

ESTUDIO SISTEMÁTICO DE LOS ASTEROLITOS  
DE ALGUNAS SERIES DEL SECTOR NO  
DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR  
(SO DE ESPAÑA) Y SONDEOS OCEÁNICOS  
D.S.D.P. \*\* PRÓXIMOS. I.

J.-A. FLORES VILLAREJO\*

RESUMEN.— En este trabajo se describen y comentan 11 especies de asterolitos registrados en la Cuenca del Guadalquivir y sondeos oceánicos adyacentes, pertenecientes a los grupos de *Eu-discoaster quinqueramus*, *Eu-discoaster brouweri* y *Eu-discoaster pentaradiatus*, junto con otras especies no adscribibles a estos u otros grupos que se detallarán en posteriores trabajos. Asimismo se realizan una serie de comentarios de índole conservacional y paleoecológica.

Los sedimentos en los que se reconocen abarcan un lapso Tortoniense-Plioceno inferior.

SUMMARY.— The present work describes and comments on 11 species of asteroliths recorded in the Guadalquivir Basin and adjacent D.S.D.P. sites; the species belong to the groups *Eu-discoaster quinqueramus*, *Eu-discoaster brouweri* and *Eu-discoaster pentaradiatus*, and were found together with other species which cannot be adscribed to these or other groups; such species will be described in later works. A series of comments regarding the conservational status and paleoecological aspects of the species discussed is provided.

The sediments where the species are found cover an interval in the Tortonian-Lower Pliocene.

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

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

\* Dpto. de Paleontología. Universidad de Salamanca.

\*\* Deep Sea Drilling Project.

Uno de los grupos más característicos registrados en las muestras de las secciones y sondeos que se muestran en las figuras 2 y 3 por su peculiar morfología, si bien no el más importante cuantitativamente, es el de los asterolitos.

En general, tanto la abundancia como la diversidad de este morfotipo en las secciones de la Cuenca del Guadalquivir, manifiestan variaciones en relación directa; mientras que en los sondeos oceánicos D.S.D.P. esta norma no se cumple, observándose una relativa reducción cualitativa, junto con una menor frecuencia global, aún en buenas condiciones conservacionales de las muestras (sin que se acuse un alto grado de disolución en formas más fácilmente solubles). En cualquier caso, en buen número de ocasiones, factores condicionantes de su distribución en la zona (esencialmente la batimetría), determinan que no siempre sea posible registrar los taxones marcadores; o al menos, formas bioestratigráficamente significativas (FLORES, 1985). Esto conlleva serios problemas, y en ciertas secciones no es posible más que aproximar su posición.

El esquema de distribución bio y cronoestratigráfica que se ofrece en la figura 3, compendia los datos obtenidos por FLORES (1985), conjuntamente con los de SIERRO (1984) y SIERRO et al. (1985).

## TERMINOLOGÍA PARA LAS DESCRIPCIONES (GLOSARIO DE TÉRMINOS)

**ÁREA CENTRAL.**— Región en la que aparecen unidos los radios.

**ÁREA INTERRADIAL.**— Zona desocupada, definida entre los radios de los asterolitos.

**BRAZO.**— = Rama.

**BIFURCACIÓN.**— Pareja de ramas, unidas y formando ángulo.

**BOTÓN.**— Estructura subcircular, poligonal o estrellada (en planta), de anchura y altura variables, que se dispone en el centro del área central, proximal o distalmente.

**CRESTA.**— Estructura prominente, con dominio longitudinal.

**DEXTRORSO.**— Que gira o se inclina en sentido «izquierda-derecha», en vista distal.

**DISTAL.**— En aquellos nanolitos que se relacionan de forma evidente con una nanosfera, la cara externa a ella. En asterolitos, la superficie convexa.

**NODO.**— Estructura que puede aparecer entre las ramas de los asterolitos (= MEMBRANA), dando lugar a una trifurcación; o en sus flancos radiales.

**PROXIMAL.**— En aquellos nanolitos que se relacionan de forma evidente con una nanosfera, la cara interna a ella. En asterolitos, la cara cóncava.

**RADIO.**— Segmento desconectado de los asterolitos.

**RAMA (= BRAZO).**— Proyección terminal del radio.

**SINISTRORSO.**— Que gira o se inclina en sentido «derecha-izquierda», en vista distal.

**SURCO.**— Depresión con la componente longitudinal dominante.

**SUTURA.**— Línea de contacto entre los elementos (radios) en el área central.

**TRIFURCACIÓN.**— Conjunto de tres ramas, la central en la dirección del radio.

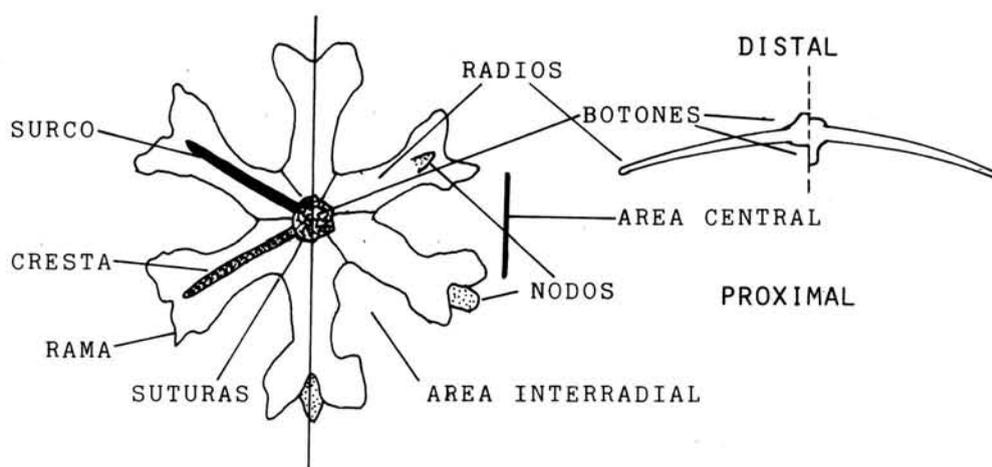


Figura 1. Morfotipo asterolito.

Este glosario para la descripción de los asterolitos se adapta en líneas generales al propuesto en la «Mesa Redonda sobre nanoplancton calcáreo» celebrada en Roma, 1970 (FARINACCI, Ed., 1971); introduciendo algunas variaciones para una mayor precisión en castellano.

## SISTEMÁTICA

En este primer capítulo se describen y comentan un total de 11 especies, pertenecientes a tres «grupos», o bien no asociables a estos, ni a otros que se mencionarán en posteriores trabajos con igual detalle.

La agrupación que se lleva a cabo, se realiza únicamente sobre criterios morfológicos, que se comentarán puntualmente en cada apartado correspondiente.

Finalmente, se ofrece un cuadro general de la ubicación de las diferentes especies en las distintas secciones y sondeos, considerando todos los taxones autóctonos de este morfotipo asterolito (y/o supuestamente autóctonos).

### **Eu-discoaster** TAN SIN HOK, 1927 emend. THEODORIDIS, 1984

Asterolitos con un número de radios igual o inferior a ocho, con los elementos en forma de cuña en su área central, simétricos en relación al plano radial, que pasaría por el vértice de cada una de esas cuñas.

La denominación aquí adoptada para la totalidad de los asterolitos supuestamente autóctonos que aparecen en las muestras, está fundada en los recientes trabajos de THEODORIDIS (1983, 1984) que valida la primitiva denominación de TAN SIN HOK, y considera ilegítima la que tradicionalmente se ha venido empleando en la literatura: *Discoaster*\*. Tal como comenta THEODORIDIS (1983) TAN SIN HOK, en 1927 introduce los géneros *Helio-discoaster*, *Eu-discoaster* y *Hemi-discoaster*, con sus respectivas especies tipo, mientras que el epíteto *Discoaster* lo reconoce como un término morfológico, sin que además posea una descripción. Estas consideraciones son las que le llevan a formular que tal nombre no sea válido, quedando, por consiguiente, las ulteriores denominaciones específicas invalidadas, refrendándose en ese mismo año e incluyéndolas en *Helio-discoaster* y *Eu-discoaster*. *Hemi-discoaster* queda suprimido por considerarlo producto de distintos procesos diagenéticos. Sin embargo, previamente al trabajo de THEODORIDIS, esta nomenclatura ha sido ampliamente contestada; así, BRAMLETTE & RIEDEL (1954), consideran imposible diferenciar *Helio-discoaster* de *Eu-discoaster*, en base a las diagnosis hasta entonces propuestas, y los suponen subgéneros de *Discoaster*. LOEBLICH & TAPPAN (1963) validan el género *Discoaster* según la idea de TAN SIN HOK de 1931. FARINACCI (1969) comenta que la sustitución de *Discoaster* por *Eu-discoaster* fue una corrección del propio autor del género. PRINS (1971) no sólo valida los títulos genéricos a que hemos hecho mención, sino que sobre superfluas diferencias morfológicas define varios más. CLOCCHIATTI (1971), revisando la familia Discoasteraceae, llega a la conclusión que determinadas especies no pueden asignarse a ninguno de los tres términos originalmente descritos, y por consiguiente cree correcta la denominación *Discoaster*. Estas citas, que

\* Ocasionalmente, en el caso de alusiones a citas concretas, o bien por carencia de una revisión de tales epítetos, mantendremos el nombre genérico original *Discoaster* (= *D*).

a su vez comenta THEODORIDIS (1983), según su opinión, adolecen unas veces de precisión en las definiciones, y en otras, no siguen el CINB. Nuestra opinión es que, entre las formas adscritas a *Helio-discoaster* y las de *Eu-discoaster*, además de seguir un modelo estructural diferente (acaso discutible ?)\*, muestran ciertas diferencias en la distribución cronoestratigráfica (ver BUKRY, 1971b).

## CONSERVACIÓN

Han sido numerosos los autores que en sus trabajos señalan que los asterolitos se ven menos afectados por la disolución que otros nanolitos (placolitos, lopadolitos s.l. ...); así como que en sentido inverso se manifiesta un fenómeno de recrecimiento (ROTH & THIERSTEIN, 1972; ROTH, 1973; BUKRY, 1973c; MÜLLER, 1974; SAN MIGUEL, 1976 ...). El tamaño de los cristales, y la «energía libre» que uno y otro de los tipos integrantes de los diversos nanolitos posean, como constitutivos de la estructura, parecen ser los determinantes de que dicho proceso se produzca de tal modo (ver ADELSECK et al., 1973). Sin embargo, en las muestras de las secciones estudiadas, se encuentran individuos, en ocasiones en alta proporción, que presentan signos de corrosión sobre una estructura clara de recrecimiento.

La disolución diferencial que existe en el nanoplancton calcáreo, como ya señalaran entre otros BUKRY (1971a) y ROTH (1973), parece ser en la mayoría de los casos la causante de que se produzca una reducción de la diversidad y el consecuente aumento relativo (desde un punto de vista cuantitativo) en los asterolitos (entre otros ortolitos). FLORES (1985), en un estudio cuantitativo comparado de los sondeos y secciones que en este mismo trabajo presentamos, confirma esta idea. Asimismo, dicho autor participa parcialmente de la opinión de ADELSECK et al. (op. cit.), en el sentido de que el carbonato cálcico que se pone en movimiento en el sistema, es el que con posterioridad se incorporará a otros individuos y determinará el recrecimiento. Ello se debe a que aquellas muestras con un mayor grado de disolución, poseen también una mayor proporción de formas recrecidas; aunque es frecuente la presencia de asterolitos recrecidos junto con altas proporciones de formas fácilmente solubles, sin que se pueda asegurar que dichos ejemplares (de especies supuestamente autóctonas) sean resedimentados, al hallarse en muestras donde la «tasa» de resedimentación apreciada es baja (por debajo de la proporción en que estos nanolitos se registran).

\* THEODORIDIS (1984) muestra una clara diferencia en la disposición de los elementos, que en el caso de *Helio-discoaster* vienen determinadas por cuñas con los flancos curvados, lo que da lugar a que no coincidan las suturas proximales y distales, en el caso de *Eu-discoaster*, en la diagnosis del encabezamiento se pueden poner de manifiesto las diferencias.

El efecto del recrecimiento en una asociación de nanoplancton calcáreo, desde un punto de vista cualitativo, sobre los asterolitos, puede llegar a ser similar al que produzca la disolución, dado que la tendencia a encubrir estructuras características y la consiguiente modificación de la morfología inicial, determinan su identificación. En otras ocasiones, generalmente en función del efecto del proceso, puede incluso dar lugar a variaciones que propiciarían la aparición de nuevos «taxones», evidentemente «sinónimos».

En algunos de los casos observados en los que el proceso de recrecimiento en los individuos del género *Eu-discoaster* se ha acentuado, puede llegar a vislumbrarse un leve brillo al ser observados con la luz doblemente polarizada (nícoles cruzados). Este hecho nos ha dado pie a pensar que la adición de carbonato cálcico sobre los elementos que constituyen el asterolito, no se da de un modo absoluto siguiendo el modelo óptico de aquéllos.

## PALEOECOLOGÍA

El género en sí, salvo las excepciones que citaremos en las descripciones y comentarios de cada una de las especies, es portador de abundante información paleoecológica; así, HEKEL (1973a), por ejemplo, supone que las grandes acumulaciones de Discoastéridos se dan mejor en aguas profundas que en relativa menor batimetría. BUKRY (1972, 1975 y 1978), realiza una serie de balances entre *Discoaster* y *Coccolithus*, y determina que un incremento relativo de los primeros en relación a los segundos tiene que ver con un incremento de las temperaturas. Con esta opinión coinciden las apreciaciones de HAQ et al. (1976) y CHI (1982). PERCH-NIELSEN (1972), BUKRY (1981) y DRIEVER (1984), entre otros, insisten en que la mayor abundancia se da en climas cálidos.

FLORES (1985 y en prensa a) y FLORES & SIERRO (en prensa), en el estudio sobre las secciones que en este mismo trabajo se hacen referencia, confirman parcialmente las ideas antes expuestas. Sin embargo, insisten en que en un buen número de series, los descensos que se producen (cuantitativamente hablando), cuando en función del resto de las especies y proporciones de estas que se registran cabría esperar un aumento, se debe esencialmente a que el efecto de reducción batimétrica, y consecuente disminución de los asterolitos, es el que prevalece.

HAQ & MALMGREN (1982) indican que su asociación con esfenolitos (*Sphenolithus* spp.), es característica de bajas latitudes. En ese mismo sentido, FLORES y FLORES & SIERRO (op. cit.), comentan que en su área de estudio, la distribución paralela entre ambos morfotipos, asterolitos y esfenolitos, no siempre se encuentra, debido fundamentalmente a una menor abundancia de los segundos en sondeos oceánicos, comparándolos con los de las secciones del Continente (des-

cartada una influencia determinante de la disolución). El hecho de que estas secciones presenten asociaciones características de agua transicionales, es posible que de lugar a que los modelos clásicos de reparto y frecuencia de los distintos morfotipos, sufran algunas alteraciones.

### Grupo de *Eu-discoaster quinqueramus*

Con esta denominación incluimos aquellos taxones pentarradiados con afinidad morfológica al que da nombre al grupo. Entre los ejemplares observados e incluidos en las especies que se describen a continuación, existen términos intermedios; en ocasiones la alusión a esas determinadas formas no parece oportuno realizarlas de otra manera.

A nivel de «grupo», el trazado rectilíneo, o al menos débilmente curvado de los radios, posibilita la diferencia con *E. hamatus*, pentarradiado con las puntas de los radios fuertemente curvadas, no incluido en el grupo, por un lado debido a la ausencia de individuos con caracteres intermedios con otros representantes ahí incluidos, y por otro, por su ausencia en las secciones de la Cuenca del Guadalquivir (únicamente lo hemos registrado en sondeos D.S.D.P.). La carencia de bifurcaciones en los extremos de los radios los distinguen de otros «grupos» en los que se incluyen formas pentarradiadas como es el caso de *E. pentaradiatus*.

#### *Eu-discoaster berggrenii* (BUKRY, 1971) THEODORIDIS, 1983

Lámina I; Figuras 1, 3-6; Lámina IV; Figura 6

- 1971b *Discoaster berggrenii* BUKRY; pp. 45; L. 2; fig. 4-6.  
 1973 *Discoaster berggrenii*; ROTH; pp. 735.  
 1973a *Discoaster berggrenii*; HEKEL; pp. 4; L. 1; fig. 2-5.  
 1975 *Discoaster berggrenii*; ELLIS; pp. 658.  
 1976 *Discoaster berggrenii*; SING & VIMAL; pp. 39; L. 1 fig. 4-5.  
 1978 *Discoaster berggrenii*; HAQ & BERGGREN; L. 4; fig. 4.  
 1978 *Discoaster berggrenii*; PROTO-DECIMA et al., L. 8; fig. 1-3.  
 1982 *Discoaster berggrenii*; MUZYLOV; L. 1; fig. 14-15.  
 1983 *Eu-discoaster berggrenii*; THEODORIDIS; pp. 17.  
 1984 *Discoaster berggrenii*; BERGEN; pp. 431; L. 1; fig. 7-8.  
 1984 *Eu-discoaster quinqueramus*; THEODORIDIS; pp. 135; L. 37 fig. 8-9, 12-14.  
 1985 *Eu-discoaster quinqueramus*; FLORES; pp. 489; L. 1, fig. 9b, L. 12; fig. 1; L. 13; fig. 2; L. 26, fig. L. 1-17. Resumen, pp. 14.

Asterolito pentarradiado, simétrico, con área central relativamente amplia y grueso botón; moderadamente cóncavo-convexo, si bien este rasgo es altamente variable.

## PUNTUALIZACIONES

### *Radios*

De longitud relativamente similar, o a veces inferior al diámetro del área central. Los flancos se adelgazan ligeramente desde su parte más interna hasta el extremo, siendo las terminaciones romas o ligeramente apuntadas; su anchura es variable, situándose entre 1/4 y 1/5 de la del área central.

### *Áreas interradales*

Abiertas y muy redondeadas.

### *Área central*

Muy amplia, ocupando una superficie cuyo diámetro es similar o ligeramente superior a la longitud de los radios, produciendo en ocasiones (cuando los radios son cortos) un efecto de polígono: pentágono. Tanto por su lado cóncavo como por su lado convexo, centrado, aparece un bien diferenciado botón; la morfología suele ser estrellada con las puntas dirigidas a las áreas interradales, o bien poligonal, con los vértices orientados igual que las puntas de la estrella reseñada. Cuando el estado de conservación es más pobre, puede mostrar un aspecto subcircular. Este botón es más prominente en vista proximal que en vista distal, si bien en ambos casos conserva relativamente alta amplitud. Las suturas, moderadamente marcadas, se reflejan en ocasiones también en el botón.

## TALLA

Se reconocen ejemplares cuyo diámetro oscila entre las 6 y las 10 micras.

## DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

GARTNER (1977) reseña en su distribución, que los primeros representantes aparecen hacia la mitad del Tortonense, extinguiéndose en el límite Mio-Plioceno. Sin embargo se reconocen hasta el Plioceno superior, seguramente resedimentado (MAZZEI et al. 1979). Su aparición marca la base de la subzona (o zona) de su nombre (BUKRY, 1973a y b, 1975; ROTH, 1973-1974; MAZZEI et al., 1979 y OKADA & BUKRY, 1980). FLORES (1985), sin embargo, lo reconoce en secciones junto a *Ceratolithus*, comentando que no existe perfecta seguridad en que sean resedimentados; en el mismo trabajo señala su aparición con anterioridad al límite inferior de las zonas/subzonas aludidas.

## OBSERVACIONES

BUKRY (1971b), en la descripción original, no reseña que el botón esté también representado en la cara convexa. Otros autores, sin hacer especial mención al hecho, pero presentándolos en fotografías (ejemplo: STRADNER, 1972), están de acuerdo con la descripción que aquí proponemos. El mismo BUKRY (op. cit.) lo emparenta con *E. quinqueramus* del que supone progenitor. Las diferencias fundamentales que los distinguen son: la longitud relativamente mayor del diámetro total en el caso del último, con un área central menos desarrollada, así como un botón menos patente.

De *E. bellus* se diferencia por los radios más anchos hacia la base y más agudos en sus extremos; los flancos con trazado más recto, una ligera mayor longitud de los radios y carencia de estructuras en el área central. Las características expuestas parecen mostrar una evidente diferencia entre los taxones reseñados, sin embargo según nuestra opinión, parece conveniente un estudio a fondo de estos taxones a fin de determinar con precisión su «status». Se da el caso de formas con características intermedias entre *E. berggrenii* y *E. quinqueramus*, razón por la cual, autores como MÜLLER (1974) o THEODORIDIS (1984) los consideran sinónimos. Otros autores como GARTNER (1977) muestran claras diferencias en la distribución de ambas, valor que MÜLLER (op. cit.) discute.

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

Lámina I; Figuras 8, 11

- 1971 *Discoaster bellus* BUKRY & PERCIVAL; pp. 128; L. 3; fig. 1-2.  
 1973 *Discoaster bellus*; ROTH; pp. 735; L. 5; fig. 3.  
 1975 *Discoaster bellus*; ELLIS; pp. 658.  
 1977 *Discoaster bellus*; HOWE & ELLIS; L. 3; fig. 2.  
 1978 *Discoaster bellus*; HAQ & BERGGREN; L. 4; fig. 3, 8.  
 1983 *Eu-discoaster bellus*; THEODORIDIS; pp. 17.  
 1984 *Eu-discoaster bellus*; THEODORIDIS; pp. 174; L. 12; fig. 14 L. 37; fig. 1-3.  
 1985 *Eu-discoaster bellus*; FLORES; pp. 492; L. 26; fig. 5, 6, 10. Resumen, pp. 14.

Asterolito pentarradiado, simétrico, con los radios acabados en agudas puntas, carente de botón central y con cóncavo-convexidad poco marcada.

## PUNTUALIZACIONES

*Radios*

Relativamente largos, por encima del diámetro del área central y agudos en sus extremos. Desde la zona más interna a su extremo se adelgazan regularmente, siendo sus superficies uniformes. Los flancos, rectos.

### *Áreas interradales*

Subangulares o ligeramente redondeadas en sus vértices.

### *Área central*

Relativamente amplia, representando entre 1/2 o algo más del diámetro total del astrolito. En la zona central, la unión de los elementos puede determinar una estructura «pseudopiramidal», pero sin llegar nunca a definir un botón. Las suturas son imperceptibles.

### TALLA

Los diámetros totales observados se sitúan entre las 6 a las 10 micras.

## DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

BUKRY & PERCIVAL (1971) lo reconocen distribuido en las zonas de *D. hamatus* y *D. neohamatus* (Mioceno superior; en la base de esta segunda BUKRY (1973a, 1975) y ROTH (1973, 1974) distinguen las subzonas con su nombre, idéntica a la definida por OKADA & BUKRY (1980) con CN 8a. THEODORIDIS (1984) la reconoce en el Serravalliense y hasta el Messiniense, ocupando la subzona de su nombre (apareciendo y desapareciendo en la zona de *Calcidiscus leptoporus*).

## OBSERVACIONES

En ninguno de los individuos observados hemos podido localizar el «espón» ocasional al que BUKRY & PERCIVAL (1971) hacen mención. Los radios más cortos y gruesos lo diferencian fácilmente de *E. pentaridiatum*, así como la pequeña protuberancia central. De especies como *E. quinquerramus* y *E. berggrenii* lo distinguen los botones centrales existentes en éstas, así como el adelgazamiento de los radios, menos regulares. THEODORIDIS (1984) indica que existen diferencias en la talla, punto este que nosotros no hemos podido comprobar al encontrarse todas en el mismo rango.

**Eu-discoaster quinqueramus** (GARTNER, 1969) THEODORIDIS, 1983

Lámina I; Figuras 7, 9, 10

- 1969 *Discoaster quinqueramus* GARTNER; pp. 598; L. 1; fig. 1-3.  
 1969 *Discoaster quintatus* BUKRY & BRAMLETTE; pp. 133; L. 1; fig. 6-8.  
 1971 *Discoaster quinqueramus*; MARTINI; L. 4; fig. 6.  
 1971 *Eudiscoaster quinqueramus*; PRINS; L. 5.  
 1971 *Discoaster quinqueramus*; MARTINI & WORSLEY; pp. 1491.  
 1972 *Discoaster quinqueramus*; ELLIS et al.; pp. 50; L. 14; fig. 6.  
 1973a *Discoaster quinqueramus*; HEKEL; pp. 4; L. 1; fig. 1.  
 1974 *Discoaster quinqueramus*; MÜLLER; pp. 592; L. 8; fig. 5, 10.  
 1975 *Discoaster quinqueramus*; ELLIS; pp. 659.  
 1977 *Discoaster quinqueramus*; PERCH-NIELSEN; L. 15; fig. 12, 15.  
 1978 *Discoaster quinqueramus*; PROTO-DÉCIMA et al.; L. 7; fig. 4.  
 1978 *Discoaster quinqueramus*; HAQ & BERGGREN; L. 4; fig. 20.  
 1978 *Discoaster quinqueramus*; BACKMAN; L. 1; fig. 10-11.  
 ? 1979 *Discoaster* cf. *quinqueramus* RAFFI & RÍO; L. 7; fig. 1.  
 ? 1980 *Discoaster quinqueramus*; MOSHKOVITZ & EHRLICH; pp. 16 L. 6; fig. 11, 18, 23-24.  
 1981 *Discoaster quinqueramus*; CHI et al.; L. 2; fig. 6, 7, 13, 14.  
 1983 *Eu-discoaster quinqueramus*; THEODORIDIS; pp. 18.  
 1984 *Discoaster quinqueramus*; BERGEN; pp. 431; L. 1; fig. 9.  
 1984 *Eu-discoaster quinqueramus*; THEODORIDIS (part.); pp. 175. L. 12; fig. 9; L. 37; fig. 10-11, 15-18.  
 1985 *Eu-discoaster quinqueramus*; FLORES; pp. 494; L. 12, fig. 2; L. 14; fig. 1, 3; L. 26. fig. 7-9. Resumen, pp. 14.

Asterolito pentarradiado, simétrico, moderadamente cóncavo-convexo con radios relativamente largos. El área central está ocupada por un botón.

## PUNTUALIZACIONES

*Radios*

Relativamente largos, representando más de la mitad del diámetro total del asterolito, flancos subparalelos en los 2/3 internos, agudizándose de manera poco acusada en el tercio externo. La anchura de los radios es aproximadamente 1/4 del diámetro del área central. Suelen ser lisos, o mostrar unas poco marcadas rugosidades.

*Áreas interradales*

Subangulares, muy abiertas. En algunos ejemplares algo más redondeadas en los vértices.

*Área central*

Representa menos de un medio del diámetro total del asterolito. En ambas caras muestra un botón central subcircular, pentagonal o estrellado; en el caso de aparecer con las dos

últimas morfologías reseñadas, los vértices, o en su caso las puntas, se dirigen hacia las áreas interradales, aunque en ocasiones se presenten con cierta tendencia hacia los radios. La extensión y prominencia de este botón no es muy acusada, y de la misma entidad por ambas caras. Suturas poco marcadas. Los elementos del botón central suelen presentar suturas reconocibles pero no exageradamente hundidas.

#### TALLA

El diámetro total de estos asterolitos se sitúa entre las 6 y 10 micras.

### DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

GARTNER (1977) indica que los primeros representantes aparecen en el Serravalliense alto, y hasta el límite Mio-Plioceno. MAZZEI et al. (1979) indican la existencia de ejemplares resedimentados por encima del Mioceno. FLORES (1985) los reconoce desde el Tortoniense inferior hasta el Plioceno inferior, sin garantizar que en este segundo caso sean resedimentados.

### PALEOECOLOGÍA

Según MILOW (1971) y BUKRY (1978), parecen corresponderse con masas de aguas cálidas.

### OBSERVACIONES

BUKRY & BRAMLETTE (1969) publican con fecha de 29 de Diciembre la especie *Discoaster quintatus* completamente coincidente con la que con anterioridad (aunque en el mismo año) define GARTNER como *D. quinquerramus*. El principio de prioridad determina que la terminología válida sea la segunda.

Es similar a *E. berggrenii*, del que se diferencia por los radios más cortos (normalmente más estrechos), consecuentemente con un área central más amplia, tendente a poligonal, ocupada por un botón más prominente. De *E. brouweri* pentarradiado lo diferencia su botón estrellado (ver GARTNER, 1969 o BUKRY & BRAMLETTE, 1969), pero en nuestras muestras hemos podido comprobar que en muchas ocasiones hay ejemplares cuyas diferencias no están tan claras. Aquellos repre-

sentantes pentarradiados de *E. brouweri* que poseen los radios más largos que los característicos de *E. quinqueramus*, sí son fácilmente diferenciables.

El botón central de *E. quinqueramus*, como consecuencia de un efecto de recrecimiento, puede mostrarse subcircular (ver descripción), o en casos extremos, cubierto.

### Grupo de *Eu-discoaster brouweri*

Incluimos aquí una serie de especies con gran afinidad morfológica. Caracteres intermedios se definen en buen número de ejemplares observados, pero peculiaridades en la configuración de los «morfotipos» extremos, unas veces, y distribución cronoestratigráfica, en otras ocasiones, hacen posible una individualización. En otros casos, son el deficiente estado de conservación y la consiguiente desaparición de estructuras características, los que hacen imprescindible el uso de tal nomenclatura.

#### ***Eu-discoaster brouweri* (TAN SIN KOK, 1927) THEODORIDIS, 1983**

Lámina II; Figuras 1, 3-5, 7b, 8, 9; Lámina IV; Figura 10

- 1927 *Discoaster brouweri* TAN SIN HOK (in FARINACCI; I/64) pp. 415; fig. 5-8a-b, 13.  
 1940 *Discoaster brouweri*; COLOM; pp. 354; L. 2; fig. a.  
 1954 *Discoaster brouweri*; BRAMLETTE & RIEDEL; pp. 402; L. 39; fig. 12; fig. tex. 3.  
 1963 *Discoaster brouweri*; MARTINI & BRAMLETTE; pp. 851; L. 103; fig. 9-10.  
 1967 *Discoaster brouweri*; BRAMLETTE & WILCOXON; pp. 109; L. 8; fig. 12.  
 1967 *Discoaster brouweri*; HAY et al., L. 5; fig. 1-4.  
 1968 *Discoaster brouweri*; BLACK; pp. 153; fig. 8.  
 1969 *Discoaster* cf. *brouweri* MARTINI; pp. 292; L. 28; fig. 2.  
 1969 *Discoaster brouweri*; BOUDREAUX & HAY; pp. 282; L. 9 fig. 11-12.  
 1970 *Discoaster brouweri*; CATI & BORSETTI; pp. 624; L. 78 fig. 3-5.  
 1970 *Discoaster brouweri*; USCHAKOVA; L. 15; fig. 16.  
 1970 *Discoaster brouweri*; NISHIDA; L. 3; fig. 2.  
 1971 *Discoaster brouweri*; NISHIDA; pp. 154; L. 18; fig. 7-9.  
 1971 *Discoaster brouweri*; PRINS; L. 5.  
 1971 *Discoaster brouweri*; MARTINI & WORSLEY; 1485.  
 1971 *Discoaster brouweri*; CLOCCHIATTI; pp. 75; tex. fig. 13-15; L. 27; fig. 1-4.  
 1971b *Discoaster braarudii* BUKRY; pp. 45; L. 2; fig. 10.  
 1972 *Discoaster brouweri*; ELLIS et al.; pp. 41; L. 11; fig. 4-6; L. 12; fig. 1-2.  
 1972 *Discoaster brouweri*; PERCH-NIELSEN; L. 11; fig. 5.  
 1973 *Discoaster brouweri*; ROTH; pp. 735; L. 4; fig. 4.  
 1973 *Discoaster brouweri*; AKERS & KOEPEL; L. 4; fig. 1-3.  
 1973 *Discoaster brouweri*; SACHS & SKINNER; L. 6; fig. 6.

- 1973 *Discoaster brouweri*; NISHIDA; L. 2; fig. 4.  
 1973a *Discoaster brouweri*; HEKEL; pp. 4; L. 2; fig. 3.  
 1974 *Discoaster brouweri*; MÜLLER; L. 8; fig. 1-4.  
 1975 *Discoaster brouweri*; ELLIS; pp. 658.  
 1975 *Discoaster braarudii*; ELLIS; pp. 659.  
 1975 *Discoaster brouweri*; JAFAR; pp. 46; L. 7; fig. 12.  
 1976 *Discoaster brouweri*; SAN MIGUEL; pp. 239; L. 40; 41; L. 43; 47; 82; fig. 1-5.  
 1976 *Discoaster brouweri*; SING & VIMAL; pp. 39; L. 1; fig. 3.  
 1976 *Discoaster braarudii*; SAN MIGUEL; pp. 239; L. 42; fig. 83; L. 83; fig. 2.  
 1977 *Discoaster brouweri*; SAN MIGUEL; pp. 127; L. 1; fig. 3-6 L. 4; fig. 25-27.  
 1977 *Discoaster brouweri*; PERCH-NIELSEN; L. 15; fig. 9.  
 1977 *Discoaster braarudii*; SAN MIGUEL; pp. 126; L. 1; fig. 1-2.  
 1978 *Discoaster brouweri*; NISHIDA; L. 2; fig. 2.  
 1978 *Discoaster brouweri*; HAQ & LOHMANN; L. 5; fig. 1-2, 4.  
 1978 *Discoaster brouweri*; PROTO-DÉCIMA et al.; L. 6; fig. 3.  
 1978 *Discoaster brouweri*; HAQ & BERGGREN; L. 4; fig. 10-11.  
 1978 *Discoaster brouweri*; HOJJATZADEH; pp. 5; L. 1; fig. 4.  
 1979 *Discoaster brouweri*; RAFFI & RÍO; L. 9; fig. 1-2.  
 1979 *Discoaster brouweri*; PROTO-DÉCIMA; L. 1; fig. 16.  
 1980 *Discoaster brouweri*; MOSHKOVITZ & EHRLICH; L. 5; fig. 17-19.  
 1981 *Discoaster brouweri*; DRIEVER; pp. 445; L. 1; fig. 7-9.  
 1982 *Discoaster brouweri*; VAROL; L. 2; fig. 4; L. 3; fig. 14.  
 1983 *Eu-discoaster brouweri*; THEODORIDIS; pp. 17.  
 1984 *Discoaster brouweri*; WEI & SRINIVASAN; pp. 352; L. 2 fig. 2.  
 1984 *Eu-discoaster brouweri brouweri*; THEODORIDIS; pp. 177; L. 34; fig. 13.  
 1985 *Eu-discoaster brouweri*; FLORES; pp. 497; L. 11; fig. 2, 5a; L. 12, fig. 4, 5a; L. 13, fig. 2a; L. 27, fig. 1, 2, 3a, 4-6, 8? L. 29, fig. 2-4, 6. Resúmen, pp. 14.

Asterolito normalmente hexarradiado, aunque no son raros los ejemplares penta, tetra o trirradiados; radios largos y área central con botón. Cóncavo-convexidad variable, por lo general acusada.

## PUNTUALIZACIONES

### *Radios*

Largos, representando  $\frac{2}{3}$  o algo menos del total del diámetro del asterolito. Por lo general aparecen fuertemente curvados proximalmente, aunque este rasgo es altamente variable. La anchura relativa también fluctúa, pero se sitúa en torno al tercio del diámetro del área central\*. Los flancos son paralelos y únicamente en el extremo pueden afilarse ligeramente, o bien dar lugar a una terminación roma. Puede aparecer una insignificante

\* Estas variaciones pueden deberse al recrecimiento.

cresta alargada en la cara distal de los radios; de aparecer determinaría una sección triangular (Ver CLOCCHIATTI 1971 y HOJJATZADEH, 1978).

### *Áreas interradales*

Subangulares, moderadamente redondeadas en su vértice.

### *Área central*

Pequeña, ocupando 1/4 ó 1/5 del total del diámetro del asterolito. Cuando el redondeado de los vértices de las áreas interradales se extrema, tiene aspecto hexagonal. La zona central está ocupada por un pequeño botón centrado, más prominente en la cara cóncava. En la distal suele estar ausente, en cuyo caso presenta una depresión. Los botones son subcirculares por lo general, aunque no son raros los estrellados y poligonales. Las suturas se marcan bien.

### TALLA

El diámetro máximo del asterolito se sitúa entre las 10 y las 16 micras.

## DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

MARTINI & WORSLEY (1971) le confieren una amplitud que abarcaría desde la zona NN 6 hasta la NN 18.

## CONSERVACIÓN

ADELSECK et al. (1973), en las experiencias realizadas en laboratorio, llegan a la conclusión que con el incremento en intensidad de los procesos diagenéticos, existe una tendencia en recrecer, aunque a veces se produce disolución sobre el área central que determina la excisión de los elementos. La precipitación se da alrededor del área central y en los extremos de los radios con mayor intensidad.

## PALEOECOLOGÍA

USCHAKOVA (1970) sitúa la zona de mayor abundancia de este taxón entre los 15° Norte y 7° Sur. BUKRY et al. (1971) y BUKRY (1976, 1978) comentan que se trata de una especie de aguas cálidas.

## OBSERVACIONES

En ninguno de nuestros ejemplares hemos podido observar el «espólón» proximal que determinaría la variedad "*rutellus*" a la que aluden GARTNER 1967, HEKEL, 1973a, ELLIS et al. 1972, SAN MIGUEL 1976, etc.; y del que esta última autora añade que parece ser un efecto de recrecimiento. Lo que sí observamos es un aspecto hojoso en la cara proximal de algunos ejemplares; en relación a esto JAFAR (1975), comenta la dificultad que existe en diferenciar de *E. calcaris* cuando estos efectos se acentúan. BRAMLETTE & WILCOXON (1967) señalan que los ejemplares de cinco radios pueden tratarse de especies emparentadas con *D. hamatus*.

A la original variabilidad observada, ha de añadirse la resultante del recrecimiento, así por ejemplo HAQ & BERGGREN (1978) refieren la subespecie *Discoaster brouweri bipartitus*, evidente estadio de "*Hemidiscoaster*", con los radios eminentemente ensanchados. Existe una diferencia en cuanto a la estructura de los radios (Ver BRAMLETTE & RIEDEL op. cit., CATI & BORSETTI, 1970), lo que en la literatura se ha llegado incluso a traducir en la diferenciación de nuevas especies como es el caso de *D. braarudii* BUKRY, de extremos romos y radios más planos. En nuestras muestras hemos podido reconocer algunos ejemplares asignables a esta especie, pero las características diferenciativas no nos parecen suficientes para considerarlas independientes. La supuesta diferencia cronoestratigráfica que se otorga no parece definitiva. Los ejemplares pentarradiados pueden confundirse fácilmente con individuos de *E. pentaradiatus* con los extremos rotos, que se distinguen por la irregularidad en la longitud de los radios y la mayor tendencia cilíndrica de este último. De *E. quinquerramus* lo diferencian los brazos relativamente más cortos de ésta y un botón central normalmente estrellado y amplio; en ejemplares con recrecimiento la separación ya no está tan clara. De *E. asymmetricus*\* lo diferencia la irregularidad del espaciado radial y los flancos más convergentes de ésta; sin embargo en ejemplares que aparezcan algo girados, este hecho no es tan evidente. THEODORIDIS (1984) lo incluye como sinónimo.

ROTH (1973) reseña la especie *D. triradiatus* TAN SIN HOK, que frecuentemente se asocia con *E. brouweri*, de la que nosotros opinamos que son ejemplares trirradiados. *D. tamalis*, igualmente parece corresponderse con ejemplares tetrarradiados de esta especie, sin embargo como sucediera con *E. asymmetricus*, en su posible expansión en el Plioceno superior puede ser significativa y utilizable como criterio para reconsiderar su validez.

\* Ver la descripción correspondiente.

**Eu-discoaster intercalaris** (BUKRY, 1971) THEODORIDIS, 1984

Lámina II; Figuras 2, 3, 6; Lámina IV; Figura 11

- 1971a *Discoaster intercalaris* BUKRY; pp. 315; L. 3; fig. 12 L. 4; fig. 1-2.  
 1972 *Discoaster intercalaris*; ELLIS et al.; pp. 46; L. 13; fig. 6.  
 1975 *Discoaster intercalaris*; ELLIS; pp. 659.  
 1978 *Discoaster intercalaris*; HAQ & BERGGREN; L. 4; fig. 19.  
 1978 *Discoaster cf. intercalaris* RAFFI & RÍO; L. 7; fig. 4, 7.  
 1984 *Discoaster intercalaris*; WEI & SRINIVASAN; pp. 353; L. 4; fig. 13.  
 1984 *Eu-discoaster intercalaris*; THEODORIDIS; pp. 179; L. 36; fig. 15-16.  
 1985 *Eu-discoaster intercalaris*; FLORES; pp. 503; L. 21, fig. 6?; L. 27 fig. 7, 9-13; L. 34, fig. 6b Resumen, pp. 14.

Asterolito hexarradiado con brazos relativamente largos y terminados en una protuberancia subcircular, o sencillamente romos. Botón del área central bien marcado. Cóncavo-convexidad poco acusada.

## PUNTUALIZACIONES

*Radios*

De longitud ligeramente superior al diámetro del área central (igual en ejemplares mal conservados); estos se ensanchan fuertemente hacia la zona interna y se adelgazan hacia los extremos, si bien justamente en este punto puede aparecer una pequeña protuberancia o bien presentarse la terminación sin acusar un agudizamiento.

*Áreas interradales*

Subangulares o redondeadas, bien abiertas.

*Área central*

Ocupando alrededor de 1/3 del total del asterolito y caracterizada por la presencia en el centro de un ancho botón poligonal o estrellado, con las puntas o los vértices dirigidos hacia las áreas interradales. Entre los vértices del botón se pronuncia una depresión que puede en ocasiones influir en el radio; este hecho parece observarse únicamente en la cara proximal.

## TALLA

El diámetro máximo de los ejemplares observados se sitúa entre las 8 y 10 micras.

## DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

ELLIS et al. (1972) y SING & VIMAL (1976) proponen una distribución Mio-ceno superior-Plioceno superior.

## PALEOECOLOGÍA

BUKRY (1971a) comenta que se trata de una especie abundante en aguas relativamente frías.

## OBSERVACIONES

Se trata de una especie cuyos rasgos diferenciativos (extremo expandido, o romo y ancho, y depresiones en la base de los radios) pueden quedar encubiertos como consecuencia de un sobrecrecimiento; en esas condiciones, la diferenciación de *E. brouweri* (igualmente en mal estado de conservación), e incluso con *E. adamanteus*, se hace difícil. Es muy posible que la expansión en forma de porra que presentan algunos ejemplares sea efecto de ese mismo proceso.

WEI & SRINIVASAN (1984) comentan que SING & VIMAL (1976) describen especies relacionadas con ésta como son *D. adamanensis*, *D. archipelagoensis* y *D. raoi*. La primera tiene radios cónicos, con los extremos puntiaguados y anchas áreas interradales en «V»; la segunda radios largos con puntas subredondeadas y con áreas interradales agudas; la tercera radios cortos con puntas agudas y amplia área central con el margen del botón redondeado. Los autores citados en primer lugar las consideran sinónimas.

### **Eu-discoaster asymmetricus** (GARTNER, 1969) THEODORIDIS 1983

Lámina III; Figuras 3, 5, 7; Lámina IV; Figura 9

- 1969 *Discoaster asymmetricus* GARTNER; pp. 598; L. 1; fig. 1-3.
- 1971 *Discoaster asymmetricus*; MARTINI; L. 4; fig. 12.
- 1971 *Discoaster asymmetricus*; MARTINI & WORSLEY; pp. 1485.
- 1971b *Discoaster asymmetricus*; BUKRY; L. 1; fig. 3-4.
- 1972 *Discoaster asymmetricus*; ELLIS et al.; pp. 39; L. 10 fig. 5-6.
- 1973 *Discoaster asymmetricus*; ROTH; pp. 735.
- 1973 *Discoaster asymmetricus*; AKERS & KOEPEL; L. 4; fig. 4.
- 1975 *Discoaster asymmetricus*; ELLIS; p. 650.
- 1977 *Discoaster asymmetricus*; PERCH-NIELSEN; L. 15; fig. 4.

- 1978 *Discoaster asymmetricus*; PROTO-DECIMA; L. 6; fig. 2 L. 9; fig. 2.  
 1978 *Discoaster asymmetricus*; DEMIRTZAKIS & THEODORIDIS; L. 2; fig. 1b.  
 1978 *Discoaster asymmetricus*; HAQ & BERGGREN; L. 4; fig. 7.  
 1980 *Discoaster asymmetricus*; MOHSKOVITZ & EHRLICH; L. 6; fig. 6.  
 1981 *Discoaster asymmetricus*; DRIEVER; pp. 444; L. 1; fig. 10-13; L. 3; fig. 6-9.  
 1982 *Discoaster asymmetricus*; VAROL; L. 5; fig. 1-2.  
 1983 *Eu-discoaster asymmetricus*; THEODORIDIS; pp. 17.  
 1984 *Discoaster asymmetricus*; BERGEN; pp. 431; L. 1; fig. 1.  
 1984 *Eu-discoaster asymmetricus*; THEODORIDIS; pp. 180 (morfortipo).  
 1985 *Eudiscoaster asymmetricus*; FLORES; pp. 506; L. 11; fig. 3a; L. 29, fig. 5, 8-11, 16.  
 Resumen, pp. 14.

Asterolito pentarradiado, asimétrico, con largos brazos sencillos y moderada cóncavo-convexidad.

## PUNTUALIZACIONES

### *Radios*

Largos, con una longitud en torno al doble del diámetro del área central, en ocasiones algo menos. La anchura puede variar, pero se sitúa en torno a  $1/3$  ó  $1/4$  del diámetro que definimos. Los flancos se adelgazan desde la parte más interna hasta su extremo, mostrando una punta aguda o roma, ligeramente girada proximalmente.

### *Áreas interradales*

Subangulares o redondeadas, muy abiertas, con el espaciado irregular.

### *Área central*

De extensión variable, alrededor de  $1/5$  o algo más de  $1/3$  del total del asterolito. En el caso de que las áreas interradales aparezcan más redondeadas, da apariencia pentagonal. Internamente carece de estructuras a destacar y únicamente en ocasiones pueden reconocerse unas poco marcadas suturas que parten del centro.

## TALLA

El diámetro máximo de los individuos observados se sitúa entre las 10 y las 14 micras.

## DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

BUKRY (1973 a y b, 1975) comenta que su máxima expansión define la zona con su nombre, equivalente a la CN 11b de OKADA & BUKRY (1980), incluidas am-

ambas en la de *Reticulofenestra pseudoumbilica*, si bien se reconocen desde la CN 10. THEODORIDIS (1984) comenta que aparecen representantes de lo que él considera un morfotipo no identificable con una sola especie, en el Mioceno medio (CN 7 b en adelante). MAZZEI et al. (1979) reconocen algunos ejemplares en la zona de *D. neohamatus* (aproximadamente equivalente a la CN 8), dato que coincide con las observaciones en nuestra área de trabajo. FLORES (1985), estudiando sondeos del Atlántico Norte, define el evento «inicio del registro continuo de *E. asymmetricus*» hasta el Plioceno inferior alto (ver fig. 3).

## OBSERVACIONES

Los radios sencillos, dispuestos con espaciado irregular, son características diferenciativas con otras especies afines; sin embargo pueden confundirse con ejemplares de *E. brouweri* pentarradiados y de *E. pentaradiatus* con los extremos fracturados, cuando se encuentran algo inclinados en relación al plano de la preparación.

THEODORIDIS (1984) considera que esta especie no es más que un morfotipo perteneciente en la mayoría de los casos a *E. brouweri*, aunque también comenta que puede tener relación con *E. bellus*, en base a su regular aparición en un amplio lapso, en absoluto limitado al Plioceno inferior. Nosotros estamos de acuerdo con él en que en ciertas ocasiones (muestras inferiores D.S.D.P.) puede darse este hecho, en cuyo caso la diferenciación es difícil; sin embargo es curiosa la expansión en el Plioceno inferior de formas con estas características: siempre pentarradiada y carentes en todos los casos de estructuras en el área central. El hecho de su expansión en el lapso aludido, junto a sus peculiaridades, por lo general fácilmente diferenciables, nos han inclinado a considerarla independiente, conscientes de que su definición biológica, como sucediera en tantos otros casos, pudiera no ser estrictamente correcta. Tampoco descartamos la posibilidad de que se trate de un ecofenotipo resultante de variaciones ambientales hasta ahora desconocidas.

### **Eu-discoaster neorectus (BURKY, 1971) THEODORIDIS, 1983**

Lámina II; Figura 7a

1971a *Discoaster neorectus*; BURKY; pp. 316; L. 4; fig. 6-7.

1973a *Discoaster neorectus*; HEKEL; pp. 4; L. 1; fig. 10.

1973b *Discoaster neorectus*; HEKEL; L. 2; fig. 12.

1978 *Discoaster neorectus*; PROTO-DECIMA et al.; L. 5; fig. 7 L. 9; fig. 9.

1980 *Discoaster neorectus*; MOSHKOVITZ & EHRLICH; pp. 16; L. 6; fig. 19-20.

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

1984 *Eu-discoaster neorectus*; THEODORIDIS; pp. 179; L. 36 L. 14, 17.

1985 *Eu-discoaster neorectus*; FLORES; pp. 509; L. 27, fig. 3b; L. 29, fig. 7 Resumen, pp. 14.

Asterolitos hexarradiados de gran talla, con los radios mostrando una débil inclinación o prácticamente horizontales y el extremo sencillo.

## PUNTUALIZACIONES

### *Radios*

Muy largos, representando alrededor de las 5/6 partes del diámetro total del asterolito, estrechos, con un adelgazamiento progresivo y regular desde su partida del área central hasta el extremo, lo que determina la convergencia de los flancos. Los extremos son muy agudos. Las superficies cóncava y convexa son muy regulares, aunque este hecho de la curvatura de las caras y la consiguiente diferenciación no es siempre visible como consecuencia de que en buen número de ocasiones los asterolitos no la acusan.

### *Áreas interradiales*

Subangulares o subredondeadas.

### *Área central*

Pequeña, en torno a 1/6 del diámetro total del asterolito, subpoligonal cuando se redondean los vértices de las áreas interradiales. En el centro aparece un botón poligonal o estrellado, cuyos vértices o puntas pueden dirigirse hacia las áreas interradiales o hacia los radios; ésta aparece mejor representada en la cara distal.

## TALLA

El diámetro máximo se sitúa entre las 15 y 20 micras.

## DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

Según BUKRY (1973a y b, 1975) y OKADA & BUKRY (1980) su dispersión define la subzona de su nombre (CN 8b), división superior de la zona de *D. neohamtus*. THEODORIDIS (1984) la restringe a subzona de *G. rotula*. Sin embargo MAZZEI et al. (1979) lo registran hasta la zona por ellos definida de *D. berggrenii*.

## OBSERVACIONES

Es muy similar a *E. brouweri* del que por lo general lo diferencia la menor curvatura de los radios de la especie que comentamos, así como la mayor talla. De *E. intercalaris* lo distinguen los radios más gruesos y cortos, y menos afilados.

Grupo de *Eu-discoaster pentaradiatus*

En esta denominación incluimos las especies pentarradiadas, sumamente delicadas, *E. pentaradiatus* y *E. prepentaradiatus*, diferenciables en ligeros matices, a nuestro entender con suficiente entidad a la vista del conocimiento que de ellos se tiene.

THEODORIDIS (1984) incluye todos estos taxones en el «grupo» de *E. exilis*; nosotros, pese a coincidir con el autor en la afinidad morfológica, en los que a las bifurcaciones terminales se refiere, creemos que el carácter de pentarradiado de estos es importante para separarlos.

***Eu-discoaster pentaradiatus* (TAN SIN HOK, 1927 emend. BRAMLETTE & RIEDEL, 1954) THEODORIDIS, 1983**

Lámina III; Figuras 9-11; Lámina IV; Figuras 8, 12

- 1927 *Discoaster pentaradiatus* TAN SIN HOK (in FARINACCI I/80); pp. 120; fig. 2 (14).  
 1954 *Discoaster pentaradiatus*; BRAMLETTE & RIEDEL; pp. 401 L. 29; fig. 11; fig. tex. 2.  
 1958 *Discoaster pentaradiatus*; MARTINI; pp. 359; L. 3; fig. 12a-b.  
 1963 *Discoaster pentaradiatus*; MARTINI & BRAMLETTE; pp. 856 L. 105; fig. 5.  
 1967 *Discoaster pentaradiatus*; BRAMLETTE & WILCOXON; pp. 112.  
 1969 *Discoaster pentaradiatus*; BOUDREAUX & HAY; pp. 282 L. 9; fig. 1-3, 13.  
 1969 *Discoaster pentaradiatus*; MARTINI; 293; L. 28; fig. 7.  
 1970 *Discoaster pentaradiatus*; CATI & BORSETTI; pp. 629; L. 81; fig. 1, 5.  
 1971 *Discoaster pentaradiatus*; NISHIDA; pp. 154; L. 18; fig. 3, 6, 13-14.  
 1971 *Discoaster pentaradiatus*; MARTINI; L. 4; fig. 14.  
 1971 *Discoaster pentaradiatus*; MARTINI & WORSLEY; pp. 1491.  
 1971 *Eu-discoaster pentaradiatus*; PRINS; L. 5.  
 1972 *Discoaster pentaradiatus*; ELLIS et al.; pp. 49; L. 14 fig. 3-4.  
 1973 *Discoaster pentaradiatus*; ROTH; pp. 736; L. 5; fig. 1 L. 6; fig. 1.  
 1973 *Discoaster pentaradiatus*; NISHIDA; L. 2; fig. 7.  
 1973a *Discoaster pentaradiatus*; HEKEL; L. 2; fig. 9-10.  
 1973 *Discoaster pentaradiatus*; AKERS & KOEPEL; L. 4; fig. 5.  
 1973 *Discoaster pentaradiatus*; SACHS & SKINNER; L. 6; fig. 6-7.  
 1974 *Discoaster pentaradiatus*; MÜLLER; L. 7; fig. 11-12.  
 1975 *Discoaster pentaradiatus*; JAFAR; pp. 50; L. 7; fig. 5.

- 1975 *Discoaster pentaradiatus*; ELLIS; pp. 659.  
 1976 *Discoaster pentaradiatus*; SING & VIMAL; pp. 42; L. 1 fig. 10.  
 1976 *Discoaster pentaradiatus*; SAN MIGUEL; pp. 259.  
 1977 *Discoaster pentaradiatus*; SAN MIGUEL; pp. 142.  
 1977 *Discoaster pentaradiatus*; PERCH-NIELSEN; L. 15; fig. 7-8.  
 1978 *Discoaster pentaradiatus*; NISHIDA; L. 2; fig. 2.  
 ? 1978 *Discoaster pentaradiatus*; HAQ & BERGGREN; L. 4; fig. 23-24.  
 1978 *Discoaster pentaradiatus*; PROTO-DÉCIMA et al.; L. 8 fig. 4.  
 1979 *Discoaster pentaradiatus*; RAFFI & RÍO; L. 9; fig. 10.  
 1980 *Discoaster pentaradiatus*; MOSHKOVITZ & EHRLICH; L. 6 fig. 22.  
 1981 *Discoaster pentaradiatus*; DRIEVER; pp. 444; L. 2: fig. 1-16; L. 3; fig. 12-15.  
 1982 *Discoaster pentaradiatus*; VAROL; L. 5; fig. 3; L. 6 fig. 15.  
 1983 *Discoaster pentaradiatus*; THEODORIDIS; pp. 18.  
 1984 *Discoaster pentaradiatus*; BERGEN; pp. 431.  
 1984 *Eu-discoaster pentaradiatus*; THEODORIDIS; pp. 116; L. 12 fig. 10-11; L. 35; fig. 1-4.  
 1985 *Eu-discoaster pentaradiatus*; FLORES; pp. 511; L. 11, fig. 4, 6a L. 28, fig. 5-9. Resumen, 14.

Asterolitos pentarradiados (raramente hexa o tetrarradiados); área central muy pequeña con un botón en el centro. Radios largos y bifurcados en ángulo obtuso, asimétricos en ocasiones. Con cóncavo-convexidad acusada.

## PUNTUALIZACIONES

### *Radios*

Largos, ocupando las 5/6 ó 6/7 partes del diámetro total, muy finos y subcilíndricos. Flancos subparalelos, que aparecen insensiblemente más gruesos hacia el área central. El extremo se presenta bifurcado pudiendo ser las ramas de igual longitud o una mayor que la otra; estas son ligeramente más finas que el radio del que parten, forman un ángulo obtuso, nunca muy abierto reconociéndose ejemplares en los que se determina un ángulo recto. Sus terminaciones son algo puntiaguadas. Estadios de conservación degradantes dan lugar a que presenten una especie de escamado en los elementos.

### *Áreas interradales*

Muy abiertas, subangulares o algo redondeadas en su vértice.

### *Área central*

Pequeña, ocupando 1/6 ó 1/7 del total del diámetro de los individuos. Cuando las áreas interradales aparecen más redondeadas presenta aspecto pentagonal. Las suturas normalmente bien marcadas. En ambas caras, centrado, aparece un pequeño botón poligonal, subcircular o estrellado; las puntas o los vértices no suelen tener orientación preferente; también es frecuente que este botón no aparezca, en cuyo caso se aprecia una depresión piramidal.

## TALLA

El diámetro máximo de los asterolitos se sitúa entre las 8 y 14 micras.

## DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

Su extinción marca el límite superior de la zona de su nombre (NN 17, MARTINI, 1971), reconociéndolo sin embargo desde la NN 9. La zona definida coincide con las zonas/subzonas homónimas de BUKRY (1973a y b y 1975), MAZZEI et al. (1979) y OKADA & BUKRY (1980). Los últimos autores la denominan CN 12c.

## PALEOECOLOGÍA

Según MILOW (1971) y BUKRY (1978) parece tratarse de una especie de aguas cálidas.

## OBSERVACIONES

Estas formas tan frágiles, raras veces se presentan completas, siendo frecuente, además, que lleguen a perder la totalidad de las bifurcaciones; en este caso, la relativa irregularidad en la longitud de los radios y la tendencia cilíndrica de estos, permiten la diferenciación de ejemplares pentarradiados de *E. brouweri*. El primer carácter reseñado, junto al botón mejor representado, lo diferencia de *E. quinquerramus*; no obstante, en un buen número de casos esto es muy difícil de establecer, acusándose más el hecho en las observaciones al microscopio fotónico. Los raros ejemplares hexarradiados se diferencian de *E. loeblichii* por tener los radios más delgados y menor área central. De *E. challengerii*, por los brazos asimétricos y las bifurcaciones más cerradas y finas en el caso de *E. pentaradiatus*, así como por el aspecto más delicado de éste.

COLOM (1940), cita *D. pentagonalis*, muy probablemente coincidente con la especie que ahora discutimos. BUKRY & PERCIVAL (1971), describen la especie *D. prepentaradiatus*, que se diferencia de la del encabezamiento por tener bifurcaciones más cortas y con mayor ángulo, situadas en un mismo plano (plano de los radios); JIANG & GARTNER (1984) y THEODORIDIS (1984), consideran estas especies sinónimas. El último autor definió *E. misconceptus*, del que diferiría por

las ramas más curvadas, con ángulo más agudo, así como por la birrefringencia que la última especie presenta. BUKRY (1971b), describió en la zona de *S. heteromorphus* en el Pacífico y Caribe, la especie *D. signus*, hexarradiada generalmente, pero con una morfología de los radios muy similar a la de la que tratamos. En la misma publicación, dentro del mismo lapso reseña *D. moorei*, parecida, pero asimétrica y con las bifurcaciones más cortas. La validez de estas especies es cuestionable, pero a falta de una revisión no las incluimos en la sinonimia.

BUKRY & BRAMLETTE (1969) comenta que presenta birrefringencia, y DRIEVER (1981) muestra fotografías de ejemplares con estas características. En las muestras estudiadas nunca hemos podido observar este rasgo.

### **Eu-discoaster prepentaradiatus (BUKRY & PERCIVAL, 1971) THEODORIDIS, 1983**

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

1975 *Discoaster prepentaradiatus*; ELLIS; 659.

1983 *Discoaster prepentaradiatus*; THEODORIDIS; pp. 18.

1985 *Eu-discoaster prepentaradiatus*; FLORES; pp. 516; Resumen, pp. 14.

Asterolitos pentarradiados simétricos, con cóncavo-convexidad insignificante y bifurcaciones ligeramente asimétricas en ángulo obtuso. Radios largos o moderadamente largos, y área central carente de estructuras.

## PUNTUALIZACIONES

### *Radios*

La longitud de los radios en relación al diámetro del área central varía considerablemente, desde algo más del doble de esa magnitud, a ser tres veces mayor. De igual manera y proporciones lo hace la anchura. Los flancos son paralelos, en el extremo se bifurcando dando lugar las ramas resultantes a un ángulo obtuso de abertura variable, estas ramas suelen ser de diferente longitud y agudas; asimismo, la longitud observada entre diferentes ejemplares también varía de modo significativo.

### *Áreas interradales*

Angulares y abiertas.

### *Área central*

De anchura variable, entre 1/5 y 1/7 del diámetro total del asterolito. Suturas moderadamente marcadas; en ocasiones en la zona central la unión de los elementos determina una pequeña protuberancia que en ningún caso llega a definir un botón.

## TALLA

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

## DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

BUKRY & PERCIVAL (1971) la registran en el Mioceno superior (parte baja). FLORES (1985) amplía este rango hasta el Messiniense.

## OBSERVACIONES

Los mismos BUKRY & PERCIVAL (1971), al definir la especie, comentan que básicamente es parecida a *E. pentaradiatus*, taxón del que difieren por no ser fuertemente cóncavo-convexo. Hemos de añadir que los individuos de *E. pentaradiatus* tienen un aspecto mucho más esterilizado, más frágil, poseyendo además en un buen número de casos un pequeño pero marcado botón central. Puede confundirse con *E. challengerii*, del que se diferencia por poseer ésta las bifurcaciones más robustas y poligonales. De *E. misconceptus* lo diferencia el distinto modelo de interferencia (THEODORIDIS, 1984) así como sus bifurcaciones más cortas y agudas, y radios más largos.

**Eu-discoaster adamanteus** (BRAMLETTE & WILCOXON, 1967) FLORES, 1985\*  
Lámina IV; Figuras 2, 3, 5

1967 *Discoaster adamanteus* BRAMLETTE & WILCOXON; pp. 108; L. 7; fig. 6.

1967 *Discoaster obtusus* GARTNER; pp. 2; L. 3; fig. 1-6.

1970 *Discoaster obtusus*; CATI & BORSETTI; pp. 268; L. 73 fig. 6-8.

1971 *Discoaster adamanteus*; CLOCCHIATTI; pp. 70; L. 14; fig. 1.

1971 *Truncodiscoaster adamanteus*; PRINS; L. 5.

1971 *Discoaster adamanteus*; MARTINI & WORSLEY; pp. 1485.

1972 *Discoaster adamanteus*; ELLIS et al.; pp. 37; L. 10; fig. 2-4.

1973a *Discoaster adamanteus*; HEKEL; pp. 4; L. 1; fig. 8 L. 2; fig. 8, 12.

1973 *Discoaster adamanteus*; ROTH; pp. 735.

1975 *Discoaster adamanteus*; JAFAR; pp. 44; L. 6; fig. 7-8.

1975 *Discoaster adamanteus*; LEHOTAYOVA; pp. 29; L. 40; fig. 3.

1977 *Discoaster adamanteus*; FUCHS & STRADNER; pp. 33; L. 8 fig. 25-26.

1978 *Discoaster adamanteus*; HAQ & BERGGREN; L. 4; fig. 2.

\* FLORES (en prensa b) 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).

- 1978 *Discoaster obtusus*; HAQ & BERGGREN; L. 4; fig. 5.  
 1978 *Discoaster adamanteus*; HOJJATZADEH; pp. 4; L. 1; fig. 1.  
 1978 *Discoaster obtusus*; HOJAATZADEH; pp. 7; L. 2; fig. 2.  
 1984 *Discoaster adamanteus*; WEI & SRINIVASAN; pp. 352; L. 2 fig. 5; L. 4; fig. 14.  
 1984 *Discoaster obtusus*; WEI & SRINIVASAN; pp. 354; L. 2: fig. 6; L. 4; fig. 4-5.  
 1985 *Eu-discoaster adamanteus*; FLORES; pp. 563; L. 10, fig. 4a; L. 29, fig. 12-15; en Resumen pp. 14.

Asterolitos hexarradiados, o raramente pentarradiados, muy compactos, con los radios cortos y rechonchos. Sin cóncavo-convexidad y un pequeño botón proximal.

## PUNTUALIZACIONES

### *Radios*

Cortos, con una longitud siempre inferior al diámetro del área central, y acusada convergencia hacia el extremo, que puede ser puntiaguado o romo. La sección es rómbica como consecuencia de las crestas agudas que aparecen en ambas caras (en ejemplares con alto recrecimiento no suelen manifestarse). La curvatura proximal de los radios no siempre es patente.

### *Áreas interradales*

Angulares; algo redondeadas en ejemplares con recrecimiento.

### *Área central*

Amplia, representando aproximadamente las 3/5 partes (a veces menos) del total del asterolito. El contacto entre los radios determina fuertes depresiones, coincidentes a la vez con suturas rectas, exageradas por las crestas a las que se ha hecho mención y que pueden continuarse en esta zona. En la cara proximal puede aparecer un pequeño, a veces sobresaliente, botón con forma estrellada, cuyas puntas se dirigen hacia el eje de los radios. En ejemplares en más pobre estado de conservación este carácter no se presenta. En su cara distal la unión en el centro de las pequeñas crestas puede determinar un punto que no suele sobresalir; las suturas por esta cara, así como las depresiones con ellas coincidentes, se acusan menos.

## TALLA

El diámetro máximo de estos ejemplares oscila entre las 5 y 10 micras.

## DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

BRAMLETTE & WILCOXON (1967) la localizan ya en el Oligoceno, mientras que MARTINI & WORSLEY (1971) comentan que sus últimos representantes se re-

conocen en la zona NN 10. Nosotros la registramos en sedimentos equivalentes a la NN 11.

## OBSERVACIONES

El diferente grado de conservación al que hemos aludido puede ser el causante de la aparición en la literatura de algunos sinónimos como es el caso de *D. obtusus*, idéntico al que nos ocupa, pero con los radios más gruesos y ciertas características ornamentales encubiertas. Las fotografías de GARTNER (1967) para la descripción original de esta última especie, nos han llevado a concluir que se trata de un ejemplar con más acumulación de carbonato sobre sus elementos. Esta especie fue definida en el mismo año, pero con diez días de retraso; el principio de prioridad determina la invalidez de ese taxón (Ver JAFAR 1975). El mismo GARTNER (op. cit.) reseña una especie similar que denomina *D. stellulus*, cuya diferencia fundamental son unas características crestas planas, anchas y con los bordes paralelos que recorren los radios. Hemos observado que en esta especie tampoco se manifiesta claramente un botón proximal. Entre ejemplares poco recrecidos este rasgo se ve bien, mientras que en los que presentan el fenómeno de forma acusada son difíciles de adscribir a una u otra. Es posible que este taxón se correspondiera con el que MARTINI (1965) determinó como *Discoaster* sp. 1 (BRAMLETTE & WILCOXON (1967); CLOCCHIATI (1971)) y que supuso formas juveniles inidentificables; más tarde BRAMLETTE & WILCOXON (op. cit.), sobre la misma idea, llegan a la conclusión de que se trata de una especie bien diferenciable «per se». Nosotros coincidimos con esta idea, pues hemos observado que especímenes en los que no cabe imaginar un elevado recrecimiento, reúnen de forma constante características peculiares que las diferencian claramente de otros taxones.

De *D. lautus*, definido por HAY, difiere por los lados romboidales de éste. WEI & SRINIVASAN (1984) lo consideran sinónimo. La relación con *D. incompertus* del mismo autor anterior, propuesta por JAFAR (1975), no nos parece muy clara ya que la última forma descrita se asocia a '*Hemidiscoaster*'; del mismo modo la relación que HOJJATZADEH (1978) hace de estos individuos con alguno perteneciente a *E. variabilis*, como consecuencia de un engrosamiento y acortamiento de los radios, es discutible. ROTH (1973) comenta que esta especie se emplea en el sentido amplio para formas estrelladas pequeñas, con radios cortos, con o sin crestas, concepto con el que coincidimos plenamente.

En nuestras secciones estas formas aparecen con cierta frecuencia, y no hemos encontrado evidencia de que puedan tratarse de morfotipos procedentes de la alteración de individuos de otras especies (ver FLORES, en prensa b). A su re-

gularidad en aparición hay que añadir que son más abundantes en aquellas muestras en las que no hay una manifiesta alteración de los elementos integrantes de la asociación.

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

Lámina II; Figura 2; Lámina III, Figuras 4, 6, 8

- 1963 *Discoaster hamatus* MARTINI & BRAMLETTE; pp. 852; L. 105 fig. 8, 10-11.  
 1967 *Discoaster hamatus*; BRAMLETTE & WILCOXON; pp. 110; L. 8 fig. 2-8.  
 1971 *Discoaster hamatus*; MARTINI; L. 4; fig. 1.  
 1971 *Clavodiscoaster hamatus*; PRINS; L. 5.  
 1971 *Discoaster hamatus*; MARTINI & WORSLEY; pp. 1491.  
 1972 *Discoaster hamatus*; PERCH-NIELSEN; L. 9; fig. 3; L. 11 fig. 2, 4, 6.  
 1973a *Discoaster hamatus*; BUKRY; L. 4; fig. 16.  
 1974 *Discoaster hamatus*; BUKRY; L. 1; fig. 1.  
 1975 *Discoaster hamatus*; JAFAR; pp. 49; L. 5; fig. 15.  
 1975 *Discoaster hamatus*; ELLIS; pp. 658.  
 1976 *Discoaster hamatus*; SAN MIGUEL; pp. 249.  
 1977 *Discoaster hamatus*; SAN MIGUEL; pp. 135.  
 1977 *Discoaster hamatus*; HOWE & ELLIS; L. 3; fig. 4.  
 1978 *Discoaster hamatus*; HAQ & BERGGREN; L. 4; fig. 18.  
 1978 *Discoaster hamatus*; PROTO-DECIMA et al.; L. 5; fig. 6.  
 1983 *Eu-discoaster hamatus*; THEODORIDIS; pp. 17.  
 1984 *Eu-discoaster hamatus*; THEODORIDIS; pp. 174; L. 12; fig. 13 L. 37; fig. 4-7.  
 1985 *Eu-discoaster hamatus*; FLORES; pp. 567; L. 13, fig. 7; L. 26 fig. 1-4; L. 27, fig. 14-15.  
 Resumen pp. 14.

Asterolitos pentarradiados. Radios fuertemente curvados hacia la cara proximal, girados en los extremos.

## PUNTUALIZACIONES

### *Radios*

Largos, más de dos veces el área central, con los bordes paralelos prácticamente en todo el recorrido; al llegar al tercio o al cuarto final se adelgazan bruscamente, dando lugar a sus características puntas agudas. Lisos tanto por la cara cóncava como por la convexa; sobre la primera se manifiesta una moderada curvatura en los 2/3 iniciales (próximo al área central), a partir de los cuales se curva bruscamente hasta llegar a formar ángulos superiores a los 60°. Esta curvatura normalmente está acompañada de un giro de las puntas, en la mayoría de los casos dextrorso, aunque en otro buen número de ejemplares hemos podido observar que no siempre se produce de forma regular, seguramente como consecuencia de un efecto óptico que en determinadas posiciones agudiza el giro, mientras que en otras lo encubre.

*Áreas interradales*

De subangulares (algo redondeadas) a angulares.

*Área central*

Pequeña, no sobrepasando en la mayoría de los casos 1/4 del total del diámetro del asterolito. En el centro de ambas caras aparece un pequeño botón, no muy sobresaliente, con las puntas dirigidas hacia las áreas interradales. En otras ocasiones no se manifiesta esta estructura. Las suturas son rectilíneas, moderadamente marcadas.

## TALLA

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

## DISTRIBUCIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA

MARTINI (1971) define la zona de *D. hamatus*, a cuyo taxón marcador GARTNER (1977) otorga una distribución entre el Serravallense Superior al Tortonienense Inferior. Sería aproximadamente equivalente a las propuestas con el mismo nombre por BUKRY (1973a y b, 1975) y OKADA & BUKRY (1980). MAZZEI et al. (1979) comentan que esa zona, en la sección por ellos estudiada, se define por el «acmé» del taxón, ya que lo continúan registrando por encima.

## OBSERVACIONES

Se trata de una forma que únicamente hemos reconocido en las muestras correspondientes a los sondeos oceánicos, y siempre en aquellas que no tienen correspondencia con las del Guadalquivir al encontrarse bajo el lapso de definición.

La espina a la que MARTINI & BRAMLETTE (1973) hacen mención, no la hemos podido observar en nuestros ejemplares. En algunos casos es difícil de diferenciar de *E. brouweri* pentarradiados, pero el mayor apuntamiento de los extremos, la curvatura más acusada en ese mismo sentido, así como su giro, los separan. De *E. intercalaris* pentarradiados lo diferencian la mayor área central y los radios menos curvados, más gruesos y con extremos más romos. De *E. neomatus* lo separa la aparición de un radio más.

JAFAR (1975) comenta que un exceso de calcita tiende a exagerar la curvatura de los radios, hecho este que hemos podido poner de manifiesto.

La curvatura extrema de su radio y la diferente orientación en que se encuentran, pueden determinar un cierto mimetismo con *E. asymmetricus*.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Prof. Dr. Jorge CIVIS, así como a los miembros del Departamento de Paleontología de la Universidad de Salamanca, por la ayuda y consejos para la realización de este trabajo. Al Prof. D. RÍO, de la Universidad de Parma y equipo de colaboradores, por la iniciación en el tema; y, finalmente, a la organización del D.S.D.P. (Deep Sea Drilling Project), por la cesión de muestras oceánicas para su estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADELSECK, . C., GEEHAR, G. W. & ROTH, P. H. (1973). Experimental evidence for the selective dissolution and overgrowth of Calcareous Nannofossils during diagenesis. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 84/8; 2755-2762.
- 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.
- BACKMAN, J. (1978). Late Miocene-Early Pliocene nannofossil biochronology and biogeography in the Vera Basin, SE Spain. *Act. Un. Stockholmsensis. Stock. Cont. Geol.* 32 (2); 93-114.
- 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.
- BLACK, M. (1978). Taxonomic problems in the study of Coccoliths. *Paleontology*, 11 (5); 793-813.
- BOUDREAUX, 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 other 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. (1969). Upper Cretaceous coccoliths from Texas and Europe. *Un. Kansas Paleont. Cont.* 51 (Protista 2); 1-79.
- 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. (1972). Further comments Cocolith Stratigraphy, Leg 12, Deep Sea Drilling Project. *In Rep. DSDP*. 12; 1071-1083.
- BUKRY, D. (1973a). Low latitude coccolith biostratigraphic zonation. *In. Rep. DSDP*. 15; 685-703.
- BUKRY, D. (1973b). Cocolith Stratigraphy Leg 13, Deep Sea Drilling Project. *In. Rep. DSDP*, 13; 817-822.
- BUKRY, D. (1973c). Cocolith stratigraphy, Eastern Equatorial Pacific. LEG 16 Deep Sea Drilling Project. *In. Rep. DSDP*, 16; 653-711.
- BUKRY, D. (1974). Cocolith and Silicoflagellate stratigraphy, Eastern Indian Ocean, Deep Sea Driling Project Leg 22. *In. Rep. DSDP*, 22; 601-607.
- BUKRY, D. (1975). Phytoplanton stratigraphy, Southwest Pacific, Deep Sea Drilling Project, Leg 30. *In. Rep. DSDP*. 30; 539-547.
- BUKRY, D. (1976). Cocolith stratigraphy of Manihiki Plateau, Central Pacific, Deep Sea Drilling Project, site 317. *In. Rep. DSDP*. 33; 493-499.
- BUKRY, D. (1978). Biostratigraphy of Cenozoic marine sediments by calcareous nannofossils. *Micropaleontology*. 24 (1); 44-60.
- BUKRY, D. (1981). Cenozoic Cocoliths from the Deep Sea Drilling Project. *SEPM Sp. Pub.* 32; 335-353.
- BUKRY, D. & BRAMLETTE, M. N. (1969). Some new and stratigraphically useful calcareous nanofossils 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); 123-146.
- BUKRY, D., DOUGLAS, R. G., KLING, S. A. & KRASHENINNIKOV, V. (1971). Planktonic microfossil biostratigraphy of the Nortwestern Pacific Ocean. *In. Rep. DSDP*. 6; 1253-1300.
- 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 Neogene d'Afrique du Nord. *Mem. Mus. Nat. Hist. Nat. Nouv. Ser C*. 23; 7-135.
- COLOM, G. (1940). Arqueomonadineas, Silicoflagelados y Discoastéridos fósiles de España. *Las Ciencias*; 343-356.
- CHI, W. R. (1982). The Calcareous Nannoplanktion of the Lichi Melange and the Kenting Melange and their significance in the interpretation of Plate-Tertiaires of the Taiwan Region. *Ti-Chi*. 4 (1); 99-112.
- 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.
- DEMIRTZAKIS, M. D. & THEODORIDIS, S. A. (1978). Planktonic foraminifera and Calcareous nannoplankton from the Pliocene of Konfonisi Island (East Crete, Greece). *Ann. Geol. Pays Hellen. Ser. 1*. 29 (2); 630-643.

- DRIEVER, B. W. H. (1981). A quantitative study of Pliocene associations of *Discoaster* from the Mediterranean. *Proc. Koninklijke Nederlaudse Ak. Wetenschappem.* B 84 (4); 437-455.
- DRIEVER, B. W. H. (1984). The terminal record of **Discoaster** in the Mediterranean and in the Atlantic D.S.D.P. site 397 and the Pliocene-Pleistocene boundary. *Proc. Koninklijke. Neaderlaudse Ak. Wetenschappen.* 87 (1); 77-102.
- ELLIS, C. H. (1974). Neogene nannoplankton zonation in Eastern Mediterranean. *VIIIth Inter. Cong. Med. Neog. Athens 1974. Ann. Geol. Pays. Hellen. Hous. Serv.* 1; 391-401.
- 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.
- FARINACCI, A. (1969). Catalogue of Calcareous nannofossils *Ed. Tecnoscienza,* 1.
- FARINACCI, A. (Ed.) (1971). Round Table on Calcareous nannoplankton. Roma, 1970. *Proc. II Plank. Conf. Roma 1970.* 2; 1343-1360.
- 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 (inédita). Resumen: *Ed. Universidad de Salamanca;* 1-37.
- FLORES, J. A. (en prensa a). Primeras aportaciones al conocimiento del Nanoplancton calcáreo en la formación «Arcillas de Gibraleón» (Cuenca del Guadalquivir). *Volumen monográfico sobre la Provincia de Huelva.*
- FLORES, J. A. (en prensa b). New combination of three species of Asteroliths originally adscribed to **Discoaster** TAN SIN HOK, 1927. *INA News.*
- FLORES, J. A. & SIERRA, F. J. (1985). Variations in the calcareous plankton of the Tortonian-Messinian transition of the N-W par of the Guadalquivir Basin (Spain). *INA News.* 7; 62-64.
- FLORES, J. A. & SIERRA, F. J. (en prensa). Calcareous plankton in the tortonian-Messinian transition of the Northwestern edge of the Guadalquivir Basin (S.W. Spain).
- 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. (1969). Correlation of Neogene planktonic foraminifera and calcareous nannofossil zones. *Trans. Gulf Coast. Ass. Geol. Soc.* 19; 585-599.
- GARTNER, S. (1977). Nannofossils and Biostratigraphy: an overview. *Eatrh 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); 1167-1194.

- HAQ, B. U. & LOHMANN, G. P. (1978). Remarks on the Oligocene Calcareous nannoplankton biogeography of the Norvergian Sea (DSDP Leg 38). *In. Rep. DSDP*. 38; 141-145.
- HAQ, B. U., LOHMANN, G. P. & WISE, W. (1976). Calcareous nannoplankton. Biogeography and its plaeoclimatic implications: Cenozoic of the Falkland Plateau (D.S.D.P. Leg 36) and Miocene of the Atlantic Ocean. *In. Rep. DSDP*. 36; 745-759.
- HAQ, B. U. & MALMGREN, B. A. (1982). Potential of Calcareous nannoplankton in paleoenvironmental interpretations a case study of the Miocene of the Atlantic Ocean *Act. Un. Stockholmensis. Stock. Cont. Geol.* 37 (7) 79-98.
- 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 Ree 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. Naturkunda.* 28; 1-99.
- JIANG, M. J. & GARTNER, S. (1984). Neogene and quaternary calcareous nannofossils biostratigraphy of the Walwis Ridge. *In. Rep. DSDP*. 74; 561-595.
- LEHOTAYOVA, R. (1975). Calcareous nannoflora of the Badenian **Preaorbulina-Orbulina** horizon. *Západné Karpaty Ser. Paleont.* 1; 25-38.
- LOEBLICH, A. R. & TAPPAN, H. (1963). Type fixation and validation of certain calcareous nannoplakton genera. *Proc. Biol. Soc. Washington.* 76; 191-196.
- MARTINI, E. (1971). Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. *Proc. II. Plankt. Conf. Roma, 1970.* 2; 739-785.
- MARTINI, E. & BRAMLETTE, M. N. (1963). Calcareous nannoplankton from the experimental Mohele Drilling. *Journ. Paleont.* 3; 845-858.
- MARTINI, E. & WORSLEY, T. (1971). Tertiary calcareous nannoplankton from the Western Equatorial Pacific. *In. Rep. DSDP*, 7 (2), 1471-1507.
- MAZZEI, R., RAFFI, I., RÍO, 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. (1974). Calcareous nannoplankton, Leg 25 (Western Indian Ocean). *In. Rep. DSDP.* 25; 579-633.
- MUZYLOV, N. (1982). Nannoplankton stratigraphy of Leg 57 Drill sites. *In. Rep. DSDP.* 67; 383-399.
- NISHIDA, S. (1970). Preliminary notes on nannoplanktons from an Equatorial Pacific Deep Sea Core. *Journ. Mar. Geol.* 6 (1); 34-39.
- NISHIDA, S. (1971). Neogene calcareous nannoplankton from the Coast along the Sea of Japan. *Bull. Nara Un. Educ.* 20(2); 71-89.
- NISHIDA, S. (1973). Preliminary study of the Upper Cenozoic calcareous nannoplankton assemblages from the Nausei Islands (en japonés).
- 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.
- PERCH-NIELSEN, K. (1972). Remarks on Late Cretaceous to Pleistocene Coccoliths from the North Atlantic. *In Dep. DSDP.;* 12, 1003-1069.
- PERCH-NIELSEN, K. (1977). Albian to Pleistocene calcareous nannofossils from the Western South Atlantic, DSDP Leg 39. *In. Rep. DSDP.* 39; 699-823.
- PRINS, B. (1971). Speculations on relations, evolution and stratigraphic distributions of Discoasters. *Proc. II Plankt. Conf. Roma, 1970.* 2; 1017-1037.
- PROTO-DÉCIMA, F., MEDIZZA, F. & TODESCO, L. (1978). Southeastern Atlantic Leg 40 calcareous nannofossils. *In. Rep. DSDP.* 40; 571-634.
- RAFFI, I. & RÍO, 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 DSDP. *In. Rep. DSDP.* 24; 969-993.
- ROTH, P. H. & THIERSTEIN, H. R. (1972). Calcareous nannoplankton, Leg 14 of the Deep Sea Drilling Project. *In. Rep. DSDP.* 14; 421-494.
- SACHS, J. B. & SKINNER, H. C. (1973). Late Pliocene-Early Pleistocene nannofossil Stratigraphy in the North Central Gulf Coast Area. *SEPM Proc. Symp. Calc. Nannofossils.* 94-112.
- 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.

- SIERRO, F. J. (1984). Foraminíferos planctónicos y Bioestratigrafía del Mioceno superior-Plioceno del borde Occidental de la Cuenca del Guadalquivir (S.O. de España). *Tesis Doctoral Un. Salamanca*; 1-391 (inédita). *Resumen Ed. Universidad de Salamanca*; 1-34.
- 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. *Abstracts VII Cong. RCMNS, Budapest, 1985*; 514-516 (en prensa en los Proceedings).
- 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; 1137-1199.
- 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.* 31; 1-271.
- USCHAKOVA, H. G. (1970). Coccoliths in suspension and in the surface layer of sediment in the Pacific Ocean. In: Funell, B & RIEDEL, W. Eds. *Micropaleontology of Oceans*. Cambridge Un. Press; 243-251.
- VAROL, O. (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.

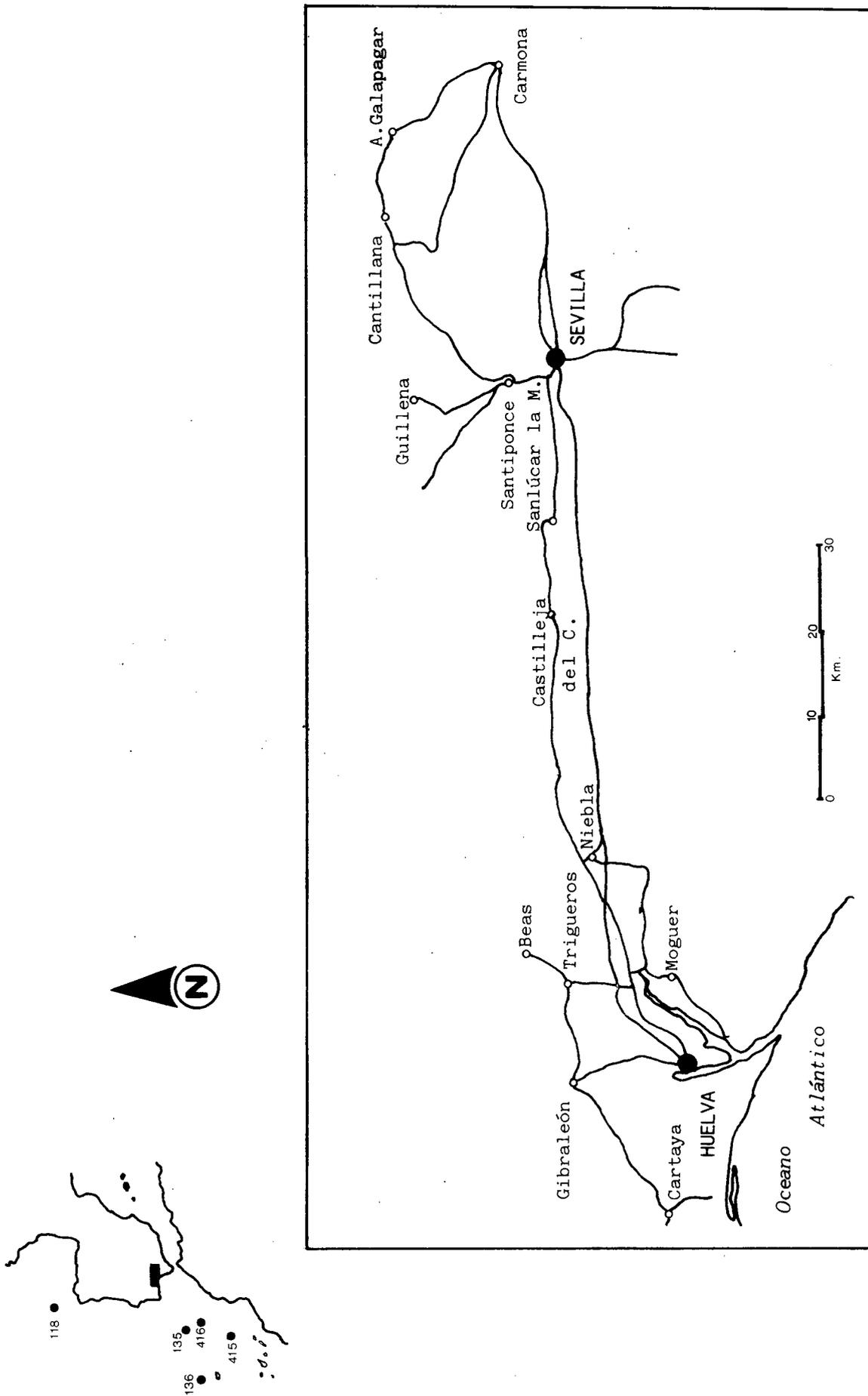


Figura 2. Localización geográfica de las secciones de la Cuenca del Guadalquivir y sondeos D.S.D.P. estudiados.

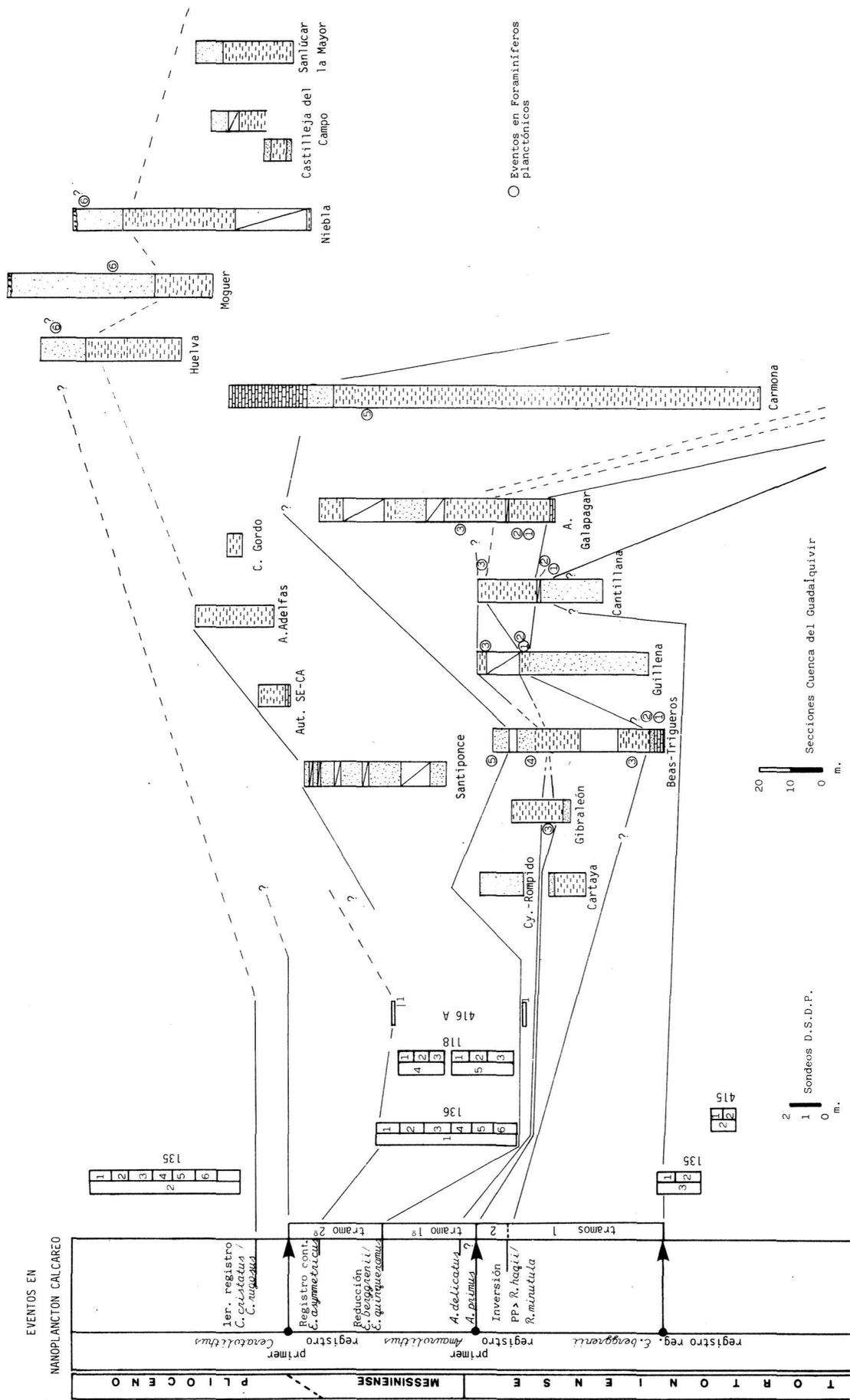


Figura 3. Posición bio y cronoestratigráfica de las secciones y sondeos estudiados, de acuerdo con los eventos definidos por SIERRO (1984) y SIERRO et al. (1985), con Foraminíferos planctónicos y FLORES (1985), con Nanoplancton calcáreo (modificado del presentado en FLORES, 1985). Los eventos con Foraminíferos planctónicos, responden a: 1. desaparición masiva del primer grupo de "*Globorotalia menardii*"; 2. aparición abrupta del 2º grupo de "*G. menardii*"; 3. reemplazamiento del 2º grupo de "*G. menardii*" por *G. miotumida*; 4. cambio de enrollamiento de sinistrorsa a dextrorsa de *Turborotalia acostaensis*; 5. primer registro de *G. acostaensis*; y, 6. primer registro de *G. puncticulata*.



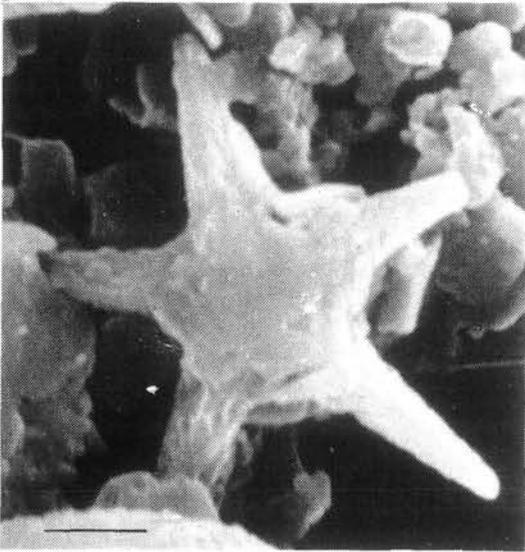
## LÁMINA I

Figuras 1, 3, 4, 5, 6 *Eu-discoaster berggrenii* (BUKRY, 1971).  
Figuras 8, 11 *Eu-discoaster bellus* (BUKRY & PERCIVAL, 1971).  
Figuras 7, 9, 10 *Eu-discoaster quinquerramus* (GARTNER, 1969).  
Figura 2 *Eu-discoaster hamatus* (HARTINI & BRAMLETTE, 1965).  
Cada línea horizontal equivale a 1 $\mu$ .

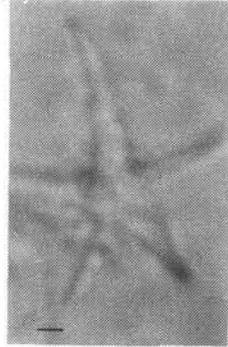
## LÁMINA II

Figuras 1, 3, 4, 5, 7b, 8, 9 *Eu-discoaster brouweri* (TAN SIN HOK; 1927).  
Figura 2? 6 *Eu-discoaster intercalaris* (BUKRY, 1971).  
Figura 7a *Eu-discoaster neorectus* (BUKRY, 1971).  
Cada línea horizontal equivale a 1 $\mu$ .

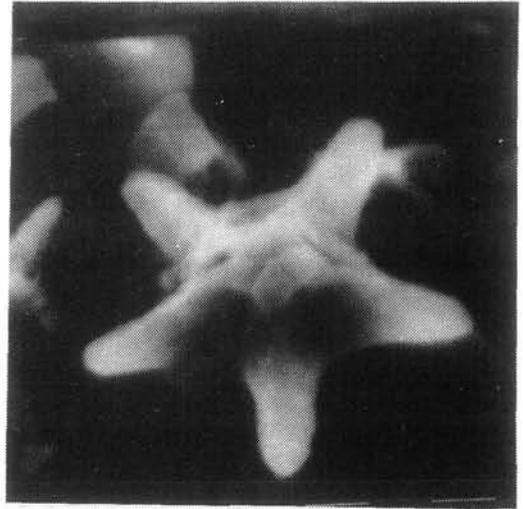
LAMINA I



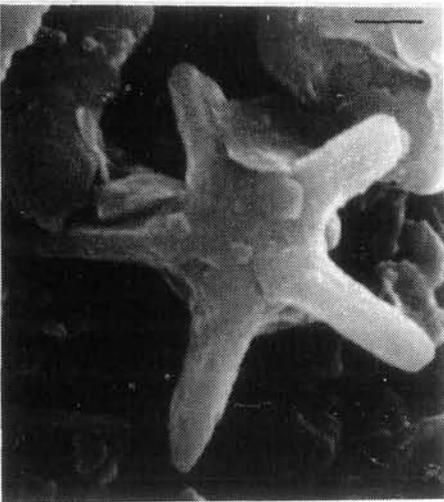
1



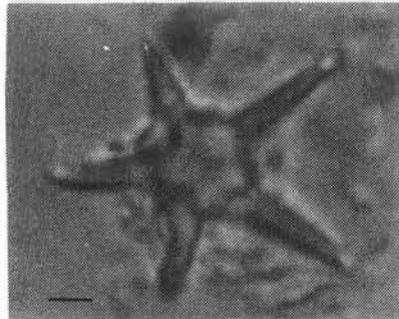
2



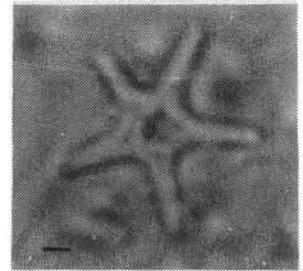
3



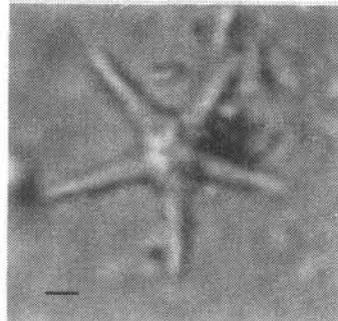
4



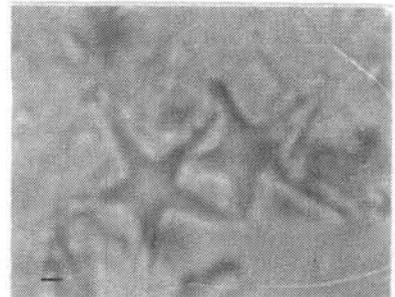
5



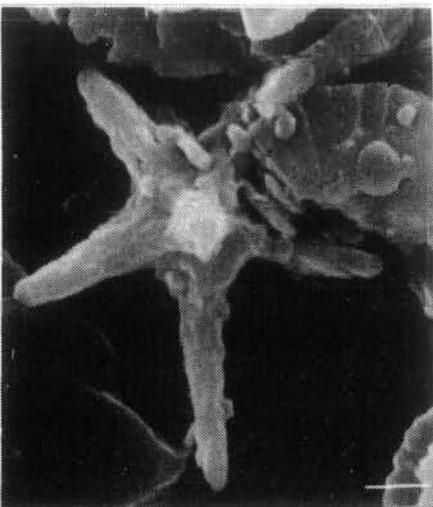
6



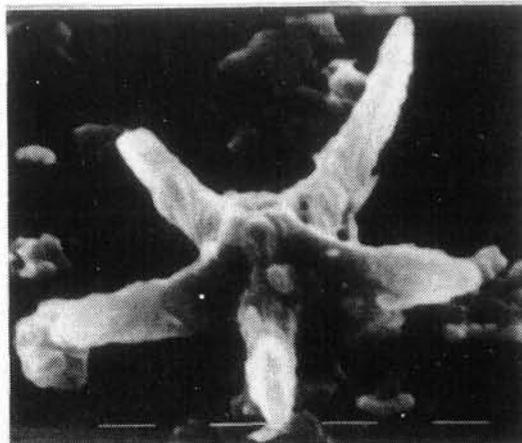
7



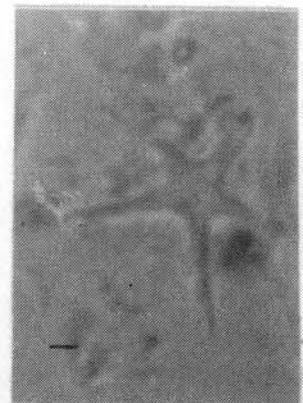
8



9

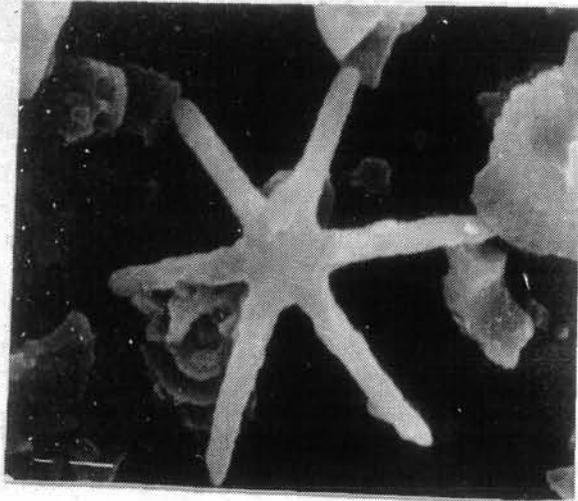


10

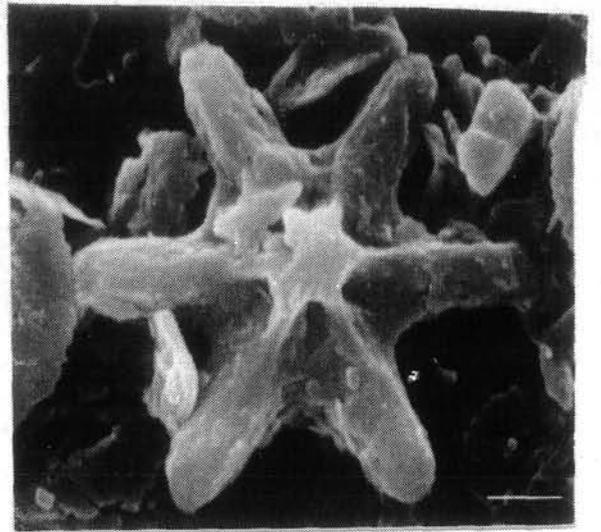


11

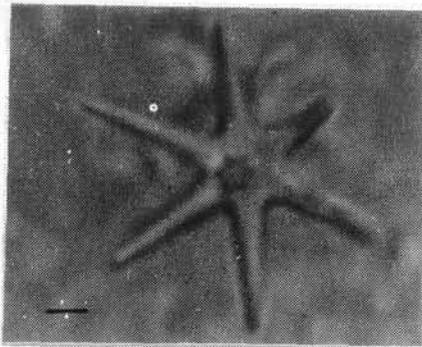
LAMINA II



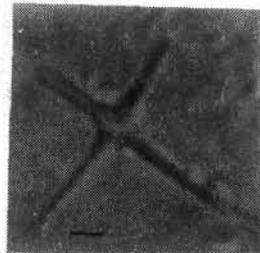
1



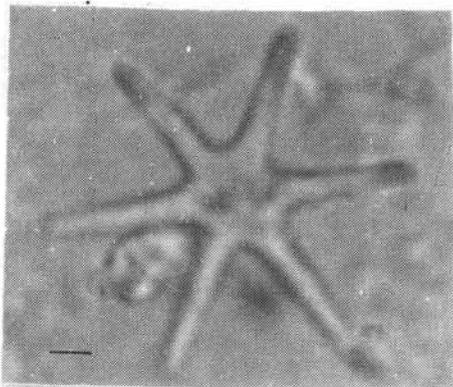
2



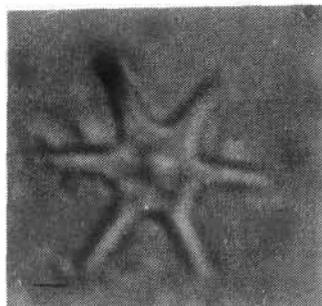
3



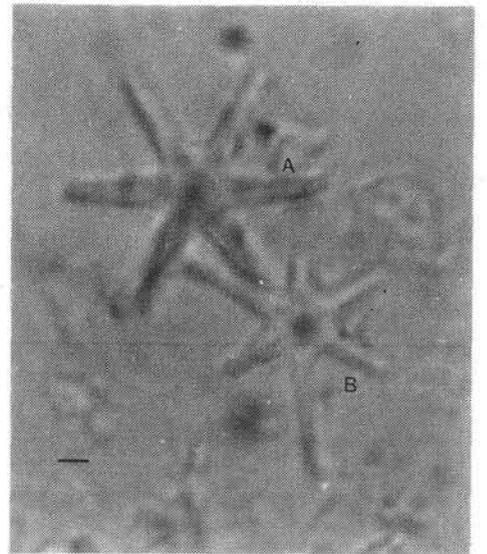
4



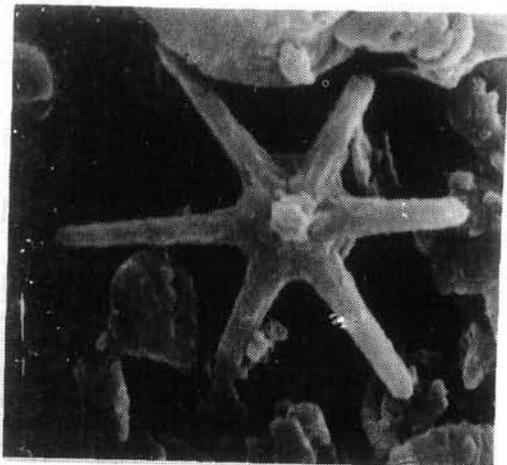
5



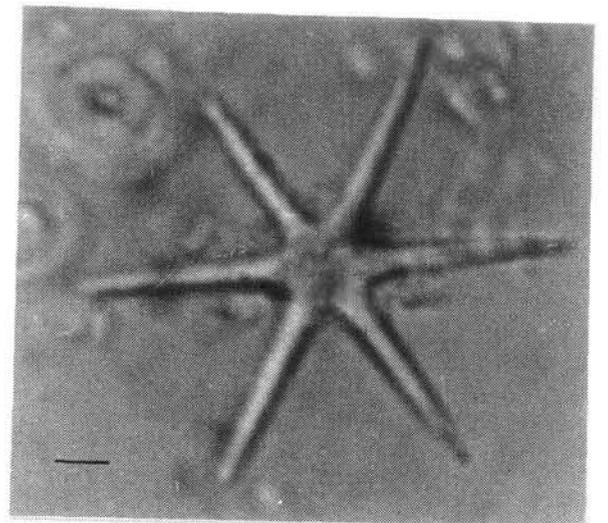
6



7



8



9

## LÁMINA III

Figura 2 *Eu-discoaster* cf. *brouweri*.

Figura 1 *Eu-discoaster intercalaris* / *E. brouweri* ?.

Figuras 3, 5, 7 *Eu-discoaster asymmetricus* (GARTNER, 1969).

Figuras 4, 6, 8 *Eu-discoaster hamatus* (MARTINI & BRAMLETTE, 1963).

Figuras 9, 10, 11 *Eu-discoaster pentaradiatus* (TAN SIN HOK, 1927).

Cada línea horizontal equivale a 1  $\mu$ .

## LÁMINA IV

Figura 11 *Eu-discoaster intercalaris* (BUKRY, 1971).

Figura 7 *Eu-discoaster* cf. *brouweri*.

Figuras 1, 10 *Eu-discoaster brouweri* (TAN SIN HOK, 1927).

Figura 6 *Eu-discoaster berggrenii* (BUKRY, 1971).

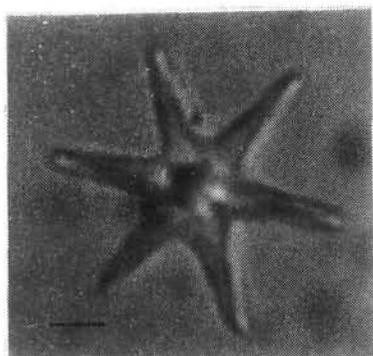
Figura 9 *Eu-discoaster asymmetricus* (GARTNER, 1969).

Figuras 8, 12 *Eu-discoaster pentaradiatus* (TAN SIN HOK, 1927).

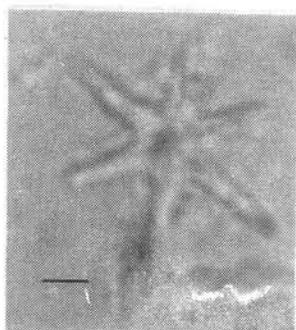
Figuras 2, 3, 5 *Eu-discoaster adamanteus* (BRAMLETTE & WILCOXON, 1967).

Cada línea horizontal equivale a 1  $\mu$ .

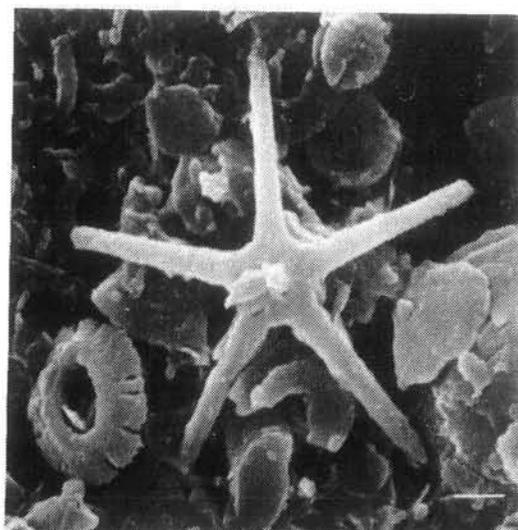
LAMINA III



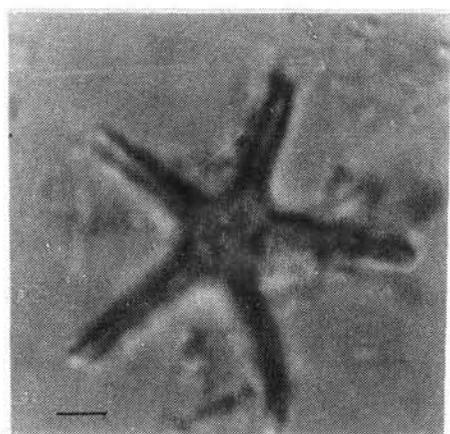
1



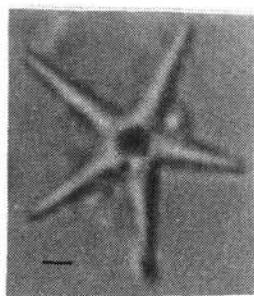
2



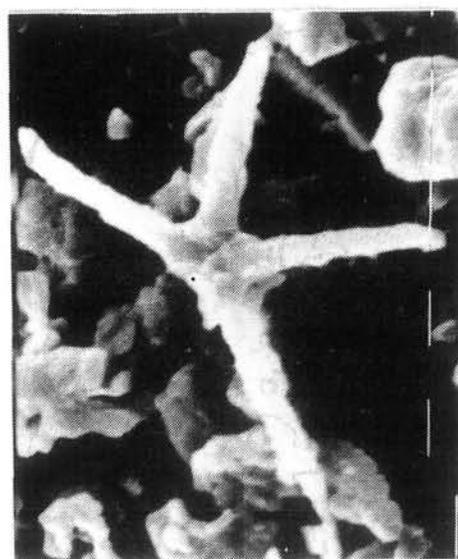
3



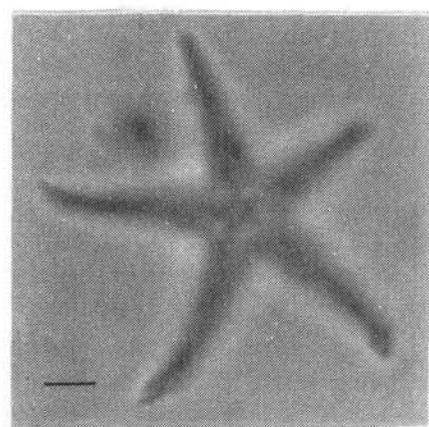
4



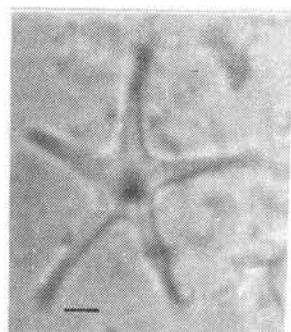
5



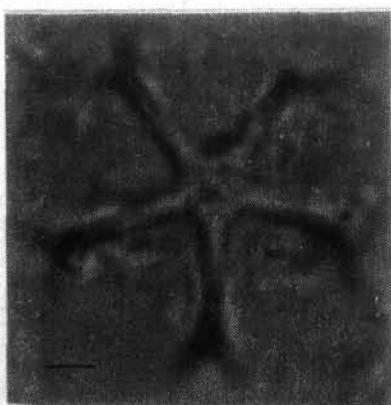
8



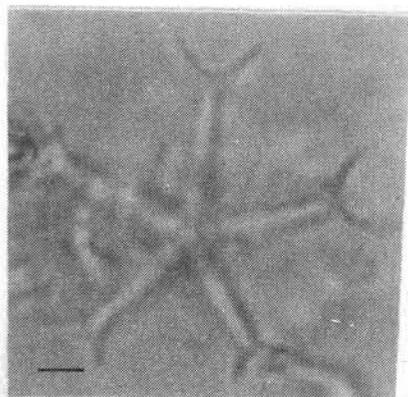
6



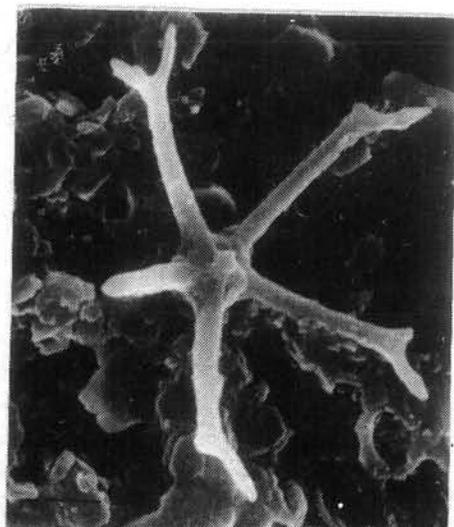
7



9

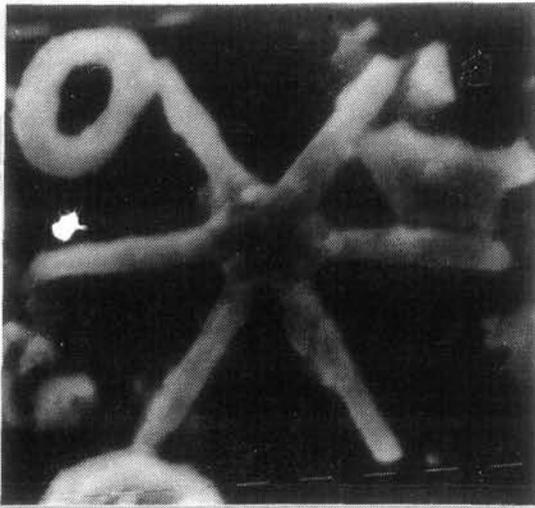


10

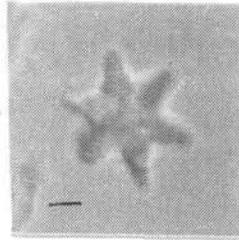


11

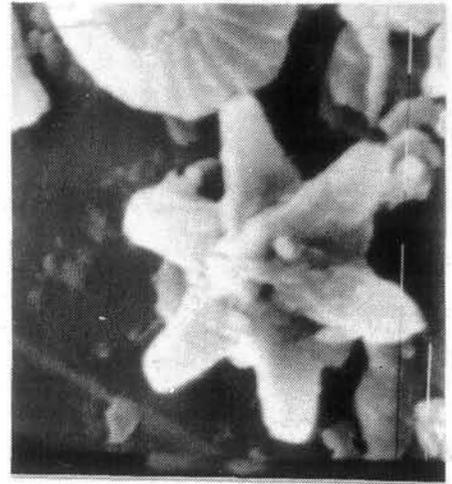
LAMINA IV



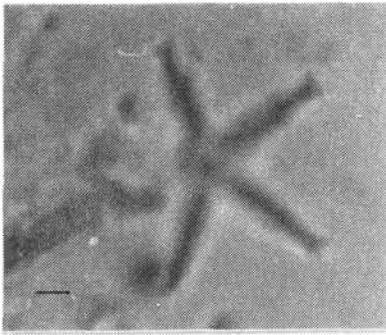
1



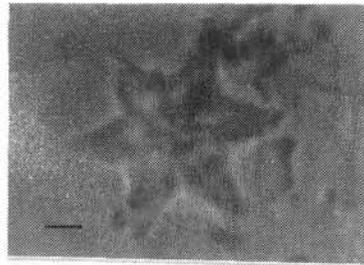
2



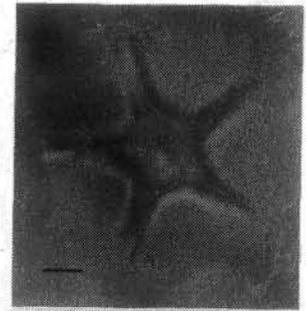
3



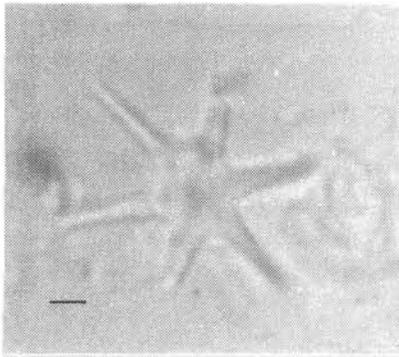
4



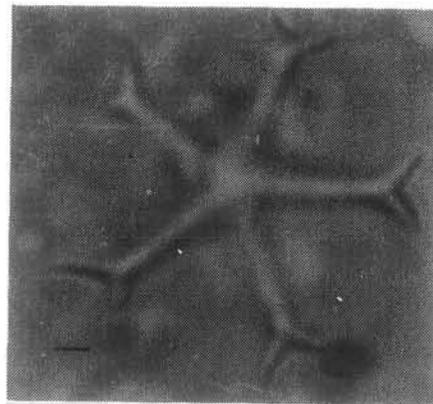
5



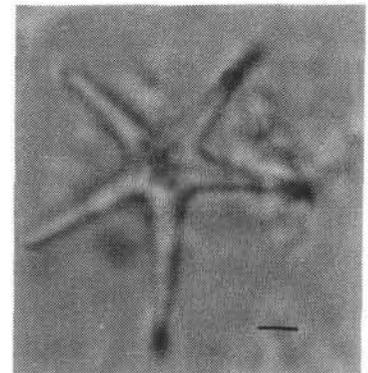
6



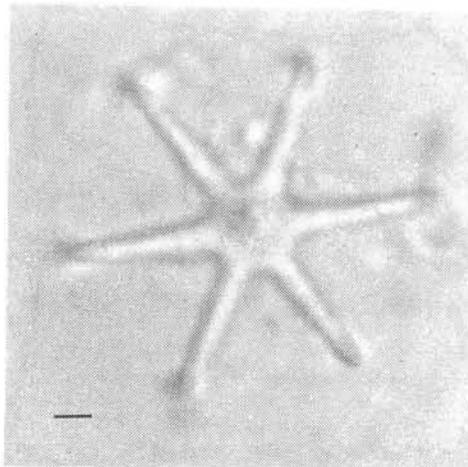
7



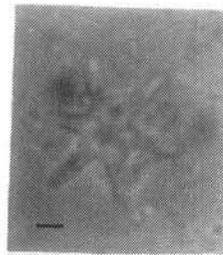
8



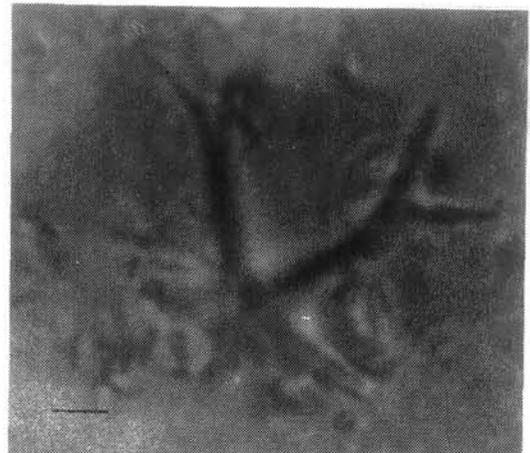
9



10



11



12