

U N I V E R S I D A D   A U T O N O M A   D E  
B A J A   C A L I F O R N I A

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS

RADIOLARIOS DE LA PARTE CENTRAL DEL GOLFO DE  
CALIFORNIA: ALGUNAS INFERENCIAS ECOLOGICAS

T E S I S

Q U E   P R E S E N T A

E L S A   G U A D A L U P E   G I L   S I L V A

PARA OBTENER EL TITULO DE

O C E A N O L O G O

Ensenada, B.C., Febrero de 1981

# C O N T E N I D O

	PAGINA
INTRODUCCION . . . . .	1
DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO . . . . .	2
a) Morfología . . . . .	2
b) Aspectos metereológicos . . . . .	2
c) Oceanografía . . . . .	4
d) Batimetría . . . . .	6
BIOLOGIA DE LOS RADIOLARIOS . . . . .	10
a) Descripción morfológica . . . . .	10
b) Esqueleto . . . . .	12
c) Reproducción . . . . .	12
d) Ecología . . . . .	13
e) Distribución . . . . .	14
MATERIALES Y METODOS . . . . .	15
a) Métodos de laboratorio . . . . .	15
b) Procesamiento de datos . . . . .	18
RESULTADOS Y DISCUSIONES . . . . .	21
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	48
BIBLIOGRAFIA . . . . .	50
APENDICES . . . . .	54

## LISTA DE FIGURAS

	PAGINA
Fig. 1 Cuatro zonas de sedimentación; determinadas mediante los restos de diatomeas en los sedimentos superficiales del Golfo de California.	3
Fig. 2 Distribución de la temperatura media de Febrero (°F), a 30 m de profundidad.	7
Fig. 3 Distribución de la temperatura media de Julio (°F), a 30 m de profundidad.	8
Fig. 4 Batimetría del Golfo de California.	9
Fig. 5 Esquema de la anatomía de los radiolarios.	11
Fig. 6 Localizaciones de las estaciones delineadas en la parte central del Golfo de California.	16
Fig. 7 "Artefacto para sostener porta-objetos".	18
Fig. 8 Distribución geográfica de diatomeas ( $>62\mu$ ) en los sedimentos superficiales de la región central del Golfo de California.	22
Fig. 9 Distribución geográfica de detritus (terrágenos $>62\mu$ ) en los sedimentos superficiales de la región central del Golfo de California.	23
Fig. 10 Distribución geográfica de radiolarios ( $>62\mu$ ) en los sedimentos superficiales de la región central del Golfo de California.	25
Fig. 11-25 Distribución geográfica de especies de radiolarios en los sedimentos superficiales de la región central del Golfo de California.	26-45

## TABLA Y APENDICES

Tabla 1 Localizaciones de las estaciones delineadas en la parte central del Golfo de California.	17
Apendice A Relación de porcentajes, por número de partículas, de algunos componentes de los sedimentos.	54

	PAGINA
Apendice B Número de totales de radiolarios contados en los sedimentos.	55
Apendice C Taxonomía de radiolarios usado para este trabajo.	56-57
Láminas	58-61

## INTRODUCCION

El Golfo de California experimenta un alto rango de productividad primaria, causada principalmente por surgencias costeras y procesos de mezcla (Zeitzschel, 1969). Este hecho hace del Golfo una región de considerable interés científico y económico, puesto que el delineamiento geográfico de áreas de alta productividad primaria, así como el conocimiento de la naturaleza de tales áreas (intensidad, duración, extensión, etc.) ayudarán a programar más adecuadamente las pesquerías de la región y los proyectos de acuacultura.

Puesto que ha sido demostrado, de manera general, que la distribución areal de los restos de organismos planctónicos en los sedimentos marinos refleja la distribución geográfica de las masas de agua superficiales, y consecuentemente de los rangos oceanográficos que las producen, (Renz, 1973; Molina-Cruz, 1978), en este estudio se analiza la distribución zoogeográfica de algunas especies de radiolarios para delinear algunos rasgos oceanográficos dentro de la región central del Golfo de California (Fig. 1); infiriéndose también algunos datos autoecológicos.

Al respecto, los análisis de distribuciones de radiolarios han producido resultados bastante halagadores en otras regiones oceánicas (Nigrini, 1970; Moore, 1973a; Sachs, 1973; Molina-Cruz, 1977a). Sin embargo, en el Golfo de California, los radiolarios han sido estudiados solo someramente por Bandy (1961) y taxonómicamente por Benson (1966). Actualmente Molina-Cruz (1980; en prensa) los estudia paleoceanográficamente y bioestratigráficamente.

Para facilitar los análisis considerados en esta tesis, también se presentan algunos antecedentes oceanográficos del Golfo de California, así como algunos antecedentes biológicos de los radiolarios. Este último tópico se considera importante, porque éste trabajo representa una de las primeras oportunidades para escribir sobre la materia en el lenguaje español.

## DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

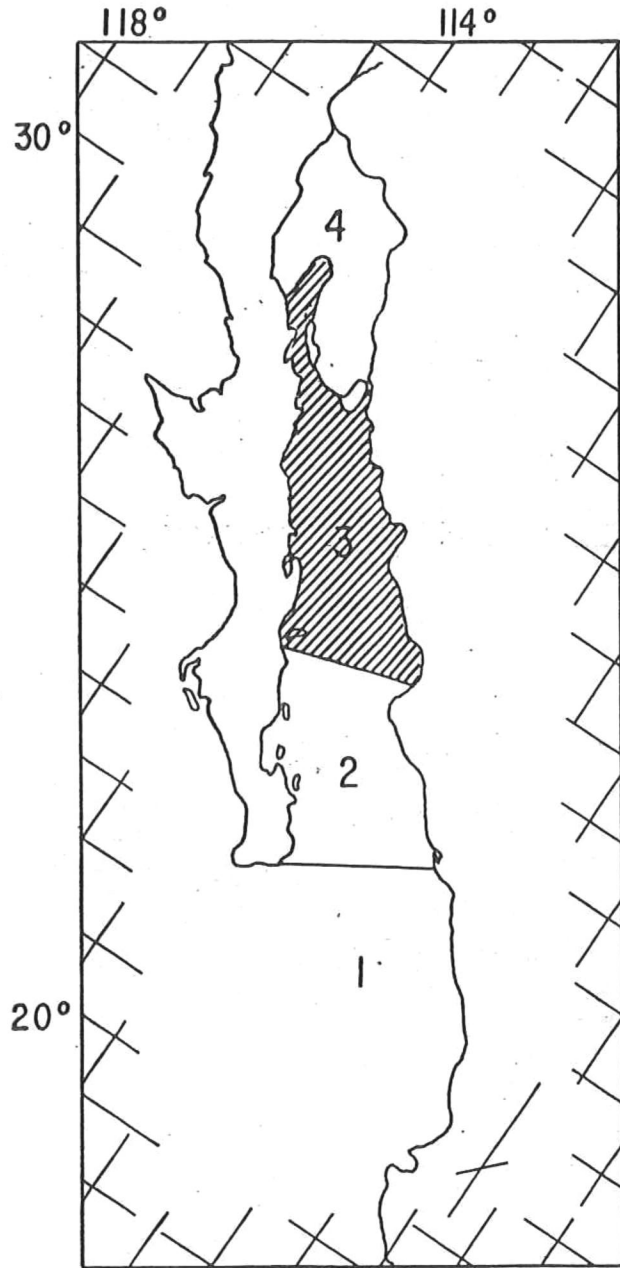
Nota.- Puesto que los procesos oceanográficos de la región central del Golfo (Fig. 1), están marcadamente relacionados a la dinámica oceanográfica de las zonas adyacentes, los antecedentes de este estudio consideran a todo el Golfo de California.

El Golfo de California es una depresión elongada que se ubica en el Noroeste de México, comunicándose en su porción Sur con el Océano Pacífico. El Golfo se encuentra comprendido entre las latitudes 23°N y los 32°N; y entre la Península de Baja California (al Oeste) y los estados de Sonora y Sinaloa (al Este). Tiene una forma aproximadamente rectangular, con una longitud de más o menos 1400 km y una anchura promedio de 150 km; con estos datos se obtiene una área aproximada de 210,000 km<sup>2</sup>. Las islas más grandes en el Golfo de California son la Isla Angel de la Guarda y Tiburón, ambas con elevaciones mayores de 1500 mts. (Roden, 1958; Fig. 4).

## ASPECTOS METEOROLOGICOS

La cadena montañosa, casi continua en la Península de Baja California, reduce grandemente la influencia moderadora del Océano Pacífico, lo que causa que el clima del golfo sea más continental que oceánico. En invierno la temperatura del aire decrece hacia el interior del golfo y las diferencias de temperatura entre la costa Este y Oeste de Baja California son pequeñas. En verano las temperaturas del aire se incrementan hacia el interior del golfo y las diferencias de temperatura entre la costa Este y Oeste de Baja California exceden los 10 °C. El clima en la parte Norte del golfo es desértico, con cantidades anuales de lluvia inferiores a 10 cm/año. En la parte Sureste, a lo largo de la costa de Sinaloa, la precipitación se incrementa hasta 10 cm/año (Roden, 1964).

Figura 1. Cuatro zonas de sedimentación; determinadas mediante los restos de diatomeas en los sedimentos superficiales del Golfo de California (según Round, 1967). La zona 3 es la considerada en detalle en este estudio.



La mayor precipitación ocurre entre los meses de Junio y Octubre, siendo esta superior en la costa Este.

Cerca a la costa prevalece un sistema de brisas, y los cambios diarios del viento son usualmente más grandes que los anuales.

En el Golfo de California predominan los vientos del Noroeste de Noviembre a Mayo y los del Sureste durante el resto del año, presentándose algunas veces ciclones durante los meses de Julio a Octubre (Roden, 1964).

#### OCEANOGRAFIA

La Institución Oceanográfica Scripps realizó cruceros entre los años de 1957 y 1963 para estudiar la oceanografía del Golfo de California (Rusnack, Fisher y Shepard, 1964). Anteriormente, Sverdrup (1941) había establecido las generalidades hidrográficas del golfo utilizando datos de un crucero realizado en Febrero y Marzo de 1939. Roden, 1958; y Roden y Groves, 1959 realizaron estudios detallados sobre aspectos oceanográficos y meteorológicos en el Golfo de California. Alvarez-Sánchez (1974), llevó a cabo una investigación sobre corrientes y masas de agua en la entrada del golfo.

En general en la boca del Golfo de California se definen tres masas de agua superficiales: el agua fría (18-20 °C) y de baja salinidad ( $\leq 34.6$  ‰) de la corriente de California, el agua caliente (24-28 °C) y de salinidad intermedia ( $34.65 \leq 34.85$  ‰) del Pacífico Tropical y el agua caliente (25-30 °C) y de alta salinidad ( $\geq 34.9$  ‰) propia del golfo. Generalmente, abajo de estas tres masas de agua superficiales se identifican, descendientemente, en la columna hidrográfica las siguientes masas de agua: el agua Subtropical (T °C 14-20 °C y S ‰ 34.8 ‰), el agua Antártica Intermedia (T °C 5 °C y S ‰ 34.5 ‰) y el agua profunda del Pacífico (T °C 2-3 °C y S ‰ 34.68) (Griffits, 1968; Alvarez-Sánchez, 1974; Alvarez-

Borrego en prensa).

La productividad primaria en el Golfo de California es abundante y esta es causada por fenómenos de surgencias que ocurren en su costa Este y Oeste. Las surgencias que se localizan en las costas de Sonora y Sinaloa se llevan a cabo bajo la influencia de los vientos invernales, mientras que las surgencias que se encuentran en las costas de Baja California se presentan bajo la influencia de los vientos de verano (Roden, 1958).

En la parte Norte de la región central del golfo existen áreas donde se llevan a cabo procesos de mezcla intensos, que son causados por las fuertes corrientes de marea (Roden, 1964).

Los procesos de mezcla y de surgencias, influyen grandemente en la fertilidad de las aguas del golfo (Sverdrup, 1941).

El oxígeno disuelto en aguas superficiales varía de 4.98 a 6 ml/l; este valor disminuye con la profundidad alcanzando valores de 0.1 ml/l entre 200 y 700 mts. Abajo de esta profundidad, el oxígeno se incrementa nuevamente hasta valores de 2.4 ml/l (Gaxiola-Castro, 1978). Superficialmente, en algunos lugares las concentraciones de oxígeno aumentan hasta 9 ml/l, por causa de la actividad fotosintética (Roden y Groves, 1959). En la región central del golfo, durante el verano, la distribución de salinidad en los niveles subsuperficiales es caracterizada por un mínimo (34.8 ‰) entre 25 y 75 mts. en el Este; y por un máximo (35.3 ‰) hacia las costas de Baja California. Los valores superficiales de salinidad en la región central, a lo largo del año, oscilan aproximadamente entre 35.2 a 35.5 ‰ (Roden, 1964).

Las distribuciones de temperatura superficiales son muy importantes, ya que es una de los factores que limita primordialmente la distribución de los radiolarios (Molina-Cruz, 1978; Renz, 1973). Los patrones de distribuciones de temperatura superficiales y subsuperfi-

ciales, elaborados por Robinson (1973), son analizadas en este trabajo. En la parte Norte del golfo, la característica más importante es la constante presencia de agua fría en el Canal de Ballenas; este rasgo es causado por las fuertes corrientes de marea (Roden, 1964).

En el área de estudio: la región central del golfo, las isotermas son en general perpendiculares al eje del golfo en invierno (Fig. 2); encontrándose temperaturas de 15 °C en la parte Norte y de 21 °C en la parte Sur. En la parte Sur de la región central, un rasgo importante es que las temperaturas son menores en la costa de Sonora. Este rasgo oceanográfico es causado por el viento invernal (de Norte a Sur) que causa surgencias sobre la costa de Sonora. Durante el verano (Fig. 3) la situación termal se invierte, encontrándose temperaturas menores en Baja California. Este rasgo es causado por el viento de verano (de Sur a Norte) que causa surgencias sobre la costa de Baja California.

#### BATIMETRIA

Para fines de descripción, el Golfo de California se divide arbitrariamente en tres regiones: Norte, Central y Sur (Rusnack, Fisher y Shepard, 1964). La región Norte, comprendida entre la desembocadura del Río Colorado y las Islas Tiburón y Ángel de la Guarda, presenta tres depresiones elongadas. Dos de estas depresiones, la cuenca Delfín y la cuenca Salsipuedes, están alineadas con el Delta del Río Colorado, mientras que la tercera, la cuenca Tiburón, está al Este de la Isla Tiburón. La cuenca Salsipuedes es la más profunda (hasta 453 mts.) y la cuenca Tiburón es la más somera (218 mts.). En la región central se encuentran las cuencas de San Pedro Martir (295 mts.) y Guaymas (595 mts.). En el Sur las cuencas existentes son Farallón (950 mts.) y la cuenca Pescadero (1109 mts.) (Fig. 4).

Figura 2. Distribución de la temperatura media de Febrero  
(°F), a 30 m de profundidad (Según Robinson, 1973).

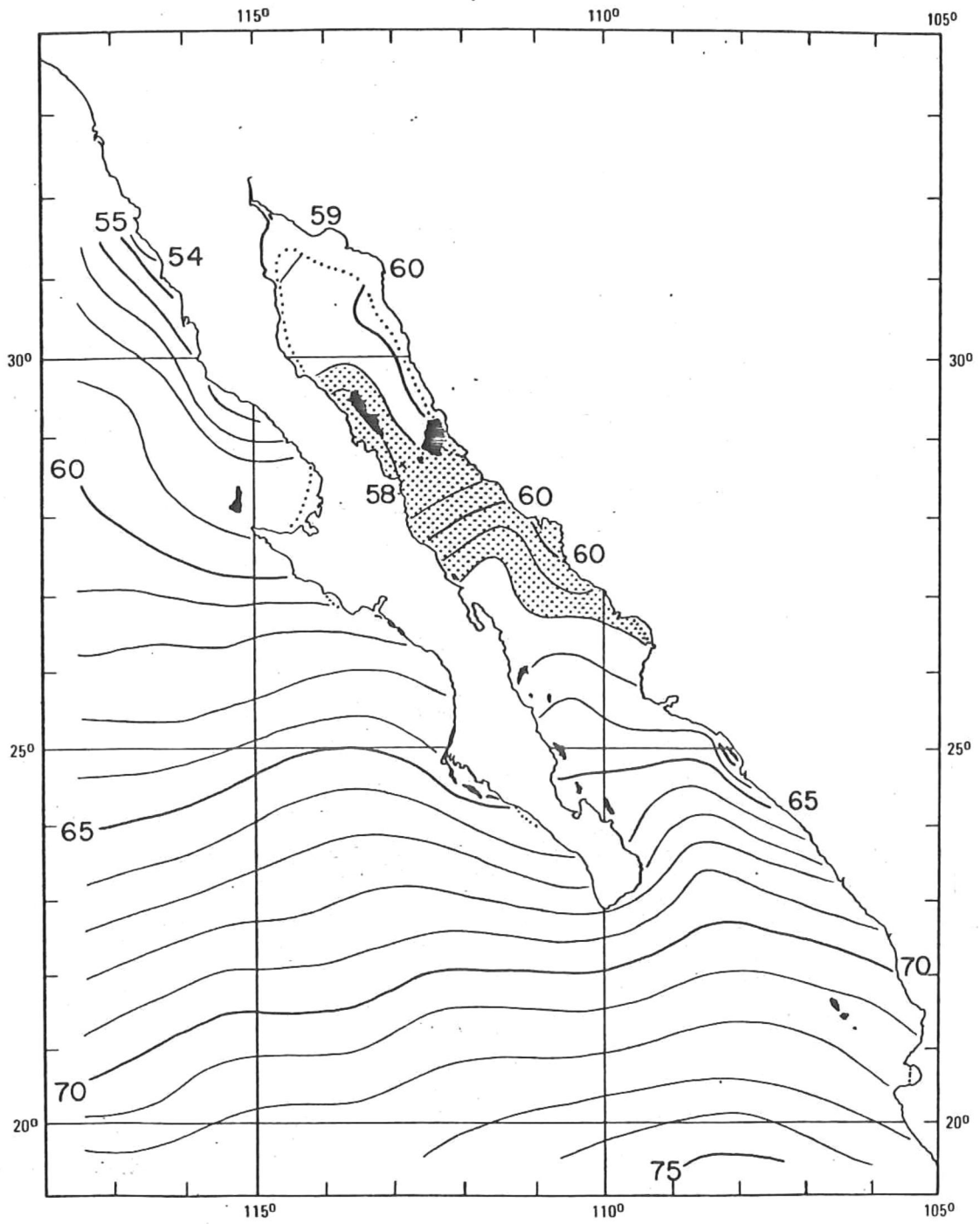


Figura 3. Distribución de la temperatura media de Julio  
(°F), a 30 m de profundidad (Según Robinson, 1973)

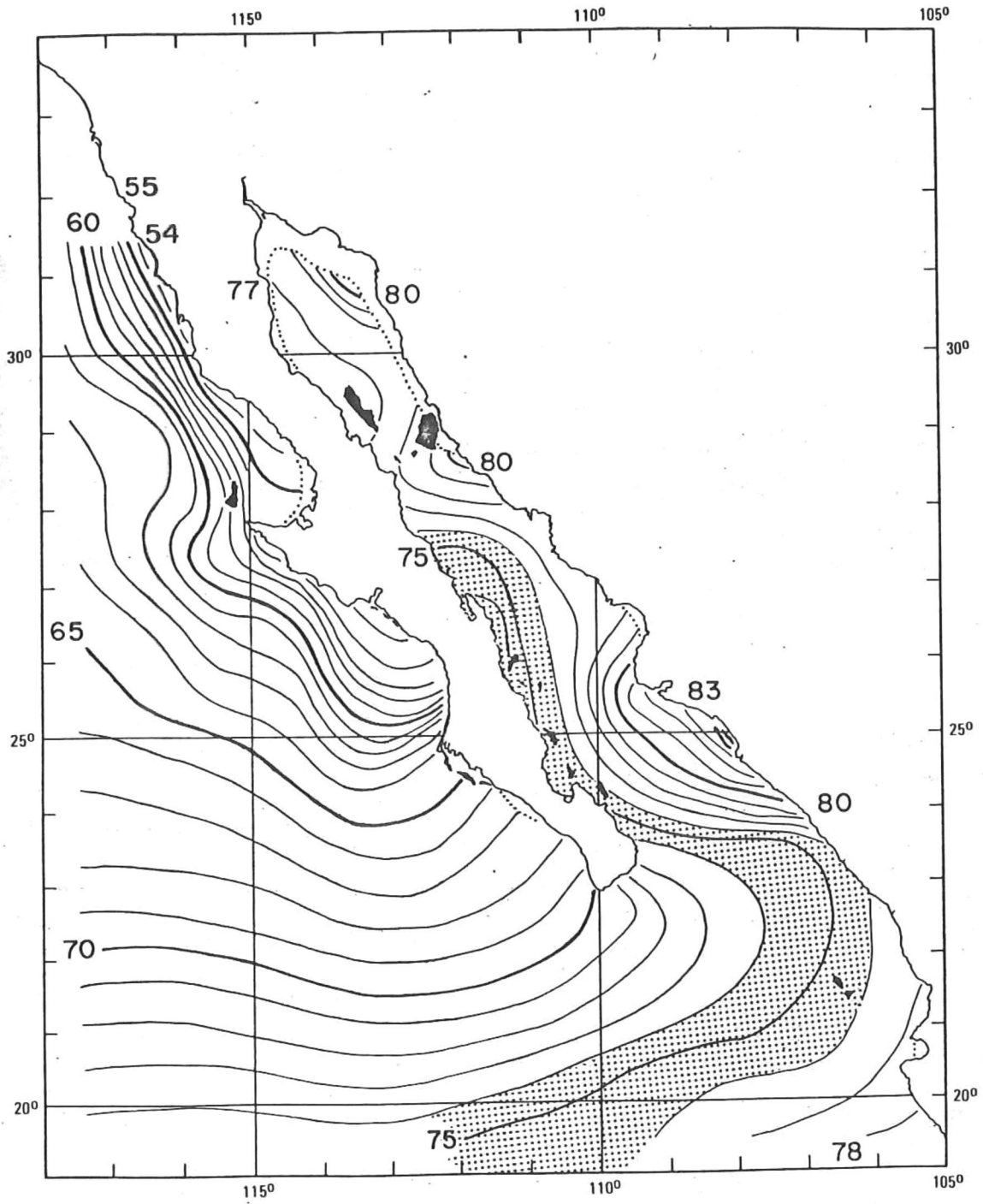
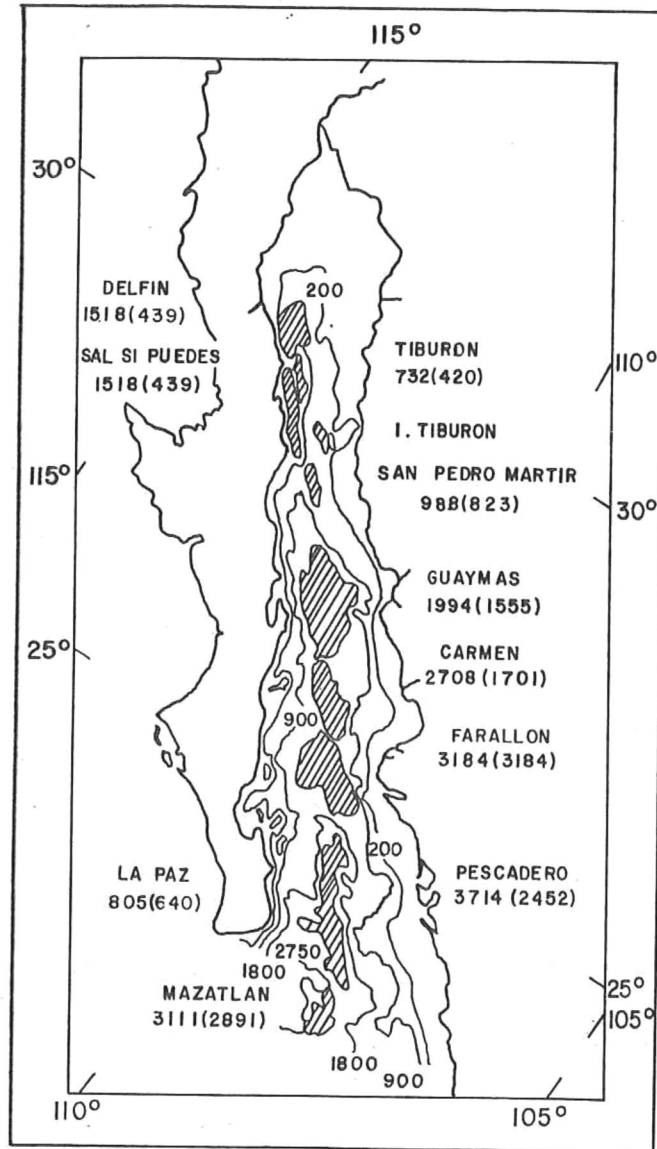


Figura 4. Cuencas del Golfo de California con máximas profundidades y umbrales profundos. Expresados en metros (Según Van Andel, 1964).



## BIOLOGIA DE LOS RADIOLARIOS

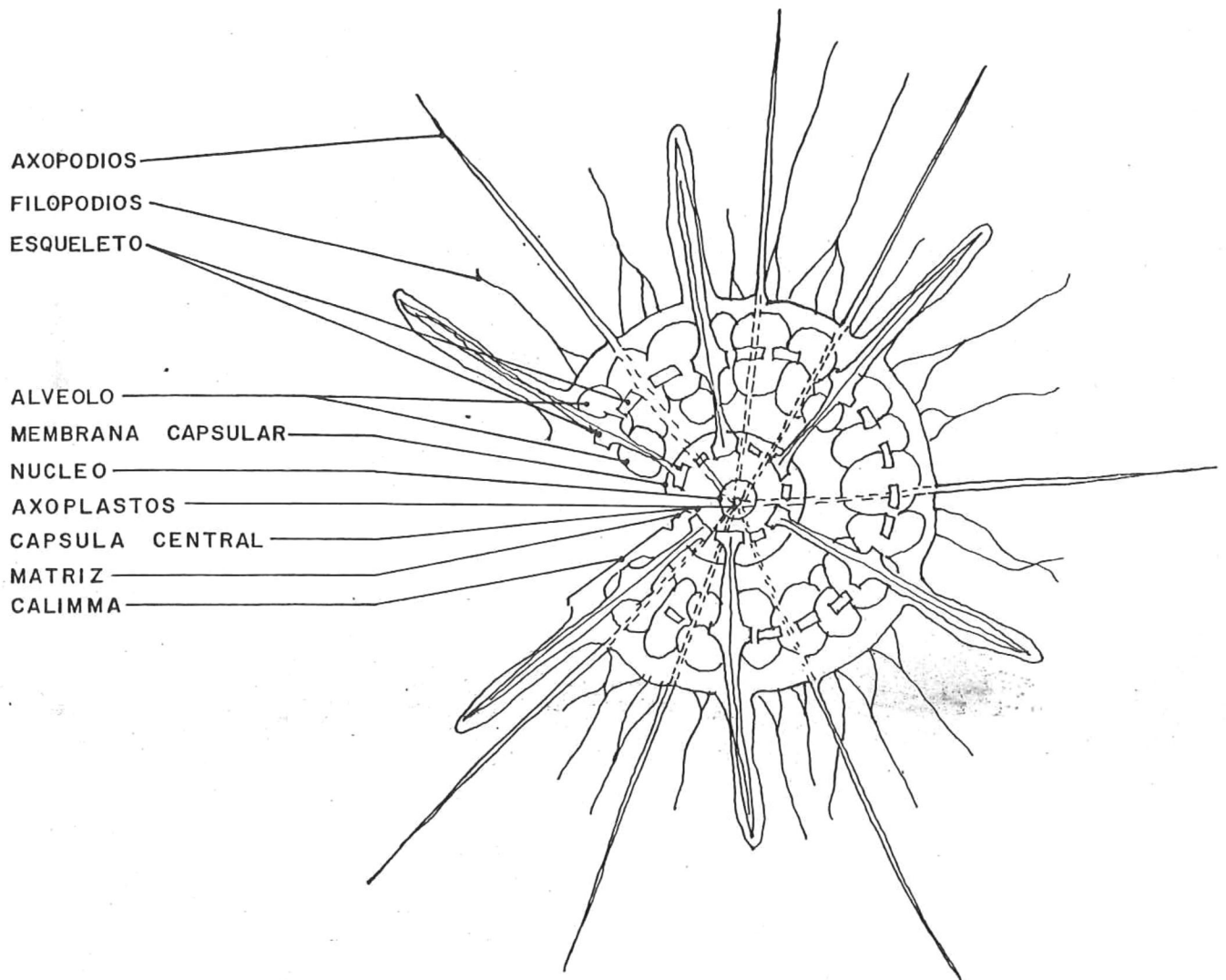
Los radiolarios son protozoarios marinos, principalmente pelágicos que viven en los mares abiertos. La mayor parte de estos organismos están provistos de un esqueleto silíceo el cual es muy delicado y es perforado. En el fondo del mar sus esqueletos constituyen un componente importante del sedimento, siendo tan abundantes en algunos lugares que llegan a formar un sedimento llamado barro de radiolarios (Jepps, 1956; Kudo, 1966). La mayoría de los radiolarios son muy diminutos, de 0.1 a 0.5 mm de diámetro. Ninguno de estos organismos puede reconocerse sin la ayuda de un lente de aumento, algunos incluso se examinan con microscopio electrónico (Ericson y Wollin, 1962).

Los radiolarios no han sido estudiados en detalle, posiblemente porque estos organismos son muy pequeños, necesitándose de laboriosas técnicas y condiciones óptimas para examinarlos. Probablemente también, esto es por el gran número de especies comprendidas en su taxa; las que han sido descritas en una amplia gama de publicaciones sin nomogramas comprensivos que reúnan a todos los organismos fósiles y géneros recientes dentro de un sistema lógico (Kling, 1978).

## DESCRIPCION MORFOLOGICA

Entre los protozoarios, los radiolarios se caracterizan por presentar una cápsula de naturaleza "quitinosa" llamada cápsula central (Fig. 5) que subdivide al citoplasma en una región endoplasmática y una región ectoplasmática. El endoplasma o protoplasma intracapsular contiene el núcleo o los núcleos. El citoplasma extracapsular o ectoplasma consiste en una capa asimiladora llamada matriz que se encuentra bordeando a la cápsula central, y una substancia gelatinosa llamada calima, distalmente más periférica que la matriz, que

Figura 5. Esquema de la anatomía de los radiolarios. (Según Kling, 1978).



contiene grandes vacuolas llenas de un fluido acuoso que le dan un aspecto espumoso. Este rasgo reduce notablemente su peso específico, favoreciendo así su flotación. En general, el protoplasma intracapsular es más denso que la porción extracapsular, habiendo dentro de él varias inclusiones que contienen reservas proteínicas, celdas simbióticas y grandes cristales. Así pues, el citoplasma extracapsular está relacionado con la flotación, movimiento, alimento, digestión, respiración y la recepción de estímulos externos. El citoplasma intracapsular por otro lado, está relacionado con la asimilación, almacenamiento y reproducción (Hyman, 1940 y Jepps, 1956).

#### ESQUELETO

La mayoría de los radiolarios segregan un delicado esqueleto cuya composición es de sílice. En los dos grupos importantes como fósiles: los Spumellarios y los Nassellarios, la forma de la teca está relacionado con el carácter de la cápsula central. Cuando la cápsula central esta perforada uniformemente y tiene simetría homoxónica, el esqueleto es esférico; habiendo modificaciones de esta forma por el alargamiento o acortamiento de un eje, o por el crecimiento desigual de tres ejes perpendiculares. Generalmente, la capa exterior del protoplasma segrega una esfera celósica donde los poros corresponden con la ubicación de los pseudópodos. En algunos géneros, se observa no solo una esfera sino varias concéntricas. Estas formas corresponden a los Spumellarios. En los Nassellarios los poros estan distribuidos en determinadas zonas de la cápsula central, principalmente en los polos. La simetría se describe como monoxónica, es decir el animal es simétrico alrededor de un eje cuyos dos polos son diferentes (Clarck y Campbell; 1942).

#### REPRODUCCION

La reproducción en los radiolarios es por fisión binaria (Kling,

1978). En este tipo de reproducción asexual, el núcleo se divide primero, después la cápsula central y finalmente el calima.

Existe muy poca bibliografía acerca de la reproducción de estos organismos; sin embargo, Hyman (1940) describe una reproducción "sexual" en la que el núcleo se divide en varios núcleos, transformándose posteriormente en zoosporas biflageladas; es decir como isogametos (gametos de forma igual).

#### ANTECEDENTES ECOLOGICOS

Los radiolarios se caracterizan por vivir en simbiosis con zooxantelas. Estas zooxantelas del género Chrysedella, son esféricas, de color amarillo y presentan paredes de celulosa diferenciable y dos cromatóforos. Se asume que debido a esta relación simbiótica, los radiolarios pueden vivir sin alimento "sólido", si la luz es abundante.

Se ha observado que los radiolarios efectúan movimientos de ascenso y descenso muy lento, desde la superficie hasta profundidades entre 200 y 300 mts.

Invariablemente los radiolarios viven en todas las zonas climáticas, pero la distribución de especies está limitada. Woode (1967) indica que existen especies de aguas frías y de aguas cálidas. También menciona que hay especies de superficie, intermedias y abisales. Aunque los radiolarios son favorecidos por aguas de salinidad media, no están ausentes en mares de baja o alta salinidad. Raramente, algunas especies de radiolarios son costeros o neríticos en su distribución (Clarck y Campbell, 1942).

El período de vida de los radiolarios no ha sido todavía bien establecido, pero autores como Casey y otros (1971), indican que tienen un rango de vida que comprende de días a meses.

## DISTRIBUCION

En los trópicos hay un mayor número de especies de radiolarios, siendo el Océano Pacífico el más rico. (Haeckel, 1887).

Casey (1971) señala que los sistemas de corrientes delinean la distribución de radiolarios. Las corrientes no solo separan las regiones biogeográficas sino que en ellas mismas existen grupos de radiolarios característicos.

La distribución de muchas especies es delimitada claramente por la distribución de algunos parámetros hidrográficos (Petrushevskaya, 1966).

## METODOS

Las muestras de sedimentos fueron obtenidas de las colecciones de la Institución Scripps de Oceanografía. Aunque estas fueron colectadas en el año de 1961, su estado se consideró bueno ya que eran del tipo "archivo".

Las estaciones analizadas en éste trabajo son 41, mostrándose su localización en la Fig. 6 y Tabla 1.

La técnica empleada para el análisis de los radiolarios en los sedimentos es descrita en Molina-Cruz (1978). Para extraer los radiolarios del resto de los sedimentos y montarlos en los portaobjetos se procedió de la siguiente manera: de la muestra se toma una pequeña porción, colocándola en un vaso de precipitados. Después, se le agrega agua destilada de manera que se disgregue completamente la submuestra. Posteriormente, se le hace hervir sobre una estufa y se le vierte un poco de Acido Clorhídrico y Peróxido de Hidrógeno. El Acido Clorhídrico es usado para deshacer a los carbonatos y el Peróxido de Hidrógeno para deshacer la materia orgánica.

Cuando la reacción ha cesado, se le agrega nuevamente agua destilada al vaso hasta llenarlo, y el contenido se tamiza a través de dos cedazos superpuestos, uno de 400  $\mu\text{m}$  y otro de 62  $\mu\text{m}$ . Se lava la muestra que contiene el tamiz de 62  $\mu\text{m}$  repetidamente con agua destilada y se vierte nuevamente en un recipiente.

Para montar los radiolarios en portaobjetos se utilizó la técnica desarrollada por Moore (1973b), la que fué refinada por Molina-Cruz (1978) posteriormente. La técnica consiste en utilizar un anillo de teflón no oxidativo que sostiene un portaobjeto dentro de un vaso de precipitados (Fig. 7), procediéndose de la siguiente manera: se le añade al recipiente agua destilada de manera que cubra perfectamente la placa y el anillo; posteriormente se le agrega una poca de muestra lavada, agitándola verticalmente de manera que las partí

Figura 6. Localización de las estaciones para el estudio en la parte central de la región del Golfo de California.

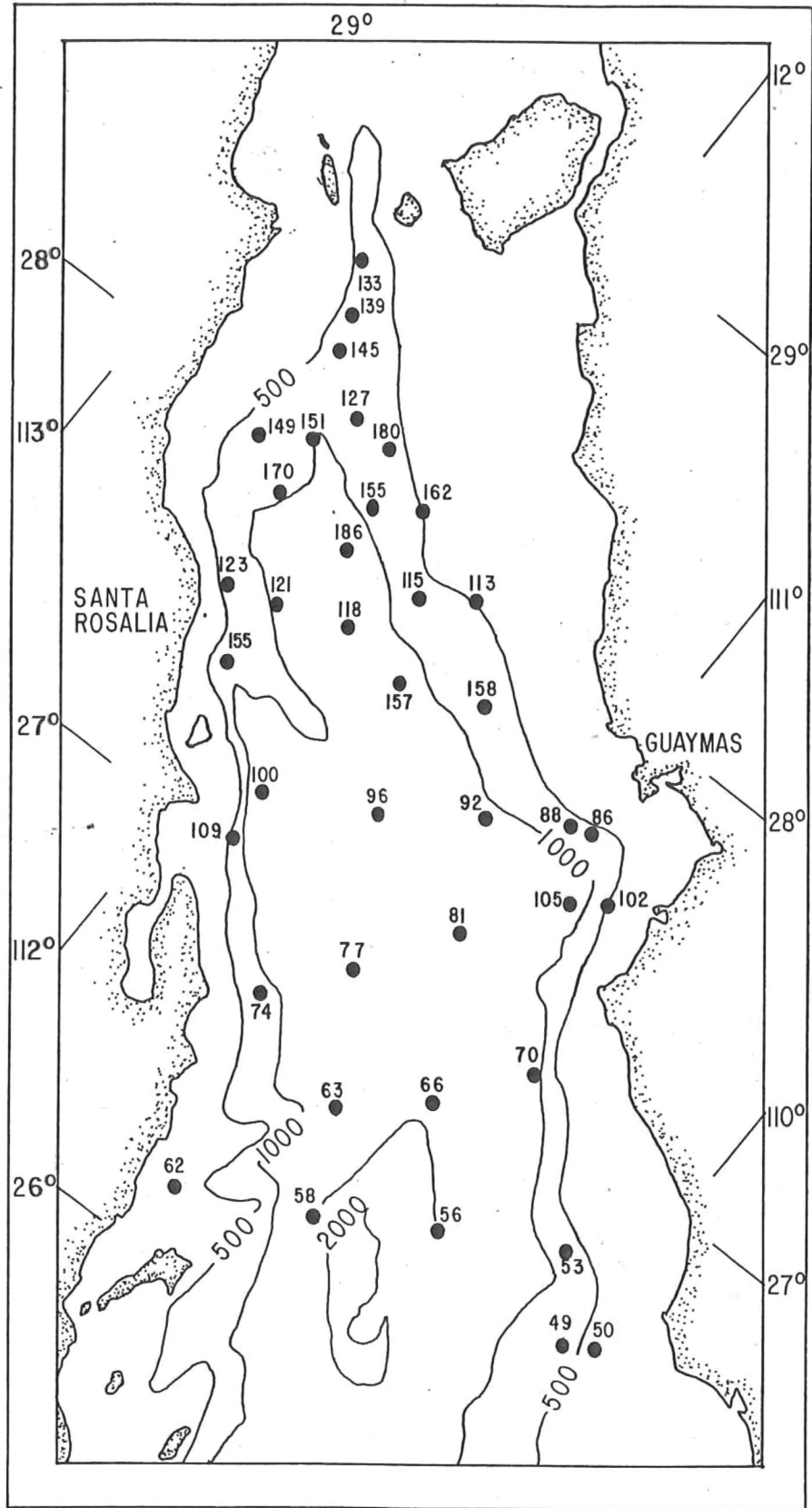
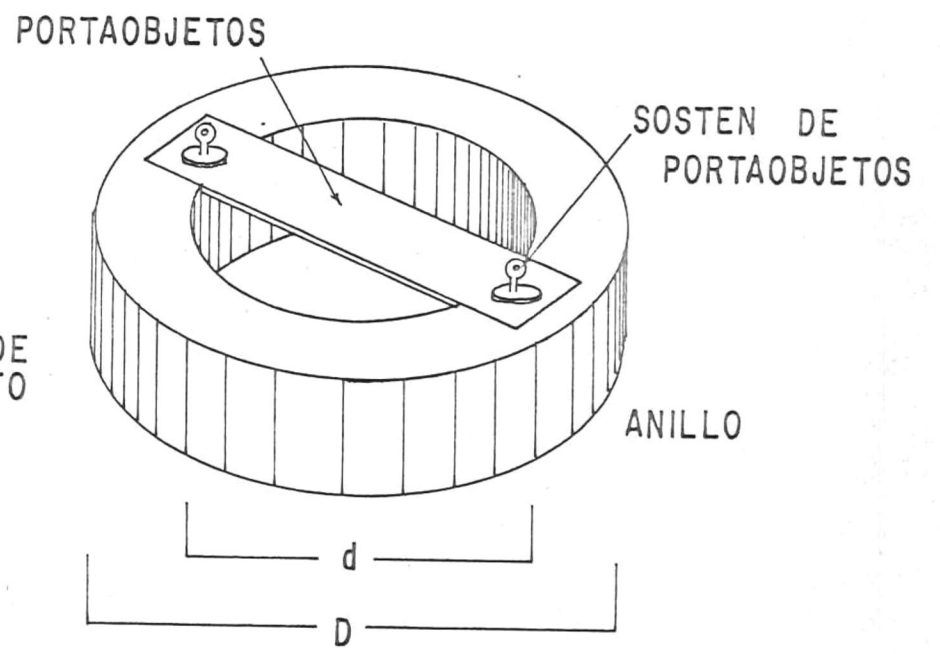
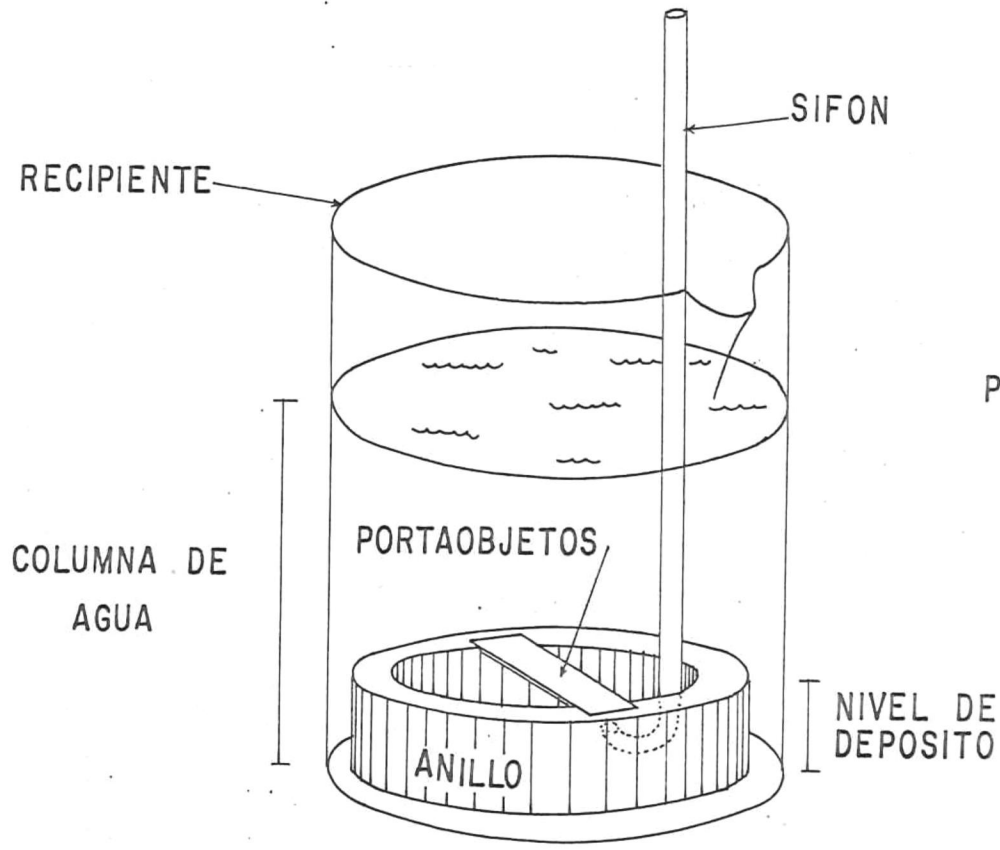


TABLA 1

## LOCALIZACIONES

Localidad	Latitud	Longitud	Profundidad (m)	Nivel (cm)
L049	26 32N	110 01W	567	4-08
L050	26 34N	109 56W	319	0-05
L053	26 44N	110 11W	910	12-16
L056	26 34N	110 32W	1350	10-15
L058	26 23N	110 53W	1800	10-15
L062	26 11N	111 16W	475	12-16
L063	26 38N	111 00W	1600	12-16
L066	26 50N	110 49W	1610	7-13
L070	27 04N	110 37W	1080	0-04
L074	26 46N	111 25W	860	12-16
L077	26 59N	111 14W	1820	7-11
L081	27 15N	111 03W	1680	7-11
L087	27 41N	110 57W	589	10-15
L088	27 40N	110 59W	600	5-08
L092	27 32N	111 13W	1105	6-10
L096	27 22N	111 29W	1860	12-15
L100	27 12N	111 48W	1393	7-11
L103	27 33N	110 47W	0511	7-11
L105	27 30N	111 51W	1008	10-14
L109	27 03N	111 47W	900	2-06
L113	27 59N	111 40W	547	11-14
L115	27 48N	111 47W	600	11-16
L118	27 42N	111 55W	1583	6-12
L121	27 38N	112 08W	1274	10-14
L123	27 36N	112 18W	692	11-15
L131	28 39N	113 02W	1560	8-12
L133	28 31N	112 37W	627	0-03
L139	28 23N	112 31W	750	10-14
L145	28 17N	112 29W	973	0-04
L149	27 58N	112 30W	865	0-03
L151	28 03N	112 22W	966	0-03
L155	27 26N	112 07W	670	6-12
L157	27 42N	111 40W	1105	10-14
L158	27 47N	111 25W	739	8-12
L162	28 05N	111 57W	460	0-03
L170	27 53N	112 21W	1324	5-08
L180	28 10N	112 10W	641	9-12
L186	27 52N	112 05W	1345	0-10
L190	27 11N	111 24W	1890	7-10
L191	26 52N	111 38W	903	0-03

Figura 7. "Artefacto para sostener portaobjetos".  
(Según Molina-Cruz, 1978, 1980).



culas no sean afectadas por la fuerza centrífuga y queden uniformemente esparcidas. Esto provee que las especies queden distribuidas aleatoriamente sobre la placa. Enseguida se sifonea el agua lentamente hasta que esta quede por abajo del nivel de la placa. Se acerca al recipiente que tiene la placa con la muestra una lámpara de rayos infrarrojos y se procede a secarla por espacio de unos minutos. Ya seca la placa, con la muestra, se quita la placa del anillo y se le agrega unas gotas de bálsamo de Canadá el cual sirve para adherir la muestra perfectamente al portaobjeto. Enseguida se pone un cubreobjetos.

Para el análisis de las partículas en los portaobjetos se utilizó un microscopio óptico compuesto tipo ZEISS Standard 18, propiedad del CICESE.

#### PROCESAMIENTO DE DATOS

Como primer paso del trabajo se determinó la abundancia relativa, (porcentajes), en la población de clásticos mayores a  $62 \mu$ , de radiolarios, diatomeas y detritus (terrígenos) para cada estación (Apéndice A y B); considerándose una muestra aproximadamente 1000 partículas. Posteriormente se construyó un cuadro taxonómico, incluyendo a las 52 especies que ocurren más frecuentemente en cualquiera de los portaobjetos preparados para este estudio (Apéndice C). Con las reservas que se originan generalmente en los trabajos taxonómicos, éste cuadro permitió "identificar y cuantificar", por lo general, a un 70% de los especímenes en la taxocenosis de radiolarios. Ya identificados y contados los individuos, se determinó la abundancia relativa (porcentajes) de cada especie, vaciándose estos datos en una serie de mapas para contornearlos (Ejemplo Figs. 11 a la 25). De esta manera se puede definir la distribución geográfica de cada especie.

Una vez realizado el trabajo anterior, se analizaron estas distribuciones, y se trató de explicar su implicación ecológico-oceanográfico.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el Golfo de California han sido observados florecimientos de plancton en muchas localidades (Roden y Groves, 1959 y Zeitzschel, 1969). Esta alta productividad, presumiblemente, es originada principalmente por surgencias estacionales que ocurren a lo largo de los márgenes y sobre la pendiente de la plataforma continental (Round, 1967; Benson, 1966). Generalmente la distribución de diatomeas en los sedimentos se presenta con mayor abundancia bajo las áreas donde hay frecuentemente florecimientos de plancton. Las concentraciones de diatomeas en los sedimentos de la parte Norte de la región central son muy altas: valores mayores a 50% (Fig. 8). Estos valores son muy semejantes a los datos reportados por Bandy (1961), quien encontró valores mayores a 50% en la misma área. Van Andel (1963) encontró también que en los sedimentos de la parte central del golfo, las diatomeas constituyen cuantitativamente un 50% de los sedimentos. Petrushevskaya (1971) en sedimentos del Antártico encontró una similitud en valores (50-70%).

La alta concentración de diatomeas en los sedimentos del golfo, se debe en parte a un fenómeno de preservación, el que es causado por la intercepción de un mínimo de oxígeno en la columna de agua sobre el talud continental (Calvert, 1964).

Los sedimentos de origen terrígeno que son acarreados al Golfo de California están controlados, principalmente, por la naturaleza de las provincias que bordean al golfo. Entonces, puesto que la precipitación es mayor hacia el Sur de la bahía de Guaymas, los terrígenos se extienden más abundante y uniformemente distribuidos hacia el Sur de dicha localidad (Fig. 9).

En este trabajo se obtuvo una "concentración" global de radiolarios mayor a 2% y menor a 8%. En comparación con los valores reportados por Bandy (1961), estos datos son muy bajos, ya que él encontró una concentración mayor a 50%. Tal discrepancia es debido en gran par

Figura 8. Distribución geográfica de diatomeas ( $>62\mu$ ) en los sedimentos superficiales de la región central de Golfo de California. Los valores de los contornos indican porcentajes de diatomeas por número de partículas constituyentes en los sedimentos libres de carbonatos.

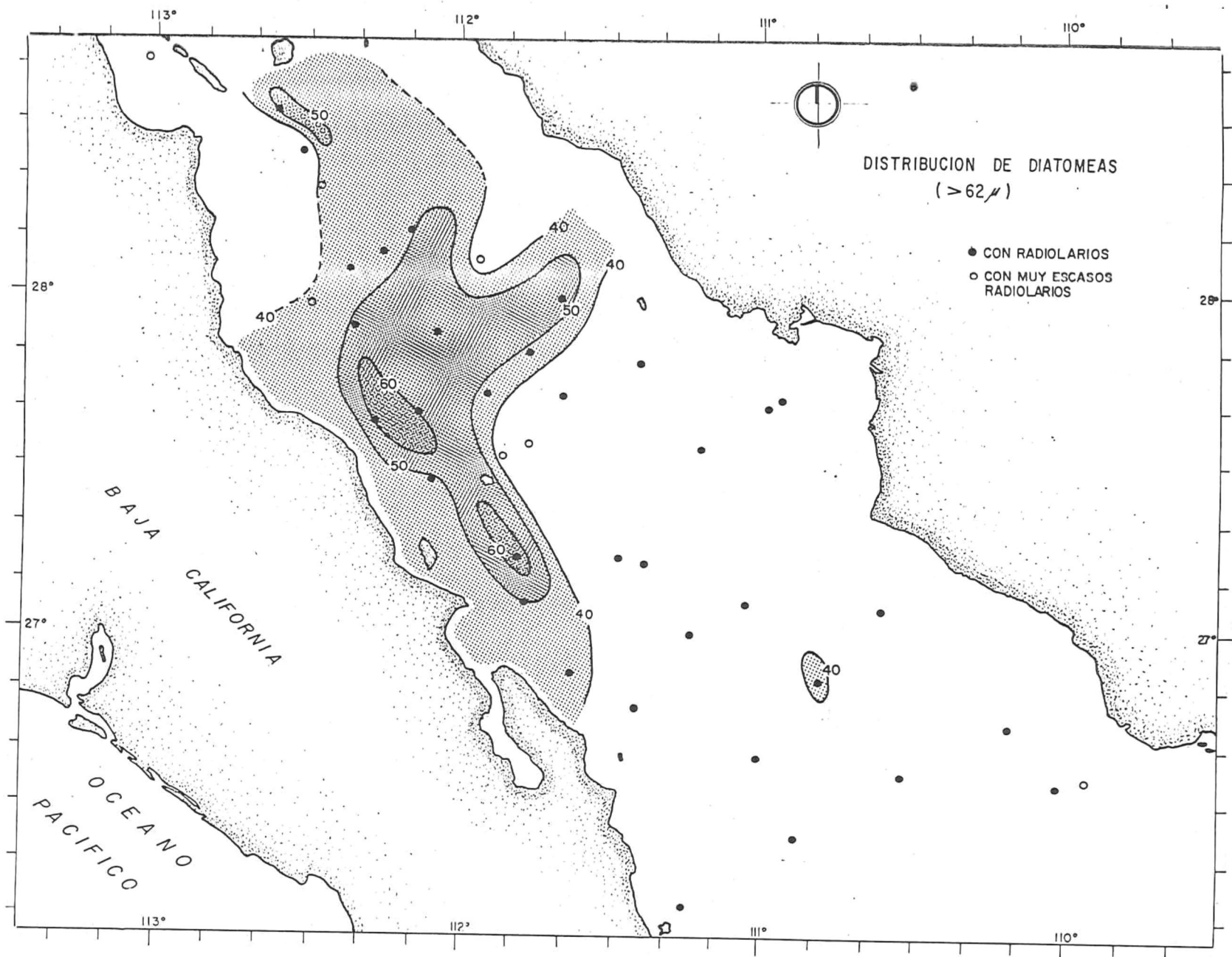
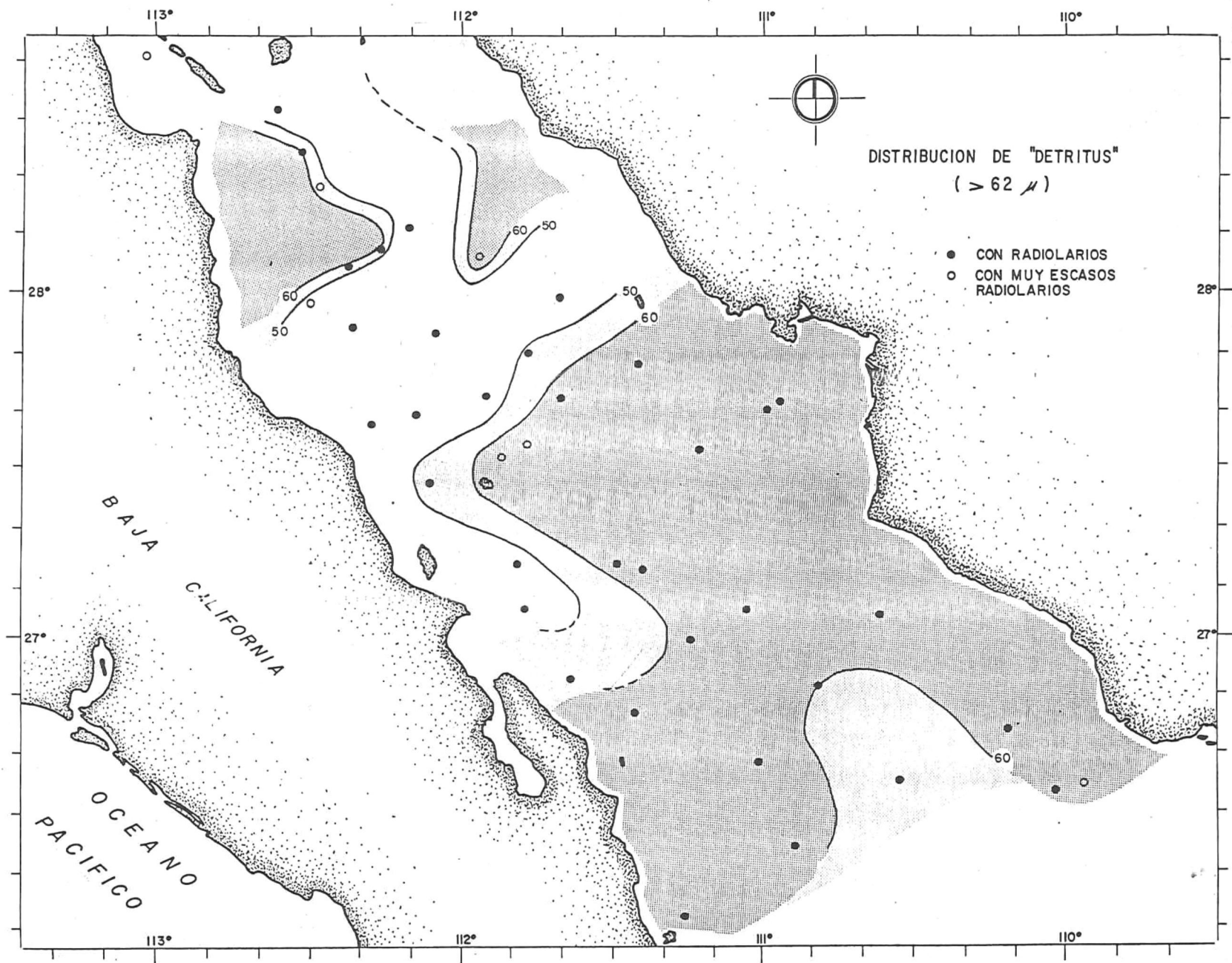


Figura 9. Distribución geográfica de detritus (terrígenos >62 $\mu$ ) en los sedimentos superficiales de la región central del Golfo de California.



e a que él no consideró en su conteo partículas de terrígenos.

El análisis de la distribución de radiolarios en éste trabajo indica que la mayor abundancia relativa se encuentra localizada fuera de la influencia costera (Fig. 10), por lo que se puede asumir que la fauna del Golfo de California es derivada del Océano Pacífico adyacente.

Es importante señalar que debido a la abundancia de diatomeas y detritus (terrígenos) en el golfo, los radiolarios son diluídos en la parte Norte por las diatomeas y en la parte Sur por la alta aportación de terrígenos.

#### DISTRIBUCION DE ESPECIES DE RADIOLARIOS

La mayoría de las especies, aparentemente, no presentan ningún patrón de distribución coherente con las regiones donde ocurren fenómenos oceanográficos de naturaleza relevante en el Golfo de California, por lo que solo se discutirán en éste estudio la distribución de 15 especies de radiolarios (ver placas de la 1 a 4). Además, se decidió no considerar aquellas especies que presentaran problemas taxonómicos, tal como el caso de Spongodiscidae spp y Euchitonia spp.

Anomalacantha dentata. Su mayor porcentaje se presenta hacia las costas de Baja California, (aproximadamente 4%) decreciendo conforme uno se aleja de la costa (Fig. 11). Observando que hay una alta concentración de esta especie en la parte Norte, se deduce que este organismo tiene preferencia por regiones de intensa mezcla.

Esta especie ha sido reportada por Benson (1966) como una especie cosmopolita en el golfo, pero en general esta especie es relativamente más abundante en la parte Norte de la región central, donde las diatomeas lo son también.

Figura 10. Distribución geográfica de radiolarios ( $>62\mu$ ) en los sedimentos superficiales de la región central del Golfo de California. Los valores de los contornos indican lo que en la Fig. 8.

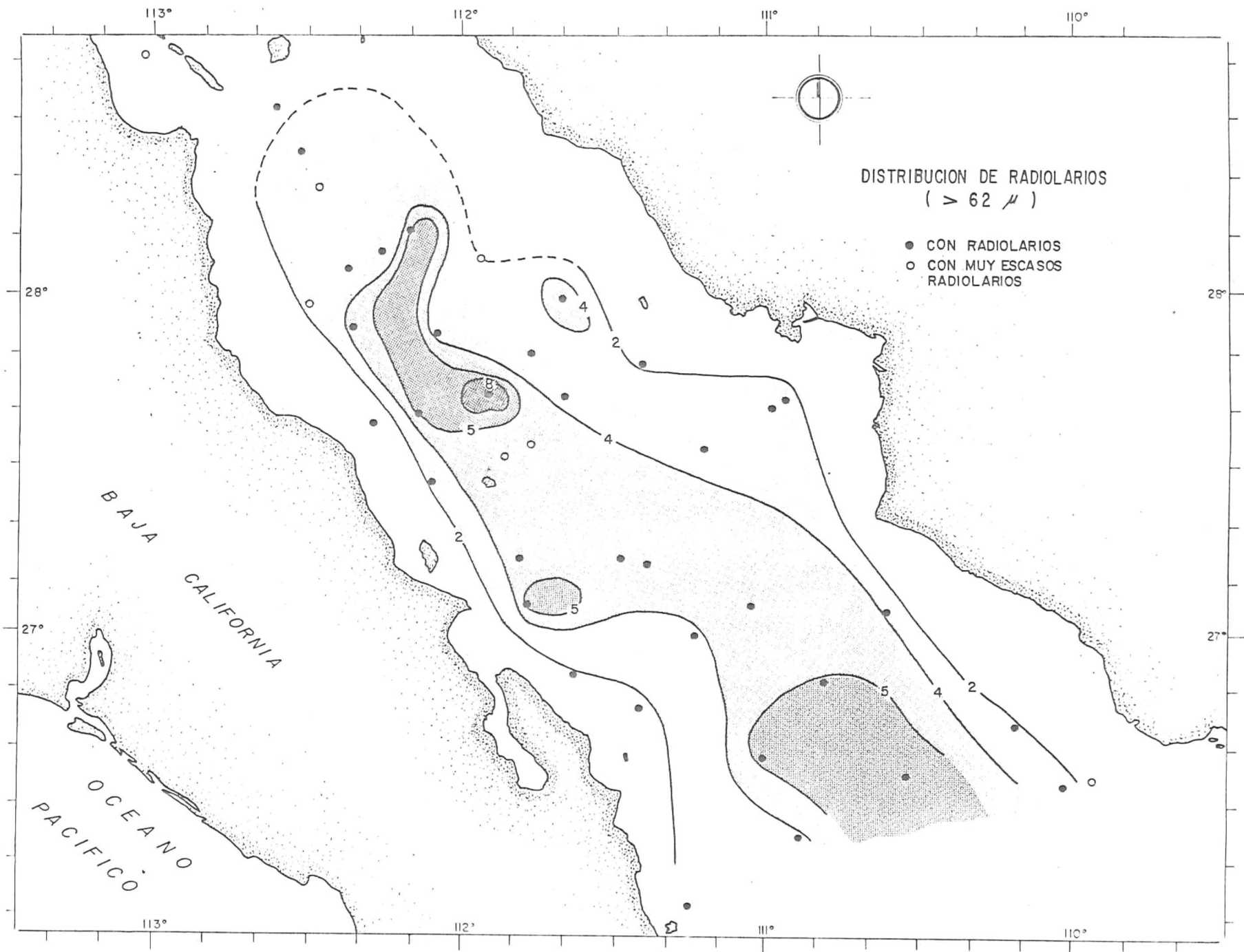
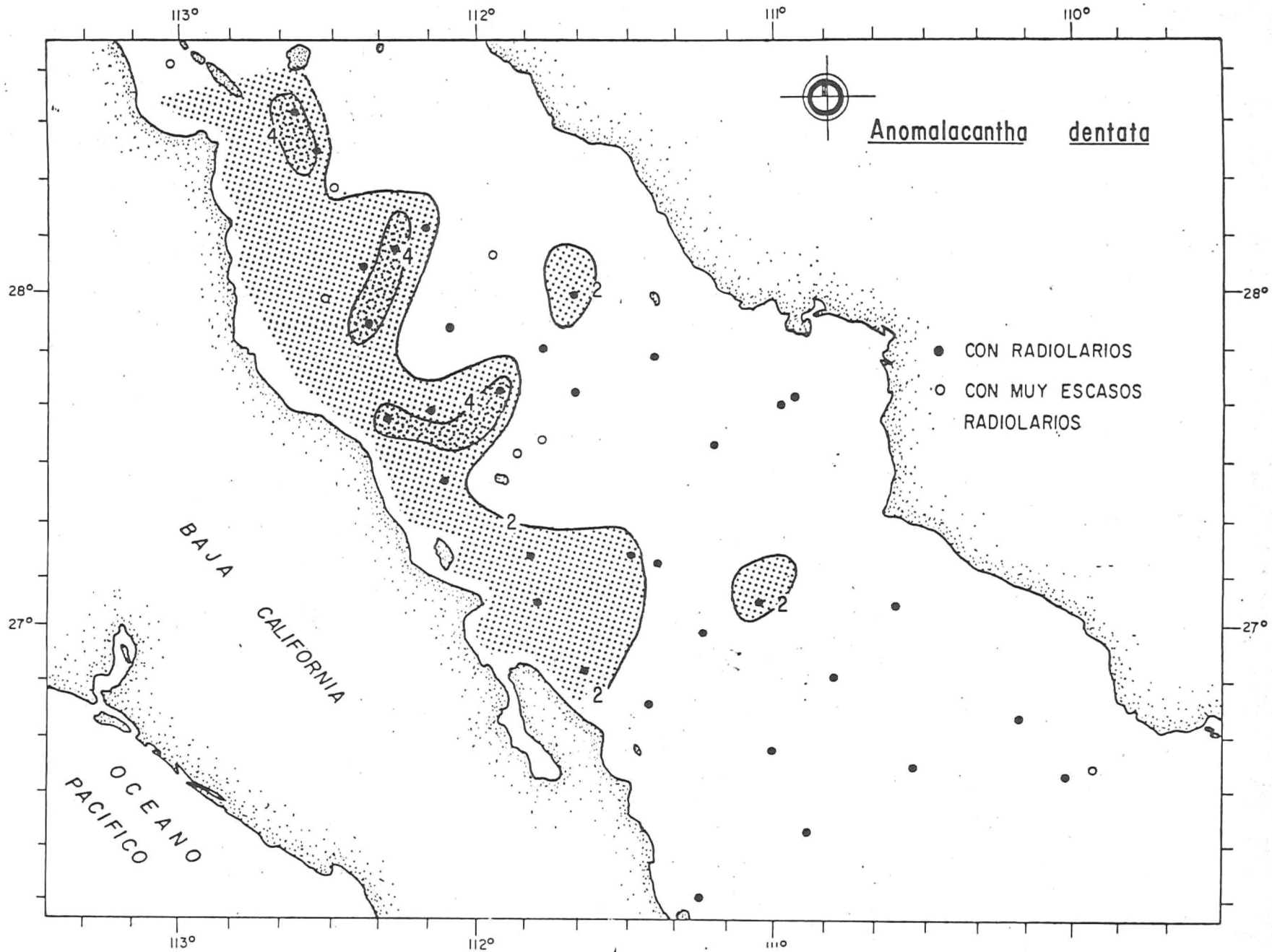


Figura 11. Distribución geográfica de Anomalacantha dentata en los sedimentos superficiales de la región central del Golfo de California. Los valores de los contornos indican la abundancia relativa (porcentajes) de la especie en la taxocenosis de radiolarios.



Hexacantium encanthum. Las areas donde se localiza esta especie es frente a Bahía de Guaymas (Fig. 12). Esta especie vive en areas que son estacionalmente influenciadas por surgencias costeras. Los valores máximos son de 4%, decreciendo al alejarse de la costa.

Stylochlamydium asteriscus. Este organismo tiende a proliferar lejos de la influencia de la costa (Fig. 13), principalmente en la cuenca de Guaymas, donde presenta una abundancia relativa hasta de 5%. Tal distribución permite suponer que este organismo tiene preferencia por aguas oceánicas, tal como lo indica Renz (1973), quien lo encuentra en el Océano Pacífico Central. Molina-Cruz (1978), señala que esta especie es abundante en la región ecuatorial del Pacífico.

Tetrapyle octacantha. Este organismo predomina frente a las costas de Baja California (Fig. 14). Dada esta distribución geográfica, se puede inferir que su presencia esta asociada con las areas de surgencia que se desarrollan durante el verano en estas costas. Esta especie es muy abundante en el Golfo de California, principalmente en la parte Sur (Benson, 1966).

Druppatractus irregularis. Dicha especie se encuentra primordialmente en la Bahía de Guaymas y al frente y al Sur de Bahía Concepción, en la Península de Baja California (Fig. 15). En ambas regiones ocurren fenómenos de surgencias, por lo que se infiere que este organismo tiene preferencia por aguas de temperatura relativamente frias y ricas en nutrientes. La mayor concentración encontrada de éste organismo fué de 10%.

Benson (1966) considera que esta especie es abundante en el Golfo y la localiza en areas de surgencia costeras, indicando también, que esta especie tiene preferencia por aguas del Pacífico Tropical.

Figura 12. Distribución geográfica de Hexacontium encanthum en los sedimentos superficiales de la región central del Golfo de California. Los valores de los contornos indican lo que en la Fig. 11.

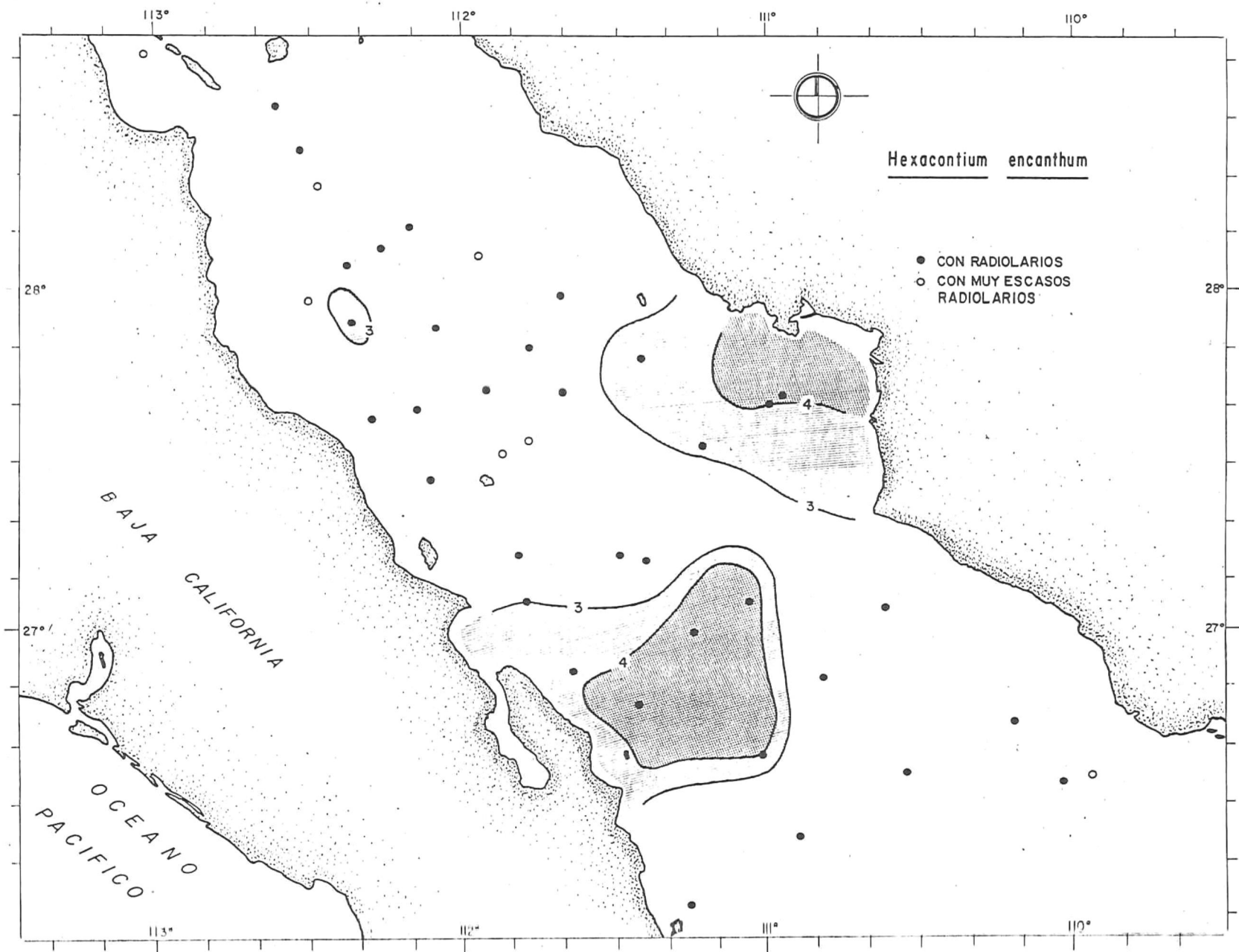


Figura 13. Distribución geográfica de Stylochlamydium asteriscus en los sedimentos superficiales de la región central del Golfo de California. Los valores de los contornos indican la abundancia relativa (porcentajes) de la especie en la taxocenosis de radiolarios.

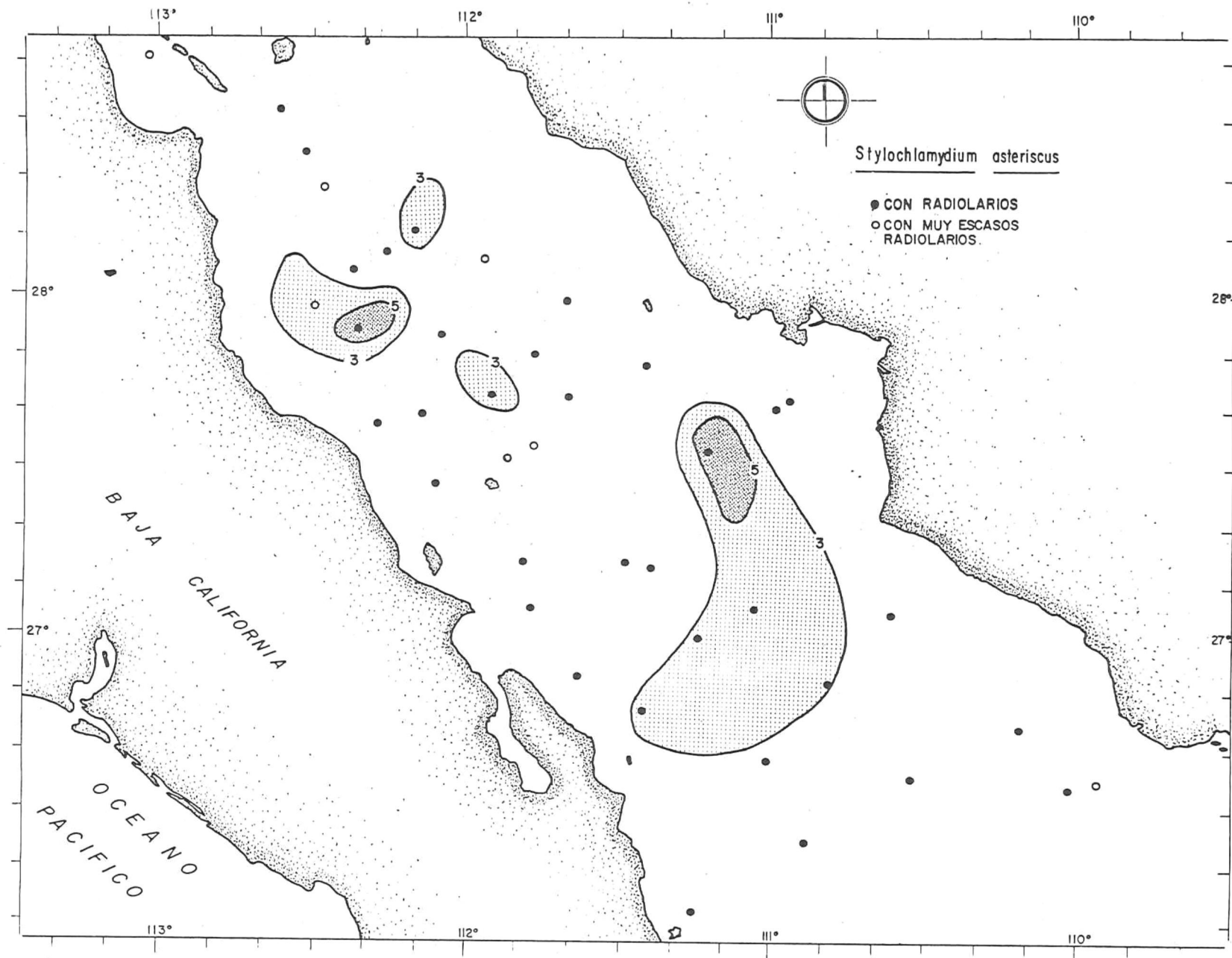


Figura 14. Distribución geográfica de Tetrapyle octacantha en los sedimentos superficiales de la región central del Golfo de California. Los valores de los contornos indican los que en la Fig. 13.

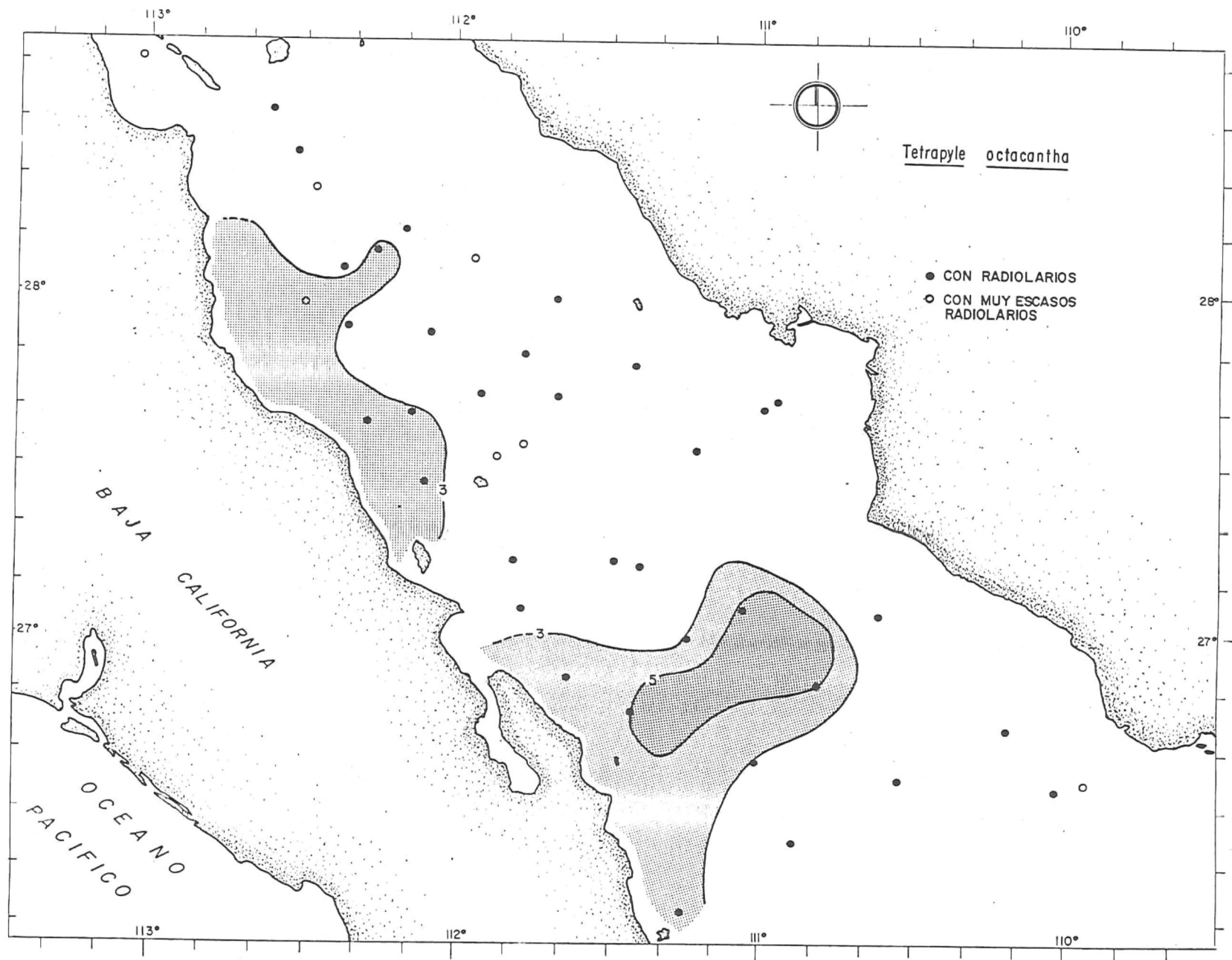
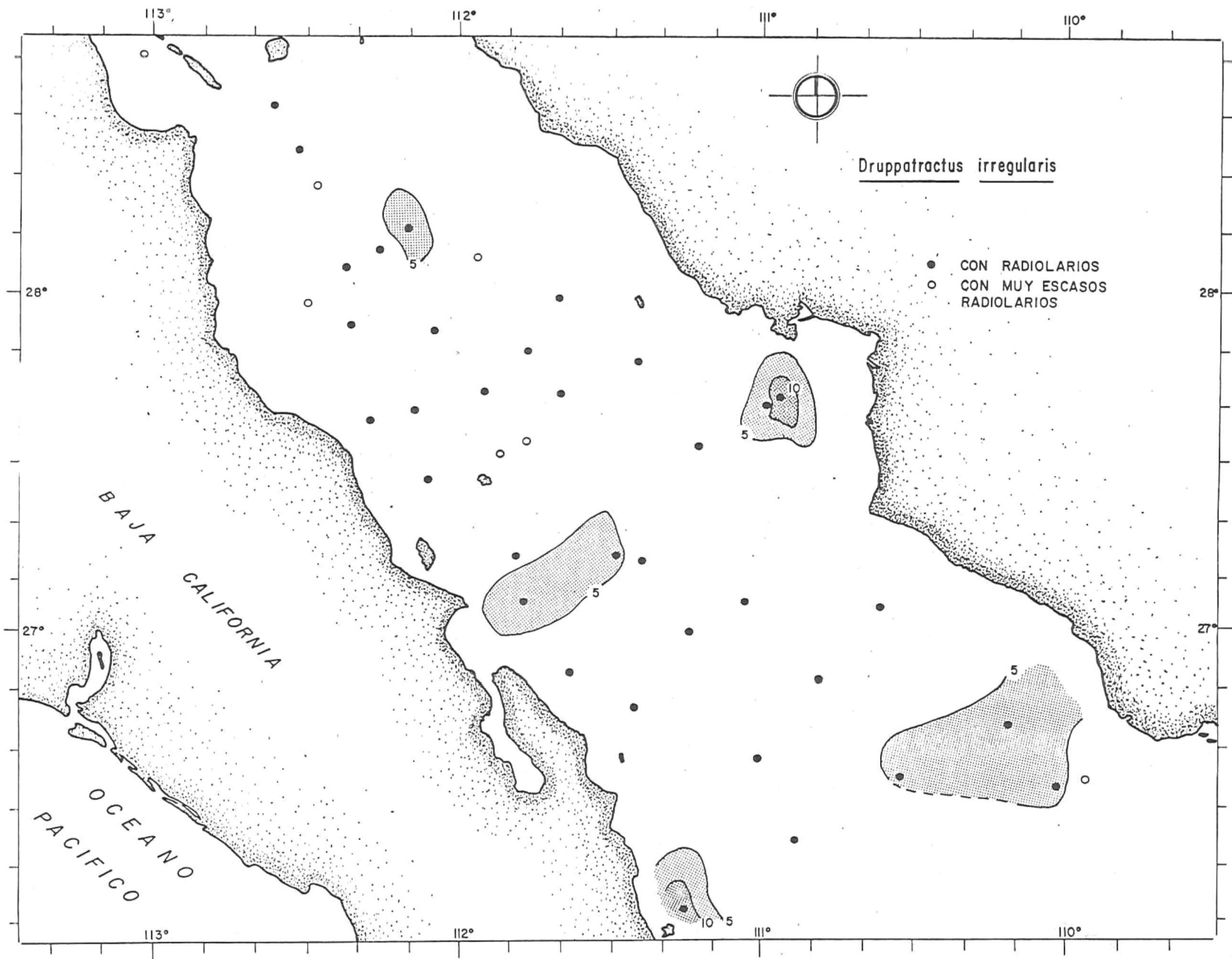


Figura 15. Distribución geográfica de Drupptractus irregularis en los sedimentos superficiales de la región central del Golfo de California. Los valores de los contornos indican la abundancia relativa (porcentajes) de la especie en la taxocenosis de radiolarios.



Popofki (1913b) encontró esta especie en las regiones tropicales del Océano Indico y del Océano Atlántico Central. Riedel y Sanfilippo (1978) asumen que ésta especie es característica en áreas de surgencia en otras partes de los océanos.

Druppatractus cf. pyriformis. Se encuentra mayormente distribuida a lo largo de las costas, tanto en las de Baja California como en las de Sonora y Sinaloa (Fig. 16). El valor mayor (10%) se presenta al Sur de la Bahía de Guaymas, en la costa de Sinaloa. Benson (1966) asume que esta especie es común en áreas de surgencia costeras en el Golfo de California, principalmente en la parte sur del Golfo.

Eucyrtidium acuminatum. Esta especie presenta una distribución no bien definida, ya que es común tanto en la costa de Baja California como a mediaciones del Golfo (Fig. 17).

Esta especie ha sido reportada por Sachs (1973), como una especie que presenta parches en su distribución del Pacífico Norte Subtropical. Nigrini (1970) también reporta esta especie en el Pacífico Norte Subtropical. Lozano (1974) dice que Eucyrtidium acuminatum es una especie que vive en áreas subtropicales. Dado que en el golfo existen condiciones subtropicales esta especie es encontrada, frecuentemente, en esta región.

Eucyrtidium hexagonatum. Su distribución es muy heterogénea, presentando "parches" (Fig. 18). Su mayor concentración (6%) la encontramos localizada frente a Bahía Concepción.

Esta especie vive en aguas subtropicales (Benson, 1966), siendo muy abundante en el Golfo de California. Benson asume que este organismo es tolerante a aguas con temperaturas y salinidades altas.

Nigrini (1967, 1970) ha encontrado ésta especie distribuida en bajas latitudes en el Océano Pacífico y sugiere que ésta especie se deriva

Figura 16. Distribución geográfica de Drupptractus pyriformis en los sedimentos superficiales de la región central del Golfo de California. Los valores de los contornos indican lo que en la Fig. 15.

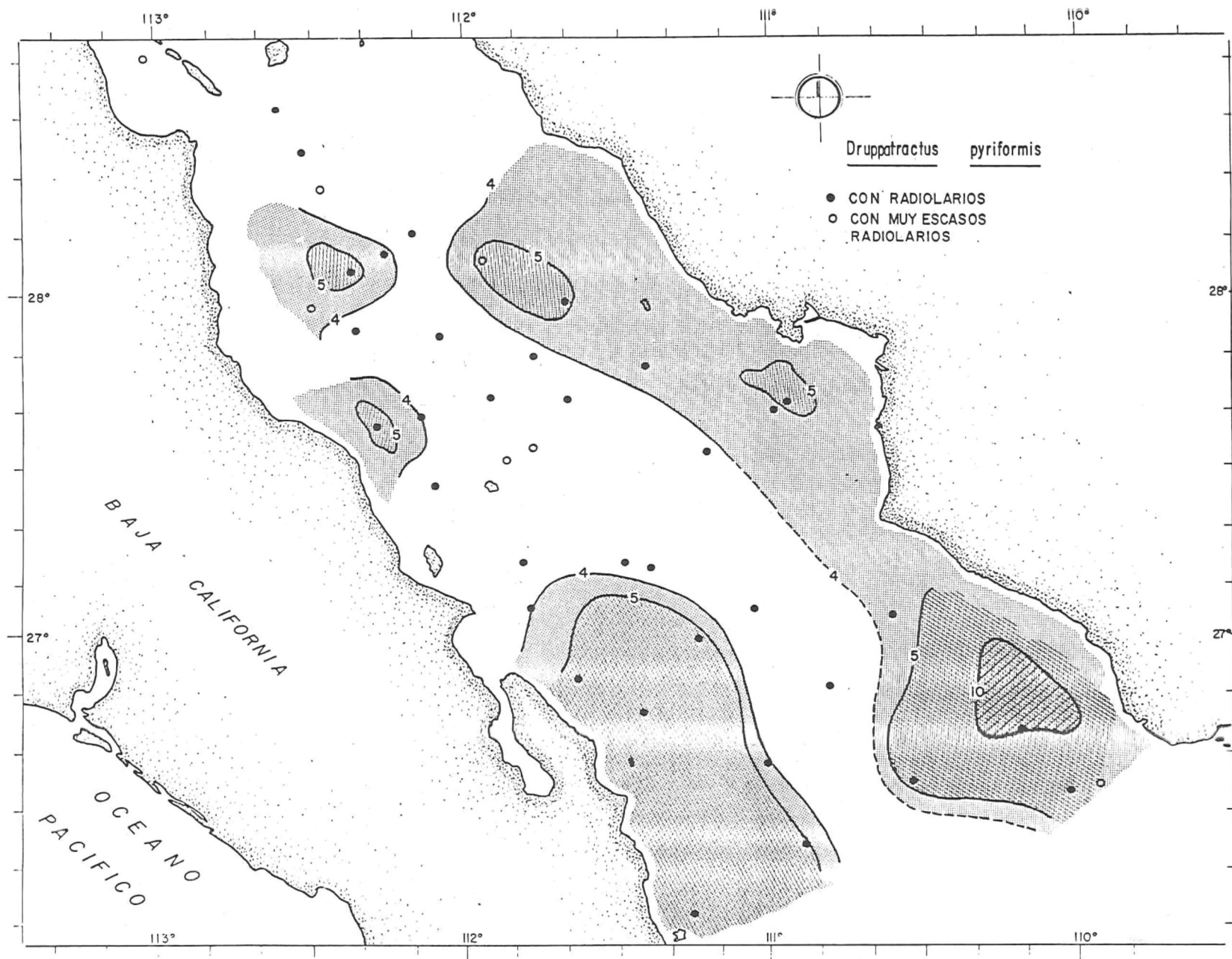


Figura 17. Distribución geográfica de Eucyrtidium acuminatum en los sedimentos superficiales de la región central del Golfo de California. Los valores de los contornos indican la abundancia relativa (porcentajes) de la especie en la taxocenosis de radiolarios.

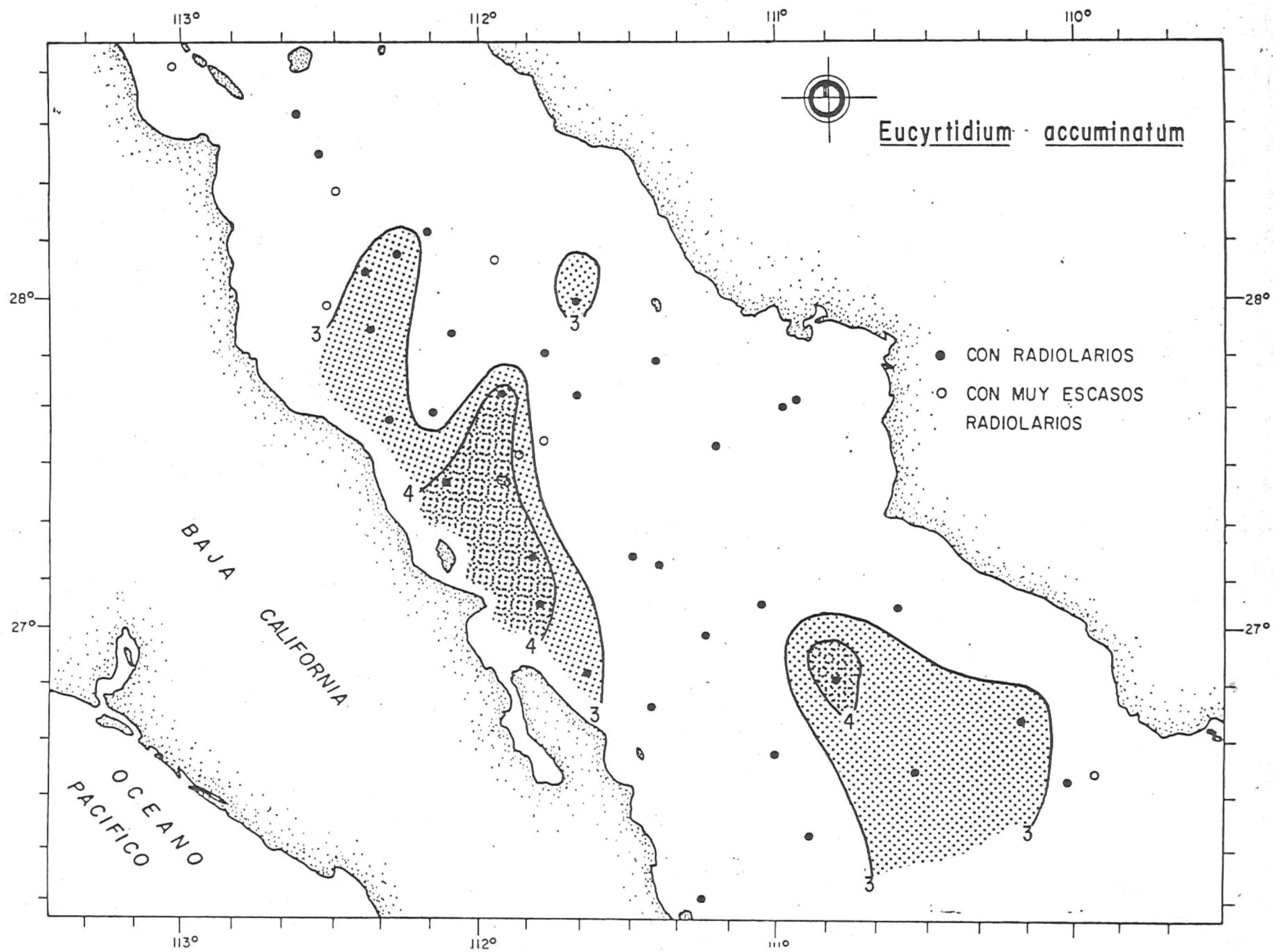
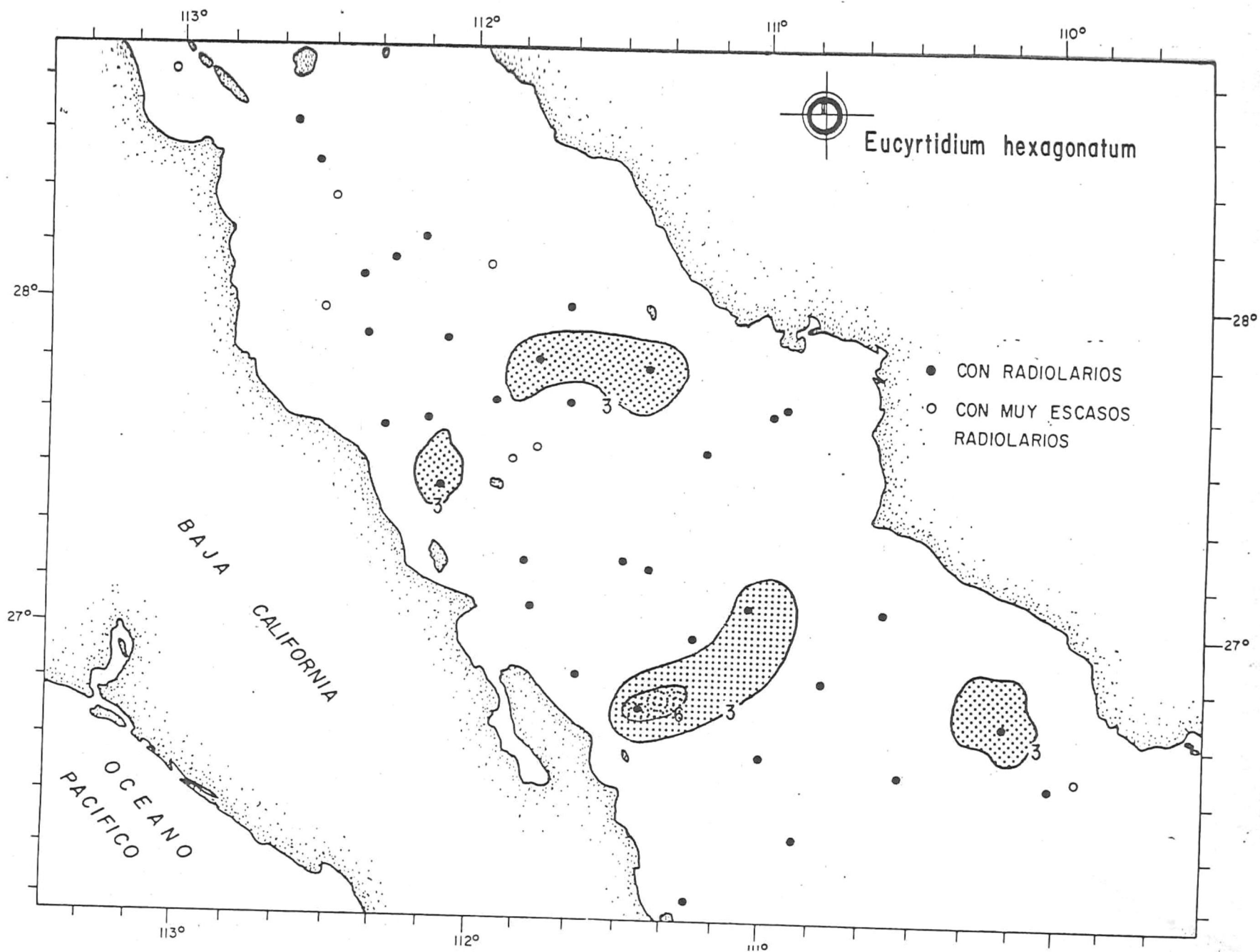


Figura 18. Distribución geográfica de Eucyrtidium hexagonatum en los sedimentos superficiales de la región central del Golfo de California. Los valores de los contornos indican lo que en la Fig. 17.



de un grupo de organismos que habitan en el Pacífico Norte.

Phormosphiris stabilis scaphipes. Este organismo se presenta en mayor abundancia hacia el centro del golfo, es decir fuera de la influencia de las costas (Fig. 19). Tal hecho nos sugiere que este organismo es derivado de aguas oceánicas.

Este organismo ha sido reportado por Molina-Cruz (1978) y Goll (1977) en aguas ecuatoriales.

Botryostrobus auritus-australis group. Aunque no continuamente, se encuentra tanto en la costa de Baja California como en la costa de Sonora (Fig. 20). En el área de Baja California su presencia coincide con áreas de mezcla intensa y con zonas de surgencia. En la costa de Sonora esta especie se encontró en zonas de surgencia.

Su mayor abundancia es aproximadamente 5%. Molina-Cruz (1975) establece que es un grupo muy abundante de aguas ecuatoriales y en áreas de surgencia.

Theocalyptra davisiana. Esta especie ha sido estudiada por Riedel (1959), Benson (1966), Petrushevskaya y Bjorklund (1974) y Molina-Cruz (1975), los que señalan que esta especie es cosmopolita pero tiene preferencia a desarrollarse en áreas de temperatura relativamente frías y de alta productividad primaria. En este estudio esta especie se encontró en una sola estación (L-58), con una concentración mayor a 20% (Fig. 21). Esta alta concentración de T. davisiana esta asociado con fenómenos de surgencia localizada en la costa Oeste del Golfo de California.

Molina-Cruz (en prensa) indica que esta especie tiene preferencia a vivir en áreas donde ocurren frentes térmicos.

Figura 19. Distribución geográfica de Phormosphiris-stabilis  
scaphipes en los sedimentos superficiales de la región central  
del Golfo de California. Los valores de los contornos indican  
la abundancia relativa (porcentajes) de la especie en la taxo-  
cenosis de radiolarios.

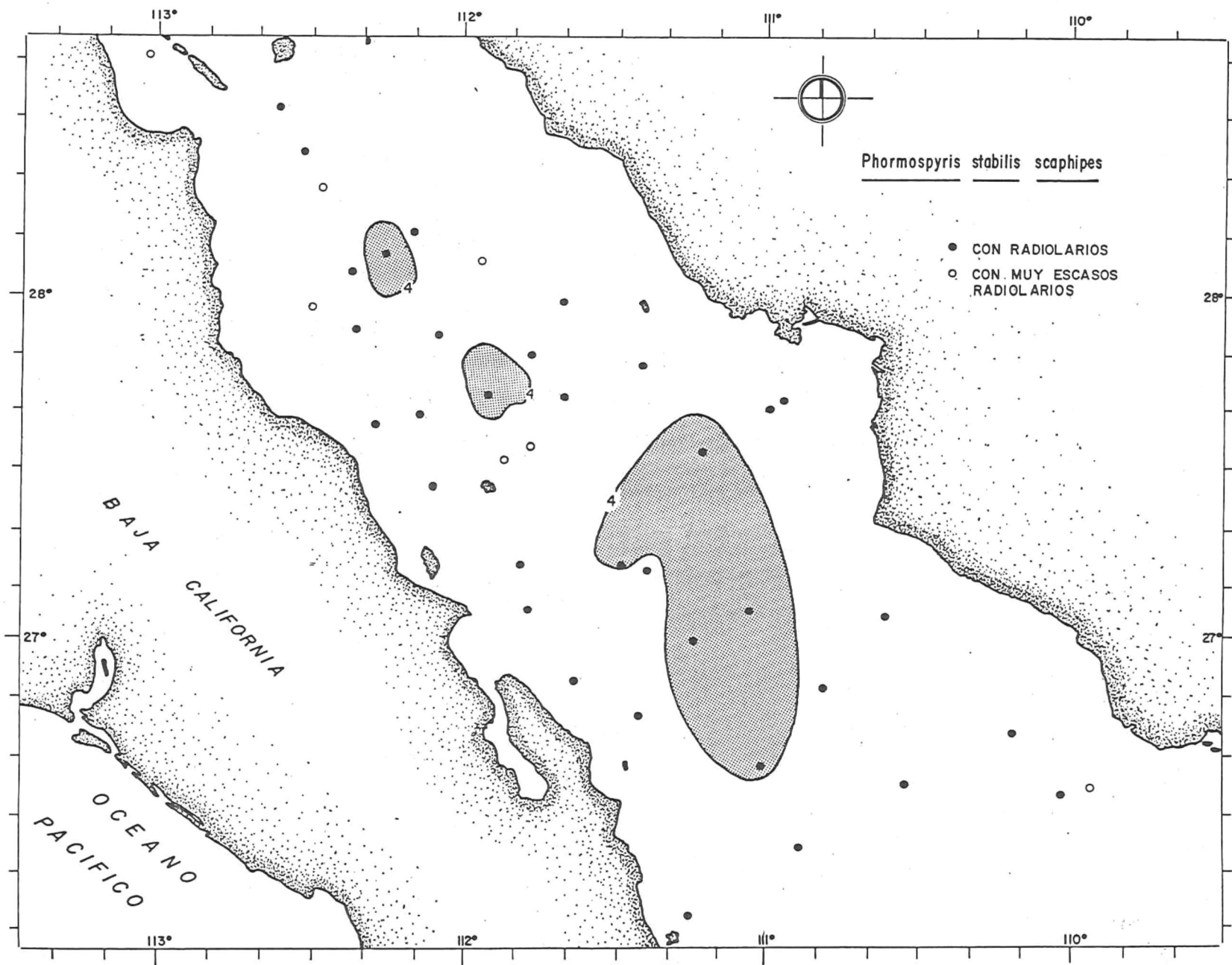


Figura 20. Distribución geográfica de Botryostrobus auritus-  
australis group, en los sedimentos superficiales de la región  
central del Golfo de California. Los valores de los contornos  
indican lo que en la Fig. 19.

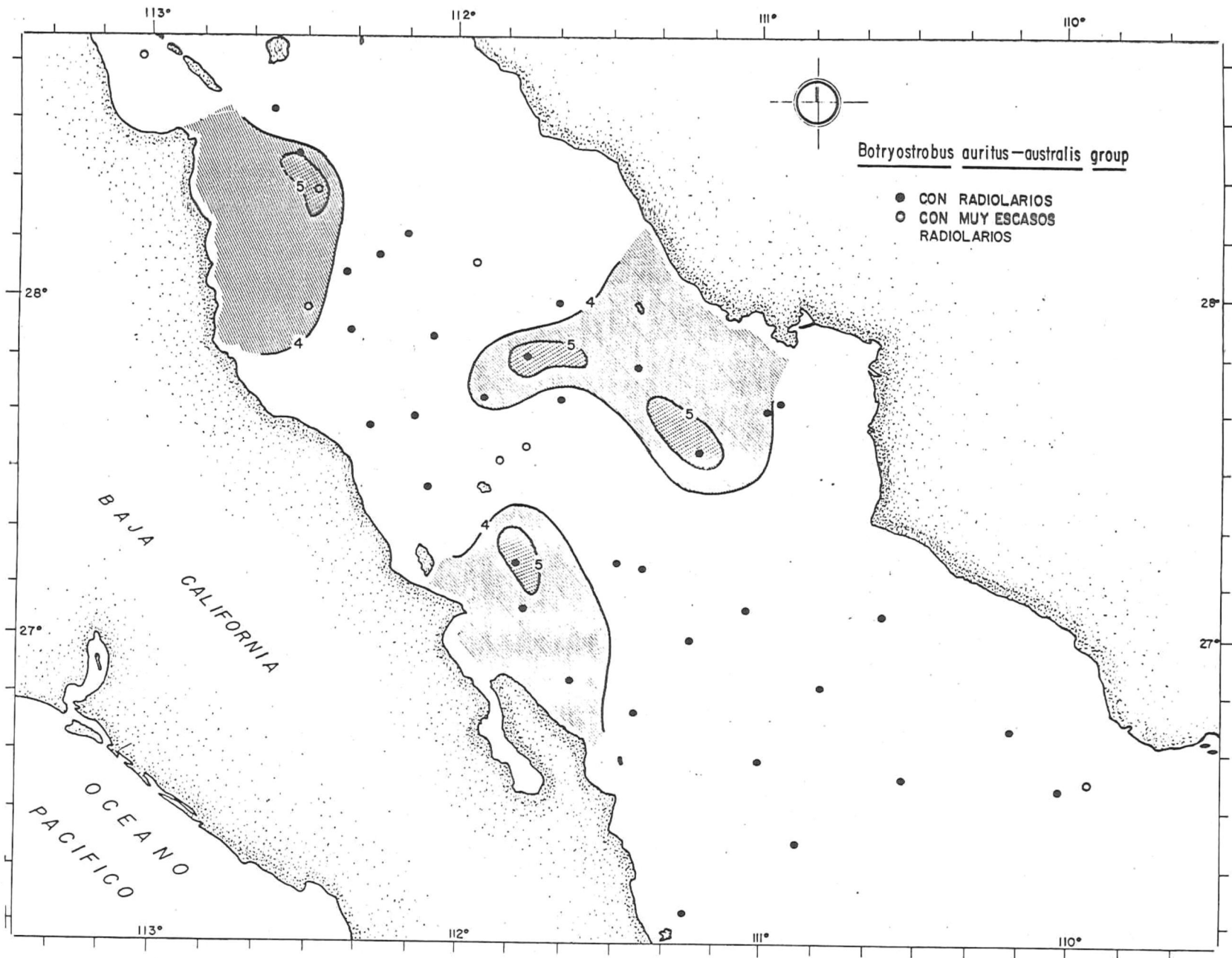
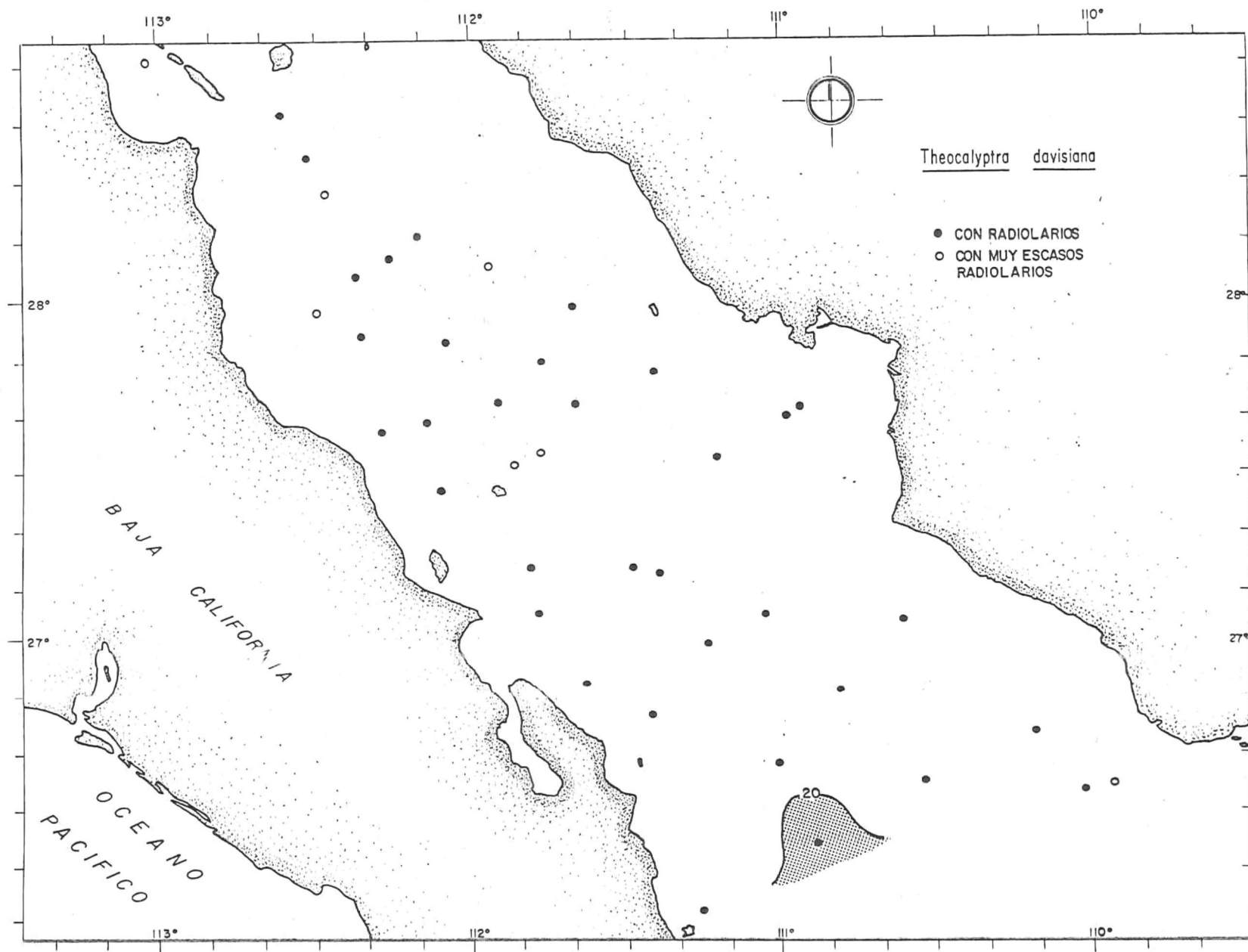


Figura 21. Distribución geográfica de Theocalyptra davisiana en los sedimentos superficiales de la región central del Golfo de California. Los valores de los contornos indican la abundancia relativa (porcentajes) de la especie en la taxocenosis de radiolarios.



Theocalyptra bicornis. Esta especie se distribuye muy heterogeneamente en todo el golfo central (Fig. 22). Por lo que se infiere que esta especie es cosmopolita. Su mayor concentración es de aproximadamente 5%.

Theocalyptra bicornis ha sido descrita por Riedel (1958) como una especie bipolar que se adapta a vivir en medios ambientes donde existen temperaturas frías. Esta especie ha sido encontrada sumergida en aguas templadas subsuperficiales. Puesto que esta especie no es común en aguas subtropicales, en éste trabajo asumimos que esta especie es acarreada al interior del golfo por la relativamente fría, corriente de California.

Dyctyophymus spp. Esta especie se encuentra principalmente en la parte Norte de la región central del Golfo de California (Fig. 23), presentando valores aproximados de 3%.

Benson (1966) encontró a esta especie, principalmente en la parte Norte de la región central del golfo. Riedel (1958) dice que esta especie es común en las zonas tropicales del Océano Pacífico. Petrushevskaya (1962) reporta esta especie en sedimentos del Océano Pacífico cerca a las costas de California.

Lithomelissa spp. Es una especie de radiolarios que presenta en su distribución concentraciones mayores a 15% (Fig. 24).

Benson (1966) la ha reportado como una especie que vive en la parte Norte del Golfo de California, indicando que este organismo vive en áreas de surgencia.

Petrushevskaya (1962) dice que este organismo vive en aguas del Pacífico del Este, cerca a las costas de California.

En este trabajo dicha especie se encuentra distribuida en la parte Norte de la región central del golfo.

Figura 22. Distribución geográfica de Theocalyptra bicornis en los sedimentos superficiales de la región central del Golfo de California. Los valores de los contornos indican lo que en la Fig. 21.

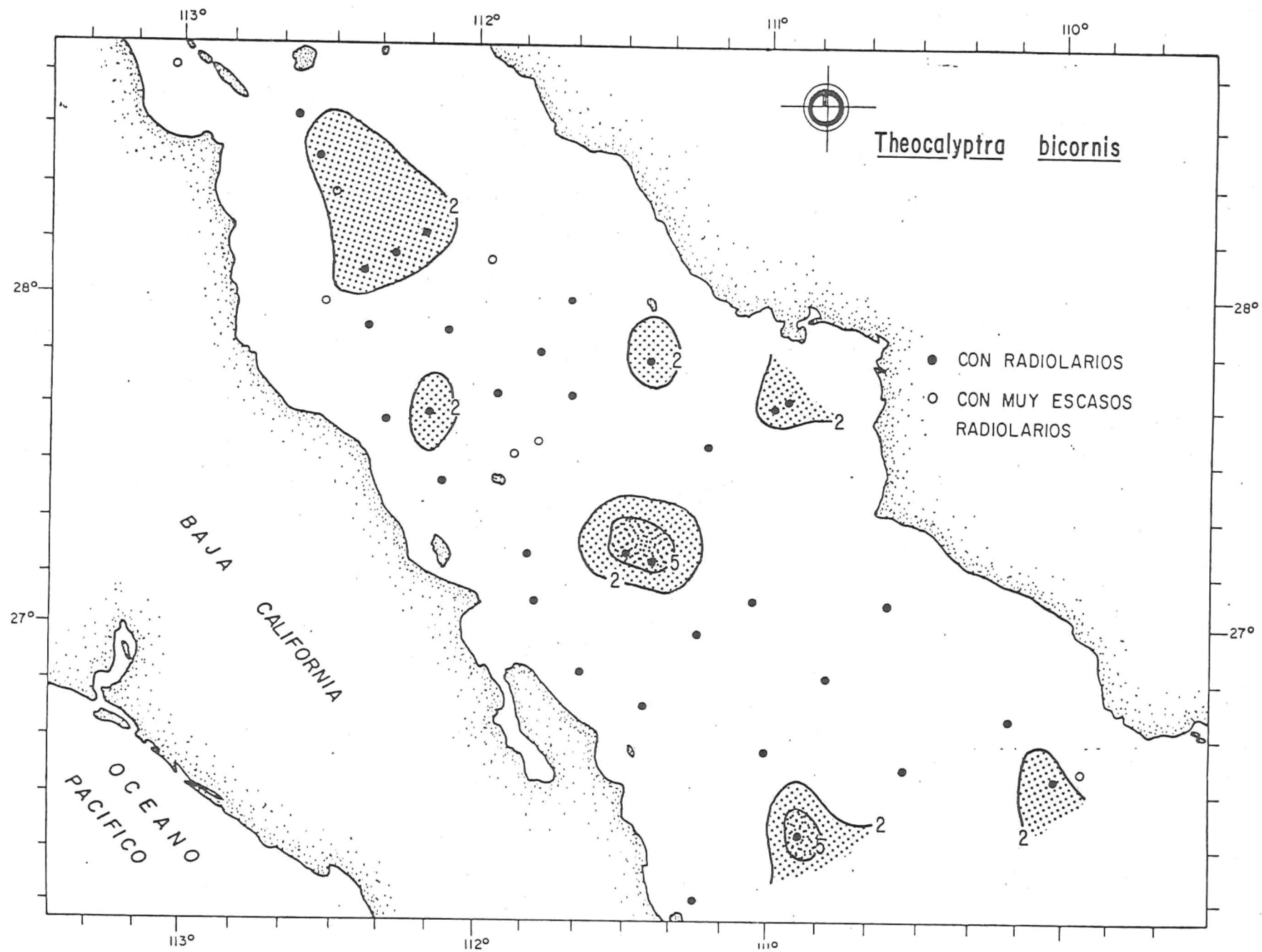


Figura 23. Distribución geográfica de Dictyophimus spp. en los sedimentos superficiales de la región central del Golfo de California. Los valores de los contornos indican la abundancia relativa (porcentajes) de la especie en la taxocenosis de radiolarios.

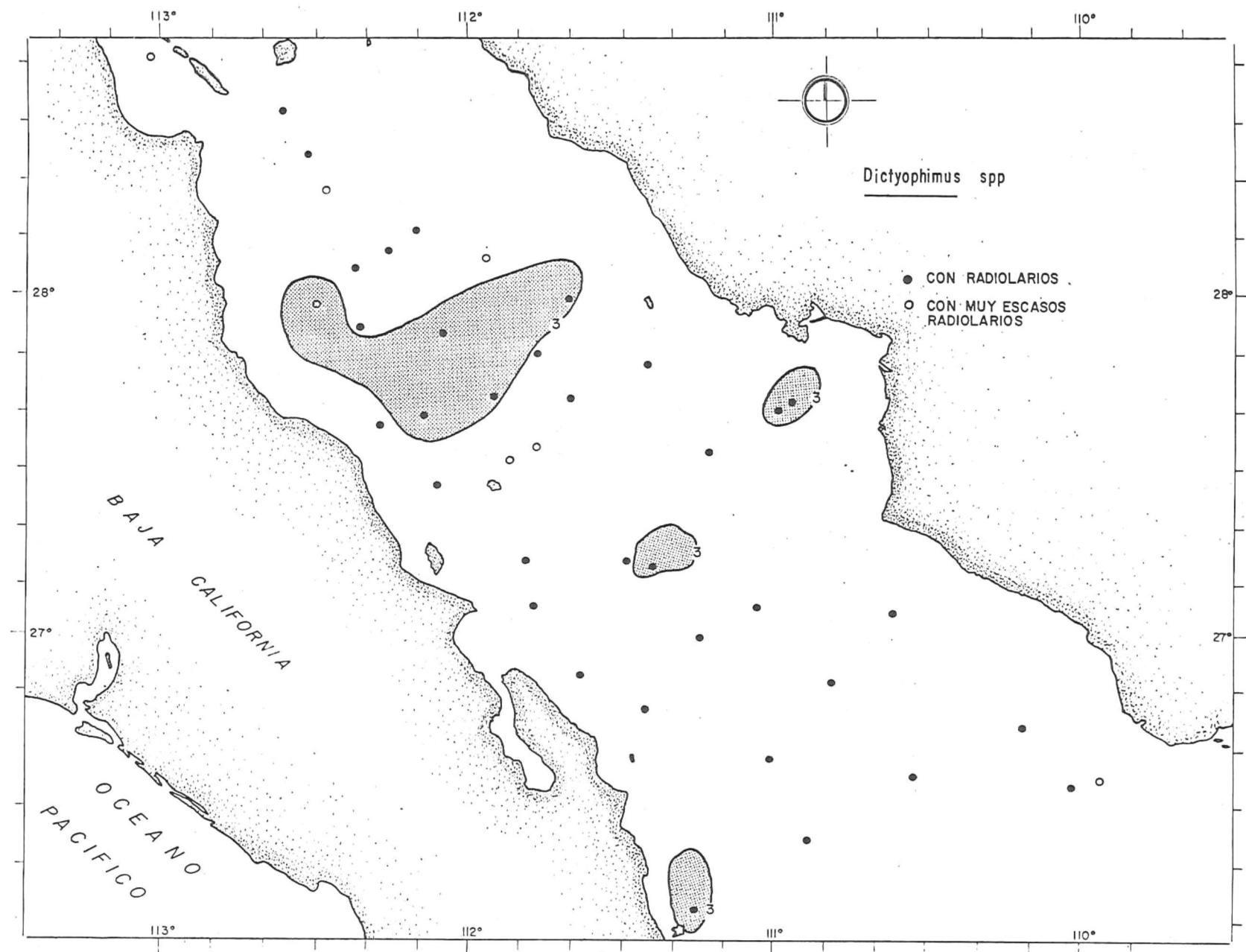
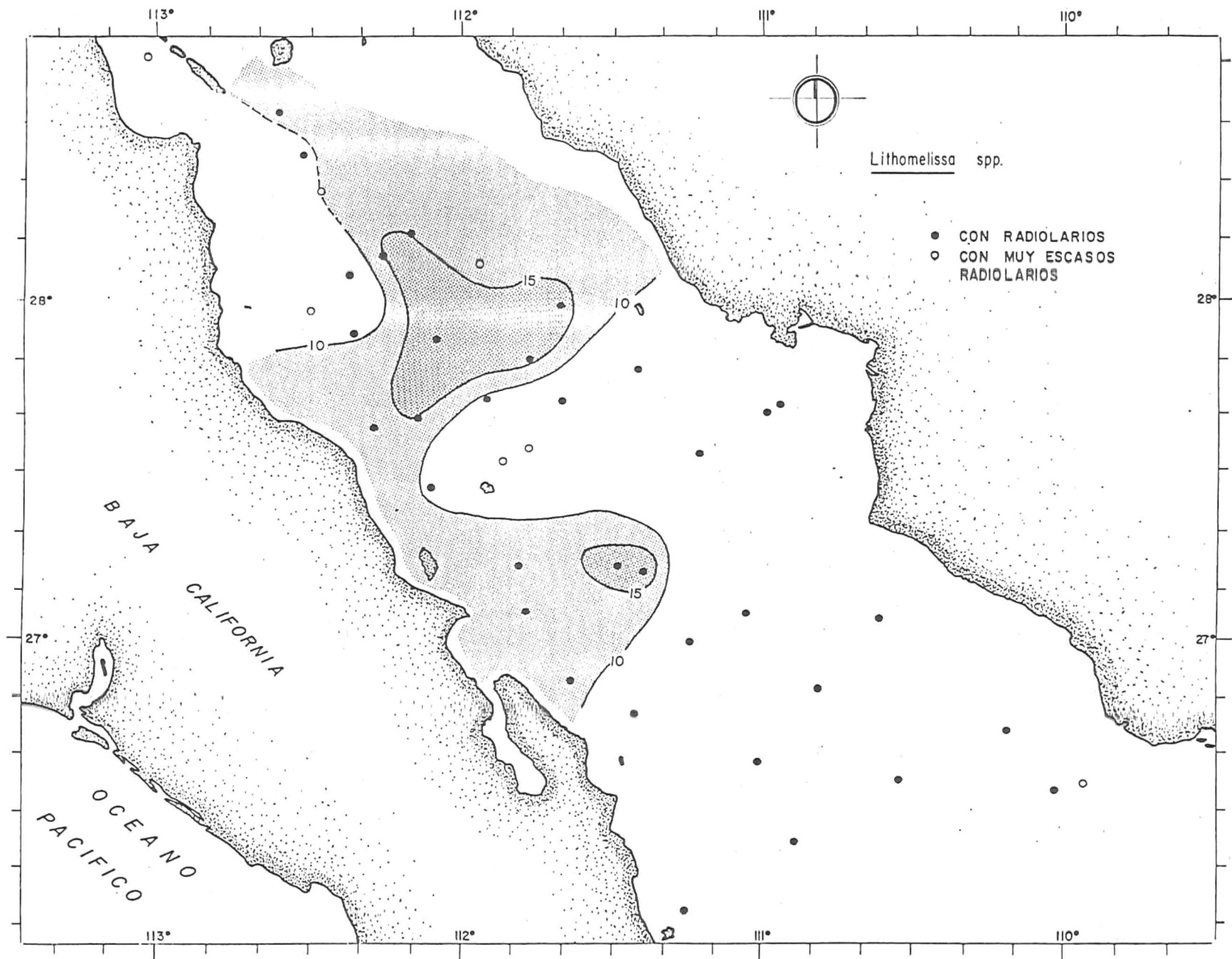


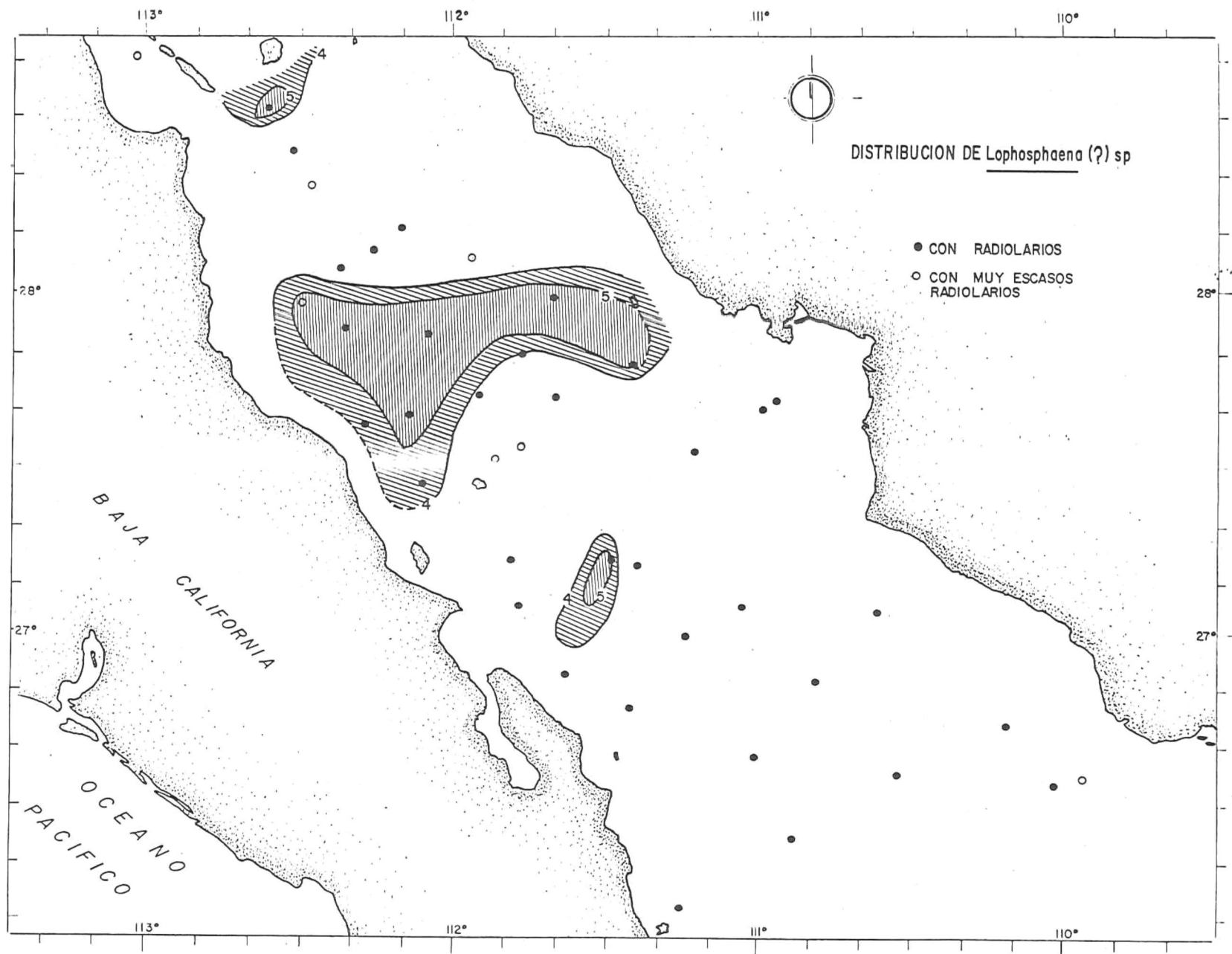
Figura 24. Distribución geográfica de Lithomelissa spp. en los sedimentos superficiales de la región central del Golfo de California. Los valores de los contornos indican lo que en la Fig. 23.



Lophosphaera spp. Esta especie es abundante (valor común aproximado 5%) en la misma región que lo son las diatomeas (Fig. 8 y 25). Por lo tanto, se asume que el fenómeno preservacional antes mencionado y la intensa productividad causada por fenómenos de mezcla en la parte Norte de la región central del golfo, controlan el desarrollo de esta especie.

Es importante señalar que Benson (1966) localizó a este organismo como raro en el golfo, asumiendo que esta especie tiene preferencias oceánicas.

Figura 25. Distribución geográfica de Lophosphaena spp. en los sedimentos superficiales de la región central del Golfo de California. Los valores de los contornos indican lo que en la Fig. 23.



## DISCUSION GENERAL

Analizando las distribuciones de los radiolarios antes discutidas, observamos que las especies más comunes en la región central del golfo tienden a "concentrarse" principalmente en tres áreas: La 1ra. aproximadamente al Norte del paralelo 28°N (aquí denominada la parte Norte de la región central), la 2da. en las costas aproximadamente al sur del paralelo 28°N (aquí denominada zona de surgencias costeras) y la 3ra. al Sur del paralelo 28°N, pero fuera de la influencia de las costas (aquí denominada "oceánica").

Cada una de estas áreas presentan características oceanográficas propias: en la parte Norte ocurren procesos de mezcla ocasionados por las corrientes de mareas, en la parte Sur costera ocurren surgencias, y presumiblemente, la parte "oceánica" no está influenciada ni por la costa ni por los procesos de mezcla, deduciéndose que sus características oceanográficas son controladas, principalmente por la comunicación que tiene el golfo con el Océano Pacífico.

Analizando las temperaturas de Febrero y Julio (Figs. 2 y 3), descritas por Robinson (1973), se observa que el ambiente en la parte Norte de la región central es muy diferente al de la parte Sur; ya que las temperaturas de Febrero en la parte Norte son más bajas que la de la parte Sur y la temperatura de Julio en la parte Norte es más alta que en la parte Sur. Es importante también mencionar las bajas temperaturas en la costa de Sonora, aproximadamente a la altura de Guaymas, en el mes de Febrero y en la costa de Baja California, desde Santa Rosalía hasta el Sur de Bahía Concepción, en el mes de Julio.

Si se analiza la batimetría del Golfo (Rusnack, Fisher y Shepard, 1964), es fácil notar que existen cambios batimétricos importantes al Sur de las Islas Tiburón y Angel de la Guarda. Debido a tales cambios batimétricos y a los regímenes de marea se produce una área de mezcla muy intensa en la parte Norte de la región central del Gol

fo de California (Molina-Cruz, 1980). Roden y Groves (1959) asumen que tales condiciones propician la regeneración de una gran cantidad de nutrientes en la zona fótica. En esta zona se concentran ciertos organismos: Anomalacantha dentata, Botryostrobus auritus-australis group, Lithomelissa spp y Lophosphaera spp. La distribución de estas especies, con excepción de Lithomelissa spp y Lophosphaera spp, es coherente con la distribución reportada por Benson (1966).

En la región Occidental del golfo, en la costa de la Península de Baja California, en invierno predominan los vientos Norte. Estas condiciones propician el "nacimiento" de surgencias costeras, las que sostienen una productividad biológica importante.

En verano el viento cambia de Norte a Sur y las zonas de surgencia aparecen en las costas de Sonora y Sinaloa. Las especies presentes bajo las zonas de surgencias son: Hexacantium encanthum, Tetrapyle octacantha, Drupptractus irregularis y Drupptractus cf. pyriformis. Todas estas especies, con excepción de Tetrapyle octacantha, han sido reportadas también por Benson (1966) en áreas de surgencia.

En la boca del golfo, fuera de la influencia de la costa, existe un mayor intercambio entre las aguas del golfo y las del Océano Pacífico adyacente, creando una masa de agua que, relativamente, presenta poco cambio de temperatura y salinidad a lo largo de todo el año. En este estudio se sugiere que tal masa de agua se incursiona hasta la región central del golfo, ya que especies características del Pacífico Subtropical, tales como Stylochlamyidium asteriscus, Phormosphiris stabilis scaphipes y Teocalyptra davisiana, están presentes en el área "oceánica" de esta región.

## CONCLUSIONES

En general, los restos de radiolarios en los sedimentos de la parte Central del Golfo de California están diluidos: en la región Noroccidental por restos de diatomeas y en la región Suroriental por detritus (terrígenos).

La mayoría de las especies de radiolarios presentaron en su distribución "parches", sin embargo algunas especies describieron patrones de distribución que reflejan fenómenos oceanográficos que ocurren en el golfo.

En la parte Norte de la región Central del golfo, se encontró gran abundancia de diatomeas en los sedimentos, debido a la gran producción primaria existente en la zona superficial de la columna de agua y a las características preservacionales en los sedimentos.

Las áreas ecológicas delineadas en este trabajo, mediante la distribución de radiolarios son:

1. La parte Norte de la región Central del golfo, caracterizada por mezclas y por la presencia de Anomalacantha dentata, Botryostrobus auritus-australis group, Lithomelissa spp y Lophosphaena spp.
2. Las áreas de surgencia en ambas costas del golfo, caracterizadas por la presencia de Hexacontium encanthum, Tetrapyle octacantha, Drupptractus irregularis y Drupptractus pyriformis.
3. El área preferentemente "oceánica", localizada en el centro del golfo y donde aparecen Stylochlamyidium asteriscus, Phormosphiris stabilis scaphipes, Theocalyptra davisiana.

Una gran abundancia de Theocalyptra davisiana fué observada en la re

gión Suroriental de la parte Central del Golfo de California.

Mediante los logros de éste trabajo se hacen las siguientes recomendaciones:

Llevar a cabo estudios semejantes en todo el Golfo de California, para conocer más detalladamente la distribución de los radiolarios. De esta manera se podrán establecer bases para estudiar la paleo-oceanografía de ésta región.

Trabajar con una mayor cantidad de especies de radiolarios para tratar de definir agrupaciones o conjuntos.

Realizar un estudio en el área donde se encontró una gran abundancia de T. davisiana para explicar más explícitamente cual es el comportamiento de éste organismo. Dicho estudio deberá complementarse o apoyarse con estudios hidrográficos detallados.

Realizar un estudio en el que se compare las distribuciones de los radiolarios vivos y los radiolarios fósiles; para evaluar la calidad del reflejo de los rasgos oceanográficos que es "grabado" por los radiolarios fósiles en los sedimentos marinos.

## BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ-BORREGO S., (en prensa). Gulf of California. En: Estuaries and Enclosed Seas, Cap. 16 Ketchum (ed).
- ALVAREZ-SANCHEZ L.G., 1974. Currents and water masses at the entrance to the Gulf of California, Spring 1970. M.S. Thesis. School of Oceanography. Oregon State University, Or. 75 pp.
- BANDY O.L., 1961. Distribution of foraminifera, radiolaria and diatoms in sediments of the Gulf of California, México. San Diego Society of Natural History. Memoir 5. 97 pp.
- BENSON R.N., 1966. Recent radiolaria from the Gulf of California. Ph. D. Thesis. University of Minnesota, 575 pp.
- CALVERT S.E., 1964. Factors affecting distribution of laminated diatomaceous sediments in Gulf of California: In Marine Geology of the Gulf of California. Memoir 3. American Association of Petroleum Geologist (ed. by Van Andel T.H. and Shor G.G., Jr.) 311-330 pp.
- CASEY R.E., 1971. Radiolarians as indicators of past and present water masses. In: B.M. Funnell and W.R. Riedel (Editors). The Micropaleontology of Oceans. Cambridge University Press, London, 331 pp.
- CASEY R.E., 1971a. Distribution of polycystine radiolaria in the Oceans in relation to physical and chemical conditions. IN: B. M. Funnell and W.R. Riedel (Editors), the Micropaleontology of Oceans. Cambridge University. Cambridge. 151-159 pp.
- CLARCK B.L., y CAMPBELL A.S., 1942. Eocene radiolarian faunas from the Mt. Diablo area, California. Geol. Soc. America, Special Paper 39, 112 pp., 9 pp.
- ERICSON D.B. y WOLLIN B., 1962. Micropaleontología, en Oceanografía. Selecciones de Scientific American. Edit. Blume Barcelona. 1-475 pp.
- GAXIOLA-CASTRO G., 1978. Sistema del Bióxido de Carbono en el Golfo de California. Tesis Profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas. U.A.B.C. 57 pp.
- GOLL R.M., 1977. Morphological intergradation between modern populations of Lophospyris and Phormospyris (Trissocyclidae, radiolaria): Micropaleontology, V. 22, No. 4, 379-418 pp.

- GRIFFITS R.C., 1968. Physical Chemical and Biological Oceanography of the entrance to the Gulf of California, Spring of 1960. U.S. Fish and Wildlife Serv. Sp. Scient. Rp. Fisheries Num. 573. 47 pp.
- HAECKEL E., 1887. Report on the Radiolaria collected by H.M.S. "Challenger" during the years 1873-1876. Rep. Sci. Res. Voy. "Challenger" 1873-1876, Edinburgh, Zool. Vol. 18:1-1803.
- HYMAN L.H., 1940. The Invertebrates: Protozoa through Ctenophora. New York, MC Grow-Hill Book Co. Inc., 1-726.
- JEPPE W., 1956. The Protozoa Sarcodina. Oliver and Boyd Edinburgh: Tweeddale Court London: 39A Weelbeck Street, W
- KLING S.A., 1978. Radiolaria. in Haq'Bilal V. and Boersma, Anne. Introduction to Marine Micropaleontology. 103-244 pp.
- KUDO R.R., 1966. Protozoology. Charles C. Thomas (Ed.). Springfield, Illinois. 1-1174 pp.
- LOZANO J.A., 1974. Antarctic sedimentary, faunal and sea surface temperatures responses during the last 230,000 years with emphasis on comparison between 18,000 years ago and today (Ph. D. dissert.): New York, Columbia Univ., 400 pp.
- MOLINA-CRUZ A., 1975. Paleo-oceanography of the subtropical southeastern Pacific during Late Quaternary: a study of Radiolaria, opal and quartz contents of deep-sea sediments (M.S. dissert.): Corvallis, Oregon State Univ., 179 pp.
- MOLINA-CRUZ A., 1977a. Radiolarian assemblages and their relationship to the oceanography of the Subtropical S.E. Pacific. Marine Micropaleontology, 2(4):315-352.
- MOLINA-CRUZ A., 1978. Late Quaternary Oceanic Circulation along the Pacific coast of South America. Ph. D. Thesis, Corvallis, Oregon State University. 179 pp.
- MOLINA-CRUZ A., 1980. Registro Micropaleontológico de las masas de agua en la región central del Golfo de California. En memorias del Simposio "El Golfo de California: Origen, Evolución, Aguas, Vida Marina y Recursos". Celebrado en Mazatlán, Sin. México en Noviembre de 1979. (en prensa).
- MOORE T.C. Jr., 1973a. Method of randomly distributing grains for microscopic examination. J. Sed. Petrol., 43(3):904-906.
- MOORE T.C. Jr., 1973b. Late Pleistocene-Holocene Oceanographic. Changes in the Northeastern Pacific. Quat. Res., 3(1):99-109.

- NIGRINI C., 1967. Radiolaria in pelagic sediments from the Indian and Atlantic Oceans. *Scripps Inst. Oceanogr. Bull.*, 11:125 pp.
- NIGRINI C., 1970. Radiolarian assemblages in the North Pacific and their application to a study of Quaternary sediments in core V20-130. *Geol. Soc. Am. Memoir* 126:139-183.
- NIGRINI C., 1977. Tropical Cenozoic Artostrobiidae (Radiolaria) *Micropaleontology*. Vol. 23, No. 3, pp. 24-269.
- PETRUSHEVSKAYA M.G., 1962. The importance of skeletal growth in radiolarians for their systematics. *Zool. Zh.*, 41(3):331-341.
- PETRUSHEVSKAYA M.G., 1966. Radiolaria in the plankton and bottom sediments. In *Geokhimiya Kremnezema: Izdatelstvo Nauka, Moscow*, 424 pp.
- PETRUSHEVSKAYA M.G., 1971a. Spumellarian and Nassellarian Radiolaria in the plankton and bottom sediments of Oceans. *Funnel*, B.M. and Riedel, W.R. eds., Cambridge University Press, 309-317 pp.
- POPOFSKY A., 1913. Die Nassellarien des Warmwasser-gebietes. *Dt. Sudpal-Exped.*, 1901-1903, Ed. 14, *Zool.*, 6(2):217-416.
- RENZ G.W., 1973. The distribution and Ecology of radiolaria in the Central Pacific. In *plancton and surface sediments*. Ph. D. Thesis. University of California. 251 pp.
- RIEDEL W.R., 1958. Radiolaria in Antarctic Sediments: Repts. B.A.N.Z. Antarctic Research Exped., Serv. B. V.6(10), 217-255 pp.
- RIEDEL W.R., 1959. Oligocene and Lower Miocene Radiolaria in Tropical Pacific sediments. *Micropaleontology*. Vol. 5, No. 3, 285-302 pp.
- RIEDEL W.R. y SANFILIPPO A., 1978. Radiolaria. *En: Utrecht Micropaleontological Boletín*. Project No. 1, pp. 81-123.
- ROBINSON M.K., 1973. Atlas of Monthly mean sea surface and subsurface temperatures in the Gulf of California, México. San Diego Society of Natural History. *Memoir* 5. 97 pp.
- RODEN G.I., 1958. Oceanography and Meteorological aspects of the Gulf of California. *Pacific Sci.* Vol. 12(1):21-45 pp.
- RODEN G.I. y GROVES G.W., 1959. Recent Oceanographic investigations in the Gulf of California: *J. Mar. Res.* 18:10-35 pp.

- RODEN G.I., 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. In Van Andel, Tj. H. and Shor, G. Jr. (Editors). Marine Geology of the Gulf of California: a symposium. Amer. Assoc. Petroleum Geologist. Memoir 3:30-58.
- ROUND F.E., 1967. The phytoplankton of the Gulf of California. Part I. Its composition, distribution and contribution to the sediments. J. exp. Mar. Biol. Ecol., Vol 1:76-96; North-Holland Publishing Co., Amsterdam.
- RUSNACK G.A., FISHER R.L., SHEPARD F.P., 1964. Bathymetry and Faults of Gulf of California. In Marine Biology of the Gulf of California. Memoir 3 American Association of Petroleum Geologist (ed. by Van Andel T.H. and Shor G.G. Jr.) 59-75 pp.
- SACHS H.M., 1967. North Pacific radiolarian assemblages and their relationship to Oceanographic Parameters. Journal of Quaternary Research, Vol. 3. Num. 1:73-83 pp.
- SACHS H.M., 1973. Quantitative radiolarian-based paleo-oceanography in Late Pleistocene Subarctic Pacific sediment Unpubl. Ph.D. Thesis, Brown University, 108 numb. leaves.
- SVERDRUP H.V., 1941. The Gulf of California: Preliminary discussion of the cruise "E.W. Scripps" in February and March, 1939. 6th. Pac. Sci. Cong. Proc. 3:161-166.
- VAN ANDEL T.H., 1963. Algunos aspectos de sedimentación reciente en el Golfo de California. Sobretiro del Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Tomo XXVI, Num. 2, 85-94 pp.
- VAN ANDEL T.H., 1964. Recent sediments of Gulf of California. In Van Andel Tj. A and Shor, G. Jr. (Editors). Marine Geology of the Gulf of California: a symposium. Amer. Assoc. Petroleum Geologist. Memoir 3:216-310.
- WOOD, E.J. FERGUSON., 1967. Microbiology of Ocean on Estuaries. pp. 41-170.
- ZEITZSCHEL B., 1969. Primary productivity in the Gulf of California. Marine Biology. Vol 3. Num. 3:201-207.

## APENDICE A

PORCENTAJE POR NUMERO DE PARTICULAS DE ALGUNOS COMPONENTES  
DE LOS SEDIMENTOS.

Localización	Diatomeas >62 $\mu$	Radiolarios >62 $\mu$	Detritus >62 $\mu$	TOTAL
L-49	26.34	3.73	70.11	1044
L-50	0.4	0.4	99.2	1000
L-53	15.02	2.58	82.38	1005
L-56	34.51	5.55	60.27	1153
L-58	15.00	3.79	81.19	1106
L-62	27.59	3.52	68.78	1022
L-63	37.31	4.97	77.81	1005
L-66	40.37	5.28	54.33	1003
L-70	31.80	4.21	63.98	1044
L-74	8.75	0.86	90.38	1040
L-77	35.24	3.36	61.18	1010
L-81	4.86	1.35	93.87	1111
L-87	30.72	2.57	66.69	1048
L-88	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos
L-92	17.10	1.84	81.40	1140
L-96	31.82	0.55	67.80	1081
L-100	60.73	3.99	35.46	1001
L-103	12.83	0.38	87.54	1036
L-105	2.2	0.00	97.8	1000
L-109	48.79	5.68	46.38	1037
L-113	52.72	3.97	43.58	1083
L-115	46.95	2.76	50.28	1050
L-118	44.80	8.32	47.33	1069
L-121	59.40	6.16	34.52	1005
L-123	63.63	0.49	34.98	1012
L-131	3.09	0.09	94.71	1003
L-133	50.74	0.49	48.76	1011
L-139	32.72	2.20	65.26	1045
L-145	44.31	2.15	53.43	1020
L-149	41.37	3.86	55.19	1035
L-151	41.79	3.98	54.30	1086
L-153	26.44	1.92	71.82	1040
L-155	39.13	2.58	58.55	1040
L-157	22.05	2.48	68.65	1088
L-158	26.30	0.49	73.69	1019
L-162	3.38	2.39	94.32	1004
L-170	51.58	3.76	44.65	1010
L-180	49.56	6.93	44.62	1154
L-186	52.68	2.05	44.86	1023
L-190	29.92	4.37	68.98	1006
L-191	41.26	1.86	56.86	1231

## APENDICE B

## NUMERO DE LOS TOTALES DE RADIOLARIOS CONTADOS EN LOS SEDIMENTOS

Localización	No. total de radiolarios contados
L-49	196
L-50	12
L-53	205
L-56	232
L-58	380
L-62	293
L-63	197
L-66	184
L-70	141
L-74	84
L-77	164
L-81	101
L-87	191
L-92	539
L-96	160
L-100	174
L-103	13
L-105	000
L-109	99
L-113	211
L-115	179
L-118	221
L-121	276
L-123	132
L-131	31
L-133	102
L-139	169
L-145	41
L-149	97
L-151	157
L-153	146
L-155	123
L-157	451
L-158	249
L-162	55
L-170	200
L-180	180
L-186	106
L-190	100
L-191	192

## APENDICE C

## ESPECIES DE RADIOLARIOS ANALIZADAS EN ESTE TRABAJO

Categoría	Nombre de las especies de radiolarios		Placa	Figuras
S6	<u>Actinomma medianum</u>	(2)		
S7	<u>Echinomma cf. leptodermum</u>	(1)		
S9	<u>Amphirhopalum ypsilon</u>	(1)		
S10	<u>Echinomma delicatulum</u>	(1)		
S10A	<u>Echinomma popofsky</u>			
S11	<u>Collosphaera tuberosa</u>	(1)		
S12	<u>Euchitonia elegans</u>	(2)		
S12A	<u>Euchitonia furcata</u>	(1)		
S14	<u>Heliodiscus asteriscus</u>	(1)		
S16	<u>Anomalacantha dentata</u>	(3)	1;4	1;1
S17	<u>Hexacontium encanthum</u>	(2)	1	2
S17A	<u>Hexacontium laevigatum</u>	(1)		
S18	<u>Hymeniastrum euclidis</u>	(1)		
S19	<u>Larcospira quadrangula</u>	(1)		
S23	<u>Ommatartus tetrathalamus tetrathalamus</u>	(1)		
S24	<u>Lithelius minor</u>	(1)		
S29	<u>Larcopyle butschlii</u>	(1)		
S30	<u>Stylochlamydium asteriscus</u>	(1)	1;4	3;2
S36	<u>Euchitonia triangulum</u>	(1)		
S47	<u>Stilodictya validispina</u>	(1)		
S51	<u>Stylotractus spp.</u>	(2)		
S50	<u>Axuprunum stauraxonium</u>	(2)		
S54	<u>Tetrapyle octacantha</u>	(1)	1	4;5;6
S58	<u>Drupptractus irregularis</u>	(3)	2	1;2;3
S54A	<u>Octapyle stenozoa</u>	(1)		
S59	<u>Drupptractus cf. pyrifomis</u>	(3)	2	4;5;6
S44	<u>Spongopyle osculosa</u>	(1)		
S48	<u>Spongotrochus glacialis</u>	(2)		
N1	<u>Liriospyris reticulata</u>	(1)		
N1B	<u>Liriospyris (?) toxarium A</u>	(1)		

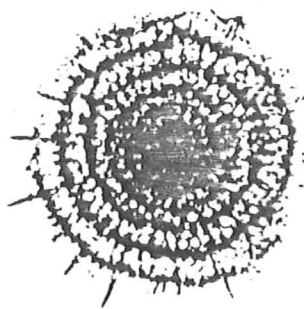
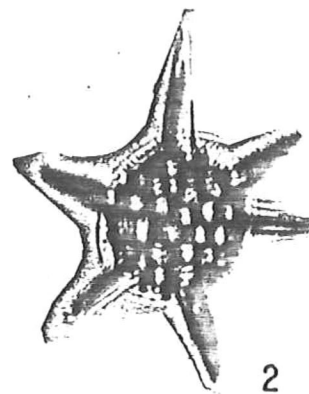
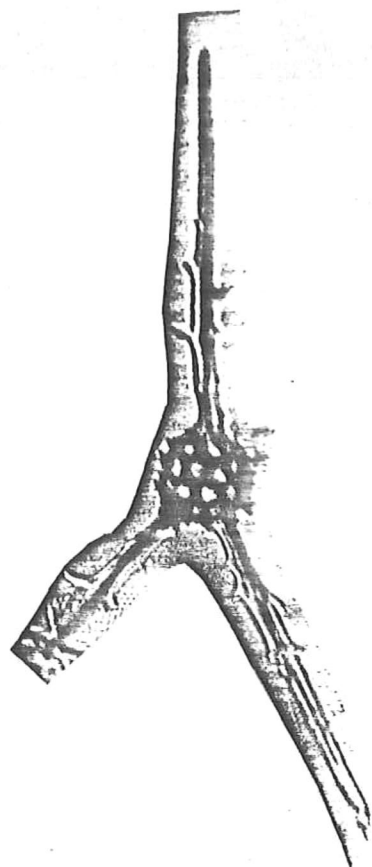
N3	<u>Anthocyrtidium zanguebaricum</u>	(1)		
N5	<u>Lamprocyrtis nigrinae</u>	(2)		
N7	<u>Theoconus minythorax</u>	(2)		
N9	<u>Giraffospyris angulata</u>	(1)		
N10	<u>Eucyrtidium acuminatum</u>	(3)	2	7;8
N11	<u>Eucyrtidium hexagonatum</u>	(1)	2	9;10
N12	<u>Phormosphiris stabilis scaphipes</u>	(4)	4	3;4
N16	<u>Lamprocyclas maritalis ventricosa</u>	(1)		
N15	<u>Lamprocyclas maritalis maritalis</u>	(1)		
N17	<u>Anthocyrtidium ophirence</u>	(1)		
N18	<u>Botryostrobos auritus-australis group.</u>	(2)	2	11;12;13
N24	<u>Dictyophimus infabricatus</u>	(2)		
N27	<u>Pterocanium praetextum</u>	(1)		
N32	<u>Siphocampe corbula</u>	(1)		
N35	<u>Theocalyptra davisiana</u>	(1)	2;4	14;15;16;5;6
N36	<u>Theocalyptra bicornis var.</u>	(1)		
N38	<u>Theocalyptra bicornis</u>	(1)		
N42	<u>Pterocanium trilobum</u>	(2)		
N34	<u>Stichopilium bicorne</u>	(1)		
N46	<u>Dictyophimus spp.</u>	(3)	3	1
N49	<u>Lithamelissa spp.</u>	(3)	3	2 a 9
N50	<u>Lophosphaena spp.</u>	(3)	3	10

NOTA: El número entre paréntesis señala la referencia taxonómica:

- (1) Molina-Cruz, 1977
- (2) Nigrini, 1977
- (3) Benson, 1966
- (4) Goll, 1977.

PLACA 1

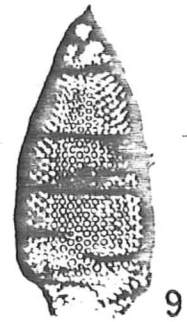
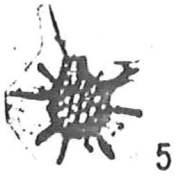
1. Anomalacantha dentata (S16)  
L-92
2. Hexacantium encanthum (S17)  
L-62
3. Stylochlamydium asteriscus (S30)  
L-92
- 4,5,6. Tetrapyle octacantha (S54)  
L-77 L-92



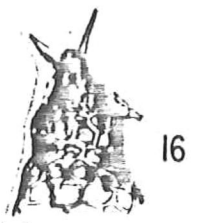
100  $\mu$

PLACA 2

- 1,2,3. Druppatractus irregularis (S58)  
L-49 L-157 L-77
- 4,5,6. Druppatractus pyriformis (S59)  
L-49
- 7,8. Eucyrtidium acuaminatum (N10)  
L-157 L-62
- 9,10. Eucyrtidium hexagonatum (N11)  
L-58
- 11,12,13. Botryostrobus auritus-australis group. (N18)  
L-92 L-157
- 14,15,16. Teocalyptra davisiana (N35)  
L-58



100  $\mu$



PLACA 3

1. Dyctyophimus spp. (N46)

L-118

2 a 9. Lithomelissa spp. (N49)

L-157 L-62 L-118 L-92

10. Lophosphaena spp. (N50)

L-92



1



2



3



4



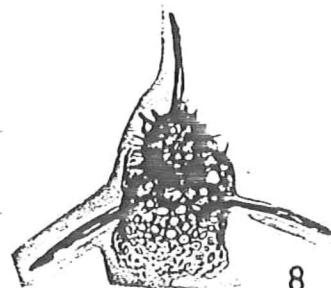
5



6



7



8



9

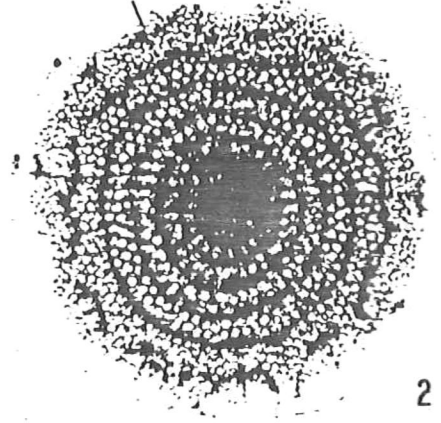


10

100  $\mu$

PLACA 4

1. Anomalacantha dentata (S16)  
L-92
2. Stylochlamyidium asteriscus (S30)  
L-92 L-157
- 3,4. Phormosphiris stabilis scaphipes (N12)  
L-58
- 5,6. Theocalyptra davisiana (N35)  
L-58



100  $\mu$

