



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ciencias

DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y ESTRATIGRAFICA DE  
LOS RADIOLARIOS EN LA CUENCA DE GUAYMAS

T E S I S

Que para obtener el título de:

B I O L O G O

P r e s e n t a :

ALFREDO ALEJANDRO MANUEL MARTINEZ PEREZ

México, D. F.

Septiembre 1984



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# INDICE

	Pag.
RESUMEN-----	1
INTRODUCCION-----	2
ANTECEDENTES-----	4
BIOLOGIA DE LOS RADIOLARIOS-----	5
Taxonomfa-----	5
Morfologfa-----	7
Tamaño-----	7
Estructura Celular-----	7
Esqueleto-----	9
Estructura de la pared-----	12
Fisiologfa-----	12
Simbiosis-----	12
Nutrición-----	13
Reproducción-----	13
Ecologfa-----	14
Biogeograffa-----	14
Bioestratigraffa-----	15
PRESERVACION EN LOS SEDIMENTOS-----	16
CARACTERISTICAS DEL GOLFO DE CALIFORNIA-----	18
Morfologfa-----	18
Origen-----	18

	Pag.
Salinidad-----	19
Clima-----	20
Surgencias y productividad biológica-----	22
Masas de agua-----	23
METODOLOGIA-----	25
Muestreo-----	25
Preparación y conteo de las muestras-----	26
Tratamiento matemático de los datos-----	29
RESULTADOS Y DISCUSION-----	31
Distribución Geográfica de los conjuntos de radiolarios-----	31
Correlación estratigráfica-----	34
Distribución estratigráfica de los conjuntos de radiolarios-----	36
CONCLUSIONES-----	55
LISTA TAXONOMICA-----	57
REFERENCIAS-----	67

## LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Fig. 1. Esquema de la anatomía de los espumelarios -----	10
Fig. 2. Esquema del esqueleto de los naselarios -----	10
Fig. 3. Terminología de los elementos del esqueleto de los espumelarios -----	11
Fig. 4. Terminología de los segmentos del esqueleto de los naselarios -----	11
Fig. 5. Especies de radiolarios -----	39
Fig. 6. Localización del área de estudio -----	42
Fig. 7. Localización de las estaciones de muestreo -----	43
Fig. 8. Distribución geográfica del conjunto "Guaymas Sur" -----	44
Fig. 9. Distribución geográfica de <u>Tetrapyle octacantha</u> -----	45
Fig. 10. Distribución geográfica del conjunto "Surgencias" -----	46
Fig. 11. Distribución geográfica de <u>Drupptractus pyriformis</u> -----	47
Fig. 12. Distribución geográfica del conjunto "Guaymas Norte" -----	48
Fig. 13. Distribución geográfica de <u>Lithomelissa hystrix</u> -----	49
Fig. 14. Distribución geográfica del conjunto "Frente Oceánico" -----	50
Fig. 15. Distribución geográfica de <u>Theocaliptra davisiana</u> -----	51
Fig. 16. Registro estratigráfico de <u>Drupptractus pyriformis</u> y <u>Theocaliptra davisiana</u> -----	52
Fig. 17. Registro estratigráfico de los conjuntos "Guaymas Sur" y "Surgencias" -----	53
Fig. 18. Registro estratigráfico de los conjuntos "Guaymas Norte" y "Frente Oceánico" -----	54

## T A B L A S

	Pag.
1. - Variaciones en la taxonomía de los radiolarios -----	6
2. - Lista de especies -----	28
3. - Matriz - B (Distribución geográfica) -----	40
4. - Matriz - F (Especies predominantes) -----	41

## RESUMEN .

Con objeto de definir la distribución geográfica y estratigráfica de los radiolarios depositados en la Cuenca de Guaymas (Golfo de California) se consideró la distribución de los conjuntos de éstos encontrados en el sedimento marino.

El análisis de los conjuntos se efectuó con base en 53 especies de radiolarios en 37 muestras de sedimento superficial marino en una área comprendida entre los 26° 05' N - 28° 45' N y 109° 30' W - 113° 15' W, para lo cual fué usado un modelo matemático llamado Análisis de Factores en su modo - Q. Se definen cuatro conjuntos de especies de radiolarios o "factores" los que están relacionados con la circulación actual de las masas de agua superficiales de la siguiente manera: a) El conjunto "Guaymas Sur", Factor 1; b) El conjunto de las zonas de "Surgencias", Factor 2; c) El conjunto "Guaymas Norte", Factor 3; y d) El conjunto llamado "Frente Oceánico", Factor 4.

La variación de estos conjuntos o factores a través del tiempo está basado en el análisis de las muestras de dos núcleos (185 cm. prof. = 2100 años  $C^{14}$ ). Los niveles de sincronización entre ambos núcleos fueron determinados por correlación bioestratigráfica en las variaciones de las abundancias relativas de la especie Druppatractus Pyri formis.

## INTRODUCCION .

Existen pocos grupos fósiles con un registro tan completo como el de los radiolarios. Estos protozoarios fueron tan diversos y ampliamente distribuidos en el paleozoico como lo son ahora y han dejado un registro evolutivo detallado que los hace potencialmente uno de los grupos de microfósiles marinos más importantes (Kling, 1978).

En el presente estudio se trata de aumentar los conocimientos sobre la autoecología de los radiolarios para lo que se define la distribución geográfica y estratigráfica de algunas especies depositadas en la Cuenca de Guaymas, en el Golfo de California. También se considera la distribución de los conjuntos de radiolarios, definidos mediante un modelo matemático denominado análisis de Factores en su modo-Q (Klovan e Imbric, 1971).

Se ha demostrado que las deducciones realizadas a través de estudios paleo-ecológicos, tienen gran validez (Benson, 1966; Petrushevskaya, 1975; y Molina-Cruz, 1982). En ese trabajo, nos abocamos al estudio paleo-ecológico considerando que éste comprende los cambios ambientales generados en amplios períodos "diluyendo" los efectos estacionales y los cambios eventuales ocasionados por temporales o condiciones irregulares.

Casey (1966), Petrushevskaya (1968) y Renz (1973) han demostrado que la composición de especies de los conjuntos de radiolarios en los sedimentos es poco parecida a la observada en el fitoplancton. No obstante, algunos estudios muestran claramente la correspondencia entre masas de agua características y los conjuntos de radiolarios sedimentados (Moore, 1973 b; Sachs, 1973 a; Dinkelmann, 1974; Molina - Cruz, 1975).

## A N T E C E D E N T E S .

Entre los estudios del Golfo de California al respecto, los más relevantes son los de Bandy (1961), que considera la participación de los radiolarios como clásicos sedimentarios, Benson (1966), los aspectos taxonómicos y Molina-Cruz (1975) los estratigráficos y paleo-oceanográficos.

Por otro lado, la distribución de los radiolarios en los sedimentos superficiales han sido estudiados en una amplia escala oceánica, en el Pacífico por Kruglikova (1969), Nigrini (1968, 1970), Casey (1971 b), Petrushevskaya (1971c) y Molina-Cruz (1982); en el Atlántico por Coll y Bjørklund (1971, 1974); y en el Océano Índico por Nigrini (1967) y Petrushevskaya (1971 d). Los resultados de estos estudios, aunque influidos por una pobre preservación en ciertas áreas (por ejemplo las regiones centrales oceánicas), generalmente confirman la relación fundamental entre los patrones de distribución de los radiolarios y las propiedades del agua superficial.

Otros autores (Reschemijak, 1955; Casey, 1966; Petrushevskaya y Bjørklund 1974; Molina -Cruz, 1982), han establecido que la mayoría de los radiolarios tienden a vivir en condiciones determinadas de temperatura y salinidad (y probablemente también de densidad), por lo que prevalecen a niveles específicos en la columna de agua. La disponibilidad de alimento es también un control muy importante en la distribución de los radiolarios; principalmente en lo que a abundancia se refiere.

## BIOLOGIA DE LOS RADIOLARIOS

### Taxonomía

El nombre Radiolaria para los sarcodarios marinos con simetría radial fue propuesto por primera vez por Müller (1858), para distinguirlos de los foraminíferos. Sin embargo, muchos organismos sin simetría radial fueron incluidos en este grupo. Haeckel (1883, 1887) dividió a los radiolarios en cuatro subgrupos, a los acantarios y a los espumelarios los incluyó como una subdivisión de los porulosidos y a los naselarios y faeodarios como subdivisión de los osculosidos.

Esta subdivisión ha experimentado transformaciones posteriores (véase tabla 1). Dreyer (1913) y Enríques (1932) proponen con base en arreglos citológicos, incluir a los espumelarios y naselarios dentro de los pollicistinos, mientras que Tregouboff (1953), Deflandre (1952, 1953) y Riedel (1967) consideran en el rango de subdivisión a los acantarios. Tal consideración es con base en que los radiolarios segregan un esqueleto de dióxido de sílice ( $SiO_2$ ) y los acantarios de sulfato de estroncio ( $SrSO_4$ ).

Cachon-Enjume (1961) propuso ascender al rango de subdivisión a los faeodarios, considerando la forma de segregación del esqueleto, sin embargo esta proposición no ha sido del todo aceptada por la comunidad zoológica. Posteriormente, Riedel (1967) incluye a los pollicistinos y faeodarios dentro de los

TABLA 1. Variaciones en la taxonomía de los radiolarios.

	RADIOLARIA			
Haeckel (1883, 1887)	Porulosida		Osculosida	
	Acantharia	Spumellaria	Nassellaria	Phaeodaria
Dreyer (1913)	RADIOLARIA			
Enriques (1932)	Acantharia	Polycystina		Phaeodaria
		Spumellaria	Nassellaria	
Tregouboff (1953)	ACANTHARIA	RADIOLARIA		
		Spumellaria	Nassellaria	Phaeodaria
Cachon - Enjumet (1961)	ACANTHARIA	RADIOLARIA		PHA EODARIA
		Spumellaria	Nassellaria	
Riedel (1967)	ACANTHARIA	RADIOLARIA		
		Polycystina		Phaeodaria
		Spumellaria	Nassellaria	
Levine, <u>et al.</u> (1980)	ACANTHARIA	POLYCYSTINA		PHA EODARIA
		Spumellaria	Nassellaria	

radiolarios, subdividiendo a su vez a los policistinos en espumelarios y naselarios.

En las clasificaciones modernas el nombre radiolario ha sido excluido dejando a los policistinos catalogados con los sarcodarios dentro del filum sarcodarios como una subdivisión de los actinopodos que también incluyen a los acantarios, faeodarios y heliozoarios (e. g. Levine, et al., 1980). Sin embargo, para el propósito del presente estudio, adoptaremos la clasificación de Riedel (1967).

## Morfología.

### Tamaño.

Las dimensiones de la mayoría de los radiolarios se encuentran dentro del rango del microplancton (20-200  $\mu\text{m}$ ) aunque algunos presentan tallas hasta de 5mm de diámetro (Goll y Merinfeld, 1979).

### Estructura celular.

Los radiolarios son protozoarios marinos cuya principal característica, al igual que los acantarios, es presentar una membrana capsular (central) en su estructura celular (fig. 1). Esta membrana capsular separa el endoplasma del ectoplasma y su forma varía de especie en especie (Kling, 1978).

Dentro de la membrana capsular se encuentra el núcleo, así como vacuolas, lípidos de diferente composición, esférulas albuminoides con concreciones de cristales cúbicos y cristales que probablemente son proteíñas. La membrana capsular es firme y elástica cuya composición química se cree que probablemente es quitinosa (Perrier, 1975).

El ectoplasma está ocupado principalmente por el alveoli, es decir, por un conjunto de alveolos. La estructura en el interior de un alveolo es apenas visible, ya que está embebida en una masa espumosa concéntrica llamada calimma. El alveoli se encuentra hacia el perímetro exterior del organismo, y se ha pensado que su función es de regulación hidrostática. Separando a la calimma de la membrana capsular, se encuentra la matriz. Esta es una zona delgada ectoplasmática (Kling, 1978).

Los radiolarios emiten dos tipos de pseudopodos: axópodos y filópodos. Los axópodos son largos, delgados, prolongados radialmente y son permanentes por la presencia de filamentos axiales característicos que se extienden a través del ectoplasma y la membrana capsular al interior del endoplasma, los cuales están incrustados en una estructura especial denominada axoplasto. Los filópodos son delgados, delicados y originados como extensiones del citoplasma periférico. Son aproximadamente radiales y pueden anastomosarse, particularmente hacia sus bases (Cachon y Cachon, 1974).

## Esqueleto

Los radiolarios son protozoarios que generalmente presentan en su organización celular una estructura llamada esqueleto el cual está cubierto por el citoplasma que evita su disolución, por lo tanto se le considera como endoesqueleto.

El esqueleto de los polícistinos, está compuesto exclusivamente de sílice amorfo (opalina,  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), estructurado en una red de elementos conocidos como barras y espinas (fig. 2).

Existen diferentes formas de esqueletos, siendo las variantes de una esfera la más común entre los espumelarios. Frecuentemente, un esqueleto está compuesto de dos o más esferas acomodadas, las cuales son con muy pocas excepciones concéntricas y conectadas por barras radiales. A la teca principal externa se le llama también teca cortical; y a la más interna, teca medular. Otras tecas de espumelarios son elipsoidales (un eje elongado), discoidales (un eje acortado), espiraladas o basadas en una serie de bandas concéntricas.

Los naselarios están caracterizados por una simetría axial. Las paredes de las tecas son usualmente reticuladas, pero en algunas especies se presenta esponjosa y/o como una placa perforada (Kling, 1978).

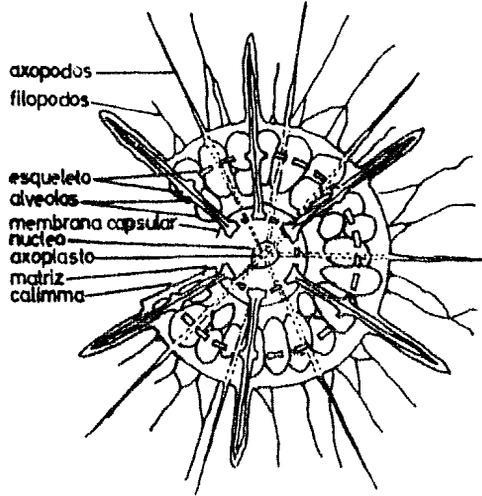


Fig. 1. - Diagrama idealizado de las principales características de la anatomía de los espumelarios (Tomado de Kling, 1978, p. 207, fig. 3, B).

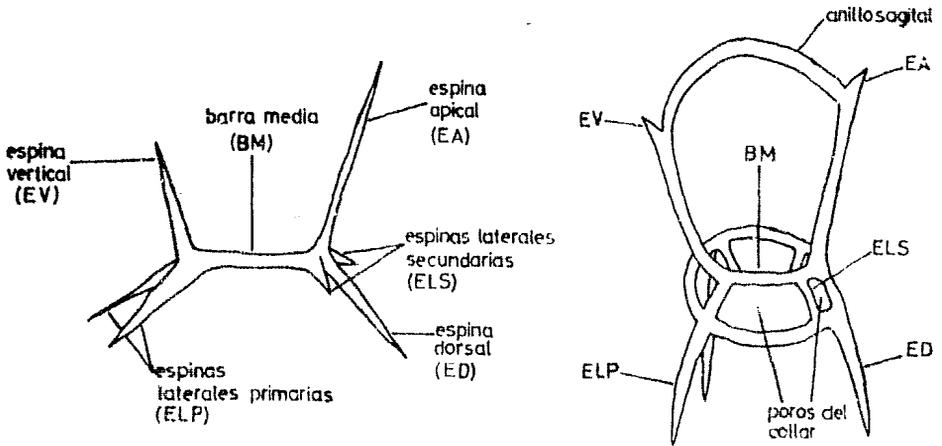


Fig. 2. - Esquemas idealizados de los elementos fundamentales del esqueleto de los naselarios. A. - Elementos básicos y su terminología. B. - Interconexiones entre los elementos básicos (Tomado de Kling, -- 1978, p. 215, fig. 9 A, B).

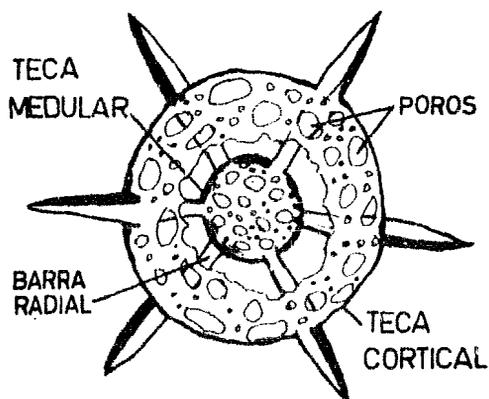


Fig. 3. - Terminología de los elementos que componen la estructura del esqueleto de los espumelarios.

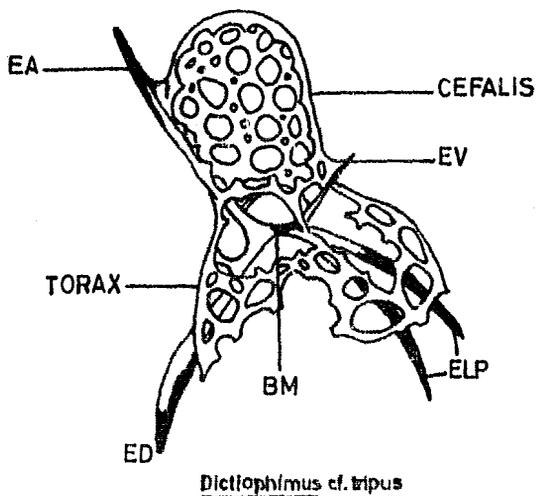


Fig. 4. - Terminología de los segmentos que componen la estructura del esqueleto de los naselarios (Tomado de Benson, 1966, p. 91, fig. 8 c).

### Estructura de la pared.

Los tipos básicos de la estructura de la pared son: La reticulada, la esponjosa y la de placa perforada. La pared reticulada consiste de una red de barras formando poros cercanamente espaciados cuya forma básica es usualmente hexagonal, pero la disposición del sílice dentro de ellos produce contornos redondeados. La forma de los poros y la distribución son constantes en cada especie, y son usados con propósitos taxonómicos.

La pared esponjosa es un entrelazado de barras relativamente delgadas en una espesa red tridimensional, usualmente irregular.

La pared de placa perforada es sólida, uniformemente delgada penetrada por poros que se encuentran muy espaciados.

### Fisiología.

#### Simbiosis

Los radiolarios pueden hospedar dinoflagelados simbiotes conocidos colectivamente como zooxantelas (Taylor, 1974).

Tal hecho ha sugerido indudablemente, que ellos reciban alguna nutrición de la actividad fotosintética de los simbiotes, dándoles a cambio dióxido

do de carbono para su metabolismo. Además, las reacciones de intercambio gaseoso, podrían modificar la gravedad específica de líquidos, los que se cree que juegan un papel importante en el desplazamiento vertical observado en algunos radiolarios. Este tipo de simbiosis es denominada mutualista (Kling, 1978).

### Nutrición.

Los radiolarios se alimentan de varios tipos de organismos planctónicos, como microflagelados y otros protozoarios, diatomeas y formas tan grandes y activas como copépodos.

Las algas simbióticas contribuyen a la nutrición de los radiolarios sosteniéndolos por períodos relativamente largos (aprox. 10-12 hrs. al día), es decir por el tiempo que la luz esté disponible para sustentar al alga (Kling, 1978).

### Reproducción.

En gran número de formas, se ha observado una sencilla división celular. En cultivo, es común la simple fisión binaria, sin embargo, parece ser que los radiolarios sufren una completa alternancia de fases reproductivas sexuales y asexuales observándose dimorfismo en el esqueleto (Kling, 1971), el que posiblemente es el resultado de una alternancia de generaciones.

## Ecología

Los radiolarios son exclusivamente marinos y se les encuentra en todos los océanos. No son frecuentes en aguas costeras poco profundas y hasta donde se conoce, todas las especies son planctónicas y generalmente de mar abierto. Los radiolarios parecen estar bien adaptados a aguas pelágicas, que van desde la región ecuatorial, hasta la región polar, y desde la superficie hasta la zona abisal. No obstante su máxima abundancia se encuentra en la base de la zona epipelágica (Petrushevskaya, 1971 b).

## Biogeografía

La distribución de los radiolarios en los océanos, así como la de otro tipo de plancton, parece estar influenciada por las masas de agua superficiales y subsuperficiales, las cuales son sostenidas por la circulación oceánica y a su vez son reflejadas por la distribución de radiolarios sedimentados. Por lo tanto, muchas asociaciones o conjuntos de radiolarios tienen varias especies en común, porque algunos de ellos presentan un carácter cosmopolita. Sin embargo, algunos policistinos parecen ser endémicos o indicadores de masas de agua particulares (Nigrini, 1970; Petrushevskaya, 1971 c; Moore, 1973 b; Renz, 1973).

### **Bioestratigrafía.**

Actualmente los radiolarios tienen una buena reputación como elementos bioestratigráficos y son reconocidos como uno de los grupos de microfósiles más importantes para elaborar correlaciones cronoestratigráficas (Foreman, 1968; Johnson y Knoll, 1974; Dunham y Murphy, 1975).

## PRESERVACION EN LOS SEDIMENTOS.

Los restos de los radiolarios juegan un papel importante en el ciclo del sílice en los océanos, ya que llegan a constituir hasta un 30% del sílice biógeno encontrado en los sedimentos marinos. Cuando esta proporción es tan alta se le denomina barro de radiolarios, y cubre solo ciertas áreas del fondo marino. La acumulación de sedimentos ricos en radiolarios depende de complejos procesos interrelacionados; los que afectan su productividad en el agua, su transferencia al fondo del océano, la preservación en los sedimentos y la dilución por otros componentes orgánicos e inorgánicos.

El sílice es soluble en agua de mar, así que algunos grupos de radiolarios en la columna de agua son disueltos antes de alcanzar el fondo. La tasa de disolución es mayor en las aguas superficiales, (< 1000m; Berger, 1968) y es selectiva con respecto a varios grupos taxonómicos. Los fósiles síliceos generalmente son mejor preservados donde la tasa de acumulación del sedimento es alta (0.273cm/año, en la Cuenca Guaymas; van Andel, 1964), particularmente con abundancia de constituyentes orgánicos. Presumiblemente, esto tiene el efecto combinado de cubrir rápidamente los esqueletos de las corrosivas aguas del fondo y amortiguar la disolución parcial por las aguas intersticiales que están más saturadas en sílice (Goll y Merinfeld, 1979).

En las regiones centrales de los océanos la productividad orgánica es baja, por lo que los radiolarios son muy raros o no se encuentran en los sedimentos. La abundancia de los radiolarios es escasa en los márgenes continen

tales también, porque estos son diluidos por aportes altos de material terrígeno (Benson, 1966).

## CARACTERISTICAS DEL GOLFO DE CALIFORNIA

### Morfología

El Golfo de California es casi rectangular y mide aproximadamente 1200 - km de largo, con un promedio de 150 km de ancho. La parte Oeste está limitada por la montañosa península de Baja California y la parte Este por una planicie desértica Cenozoica. Generalmente se acostumbra dividir al Golfo en dos zonas: La Norte a partir de la Isla Angel de la Guarda, con cuencas de aproximadamente 1500 y 500 m de profundidad máxima, observándose hacia el Noroeste el delta del Rfo Colorado y la Sur, que se compone de una serie de cuencas con profundidades que van desde los 980 m en el Norte hasta 3700 m en el extremo Sureste.

La plataforma continental del Golfo en el lado Este varía de 5 a 20 km de anchura, presentando varios deltas. En la parte Oeste, la plataforma tiene 100 m de ancho, estando cortada por un talud rocoso (Chávez, 1977).

### Origen

El Golfo de California se consideró como una parte hundida del continente, hasta que estudios posteriores por sondeos gravimétricos mostraron que es una parte estructural del Océano Pacífico. En el Golfo la discontinuidad de Mohorovicic se encontró a una profundidad de 10 - 11 km, lo que es

compatible con los océanos y no con los continentes. El Golfo presenta fallas transformantes como la de San Andres, que corre a todo lo largo, desde el Noroeste hasta el Sureste (Chávez, 1977).

## Salinidad

### Distribución horizontal

La evaporación es responsable de la alta salinidad del agua del Golfo (34.8‰ - 36‰), ya que ésta excede a la precipitación durante todos los meses del año. Sobre la superficie de la boca, Roden (1958) estimó una evaporación de  $1.7 \times 10^4 \text{ m}^3 / \text{a}$ .

Las salinidades a una profundidad de 10m fluctúan entre 35.0‰ y 35.8‰ en los dos tercios Norte del Golfo, siendo de 1‰ a 2‰ superiores a aquellas de latitudes comparables fuera del Golfo.

Las salinidades más bajas están establecidas en las bocas de los ríos Mayo y Yaqui (fig. 6) en la región Sureste del Golfo durante el tiempo de lluvias (de junio a octubre), mientras que las salinidades más elevadas aparecen en las bahías aisladas y poco profundas, donde la evaporación es extrema.

### Distribución vertical

La distribución vertical de propiedades físicas en el Golfo está muy in--

fluenciada por la comunicación que éste guarda con el Océano Pacífico, sobre todo en la región comprendida entre la boca y el Sur de las Islas Tiburón y Ángel de la Guarda; a tal grado, que abajo de la termoclina (entre 50 y 150m), el agua es esencialmente la misma que en el Pacífico Ecuatorial. Arriba de la termoclina, Roden y Groves (1959) refieren el "Agua del Golfo", la cual es agua ecuatorial que ha sido transformada por evaporación. La distribución de la temperatura, salinidad y concentración de oxígeno en este cuerpo de agua es complicado por la presencia de las surgencias a lo largo de las costas; en el Este durante el invierno y en el Oeste en el verano.

Al finalizar el verano, en la parte Este media del Golfo hay un mínimo de salinidad entre los 25 y 75m lo que probablemente representa una corriente superficial que penetra al Golfo fluyendo hacia el Norte a lo largo de la costa. Asimismo hacia el lado de Baja California se observa un máximo en salinidad que probablemente representa un movimiento hacia el Sur, de agua de las regiones del Norte del Golfo o bien de Bahía Concepción (fig. 6), la cual tiene una salinidad muy alta de 36.3‰ (Roden, 1964).

## Clima

El clima y la oceanografía del Golfo de California están resumidos por Roden (1958, 1964), Roden y Groves (1959) y Byrne y Emery (1960). El clima en la costa Norte es seco y casi desértico con un promedio de precipitación anual

menor de 10 cm, en la región media es de estepa seca y moderado, siendo el promedio anual de precipitación de 10-25 cm y a ambos lados de la "boca" es sabana tropical y su promedio anual de precipitación es de 50-75 cm o más. En general, en la costa Oeste del Golfo solo se recibe la mitad de la lluvia que ocurre en la costa Este (Roden, 1958).

La fluctuación en el promedio anual de la temperatura del aire en Cabo Corrientes es de alrededor de 6° C; en enero es de 22° C y en julio de 28° C. En la costa de México entre las latitudes 20° N y 21° N cercano a la boca del Río Colorado esta fluctuación es de 20° C; en enero el promedio es de 14° C y en julio de 34° C.

Los vientos en el Golfo son extremadamente variables y son causantes de las surgencias costeras. Durante el invierno los vientos provenientes del Noroeste prevalecen hasta la entrada del Golfo, provocando surgencias a lo largo de la costa Este. Durante el verano, prevalecen los vientos provenientes del Sureste en la mitad Sur del Golfo. No obstante, durante uno o dos meses éstos se extienden hasta la mitad Norte, provocando surgencias a lo largo de la costa Oeste (Roden y Groves, 1959).

Los huracanes que penetran en el Golfo, ocurren principalmente, durante septiembre y octubre, disipándose antes de alcanzar las Islas Tiburón y Ángel de la Guarda (Benson, 1966).

## Surgencias y productividad biológica

Las áreas de surgencias están localizadas principalmente en el sotavento - de cabos, puntas e islas. El agua que surge es de baja temperatura y normal - mente de baja salinidad, excepto a lo largo de la costa Oeste, donde a una profundidad de 50 m existe una salinidad máxima intermedia.

En estas áreas o zonas de surgencias costeras, así como en las regiones - de fuertes mezclas causadas por corrientes mareográficas (ejem. el Canal de Sal si Puedes), se observan florecimientos muy abundantes de plancton. van An del (1964) afirma, con base en datos disponibles de florecimientos planctónicos y por lo tanto de productividad orgánica, que las zonas de surgencia se sitúan - principalmente a lo largo de los márgenes del Golfo, sobre las áreas del talud continental, Roden (1958) establece que las surgencias son importantes en el - Golfo como un medio de reabastecimiento de nutrientes hacia las capas superfi - ciales. Apparently, la fuerte mezcla de mareas es igualmente importante a este respecto.

Revelle (1950) indica que las aguas profundas del Golfo contienen frústulas de diatomeas en abundancia y poco disueltas, en contraste con el mar abierto. - Las determinaciones del sílice disuelto indican que las aguas profundas tienen - alrededor de 30% más sílice en solución que aquellas de mar abierto. La canti - dad de sílice en aguas profundas se incrementa de la boca del Golfo al Oeste de

Guaymas en el Golfo Central. Revelle estima que la población de diatomeas en esta región no se disuelve debido a que las aguas profundas se encuentran más próximas al nivel de saturación del sílice. Ningún espécimen de radiolarios en los sedimentos colectados en el Golfo muestran algún indicio de disolución.

Revelle (1950), Byrne y Emery (1960) y van Andel (1964) concluyen que el Golfo de Baja California actúa como un receptáculo de sílice del Pacífico, cuyas aguas ricas en sílice, penetran al Golfo a profundidades moderadas y son llevadas a la superficie por medio de las surgencias.

#### Masas de agua

La estructura oceanográfica del Golfo de California está supeditada a intercambio entre el agua formada dentro del mismo Golfo y la del Océano Pacífico. Luego entonces es complicada, ya que comprende variaciones anuales y estacionales que aún no están claramente entendidas (Roden, 1972). Sin ahondar en esta complejidad, sin embargo, es posible distinguir tres masas de agua en la superficie, por arriba de los 200 m (Griffiths, 1965, 1968; Stevenson, 1970; Warsh y Warsh, 1971; Roden 1972; Warsh, Warsh y Staley, 1973; Alvarez-Sánchez, 1974). Estas masas de agua son: El agua de la Corriente de California, el Agua Ecuatorial y el Agua del Golfo.

El agua de la Corriente de California es fría y caracterizada por bajas sa-

linidades ( $22^{\circ}$  C,  $34.6\text{‰}$ ). Esta masa de agua fluye hacia el sur a lo largo de la costa Oeste de Baja California y se ha observado que parte de esta corriente gira hacia el Este rodeando la punta de la península y penetrando hacia el Golfo. La extensión y dimensión de esta incursión depende de la estación y año de observación (Stevenson, 1970; Alvarez - Sánchez, 1974).

La segunda masa de agua superficial con origen fuera del Golfo es el Agua Ecuatorial, llamada así por Stevenson (1970). Esta agua es caliente (frecuentemente  $25^{\circ}$  C) y está caracterizada por salinidades intermedias ( $34.6\text{‰}$ ). Durante los meses de verano, la porción Norte de esta masa de agua llega arriba de la punta de Baja California, aparentemente limitando la influencia de la Corriente de California (Stevenson, 1970; Wyrcki, 1965).

La tercera masa de agua observada por arriba de los 200 m es la llamada Agua del Golfo. Esta agua tiene su origen en el mismo Golfo, probablemente al Norte de la latitud  $25^{\circ}$ N, y está formada por evaporación del Agua del Pacífico Ecuatorial (Stevenson, 1970).

Dentro del Golfo, al Norte de la latitud  $25^{\circ}$ N, la única masa de agua observada por encima de la termoclina es Agua del Golfo (Roden y Groves, 1959), con la posible excepción de los remolinos del Agua de la Corriente de California, la cual puede persistir hasta el Norte de Topolobampo.

## M E T O D O L O G I A

### Muestreo

Para determinar la distribución geográfica de los grupos de radiolarios co rrespondientes a la parte central del Golfo de California, fueron utilizadas las muestras sedimentarias superficiales recolectadas por el Dr. Adolfo Molina - Cruz en el año de 1979. Las muestras se colectaron por medio de una draga- mecánica la cual es sumergida por gravedad hasta chocar con el fondo. En es- te instante, se libera el disparador que sujeta las tenazas de la draga cerrándo- la con la muestra sedimentaria en su interior, para posteriormente recuperar- la. Algunas muestras fueron eliminadas del estudio faunfstico dado que los ra- diolarios en esas zonas eran muy escasos. Las 37 muestras de sedimento su- perficial utilizadas para determinar la distribución de los radiolarios, se en- cuentran localizadas en la figura 7 y son listadas en la tabla 3.

Se conoce que los movimientos significativos de los límites oceanográfi- cos producen cambios bioestratigráficos en la columna sedimentaria, que a su vez pueden ser interpretados paleo-oceanográficamente. En este estudio se se- leccionaron dos núcleos para este fin. Su posición geográfica permite estable- cer una correlación estratigráfica entre ambos lados de la cuenca de Guaymas y considera la distribución de los grupos de radiolarios, y el comportamiento de algunos parámetros atmosféricos y oceanográficos en el presente. La posi- ción de los núcleos es:

BAV 79	E-9	27°53. 2'N	111°37. 2'W	Prof. 660 m
BAV 79	B-28	26°42. 5'N	111°24. 5'W	Prof. 712 m

### Preparación y conteo de las muestras

Para preparar los portaobjetos conteniendo a los radiolarios se utilizó la técnica desarrollada por Moore (1973a) y Molina-Cruz (1978). Las muestras fueron tratadas inicialmente con ácido clorhídrico (HCl) para remover los carbonatos y posteriormente con peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) para dispersar las partículas agregadas y remover la materia orgánica.

Algunas muestras fueron colocadas en un baño ultrasónico por 10 segs. , -- para "despegar" el sedimento fino alrededor y en las tecas de los radiolarios. Después, las muestras se tamizaron y lavaron a través de cedazos de 400 µm y 62 µm (micrómetros) sobrepuestos. La porción retenida en el tamiz de 62 µm fué vertida dentro de un vaso de precipitados con 600 ml de agua destilada y en el fondo un portaobjetos montado sobre un anillo de teflón. Con un agitador delgado de plástico se mezclaron y suspendieron perfectamente todas las partículas. Después de que los granos y los radiolarios se habían asentado, el agua fué sifonada cuidadosamente hasta dejar el nivel del agua en el vaso de precipitados por abajo del portaobjetos sostenido en el anillo de teflón. El agua remanente en las placas fué posteriormente evaporada con lámparas de focos gran-

des . Se agregó xileno y balsamo de Canadá al portaobjetos como medio de montaje, se colocó el cubre objetos y se dejó secar la muestra a 55° C por 24 horas .

Basándonos en estudios anteriores del Golfo de California (Benson, 1966; - - Moore, 1973 b; Molina - Cruz, 1975, 1982), se elaboró un cuadro taxonómico con 53 especies (tabla 2), como base del estudio ecológico; es decir, que se considera que dichas especies son magníficos indicadores ambientales. Con esta - - idea en mente se procedió al conteo de las muestras para estimar la abundancia relativa (%) de cada especie.

Existe una gran diversidad de radiolarios colectados en los sedimentos del Golfo (180 especies, Benson, 1966). Sin embargo, muchas de las especies nunca comprenden más de 2% del total de radiolarios presentes en una muestra.

Quinientas tecas de radiolarios, por lo menos, fueron contadas por portaobjeto - muestra, a no ser que presentaran menos como en el caso de las muestras superficiales; de éstas, hubo necesidad de contar cuatro portaobjetos por muestra. Cuando no se contaron al menos 60 radiolarios en una muestra, ésta se deshechó del estudio dado que no era representativa. En el proceso de conteo solo se consideraron a los espumelarios que presentaron más de la mitad de su teca externa o la teca interna completa. En el caso de los naselarios fué siempre requisito el observar el céfalís (figs. 3, 4).

TABLA 2. LISTA DE ESPECIES.

## ESPUMELARIOS

- S1 Anomalacantha dentata  
 S2 Cenosphaera spp.  
 S3 Dictyocorine truncatum  
 S4 Drupptractus irregularis  
 S5 Drupptractus cf. Pyriformis  
 S6 Euchltonia furcata  
 S7 Euchltonia spp.  
 S8 Hellodiscus asteriscus  
 S9 Hexacontium entacanthum  
 S10 Hexacontium laevigatum  
 S11 Hexastylus triaxontus  
 S12 Hymenlastrum euclidia  
 S13 Larcopyle butschlii  
 S14 Lithellus minor  
 S15 Ommatartus tetratalamus  
 S16 Phorticium pylontum cleve  
 S17 Polisolenia murrayana  
 S18 Porodiscus sp. B1.  
 S19 Porodiscus sp. B2.  
 S20 Spongopyle osculosa  
 S21 Spongotrochus glacialis  
 S22 Spongotrochus venustum  
 S23 Stylocalamidium asteriscus  
 S24 Stylodictia validispina  
 S25 Tetrapyle octacantha  
 S26 Espum. no identificados

## NASELARIOS

- N1 Botryostrobos aquilonaris  
 N2 Botryostrobos auritus/australis  
 N3 Botryostrobos cf. cornutella  
 N4 Coracaliptra cervus  
 N5 Cornutella profunda  
 N6 Dictyoceras acanthicum  
 N7 Dictyophimus gracilipes  
 N8 Dictyophimus infabricatus  
 N9 Dictyophimus platicephalus  
 N10 Dictyophimus cf. tripus  
 N11 Eucyrtidium acuminatum  
 N12 Eucyrtidium hexagonatum  
 N13 Helotholus histicosa  
 N14 Lamprocyrtis nigriniae  
 N15 Lithomellissa cf. galeata  
 N16 Lithomellissa hystrix  
 N17 Lithomellissa thoracites  
 N18 Lophophaena cf. capito  
 N19 Peridium longispinum  
 N20 Peridium sp.  
 N21 Phormospyris stabilis scaphipes  
 N22 Pseudocubus obelliscus  
 N23 Pterocantum sp.  
 N24 Pterocorys minithorax  
 N25 Pterocorys zancleus  
 N26 Theocaliptra bicornis  
 N27 Theocaliptra davisiana  
 N28 Theophilum tricostatum  
 N29 Nas. no identificados.

## Tratamiento matemático de los datos

Para abreviar el análisis de la distribución de un gran número de especies y determinar con mayor precisión su respuesta a las condiciones ecológicas, se optó por definir conjuntos, utilizando el procedimiento matemático conocido como análisis de factores en su modo -Q.

Este procedimiento fué usado inicialmente por Imbrie y Kipp (1971) para foraminíferos y posteriormente adaptado por Sachs (1973a) para los radiolarios. El análisis de factores en su modo -Q no solo depura la composición de especies de diferentes conjuntos, sino que también permite definir la distribución geográfica de dichos conjuntos. Analizando la distribución de los conjuntos de radiolarios se puede deducir que efectos climáticos-oceanográficos influyen en ellos.

En este trabajo para desarrollar el análisis de factores en su modo -Q se utilizó el programa de computación CABFAC elaborado por Klován e Imbrie (1971) y adaptado por el maestro Alejandro Alvarez (1982) al sistema de cómputo de la UNAM. Una explicación detallada del análisis de factores en su modo -Q es dado por Harmon (1967). En este análisis la variabilidad de cada una de las muestras está expresada como una combinación de vectores matemáticamente ortogonales, llamados factores. Las variables consideradas son los porcentajes, en cada muestra, de cada una de las especies de radiolarios conside

radas en el cuadro taxonómico.

Los factores se consideran conjuntos o grupos de especies, cuya presencia en una muestra - localidad es medible, de acuerdo a la matriz de varianzas - máxima ( matriz - B; tabla 3). Geográficamente, si estas medidas son variadas concordantemente en un mapa, éstas se pueden contornear y por lo tanto establecer la distribución de un conjunto o factor. Estratigráficamente, dichas medidas son graficadas para determinar el comportamiento de estos conjuntos - a través del tiempo.

Generalmente es deseable conocer cuales son las especies más importantes en cada conjunto, aunque sabemos que algunas de ellas pueden estar presentes en más de uno. El análisis de factores en su modo - Q nos indica mediblemente, a través de la matriz - F, (tabla 4) la participación de cada una de las especies en cada conjunto. Luego entonces, de acuerdo al puntaje acumulado en dicha matriz, es posible inferir cuales son las especies más importantes en cada conjunto; así como cuál es su asociación más común, y mediante un proceso más analítico, inferir cual es el ambiente donde ocurre en mayor cantidad.

Para determinar la significancia ecológica de los conjuntos se analizó -- comparativamente, la similitud distribucional que existe entre éstos y diversos parámetros oceanográficos: temperatura, salinidad y concentración de nutrientes.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Distribución geográfica de los conjuntos de radiolarios

Dado que las muestras de sedimento proceden de la superficie del suelo marino, y tomando en cuenta que la tasa de sedimentación que existe en la cuenca de Guaymas es de aproximadamente 0,27 cm/año (van Andel, 1964), se asume que la distribución de los conjuntos de radiolarios, en esta zona, reflejen un cuadro oceanográfico con características del presente.

Como se ha mencionado en páginas anteriores, los principales parámetros que intervienen en la distribución geográfica de los radiolarios, así como de otro tipo de organismos planctónicos son; la temperatura, la batimetría, la salinidad y la disposición del alimento (Casey, 1966; Petrushevskaya, 1975; Renz, 1973; y Robinson, 1973).

La relación que existe entre la distribución de los conjuntos de radiolarios y las masas de agua ha sido demostrada por diversos autores (Moore, 1973 b; Sachs, 1973 b; Molina-Cruz, 1975).

En este estudio, fué utilizado el análisis de factores en su modo -Q (ver métodos) para definir cuatro conjuntos de radiolarios en la Cuenca de Guaymas. En este modelo se explica el 86,1 % de la varianza utilizando 53 especies de radiolarios (ver tabla 2) y 37 muestras de sedimentos superficiales (fig. 7). La distribución geográfica de estos conjuntos de radiolarios ó factores está rela-

cionada con la circulación oceánica superficial y sus masas de agua asociadas. Por tanto, cada conjunto o factor se denominará de acuerdo con las características oceanográficas con las que está relacionado.

El primer factor "Guaymas Sur" (fig. 8) explica el 34.8% de la varianza de las muestras y domina en la región Sur de la cuenca. En esta región hay penetración de aguas "cálidas" (25° C) del Pacífico Ecuatorial (Stevenson, 1970), por lo que no es una sorpresa observar que la especie Tetrapyle octacantha (fig. 9; tabla 4) es dominante. Esta especie, ha sido reportada a ocurrir abundantemente en las aguas cálidas subtropicales (Dinkelman, 1974; Molina - Cruz, 1975).

El segundo factor (fig. 10) se localiza particularmente en las costas, señalando las zonas donde ocurren surgencias. Este fenómeno se caracteriza por presentar aguas relativamente más frías que las adyacentes, ya que estas son acarreadas desde la subsuperficie hacia la superficie.

El factor indicativo de "Surgencias" explica el 18.3% de la varianza de las muestras, distribuyéndose en las localidades donde Roden y Groves (1959) y van Andel (1964) anteriormente habían indicado ocurrencia de surgencias. La distribución de la especie Druppatractus pyriformis (fig. 11; tabla 4) está relacionada con este tipo de fenómenos, ya que se encuentra abundante en áreas de surgencias costeras, y es apoyada por los trabajos realizados por Benson -

(1966), Gil-Silva (1981) y Alvarez-Arellano (1982).

El tercer factor (fig. 12) es denominado "Guaymas Norte", por encontrarse extensamente distribuido en la región Norte de la Cuenca de Guaymas. Este explica el 28.4% de la varianza de las muestras. La región Norte de Guaymas está influenciada por la masa de agua que algunos autores han llamado del "Golfo Central" (Round, 1967; Molina-Cruz, 1983). Dicha masa de agua es originada por alteración del agua del Pacífico Ecuatorial mediante procesos de evaporación (Stevenson, 1970). Además en la región Norte de la Cuenca de Guaymas ocurre una intensa mezcla de aguas que es causada por las corrientes de marea, influenciadas batimétricamente, ya que allí ocurre una transición de profundidades de miles de metros a cientos de metros.

La especie más importante en este conjunto es Lithomelissa hystrix fig. 13; tabla 4) cuya distribución es muy similar a la contorneada para el factor en cuestión.

La distribución de L. hystrix está de acuerdo con los trabajos realizados por Benson (1966) y Alvarez - Arellano (1982).

El cuarto factor (fig. 14) denominado "Frente Oceánico" explica el 4.6% de la varianza de las muestras y es dominante en el extremo Sur de la región estudiada. Ha sido argumentado que hasta esta localidad penetran subsuperficialmente las aguas relativamente frías de la Corriente de California (Alvarez

- Arellano, 1982; Molina - Cruz, 1983), emergiendo principalmente en zonas de surgencias, al occidente del Golfo. Este fenómeno crea frentes oceánicos al rededor de centros de surgencias que actúan como regiones ecológicas claramente definidas.

La especie más importante en el factor "Frente Oceánico" es Theocaliptra davisiana (fig. 15 tabla 4). Por consiguiente éste estudio está de acuerdo con las sugerencias elaboradas por Molina-Cruz (1983) y Alvarez - Arellano (1982) de que la especie T. davisiana tiene afinidades con las masas de agua asociadas a sistemas frontales.

#### Correlación estratigráfica

Las investigaciones paleoecológicas de radiolarios han sido llevadas a cabo en varias regiones del mundo, en el Pacífico por Kruglikova (1969), Nigrini (1968, 1970), Casey (1971b), Petrushevskaya (1971c), Molina - Cruz (1982); en el Atlántico: Goll y Björklund (1971, 1974); y en el Indico: Nigrini (1967) y Petrushevskaya (1971 d).

Acorde con las condiciones climáticas, aparentemente las fluctuaciones paleoecológicas han sido más marcadas en latitudes medias que en latitudes tropicales (Goll y Merinfeld, 1979). Sin embargo, ciertas especies de radiolarios como Theocaliptra davisiana (fig. 5) han demostrado ser buenos indicado

res estratigráficos en latitudes "bajas" (Molina - Cruz, 1975, 1982).

Hays (1965) inició los estudios de polictstinos como indicadores climáticos y delineó intervalos estratigráficos, definiendo asociaciones de especies "frías" y "calientes" a lo largo de columnas sedimentarias.

En el presente trabajo, se definió una correlación bioestratigráfica (fig. 16) basada en las variaciones de las abundancias relativas de la especie Druppa - tractus pyriformis (fig. 5).

Se asumió una gran confiabilidad en los conteos de esta especie, ya que es más o menos abundante, fácil de reconocer y su apariencia distintiva hace improbable una mala determinación.

Este control estratigráfico fue apoyado por el análisis de radiocarbono catorce ( $C^{14}$ ) de algunas de las muestras sedimentarias del núcleo E-9 (ver fig. 16). Dichas muestras provienen del subsuelo a niveles de 20 cm (950 años), 37.5 cm (1000 años), 117.5 cm (1680 años) y 185 cm (2100 años) de profundidad.

La especie Druppatractus pyriformis ha sido reportada por Benson (1966), Gil - Silva (1981) y Alvarez - Arellano (1982) como abundante en áreas de surgencias costeras. Estas áreas se caracterizan por presentar aguas ricas en nutrientes y temperaturas relativamente más frías que las aguas adya-

centes; por lo tanto, los cambios ambientales sucedidos a través del tiempo - están referidos a las abundancias relativas de esta especie a lo largo de una co lumna sedimentaria del Golfo de California.

En las curvas generadas para los núcleos E-9 y B-28 se identifican claramente cuatro estadios; dos se consideran estadios de surgencias, con máxi -- mos entre los niveles 30.5 cm - 90.5 cm (470 años), 154.5 cm - 182.5 cm -- (190 años), y dos estadios de intersurgencias, entre los niveles 00.0 cm -30.5 cm (980 años), 90.5 cm - 154.5 cm (460 años) aproximadamente.

#### Distribución estratigráfica de los conjuntos de radiolarios

La distribución geográfica de los conjuntos de radiolarios definidos en este trabajo, al igual que en otros estudios (Benson, 1966; Nigrini, 1968, 1970; - Petrushevskaya, 1971 c; Moore, 1973 b; Sachs, 1973 b; Molina - Cruz, 1975, - - 1982), reflejan la oceanografía de las capas superficiales, en especial la de la circulación y sus masas de agua asociadas.

La variación de estos conjuntos o factores a través del tiempo está basada en el análisis de las muestras a lo largo de los núcleos E-9 y B-28.

El primer factor denominado "Guaymas Sur" (fig. 17) es dominante en - - aquellos estadios que se han designado como intersurgencias. Su distribución-

estratigráfica de abundancia es regularmente opuesta a la de la especie Druppa tractus pyriformis (fig. 16). Tal comportamiento es coherente con su peculiaridad ambiental, particularmente lo térmico; ya que es de esperarse que cuando se incrementan las surgencias, baje la temperatura cerca de la costa y este conjunto se "inhiba". Por el contrario cuando las surgencias amainan su intensidad.

El segundo factor, indicador de "Surgencias" (fig. 17), es relativamente similar al patrón de distribución de Druppatractus pyriformis; esta similitud aparece principalmente, en los estratos más recientes (< 1450 años). La distribución vertical del factor "Surgencias" es opuesta a aquella del factor "Guaymas Sur". Este "antagonismo" permite reafirmar la relación térmica que guardan estos dos conjuntos de radiolarios antes argumentada, es decir: cuando las surgencias se incrementan, y aparecen más prominentes, la presencia del agua proveniente del Pacífico Ecuatorial se ve disminuida y viceversa.

Este fenómeno está mejor representado en la curva generada para el núcleo B-28, que en la del E-9.

El tercer factor "Guaymas Norte" (fig. 18) domina en aquellos intervalos en los que las surgencias disminuyen su señal. Este conjunto, debido a su localización geográfica, está mejor representado en el núcleo E-9 que en el B-28.

El cuarto factor, "Frente Oceánico" (fig. 18), es observado claramente -

en los estratos denominados de surgencias; principalmente en el más reciente (< 1450 años). El comportamiento estratigráfico de este conjunto, es en general, contrario al factor "Guaymas Sur", indicando por lo tanto, la alternancia de incursiones de la masa de agua del Pacífico Ecuatorial y de la Corriente de California.

Al igual que su distribución geográfica, la distribución vertical de este factor es apoyada por el comportamiento de la especie Theocaliptra davisiana (fig. 16), estando mejor representada en el núcleo B-28.

## ESPUMELARIOS



## NASELARIOS



FIG. 5. - Radiolarios. (La barra equivale a 100  $\mu$ m). 1., 2. Druppatractus cf. pyriformis (Bailey). 3., 4. Tetrapyle octacantha Müller. 5. Lithomelissa hystrix Jørgensen. 6., 7., 8. Theocaliptra davisiana (Ehrenberg).

TABLA 3. MATRIZ-B (DISTRIBUCION GEOGRAFICA)

	ESTACION MUESTREO	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4
1	L049	0.847	-0.324	0.324	0.015
2	L053	0.715	-0.454	0.454	0.094
3	L056	0.782	-0.332	0.412	0.088
4	L058	0.190	-0.073	0.173	0.891
5	L062	0.797	-0.400	0.400	0.083
6	L063	0.844	-0.359	0.297	0.008
7	L066	0.765	-0.409	0.409	0.220
8	L070	0.625	-0.447	0.447	0.286
9	L074	0.782	-0.332	0.412	0.274
10	L077	0.783	-0.447	0.447	0.250
11	L081	0.693	-0.282	0.282	0.152
12	L087	0.848	-0.333	0.310	0.090
13	L092	0.581	-0.333	0.334	0.204
14	L096	0.208	-0.336	0.336	0.002
15	L100	0.680	-0.305	0.305	0.095
16	L109	0.760	-0.328	0.328	0.087
17	L113	0.420	-0.417	0.417	0.121
18	L115	0.490	-0.658	0.658	0.063
19	L118	0.437	-0.824	0.824	0.094
20	L121	0.428	-0.468	0.468	0.303
21	L123	0.278	-0.353	0.353	0.338
22	L131	0.234	-0.169	0.169	0.330
23	L133	0.248	-0.571	0.571	0.186
24	L139	0.313	-0.486	0.486	0.379
25	L145	0.374	-0.380	0.380	0.264
26	L149	0.555	-0.676	0.676	0.010
27	L151	0.658	-0.663	0.663	0.083
28	L153	0.491	-0.617	0.617	0.031
29	L155	0.603	-0.414	0.414	0.114
30	L157	0.690	-0.130	0.130	0.330
31	L158	0.328	-0.105	0.105	0.405
32	L162	0.819	-0.255	0.255	0.665
33	L170	0.497	-0.339	0.339	0.339
34	L180	0.545	-0.670	0.670	0.080
35	L186	0.305	-0.754	0.754	0.081
36	L190	0.451	-0.792	0.792	0.116
37	L194	0.404	-0.758	0.758	0.115
	VARIANZA	34.815	18.320	28.445	4.647

TABLA 4. MATRIZ-F (ESPECIES PREDOMINANTES)

VAR.	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4
V1	-0.023	-0.018	0.141	0.046
V2	0.022	-0.002	-0.013	-0.003
V3	0.010	-0.017	-0.013	-0.005
V4	0.267	0.155	0.116	-0.096
V5	0.225	0.012	0.052	-0.051
V6	0.013	0.013	0.029	-0.000
V7	0.096	0.035	0.062	0.001
V8	0.014	0.002	-0.001	-0.010
V9	0.258	-0.229	-0.191	0.107
V10	0.022	-0.048	-0.118	-0.006
V11	0.037	-0.024	-0.029	0.006
V12	0.032	0.002	-0.020	0.021
V13	0.054	0.074	0.150	0.102
V14	0.123	0.042	0.089	0.008
V15	0.056	-0.007	-0.010	-0.003
V16	0.735	-0.109	0.084	-0.125
V17	-0.001	-0.002	-0.000	-0.001
V18	0.121	-0.057	-0.075	-0.030
V19	0.090	-0.009	-0.030	-0.055
V20	0.011	0.005	-0.006	-0.010
V21	0.050	0.007	-0.002	-0.005
V22	0.076	0.051	0.166	0.083
V23	0.006	-0.003	0.030	-0.012
V24	0.003	-0.014	0.001	0.028
V25	0.244	0.087	0.003	0.179
V26	0.009	-0.026	-0.013	0.013
V27	0.017	-0.063	-0.024	0.025
V28	0.036	-0.099	0.173	0.045
V29	0.019	-0.038	0.050	0.019
V30	0.006	-0.022	0.024	-0.011
V31	0.014	-0.074	-0.032	0.035
V32	-0.014	-0.043	0.079	0.054
V33	-0.053	-0.009	0.036	-0.023
V34	-0.032	-0.021	0.162	-0.004
V35	0.000	0.003	0.028	-0.003
V36	0.173	0.020	0.248	0.169
V37	0.147	-0.008	0.001	0.006
V38	0.063	-0.059	0.036	-0.085
V39	0.153	-0.022	0.015	-0.051
V40	-0.073	-0.164	0.148	0.002
V41	-0.118	-0.013	0.793	-0.124
V42	-0.029	-0.519	0.010	-0.094
V43	-0.004	-0.038	-0.002	0.000
V44	-0.044	-0.683	-0.071	0.080
V45	-0.047	-0.232	0.174	-0.136
V46	0.099	-0.028	-0.002	-0.008
V47	-0.060	-0.190	-0.160	0.179
V48	0.032	-0.022	-0.009	-0.009
V49	0.003	0.002	0.004	-0.003
V50	0.044	0.005	0.006	-0.015
V51	0.005	-0.004	0.003	-0.089
V52	-0.028	0.023	0.057	0.877
V53	0.133	0.001	-0.026	-0.001

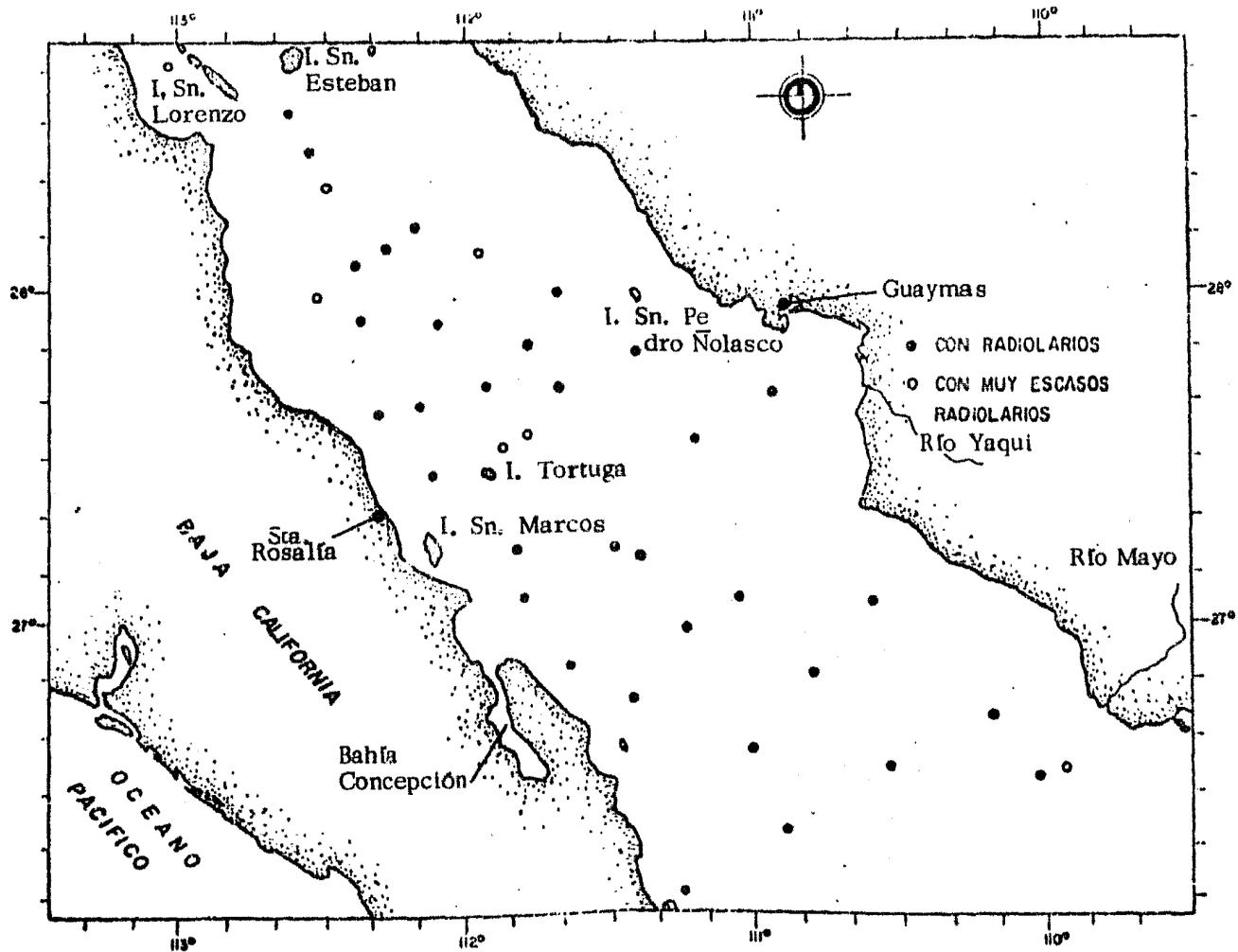


Fig. 6. - Localización del área de estudio, y de algunos sitios de referencia.

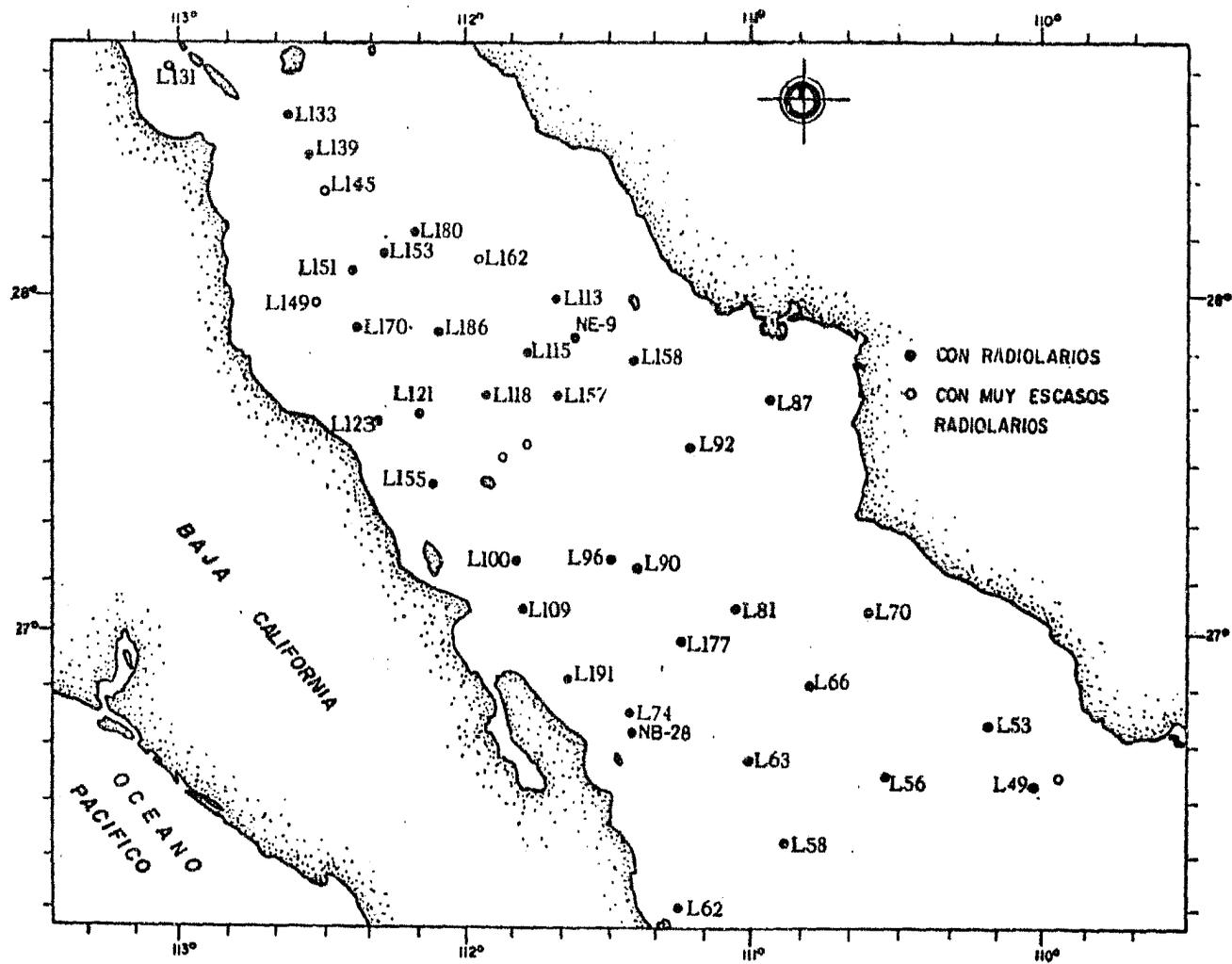


Fig. 7. - Localización de las estaciones de muestreo y de los núcleos.

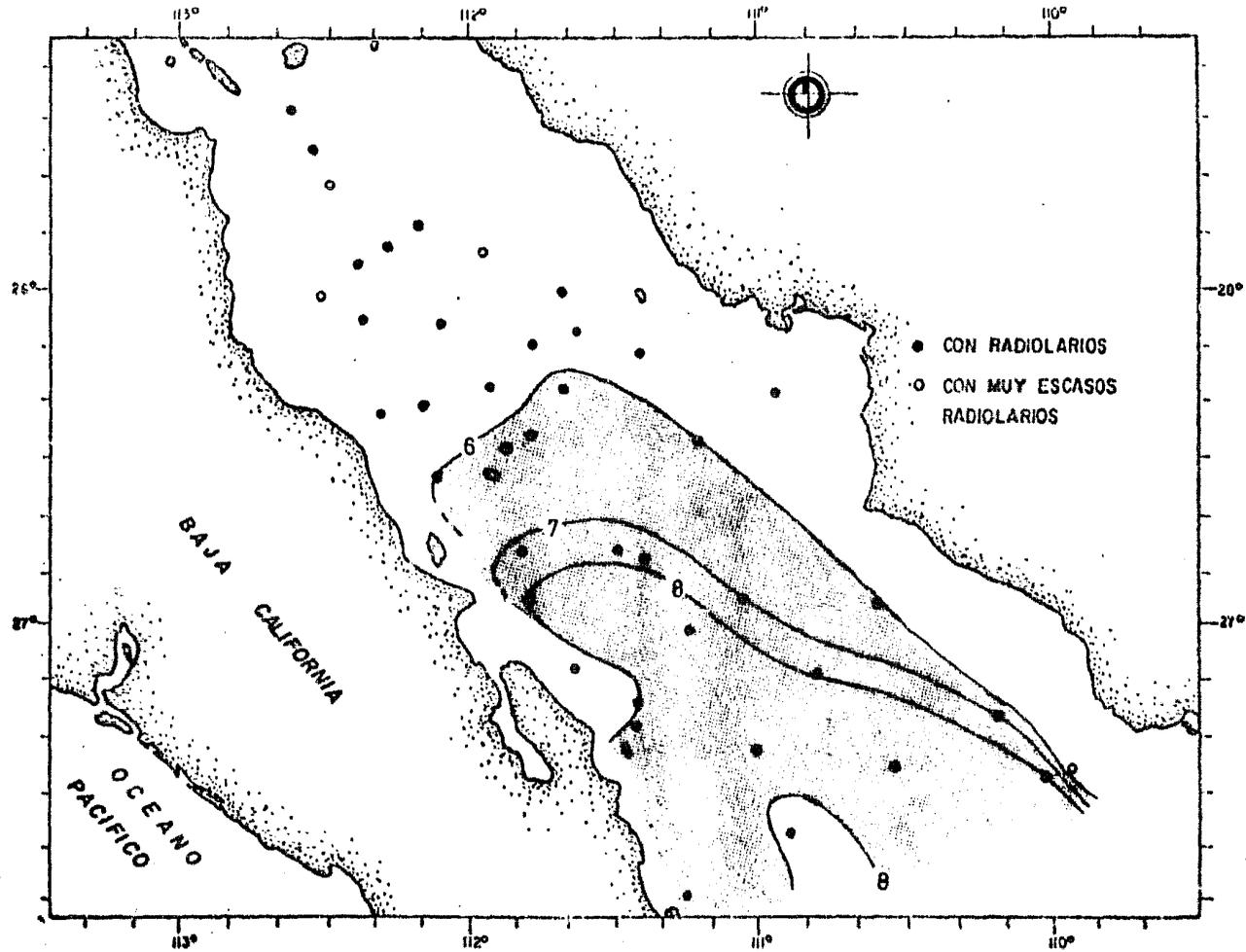


Fig. 8. - Distribución geográfica del conjunto "Guaymas Sur". Las áreas predominantes son consideradas por las isolfneas con valores - más altos.

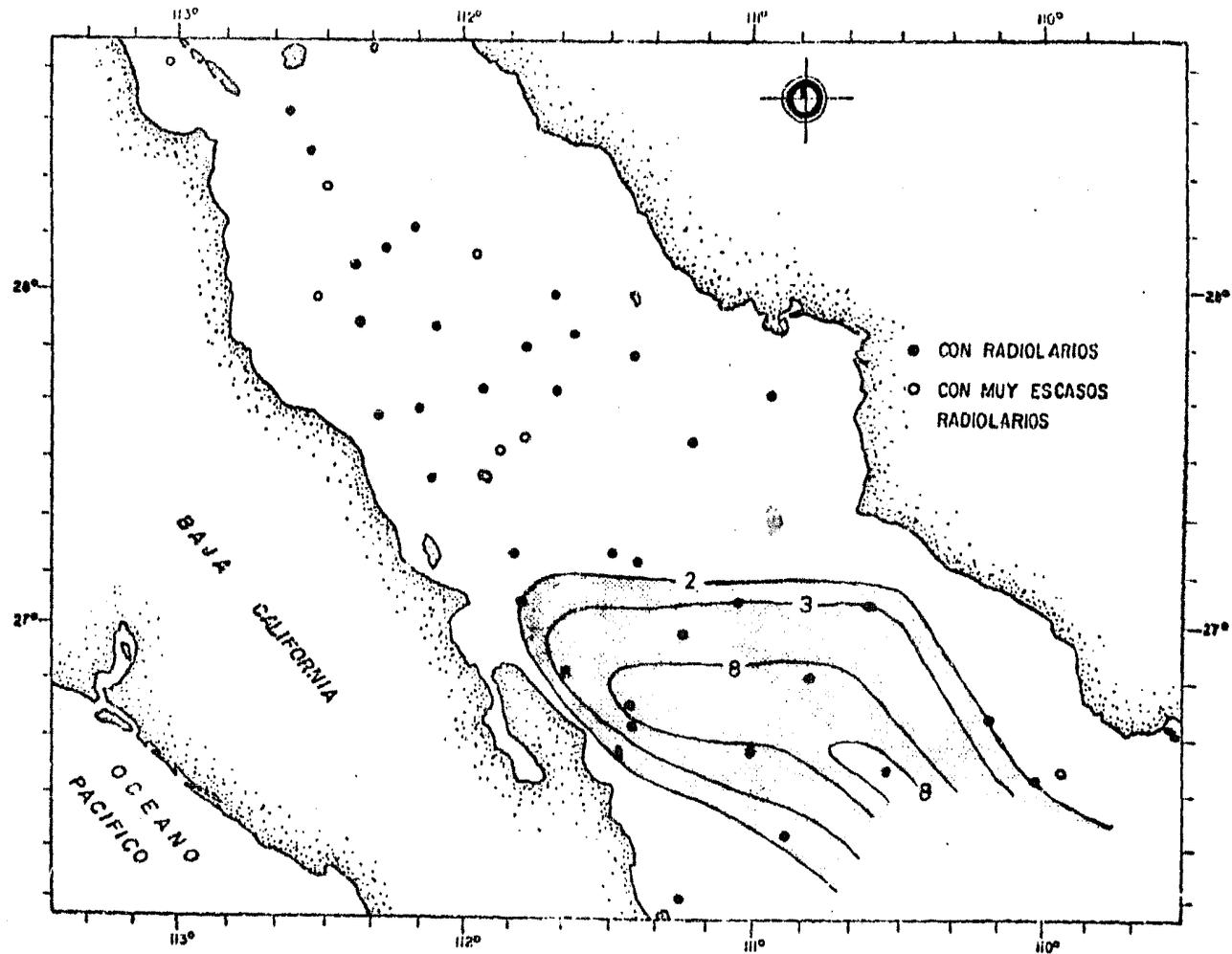


Fig. 9. - Distribución geográfica de la abundancia relativa de la especie *Tetrapyle octacantha*.

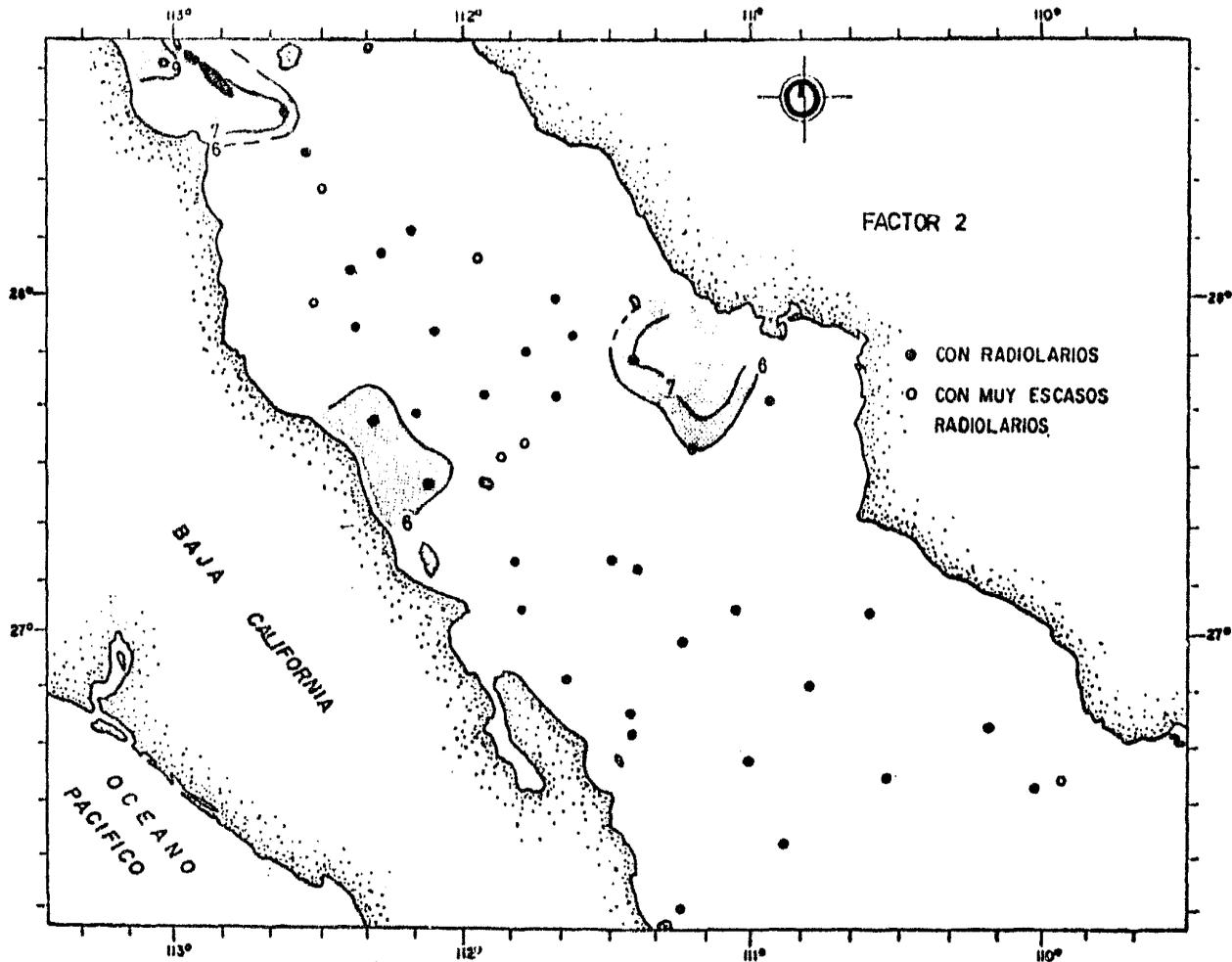


Fig. 10. - Distribución geográfica del conjunto "Surgecias".

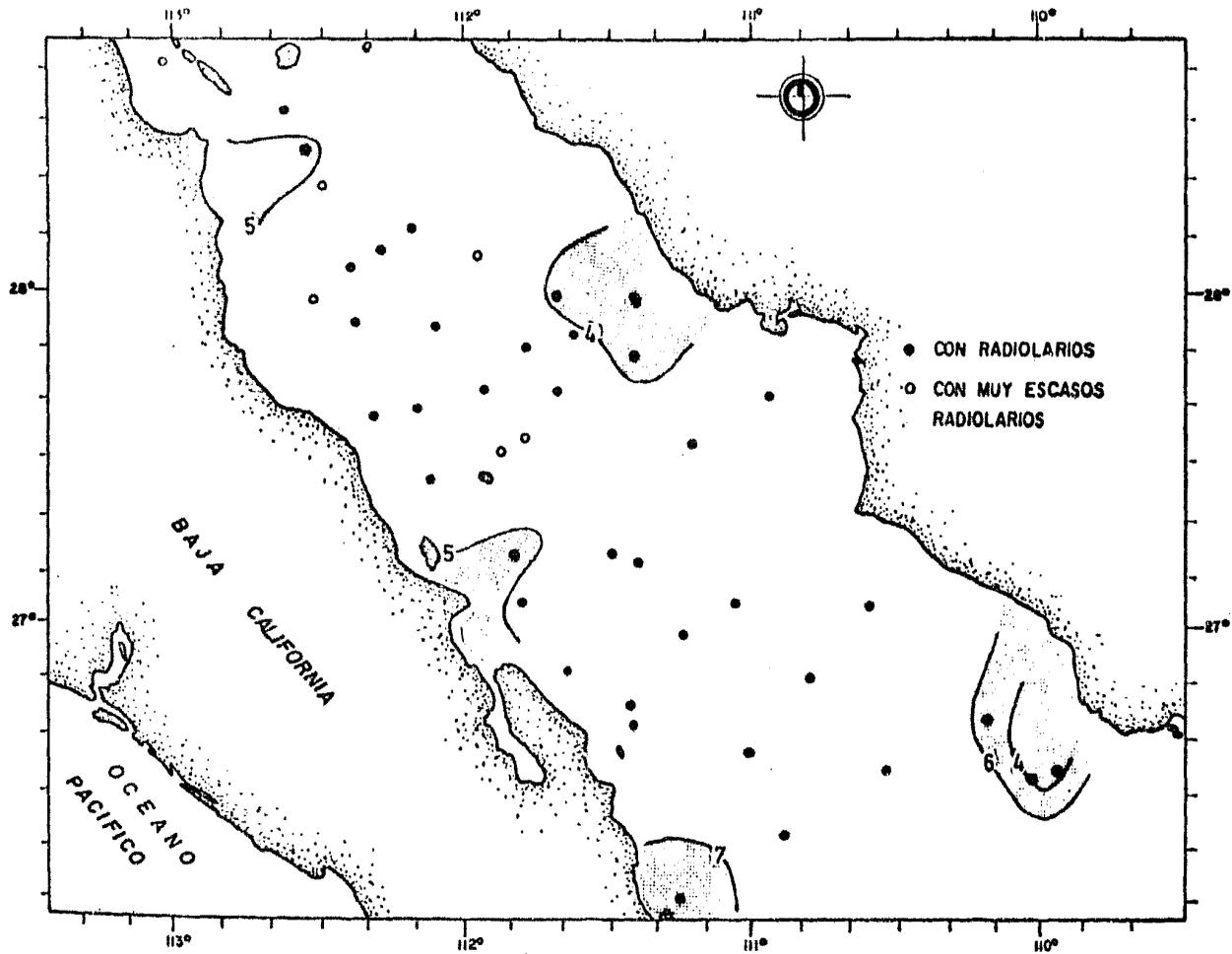


Fig. 11. - Distribución geográfica de la abundancia relativa de la especie *Druppatractus pyriformis*.

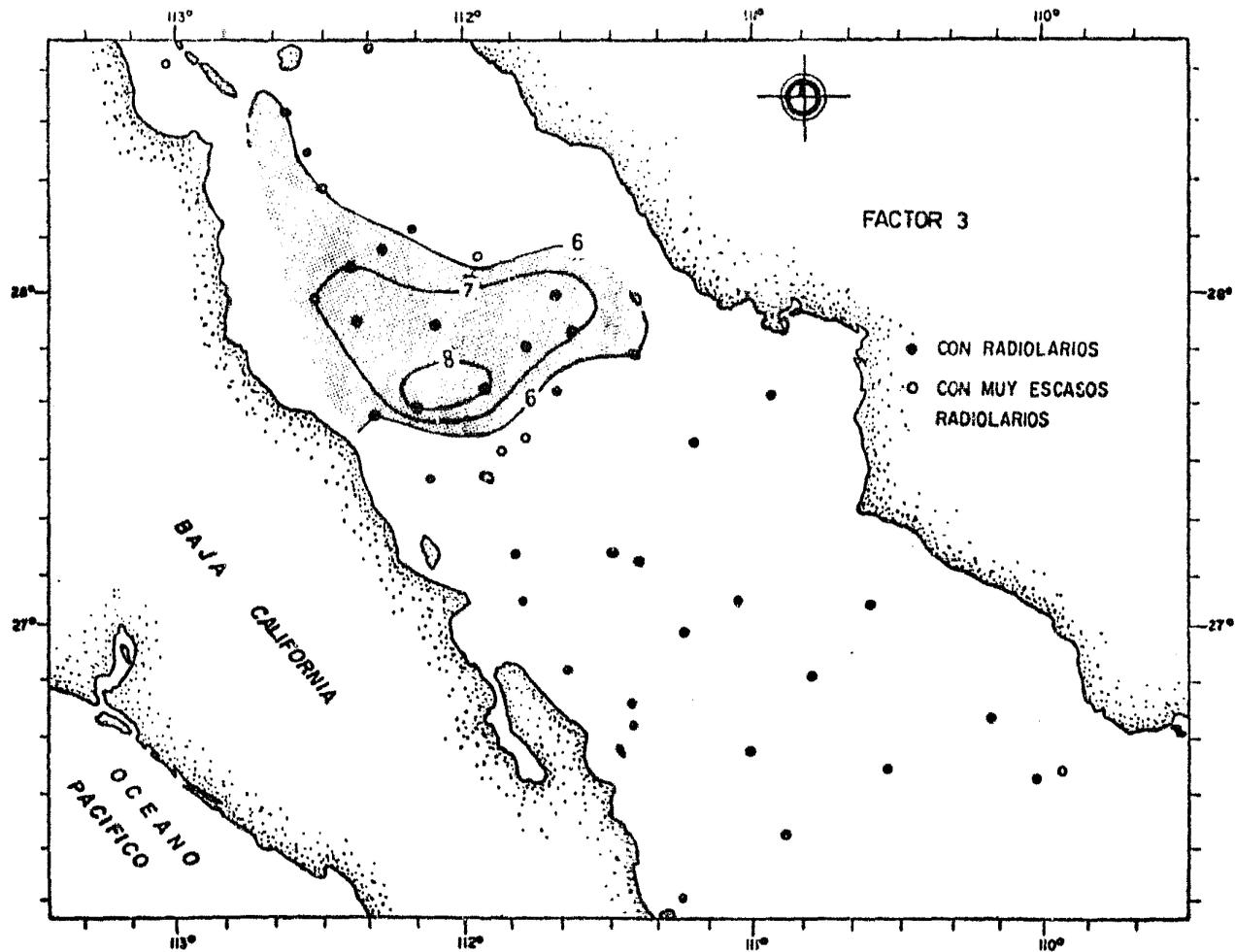


Fig. 12. - Distribución geográfica del conjunto "Guaymas Norte".

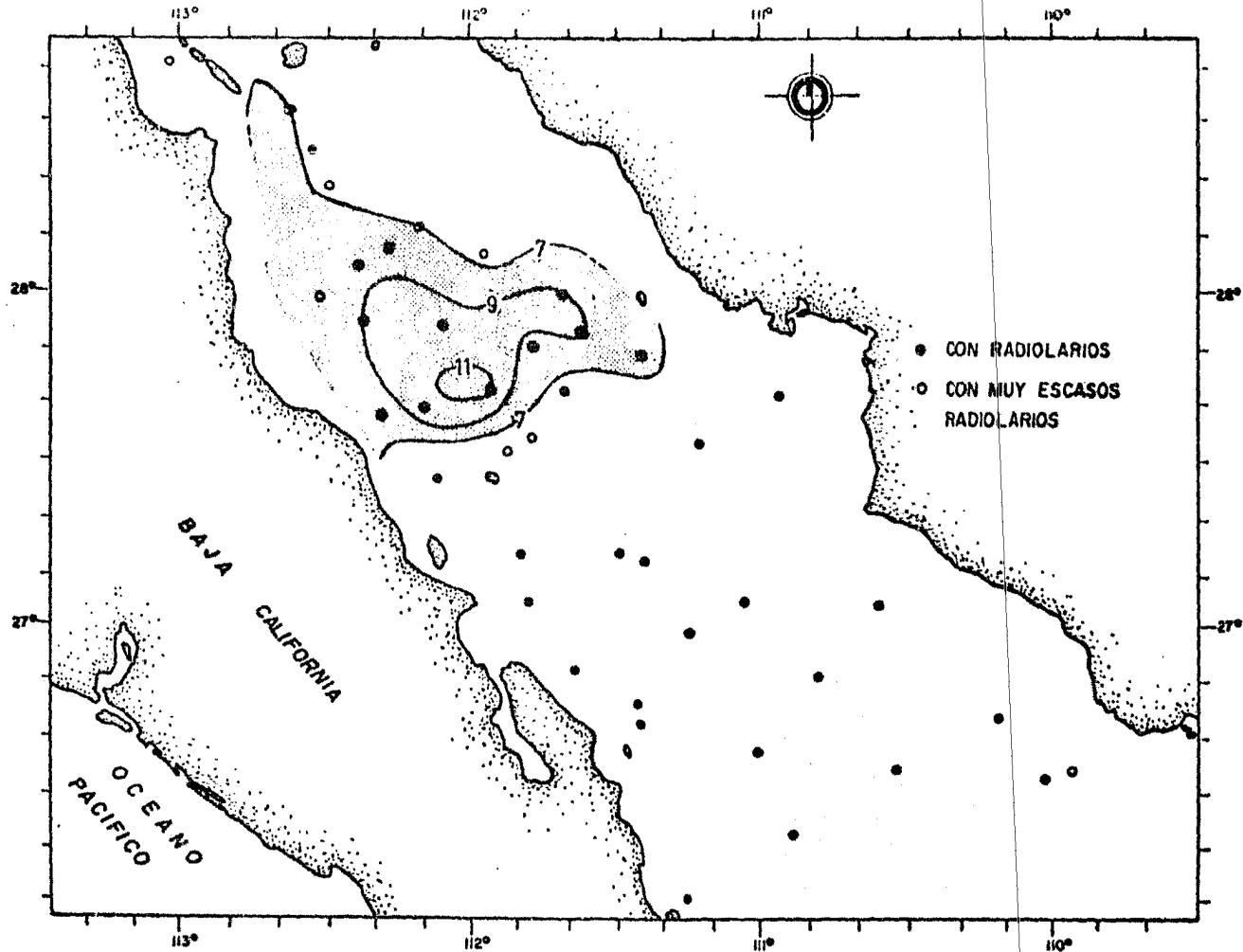


Fig. 13. - Distribución geográfica de la abundancia relativa de la especie *Lithomelissa hystrix*.

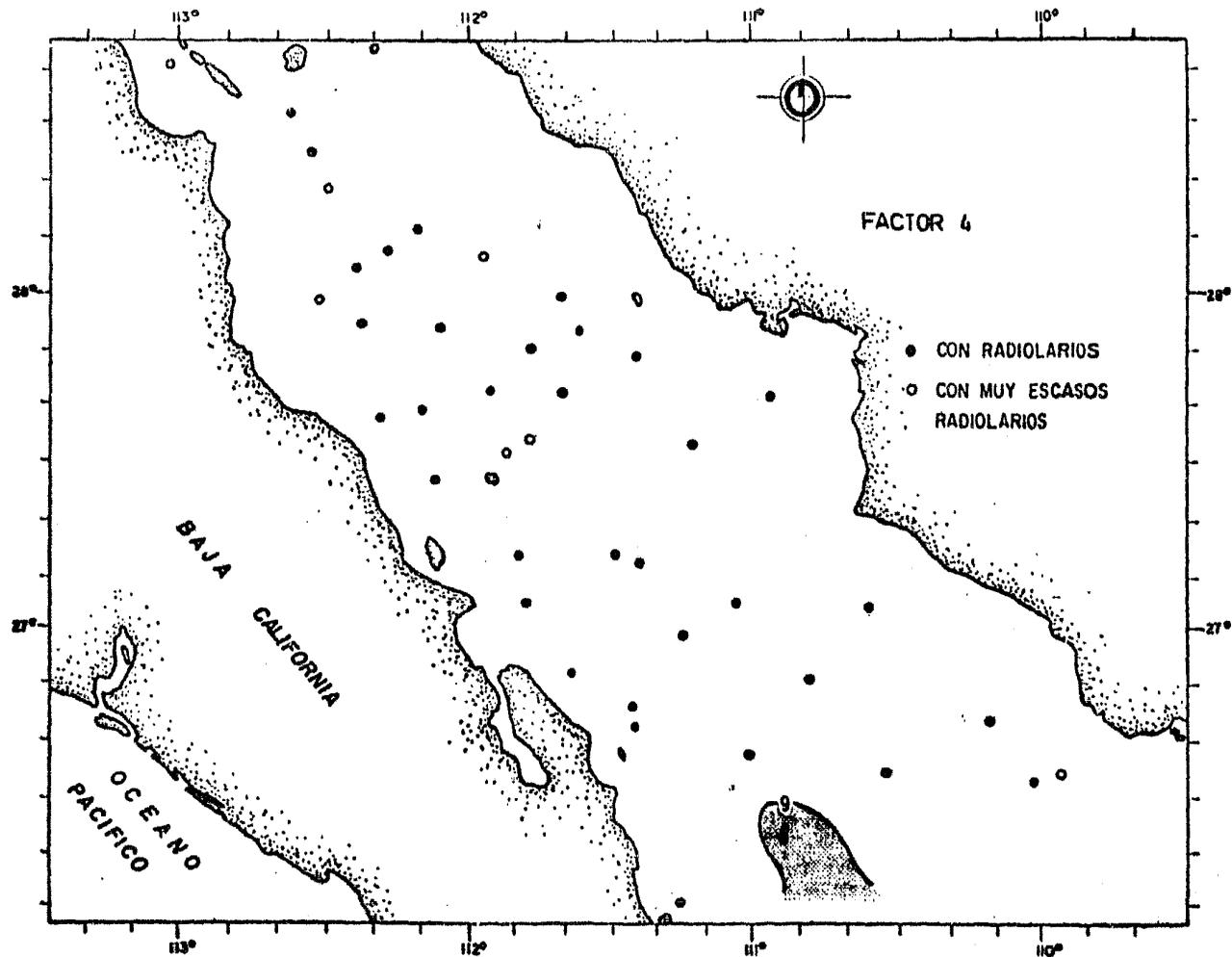


Fig. 14. - Distribución geográfica del conjunto "Frente Oceánico".

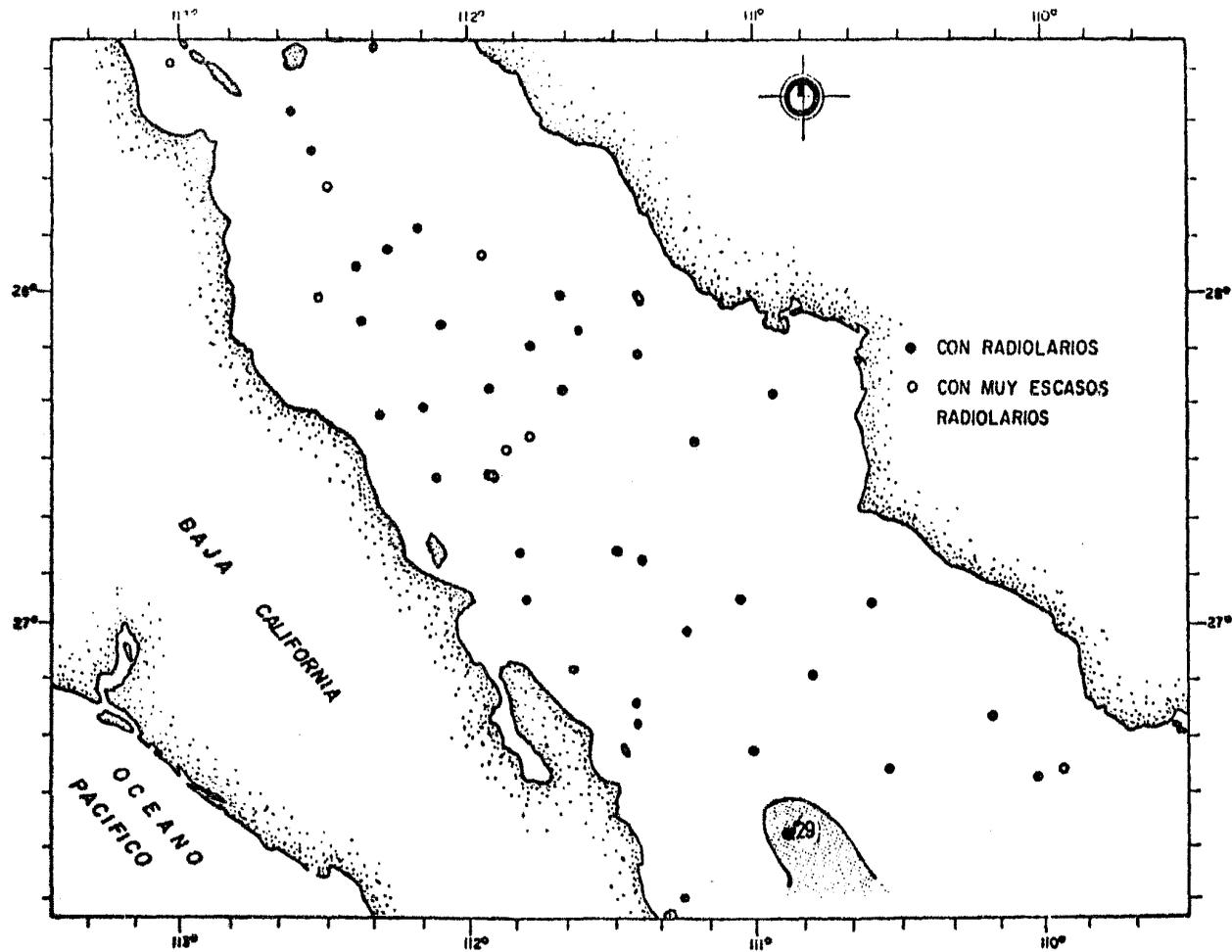


Fig. 15. - Distribución geográfica de la abundancia relativa de la especie *Theocaliptra davisiana*.

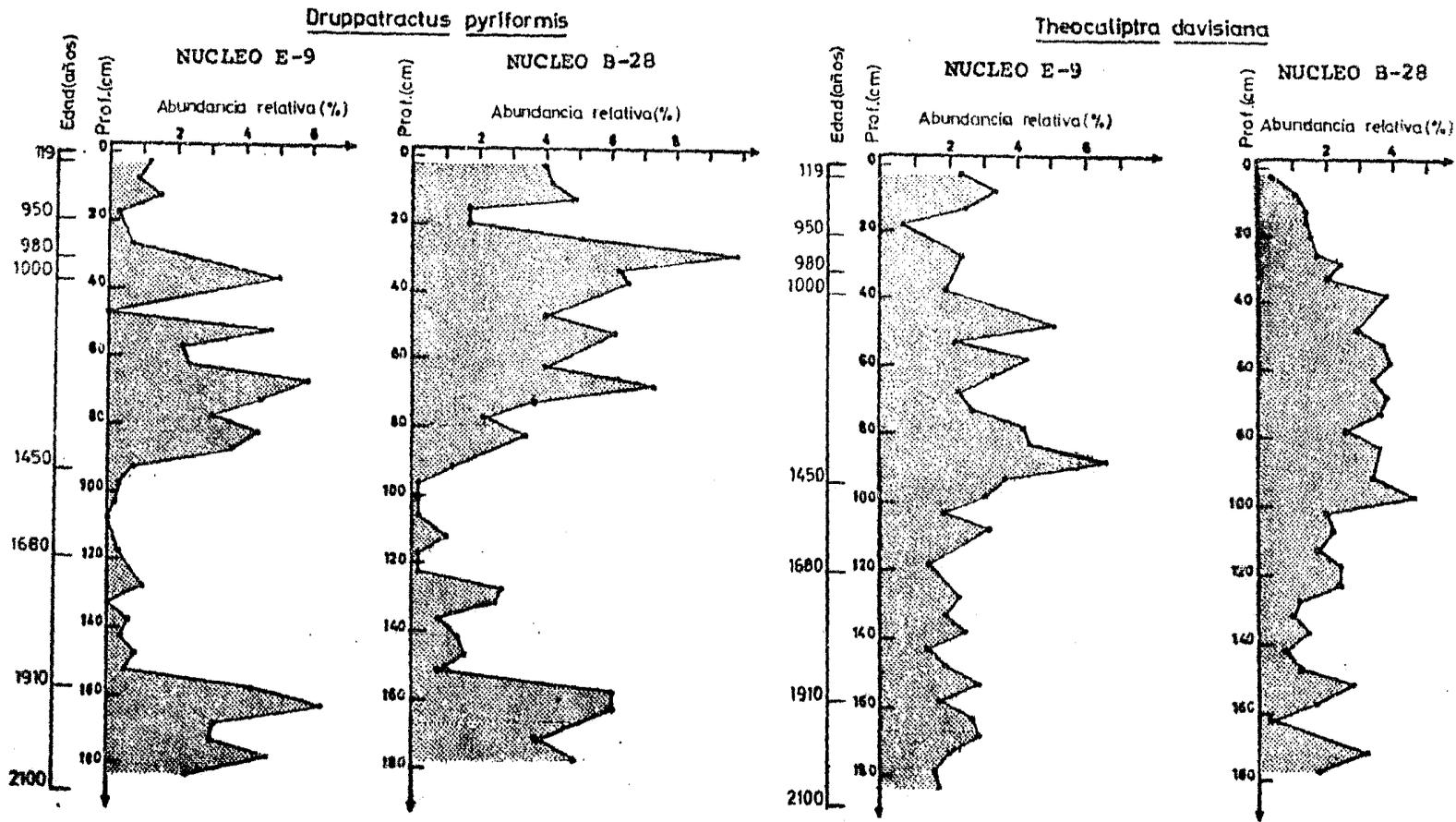
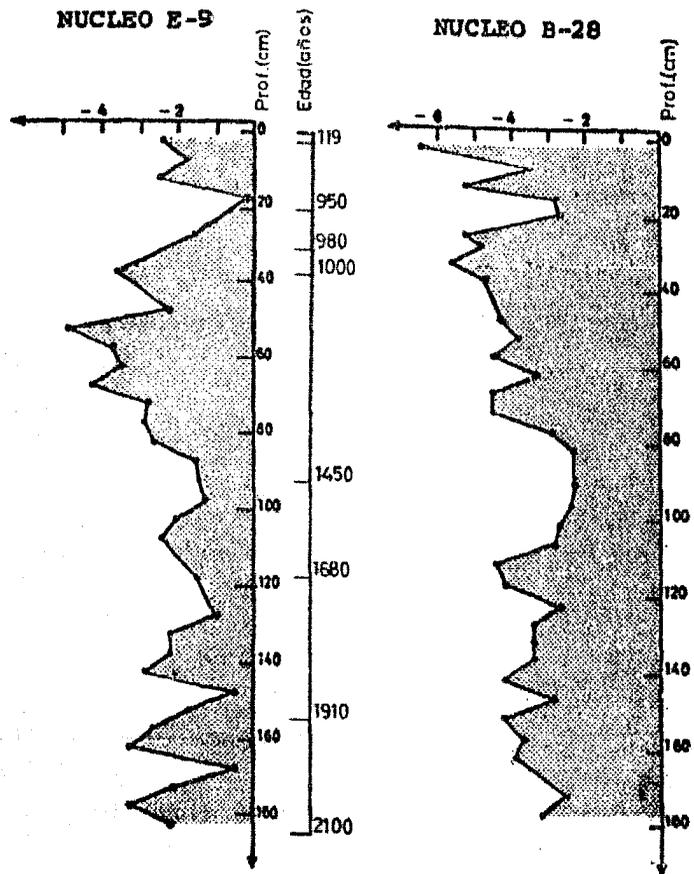


Fig. 16. - Registro estratigráfico de las abundancias relativas en los núcleos de las especies *Drupptractus pyriformis* y *Theocaliptra davisiana*.

"Guaymas Sur"

FACTOR 1



"Surgencias"

FACTOR 2

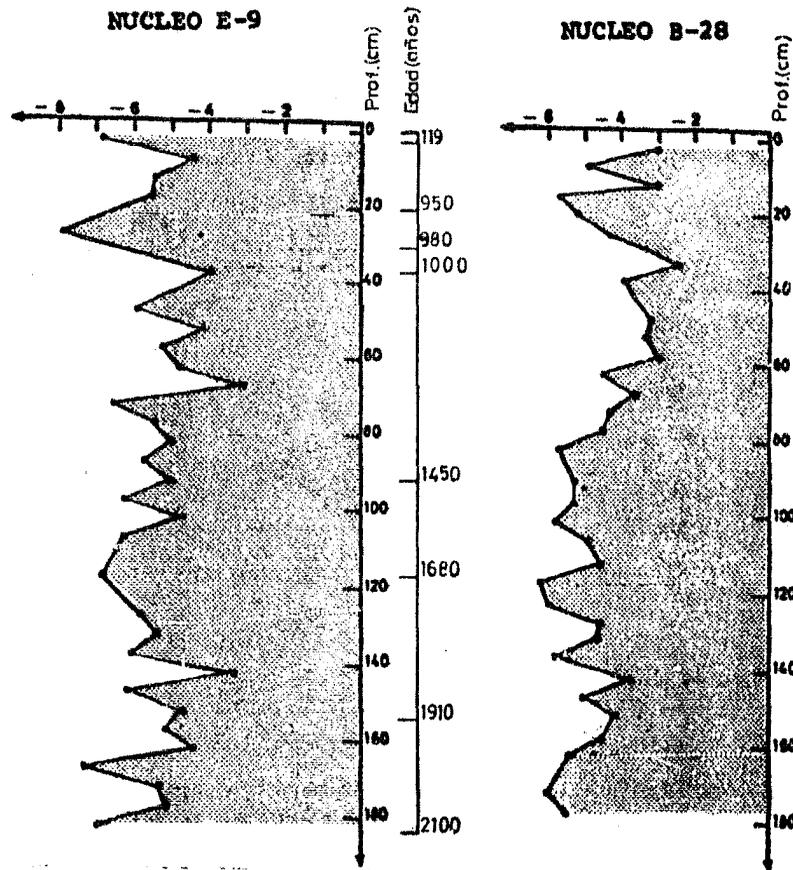


Fig. 17. - Registro estratigráfico de los conjuntos de especies de radiolarios en los núcleos.

"Guaymas Norte"

FACTOR 3

"Frente Oceánico"

FACTOR 4

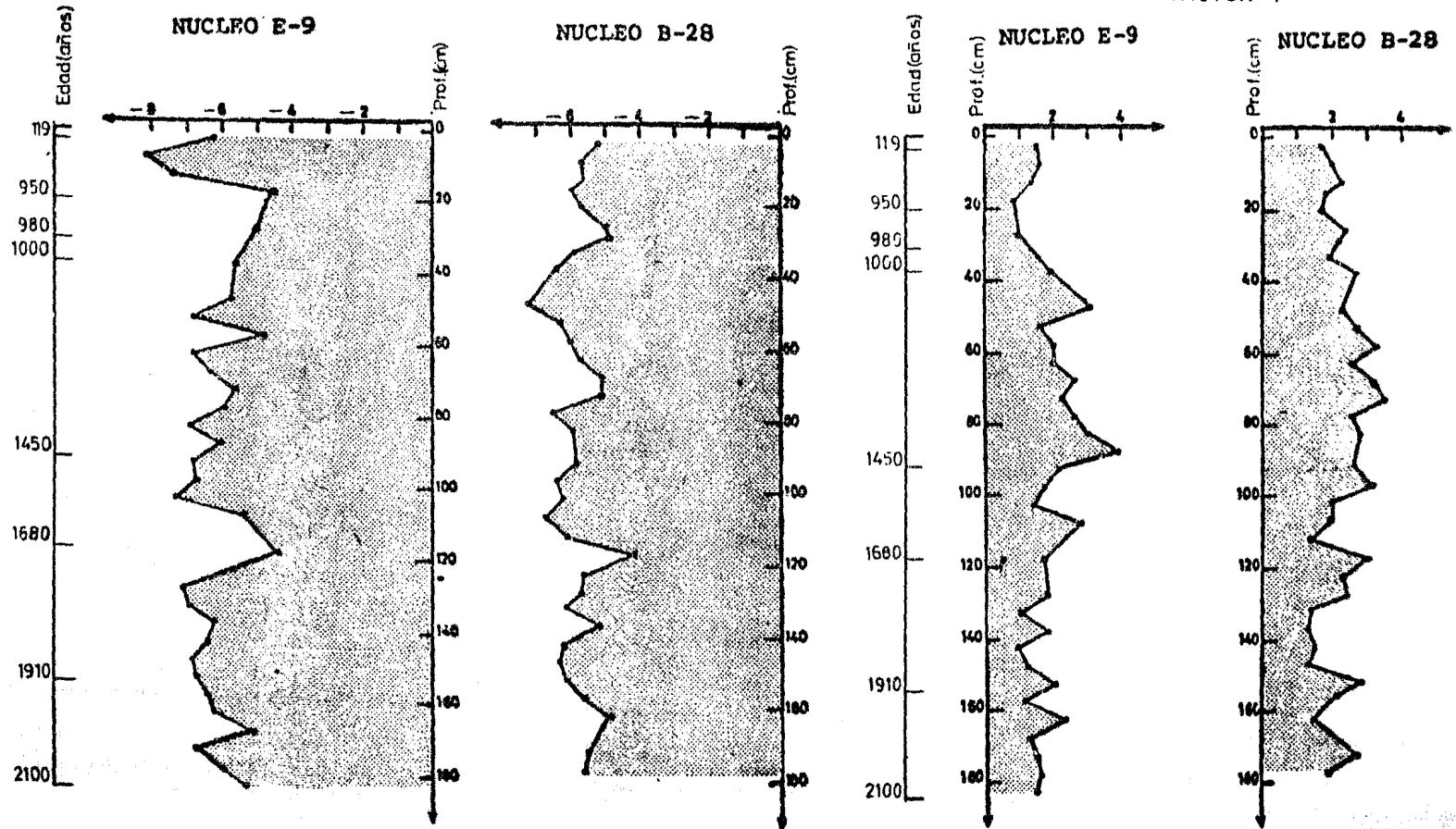


Fig. 18. - Registro estratigráfico de los conjuntos de especies de radiolarios en los núcleos.

## CONCLUSIONES

La distribución geográfica y estratigráfica de los conjuntos de radiolarios en el suelo marino refleja el panorama oceanográfico de la región a través del tiempo (2100 años, C<sup>14</sup>, en el presente trabajo); por tanto, es posible determinar estratigráficamente estadios de surgencias e intersurgencias.

El conjunto "Guaymas Sur", ligado a la penetración de aguas "cálidas" - - (25° C) del Pacífico Ecuatorial, domina en aquellos estadios de intersurgencia ( 0 - 980 años y 1450 - 1910 años). Contrariamente, cuando las surgencias incrementan su influencia, la temperatura costera desciende y dicho factor disminuye su amplitud. La distribución geográfica de este conjunto es evidenciada principalmente por la especie Tetrapyle octacantha.

El conjunto indicador de "Surgencias" se localiza particularmente en las costas, señalando las zonas donde ocurre este fenómeno. Su patrón de distribución geográfico es relativamente similar al patrón de distribución de la especie Druppatractus pyriformis, sobre todo en los estadios más recientes - - (<1450 años).

Los conjuntos "Surgencias" y "Guaymas Sur" presentan una relación térmica opuesta, principalmente en el área del núcleo B -28.

El tercer conjunto, "Guaymas Norte", ampliamente distribuido en la región donde ocurre una intensa mezcla de aguas, causada por corrientes de ma-

rea, está influenciado por la masa de agua del "Golfo Central". Este factor es "dominante" en los intervalos en los que las surgencias disminuyen su señal. -- Tal observación, está mejor representada en el núcleo E-9, debido a la localización geográfica de éste. La distribución geográfica del conjunto en cuestión es evidenciada por el comportamiento de la especie Lithomelissa hystrix.

El cuarto conjunto "Frente Oceánico", está asociado a las aguas relativamente frías de la "Corriente de California". Estas aguas incursionan en el Golfo, principalmente por el lado occidental, creando frentes oceánicos. Este conjunto ha incrementado sus valores en los estadíos de surgencias recientes - - (<1450 años). Su comportamiento estratigráfico es generalmente opuesto al del factor "Guaymas Sur"; por consiguiente, indica la alternancia de incursiones de la masa de agua del Pacífico Ecuatorial y de la Corriente de California.

La especie Theocaliptra davisiana evidencia la distribución geográfica y estratigráfica de este factor, estando mejor representado en el núcleo B-28.

## LISTA TAXONOMICA

Subclase RADIOLARIA Müller, 1858

Orden POLYCYSTINA Ehrenber, 1838; corr. Riedel, 1967

Suborden SPUMELLARIA Ehrenberg, 1875

Familia COLLOSPHAERIDAE Müller, 1858

Género POLYSOLENIA Ehrenberg, 1872, corr. Nigrini, 1967

Polysolenia murrayana (Haeckel)

Choenicosphaera murrayana (Haeckel), Benson, 1966, p. 120, pl. 2, -  
fig. 3.

Polysolenia murrayana (Haeckel), Nigrini y Moore, 1979, p. S17, pl.  
2, figs. 4a, b.

Familia ACTINOMMIDAE Haeckel, 1862, corr. Riedel, 1967

Género ANOMALACANTHA Loeblich y Tappan, 1961

Anomalacantha dentata (Mast)

Anomalacantha dentata (Mast), Benson, 1966, p. 170, pl. 5, figs. -  
10-11.

Género CENOSPHAERA Ehrenberg, 1854

Cenosphaera spp

Cenosphaera sp, Nigrini y Moore, 1979, p. S43, pl. 4, figs. 3a-d.

Observaciones. Todas las especies que componen este grupo - -  
presentan tecas esféricas sin estructuras internas o espinas, con  
poros redondeados de 10-14 en el ecuador.

Género DRUPPATRACTUS Haeckel, 1887

Drupptractus irregularis Popofsky

Drupptractus irregularis Popofsky, Benson, 1966 p. 180, pl. 7, - -  
figs. 7-11.

Drupptractus cf. pyriformis (Bailey)

Drupptractus cf. pyriformis (Bailey), Benson, 1966, p. 177, pl. 7, -  
figs. 2-6.

Género HEXACONTIUM Haeckel, 1882

Hexacantium entacanthum Jørgensen

Hexacantium entacanthum Jørgensen, 1899, Benson, 1966, p. 149, pl. 3, figs. 13-14; pl. 4, figs. 1-3.

Hexacantium laevigatum Haeckel

Hexacantium laevigatum Haeckel, 1887, Benson, 1966, p. 153, pl. 4, figs. 4-5.

Género HEXASTYLUS Haeckel, 1882

Hexastylus triaxonius Haeckel

Hexastylus triaxonius Haeckel, Benson, 1966, p. 139, pl. 3, figs. 6-7.

Subfamilia ARTISCINAE Haeckel, 1881, corr. Riedel, 1967

Género OMMATARTUS Haeckel, 1881, corr. Riedel, 1971

Ommatartus tetrathalamus tetrathalamus (Haeckel)

Ommatartus tetrathalamus tetrathalamus (Haeckel), Nigrini y Moore, 1979, p. 549, pl. 6, figs. 1a - d.

Familia PHACODISCIDAE Haeckel, 1882

Género HELIODISCUS Haeckel, 1862

Heliodiscus asteriscus Haeckel

Heliodiscus asteriscus Haeckel, Benson, 1966, p. 200, pl. 9, figs. 3-4.

Familia SPONGODISCIDAE Haeckel, 1862, corr. Riedel, 1967

Género DICTYOCORYNE Ehrenberg, 1860

Dictyocoryne truncatum (Ehrenberg)

Dictyocoryne cf. truncatum (Ehrenberg), Benson, 1966, p. 235, pl. 15, fig. 1; Nigrini y Moore, 1979, p. S 89, pl. 12, figs. 2 a, b.

Género EUCHITONIA Ehrenberg, 1861, corr. Nigrini, 1967

Euchltonia furcata Ehrenberg

Euchltonia cf. furcata Ehrenberg, Benson, 1966, p. 228, pl. 13, figs. 4-5; Nigrini y Moore, 1979, p. S 85, pl. 11, figs. 2a, b.

Euchltonia spp.

Euchltonia spp.

Observaciones. Incluye a los especímenes inmaduros o rotos de E. furcata, distinguibles por una estructura central claramente visible de 3 o 4 tecas esferoides concéntricas y una simetría bilateral bien marcada.

Género HYMENIASTRUM Ehrenberg, 1847

Hymeniastrum euclidis (Haeckel)

Hymeniastrum euclidis (Haeckel) Popofsky, Benson, 1966, p. 222, - pl. 12, figs. 1-3; Nigrini y Moore, 1979, p. S 91, pl. 12, fig. 3.

Género PORODISCUS Haeckel, 1881, corr. Kozlova, 1972

Porodiscus sp. B1

Ommatodiscus sp. (Benson), Benson, 1966, p. 210, pl. 10, fig. 3 solamente; texto fig. 13.

Porodiscus sp. A, Nigrini y Moore, 1979, p. S 107, pl. 14, figs. 1, - 2a, b.

Porodiscus sp. B2

Ommatodiscus sp. (Benson), Benson, 1966, p. 210, pl. 10, fig. 4 solamente.

Porodiscus (?) sp. B, Nigrini y Moore, 1979, p. S 109, pl. 14, figs. - 3, 4.

Género SPONGOPYLE Dreyer, 1889

Spongopyle osculosa Dreyer, 1889

Spongopyle osculosa Dreyer, Benson, 1966, p. 215, pl. 11, figs. 2-3; -  
texto fig. 15; Nigrini y Moore, 1979, p. S 115, pl. 15, fig. 1.

Género SPONGOTROCHUS Haeckel, 1861

Spongotrochus glacialis Popofsky grupo

Spongotrochus cf. glacialis Popofsky, Benson, 1966, p. 218, pl. 11,  
fig. 4; texto fig. 16; Nigrini y Moore, 1979, p. S 117, pl. 15, - -  
figs. 2a - d.

Spongotrochus venustum (Bailey)

Spongotrochus (?) venustum (Bailey), Nigrini y Moore, 1979, p. S 119,  
pl. 15, figs. 3a, b.

Género STYLOCHLAMYDIUM Haeckel, 1887

Stylochlamyidium asteriscus Haeckel

Stylochlamyidium asteriscus Haeckel, Nigrini y Moore, 1979, p. S -  
113, pl. 14, fig. 5.

Género STYLODICTYA Ehrenberg, 1847, corr. Kozlova, 1972

Stylodictya validispina Jörgensen

Stylodictya validispina Jörgensen, Benson, 1966, p. 203, pl. 9, figs.  
5-6; texto fig. 11.

Familia PYLONIIDAE Haeckel, 1882

Género TETRAPYLE Müller, 1858

Tetrapyle octacantha Müller

Tetrapyle octacantha Müller, Benson, 1966, p. 245, pl. 15, figs. 3-  
10; pl. 16, fig. 1; texto fig. 18; Nigrini y Moore, 1979, p. S 125, -

pl. 16, figs. 3a, b.

Género PHORTICIUM Haeckel, 1882

Phortidium pylonium (Haeckel) Cleve

Phortidium pylonium (Haeckel) Cleve, Benson, 1966, p. 252, pl. 16; texto figs. 5-9; pl. 17, figs. 1-3.

Familia LITHELIIDAE Haeckel, 1862

Género LARCOPYLE Dreyer, 1889

Larcopyle butschlii Dreyer

Larcopyle butschlii Dreyer, Benson, 1966, p. 280, pl. 19, figs. 3-5

Género LITHELIUS Haeckel, 1862

Lithellus minor Jørgensen, Benson, 1966, p. 262, pl. 17, figs. 9-10; pl. 18, figs. 1-4; Nigrini y Moore, 1979, p. 135, pl. 17, figs. 3, 4a, b.

Suborden NASSELLARIA Ehrenberg, 1875

Familia ACANTHODESMIIDAE Haeckel, 1887

Género PSEUDOCUBUS Haeckel, 1887

Pseudocubus obeliscus Haeckel

Pseudocubus obeliscus Haeckel, Benson, 1966, p. 312, pl. 22, figs. 3-6.

Familia PLAGONIIDAE Haeckel, 1881, corr. Riedel, 1967

Género LITHOMELISSA Ehrenberg, 1847

Lithomelissa cf. galeata (Ehrenberg)

Lithomelissa cf. galeata (Ehrenberg) ? Popofsky, Benson, 1966, p. 371, pl. 24, figs. 16-18.

Lithomelissa hystrix Jörgensen

Lithomelissa hystrix Jörgensen, Benson, 1966, p. 363, pl. 24, figs. 6-9.

Lithomelissa thoracites Haeckel

Lithomelissa thoracites Haeckel, Benson, 1966, p. 366, pl. 24, -- figs. 10-13.

Género PERIDIUM Haeckel, 1832

Peridium longispinum Jörgensen

Peridium longispinum Jörgensen, Benson, 1966, p. 359, pl. 23, -- fig. 27; pl. 24, figs. 1-3.

Peridium sp.

Peridium sp., Benson, 1966, p. 362, pl. 24, figs. 4-5

Familia TRISSOCYCLIDAE Haeckel, 1881, corr. Goll, 1961

Género PHORMOSPYRIS Haeckel, 1881, corr. Goll, 1977

Phormospyris stabilis (Goll) scaphipes (Haeckel)

Phormospyris stabilis (Goll) scaphipes (Haeckel), Nigrini y Moore, 1979, p. N 19, pl. 20, figs. 2a-d.

Tristylostyris scaphipes Haeckel, Benson, 1966, p. 316, pl. 22, -- fig. 7 solamente.

Familia THEOPERIDAE Haeckel, 1881, corr. Riedel, 1967

Género CORACALYPTRA Haeckel, 1887

Coracalyptra cervus (Ehrenberg)

Coracalyptra cervus (Ehrenberg), Benson, 1966, p. 447, pl. 30, -- figs. 3-5.

Género CORNUTELLA Ehrenberg, 1839

Cornutella profunda Ehrenberg

Cornutella profunda Ehrenberg, Benson, 1966, p. 430, pl. 29, figs. 7-8.

Género DICTYOCERAS Haeckel, 1862

Dictyoceras acanthicum Jörgensen

Dictyoceras acanthicum Jörgensen, Benson, 1966, p. 417, pl. 28, - - figs. 8-10

Género DICTYOPHIMUS Ehrenberg, 1847

Dictyophimus gracilipes Bailey

Dictyophimus gracilipes Bailey, Benson, 1966, p. 382, pl. 25, figs. 4-6.

Dictyophimus infabricatus Nigrini

Dictyophimus infabricatus Nigrini, Nigrini y Moore, 1979, p. N 37, pl. 22, fig. 5.

Dictyophimus platicephalus Haeckel

Dictyophimus platicephalus Haeckel, Benson, 1966, p. 385, pl. 25, figs. 7-9.

Dictyophimus cf. tripus Haeckel

Dictyophimus cf. tripus Haeckel, Benson, 1966, p. 380, pl. 25, -- figs. 2-3; texto fig. 8c.

Género EUCYRTIDIUM Ehrenberg, 1847, corr. Nigrini, 1967

Eucyrtidium acuminatum (Ehrenberg)

Eucyrtidium acuminatum (Ehrenberg), Nigrini y Moore, 1979, p. - N 61, pl. 24, figs. 3a, b.

Eucyrtidium hexagonatum Haeckel

Eucyrtidium hexagonatum Haeckel, Nigrini y Moore, 1879, p. N 63,  
pl. 24, figs. 4a, b.

Género HELOTHOLUS Jörgensen, 1905

Helotholus histricosa Jörgensen

Helotholus histricosa Jörgensen, Benson, 1966, p. 459, pl. 31, figs.  
4-8.

Género LOPHOPHAENA Ehrenberg, 1847

Lophophaena cf. capito Ehrenberg

Lophophaena cf. capito Ehrenberg, Benson, 1966, p. 378, pl. 24, -  
figs. 22-23; pl. 25, fig. 1.

Género PTEROCANIUM Ehrenberg, 1847

Pterocanium sp. (Benson, 1966)

Pterocanium sp. Benson, 1966, p. 401, pl. 26, figs. 5-6

Género THEOCALIPTRA Haeckel, 1882

Theocaliptra bicornis (Popofsky)

Theocaliptra bicornis (Popofsky), Nigrini y Moore, 1979, p. N 53, -  
pl. 24, fig. 1.

Theocaliptra davisiana (Ehrenberg)

Cycladophora davisiana (Ehrenberg), Petrushevskaya, 1967, p. 122,  
pl. 69, figs. I-VII.

Theocaliptra davisiana (Ehrenberg), Benson, 1966, p. 441, pl. 29, -  
figs. 14-16; Nigrini y Moore, 1979, p. N 57, pl. 24, figs. 2a, b.

Género THEOPILIUM Haeckel, 1882

Theopilium tricoatum Haeckel

Theopilium tricoatum Haeckel, Benson, 1966, p. 444, pl. 30, figs.

1-2

Familia PTEROCORYIDAE Haeckel, 1881, corr. Riedel, 1967

Género LAMPROCYRTIS Kling, 1973

Lamprocyrtis nigrinia (Caulet)

Lamprocyrtis haysi Kling, 1973, p. 639, pl. 5, figs. 15-16; pl. 15, -  
figs. 1-3.

Lamprocyrtis nigrinia (Caulet), Nigrini y Moore, 1979, p. N 81, -  
pl. 25, fig. 7.

Género PTEROCORYS Haeckel, 1881

Pterocorys zancleus (Müller)

Theoconus zancleus (Müller), Benson, 1966, p. 482, pl. 33, fig. 4-  
solamente.

Pterocorys zancleus (Müller), Nigrini y Moore, 1979, p. N 89, pl.-  
25, figs. 11a, b.

Pterocorys minythorax (Nigrini)

Theoconus minythorax Nigrini, Nigrini y Moore, 1979, p. N 87, --  
pl. 25, fig. 10.

Pterocorys minythorax Nigrini, Nigrini, 1968, p. 57, pl. 1, fig. 8.

Familia ARTOSTROBIDAE Riedel, 1967, corr. Foreman, 1973

Género BOTRYOSTROBUS Haeckel, 1887, corr. Nigrini, 1977

Botryostrobus auritus/australis (Ehrenberg) grupo

Botryostrobus auritus/australis (Ehrenberg) grupo, Nigrini y Moore,  
1979, p. N 101, pl. 27, figs. 2a-d.

Botryostrobus aquilonaris (Bailey)

Botryostrobus aquilonaris (Bailey), Nigrini y Moore, 1979, p. N 99,  
pl. 27, fig. 1.

Observaciones. Probablemente algunos individuos de la especie Siphocampe corbula (Hartig), (Molina - Cruz, 1977, p. 338, pl. VIII, fig. 6) hayan sido contados como B. Aquilonaris.

Botryostrobos cf. cornutella Haeckel

Siphocamplum cf. cornutella Haeckel, Benson, 1966, p. 523, pl. -  
35, figs. 14-17.

## R E F E R E N C I A S

- Alvarez-Arellano, A., 1982. Reporte de investigación I-II. No publicado. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Univ. Nal. Aut. de México.
- Alvarez-Sánchez, L. G., 1974. Currents and water masses at the entrance to the Gulf of California, spring, 1970. M. S. Thesis, Oregon State University, Corvallis: 75.
- Bandy, D. L., 1961. Distribution of Foraminifera, Radiolaria and Diatoms in the sediments of the Gulf of California. Micropaleontology, 7(1):1-26.
- Benson, R. N., 1966. Recent Radiolaria from the Gulf of California. Ph. D. - dissert. University of Minnesota, Minneapolis: 577.
- Berger, W. H., 1968. Radiolarian skeletons: Solution at depths. Science, 159: 1237-1239.
- Byrne, J. V. y K. O. Emery, 1960. Sediments of the Gulf of California; Geol. Soc. America Bull., 71 (7): 983-1010.
- Cachon-Enjumet, M., 1961. Contribution a l' étude des Radiolaires Phaeodariés, Arch. Zool. exp. gén., 100:151-237.
- Cachon, J., and M. Cachon, 1974. Les systèmes axopodiaux. Ann. Biol., 13: 523-560.
- Casey, R. E., 1966. A seasonal study on the distribution of Polycystine radiolarians from waters overlying Catalina Basin, Southern California. Ph. D. dissert. Los Angeles University of Southern California: 137.
- , 1971 a. Distribution of polycystine Radiolaria in the oceans in relation to physical and chemical conditions. In: The Micropaleontology of Oceans, B. M. Funnell and W. R. Riedel (Editors), Cambridge University Press, London, 1971: 151-159.
- , 1971 b. Radiolarians as indicators of past and present water masses. In: The Micropaleontology of Oceans, B. M. Funnell and W. R. Riedel (Editors), Cambridge University Press, London: 331-341.
- Chávez, G., 1977. Elementos de Oceanografía. Cía. Ed. Continental, S. A., México, 2a. Imp. : 177-184.
- Delandre, G., 1952. Classe des Radiolaires, In: Traité de Paleontologie, J.

- Piveteau (Ed.), Paris, Masson, 1:303-313.
- , 1953. Radiolaires fossiles. In: Traité de Zoologie, P.P. Grassé - - (Ed.), Paris, Masson, 1953, 1 (2): 389-436.
- Dinkelman, M. G., 1974. Late Quaternary radiolarian paleo-oceanography of the Panama Basin, eastern equatorial Pacific. Ph. D. dissert. Corvallis, - Oregon State University: 123.
- Dreyer, F., 1913. Die Polycystinen der Plankton-Expedition, Ergebn. Plankton-Exped. Humboldt Stiftung, 3, (L d and e): 1-104.
- Dunham, J. B. and M. A. Murphy, 1975. An occurrence of well-preserved Radiolaria from the upper Ordovician (Caradocian) of central Nevada. J. Paleontol., 50 (5): 882-887 (2 text-figs., 1 pl.).
- Ehrenberg, C. G., 1838. Über die Bildung der Kreidefelsen und des Kreidemergels durch unsichtbare Organismen, Abh. Kgl. Akad. Wiss. Berlin, - - Jahrg., 1838: 59-147.
- Enriques, P., 1932. Saggio di una classificazione dei Radiolari, Arch. Zool.-Torino, 16:978-994.
- Foreman, H. P., 1968. Upper Maestrichtian Radiolaria of California. Paleontol. Assoc. London, Spec. Pap., 3: 1-82 (pls. 1-8, text-fig. 1).
- Gil-Silva, E., 1981. Radiolarios de la parte central del Golfo de California; - Algunas inferencias ecológicas. Tesis de Lic. Univ. Aut. de Baja California Norte: 61.
- Goll, R. M., y K. R. Bjørklund, 1971. Radiolaria in surface sediments of the North Atlantic Ocean. Micropaleontology, 17(4): 434-454 (8 text-figs.).
- , 1974. Radiolaria in surface sediments of the South Atlantic. Micropaleontology, 20 (1): 38-75 (16 text-figs.).
- Goll, R. M. and E. G. Merinfeld, 1979. Radiolaria. In: The Encyclopedia of Paleontology, R. W. Fairbridge and D. Jablonski (Eds.). Encyclopedia of Earth Sciences, Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, Penn., - VII: 673-684.
- Griffiths, R. C., 1965. A study of the ocean fronts off Cape San Lucas. Spe-

- cial Science Report, U. S. Fish and Wild Life Service, 499: 54.
- , 1968. Physical, chemical and biological oceanography of the entrance to the Gulf of California, spring, 1960. Special Science, Fisheries - 573: 47.
- Haeckel, E., 1883. Über die Ordnungen der Radiolarien, Sitzungsber, Jenaischen Gesellsch. Med. Naturwiss., Jahrg, 1883: 1-19.
- , 1887. Report on the Radiolaria collected by H. M. S. Challenger during the years 1873-1876, Reports Voyage Challenger, Zool, 18: 1803.
- Harmon, H. H., 1967. Modern Factor Analysis. 2nd. Edition, Chicago: Univ. of Chicago Press: 474.
- Hays, J. D., 1965. Radiolaria and late Tertiary and Quaternary history of Antarctic Seas. In: Biology of the Antarctic Sea, Antarctic Research Ser., - Washington, Amer. Geophysical Union, II (5): 125-184.
- Honigberg, B. M. et al., 1964. A revised classification of the phylum Protozoa, J. Protozool. II: 7-20.
- Imbrie, J. and N. G. Kipp, 1971. A new micropaleontological method for quantitative paleoclimatology: Application to a late Pleistocene Caribbean core. In: The late Cenozoic Glacial Ages, K. K. Turekian, (Ed.), New Haven, Yale University: 71-181
- Johnson, D. A. and A. H. Knoll, 1974. Radiolaria as paleo-climatic indicators. In: Pleistocene climatic fluctuations in the equatorial Pacific Ocean. Quaternary Res., 4: 206-216 (3 text-figs., 2 pls.).
- Kling, S. A., 1971. Dimorphism in Radiolaria. In: Proc. Second Planktonic Conf., Roma, Edizioni Tecnoscienza, Rome, 1970: 663-672 (5 pls.).
- , 1978. Radiolaria. In: Introduction to Marine Micropaleontology, B. U. Haq and A. Boersma, (Eds.), New York, Elsevier: 203-204.
- Klovan, J. E. and J. Imbrie, 1971. An Algorithm and FORTRAN-IV Program for large-scale Q-mode Factor Analysis and calculation of factor scores. Int. J. Math. Geol., 3: 61-77.
- Kruglikova, S. B., 1969. Radiolaryarii v poverkhmostnom sloe osadkov sever

noi povuny Tikhogo Okeana. (Radiolaria in the surface layer of sediments of the northern half of the Pacific Ocean.). In: Tikhoy Okean. Mikroflora i mikrofauna v osadkakh Tikhogo Okeana. Nauka, Moscow: 48-72.

- Levine, N. D., et al., 1980. A newly revised Classification of the Protozoa. J. Protozool. 27 (1): 37-58.
- Molina-Cruz, A., 1975. Paleo-oceanography of the subtropical south-eastern-Pacific during the Late Quaternary: A study of radiolaria, opal and quartz contents of deep-sea sediments. M. S. thesis, Oregon State University. 179.
- , 1977. Radiolarian assemblages and their relationship to the oceanography of the subtropical S. E. Pacific. Mar. Micropaleontol., 2 (4): 315-352.
- , 1978. Late Quaternary oceanic circulation along the Pacific Coast of South America. Ph. D. dissert. Oregon State University, Corvallis.
- , 1982. Radiolarians in the Gulf of California: Deep Sea Drilling Project Leg. 64. In: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, J. R. Curran, D. G. Moore, et al., (Eds.), Washington (U. S. Govt. Printing Office), 46 (2): 983-1002.
- , 1983. 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, Aya la - Castañares y F. B. Phleger (Eds.), Mazatlán (Sin. México).
- Moore, T. C. Jr., 1971. Radiolaria. In: Init. Repts. DSDP, J. I. Tracey, Jr., G. H. Sutton, et al., Washington (U. S. Govt. Printing Office), 8: 727-775.
- , 1973 a. Method of randomly distributing grains for microscopic examination. J. Sediment. Petrol., 43 (3): 904-906.
- , 1973 b. Late Pleistocene-Holocene oceanographic changes in the northeastern Pacific. Quat. Res., 3 (1): 99-109.
- Müller, J., 1858. Über die Thalassicolen, Polycystinen und Acanthometren des Mittelmeeres. Abh. Kgl. Akad. Wiss. Berlin. Jahrg., 1858: 1-62.

- Nigrini, C., 1967. Radiolaria in pelagic sediments from the Indian and Atlantic Oceans. Bull. Scripps. Ins. Oceanog., 11 (1): 1-106.
- , 1968. Radiolaria from eastern tropical Pacific sediments, Micropaleontology, 14 (1): 51-63.
- , 1970. Radiolarian assemblages in the North Pacific and their application to a study of Quaternary sediments in core V 20-130, Geol. Soc. Amer. Mem., 126: 139-183.
- Nigrini, C., and T. C. Moore, 1979. A Guide to Modern Radiolaria. Spec. Publ. Cushman Found. Foraminiferal Res., No. 16.
- Perrier, R., 1975. Tratado elemental de zoología, Edinal impresora, S. A.: - 123-131 (figs. 2).
- Petrushevskaya, M. G., 1968. Radiolarians of the orders Spumellaria and Nassellaria of the Antarctic region (from Material of the Soviet Antarctic Expedition). In: Biological Reports of the Soviet Antarctic Expedition, A. P. Andriyashev and P. V. Ushakov (Eds.), 3:2-187.
- , 1971 a. On the natural system of polycystine Radiolaria (Class Sarcodina). In: Proc. Planktonic Conference, Roma, Edizioni Technoscienza, Rome, 1970, 2 (2): 987-991.
- , 1971 b. Radiolyarii Nassellaria v planktone Mirovogo Okeana (Nassellarian Radiolaria in the plankton of the world ocean). In: Issledovaniya. Fauny Morei, B. E. Bykhovskii (Ed.), Zool. Inst., Akad. Navk. S.S.S.R., Leningrad, 9 (17): 295 (146 text-figs.).
- , 1971 c. Spumellarian and nassellarian Radiolaria in the plankton and bottom sediments of the central Pacific. In: The Micropaleontology of Oceans, B. M. Funnell and W. R. Riedel (Eds.), Cambridge University Press, London, 1971: 309-317.
- , 1971 d. Radiolaria in the planktonic and Recent sediments from the Indian Ocean and Antarctic. In: The Micropaleontology of Oceans, B. M. Funnell and W. R. Riedel (Eds.), Cambridge University Press, London, 1971: 319-329.
- , 1975. Cenozoic radiolarians of the Antarctic, Leg 29, DSDP. In: Int. Repts. DSDP, J. P. Kennett, R. E. Houtz, et al., Washington (U.S.

Govt. Printing Office), 29: 541-675.

- Petrushevskaya, M. G. and K. R. Bjørklund, 1974. Radiolarians in Holocene-sediments of the Norwegian Greenland Seas, Sarsia, 57: 33-46.
- Renz, G. W., 1973. The distribution and ecology of Radiolaria in the Central-Pacific-plankton and surface sediments, Ph. Dissert., Univ. California:-251.
- Reschetnijak, V. V., 1955. Vertikal' nae raspredeleine radioljarij Kurilo-Kamchatskoj vpaliny. Trudy Zol. Inst. Acad. S.S.S.R., 21: 94-101.
- Revelle, R. R., 1950. Sedimentation and oceanography survey of field observations, part 5, of The 1940 E. W. Scripps cruise to the Gulf of California: Geol. Soc. America Mem. 43: 6.
- Riedel, W. R., 1967. Actinopoda, In: The Fossil Record, London, W. B. Harland et al., Geol. Soc., London: 291-298.
- Robinson, M. K., 1973. Atlas of Monthly Mean Sea Surface and Subsurface - Temperatures in the Gulf of California, México (Mem. 5): San Diego (San Diego Society of Natural History).
- Roden, G. I., 1958. Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California, Pacific Sci., 12 (1): 21-45.
- , 1964. Oceanographic aspects of Gulf of California. In: Marine Geology of the Gulf of California: A Symposium, van Andel, Tj. H. and G.G. Jr. Shor (Eds.), Tulsa (American Association of Petroleum Geologists): 30-58.
- , 1972. Thermohaline structure and baroclinic flow across the Gulf of California entrance and in the Revilla Gigedo Islands region. J. Phys. - Oceanog., 2 (2): 177-183.
- Roden, G. I., and G. W. Groves, 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. Journal of Marine Research, 8 (1): 10-35.
- Round, F. E., 1967. The phytoplankton of the Gulf of California. Part. I. Its composition, distribution and contribution to the sediments., North Holland Publishing Co., Amsterdam, J. Esp. Mar. Biol. Ecol. 1: 76-96.

- Sachs, H. M., 1973 a. North Pacific radiolarian assemblages and their relationship to oceanographic parameters, Quaternary Research, 3: 73-78.
- , 1973 b. Late Pleistocene history of the North Pacific: Evidence from a quantitative study of Radiolaria in core V 21-173, Quaternary Research, 3: 89-98.
- Schraeder, H. and T. Baumgarther, in press. Decadal variation of upwelling in the central Gulf of California. Upwelling Symposium. NATO-ONR-NSF.
- Stevenson, M. R. 1970. On the physical and biological oceanography near the entrance to the Gulf of California, October 1966- August 1967. Inter-American Tuna Commission, Bull., 4: 389-504
- Taylor, D. L., 1974. Symbiotic marine algae: Taxonomy and biological fitness. In: Symbiosis in the Sea. Columbia, Univ. South Carolina Press.: 245-262.
- Tregouboff, G., 1953. Classe des Acanthaires and Classe des Radiolaires. In: Traité de Zoologie, P. P. Grossé (Ed.), Paris, Masson, 1953: 271-320 and 321-388.
- van Andel, Tj. H., 1964. Recent Marine Sediments of Gulf of California. In: Marine Geology of the Gulf of California, Tj. H. van Andel and G. G. Shor (Eds.), Tulsa, Oklahoma, American Assoc. of Petroleum Geologists, 3: 216-310.
- Warsh, C. E., and K. L., Warsh, 1971. Water exchange at the mouth of the Gulf of California. Journal of Geophysical Research, 76: 8098-8116.
- Warsh, C. E., K. L. Warsh, and R. C., Staley, 1973. Nutrients and water masses of the mouth of the Gulf of California. Deep-Sea Research, 20: 561-570.
- Wenkam, C., 1976. Late Quaternary changes in the oceanography of the eastern tropical Pacific. M. S. thesis. Oregon State University, Corvallis: 143
- Wyrski, K., 1965. Surface currents in the eastern equatorial Pacific Ocean. Inter-American Tropical Tuna Commission Bull., 9: 270-304.