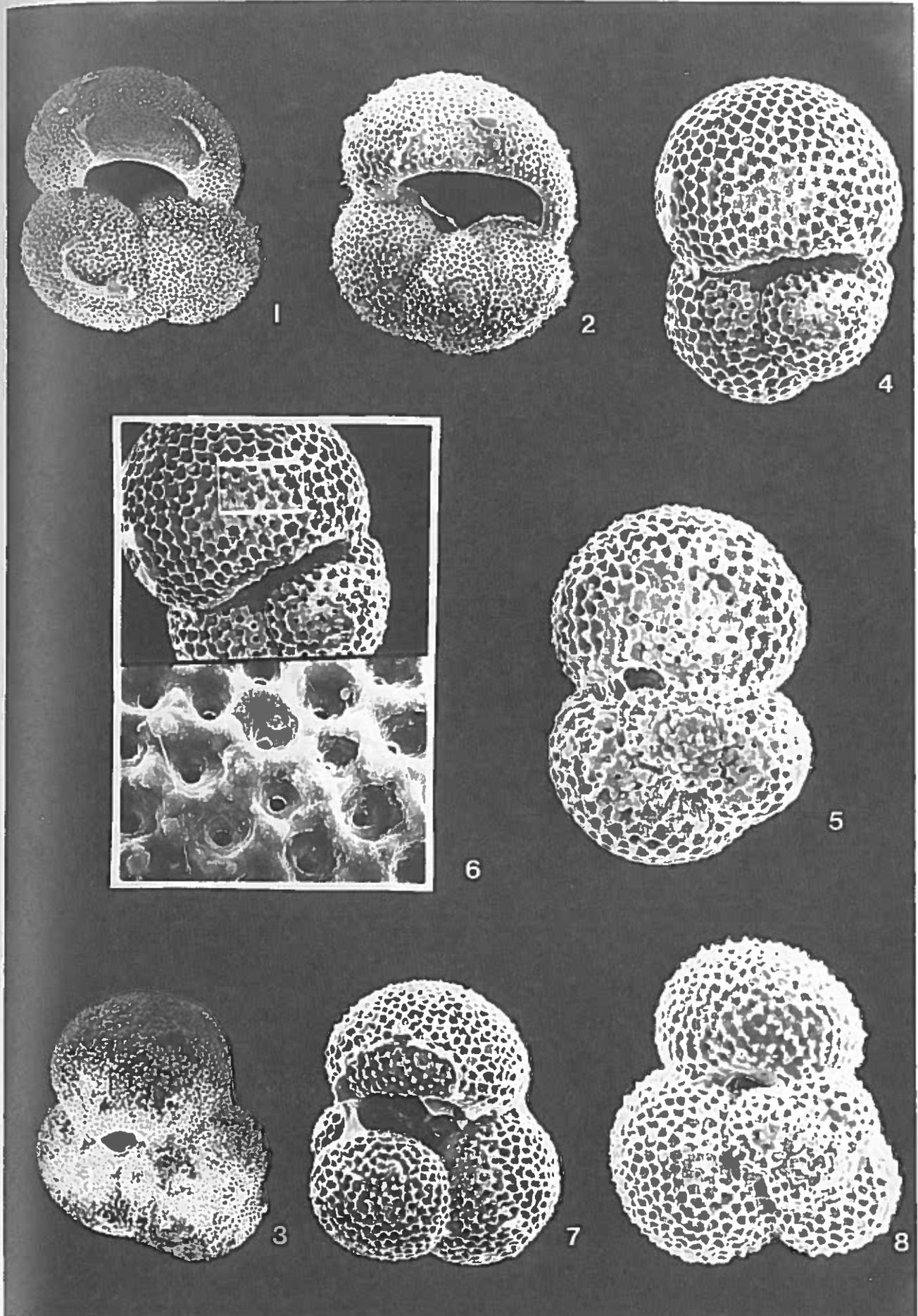


LÁMINA XI

- Figura 1. *Globigerinoides ruber* (D'ORBIGNY)
Sección de Gibraleón. Muestra GB. 10 (x 62)
- Figuras 2-3. *Globigerinoides seigliei* morf. *tyrrhenicus* BORSETTI & CATI
Figura 2. Sección de Gibraleón. Muestra GB. 10 (x 125)
Figura 3. Sección de Trigueros. Muestra TR. 1a (x 56)
- Figuras 4-6. *Globigerinoides quadrilobatus* morf. *inmaturus* LE ROY
Figuras 4,5. Sección de Sanlúcar la Mayor. Muestra SL.2
Figura 4. (x 150)
Figura 5. (x 160)
Figura 6. Detalle de la pared
- Figuras 7-8. *Globigerinoides bulloideus* CRESCENTI
Paterna del Campo. Muestra PT-BR.2.
Figura 7. (x 160)
Figura 8. (x 210)

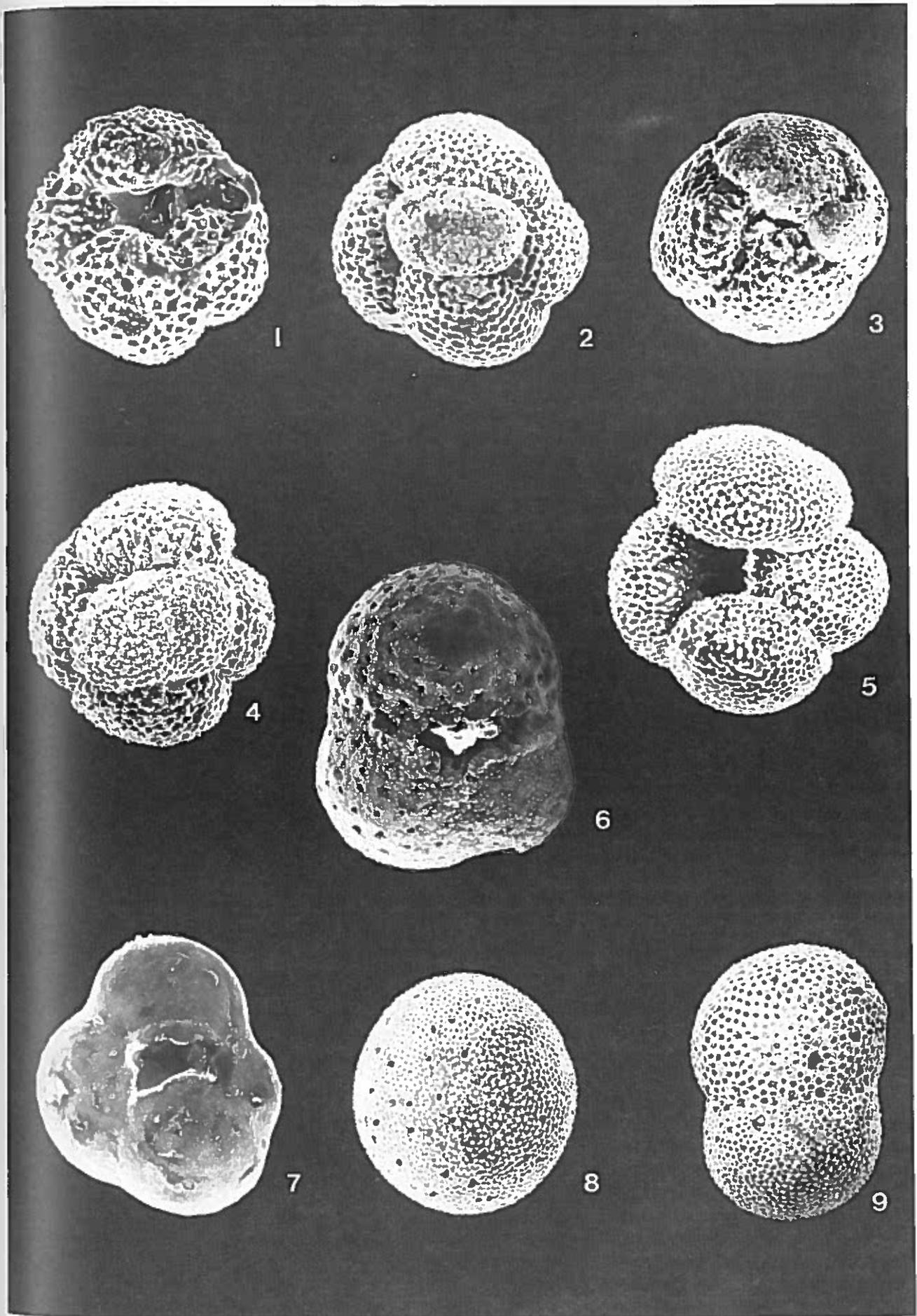
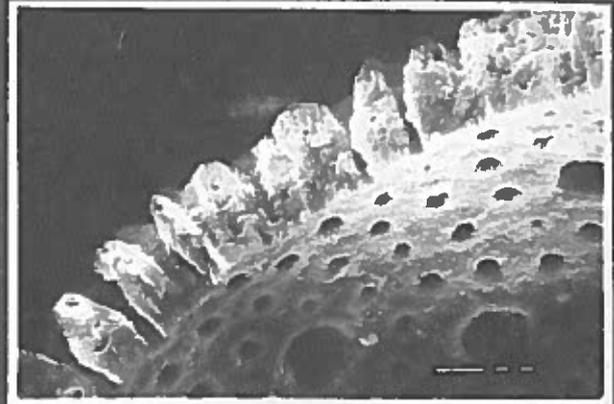


LÁMINA XII

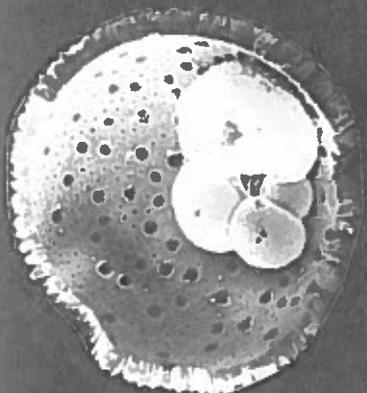
- Figura 1. *Globoquadrina altispira* (CUSHMAN & JARVIS)
Sección de Niebla. Muestra NB. 8. (x 140)
- Figuras 2-4. *Globoquadrina* aff. *altispira* (CUSHMAN & JARVIS)
Sección de Niebla. Muestra NB. (x 140)
- Figura 5. *Globoquadrina baroemoenensis* (LE ROY)
Sección de Sanlúcar la Mayor. Muestra SL.5. (x 73)
- Figura 6. *Sphaeroidinellopsis subdehiscens* (BLOW)
Sección de Niebla. Muestra NB. (x 140)
- Figura 7. *Sphaeroidinellopsis seminulina* (SCHWAGER)
Sección de Niebla. Muestra NB. (x 140)
- Figura 8. *Orbulina universa* D'ORBIGNY
Aznalcollar. Muestra AZ-ES. 1. (x 70)
- Figura 9. *Orbulina bilobata* (D'ORBIGNY)
Paterna del Campo. Muestra PT-BR.2 (x 70)



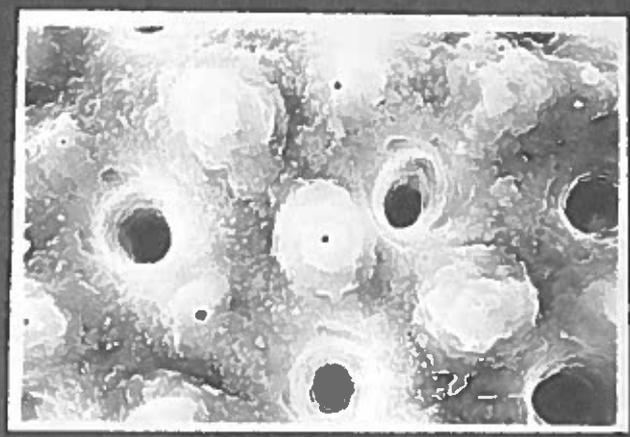
1



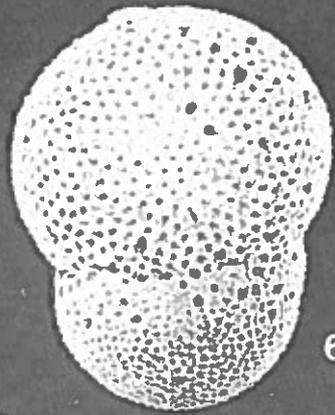
2



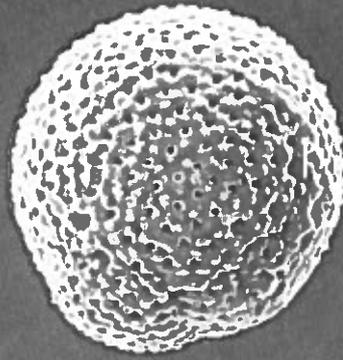
3



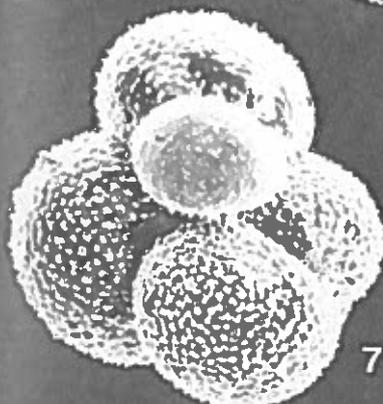
4



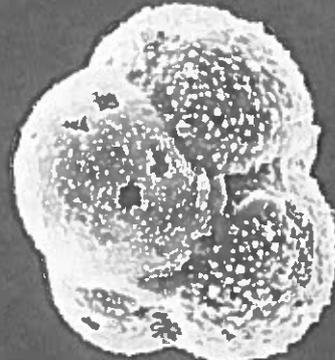
6



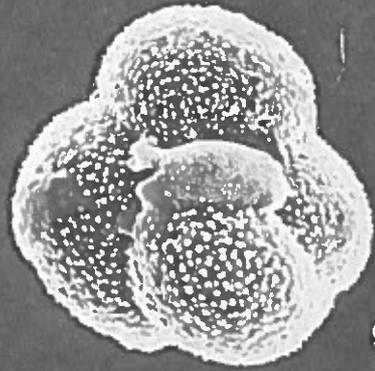
5



7



8



9

LÁMINA XIII

- Figuras 1-3. *Orbulina universa* D'ORBIGNY
Figuras 1-2. Detalle de la pared
Figura 3. Sección de Gibraleón. Muestra GB. 4 (x 66)
- Figuras 4-5. *Orbulina suturalis* BRONNIMANN
Figura 5. Sección de Trigueros. Muestra TR. 1a (x 175)
Figura 4. Detalle de la pared.
- Figura 6. *Orbulina bilobata* (D'ORBIGNY)
Paterna del Campo. Muestra PT-BR. 2 (x 70)
- Figuras 7-9. *Globigerinita naparimaensis* BRONNIMANN
Sección de Gibraleón. Muestra GB. 5.
Figura 7. (x 147)
Figura 8. (x 210)
Figura 9. (x 200)