

ESTUDIO SISTEMÁTICO DE LOS ASTEROLITOS
DE ALGUNAS SERIES DEL SECTOR N.O.
DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR
(S.O. DE ESPAÑA) Y SONDEOS OCEÁNICOS
D.S.D.P.** PRÓXIMOS. II

J.A. FLORES VILLAREJO*

RESUMEN.— Este trabajo completa el presentado por el autor en el número XXIII de esta misma publicación.

Se enumeran y describen 14 especies de asterolitos incluidos en los grupos de *Eu-discoaster variabilis* y *Eu-discoaster calcaris*, registrados en secciones del borde N.O. de la Cuenca del Guadalquivir y sondeos oceánicos atlánticos adyacentes.

El lapso de distribución de las secciones y sondeos es Tortoniense-Plioceno inferior.

SUMMARY.— The present work completes the communications presented by the author in issue XXIII of this publications.

The communication enumerates and describes 14 species of asteroliths included in the groups of *Eu-discoaster variabilis* and *Eu-discoaster calcaris* recorded in sections of the NW border of the Guadalquivir Basin and adjacent Atlantic D.S.D.P. sites.

The interval of distribution of the sections and cores lies within the Lower Tortonian-Pliocene.

Palabras clave: Nanoplancton calcáreo, Discoastéridos, asterolitos, Sistemática, Neógeno, Cuenca del Guadalquivir, España.

Key words: Calcareous Nannoplankton, Discoasters, Asteroliths, Systematic Study, Neogene, Guadalquivir Basin, Spain.

En el trabajo precedente a este que cierra la serie, en lo que se refiere a asterolitos de secciones del Neógeno de la Cuenca del Guadalquivir (borde N.O.), y sondeos oceánicos sitios en las inmediaciones, se analizaron las características conservacionales, paleoecológicas y de distribución general del morfotipo.

* Departamento de Paleontología. Universidad de Salamanca.

** Deep Sea Drilling Project.

En este fascículo se realizan algunas precisiones más al respecto, pero dentro del marco particular de cada una de las especies que se describen.

Como en el caso anterior, para la situación crono y bioestratigráfica de las secciones y sondeos, nos remitimos al trabajo precedente, aun cuando incluyamos, por creerlo conveniente, el cuadro de distribución de todas las especies de asterolitos (Figura 1).

Grupo de *Eu-discoaster variabilis*

Se tendrá la oportunidad de comprobar en las reseñas de las especies que a continuación se describen, que existe una gran similitud entre ellas. Las diferencias a las que se hará alusión permiten determinar los ejemplares que se encuentran en buen estado de conservación, sin embargo, el recrecimiento, y un número indeterminado de formas intermedias, da lugar a que en ocasiones la identificación se complique. Asimismo hay que hacer notar que estudios estadísticos detallados del grupo, podrían en su momento llevar a reconsiderar la validez de alguno de estos taxones. Esa falta de definición más precisa, junto con la plena coincidencia sobre un buen número de descripciones, nos ha llevado a emplear la terminología que sigue, sin perjuicio de que en algún caso reseñemos posibles sinónimos de los que, en la mayoría de los casos, no nos ha sido posible obtener más información. Todas estas razones expuestas creemos que justifican la definición (y *por ende*, el empleo) del grupo.

THEODORIDIS (1984) incluye distintas formas de las que aquí reseñamos en los grupos de *E. deflandrei* y *E. exilis*. Nuestro concepto es más amplio: formas hexarradiadas con bifurcación patente y simétrica. No incluimos aquellas especies cuya morfología más usual es la pentarradiada, ni los que no poseen ambas bifurcaciones de igual entidad. El denominarlo «Grupo de *E. variabilis*» obedece a que tal taxón es el que con más regularidad aparece en las distintas muestras, así como por representar el «modelo morfológico» con características intermedias entre los del conjunto.

***Eu-discoaster variabilis* (MARTINI & BRAMLETTE, 1963) THEODORIDIS, 1983**

L. I, fig. 2,6; L. II, figs. 1, 10, 11; L. III, figs. 3, 4, 6

1963 *Discoaster variabilis* MARTINI & BRAMLETTE; pp. 854 L. 104; fig. 4, 8.

1967 *Discoaster variabilis*; HAY et al.; L. 3; fig. 11.

1969 *Discoaster variabilis*; MARTINI; pp. 293; L. 28; fig. 8.

1970 *Discoaster variabilis*; CATI & BORSETTI; pp. 630; L. 82 fig. 1-2.

- 1971 *Discoaster variabilis*; CLOCCHIATTI; pp. 93; L. 36; fig. 1; 1. 37; fig. 1, 3; L. 38; fig. 1.
 1971 *Discoaster variabilis*; MARTINI & WORSLEY; pp. 1.495.
 1971 *Clavodiscoaster variabilis*; PRINS; L. 5.
 1972 *Discoaster variabilis*; PERCH-NIELSEN; L. 12; fig. 1-4, 6.
 1972 *Discoaster variabilis*; ELLIS et al.; pp. 54; L. 16; fig. 1.
 1973 *Discoaster variabilis*; AKERS & KOEPEL; L. 4; fig. 6.
 1973 *Discoaster variabilis*; ROTH; pp. 736; L. 5; fig. 4.
 1973a *Discoaster variabilis*; HEKEL; pp. 4; L. 1; Fig. 11-13.
 1974a *Discoaster variabilis*; MÜLLER; L. 8; fig. 11-12.
 1974 *Discoaster variabilis*; LEHOTAYOVA; pp. 522; L. 7; fig. 1.
 1974b *Discoaster variabilis*; MÜLLER; L. 2; fig. 13.
 1975 *Discoaster* cf. *variabilis* JAFAR; pp. 52; L. 6; fig. 4.
 1975 *Discoaster variabilis*; LEHOTAYOVA; pp. 30; L. 41; fig. 1.
 1975 *Discoaster variabilis*; ELLIS; pp. 659.
 1976 *Discoaster variabilis*; SING & VIMAL; pp. 43; L. 3; fig. 5-7.
 1976 *Discoaster variabilis*; SAN MIGUEL; pp. 265; L. 48; fig. 96; L. 49; fig. 97; L. 91; L. 92;
 fig. 1-3.
 1977 *Discoaster variabilis*; SAN MIGUEL; pp. 148; L. 2; fig. 7-8; L. 4; fig. 29-31.
 1977 *Discoaster variabilis*; FUCHS & STRADNER; pp. 34; L. 1; fig. 21-23; L. 5; fig. 4-9.
 1978 *Discoaster variabilis*; PROTO-DECIMA et al.; L. 7 fig. 10.
 1978 *Discoaster variabilis*; NISHIDA; L. 2; fig. 4.
 1978 *Discoaster variabilis*; HOJJATZADEH; pp. 8; L. 2; fig. 5-6.
 1978 *Discoaster variabilis*; HAQ & BERGGREN L. 4; fig. 28.
 1979 *Discoaster variabilis*; RAFFI & RIO; L. 7; fig. 5.
 1980 *Discoaster variabilis*; MOHSEKOVITZ & EHRLICH; L. 5 fig. 3-4.
 1981 *Discoaster variabilis*; CHI et al.; L. 2; fig. 15.
 1981 *Discoaster variabilis*; DRIEVER; pp. 445; L. 1; fig. 4-6.
 1982 *Discoaster variabilis*; MUZYLOV; L. 1; fig. 3.
 1983 *Eu-discoaster variabilis*; THEODORIDIS; pp. 18.
 1984 *Discoaster variabilis*; WEI & SRINIVASAN; L. 4 fig. 11.
 1984 *Eu-discoaster variabilis*; THEODORIDIS; pp. 158; L. 32; fig. 8.
 1985 *Eu-discoaster variabilis*; FLORES; pp. 519; L. 11, fig. 1. L. 13; fig. 1, 3, 6; L. 15,
 fig. 2, 5a; L. 31, fig. 1-4, 6-12. Resumen, pp. 14.

Asterolito hexarradiado (ocasionalmente penta, tetra o trirradiado) ligeramente cóncavo-convexo, con área central moderadamente amplia y botón; radios de similar entidad, bifurcados en sus extremos.

PUNTUALIZACIONES

Radios

De longitud aproximadamente igual al diámetro del área central, con los márgenes paralelos en los 2/3 externos, y ligeramente divergente en el tercio interno. Extremos bifurcados. Estas bifurcaciones, en ángulo obtuso abierto, pese a ser gruesas, nunca llegan

a alcanzar la anchura del cuerpo central del radio; sus extremos están ligeramente afilados o bien son romos, muchas veces poligonales; por lo general rectilíneos, aunque también pueden presentar una sutil curvatura. En algunos ejemplares bien conservados, separando ambas ramas, puede observarse una estructura a modo de membrana que rara vez llega a sobrepasar el trazado de aquella, y se sitúa siempre en la cara cóncava.

Áreas interradales

Ojivales, a veces con el vértice algo redondeado. Cuando las ramas de los radios son largas, el espacio que se define entre las adyacentes es sumamente pequeño.

Área central

Ocupa aproximadamente 1/3 del total del asterolito, y posee suturas rectas bien marcadas. El centro, proximal y distalmente, está ocupado por un botón calcáreo subcircular, poligonal o estrellado: vértices y puntas de polígonos y «estrellas», respectivamente, se dirigen hacia las áreas interradales. Rodeando el botón se observa una depresión, considerablemente acusada en la cara distal.

TALLA

El diámetro máximo se sitúa entre las 10 y las 14 micras.

DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

MARTINI (1971) reseña su aparición en su zona NN 4. MARTINI & WOSLEY (1971) comentan que se extingue entre la NN 17 y NN 18.

PALEOECOLOGÍA

BUKRY (1971c), dentro del espectro de los asterolitos, lo considera de aguas relativamente frías; sin embargo el mismo autor en 1978 comenta que parece tratarse de una especie cosmopolita. Quizás la definitiva adscripción a aguas frías o cálidas deba realizarse en base a estudios cuantitativos del taxón. FLORES (1985) no encuentra variaciones significativas entre muestras de lapsos interpretados como diferentes desde el punto de vista paleotérmico, en base a otros taxones (FLORES & SIERRA, en prensa).

OBSERVACIONES

Entre los taxones incluidos en el grupo existe una gran similitud, y únicamente detalles de las bifurcaciones o longitud relativa de los radios, así como algún otro carácter ornamental los diferencia. De este modo, *D. exilis* difiere en la mayor longitud de los radios, menor tamaño de las bifurcaciones (que en ocasiones sólo llegan a presentar una escotadura), la presencia de una cresta longitudinal que recorre el radio, así como el menor desarrollo del área central (MARTINI & BRAMLETTE, 1963; SAN MIGUEL, 1976-1977; y WEI & SRINIVASAN, 1984). De *E. challengerii* difiere en tener éste menor área central, los bordes radiales más paralelos, y una menos acusada cóncavo-convexidad. De *E. bollii*, por poseer éste las bifurcaciones mucho menos acusadas y los radios, con un exagerado estrechamiento progresivo. De *E. decorus* los separan las más reducidas bifurcaciones y radios relativamente más largos, aunque continuando la morfología general descrita para la especie que comentamos (BUKRY & PERCIVAL, 1971). De *E. pseudo-variabilis* se diferencia por poseer una «trifurcación» en forma de lengua (MARTINI & WOSLEY, 1971), el relativo mayor tamaño (SAN MIGUEL, 1976, 1977) y por la más pequeña talla de las bifurcaciones. De *E. perclarus* difiere por los extremadamente más finos y largos radios. De *E. icarus*, por poseer radios más robustos, relativamente más cortos y una membrana entre las ramas largas más saliente (STRADER 1972). La subespecie de BUKRY & PERCIVAL (1971) *D. variabilis pansus* (= *E. pansus*), tal como aparecen las descripciones y fotografías originales, mostrarían caracteres intermedios entre *E. variabilis* y *E. icarus* (Ver comentarios a estas especies). STRADNER (1972), supone en relación a *E. decorus*, *E. variabilis*, *E. pansus* y *E. icarus*, que existe una línea evolutiva en el orden de esta reseña; ROTH (1973), por su parte, no aprecia diferencias entre las que denomina *D. variabilis decorus* y *D. variabilis pansus*. Una vez más hacemos mención a la dificultad en separar estas especies, pero el hecho de que en nuestras muestras aparezcan individuos plenamente coincidentes con los que se reseñaron en las descripciones originales, a la vez que una carencia de revisión en profundidad del grupo, nos han inclinado a considerarla por separado.

Algunas formas de *E. druggi* (= *E. extensus*), pese a no incluirlas en el presente grupo, puede asemejarse, pero estas poseen secciones netamente triangulares en los radios, y no llegan a definirse con tanta precisión las bifurcaciones en la mayoría de los casos; aún así, autores como MARTINI & WORSLEY (1971) consideran *E. variabilis* incluido en su «grupo» de *D. extensus*.

De *E. surculus* se diferencia por las bifurcaciones mucho más cortas, así como por la trifurcación más alargada y la cresta central de los radios que posee esta especie.

Eu-discoaster pseudovariabilis (MARTINI & WORSLEY, 1971) THEODORIDIS, 1983

L. III, fig. 10

- 1971 *Discoaster pseudovariabilis* MARTINI & WORSLEY; pp. 1500; L. 3; fig. 2-8.
 1973a *Discoaster pseudovariabilis*; BUKRY; L. 4; fig. 26.
 1974b *Discoaster pseudovariabilis*; MÜLLER; L. 7; fig. 9-10.
 1975 *Discoaster pseudovariabilis*; ELLIS; pp. 659.
 1976 *Discoaster pseudovariabilis*; SAN MIGUEL; pp. 267.
 1977 *Discoaster pseudovariabilis*; SAN MIGUEL; pp. 149.
 1978 *Discoaster pseudovariabilis*; PROTO-DECIMA et al.; L. 7 fig. 9; L. 8; fig. 2.
 1978 *Discoaster pseudovariabilis*; HAQ & BERGGREN; L. 4; fig. 25.
 1982 *Discoaster pseudovariabilis*; STRADNER & ALLRAM; L. 10; fig. 9.
 1983 *Eu-discoaster pseudovariabilis*; THEODORIDIS; pp. 18.
 1984 *Eu-discoaster pseudovariabilis*; THEODORIDIS; pp. 159; L. 32 fig. 12-13.
 1985 *Eu-discoaster pseudovariabilis*; FLORES; pp. 525; L. 31; fig. 14-15; Resumen, pp. 14.

Asterolito hexarradiado de gran talla, ligeramente cóncavo-convexo. Radios relativamente largos y trifurcados. Prominente botón central.

PUNTUALIZACIONES

Radios

Considerablemente largos, poseyendo una longitud sensiblemente superior a la del diámetro del área central. Los flancos, en la mayor parte del recorrido son paralelos; hacia la parte interna tienden a ensancharse ligeramente. La sección es circular. En sus extremos se pueden reconocer tres ramas: las laterales se abren en ángulo obtuso en dos brazos, con una anchura igual a la mitad de la del radio, romas en sus puntas o ligeramente afiladas; nunca llegan a ser prominentes; entre ambos se dispone una tercera estructura vergente proximalmente, en forma de lengua fibrosa, con su extremo irregular, que suele sobrepasar en extensión a las dos laterales hasta en el doble de sus longitudes.

Áreas interradales

Subangulares; abiertas.

Área central

Ocupando alrededor de 1/4 del total del asterolito. Son características sus suturas deprimidas sobre todo en la cara distal, en las que se dispone un relevante botón, poligonal o estrellado, cuyos vértices o puntas se dirigen hacia las áreas interradales o hacia los radios.

TALLA

El diámetro total oscila entre las 20 y 25 micras.

DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

En la descripción original MARTINI & WORSLEY comentan que se distribuye entre las zonas NN 9 y NN10. MARTINI (1971) reconoce a su vez una distribución desde la NN 7 hasta la NN 9. FLORES (1985) lo encuentra en secciones equivalentes a la NN 11, incluso por encima del «primer registro de *Amaurolithus*».

OBSERVACIONES

La gran talla y la evidente y acentuada trifurcación, son los caracteres diferenciativos del resto de las especies que han sido incluidas en este grupo. Sin embargo, cuando las condiciones de conservación no son las idóneas, la identificación puede llegar a complicarse; entonces la talla, junto a la extensión relativa de las ramas, son los rasgos que los distinguen. En este último sentido se aparta de *E. variabilis* y de *E. challengerii*. De *E. exilis* lo diferencia la cresta que recorre los radios y la mayor área central. De *E. perclarus*, en determinadas condiciones, sólo podría diferenciarlo la talla. Pueden también ser confundido con *E. subsurculus*, del que se diferenciaría por la distinta trifurcación y radios más cortos, así como por las más reducidas ramas y menor talla.

MARTINI & WORSLEY (1971), al hablar del botón central, reseñan que las puntas se dirigen hacia los radios; como se habrá tenido la oportunidad de comprobar en la descripción, en nuestro caso pueden hacerlo también hacia las áreas interradales.

Eu-discoaster subsurculus (GARTNER, 1967) THEODORIDIS, 1983

L. II; fig. 12; L. III, fig. 5

- 1967 *Discoaster subsurculus* GARTNER; pp. 3; L. 5; fig. 1-2.
- 1970 *Discoaster subsurculus*; CATI & BORSETTI; pp. 630; L. 76 fig. 4-5.
- 1971 *Discoaster subsurculus*; CLOCCHIATTI; pp. 89; L. 37; fig. 2.
- 1976 *Discoaster subsurculus*; SAN MIGUEL; pp. 264.
- 1977 *Discoaster subsurculus*; SAN MIGUEL; pp. 147; L. 5; fig. 40.
- 1983 *Eu-discoaster subsurculus*; THEODORIDIS; pp. 18.
- 1984 *Eu-discoaster subsurculus*; THEODORIDIS; pp. 165; L. 33; fig. 12-13.
- 1985 *Eu-discoaster subsurculus*; FLORES; 528; L. 30; fig. 1-2; Resumen, pp. 14.

Asterolitos hexarradiados, ligeramente cóncavo-convexos, con trifurcación patente. Área central algo inferior a la longitud de los radios. Amplio botón central.

PUNTUALIZACIONES

Radios

De longitud ligeramente superior al diámetro del área central, poseyendo una anchura que en las inmediaciones del área central se aproxima a 1/4 del diámetro definido, para estrecharse progresivamente hacia el extremo en el que se manifiesta la trifurcación. Los dos brazos laterales son cortos, romos y redondeados; el central, algo más delgado que los anteriores, sobrepasa ligeramente la periferia definida por los adyacentes.

Áreas interradales

Redondeadas y muy abiertas.

Área central

Amplia, ocupando algo más de 1/3 del total del asterolito. Son patentes las suturas, que se manifiestan muy hundidas; a la vez puede observarse un bajo relieve rodeándolas. Coincidiendo en los vértices con cada una de ellas, en su cara distal, aparece un botón hexagonal que ocupa menos de la mitad de toda la zona definida.

TALLA

El diámetro máximo se sitúa en torno a las 10 micras.

DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

El holotipo fue definido en el Mioceno medio. THEODORIDIS (1984) lo registra por vez primera en su zona de *Helicosphaera walbersdorfensis* (aproximadamente equivalente a la parte baja de la subzona CN 5a de OKADA y BUKRY, 1980). CLOCCHIATTI (1971) lo registra hasta el Mioceno superior. FLORES (1985), encuentra representantes de esta especie, de modo ocasional, en secciones incluidas claramente en el Plioceno inferior.

OBSERVACIONES

De *E. exilis* se diferencia en que tienen más anchas bifurcaciones y un nodo entre ellas, mientras que de *E. surculus* lo hace por las más reducidas ramas y

el nodo que forma un ángulo agudo con el eje del radio (GARTNER, 1967). De *E. variabilis* la distingue la prominente trifurcación (MARTINI & WORSLEY, 1971) así como las prominentes depresiones del área central; cuando éstas no se definen bien, la separación es difícil. De *E. pseudovariabilis* lo diferencia el mayor tamaño y los relativamente mayores radios (MARTINI & WORSLEY op. cit.), así como el área central más deprimida en su periferia en el caso de la especie que nos ocupa.

Eu-discoaster surculus (MARTINI & BRAMLETTE, 1963) THEODORIDIS, 1983

L. III, fig. 9; L. IV, fig. 9, 10

- 1963 *Discoaster surculus* MARTINI & BRAMLETTE; pp. 854; L. 104. fig. 10-12.
 1964 *Discoaster surculus*; COHEN; pp. 33; L. 7; fig. 1.
 1967 *Discoaster surculus*; HAY et al.; L. 5; fig. 6.
 1969 *Discoaster surculus*; BOUDREAUX & HAY; pp. 285; L. 9 fig. 10.
 1971 *Discoaster surculus*; NISHIDA; pp. 155; L. 18; fig. 4.
 1971 *Clavodiscoaster surculus*; PRINS; L. 5.
 1971 *Discoaster surculus*; MARTINI & WORSLEY; pp. 1.491.
 1971c *Discoaster surculus*; BUKRY; L. 3; fig. 3.
 1972 *Discoaster surculus*; ELLIS et al.; pp. 52; L. 15; fig. 3-5.
 1973 *Discoaster surculus*; AKERS & KOEPPPEL; L. 4; fig. 2.
 1973 *Discoaster surculus*; ROTH; pp. 736; L. 5; fig. 5.
 1973a *Discoaster surculus*; NISHIDA; L. 2; fig. 8.
 1973b *Discoaster surculus*; NISHIDA; L. 1; fig. 6.
 1973a *Discoaster surculus*; HEKEL; p 4.
 1973b *Discoaster surculus*; HEKEL; L. 2; fig. 4, 9.
 1975 *Discoaster surculus*; ELLIS; pp. 659.
 1976 *Discoaster surculus*; MARTINI; L. 9; fig. 11.
 1977 *Discoaster surculus*; PERCH-NIELSEN; L. 15; fig. 1, 25.
 1977 *Discoaster surculus*; SAN MIGUEL; pp. 146.
 1978 *Discoaster surculus*; PROTO-DECIMA et al.; L. 8; fig. 1.
 1978 *Discoaster surculus*; NISHIDA; L. 2; fig. 3.
 1978 *Discoaster surculus*; DEMIRTZAKIS & THEODORIDIS; L. 2; fig. 6-7, 9.
 1978 *Discoaster surculus*; HAQ & BERGGREN; L. 4; fig. 26-27.
 1979 *Discoaster surculus*; RAFFI & RIO; L. 9; fig. 6.
 1980 *Discoaster surculus*; MOSHKOVITZ & EHRLICH; L. 5; fig. 13-16.
 1981 *Discoaster surculus*; DRIEVER; pp. 445; L. 1; fig. 1-3 L. 2; fig. 17-19; L. 3; fig. 1.
 1982 *Discoaster surculus*; VAROL; L. 2; fig. 3; L. 4; fig. 12.
 1982 *Discoaster surculus*; MUZYLOV; L. 1; fig. 1.
 1982 *Discoaster surculus*; STRADNER & ALLRAM; L. 11; fig. 1-2.
 1983 *Eu-discoaster surculus*; THEODORIDIS; pp. 18.
 1984 *Discoaster surculus*; BERGEN; L. 1; fig. 5.
 1984 *Eu-discoaster surculus*; THEODORIDIS; pp. 160.
 1985 *Eu-discoaster surculus*; FLORES; pp. 530; L. 13, Fig. 5; L. 14, fig. 6; L. 28, fig. 10-13;
 L. 34, fig. 13b; Resumen, pp. 14.

Asterolito hexarradiado, poco cóncavo-convexo y área central con un diámetro similar a la longitud de los radios, que presentan flancos paralelos y trifurcación terminal. Botón central rodeado por profundas depresiones.

PUNTUALIZACIONES

Radios

Relativamente largos, con una longitud que oscila entre la misma del diámetro del área central, o bien llega a sobrepasarla con cierta amplitud. Los flancos son subparalelos, excepto en la parte más central, estando sus extremos bifurcados, aunque en ocasiones únicamente se define una escotadura de profundidad variable; en ella aparece la trifurcación, constituida por una lengüeta vergente hacia la cara cóncava. La anchura de los radios es $1/2$ ó $1/3$ del diámetro del área central. Longitudinalmente están recorridos por una cresta que suele continuarse en la misma área central; su sección es triangular.

Áreas interradales

Angulares o subangulares, acusándose a veces un mayor redondeamiento del vértice. Tanto los exagerados redondeamientos y angularidades parecen determinados por recrecimiento.

Área central

De amplitud variable, pero representando entre $1/3$ y $1/4$ de la superficie total del asterolito. El centro está ocupado por un botón hexagonal o estrellado, cuyos vértices o puntas se dirigen unas veces hacia los radios y otras a las áreas interradales. En torno al botón, que no llega a ocupar más de la mitad del área central, aparecen unas depresiones compartimentadas a su vez por un fino estriado, en continuidad con las crestas radiales, o ligeramente desplazado. Las suturas se confunden con las depresiones.

TALLA

El diámetro máximo del asterolito oscila entre las 10 y 15 micras.

DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

MARTINI & WORSLEY (1971) reseñan su aparición en la zona NN 10, con continuidad más o menos regular hasta la NN 16, unidad que adopta su nombre (= CN 12c del mismo nombre de OKADA & BUKRY, 1980). THEODORIDIS (1984) señala una distribución desde su zona de *Geminilithella rotula* (aproximadamente coincidente con NN 10) y hasta la CN 12c de OKADA & BUKRY (op. cit.). FLO-

RES (1985) observa una fuerte expansión en el Plioceno; además los individuos que se reconocen en este lapso no son completamente idénticos a los del Mioceno, que aparecen con los brazos más estrechos y largos.

OBSERVACIONES

Difiere de *E. variabilis* por la conspicua espina que aparece entre las bifurcaciones (MARTINI & BRAMLETTE, 1963); pero, además, los brazos son más cortos y las depresiones centrales más acentuadas. Según MARTINI & WORSLEY (1971) algunos individuos pueden confundirse con *E. pseudovariabilis*, si bien existe una dispersión distinta; las crestas que recorren los radios, así como las depresiones en el caso de *E. surculus*, hacen posible la diferenciación entre ejemplares de gran talla. De *E. decorus* lo diferencia la neta trifurcación (BUKRY, 1971b). De *E. sub-surculus* por las ramas mayores en esta especie, así como por el ángulo agudo que forma la trifurcación con el radio (GARTNER 1967); los flancos son, además, menos paralelos.

Eu-discoaster bollii (MARTINI & BRAMLETTE, 1963) THEODORIDIS, 1983

L. IV, fig. 6, 8, 11

- 1963 *Discoaster bollii* MARTINI & BRAMLETTE; pp. 851; L. 105 fig. 1-4, 7.
- 1967 *Discoaster bollii*; BRAMLETTE & WILCOXON; pp. 109; L. 8; fig. 11.
- 1967 *Discoaster bollii*; HAY et al.; L. 5; fig. 9.
- 1969 *Discoaster bollii*; MARTINI; pp. 291; L. 28; fig. 1.
- 1971 *Eudiscoaster bollii*; PRINS; L. 5.
- 1971 *Discoaster bollii*; MARTINI & WORSLEY; pp. 1.485.
- 1972 *Discoaster bollii*; ELLIS et al.; pp. 40; L. 11; fig. 2-3.
- 1973a *Discoaster cf. bollii*; HEKEL; p. 4.
- 1974a *Discoaster bollii*; MÜLLER; L. 7; fig. 5-6.
- 1975 *Discoaster bollii*; ELLIS; pp. 659.
- 1975 *Discoaster bollii*; JAFAR; pp. 45; L. 6; fig. 5.
- 1976 *Discoaster bollii*; SAN MIGUEL; pp. 125; L. 5; fig. 38-39.
- 1977 *Discoaster bollii*; SAN MIGUEL; pp. 238.
- 1977 *Discoaster bollii*; HOWE & ELLIS; L. 3; fig. 6.
- 1978 *Discoaster bollii*; HOJJATZADEH; pp. 5; L. 1; fig. 3.
- 1978 *Discoaster bollii*; PROTO-DECIMA et al.; L. 9 fig. 4.
- ? 1981 *Discoaster bollii*; CHI et al.; L. 2; fig. 16.
- 1982 *Discoaster bollii*; MUZYLOV; L. 1; fig. 5-6.
- 1983 *Eu-discoaster bollii*; THEODORIDIS; pp. 17.
- 1984 *Discoaster bollii*; BERGEN; pp. 431; L. 1; fig. 4.

1984 *Eu-discoaster bollii*; THEODORIDIS; pp. 165; L. 33; fig. 8-11.

1985 *Eu-discoaster bollii*; FLORES; pp. 534; L. 30, fig. 8-13; Resumen, pp. 14.

Asterolito hexa o pentarradiado que no acusa cóncavo-convexidad. Ancha área central, normalmente mayor que la longitud de los radios; estos están recorridos por una cresta longitudinal y se adelgazan progresivamente hacia los extremos. Bifurcaciones cortas y romas. Prominente botón central.

PUNTUALIZACIONES

Radios

De longitud moderada, similar a la del diámetro del área central o algo inferior. Los flancos, de trazado regular, rectilíneos o algo curvados, tienden a converger hacia la parte más externa, de manera que la parte más próxima al área central es mucho más ancha. Los surca una cresta más o menos angulosa. El extremo se encuentra bifurcado, siendo las ramas muy cortas y de grosor considerablemente menor que el extremo del radio; su longitud, además, puede presentar notables diferencias, desde ser más o menos «puntos» formando un ángulo aproximadamente recto, a poseer una mayor longitud, curvados y con los extremos afilados; en cualquiera de los casos nunca exagerados.

Áreas interradales

Bien redondeadas; llegando a veces a subcirculares.

Área central

De moderadamente amplia a amplia, normalmente con un diámetro similar a la longitud del radio. Suturas bastante marcadas, exageradas por una depresión que puede recorrerse en ocasiones sobre la cara que parece identificarse como distal, rodeando un patente botón poligonal o estrellado. Los vértices o puntas de la estrella se dirigen hacia las áreas interradales. Esta estructura es de entidad variable en la vertical, y siempre está bien representada en ambas caras.

TALLA

El diámetro máximo se sitúa próximo a las 10 micras.

DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

MARTINI & WORSLEY (1971) lo distribuyen desde la mitad de la zona NN 9 a la base de la NN 10. FLORES (1985) la ha hallado en secciones equivalentes a

la zona NN 11, por encima del primer registro de *Amaurolithus* y de la reducción en el registro de *E. berggrenii* y *E. quinqueramus*.

OBSERVACIONES

De esta especie hemos encontrado bastantes individuos afectados por recrecimiento, lo que determina notables variaciones, que como hecho a destacar, producen una relativa reducción de los radios y encubrimiento de los caracteres del área central. Esto puede llevar a la incorporación de ellas a otros grupos de asterolitos con características bien distintas cuando se observan en buen estado de conservación. La cresta que recorre los radios también puede presentar modificaciones.

La morfología general hace que lo incluyamos en el «grupo» de *E. variabilis*, aunque quizás su emparentamiento no esté tan claro (desde un mero punto de vista morfológico) con el resto de las especies allí incluidas.

Las áreas interradales, con tendencia a la semicircularidad (SAN MIGUEL, 1976, 1977), consecuencia de la morfología radial, y las más finas bifurcaciones, son las características destacables para la diferenciación del resto de los taxones del grupo. THEODORIDIS (1984) añade, que en sus ejemplares la estrella del área central y las crestas que determinan sus puntos, son un rasgo característico; nosotros no siempre hemos encontrado esta estructura tan prominente.

Eu-discoaster exilis (MARTINI & BRAMLETTE, 1963) THEODORIDIS, 1983

L. II, fig. 4, 5, 8, 9

- 1963 *Discoaster exilis* MARTINI & BRAMLETTE; pp. 852; L. 104 fig. 1-3.
- 1967 *Discoaster exilis*; BRAMLETTE & WILCOXON; pp. 110; L. 7 fig. 3.
- 1967 *Discoaster exilis*; HAY et al.; L. 4; fig. 7-8.
- 1970 *Discoaster exilis*; CATI & BORSETTI; pp. 628; L. 76 fig. 1-3.
- 1971 *Eudiscoaster exilis*; PRINS; L. 5.
- 1971 *Discoaster exilis*; MARTINI; L. 3; fig. 22.
- 1971 *Discoaster exilis*; MARTINI & WORSLEY; pp. 1.485.
- 1972 *Discoaster exilis*; ELLIS et al.; pp. 46; L. 13; fig. 4-5.
- 1973 *Discoaster exilis*; ROTH; pp. 736.
- 1973a *Discoaster exilis*; HEKEL; L. 2; fig. 8.
- 1974a *Discoaster exilis*; MÜLLER; L. 7; fig. 7.
- 1975 *Discoaster exilis*; ELLIS; pp. 659.
- ? 1975 *Discoaster* cf. *exilis*; JAFAR; pp. 48; L. 6; fig. 3.
- 1976 *Discoaster exilis*; MARTINI; L. 9; fig. 1.

- 1976 *Discoaster exilis*; SAN MIGUEL; pp. 247; L. 88; fig. 1-4.
 1977 *Discoaster exilis*; FUCHS & STRADNER; pp. 34; L. 1; fig. 21-23; L. 5; fig. 4-9.
 1977 *Discoaster exilis*; SAN MIGUEL; pp. 134; L. 4; fig. 28.
 1978 *Discoaster exilis*; HOJJATZADEH; pp. 7; L. 1; fig. 10-11.
 1978 *Discoaster exilis*; PROTO-DECIMA et al.; L. 8; fig. 5.
 1981 *Discoaster exilis*; PAVSIC & MIHAJLOVIC; pp. 7; L. 4 fig. 1-5; L. 7; fig. 1-10.
 1982 *Discoaster exilis*; SAN MIGUEL; L. 1; fig. 12.
 1982 *Discoaster exilis*; MUZYLOV; L. 1; fig. 2.
 1982 *Discoaster exilis*; STRADNER & ALLRAM; L. 6; fig. 1-4.
 1983 *Eu-discoaster exilis*; THEODORIDIS; pp. 17.
 1984 *Discoaster exilis*; WEI & SRINIVASAN; pp. 353; L. 4 fig. 10.
 ? 1984 *Eu-discoaster exilis*; THEODORIDIS; pp. 163.
 1985 *Eu-discoaster exilis*; FLORES; pp. 537; L. 31; fig. 10, 11, 13; Resumen, pp. 14.

Asterolito hexarradiado con moderada cóncavo-convexidad. Radios de longitud similar a la del diámetro del área central, engrosados ligeramente en su parte más interna y bifurcados en dos brazos cortos y poligonales, algo agudos. Pequeño botón del que parten crestas bien marcadas sobre el centro de cada radio.

PUNTUALIZACIONES

Radios

De longitud similar al diámetro del área central o ligeramente mayores, con una anchura de aproximadamente 1/3 de ese diámetro. Los bordes son paralelos en los dos tercios externos, si bien hacia la zona interna se ensanchan. Una cresta bien marcada lo recorre; esta alineación en ejemplares mal conservados puede quedar oculta. Los extremos aparecen bifurcados en dos cortas ramas con la mitad de la anchura del radio, son poligonales en ejemplares en buen estado de conservación, aunque a veces parece observarse un cierto apuntamiento. La escotadura entre ambas ramas forma un ángulo obtuso abierto; cuando el estado de conservación no es bueno y las ramas se redondean, este carácter tiende a encubrirse.

Áreas interradales

Redondeadas en sus vértices.

Área central

Relativamente amplia, ocupando aproximadamente 1/3 del total del asterolito, con las suturas poco marcadas, pero con surcos prominentes que se continúan sobre los radios. En el centro, la intersección de las crestas determina una protuberancia que da el aspecto de un botón calcáreo en vista distal.

TALLA

Diámetro máximo en torno a las 10 micras.

DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

MARTINI (1971) define la zona NN 6 con su nombre (coincidentes con las de BUKRY 1973a y b, 1975) y OKADA & BUKRY (1980), pero los primeros representantes se reconocen en el techo de la zona NN 4, y hasta la NN 9 (esporádicamente). THEODORIDIS (1984) propone sobre su zonación una dispersión equivalente. FLORES (1985), registra ejemplares de este taxón en sondeos adscritos al Messiniense final.

OBSERVACIONES

Como ya hemos referido el recrecimiento carbonático determina que queden encubiertos ciertos caracteres, o bien se exageren otros (JAFAR, 1975). El botón calcáreo al que se hace mención en algunas publicaciones (MARTINI & BRAMLETTE, 1963; ELLIS et al., 1972; JAFAR, op. cit.; y SAN MIGUEL, 1976), es un efecto producido por la intersección de las crestas radiales, por lo tanto no reúne las características definitorias de tal estructura.

De *E. variabilis* lo diferencian los radios más delgados (WEI & SRINIVASAN, 1984) y bifurcaciones menos exageradas en el caso de *E. exilis*. De *E. challengerii* por los radios relativamente más largos y con flancos paralelos (WEI & SRINIVASAN op. cit.), así como por el botón calcáreo bien representado de ésta; aunque autores como THEODORIDIS (1984) las consideran sinónimas. En relación a esto, el carácter referido en la descripción original, «finamente bifurcados», no coinciden con los que se muestran en las fotografías que presenta el mencionado autor. De *E. decorus* lo distinguen la mayor área central, bifurcaciones más afiladas y prominente botón calcáreo de ésta. BUKRY (1971b), al definir *D. signus*, comenta que se parece a *E. exilis*, del que se diferencia por tener las bifurcaciones más largas y abiertas, radios más finos y diferente estructura en el área central (Ver discusión de *E. pentaradiatus* en FLORES, 1986). De *E. protoexilis* lo diferencian los más largos radios y la ausencia de crestas pronunciadas en ellos (THEODORIDIS 1984).

Eu-discoaster decorus (BUKRY, 1971) THEODORIDIS, 1983

L. II, fig. 6; L. III, fig. 1; L. IV, fig. 7

1971b *Discoaster variabilis decorus* BUKRY; pp. 48; L. 3; fig. 5-6.

1973a *Discoaster decorus*; HEKEL; pp. 4; L. 1; fig. 9.

1975 *Discoaster decorus*; ELLIS; pp. 659.

1978 *Discoaster variabilis decorus*; PROTO-DECIMA et al.; L. 7 fig. 15-16; L. 9; fig. 10.

1982 *Discoaster decorus*; MUZYLOV; L. 1; fig. 9.

1983 *Eu-discoaster decorus*; THEODORIDIS; pp. 17.

1984 *Eu-discoaster decorus*; THEODORIDIS; pp. 161; L. 32 fig. 11.

1985 *Eu-discoaster decorus*; FLORES; pp. 541; L. 32; fig. 6-9; Resumen, pp. 14.

Asterolito hexarradiado, moderadamente cóncavo-convexo, con largos radios bifurcados; los brazos son cortos y agudos. Botón central subcircular o poligonal.

PUNTUALIZACIONES

Radios

Largos, siendo aproximadamente el doble del diámetro del área central. Sus flancos son subparalelos, excepto hacia la parte más interna; en su extremo se bifurcan en dos finos y cortos brazos bastante agudos; menores en anchura a la mitad del grosor del resto del radio. La escotadura que existe entre ellos es subangular y muy abierta; en algún ejemplar puede observarse una especie de membrana que conecta ambas estructuras.

Áreas interradales

Subangulares y relativamente abiertas.

Área central

Poco extendida, ocupando aproximadamente 1/5 del total del asterolito. Las suturas suelen ser poco marcadas, y el centro, proximal y distalmente, está ocupado por un botón poco prominente de forma subcircular o poligonal.

TALLA

Superior a las 10 micras.

DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

BUKRY (1971b) lo cita en el Plioceno; THEODORIDIS (1984) puntualiza que se encuentra (al menos en sus series) en la zona CN 12 de OKADA & BUKRY (1980). FLORES (1985), reconoce representantes de esta especie en secciones y sondeos equivalentes al Tortoniense (final).

OBSERVACIONES

BUKRY (1971b) describe este taxón como subespecie de *D. variabilis* (*D. variabilis decorus*). La mayor longitud de los radios y los relativamente cortos brazos de las bifurcaciones muy agudas, han dado lugar a que se valide con posterioridad con entidad de especie. Nuestra opinión es que necesita una revisión para tratar de establecer con mayor precisión cuáles son los caracteres determinativos.

De *E. challengeri* se diferencia por los brazos de las bifurcaciones relativamente más cortos y agudos del que ahora nos ocupa. De *E. exilis*, por los flancos convergentes de éste, sus mayores bifurcaciones y la cresta que recorre los radios. De *E. pseudovariabilis* lo distingue la trifurcación y mayor talla de éste.

WEI & SRINIVASAN (1984) lo supone sinónimo del definido por SING & VIMAL (1976) como *D. indica*.

Eu-discoaster challengeri (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954) FLORES, 1986*

L. I, fig. 1, 3, 4; L. IV, fig. 3, 4, 5

- 1954 *Discoaster challengeri* BRAMLETTE & RIEDEL; pp. 401; L. 39; fig. 10.
 1963 *Discoaster challengeri*; MARTINI & BRAMLETTE; pp. 851; L. 103; fig. 11-12.
 1964 *Discoaster challengeri*; COHEN; pp. 32; L. 7; fig. e-g.
 1967 *Discoaster challengeri*; BRAMLETTE & WILCOXON; pp. 109 L. 8; fig. 1.
 1967 *Discoaster challengeri*; HAY et al.; L. 4; fig. 9-10.
 1969 *Discoaster challengeri*; MARTINI; pp. 292; L. 28; fig. 3.
 1970 *Discoaster challengeri mediterraneus*; CATI & BORSETTI; pp. 626; L. 77; fig. 1-6.
 1970 *Discoaster challengeri*; LEHOTAYOVA; pp. 170; L. 30; fig. 2.
 1971 *Discoaster challengeri*; CLOCCHIATTI; pp. 78; L. 32; fig. 1-2; L. 35; fig. 1-3.
 1971 *Clavodiscoaster challengeri*; PRINS; L. 5.
 1971 *Discoaster challengeri*; MARTINI & WORSLEY; pp. 1.485.
 1971 *Discoaster challengeri*; NISHIDA; pp. 154.
 1972 *Discoaster challengeri*; ELLIS et al.; pp. 42; L. 12; fig. 6.
 1973a *Discoaster challengeri*; HEKEL; pp. 4.
 1973b *Discoaster challengeri*; NISHIDA; L. 2; fig. 12.
 1973 *Discoaster challengeri*; ROTH; pp. 735.
 1975 *Discoaster challengeri*; ELLIS; pp. 658.
 1976 *Discoaster challengeri nellensis*; SING & VIMAL; pp. 39; L. 4 fig. 3-7.
 1976 *Discoaster challengeri*; SAN MIGUEL; pp. 243; L. 84.
 1977 *Discoaster challengeri*; SAN MIGUEL; pp. 129; L. 4; fig. 32-35.
 1977 *Discoaster challengeri*; PERCH-NIELSEN; L. 15; fig. 11, 13.
 1978 *Discoaster challengeri*; PROTO-DECIMA et al.; L. 9; fig. 5.

* FLORES (1986) presenta oficialmente la recombinación de la especie (de acuerdo con los artículos 29 y 33 de ICBN en «INA newsletter», pese a aparecer como tal en FLORES (1985).

- 1978 *Discoaster challengeri*; NISHIDA; L. 2; fig. 5.
 1978 *Discoaster challengeri*; HAQ & BERGGREN; L. 4; fig. 15.
 1978 *Discoaster challengeri*; HOJJATZADEH; pp. 6; L. 1; fig. 6.
 1980 *Discoaster challengeri*; MOSHKOVITZ & EHRLICH; L. 5; fig. 20.
 1982 *Discoaster challengeri*; SAN MIGUEL; L. 1; fig. 11.
 1982 *Discoaster challengeri*; VAROL; L. 3; fig. 13.
 1982 *Discoaster challengeri*; MUZYLOV; L. 1; fig. 12.
 1984 *Discoaster challengeri*; WEI & SRINIVASAN; pp. 352; L. 4; fig. 12.
 1985 *Eu-discoaster challengeri*; FLORES; pp. 543; L. 15, fig. 1a, 3, 4, 6; L. 30, fig. 3-7;
 L. 31, fig. 5; Resumen pp. 14.
 1985 *Eu-discoaster challengeri*; FLORES; pp. 33.

Asterolito hexarradiado (raramente pentarradiado o trirradiado), sin cóncavo-convexidad. Radios con los flancos paralelos, ligeramente superiores a la longitud del diámetro del área central y bifurcaciones poligonales. Botón central.

PUNTUALIZACIONES

Radios

De longitud ligeramente superior a la del diámetro del área central. El trazado de los flancos es paralelo en la práctica totalidad de su recorrido; la sección circular o subcircular. Su anchura se sitúa alrededor de 1/4 del diámetro del área central. Los extremos aparecen bifurcados, siendo los brazos aproximadamente igual a 1/3 de la longitud del radio, y su anchura prácticamente la misma que la de aquél; su morfología es poligonal o en forma de «porra», entre ambos forman un ángulo agudo. En aquellos ejemplares en pobre estado de conservación, esta zona tiende a reducirse como consecuencia de la acumulación de carbonato entre las ramas.

Áreas interradales

Subangulares.

Área central

Ocupando poco menos de 1/4 del total de la superficie del asterolito. Las suturas normalmente están poco definidas. El hecho de que no se defina una cóncavo-convexidad, hace que no podamos diferenciar una cara de la otra; hemos podido constatar sin embargo, a la vista de las fotografías de microscopio electrónico, que algunos ejemplares parecen mostrar un botón calcáreo central, estrellado, con las puntas dirigidas hacia los radios; rodeando esta estructura, que puede ser de amplitud variable. A veces se observa una somera depresión, otras veces puede verse una protuberancia central formada al unirse las prolongaciones de las crestas que recorren el radio. El no haber podido ver estos ejemplares por ambas caras da lugar a que no sea posible precisar si realmente son diferencias entre ambas caras, o son peculiaridades de distintos individuos.

TALLA

El diámetro máximo observado se sitúa entre las 10-18 micras.

DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

ELLIS et al. (1972) lo citan en el Oligoceno, mientras que BRAMLETTE & RIEDEL (1954) lo registran aún en el Plioceno.

OBSERVACIONES

Autores como SAN MIGUEL (1976, 1977), sí llegan a diferenciar una cara proximal y otra distal, pese a reconocer la poca curvatura de los radios: lo que ella define como botón, se situaría en la cara proximal. Esto coincide con las observaciones de CLOCCHIATTI (1971).

Se diferencia de *E. divaricatus* en que las ramas situadas en el extremo de los radios, están netamente separadas en el caso de *E. challengerii* (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954). De *E. variabilis* y *E. exilis* lo distingue la pequeña área central y los radios con flancos paralelos (MARTINI & BRAMLETTE, 1963; HOJJATZADEH, 1978), así como por la mejor representada estructura del área central (COHEN, 1964); además, las ramas son relativamente más gruesas y romas en comparación con el primero, y mayores en el caso del segundo. THEODORIDIS (1984) considera sinónimas *E. exilis* y *E. challengerii*, pero opinamos que las figuras que presenta no coinciden con la descripción original de MARTINI & BRAMLETTE (1963). De *E. decorus* lo diferencia la relativa (a veces insignificante) mayor longitud de los radios, así como los brazos de las bifurcaciones, que en el caso de aquél son más finas y agudas. En el caso de que presente la «membrana» entre las ramas, la diferenciación se facilita.

MARTINI & WORSLEY (1971) lo incluyen en su «Grupo de *D. extensus*-*D. variabilis*», con un rango cronoestratigráfico coincidente con el de *D. extensus* (= *E. druggi*), desde la zona NN 6 a la NN 17.

WEI & SRINIVASAN (1984) comentan que el recrecimiento en diferentes puntos de los asterolitos puede ocasionar grandes variaciones morfológicas, llegando incluso a formas similares a *D. nephandos*.

La variabilidad que presenta ha dado lugar a la aparición de términos como *D. challengerii mediterraneus*, de CATI & BORSETTI (1970) y *D. challengerii nellensis*, de SING & VIMAL (1976), de dudosa adscripción a esta especie.

Eu-discoaster perclarus (HAY, 1967) FLORES, 1986 *

L. III, fig. 11; L. IV, fig. 2

1967 *Discoaster perclarus* HAY et al.; pp. 452; L. 4; fig. 11-12.1976 *Discoaster perclarus*; SAN MIGUEL; pp. 260.1977 *Discoaster perclarus*; SAN MIGUEL; pp. 143.1985 *Eu-discoaster perclarus*; FLORES; pp. 547; L. 32; fig. 1-3; Resumen, pp. 14.1986 *Eu-discoaster perclarus*; pp. 33.

Asterolito hexarradiado, moderadamente cóncavo-convexo, con finos y largos radios con largas bifurcaciones. Pequeña área central con un pequeño botón estrellado.

PUNTUALIZACIONES*Radios*

Largos, con una longitud próxima al doble del diámetro del área central, sumamente finos, con una anchura 1/5 de la misma magnitud definida. El trazado de sus flancos es paralelo, abriéndose ligeramente en sus partes más interna y externa; en esta última aparecen dos prominentes bifurcaciones: las ramas que se definen son largas y curvadas, de anchura poco inferior al resto del radio, formando una muy abierta escotadura obtusa.

Áreas interradales

Subangulares, o bien redondeadas en sus vértices.

Área central

Ocupa alrededor de 1/5 del total del asterolito, produciendo en ocasiones un efecto de polígono. Las suturas aparecen ligeramente marcadas. El centro está ocupado por un pequeño botón estrellado o subpoligonal, cuyas puntas o vértices se dirigen hacia las áreas interradales.

TALLA

El diámetro máximo se sitúa en torno a las 11 micras.

DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

Según SAN MIGUEL (1976) esta especie tiene un rango Mioceno medio-Mioceno superior. FLORES (1985) reconoce ejemplares, en baja proporción, en secciones y sondeos del Plioceno inferior.

* FLORES (1986) presenta oficialmente la recombinación de la especie (de acuerdo con los artículos 29 y 33 del ICBN) en «INA Newsletter», pese a aparecer como tal en FLORES (1985).

OBSERVACIONES

Cuando los ejemplares se ajustan a la descripción reseñada, constituyen las formas más estilizadas del «grupo»; pueden sin embargo hallarse individuos en los que se aprecia un relativo incremento en el grosor de los radios.

Puede confundirse con ejemplares hexarradiados de *E. pentaradiatus*, pero la mayor curvatura de éste, así como los brazos rectilíneos y más cerrados los diferencian fácilmente. De *E. prepentaradiatus*, igualmente hexarradiado, lo distingue la longitud y abertura de los radios. De *E. challengerii* lo diferencian sus radios, que no suelen ser tan largos, y los brazos de las bifurcaciones, que son más cortas y rectas, así como el «disco central esculpido» (HAY et al., 1967).

BUKRY (1971b) describe la especie hexarradiada *D. signus*, que se diferencia de la que tratamos en la menor área central y en sus brazos rectilíneos más curvados proximalmente.

Eu-discoaster icarus (STRADNER, 1972) FLORES, 1986*

L. III, fig. 8

- 1972 *Discoaster icarus* STRADNER; pp. 1.138; L. 41; fig. 10-11; fig. tex. 1.
 ? 1976 *Discoaster icarus*; SAN MIGUEL; pp. 251.
 ? 1977 *Discoaster icarus*; SAN MIGUEL; pp. 136; L. 5; fig. 41.
 1979 *Discoaster icarus*; RAFFI & RIO; L. 7; fig. 2-3.
 1981 *Discoaster icarus*; STRADNER & ALLRAM; L. 3; fig. 3-4.
 1985 *Eu-discoaster icarus*; FLORES; pp. 549; L. 32; fig. 4-5; Resumen, pp. 14.
 1986 *Eu-discoaster icarus*; FLORES; pp. 33.

Asterolito hexarradiado de talla moderada o grande, con radios cortos, anchos y bifurcados; entre las ramas puede presentar una membrana (trifurcación). Cóncavo-convexidad poco marcada y pequeño botón circular.

PUNTUALIZACIONES

Radios

Cortos, con una longitud similar o inferior al diámetro del área central y una anchura algo menor a la mitad del mismo. Los flancos están curvados y en su extremo se pronuncian los brazos de las bifurcaciones, afiladas y muy abiertas, llegando casi a unirse las adyacentes. Entre ambos suele encontrarse una débil e irregular membrana que puede sobrepasar el trazado de la periferia del asterolito, pero sin representación exagerada.

* FLORES (1986) presenta oficialmente la recombinación de la especie (de acuerdo con los artículos 29 y 33 del ICBN) en «INA Newsletter, pese a aparecer como tal en FLORES (1985).

Áreas interradales

Ojivales o, en ocasiones, prácticamente elípticas, abiertas en su extremo.

Área central

Amplia, representando algo más de 1/3 del total del asterolito; son características sus suturas anchas y deprimidas, así como un prominente botón centrado y subcircular, cuyo diámetro varía, pero nunca llega a sobrepasar 1/3 del total del área definida.

TALLA

El diámetro máximo se sitúa en torno a las 11 micras. Esta magnitud parece variar; el holotipo posee 30 micras, mientras que SAN MIGUEL (1976) reconoce ejemplares de 13.

DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

STRADNER (1972) reseña su presencia en el Mioceno superior. MAZZEI et al. (1979) lo registran de forma continua desde su zona de *Discoaster hamatus* (Tortonense), hasta la de *D. berggrenii*; aunque siguen encontrándolo de manera irregular y en baja proporción hasta el Plioceno. Algo similar observa FLORES (1985) en lo referente al último registro.

OBSERVACIONES

Constituye la especie con las estructuras constitutivas más gruesas de todas las del grupo; este carácter puede diferenciarla de las más afines. Sin embargo, matizando en algunos puntos, comentamos que se diferencia de *E. pansus* por los radios relativamente más cortos y anchos, así como por los brazos de las bifurcaciones, que en el caso de *E. icarus* están más extendidos y más próximos unos de otros, así como por la aparente membrana que entre ellos aparece. No obstante, autores como THEODORIDIS (1984) los suponen sinónimos; otros los creen equivalente a *E. surculus* (JIANG & GARTNER, 1984), taxón del que se diferencia por los radios mucho menores, con las ramas más abiertas.

Eu-discoaster pansus (BUKRY & PERCIVAL, 1971) THEODORIDIS, 1983

L. III, fig. 2; L. IV, fig. 1

1971 *Discoaster variabilis pansus* BUKRY & PERCIVAL; pp. 129; L. 3; fig. 8-9.

1973a *Discoaster pansus*; BUKRY; L. 4; fig. 25.

1974 *Discoaster pansus*; BUKRY; L. 1; fig. 3-4.

1983 *Eu-discoaster pansus*; THEODORIDIS; pp. 18.

1984 *Eu-discoaster pansus*; THEODORIDIS; pp. 161; L. 32 fig. 9-10.

1985 *Eu-discoaster pansus*; FLORES; pp. 551; L. 30, fig. 15; L. 32, fig. 10-15; Resumen, pp. 14.

Asterolitos hexarradiados, simétricos, con radios moderadamente largos y gruesos y bifurcaciones muy desarrolladas. Carentes de cóncavo-convexidad.

PUNTUALIZACIONES

Radios

Moderadamente largos, con una longitud aproximadamente igual al diámetro del área central, y gruesos (1/4 de la misma magnitud definida). Los extremos aparecen bifurcados, las ramas, muy patentes, son aproximadamente igual a la anchura de los radios, o ligeramente inferiores; su trazado es más o menos rectilíneo o moderadamente curvado, con los extremos romos, formando entre ellas un ángulo obtuso. No presentan curvaturas y sus flancos son más o menos paralelos.

Áreas interradales

Redondeadas en sus vértices; a veces, cuando no son del todo paralelos a los flancos de los radios, pueden presentar morfología ojival.

Área central

Amplia, con un diámetro aproximadamente igual a 1/3 del total del asterolito. El centro lo ocupa un pequeño, pero prominente, botón central existente en ambas caras. Las suturas anchas y bien marcadas.

TALLA

Diámetro máximo de los ejemplares observados entre las 13 y 17 micras.

DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

Mioceno superior al Plioceno inferior, según BUKRY & PERCIVAL (1971). THEODORIDIS (1984) reseña que los primeros representantes aparecen en su zona de *E. kugleri* (aproximadamente igual a la CN 5b de OKADA & BUKRY, 1980).

OBSERVACIONES

Se trata de una forma un tanto problemática por cuanto presenta caracteres muy próximos a otras especies del grupo; tal es el caso de *E. icarus*, del que auto-

tores como THEODORIDIS (1984) considera sinónimo. Sin embargo, observando tanto las fotografías del holotipo, como los ejemplares de nuestras preparaciones con similares características, hemos podido determinar que en el caso de la última, aparte de la sobresaliente trifurcación que puede presentar, los radios son considerablemente más cortos y anchos, y sus bifurcaciones más curvadas, hasta el punto de llegar a estar casi en contacto con los adyacentes; asimismo, el área central es más circular. De *E. challengerii* lo diferencia la ausencia de un botón bien marcado y los radios más largos, finos y siempre paralelos. De *E. variabilis*, de la que se describió originalmente como subespecie, la diferencian los brazos relativamente más finos y la bifurcación menos gruesa y más agudas. De *E. decorus*, por las bifurcaciones mucho más cortas y agudas, y los brazos más largos.

Grupo de *Eu-discoaster calcaris*

Incluye las muy similares especies *E. calcaris*, *E. loeblichii* y *E. neohamatus*. Se caracterizan por la posesión de dos ramas en sus extremos, que en ocasiones pueden definirse como «espolones»; en cualquier caso estas ramas son siempre desiguales. THEODORIDIS (1984) incluye la primera especie citada en su «Grupo de *E. exilis*»; la segunda en el «Grupo de *E. deflandrei*», mientras que a la tercera la incluye dentro de las «categorías morfológicas» sin 'status' específico». En nuestro caso, a falta de mayor precisión, creemos que las tres especies presentan gran afinidad, con rasgos completamente distintos a los de otros grupos como en el caso del por nosotros definido como «Grupo de *E. variabilis*», o como el «Grupo de *E. pentaradiatus*» (que pese a poder presentar ramas asimétricas, éstas se sitúan siempre en un plano paralelo o subparalelo al del asterolito), y por lo tanto con suficiente entidad como para incluirlo en un solo «grupo».

Eu-discoaster calcaris (GARTNER, 1967) THEODORIDIS, 1983

L. I, fig. 5

- 1967 *Discoaster calcaris* GARTNER; pp. 2; L. 2; fig. 1-3.
- 1967 *Discoaster calcaris*; HAY et al.; L. 5; fig. 5.
- 1969 *Discoaster calcaris*; MARTINI; pp. 292; L. 28; fig. 3.
- 1971 *Discoaster calcaris*; CLOCCHIATTI; pp. 78; L. 35; fig. 4.
- 1971 *Discoaster calcaris*; MARTINI; L. 4; fig. 2.
- 1971 *Clavodiscoaster calcaris*; PRINS; L. 5.
- 1971 *Discoaster calcaris*; MARTINI & WORSLEY; pp. 1.485.
- 1972 *Discoaster calcaris*; ELLIS et al.; pp. 42; L. 12; fig. 4-5.
- 1973 *Discoaster calcaris*; ROTH; pp. 735.

- 1974a *Discoaster calcaris*; MÜLLER; L. 7; fig. 8.
 1975 *Discoaster calcaris*; JAFAR; pp. 47; L. 5; fig. 13-14.
 1976 *Discoaster calcaris*; SAN MIGUEL; pp. 241.
 1977 *Discoaster calcaris*; SAN MIGUEL; pp. 128.
 1978 *Discoaster calcaris*; HOJJATZADEH; pp. 5; L. 1; fig. 5.
 1978 *Discoaster calcaris*; HAQ & BERGGREN; L. 4; fig. 14.
 1983 *Eu-discoaster calcaris*; THEODORIDIS; pp. 17.
 1984 *Eu-discoaster calcaris*; THEODORIDIS; pp. 171; L. 12; fig. 12; L. 35; fig. 13-14.
 1985 *Eu-discoaster calcaris*; pp. 553; L. 13; fig. 4; L. 28, fig. 3; Resumen, pp. 14.

Asterolito hexarradiado, poco cóncavo-convexo, con finos y largos radios bifurcados y asimétricos. Botón central en ambas caras con diferentes características.

PUNTUALIZACIONES

Radios

Finos, con una longitud ligeramente superior a la del diámetro del área central. Los flancos son muy regulares y muestran en su desarrollo cierta convergencia hacia las zonas externas, aunque con dominio de la paralelidad. Proximalmente y algo desplazada, puede observarse una cresta que se pronuncia hacia el área central y recorre todo el radio. La sección, por lo tanto, es triangular, con un vértice agudo proximal. Los extremos se encuentran bifurcados, las ramas son distintas: la de mayor entidad (superior en dos veces o más a la otra) se sitúa apuntando sinistrorsamente con una moderada inclinación hacia la cara proximal; entre ambos se define un ángulo obtuso poco pronunciado. Los extremos de ambas ramas son agudos.

Áreas interradales

Subangulares o redondeadas, muy abiertas.

Área central

Con una extensión que representa algo más de 1/3 del total de la superficie del asterolito. Cuando el vértice de las áreas interradales se redondea, pueden determinarse morfologías poligonales. Por su cara proximal se pueden observar unas suturas rectilíneas y cortas que en ocasiones sólo se manifiestan hacia la zona más interna. De un pequeño botón central y circular parten crestas subangulares prominentes que se continúan y tienden a acentuarse en el radio; entre estas crestas aparecen pronunciadas depresiones seccionadas por la sutura. En su cara distal estas crestas no tienen manifestación; sí aparece en cambio un más ancho botón con forma estrellada, rodeado de una pequeña depresión en la que se pueden observar las suturas. Las puntas se dirigen indistintamente hacia los radios o hacia las áreas interradales.

TALLA

Diámetro máximo entre las 12 y 15 micras.

DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

MARTINI (1971) determina un rango desde la zona NN 8 a la NN 11, definiendo la NN 9 con su nombre —equivalente a la de *D. neohamatus* de las biozonaciones de BUKRY (1973a y b y 1975), ROTH (1973, 1974) y OKADA & BUKRY, (1980)—. THEODORIDIS (1984) lo encuentra en su zona de *E. bellus* a la de *C. pelagicus* (distribución coincidente cronoestratigráficamente con la expuesta por MARTINI). MAZZEI et al. (1979) lo registran en el Plioceno (resedimentado ?); algo similar observa FLORES (1985).

OBSERVACIONES

De las especies hexarradiadas similares, incluidas en otros grupos, la diferencia su característica bifurcación asimétrica (GARTNER, 1967).

De *E. neohamatus* la distingue los extremos de los radios más curvados (JAFAR (1975). MÜLLER (1974) considera ambas especies sinónimas; THEODORIDIS (1984) por su parte piensa igualmente que pueden tratarse de la misma especie, cuya morfología resultante es un efecto del recrecimiento. Por nuestra parte únicamente hemos encontrado ejemplares de *E. neohamatus* en muestras D.S.D.P., junto con ejemplares con la morfología características de *E. calcaris*; «a priori» parece ser que las peculiaridades diferenciativas están bastante claras, y como se comentará en la reseña de esa otra especie, la hemos considerado independiente. Igualmente se observa una cierta variabilidad en la extensión de los brazos, habiendo formas que pueden confundirse con *E. brouweri* (JAFAR op. cit.), esto sucede normalmente cuando los extremos (bifurcaciones) aparecen parcial o totalmente fracturados. De *E. hamatus* difiere en que el extremo del radio es una larga espina que se extiende hacia la cara proximal, con desarrollo inverso a *E. calcaris* (GARTNER op. cit.), pero que además es siempre pentarradiada. BUKRY (1971a) define la especie *E. loeblichii*, muy similar a la que nos ocupa, si bien con mayor talla y los radios con convergencia progresiva más acusada (más del doble desde las zonas internas a las externas) y relativamente mayor área central. Nuestra opinión, pese a haberlas considerado distintas, es que sus diferencias no son tan manifiestas.

Los flancos de los radios pueden presentar notables variaciones y ser, desde paralelos con el trazado rectilíneo, hasta presentar una cierta convexidad (Ver por ejemplo SAN MIGUEL, 1976, o HAQ & BERGGREN, 1978). El giro con que encontramos cada individuo en las preparaciones, influirá directamente en que la rama más larga quede más o menos encubierta, exagerada o acortada su longitud, hecho este que puede inducir a confusiones.

Eu-discoaster loeblichii (BUKRY, 1971) THEODORIDIS, 1983

L. II, fig. 2, 3

- 1971a *Discoaster loeblichii* BUKRY; pp. 315; L. 4; fig. 3-5.
 1973a *Discoaster loeblichii*; BUKRY; L. 4; fig. 18.
 1975 *Discoaster loeblichii*; ELLIS; pp. 659.
 1976 *Discoaster loeblichii*; SAN MIGUEL; pp. 256.
 1977 *Discoaster loeblichii*; SAN MIGUEL; pp. 140.
 1978 *Discoaster loeblichii*; PROTO-DECIMA et al.; L. 9; fig. 7-8.
 1983 *Eu-discoaster loeblichii*; THEODORIDIS; pp. 17.
 1984 *Eu-discoaster loeblichii*; THEODORIDIS; pp. 161.
 1985 *Eu-discoaster loeblichii*; FLORES; pp. 557; L. 28; fig. 1-2; Resumen, pp. 14.

Asterolito hexarradiado, con área central variable, pero con un diámetro similar o ligeramente inferior a la longitud de los radios. Bifurcaciones asimétricas y botón central. Poco marcada cóncavo-convexidad.

PUNTUALIZACIONES

Radios

De longitud igual o ligeramente inferior a la del diámetro del área central. Suelen ser mucho más anchos en la proximidad al área central que en sus extremos; este rasgo puede variar, siendo a veces esta diferencia de 2:1. Proximalmente están recorridos por una cresta aguda que parte del área central. Los extremos están bifurcados, las ramas desiguales, siendo la mayor más del doble que la pequeña y los extremos de ambas agudos. La de mayor entidad apunta en sentido sinistrorso.

Áreas interradales

Subangulares o con los vértices redondeados.

Área central

De extensión variable, pero por lo general ocupa 1/3 del total del asterolito. Proximalmente la cresta que se continúa en los radios determina en su unión un pequeño botón; entre ellas, además, se definen pronunciadas depresiones. La cara distal presenta bien marcadas las suturas y un botón centrado de considerable entidad.

TALLA

El diámetro máximo se sitúa en torno a las 15 micras.

DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

GARTNER (1977) lo define en el Tortonense inferior, mientras que THEODORIDIS (1984) restringe su distribución a las subzonas por él definidas de *E. pentaradiatus* y *G. rotula* (equivalentes aproximadamente a las NN 10, NN 11 basal, de MARTINI (1971) y CN 8 a y b y CN 9 a de OKADA & BUKRY (1980).

OBSERVACIONES

Las diferencias fundamentales con *E. calcaris* son, la más acusada convergencia progresiva de los flancos radiales, y una aparente mayor área central. Los caracteres de las ramas de las bifurcaciones, aún no coincidiendo perfectamente en las descripciones (mayor inclinación en este caso) y sobre las fotografías presentadas, no parecen manifestar grandes diferencias. Además, la distinción se complica al aparecer un buen número de formas intermedias. Así pues, aún considerando la especie como diferente, creemos necesario una revisión y estudio profundo de ambas.

El mismo BUKRY (1971a) lo considera relacionado con *E. variabilis*, hecho con el que aproximadamente coinciden THEODORIDIS (1984) al incluirlo éste en su grupo de *E. deflandrei* (dentro del cual se definen la anterior especie señalada); nuestra opinión es que los caracteres se aproximan más a *E. calcaris* y que como comentamos, parecen tener suficiente entidad como para incluirlos en un grupo independiente. Es necesario además puntualizar que la descripción que propone el último autor reseñado no concuerda con la original de BUKRY para el presente taxón, ya que describe sus ejemplares con característicos flancos paralelos.

Eu-discoaster neohamatus (BUKRY & BRAMLETTE, 1969) THEODORIDIS, 1983

L. II, fig. 7

- 1969 *Discoaster neohamatus* BUKRY & BRAMLETTE; pp. 133. L. 1; fig. 4-5.
- 1971 *Clavodiscoaster neohamatus*; PRINS; L. 5.
- 1973 *Discoaster neohamatus*; ROTH; pp. 736; L. 5; fig. 2.
- 1974 *Discoaster neohamatus*; BUKRY; L. 1; fig. 2.
- 1975 *Discoaster neohamatus*; ELLIS; pp. 659.
- 1975 *Discoaster neohamatus*; JAFAR; pp. 50; L. 6; fig. 1-2.
- 1977 *Discoaster neohamatus*; HOWE & ELLIS; L. 3; fig. 3.
- 1978 *Discoaster neohamatus*; HAQ & BERGGREN; L. 4; fig. 22.
- ? 1981 *Discoaster neohamatus*; CHI et al.; L. 2; fig. 11.

1983 *Eu-discoaster neohamatus*; THEODORIDIS; pp. 18.

1985 *Eu-discoaster neohamatus*; FLORES; pp. 560; L. 28; fig. 4; Resumen pp. 14.

Asterolito hexarradiado, con poco acusada cóncavo-convexidad y el extremo de los radios girado.

PUNTUALIZACIONES

Radios

Largos, rectilíneos, sin acusar apenas curvatura proximal, ocupando más de las 2/3 partes de la superficie total del asterolito. Los flancos son convergentes hacia los extremos, aunque en muchos ejemplares se definirían mejor como subparalelos. En su extremo se curvan violentamente todos en el mismo sentido: dextrorso. Como criterio orientativo hemos empleado el «espólón» que se define en algunos ejemplares, en posición proximal; esta misma estructura puede en ocasiones dar la sensación de que se trata de una bifurcación. La punta del radio es aguda o moderadamente roma (seguramente dependiente del estado de conservación). En algunos ejemplares, recorriendo longitudinal y proximalmente los radios, puede aparecer una sutil cresta.

Áreas interradales

Los ejemplares en buen estado de conservación las presentan angulares; si se acusa recrecimiento pueden parecer subangulares.

Área central

Generalmente de pequeña entidad, de 1/4 a 1/5 de la superficie. Las crestas de los radios, de presentarse, suelen confluir en el centro en el cual, además, puede ocasionalmente definirse un botón (proximal), irregular y poligonal, con los vértices dirigidos hacia el eje de los radios. En otras ocasiones no se reconocen estructuras en la cara aludida, hecho este constante en la distal.

TALLA

El diámetro máximo de los asterolitos se sitúa entre las 10-12 micras.

DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

BUKRY (1973 a y b, 1975) y OKADA & BUKRY (1980) definen la subzona con su nombre (= CN 8 completamente coincidente con la de *D. calcaris*, NN 10, de MARTINI, 1971). ROTH (1973, 1974) la define con ese mismo nombre, pero su distribución equivaldría a la parte superior de las anteriores. Sin embargo indivi-

duos de esta especie se registran hasta la zona de *D. berggrenii* (= CN9a) y se reconocen desde la *D. hamatus* (CN 7) (MAZZEI et al. 1979). Según JAFAR (1975) continuaría por encima de la NN 11.

PALEOECOLOGÍA

MILOW (1970) supone que se trata de una especie característica de masas de aguas cálidas.

OBSERVACIONES

Algunos autores como MÜLLER (1974a) lo supone sinónimo de *E. calcaris*; THEODORIDIS (1984) comenta que seguramente sean ejemplares de esta especie o de *E. brouweri* que por recrecimiento han llegado a adoptar esta morfología. Sin embargo, coincidiendo con lo expuesto por JAFAR (1975), en los ejemplares por nosotros observados, sobre los que en principio debido a la delgadez que presentan sus radios no podemos suponer un fuerte recrecimiento, observamos una curvatura uniforme en los supuestos *E. neohamatus*, que en el caso de *E. calcaris* se manifiesta en un cambio angular, acompañado de un brusco estrechamiento del radio al definirse las ramas. Igualmente, en *E. calcaris* nunca se llega a observar el segundo brazo como un espolón situado netamente por debajo del radio, De *E. loeblichii* lo diferencian exactamente las mismas características que de *E. calcaris*.

Sí estamos de acuerdo en que un recrecimiento acusado en unos u otros pueden llegar a su confusión, caso este en el que haremos alusión al grupo.

De *E. hamatus* lo diferencia la posesión de un radio menos. De *E. brouweri* lo distingue el giro de los radios y el menor grosor en el caso de estos, así como la fuerte combadura. FLORES (1985) observa únicamente representantes de esta especie en muestras D.S.D.P. (figura 2); en cambio, tanto en estas como en las obtenidas en columnas en el continente se reconoce uniformemente *E. calcaris*.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento a los miembros del Departamento de Paleontología de la Universidad de Salamanca, y de modo especial a su direc-

tor, J. CIVIS, por la ayuda y consejos a la hora de la realización del trabajo. Igualmente al Prof. D. RÍO, y a su equipo de colaboradores de la Universidad de Parma; y por último a la Organización del D.S.D.P. (Deep Sea Drilling Project) por la cesión de las muestras para su estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- AKERS, H.W. & KOEPEL, P.E. (1973). Age of some Neogene Formations Atlantic Coastal Plain, United States and Mexico. *SEMP Proc. Symp. Calc. Nannofossils*; 80-84.
- BERGEN, J.A. (1984). Calcareous nannoplankton from Deep Sea Drilling Project leg 78A: Evidence for imbricate underthrusting at the Lesser Antillian active margin. *In. Rep. DSDP. 78*; 411-445.
- BOURDEAUX, J.E. & HAY, W.W. (1969). Calcareous nannoplankton and biostratigraphy of the Late Pliocene-Pleistocene recent sediments in the submarex cores. *Rev. Esp. Micropal.* 1 (3), 249-292.
- BRAMLETTE, M.N. & RIEDEL, W.R. (1954). Stratigraphic value of Discoasters and some others Microfossils related to Recent Coccolithophores. *Journ. Paleont.* 28; 385-403.
- BRAMLETTE, M.N. & WILCOXON, J.A. (1967). Middle Tertiary calcareous nannoplankton of the Cipero Section, Trinidad, W.I. *Tulane St. Geol. Paleont.* 5 (3); 93-130.
- BUKRY, D. (1971a). Cenozoic calcareous nannofossils from the Pacific Ocean. *San Diego Soc. Nat. Hist. Trans.* 16 (4), 303-328.
- BUKRY, D. (1971b). **Discoaster** evolutionary trends. *Micropaleontology* 17 (1); 43-52.
- BUKRY, D. (1971c). Coccolith Stratigraphy Leg 6, Deep Sea Drilling Project. *In. Rep. DSDP. 6*; 965-986.
- BUKRY, D. (1973a). Low latitude coccolith biostratigraphic zonation. *In. Rep. DSDP. 15* 685-703.
- BUKRY, D. (1973b). Coccolith Stratigraphy Leg 13, Deep Sea Drilling Project. *In. Rep. DSDP, 13*; 817-822.
- BUKRY, D. (1974). Coccolith and Silicoflagellate stratigraphy, Eastern Indian Ocean, Deep Sea Drilling Project Leg 22. *In. Rep. DSDP. 22*; 601-607.
- BUKRY, D. (1975). Phytoplankton stratigraphy, Southwest Pacific, Deep Sea Drilling Project, Leg. 30. *In. Rep. DSDP. 30*; 539-547.
- BUKRY, D. & BRAMLETTE, M.N. (1969). Some new and stratigraphically useful calcareous nannofossils of the Cenozoic *Tulane St. Geol. Paleont.* 17 (3); 131-142.
- BUKRY, D. & PERCIVAL, S.F. (1971). New Tertiary calcareous nannofossils. *Tulane. St. Geol. Paleont.* 8(3); 133-146.
- CATI, F. & BORSETTI, A.H. (1970). I discoasteridi del Miocene delle Marche. *Giorn. Geol.* 36 (2); 617-652.
- CLOCCHIATTI, M. (1971). Contribution a l'étude du nannoplancton calcaire du Néogène d'Afrique du Nord. *Mem. Mus. Nat. Hist. Nat. Nouv. Ser. C.* 23; 7-135.

- COHEN, C.L.D. (1964). Coccolithophorids and Discoasters from Adriatic bottom sediments. *Leds. Geol. Medid.* 35; 1-44.
- CHI, W.R.; NAMSON, J. & SUPPE, J. (1981). Stratigraphic record of Plate interactions in the Coastal Range of Eastern Taiwan. *Mem. Geol. Soc. China.* 4; 155-194.
- DERMITZAKIS, M.D. & THEODORIDIS, S.A. (1978). Planktonic foraminifera and calcareous nannoplankton from the Pliocene of Konfonisi Island (East Crete, Greece) *Ann. Geol. Pays. Mellen* SER 1 XXXIX (2); 630-643.
- DRIEVER, B.W.H. (1981). A quantitative study of Pliocene associations of **Discoaster** from the Mediterranean. *Proc. Koninklike Nederlandse Ak. Wetenschopper.* B 84 (4); 437-455.
- ELLIS, C.H. (1975). Calcareous nannofossil biostratigraphy Leg. 31. DSDP. *In. Rep. DSDP.* 31; 655-676.
- ELLIS, C.H., LOHMANN, W.H. & WRAY, J.L. (1972). Upper Cenozoic calcareous nannofossils from the Gulf of Mexico (Deep Sea Drilling Project, Leg. 1 site 3. *Quarterly Colorado School Mines.* 67 (3); 1-103.
- FLORES, J.A. (1985). Nanoplancton calcáreo en el Neógeno del borde noroccidental de la Cuenca del Guadalquivir (S.O. de España). *Tesis Doctoral Univ. Salamanca*, 1-714 (inérita). Resumen: *Ed. Universidad de Salamanca*, 1-37.
- FLORES, J.A. (1986). Estudio sistemático de los asterolitos de algunas series del sector N.O. de la Cuenca del Guadalquivir (S.O. de España) y sondeos oceánicos (D.S.D.P) próximos. I. *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 23; 219-263.
- FLORES, J.A. (1986). New combination of three species of asteroliths originally adscribed to **Discoaster** TAN SIN HOK, 1927. *INA. News.* 8; 33-34.
- FLORES, J.A. & SIERRA, F.J. (en prensa). Calcareous plankton in the Tortonian-Messinian transition series of the northwestern edge on the Guadalquivir Basin (S.W. Spain) *Geol. Bundes-Anstalt.*; 39.
- FUCHS, R. & STRADNER, H. (1977). Uber Nannofossilien im Badenien (Mittelmiozän) der Zentralen Paratethys. *Beitr. Paläont. Osterr.* 2; 1-58.
- GARTNER, S. (1967). Calcareous nannofossils from Neogene of Trinidad, Jamaica and Gulf of Mexico. *Un. Kansas. Paleont. Cont.* 29, 1-7.
- GARTNER, S. (1977). Nannofossils and Biostratigraphy: an overview. *Earth Sc. Rev.* 13 (3); 227-250.
- HAQ, B.U. & BERGGREN, W.A. (1978). Late Neogene Calcareous plankton biochronology of the Rio Grande Rise (South Atlantic Ocean). *Journ. Paleont.* 52 (6); 1.167-1.194.
- HAY, W.W., MOHLER, H.P., ROTH, P.H., SCHMIDT, R.R. & BOUDREAUX, J.E. (1967). Calcareous nannoplankton zonation of the Cenozoic of the Gulf Coast and Caribbean Antillean Area and transoceanic correlation. *Trans. Gulf Coast. Ass. Geol. Soc.* 17; 438-480.
- HEKEL, H. (1973a). Late Oligocene to Recent nannoplankton from the Capricorn Basin (Great Barrier Reef Area). *Geol. Surv. Queensland.* 359 Paleont. Papers, 33; 1-24.
- HEKEL, H. (1973b). Nannofossil Biostratigraphy, Leg. 20, Deep Sea Drilling Project. *In Rep. DSDP.* 20; 221-247.
- HOJJATZADEH, M. (1978). Discoasters of the Blue Clay (Middle Miocene) of Malta and Gozo. *Geol. Magazine*, 115 (1); 1-19.

- HOWE, R.C. & ELLIS, C.H. (1977). Calcareous nannofossils from Mid-Atlantic Basement rocks of DSDP Leg 37, *Canadian Journ. Earth Sc.* 14 (4), 2; 707-715.
- JAFAR, S.A. (1975). Calcareous nannoplankton from the Miocene of Rotti, Indonesia. *Nort Holland Publish. Verhandeling Afd. Naturkunde.* 28; 1-99.
- JIANG, M.J. & GARTNER, S. (1984). Neogene and Quaternary Calcareous Nannofossils Biostratigraphy of the Walvis Ridge. *In. Rep. DSDP.* 74; 561-595.
- LEHOTAYOVA, R. (1970). Electron-microscope examination of Calcareous Nannoflora from Badenian of Western Slovakia. *Zobornik Geol. Vied. ZK.* 13; 157-175.
- LEHOTAYOVA, R. (1974). Kalkige nannoflora des Sarmantien. *Chronostratigraphie und Neostatotypes Miozan M S Sarmantien.* 516-545.
- LEHOTAYOVA, R. (1975). Calcareous nannoflora of the Badenian **Praeorbulina-Orbulina** Horizon. *Zapadne Karpaty Ser. Paleont.* 1; 25-38.
- MARTINI, E. (1969). Nannoplankton aus dem Miozän von Gabon (Westafrika). *N. Jb. Geol. Paläont. Abb.* 132 (3); 285-300.
- MARTINI, E. (1971). Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. *Proc. II. Plankt. Conf. Roma, 1970.* 2; 739-785.
- MARTINI, E. (1976). Cretaceous to recent calcareous nannoplankton from the Central Pacific Ocean (DSDP Leg 33). *In Rep. DSDP,* 33; 383-423.
- MARTINI, E. & BRAMLETTE, M.N. (19637). Calcareous nannoplankton from the experimental Mohole Drilling. *Journ. Paleont.* 3; 845-858.
- MARTINI, E. & WORSLEY, T. (1971). Tertiary calcareous nannoplankton from the Western Equatorial Pacific. *In. Rep. DSDP.* 7 (2), 1.471-1.507.
- MAZZEI, R., RAFFI, I., RIO, D., HAMILTON, N. & CITA, M.B. (1979). Calibration of Late Neogene calcareous plankton datum planes with the paleomagnetic record of site 397 and correlation with Moroccan and Mediterranean sections. *In. Rep. DSDP,* 47(1); 375-389.
- MILOW, E.D. (1970). Tentative nannofossil zones and subzones and their radiometric age, Northeast Pacific. *In. Rep. DSDP,* 5; 8-10.
- MOSHKOVITZ, S. & EHRLICH, A. (1980). Distribution of the calcareous nannofossils in the Neogene sequence of the Jaffa-1 Borehole, Central-Coastal Plain, Israel. *Bull. Geol. Surv. Israel. P.D.* 1/80.
- MÜLLER, C. (1974a). Calcareous nannoplankton. Leg 25 (Western Indian Ocean). *In. Rep. DSDP.* 25; 579-633.
- MÜLLER, C. (1974b). Nannoplankton aus dem Mittel-Miozan von Walbersdorf. (Burgenland). *Senckenbergiana Lethaea.* 55 (1-5); 389-405.
- MUZYLOV, N. (1982). Nannoplankton stratigraphy of Leg 67 Drill sites. *In. Rep. DSDP,* 67; 383-399.
- MUZYLOV, N. (1971). Neogene calcareous nannoplankton from the Coast along the Sea of Japan. *Bull. Nara Un. Educ.* 20 (2); 71-89.
- NISHIDA, S. (1973a). Preliminary study of the Upper Cenozoic calcareous nannoplankton assemblages from the Nausei Islands (en japonés).
- NISHIDA, S. (1973b). Calcareous nannoplanktons from the Oredge Samples obtaining during the GDP-1 Research Cruise. *Bull. Nara Univ. Educ.* 22 (22); 85-91.

- NISHIDA, S. (1978). Calcareous nannoplankton fossils and their stratigraphic meaning. (en japonés).
- OKADA, H. & BUKRY, D. (1980). Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (BUKRY, 1973-1975). *Marine Micropal.* 5 (3); 321-325.
- PAVSIC, J. & MIHAJLOVIC, D. (1981). Badenian (Tortonian) Nannoflora from Visnjica (Belgrado Area). *GLAS* 329, 48, 1-16.
- PERCH-NIELSEN, K. (1977). Albian to Pleistocene calcareous nannofossils from the Western South Atlantic, DSDP Leg 39. *In. Rep. DSDP.* 39. 699-823.
- PERCH-NIELSEN, K. (1972). Remarks on late Cretaceous to Pleistocene coccoliths from the North Atlantic. *In. Rep. DSDP* 12, 1.003-1.069.
- PRINS, B. (1971). Speculations on relations, evolution and stratigraphic distribution of Discoasters. *Proc. II Plankt. Conf. Roma, 1970.* 2; 1.017-1.037.
- PROTO-DECIMA, F., MEDIZZA, F. & TODESCO, L. (1978). Southeastern Atlantic Leg 40 calcareous nannofossils. *In. Rep. DSDP.* 40; 571-634.
- RAFFI, I. & RIO, D. (1979). Calcareous nannofossil biostratigraphy of DSDP site 132 (Tyrrhenian Sea-Western Mediterranean). *Riv. It. Paleont. Strat.* 85 (1); 127-172.
- ROTH, P.H. (1973). Calcareous nannofossils-Leg 17, Deep Sea Drilling Project. *In. Rep. DSDP.* 17; 695-795.
- ROTH, P.H. (1974). Calcareous nannofossils from the Northwestern Indian Ocean, Leg 24 D.S.D.P. *In. Rep. DSDP.* 24; 969-993.
- SAN MIGUEL, M. (1976). Estudio del nanoplancton calcáreo del Estrecho Nort-bético. *Mem. Tes. Doct. Un. Complutense de Madrid.* 1 y 2; 1-334 (inérita).
- SAN MIGUEL, M. (1977). Contribución al estudio de los discoastéridos. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 75 (1-4), 115-165.
- SING, P. & VIMAL, K.P. (1976). Late Miocene-Early Pliocene **Discoaster** from Neill Island, South Andaman. *Journ. Geol. Soc. India.* 17 (1); 37-44.
- STRADNER, H. (1972). Catalogue of calcareous nannoplankton from sediments of Neogene Age in the Eastern North Atlantic and Mediterranean Sea. *In. Rep. DSDP.* 13; 1.137-1.199.
- STRADNER, H. & ALLRAM, F. (1981). The nannofossils assemblages of Deep Sea Drilling Project Leg 66, Middle America Trench. *In. Rep. DSDP.* 66; 589-639.
- THEODORIDIS, S.A. (1983). On the legitimacy of the generic name **Discoaster** TAN, 1927 ex TAN, 1931. *INA news.* 5 (1); 15-21.
- THEODORIDIS, S.A. (1984). Calcareous nannofossil biozonation of the Miocene and revision of the helicoliths and discoasters. *Utrecht Micropal. Bull.* 32; 1-271.
- VAROL, D. (1982). Calcareous nannofossils from the Atalaya Basin, Turkey. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.* 4: 244-256.
- WEI, K.Y. & SRINIVASAN, M.S. (1984). Miocene calcareous nannofossils from Colebrook. North Passage and Great Nicobar Islands, Northeastern Indian Ocean. *Rev. Esp. Micropal.* 16; 345-366.

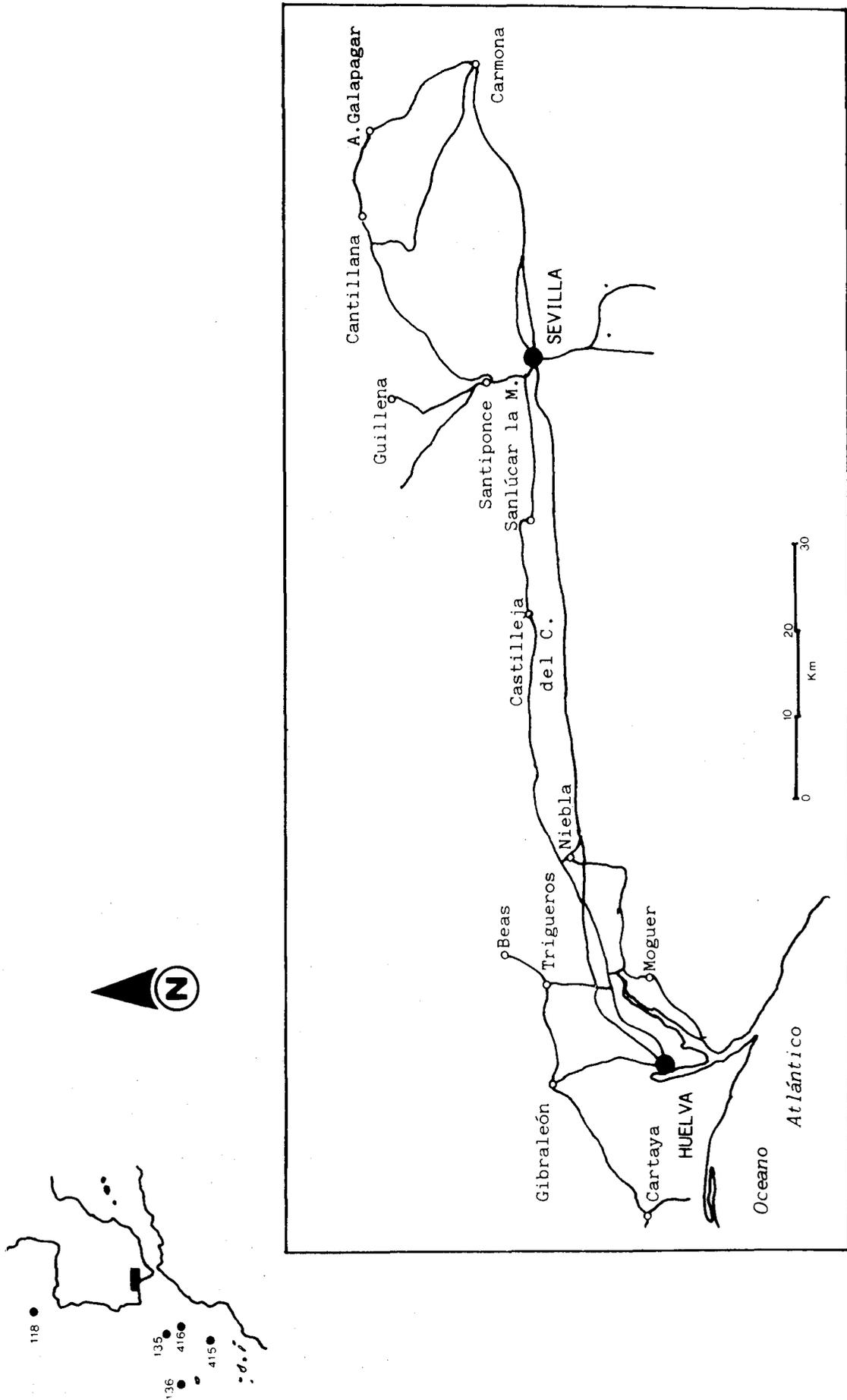
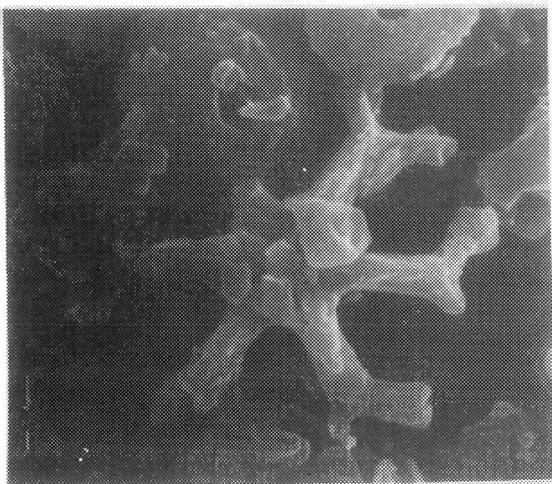


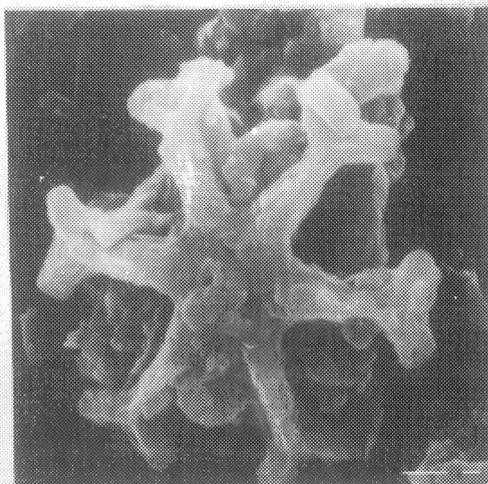
Figura 2. Localización geográfica de las secciones de la Cuenca del Guadalquivir y sondeos D.S.D.P. estudiados.

Figura 2. Localización geográfica de las secciones de la Cuenca del Guadalquivir y sondeos D.S.D.P. estudiados.

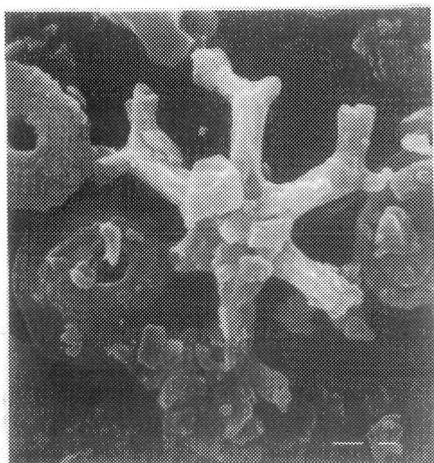
LAMINA I



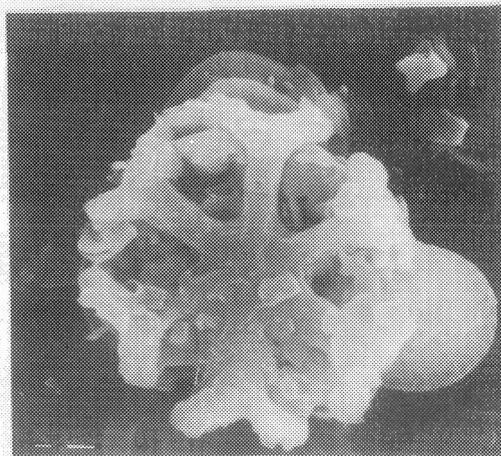
1



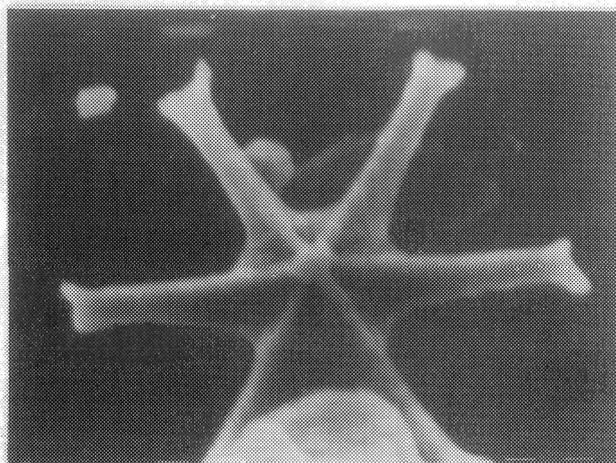
2



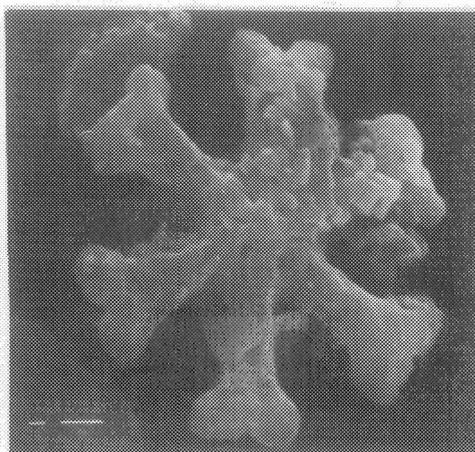
3



4



5



6

← LÁMINA I

Obtenidas con un microscopio electrónico de barrido.

1,3,4 *Eu-discoaster challengeri* (BRAMLETTE & RIEDEL)

2,6 *Eu-discoaster variabilis* (MARTINI & BRAMLETTE)

5 *Eu-discoaster calcaris* (GARTNER)

Cada una de las líneas horizontales mayores equivale a una micra.

LÁMINA II →

Obtenidas con un microscopio petrográfico convencional (Nicoles paralelos).

1,10,11 *Eu-discoaster variabilis* (MARTINI & BRAMLETTE)

2-3 *Eu-discoaster loeblichii* (BUKRY)

4,5,8,9 *Eu-discoaster exilis* (MARTINI & BRAMLETTE)

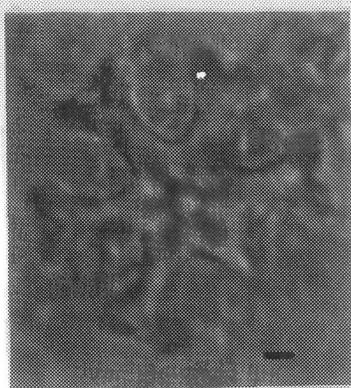
6 *Eu-discoaster decorus* (BUKRY)

7 *Eu-discoaster neohamatus* (BUKRY & BRAMLETTE)

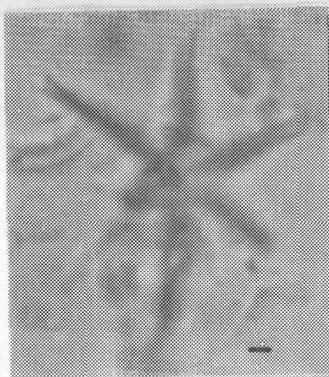
12 *Eu-discoaster subsurculus* (GARTNER)

Las líneas horizontales equivalen a dos micras.

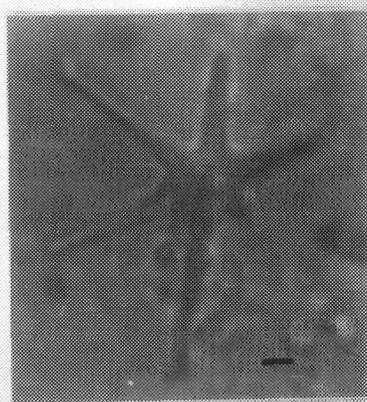
LAMINA II



1



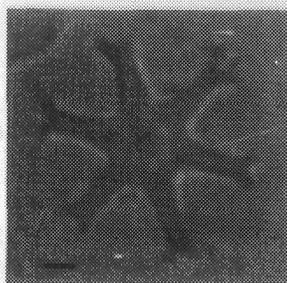
2



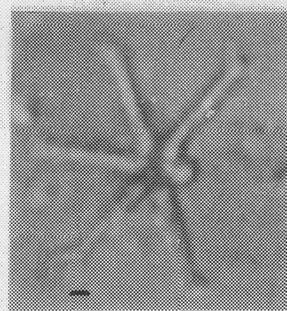
3



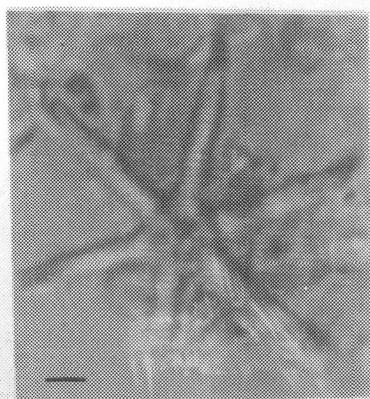
4



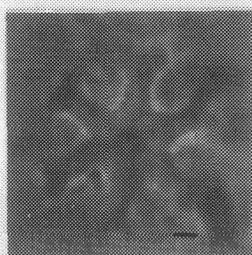
5



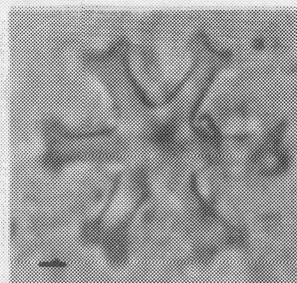
6



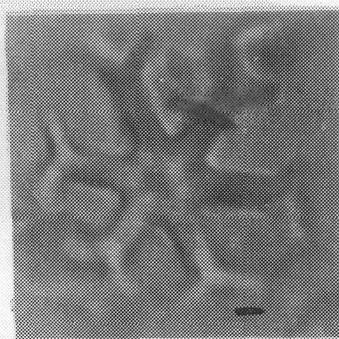
7



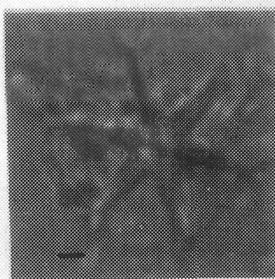
8



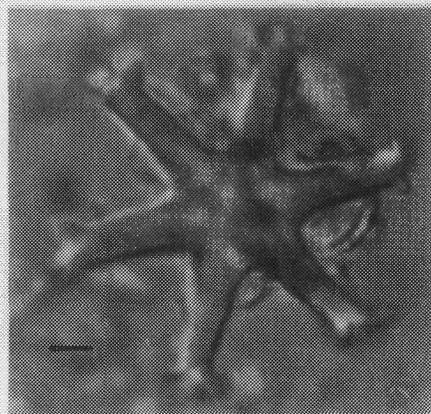
9



10

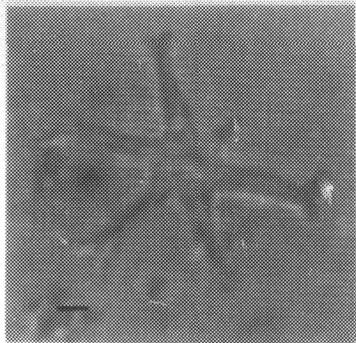


11

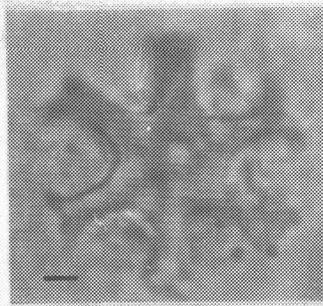


12

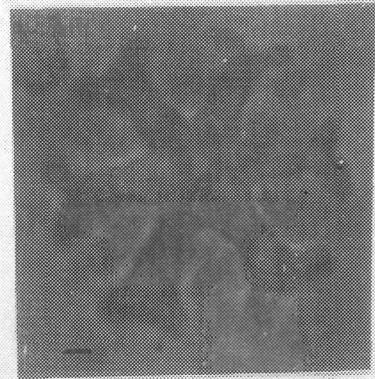
LAMINA III



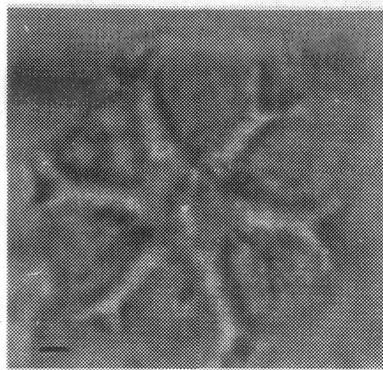
1



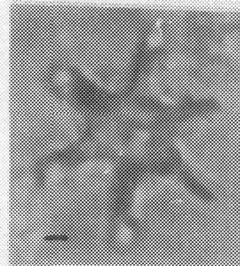
2



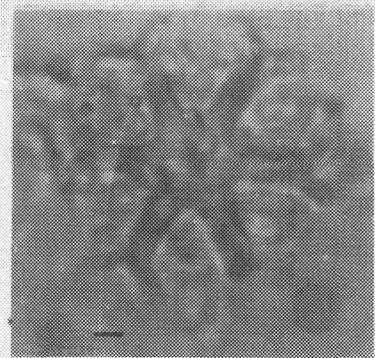
3



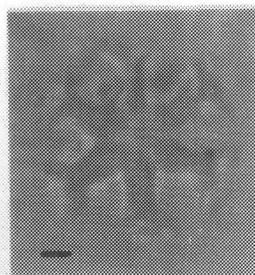
4



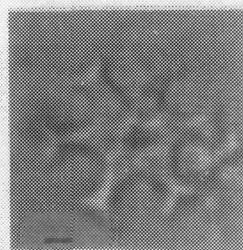
5



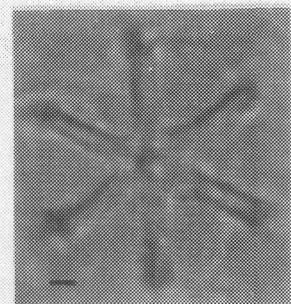
6



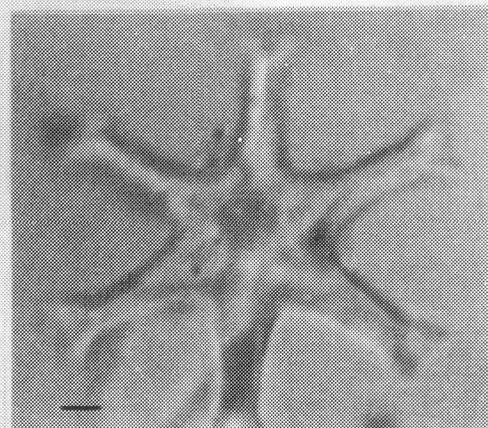
7



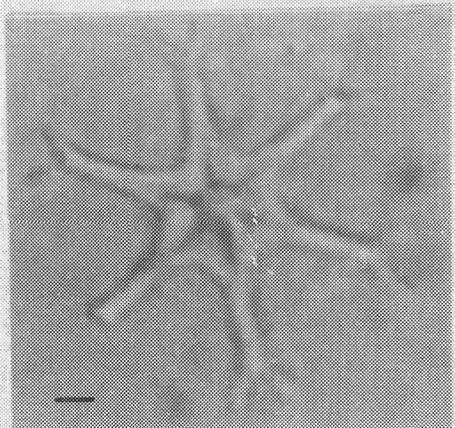
8



9

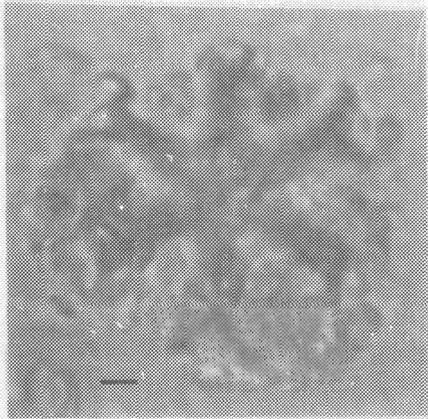


10

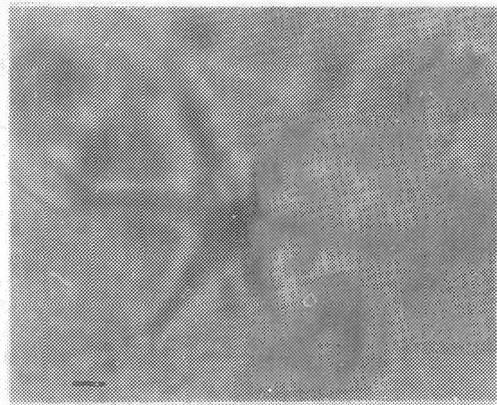


11

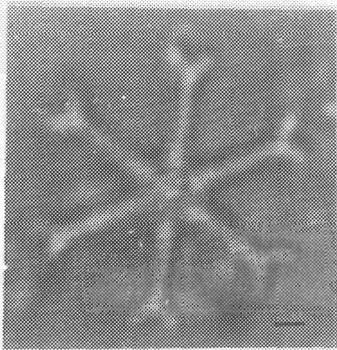
LAMINA IV



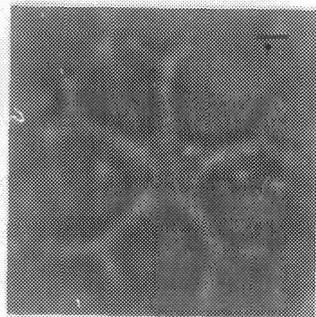
1



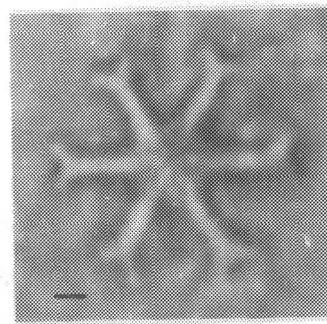
2



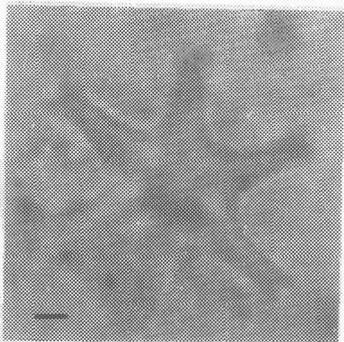
3



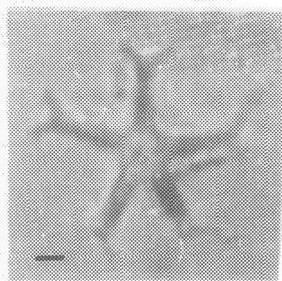
4



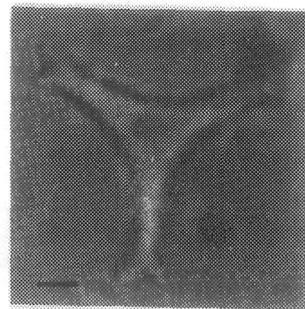
5



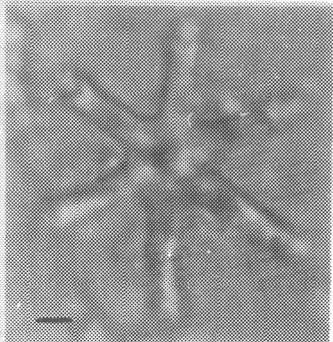
6



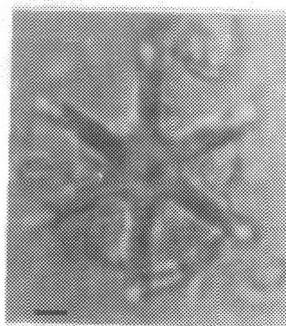
7



8



9



10



11

LÁMINA III

Obtenidas con un microscopio petrográfico convencional (Nicoles paralelos)

- 1 *Eu-discoaster decorus* (BUKRY)
- 2 *Eu-discoaster pansus* (BUKRY & PERCIVAL)
- 3,4,6 *Eu-discoaster variabilis* (MARTINI & BRAMLETTE)
- 5 *Eu-discoaster subsurculus* (GARTNER)
- 7 *Eu-discoaster variabilis/Eu-discoaster pansus* ?
- 8 *Eu-discoaster icarus* (STRADNER)
- 9 *Eu-discoaster surculus* (MARTINI & BRAMLETTE)
- 10 *Eu-discoaster pseudovariabilis* (MARTINI & BRAMLETTE)
- 11 *Eu-discoaster perclarus* (HAY)

Las líneas horizontales equivalen a *dos micras*.

LÁMINA IV

Obtenidas con un microscopio petrográfico convencional (Nicoles paralelos)

- 1 *Eu-discoaster pansus* (BUKRY & PERCIVAL)
- 2 *Eu-discoaster perclarus* (HAY)
- 3,4,5 *Eu-discoaster challengerii* (BRAMLETTE & RIEDEL)
- 6,8,11 *Eu-discoaster bollii* (MARTINI & BRAMLETTE)
- 7 *Eu-discoaster decorus* (BUKRY)
- 9-10 *Eu-discoaster surculus* (MARTINI & BRAMLETTE)

Las líneas horizontales equivalen a *dos micras*.