

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
INSTITUTO DE GEOLOGÍA

DIRECTOR: DR. FERNANDO ORTEGA-GUTIÉRREZ

PALEONTOLOGÍA MEXICANA NÚMERO 57

DISTRIBUCIÓN DE QUISTES DE DINOFLAGELADOS Y
ACRITARCAS EN SEDIMENTOS HOLOCÉNICOS DEL
GOLFO DE CALIFORNIA

Por

ENRIQUE MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ Y HÉCTOR E. HERNÁNDEZ-CAMPOS



MÉXICO, D.F.

1991



Noctiluca scintillans (Macartney) Ehrenberg

Especie de dinoflagelado bioluminiscente, citada por primera vez para el Golfo de California por Allen (1937), cuyos florecimientos estacionales colorean el mar y conjuntamente con otras especies de dinoflagelados, como *Gonyaulax polyedra* Stein, generan la "marea roja", fenómeno estacional que produce envenenamiento en peces, moluscos, etc., causando pérdida en la pesca y problemas de salud humana.

ISSN 0185-478X

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

INSTITUTO DE GEOLOGÍA

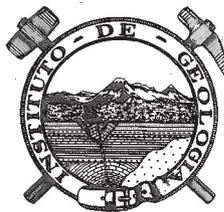
DIRECTOR: DR. FERNANDO ORTEGA-GUTIÉRREZ

PALEONTOLOGÍA MEXICANA NÚMERO 57

DISTRIBUCIÓN DE QUISTES DE DINOFLAGELADOS Y
ACRITARCAS EN SEDIMENTOS HOLOCÉNICOS DEL
GOLFO DE CALIFORNIA

Por

ENRIQUE MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ Y HÉCTOR E. HERNÁNDEZ-CAMPOS



MÉXICO, D.F.

1991

CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	1
INTRODUCCIÓN	2
IMPLICACIONES GEOLÓGICAS	3
ASPECTOS FISIOGRAFÍCOS	5
HIDROGRAFÍA DEL GOLFO DE CALIFORNIA	8
CORRIENTES	8
TEMPERATURA	9
SALINIDAD	10
CARACTERÍSTICAS SEDIMENTOLÓGICAS	10
MATERIALES Y MÉTODOS DE MUESTREO	11
TAXONOMÍA	13
DISTRIBUCIÓN DE DINOFLAGELADOS TECADOS (PLANCTÓNICOS)	19
DISTRIBUCION DE ESPECIES DE DINOQUISTES	22
QUISTES GONYAULACOIDES	23
SUMARIO DE QUISTES GONYAULACOIDES	39
QUISTES PYROFACOIDES	42
QUISTES PYRODINOIDES	42
QUISTES PERIDINOIDES	43
SUMARIO DE DINOQUISTES PERIDINOIDES	53
DINOQUISTES DE AFINIDAD INCIERTA	53
GRUPOS DE DINOQUISTES "E", "F" Y "G", AFINES AL DINO- QUISTE TIPO "C" DE REID Y HARLAND, 1977	81
DISTRIBUCIÓN DE OTROS PALINOMORFOS	91
MICROFORAMINÍFEROS	91
ESCOLECODONTOS	92
COMPARACIÓN ENTRE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS DINOQUISTES Y LAS FORMAS TECADAS CORRESPONDIENTES	94
RELACIONES DE LA FRECUENCIA ABSOLUTA DE LOS DINOQUISTES	96
ABUNDANCIA Y TASAS DE SEDIMENTACIÓN	98
ABUNDANCIA Y PRODUCTIVIDAD Y SURGENCIAS	99
ABUNDANCIA Y GRANULOMETRÍA	101
ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD	103
DINOQUISTES Y PRODUCTIVIDAD PRIMARIA	104
ZONAS DE SURGENCIA Y MAREA ROJA	104
GÉNESIS DE FOSFORITA	108
RESULTADOS	110
CONCLUSIONES	112
DESIDERATA	114
AGRADECIMIENTOS	114
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114

ILUSTRACIONES

Frontispicio.- <i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Ehrenberg	ii
Figura 1.- Mapa de localización del Golfo de California	6
—— 2.- Mapa de localización de las cuencas y batimetría del Golfo de California (contornos de profundidad en brazas)	7
—— 3.- Mapa de tasas de sedimentación, usando barras en escala de 1 mm = 1 cm/10 ³ años (tomado de Álvarez-Arellano, 1984)	12
—— 4.- Mapa de localización de las estaciones de muestreo	14
—— 5.- Frecuencia inferida de <i>Nematosphaeropsis labyrinthea</i>	34
—— 6.- Frecuencia inferida de <i>Operculodinium centrocarpum</i>	36
—— 7.- Frecuencia inferida de <i>Spiniferites ramosus</i>	40
—— 8.- Frecuencia inferida de dinoquistes gonyaulacoides	41
—— 9.- Frecuencia inferida de <i>Protoperidinium</i> (<i>Archaeperidinium</i> sección <i>Stelladinium</i>) <i>compressum</i>	44
—— 10.- Frecuencia inferida de <i>Protoperidinium</i> (<i>Protoperidinium</i> sección <i>Selenopemphix</i>) <i>conicum</i>	46
—— 11.- Frecuencia inferida de <i>Protoperidinium</i> (<i>Protoperidinium</i> sección <i>Trinovantedinium</i>) <i>pentagonum</i>	48
—— 12.- Frecuencia inferida de <i>Protoperidinium</i> (<i>Protoperidinium</i> sección <i>Selenopemphix</i>) <i>subinermis</i>	49
—— 13.- Frecuencia inferida de <i>Protoperidinium</i> (<i>Protoperidinium</i>) <i>oblongum</i>	51
—— 14.- Frecuencia inferida de <i>Protoperidinium</i> (<i>Protoperidinium</i>) <i>conicoides</i>	52
—— 15.- Frecuencia inferida de <i>Protoperidinium</i> (<i>Archaeperidinium</i>) <i>avellana</i>	54
—— 16.- Frecuencia inferida de <i>Lejeunia paratenella</i>	55
—— 17.- Frecuencia inferida de dinoquistes peridinoides	56
—— 18.- Frecuencia inferida de dinoquistes tipo "B" de Reid y Harland, 1977	79
—— 19.- Frecuencia inferida de dinoquistes tipo "C" de Reid y Harland, 1977	82
—— 20.- Frecuencia inferida de dinoquistes tipo "D" de Reid y Harland, 1977	83
—— 21.- Frecuencia inferida de dinoquistes tipo "E"	85
—— 22.- Frecuencia inferida de dinoquistes tipo "F"	86
—— 23.- Frecuencia inferida de dinoquistes tipo "G"	87
—— 24.- Distribución absoluta de dinoquistes según la batimetría	93
—— 25.- Cantidad absoluta de dinoquistes por gramo en sedimentos laminados y no laminados	100
—— 26.- (A) Zonas de surgencia, según Roden y Groves (1959). (B) Zonas de florecimiento de dinoflagelados, según Byrne y Emery (1960) y localización de la fosforita	102

Figura 27.- Número de especies de dinoquistes por muestra 105

Tabla 1.- Localización, profundidad y granulometría de las muestras superficiales obtenidas durante el crucero Paleo-I 15

— 2.- Lista de dinoflagelados planctónicos y sus dinoquistes correspondientes 17

— 3.- Frecuencia de dinoquistes en la fosforita 24

— 4.- Frecuencia de dinoquistes por región 25

— 5.- Frecuencias relativa y absoluta de los principales grupos de palinomorfos 57

— 6.- Frecuencia por muestra de cada uno de los palinomorfos identificados 61

— 7.- Frecuencia relativa de escolecodontos y microforaminíferos por cuenca 92

— 8.- Comparación de las frecuencias absolutas de dinoquistes encontradas por Cross y colaboradores (1966) y las de este estudio 98

Lámina 1.- Dinoquistes gonyaulacoides y pyrofacoides 122

— 2.- Dinoquistes gonyaulacoides y pyrodinoides 124

— 3.- Dinoquistes pyrodinoides y peridinoides 126

— 4.- Dinoquistes de afinidad incierta 128

— 5.- Dinoquistes de afinidad incierta 130

— 6.- Dinoquistes de afinidad incierta 132

RESUMEN

Los resultados preliminares presentados en este estudio están basados en el análisis de 47 muestras recolectadas durante el Crucero BAP 83, que cubrió una extensión que va desde la latitud 30°N (cuenca Salsipuedes) hasta la 23°41'N (boca del Golfo de California).

Fue recuperado un total de 31 morfotipos de dinocistas. Entre los más importantes están los siguientes taxa: *Protoperidinium avellana*, *Protoperidinium conicoides*, *Nematosphaeropsis labyrinthea*, *Operculodinium centrocarpum*, *Protoperidinium compressum*, *Protoperidinium conicum*, *Protoperidinium oblongum*, *Spiniferites bentori*, *Spiniferites mirabilis*, *Spiniferites ramosus* var. *ramosus*, *Tuberculodinium vancampoeae*, y los dinocistas tipos "B", "C" y "D" de Reid y Harland, 1977. De acuerdo con la diversidad y frecuencia relativa de los taxa observados, se puede concluir que en el interior del Golfo de California los quistes de afinidades peridinoides predominan en los conjuntos; sin embargo, los quistes más abundantes a lo largo del golfo son del tipo "C" de Reid y Harland, 1977 y formas relacionadas.

Cuantitativamente, los dinocistas están presentes en número variable, tanto en sedimentos laminados como en sedimentos no laminados, sin estar restringidos a alguna facies sedimentaria en particular. Los conjuntos más diversos están en sedimentos homogéneos.

Los patrones de distribución general del número de dinocistas por gramo de sedimento sugieren que los intervalos de depósito y la textura de los sedimentos controlan la cantidad de quistes a lo largo del golfo, independientemente de la batimetría y la distancia a la costa. Los mismos patrones de distribución se mantienen aun en zonas de surgencia.

En el Golfo de California, la mayoría de las especies tiene una distribución amplia; sin embargo, en ciertas áreas, los conjuntos de quistes están dominados por algunas especies, lo que probablemente refleje ciertas condiciones oceanográficas de esas regiones. Por ejemplo, el conjunto de dinocistas en la fosforita está caracterizado por la abundancia de especies gonyaulacoides, sugiriendo la influencia simultánea de las corrientes de California y del Pacífico en la génesis de la fosforita, mientras que en la mayor parte del interior del golfo prevalece una condición oceanográfica típica de una cuenca cerrada, donde los quistes peridinoides son el componente principal.

En conclusión, los patrones de distribución de los dinocistas en el golfo no pueden ser generalizados, debido a que el complejo sistema hidrológico influye en el tipo de plancton que vive en la columna de agua, así como en el transporte y el depósito final de los dinocistas producidos.

ABSTRACT

The preliminary results presented in this paper are based on the study of 47 samples collected in the Cruise BAP 83, which covered from the 30° latitude (Salsipuedes basin) to the 23°41'N (mouth of the Gulf of California).

A total of 31 morphotypes of "dinocysts" were recovered, among which the most important are the following taxa: *Protoperidinium avellana*, *Protoperidinium conicoides*, *Nematosphaeropsis labyrinthea*, *Operculodinium centrocarpum*, *Protoperidinium compressum*, *Protoperidinium conicum*, *Protoperidium oblongum*, *Spiniferites bentori*, *Spiniferites mirabilis*, *Spiniferites ramosus* var. *ramosus*, *Tuberculodinium vancampoeae*, and the dinocysts types "B", "C", and "D" of Reid and Harland, 1977. According to the diversity and relative frequency of the above mentioned taxa, it can be concluded that in the interior of the Gulf of California, the cysts with peridinoid affinities predominate in the assemblages, but the most abundant cysts throughout the gulf are of type "C" of Reid and Harland, 1977, and related forms.

Quantitatively, dinocysts are present in a variable number in laminated as well as massive sediments, without being restricted to any particular sedimentary facies; however, the more diverse assemblages are found in homogeneous sediments.

The general distribution pattern of the number of dinocysts per gram of sediment suggests that rates of deposition and texture of the sediment control the amount of cysts along the gulf, independently of the bathymetry and the distance from shore. The same pattern is maintained even in upwelling zones, where there is no significant increase in the number of dinocysts.

Qualitatively, in the Gulf of California, most of the species have an ubiquitous distribution; however, some species became very abundant in certain areas. In this case, the cyst assemblage is dominated by certain species which probably reflect oceanographic conditions of that region; for instance, the dinocyst assemblage in phosphorites is characterized by the abundance of gonyaulacoid taxa such as *Polysphaeridium zohary* (34%), *Spiniferites ramosus* var. *ramosus* (21%), and *Operculodinium centrocarpum* (16%), suggesting the influence of the currents of California and the Pacific in the genesis of the phosphorite, while in the interior of the gulf prevail oceanographic conditions typical of an enclosed basin, where the peridinoid cysts are the main component of the assemblages.

In conclusion, the pattern of distribution of dinocysts in the gulf cannot be generalized, due to the complex hydrologic system, which influences the type of plankton living in the water column, as well as the transportation and final deposition of the produced dinocysts.

INTRODUCCIÓN

En el Golfo de California, la abundancia de dinoflagelados ha sido evidente; el conquistador Hernán Cortés lo bautizó con el nombre de Mar Bermejo, debido a su coloración que, ahora sabemos, es producto del florecimiento cíclico de dinoflagelados en esta zona de surgencias, de producción primaria alta. Sin embargo, hasta la fecha, no se ha realizado estudios sistemáticos sobre las poblaciones planctónicas de dinoflagelados en el Golfo de California, existiendo sólo los estudios publicados por los investigadores que se menciona en seguida: Gilbert y Allen (1943), Graham (1943), Osorio-Tafall (1943), Klement (1961), Niehuis (1980) y Valero-Gamboa (1980). Las poblaciones bentónicas de dinoquistes no han sido objeto de investigación alguna.

En los mares actuales son conocidas alrededor de 2,000 especies de dinoflagelados, mientras que el registro fósil de dinoquistes es cercano a 2,500 especies (Evitt, 1985). De acuerdo con los estudios mencionados antes, en el Golfo de California han sido reconocidos aproximadamente 67 taxa de dinoflagelados, entre especies y subespecies.

El desarrollo histórico de las investigaciones relacionadas con dinoquistes se encuentra resumido en Wall (1970) y Evitt (1970, 1985), donde se observa que, en los últimos años, se ha dado mayor importancia al estudio de los dinoflagelados actuales como productores de dinoquistes, lo cual ha incrementado las aplicaciones estratigráficas y paleoecológicas de estos microfósiles.

La importancia de conocer las fases bentónica y pelágica de los dinoflagelados recientes radica en que ello permite entender la distribución espacial y temporal de éstos. Así, se ha desarrollado, paralelamente, dos líneas de investigación sobre los quistes de dinoflagelados holocénicos: en una de ellas, se emplea experimentos de incubación para conocer los quistes producidos por las fases planctónicas; la otra, se basa en la descripción de patrones de distribución y abundancia de dinoquistes en sedimentos actuales, correlacionándolos con su contraparte planctónica. El presente estudio constituye una contribución a la segunda línea de investigación.

Desde hace tiempo se sabe que los dinoflagelados se distribuyen en función de la temperatura (Wood, 1954); este hecho, aunado al descubrimiento de la abundancia de dinoquistes en sedimentos holocénicos, propició el interés por el estudio de las cuencas marinas desde el punto de vista de su contenido de dinoquistes, a fin de conocer si su distribución pudiera reflejar regímenes climáticos durante el Cuaternario (Rossignol, 1961,

1962). A partir de los estudios de Rossignol (*op. cit.*), han proliferado las investigaciones sobre la distribución espacial de dinoquistes en sedimentos recientes, las cuales han demostrado que corresponde a una zonación ecológica (Williams, 1971a, 1971b; Reid, 1972, 1974), donde se reflejan las condiciones fisicoquímicas en que se forman dichos quistes (Wall *et al.*, 1977).

Ballog y Malloy (1981) realizaron un estudio sobre dinoquistes del Neógeno en las costas del sur de California, Estados Unidos de América, concluyendo que ha habido cambios en la temperatura de la Corriente de California, la cual ha evolucionado de cálida, durante el Mioceno, a fría, desde el Plioceno hasta el presente.

La aplicación en el Golfo de California de los principios ecológicos y biogeográficos sobre dinoquistes, que ya han sido establecidos en otros océanos, permitió comprobar la influencia de las diferentes corrientes oceánicas que alimentan el golfo.

El conocimiento de los dinoquistes recientes del Golfo de California y su distribución, además del valor oceanográfico, tendrán implicaciones obvias en investigaciones futuras, bioestratigráficas y paleoclimáticas de esta misma región. Este conocimiento es valioso porque ayuda a documentar y entender la productividad de las aguas de dicho golfo y, asimismo, a comprender la génesis de los depósitos de fosforita.

IMPLICACIONES GEOLÓGICAS

Las implicaciones estratigráficas y paleoecológicas de los dinoquistes en el Fanerozoico consideran los patrones de distribución de los quistes de dinoflagelados recientes en cuencas marinas; de aquí la importancia de este tipo de investigaciones.

Rossignol (1962, 1964) realizó el primer estudio sobre la distribución de quistes de dinoflagelados. Con material proveniente del Mar Mediterráneo, dicho investigador asoció la variación de la frecuencia de los "hísticosféridos" a cambios climáticos que, a su vez, desencadenaron fluctuaciones en el nivel del mar, modificando la salinidad. A partir de esta primera contribución, aumentó el interés por los dinoquistes cuaternarios, principalmente por sus implicaciones paleoambientales y paleoecológicas, aplicadas al Mesozoico y al Terciario.

El primer estudio sobre dinoquistes mesozoicos y terciarios, con implicaciones paleoecológicas, fue desarrollado por Vozzhennikova (1965), quien indicó que los quistes peridiales fósiles de pared gruesa, como los complejos *Deflandrea* y *Wetzeliella*, habitaban mares someros, donde las condiciones físico-químicas eran extremadamente variables; formuló, además, la hipótesis de que este tipo de quistes presenta mayor adaptabilidad a los ambientes inestables, con variaciones amplias en temperatura, salinidad y turbulencia, en tanto que los quistes de pared delgada, provistos de apéndices muy elaborados, pueden ser característicos de condiciones de mar abierto.

Scull y colaboradores (1966) trabajaron con dinoquistes corados de la Formación Vicksburg, concluyendo que los quistes con espinas delgadas son característicos de ambientes transicionales inestables, tales como las zonas estuarinas o lagunares; en cambio, las formas con apéndices espinosos más complejos se encuentran en las aguas profundas. Scull

encontró una secuencia o patrón de distribución similar en sedimentos recientes del Golfo de México.

Otro estudio pertinente de quistes cuaternarios fue el de Wall (1967), sobre núcleos extraídos del Mar Caribe, donde detectó cambios cuantitativos a través del Cuaternario, con una disminución en la cantidad de dinoquistes hasta el presente. A pesar de que el desconocimiento de la distribución actual de los dinoquistes le impidió evaluar, paleoecológicamente, los cambios cualitativos, asumió que la máxima abundancia de microplancton pudiera estar asociada a un clima tropical.

Wall y Dale (1968) trabajaron con sedimentos pleistocénicos en Inglaterra, estableciendo cinco conjuntos de especies recurrentes a través del tiempo, y asociaron dichas variaciones de la población a cambios climáticos; e.g., las especies de *Spiniferites* caracterizan los pisos interglaciares en el Pleistoceno.

Wall y Warren (1969) estudiaron dinoquistes del Mar Rojo, concluyendo que su distribución temporal dependía de las variaciones de temperatura y salinidad, asociadas a los cambios del nivel del mar, ocurridos durante los ciclos glaciares; esto les permitió establecer seis biozonas de dinoquistes, con *Hemicystodinium*, *Spiniferites* y *Leptodinium*.

Downie y colaboradores (1971), confirmando la hipótesis de Vozzhennikova (1965) describieron cuatro conjuntos de dinoquistes en el Terciario temprano de Inglaterra, como resultado de los cambios en las condiciones ambientales, donde los quistes peridinoides cavados, como *Wetzelilla*, habitaban ambientes inestables, e.g., esteros y lagunas, mientras que los quistes gonialoides *Spiniferites* y *Areoligera*, abundaban en condiciones oceánicas.

Los sedimentos cuaternarios del Mar Negro fueron estudiados por Wall y Dale (1974), quienes corroboraron que las fluctuaciones cualitativas y cuantitativas de las poblaciones de dinoquistes indicaban cambios climáticos, que influyeron en la temperatura y salinidad del Mar Negro.

Sin embargo, las conclusiones alcanzadas a través de las investigaciones sobre dinoquistes cuaternarios estuvieron limitadas por el desconocimiento total de la distribución actual de los quistes de dinoflagelados en sedimentos marinos, premisa clave para dar mayor validez al significado paleoecológico de los dinoquistes.

Los primeros estudios para llenar la falta de información acerca de la distribución horizontal de dinoquistes fueron realizados por Williams (1971a) y Reid (1972); pero el estudio más completo fue llevado a cabo por Wall y colaboradores (1977) en el Océano Atlántico y mares adyacentes, cuyos resultados les permitieron afirmar que existe un control, tanto climático como ambiental, en la distribución de los quistes de dinoflagelados, desarrollando el concepto de "estabilidad hidroclimática", aplicable a los dinoquistes fosilizables —en contraste con el resto de los dinoflagelados— los cuales presentan una estrategia de adaptabilidad a los climas marinos muy variables, condiciones que se dan solamente en algunas partes del ambiente marino (márgenes continentales, entornos de islas oceánicas, esteros, estuarios), donde proliferan los quistes eurihaptos, en tanto que los quistes estenohaptos están adaptados a subambientes marinos más estables.

A partir de la publicación de Wall y colaboradores (1977), se propagó este tipo de investigaciones, aumentando la importancia de los dinoquistes en la investigación paleoecológica, paleoambiental y paleoceanográfica. Así, Turon (1978), al estudiar la variación temporal de quistes holocénicos en el Atlántico nororiental, relacionó la mayor cantidad

de dinoquistes con el aumento de nutrientes en la zona fótica, debido a la presencia de un sistema anticiclónico a principios del Holoceno en dicha región. Al alejarse el sistema anticiclónico, se produjo una disminución drástica en la productividad primaria, decreciendo, también, la cantidad de dinoquistes por gramo de sedimento. Ballog y Malloy (1981) obtuvieron resultados similares en el Neógeno del Océano Pacífico, enfrente de las costas meridionales de California.

En el caso específico del Golfo de California, Heusser (1982) estudió un núcleo del Neógeno superior encontrando a lo largo de él —conjuntamente a su conteo de polen y esporas— una gran variación en la frecuencia de los dinoquistes, del 1 al 90%; sin embargo, tales cambios verticales en los conjuntos de dinoquistes podrán ser interpretados sólo cuando se conozca la distribución de los dinoquistes recientes del Golfo de California; dicho conocimiento validará el uso de los dinoquistes fósiles del golfo, en la resolución de problemas estratigráficos y paleoecológicos, ampliando, además, el conocimiento respecto al origen del Golfo de California —apertura del golfo— así como el de su evolución oceanográfica, a través de la detección de diferentes corrientes de agua, zonas de surgencia, cambios climáticos y sistemas anticiclónicos.

ASPECTOS FISIOGRAFICOS

El Golfo de California es una cuenca marginal situada en el noroeste de México, alargada y estrecha, que se comunica con el Océano Pacífico en el SE. Está localizada aproximadamente entre los 23 y 32°N y los 107 y 115°W (Figura 1); tiene una longitud aproximada de 600 km y una anchura promedio de 60 km (Van Andel, 1964).

Batimétricamente, el Golfo de California está caracterizado por una serie de cuencas separadas por *sills*, las cuales varían en profundidad desde los 900 m, en las cercanías de la isla Tiburón, hasta 1,500 m, en la parte meridional del golfo (Figura 2).

Las cuencas son alargadas, siguiendo la dirección de ciertas fallas. Algunas cuencas tienen talud suave, como las del Carmen y Guaymas, mientras que otras tienen un talud bastante pronunciado, como las de Pescadero, Farallón y San Pedro Mártir, cuya inclinación promedio es de entre 3 y 6° llegando hasta 8°.

Esta región de cuencas contrasta con la parte más septentrional del golfo, zona comprendida entre el Río Colorado y la isla Tiburón, donde la profundidad promedio es de 200 m, con excepción de la trinchera, de más de 1,000 m, que separa a las islas Ángel de la Guarda y San Lorenzo.

A lo largo de su costa oriental, existe una plataforma muy estrecha y poco profunda, pero en su ribera occidental, el cantil desciende bruscamente a grandes profundidades, a corta distancia de la costa.

En síntesis, respecto a la topografía del Golfo de California, se distingue dos regiones: una externa o austral, más o menos infundibuliforme, con profundidades que aumentan, de modo gradual, hacia el Océano Pacífico, y una zona interior o boreal que, en general, es somera, aunque en algunos lugares contiene depresiones hondas. Dicha parte interior del Golfo de California está separada de la parte exterior por un dintel submarino, situado a una profundidad máxima de 250 m.

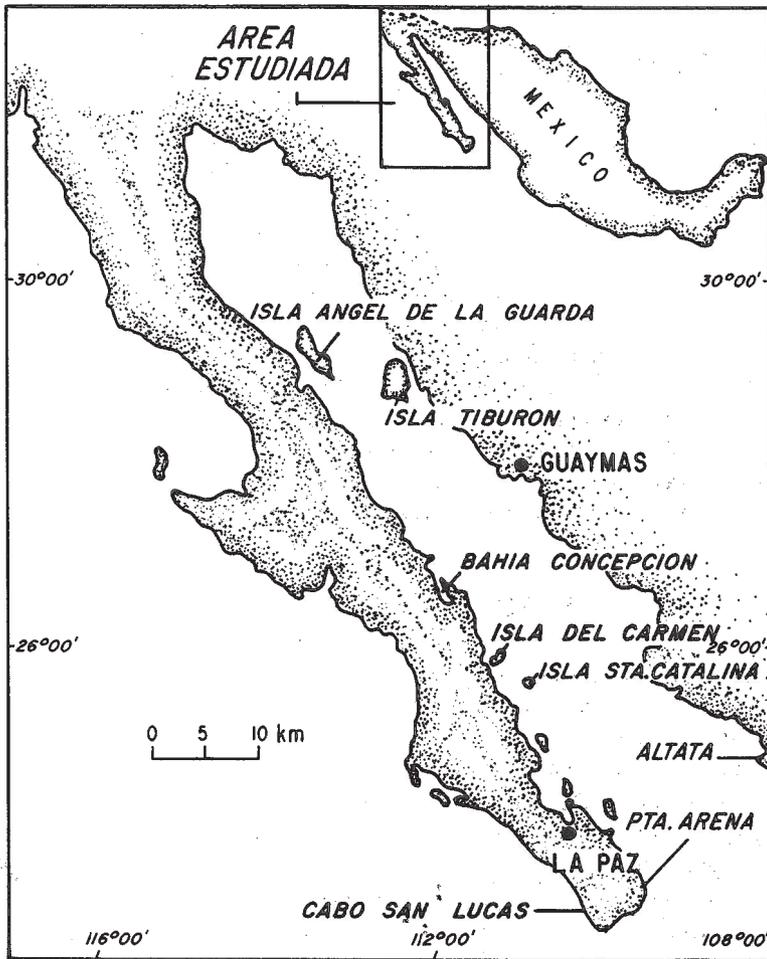


Figura 1.- Mapa de localización del Golfo de California.

Desde el punto de vista tafonómico, los conjuntos bentónicos de dinoquistes están influenciados por la topografía submarina del Golfo de California. Esta influencia es más obvia en áreas del fondo marino, donde los perfiles de reflexión (Moore y Buffington, 1968; Moore, 1973; Moore y Curray, 1982) presentan zonas de fractura y fallas transformantes. Estas estructuras desarrollan un lineamiento de orientación NW-SE generando escarpes abruptos, donde continuamente los sedimentos se deslizan. Por ejemplo, al norponiente de la cuenca de Guaymas (Moore y Buffington, 1968) los sedimentos forman, en ocasiones, corrientes de turbiedad, constituyéndose, de este modo, tanatocenosis alóctonas, que dificultan el análisis de la distribución de los dinoquistes contenidos en los sedimentos superficiales del Golfo de California.

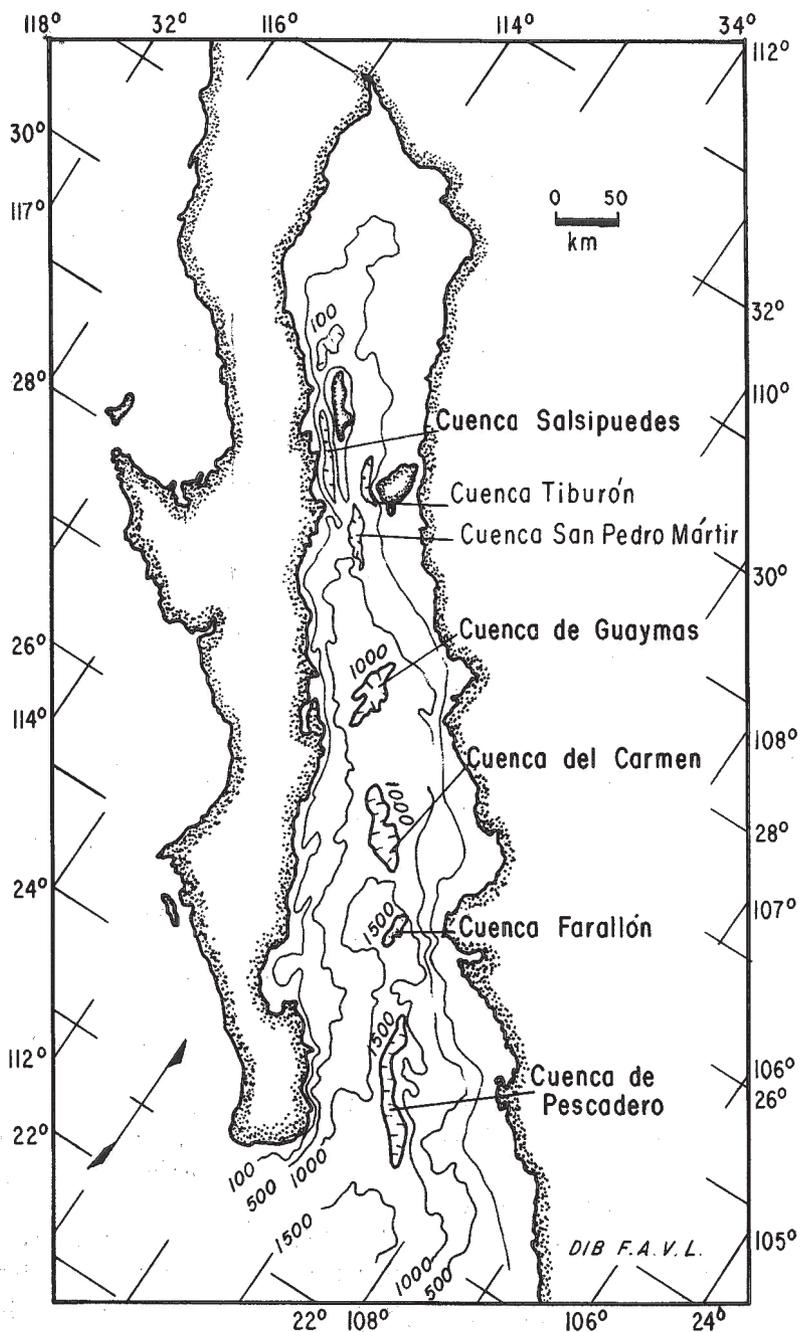


Figura 2.- Mapa de localización de las cuencas y batimetría del Golfo de California (contornos de profundidad en brazas).

HIDROGRAFÍA DEL GOLFO DE CALIFORNIA

CORRIENTES

Sverdrup (1941) y Gilbert y Allen (1943) dividieron hidrográficamente al golfo en dos partes: (a) la zona externa, en abierta comunicación con las aguas del Océano Pacífico, con profundidades que aumentan gradualmente hacia la boca, y (b) la zona interna, poco profunda. Ambas zonas están separadas por una cresta (dintel) submarina, en las cercanías de la isla Tiburón.

Gilbert y Allen (1943), basándose en mediciones de temperatura y salinidad, concluyeron que las aguas profundas del golfo externo presentaban las mismas características que las masas de agua de las inmediaciones del Pacífico (escasa cantidad de oxígeno y salinidad mínima de 34.5 a 34.55 g/l) y que, en la boca del golfo, se detectaba la entrada de aguas profundas y la salida de corrientes superficiales; en tanto, en el golfo interno (norte del paralelo 29°) existían condiciones de cuenca, con corrientes de convección, donde la distribución de la temperatura y salinidad era distinta a la del resto del golfo.

Posteriormente, en 1946, Sverdrup y colaboradores (*in* Brongersma-Sanders, 1957) reconocieron también que existían en la parte interna del golfo, corrientes de convección que ocasionaban los ciclos estacionales de fitoplancton en dicha región; en tanto, en la parte externa del golfo, el florecimiento del fitoplancton era producido, fundamentalmente, por las surgencias de las costas occidental u oriental del golfo, según el sistema de vientos predominante en las estaciones.

Años más tarde, Roden y Groves (1959) y Roden (1964) distinguieron tres masas de aguas superficiales en la boca del golfo:

a. La corriente de California, rica en aguas subárticas de salinidad y temperatura bajas, con una salinidad igual o menor que 34.5 g/l y temperatura menor que 22°C.

b. La corriente del Pacífico tropical oriental, a 200 m de profundidad, con una salinidad que va desde 34.5 hasta 35.5 g/l y una temperatura de 25°C.

c. La corriente del golfo, con una salinidad mayor que 34.9 g/l, aparece desde la superficie hasta los 70 m de profundidad y temperaturas entre 15 y 38°C. Esta corriente, oriunda del propio golfo, de salinidad y temperatura altas, se desplaza paralelamente a las costas de los estados de Sonora y Sinaloa.

La circulación de las aguas superficiales en la parte meridional del golfo está ligada al patrón de vientos (Roden, 1964), predominando hacia el sudeste, durante el invierno, y hacia el noroeste, en el verano; esto determina las zonas de surgencia en las partes oriental y occidental del golfo, respectivamente.

Griffiths (1963) estableció que en la boca del Golfo de California se formaba un "frente oceanográfico" en los primeros 120 m de profundidad, encontrándose y mezclándose las masas de agua de la corriente de California, así como las del Pacífico subtropical nor-oriental, con las del golfo mismo; la variación en la posición geográfica de este frente estaba determinada por procesos atmosféricos (Wyrski, 1965), que influían en los diferentes tipos de masas de agua dentro del golfo.

El estudio más detallado de las masas de aguas, a nivel de la boca del golfo, fue llevado a cabo por Warsh y colaboradores (1973), quienes delimitaron cinco masas de agua:

1. Aguas superficiales del golfo.- Confluyen en el golfo entre la superficie y los 30 m de profundidad; consisten en una mezcla de la corriente superficial de California con las aguas tropicales superficiales, modificadas por evaporación.

2. Masas submarinas de agua del golfo.- Éstas abandonan el golfo por la porción occidental, aproximadamente a 125 m de profundidad. Presentan la salinidad más alta y son el resultado de la evaporación de las masas superficiales de aguas del golfo.

3. Aguas de transición A.- Son una mezcla de la corriente de California (agua subsuperficial) con las aguas tropicales (superficiales) del Océano Pacífico, caracterizada por una salinidad mínima y una cantidad máxima de oxígeno. Entran en el golfo a una profundidad de entre 30 y 50 m, en las partes central y oriental.

4. Aguas de transición B.- Son el resultado de la mezcla de la corriente subsuperficial de California con la corriente subtropical subsuperficial. Se presentan entre los 50 y 200 m de profundidad, en las regiones central y oriental del golfo. Mundhenke (1969, *in* Warsh, *et al.*, 1973) reportó aguas de estas características hasta los 29°N, dentro del golfo.

5. Aguas del Pacífico tropical oriental.- Entran y salen por abajo de los 200 m, a lo largo de la boca, provenientes del SE; durante el verano penetran muy al norte, limitando la influencia de la corriente de California dentro del golfo.

Posteriormente, Santiago-Mandujano (1980), empleando datos del transecto entre Punta Arena y Altata, destacó la existencia de cuatro flujos, alternados hacia adentro y hacia afuera del golfo, hasta una profundidad de 500 m; situó el flujo principal en la costa occidental, cerca de Punta Arena, fluyendo hacia el sur del golfo, considerando que este flujo estaba formado por las denominadas "aguas del golfo" (Roden y Groves, 1959).

Al oriente de este flujo, hay otro que corre hacia el norte del golfo, con una velocidad de hasta 30 cm/seg y hasta los 700 m de profundidad, introduciendo aguas de salinidad baja (34.8 g/l). Existen otros flujos en la parte centrooriental (hacia el sur del golfo) y en el extremo oriental (hacia el norte del golfo).

En síntesis, el suministro de aguas al golfo está constituido por las corrientes del Pacífico tropical oriental y la corriente de California, las cuales entran a aquél a diferentes profundidades, reemplazando en él las aguas empobrecidas (Revelle, 1950).

TEMPERATURA

El antiguo esquema de Sverdrup (1941) y Gilbert y Allen (1943), en el cual se consideraba que la temperatura de la superficie, en la zona externa del golfo, descendía a medida que aumentaba la latitud, fue modificado. Así, Roden y Groves (1959) estimaron que el golfo era la cuenca de evaporación más grande del Océano Pacífico, ya que existía poca escorrentía y la evaporación excedía a la precipitación, produciéndose grandes variaciones anuales en la temperatura superficial, con gradientes de 14°C en la parte septentrional y de 21°C en la boca durante el mes de febrero, mientras que en agosto, los gradientes se incrementaban hacia la cabeza del golfo, con 28°C en la entrada y 31°C en la cabecera (Roden, 1964); es decir, las variaciones estacionales eran más grandes en la parte septen-

trional, área de muy poca precipitación, escorrentía nula y radiación intensa, sobre todo en verano. En la parte central del golfo, con masas de agua influenciadas por el sistema de vientos, la temperatura más fría se localizaba a lo largo de la costa oriental, en el invierno; finalmente, durante el verano, las aguas más frías se localizaban a lo largo de la costa occidental, lo que estaba ligado a los fenómenos de surgencias, a ambos lados del golfo.

SALINIDAD

El valor más alto de salinidad es el del agua superficial; no obstante, presenta menos variación, tanto espacial como temporal, en comparación con la temperatura. Siendo relativamente alta, la salinidad fluctúa entre 35 y 35.8 g/l; sin embargo, la variación estacional es poca, pues no excede, anualmente, el 0.2% y la salinidad aumenta, a partir de la entrada al golfo hacia la desembocadura del Río Colorado, el cual, actualmente, no influye sobre la salinidad, ya que su carga es nula. Aun en esta zona, la salinidad varía dentro de límites muy estrechos: 35.2-35.5 g/l (Roden y Groves, 1959).

La salinidad más baja se encuentra en el SE del golfo, en la desembocadura de los ríos, durante la estación de lluvias, mientras que la salinidad más alta se presenta en bahías protegidas, tales como Concepción, San Felipe y Adair. El promedio de salinidad de los primeros 200 m no muestra variación estacional (Roden y Groves, 1959).

Está ya bien establecido que en la boca del golfo, por encima de la corriente del Pacífico ecuatorial, se detecta otra corriente caracterizada por su salinidad alta, que es conocida como corriente del golfo, con una distribución de la salinidad y cantidad de oxígeno muy complicada y variable, según la estación.

CARACTERÍSTICAS SEDIMENTOLÓGICAS

En conjunto, el Golfo de California es asiento de una sedimentación intensa, cuya magnitud está regulada no sólo por los aportes de los ríos, sino también por la topografía submarina, la intensidad de las mareas, las corrientes profundas y las corrientes superficiales. Las características fisicoquímicas de estas últimas, determinan la productividad orgánica del golfo, así como la presencia de numerosos sedimentos biógenos, abundando los cienos de diatomeas, ricos en ácido sulfhídrico y kerógeno.

La proporción de sílice en las aguas del Golfo de California aumenta desde la entrada del mismo hasta la zona de Guaymas, donde las capas profundas están cercanas al estado de saturación; por ello, las frústulas de las diatomeas se depositan en el fondo, sin disolverse (Osorio-Tafall, 1943). Esto da por resultado que en la zona inmediata al golfo, para algunos "golfo externo", existan abundantes sedimentos laminados de diatomeas, los cuales se presentan con intercalaciones de material clástico fino, en bandas de 1 a 4 mm de espesor.

El estudio cualitativo y cuantitativo más completo sobre los sedimentos del golfo fue llevado a cabo por Van Andel (1964), quien concluyó que el tipo de sedimentos y su distribución estaban en función de la geomorfología del golfo, influyendo también la cercanía de las fuentes de sedimentos, lo que determinaba el predominio de sedimentos

arenosos y limo-arcillosos, que eran los dos grupos texturales que constituían el grueso de los sedimentos del golfo, siendo escasos los sedimentos muy finos.

En las partes occidental, central y meridional del golfo, los carbonatos son un constituyente importante de las areniscas, debido a la poca influencia del material terrígeno.

En general, existe una disminución del tamaño modal de los sedimentos en la profundidad y, en consecuencia, los sedimentos de grano fino predominan en las partes central y meridional del golfo. Estos sedimentos finos son, en su mayor parte, depósitos diatomeicos laminados (Calbert, 1966). En contraste, los foraminíferos están presentes en sedimentos gruesos, con los planctónicos distribuidos homogéneamente en el golfo y los bentónicos siendo más abundantes en los taludes.

La distribución regional de los radiolarios muestra una marcada disminución a partir de la entrada del golfo, hacia la cabecera, alcanzando su abundancia máxima en la zona pacífica (Álvarez-Arellano, 1984).

El patrón sistemático de la disminución de la moda en los sedimentos al aumentar la profundidad y/o la distancia a la costa, es modificado, en ocasiones, por la afluencia de material terrígeno grueso de ambientes someros hacia cuencas profundas.

Van Andel (1964) encontró que el porcentaje de carbón orgánico no siempre se correlacionaba positivamente con la cantidad de arcilla en los sedimentos, ya que existían otros factores, tales como productividad orgánica, velocidad de sedimentación, velocidad de descomposición, potencial de oxidación y potencial de hidrógeno que, junto con el tamaño del grano, determinaron que el porcentaje mayor de carbón se presentara en profundidades intermedias, que correspondían, de acuerdo con Roden (1964), a zonas con una cantidad mínima de oxígeno, donde las profundidades variaban entre 180 y 1,260 m, según la estación y la latitud. En estas profundidades con un mínimo de oxígeno, la descomposición de la materia orgánica era reducida y la bioperturbación escasa o nula; por tanto, favorecían la formación de sedimentos laminados, escaseando los macroinvertebrados (Parker, 1964).

La tasa de sedimentación es muy variable a lo largo del golfo, aun dentro de una misma cuenca. Con base en estudios bioestratigráficos, Marie-Pierre y colaboradores (1982) señalaron grandes diferencias en las tasas de sedimentación; así, en la cuenca de Guaymas era de entre 12.5 y 122 $\text{cm}/10^3$ años, mientras que en las cercanías de la región de Los Cabos, la tasa sedimentológica era mucho más baja: desde 4.1 hasta 29 $\text{cm}/10^3$ años.

Álvarez-Arellano (1984) corroboró el predominio de tasas altas de sedimentación en la cuenca de Guaymas, con valores hasta de 273 $\text{cm}/10^3$ años; señaló, para algunas áreas de la misma cuenca, valores muy bajos, 18 $\text{cm}/10^3$ años, encontrando que las tasas de sedimentación tendían a disminuir hacia la boca del golfo. Los valores indicados por Álvarez-Arellano (1984), para la región de las cuencas del Carmen-Farallón, varían entre 60 y 10 $\text{cm}/10^3$ años; los valores más bajos están en la región de la cuenca de Pescadero y Los Cabos, con tasas de 6-46 $\text{cm}/10^3$ años (Figura 3).

MATERIALES Y MÉTODOS DE MUESTREO

Las 47 muestras de sedimentos superficiales analizadas en este estudio, corresponden a otras tantas estaciones (Figura 4), las cuales fueron muestreadas durante el crucero

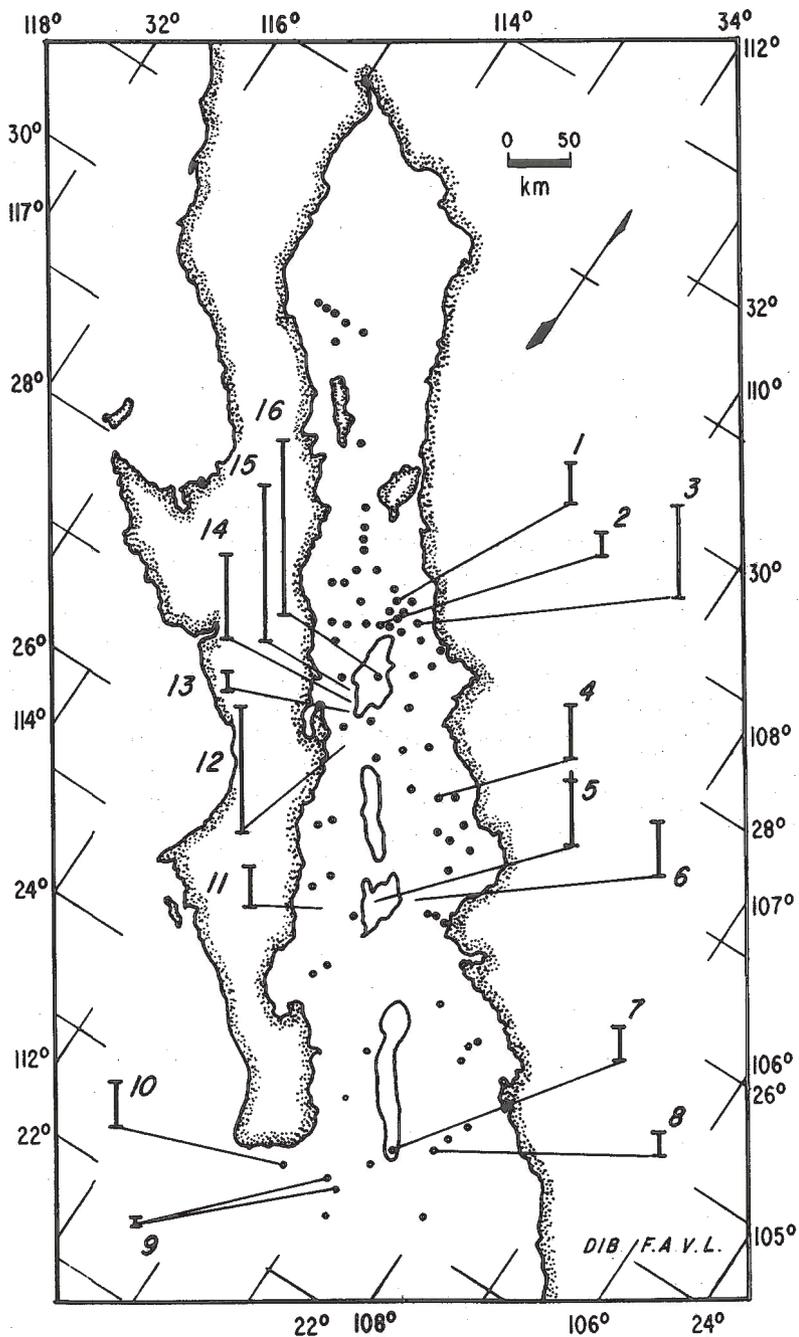


Figura 3.- Mapa de tasas de sedimentación, usando barras en escala de 1 mm = 1 cm/10³ años (tomado de Álvarez-Arellano, 1984).

denominado Paleo-I, realizado abordo del barco oceanográfico "El Puma" del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. El crucero tuvo una duración de 20 días, habiéndose iniciado el 20 de mayo de 1982. Para tomar las muestras, se empleó el nucleador de caja "Reineck", lo que permitió la conservación de la interfase entre la columna de agua y el sedimento, sin alteraciones mecánicas en los estratos superiores del sedimento, donde se submuestreó, sobre una superficie de 630 cm^2 , un volumen de 630 cm^3 , del cual, después de homogeneizado, se tomó 100 cm^3 .

Posteriormente, en el laboratorio se tomó una alícuota que se dejó secar en el horno a 70°C . De este sedimento, una vez deshidratado, fueron pesados 10 g.

En la maceración de los sedimentos, para la extracción de los palinomorfos, se empleó ácido clorhídrico al 10%, después ácido fluorhídrico y, por último, ácido nítrico e hidróxido de sodio; finalmente, se separó el kerógeno restante de los minerales residuales, por medio de la flotación en bromuro de zinc. Una vez obtenida la materia orgánica, se hizo un dilución con un volumen conocido de hidroxiacetilcelulosa, se agitó este volumen e inmediatamente, con una pipeta Pasteur, se tomó una alícuota de 0.025 ml, para hacer las laminillas; fueron elaboradas cuatro laminillas por muestra, las cuales fueron depositadas en la Palinoteca del Museo de Paleontología del Instituto de Geología de la U.N.A.M.

Las laminillas fueron examinadas con un fotomicroscopio Zeiss, empleando objetivos de 40 y 100 X. En cada muestra fueron contados 200 dinoquistes; conteo que fue realizado dos veces, por dos observadores diferentes, dando resultados un tanto distintos; sin embargo, en general, ambos conteos fueron comparables, por lo que finalmente sólo fue considerado uno de ellos. Se calculó la abundancia relativa y absoluta, según el método de Cross y colaboradores (1966).

Al mismo tiempo que se completaba el conteo de 200 dinoquistes, se efectuó también el conteo de microforaminíferos y escolecodontos.

Para el fotomicroscopio se empleó película Panatomic-x y para el microscopio electrónico de barrido se usó película Ilford, HP400 ASA, imprimiéndose los positivos en papel Kodabromide-y AZO, respectivamente.

El itinerario de este crucero fue proyectado principalmente para muestrear los sedimentos laminados del golfo, a profundidades diversas (Tabla 1); limitándose, así, la toma de muestras a cierta batimetría, lo cual motivó que el muestreo no se llevara a cabo siguiendo una retícula detallada; en consecuencia, los resultados de este estudio también tienen sus limitaciones. Se considera que un muestreo más sistemático y detallado, podría revelar nuevos dinoquistes, así como precisar aún más los patrones que rigen su distribución, aumentando al mismo tiempo el número de estaciones, ya que, de las 47 muestras analizadas en el presente estudio, sólo 38 resultaron ser positivas; las restantes (no incluidas en la Figura 4), carecían de dinoquistes.

TAXONOMÍA

El presente estudio no trata de resolver los problemas taxonómicos que representa el estudio de los dinoquistes del Cuaternario, sino de plantear la necesidad de conocer la

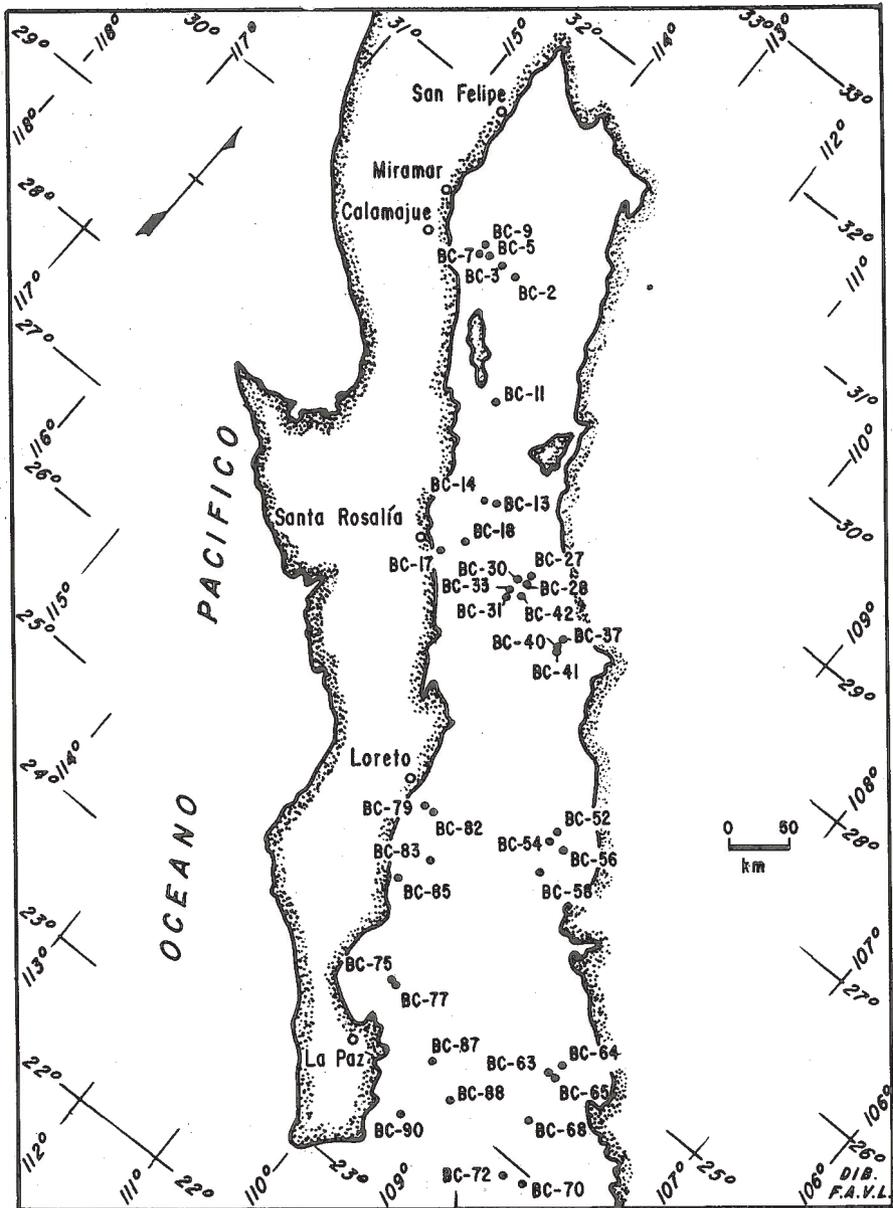


Figura 4.- Mapa de localización de las estaciones de muestreo.

biología de los dinoflagelados vivos para poder contribuir al esclarecimiento de la taxonomía y sistemática de los dinoflagelados fósiles. Históricamente, el conocimiento de los dinoflagelados se remonta al siglo pasado, cuando varios autores, entre ellos Ehrenberg (1837), Mantell (1854) y White (1862) (*in* Sarjeant, 1970a), proporcionaron observaciones sobre su morfología, sin tener conocimiento de su naturaleza real.

Tabla 1.- Localización, profundidad y granulometría de las muestras superficiales obtenidas durante el cruceo Paleo-I.

Número de muestra		Latitud Norte	Longitud Oeste	Profundidad (metros)	Sedimentos laminados	Composición textural
Paleo-I	Inst. Geol.					
BC-2	Pb-2426	29°58'	113°38'	230	No	arcilla y limo
3	2427	30°00'	113°47'	364	No	arcilla y limo
5	2428	29°59'	114°03'	448	No	arcilla y limo
7	2429	29°59'	114°06'	380	No	arcilla y limo
9	2430	30°00'	114°08'	344	No	arcilla y limo
11	2431	29°01'	113°00'	348	No	limo, arcilla y arena
13	2432	28°21'	112°28'	915	Sí	arena, arcilla y limo
14	2433	28°15'	112°24'	897	Sí	arena, arcilla y limo
17	2435	27°51'	112°31'	620	Sí	arena y limo
18	2436	27°56'	112°23'	848	Sí	arcilla y limo
27	2440	28°01'	111°40'	477	No	limo y arcilla
28	2441	27°59'	111°40'	520	Sí	limo y arcilla
30	2442	27°54'	111°42'	608	Sí	arcilla y limo
31	2443	27°49'	111°43'	668	Sí	arcilla y limo
33	2444	27°46'	111°44'	804	Sí	arcilla y limo
37	2445	27°46'	111°04'	453	No	arcilla y limo
40	2446	27°40'	111°05'	607	Sí	limo y arcilla
41	2447	27°38'	111°04'	832	No	limo y arcilla
42	2448	27°51'	111°43'	647	Sí	limo y arcilla
52	2449	26°26'	109°55'	515	Sí	arcilla y limo
53	2450	26°17'	110°02'	745	Sí	arcilla y limo
54	2451	26°18'	109°56'	609	Sí	arcilla y limo
56	2452	26°19'	109°46'	406	Sí	arcilla y limo
58	2453	26°04'	109°49'	595	Sí	arcilla y limo
63	2457	25°00'	109°01'	645	Si	arcilla y limo
64	2458	24°50'	108°32'	212	No	arena y arcilla
65	2459	24°48'	108°32'	645	Sí	arcilla y limo
68	2460	24°44'	108°33'	860	No	limo y arcilla
69	2461	24°05'	108°03'	227	No	arcilla, limo y arena
70	2462	23°58'	108°08'	600	No	limo y arcilla
72	2463	23°49'	108°15'	895	No	arcilla, arena y limo
75	2464	24°32'	110°15'	741	Sí	arcilla, arena y limo
77	2465	24°33'	110°15'	725	Sí	arena, limo y arcilla
79	2466	25°52'	111°08'	256	No	arena, limo y arcilla
82	2467	25°57'	111°01'	615	Sí	arena, limo y arcilla
83	2468	25°32'	110°43'	620	No	arena, limo y arcilla
85	2469	25°16'	110°51'	670	Sí	arena, limo y arcilla
87	2470	24°09'	109°30'	482	No	arcilla y arena
88	2471	24°09'	109°30'	850	No	arena
90	2472	23°41'	109°27'	978	No	arcilla y arena

Ya en el siglo XX, el estudio de estos microfósiles se reinició en la década de los treinta, cuando Wetzel y Deflandre publicaron varios estudios con implicaciones estratigráficas, considerándolos todavía como un grupo de organismos *incertae sedis* (Sarjeant, 1970a, 1970b).

La naturaleza de los dinoquistes quedó establecida en los estudios de Evitt (1961), quien dilucidó, de manera definitiva, las afinidades biológicas verdaderas de dichos microfósiles, demostrando que se trataba de quistes de dinoflagelados. Ya para entonces era común la aplicación de una taxonomía determinada a los dinoquistes fósiles del Mesozoico y Cenozoico; mientras tanto, el avance en el conocimiento de las relaciones biológicas de los quistes producto de los dinoflagelados recientes, daba como resultado la implantación de un sistema taxonómico nuevo, aplicado exclusivamente a dinoflagelados recientes, de los cuales ya se conocía su fase quística. En esta taxonomía nueva se abandonó las dos que eran aplicadas independientemente: una a la fase vegetativa de los dinoflagelados y la otra a la fase quística (dinoquistes), Balech (1974) amalgamó los dos sistemas taxonómicos en uno nuevo (*e. g.*, género *Protoperidinium*), aplicable sólo a los dinoquistes holocénicos y pleistocénicos, de los cuales se conocía la fase vegetativa correspondiente. La taxonomía de Balech se basó en el conocimiento morfológico de la forma tecada, complementada con la información morfológica proporcionada por los quistes, estableciéndose, de esta manera, géneros, subgéneros y secciones nuevos en la taxonomía de los dinoflagelados (Harland, 1982).

En los dinoquistes peridinoides del Golfo de California, el tratamiento taxonómico empleado que se siguió está basado en la nueva sistemática establecida por Balech (1974) y Harland (1982), aplicada recientemente por Bradford y Wall (1984) y Dodge (1985); sin embargo, en el estudio de los dinoquistes del Cuaternario existen aún problemas taxonómicos por resolver, ya que, en particular del Holoceno, un mismo dinoflagelado tecado (forma vegetativa) puede estar produciendo más de un tipo de quiste (Reid, 1974; Dale, 1976), como se aprecia en la Tabla 2.

Además, el conocimiento de los dinoquistes y sus formas tecadas correspondientes (dinoflagelados *sensu lato*) es insuficiente; por tanto, las taxonomías de Balech (1974) y Harland (1982) no cubren la nomenclatura de todos los quistes recuperados en los sedimentos del golfo. En estos casos, se sigue la taxonomía que se aplica exclusivamente a las formas quísticas, en espera de una recombinación taxonómica posterior, basada en un conocimiento mayor de los ciclos de vida de los dinoflagelados. Así, los 70 tipos de dinoquistes descritos en sedimentos cuaternarios —de la mayoría de los cuales se conoce su forma tecada correspondiente por los estudios de incubación de Wall y Dale (1968, 1969, 1970)— contrastan con las 300 especies de dinoflagelados tecados que existen solamente en los géneros *Gonyaulax* Diesing (1866) y *Protoperidinium* Bergh (1881) (*in* Reid y Harland, 1977). Probablemente, la mayoría de estas especies tecadas forme quistes, pero éstos no se recuperan de los sedimentos cuaternarios, bien porque no pueden resistir los cambios diagenéticos o porque dichos dinoquistes no pueden soportar los ácidos empleados en las técnicas palinológicas. Considerando esto, se hace recomendable proseguir con la línea de investigación de Wall y Dale (1968, 1969, 1970) para ampliar el conocimiento de los ciclos de vida de los dinoflagelados, ya que algunos quistes podrían, incluso, representar

Tabla 2.- Lista de dinoflagelados planctónicos y sus dinocquistes correspondientes.

DINOFLAGELADOS GONYAULACOIDES	DINOQUISTES GONYAULACOIDES
<i>Gonyaulax digitalis</i> (Pouchet) Kofoid	* <i>Spiniferites bentorii</i> (Rossignol, 1964) Wall y Dale, 1970
"	<i>Spiniferites nodosus</i> (Wall) Sarjeant
<i>Gonyaulax grindleyi</i> (Reinecke) von Stosch	* <i>Operculodinium centrocarpum</i> (Deflandre y Cookson, 1955) Wall, 1967
"	* <i>Operculodinium israelianum</i> (Rossignol, 1962) Wall, 1967
<i>Gonyaulax polyedra</i> Stein	* <i>Lingulodinium machaerophorum</i> (Deflandre y Cookson, 1955; Wall, 1967) Wall y Dale, 1973
<i>Gonyaulax scrippsae</i> Kofoid	<i>Spiniferites belerius</i> Reid
"	<i>Spiniferites bulloideus</i> (Deflandre y Cookson, 1955) Sarjeant, 1970a
<i>Gonyaulax spinifera</i> (Claparède y Lachmann) Diesing	<i>Bitectatodinium tepikiense</i> Wilson, 1973
<i>Gonyaulax spinifera</i>	<i>Nematosphaeropsis balcombiana</i> Deflandre y Cookson, 1955
"	<i>Spiniferites elongatus</i> Reid, 1974
"	* <i>Spiniferites mirabilis</i> (Rossignol, 1964) Sarjeant, 1970a
"	<i>Spiniferites</i> cf. <i>ramosus</i> Wall y Dale, 1970
"	* <i>Spiniferites ramosus</i> (Davey y Williams, 1966) Lentin y Williams, 1973
"	<i>Spiniferites ramosus</i> var. <i>pachydermus</i> (Rossignol, 1964) Reid 1974
"	<i>Spiniferites scabratus</i> (Wall, 1967) Sarjeant, 1970a
"	<i>Tectatodinium pellitum</i> Wall, 1967
<i>Gonyaulax</i> sp.	<i>Impagidinium patulum</i>
<i>Gonyaulax</i> sp.	* <i>Nematosphaeropsis labyrinthea</i> (Ostenfeld) Reid

* Dinocquistes presentes en el Golfo de California.

Tabla 2 (continuación).

DINOFLAGELADOS PERIDINOIDES	DINOQUISTES PERIDINOIDES
<i>Protoperidinium</i> (<i>Archaeperidinium</i>) <i>avellana</i> (Meunier) Balech, 1974	* <i>Brigantedinium cariacensis</i> Harland y Reid, 1980
<i>Protoperidinium</i> (<i>Archaeperidinium</i> sección <i>Stelladinium</i>) <i>compressum</i> (Åbe) Balech, 1974	* <i>Stelladinium reidii</i> Bradford, 1975
<i>Protoperidinium</i> (<i>Protoperidinium</i>) <i>conicoideis</i> (Paulsen) Balech, 1974	* <i>Brigantedinium simplex</i> Harland y Reid, 1980
<i>Protoperidinium</i> (<i>Protoperidinium</i> sección <i>Selenopemphix</i>) <i>conicum</i> (Gran) Balech, 1974	* <i>Multispinula quanta</i> Bradford, 1975
<i>Protoperidinium faeroense</i> Paulsen	<i>Michystridium bifurcatum</i> (Williams) Dale
<i>Protoperidinium</i> (<i>Protoperidinium</i> sección <i>Trinovantedinium</i>) <i>pentagonum</i> (Gran) Balech, 1974	* <i>Trinovantedinium capitatum</i> Reid, 1977
<i>Protoperidinium</i> (<i>Protoperidinium</i>) <i>oblongum</i> (Aurivillius) Balech, 1974	* <i>Votadinium calvum</i> Reid, 1977
<i>Protoperidinium</i> (<i>Protoperidinium</i> sección <i>Selenopemphix</i>) <i>subinermis</i> (Paulsen) Loeblich III, 1969	* <i>Selenopemphix altinctum</i> (Bradford) Lentin y Williams, 1976
<i>Protoperidinium</i> sp.	<i>Brigantedinium</i> sp.
<i>Protoperidinium</i> sp.	* <i>Lejeunia paratenella</i> Benedek, 1972
<i>Protoperidinium</i> sp.	<i>Lejeunia</i> sp.
<i>Protoperidinium</i> sp.	<i>Multispinula minuta</i> Harland y Reid
DINOFLAGELADOS PYRODINOIDES	QUISTES PYRODINOIDES
<i>Pyrodinium bahamense</i> Plate, 1906	* <i>Polysphaeridium zoharyi</i> (Rossignol, 1962) Bujak et al., 1980
DINOFLAGELADOS PYROPHACOIDES	QUISTES PYROPHACOIDES
<i>Pyrophacus vancampoae</i> (Rossignol) Wall y Dale, 1971	* <i>Tuberculodinium vancampoae</i> (Rossignol, 1962) Wall, 1967

* Dinqquistes presentes en el Golfo de California.

hipnocigotos; con esta metodología, se podría llegar a conocer las formas tecadas de un gran número de quistes holocénicos.

DISTRIBUCIÓN DE DINOFLAGELADOS TECADOS (PLANCTÓNICOS)

De esta región sólo existen estudios esporádicos sobre dinoflagelados. A continuación, se analiza las investigaciones fitoplanctónicas —que incluyen dinoflagelados— llevadas a cabo en aguas del Pacífico tropical oriental y en la corriente de California, cuyas poblaciones planctónicas influyen en la composición planctónica del Golfo de California.

Allen (1937) y Cupp y Allen (1938) dividieron arbitrariamente al Golfo de California en tres regiones geográficas, con base en la abundancia de diatomeas: la sección meridional, situada por debajo del paralelo 25°N, de escasa productividad; la sección media, comprendida entre los 25 y 27°N, con buena productividad, particularmente en las zonas de las bahías de Concepción y Topolobampo; y la sección septentrional, ubicada por encima del paralelo 27°N, de alta productividad en diatomeas, destacando la abundancia de *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid y Swezy, donde alcanza hasta 3 millones de individuos por litro, cerca de la isla Ángel de la Guarda (Allen, 1937).

Allen (1941), en sus investigaciones sobre dinoflagelados en las aguas de las costas meridionales de California (E.U.A.), citó 11 géneros de dinoflagelados, todos ellos representados en el plancton del Golfo de California; de las 41 especies de dinoflagelados referidas por Allen (1937), 20 están también en el Golfo de California. Esta similitud, a nivel genérico y específico de las poblaciones de dinoflagelados, constituye, en sí misma, una prueba de la influencia de la corriente de California, dentro del Golfo de California.

Osorio-Tafall (1942), en pleno Golfo de California, encontró especies características de la corriente de Alaska, como *Oxyphysis oxytoxoides* Kofoid; especies endémicas del golfo, como *Ceratocorys alleni* Osorio; e identificó plenamente a *Pyrodinium bahamense*, especie característica del Mar Caribe, en el sur del Pacífico mexicano.

Osorio-Tafall (1943), en el crucero de enero de 1942, encontró gran cantidad de dinoflagelados, sobre todo gymnodinioides, apareciendo diversos géneros en todas las estaciones; citó un total de 26 géneros; sin embargo, concluyó que sólo tres taxa de dinoflagelados pueden alcanzar importancia numérica: *Noctiluca miliaris* Suriray, *Prorocentrum micans* Ehrenberg y *Gonyaulax catenella* Whedon y Kofoid.

Gilbert y Allen (1943) reconocieron dos grandes regiones en el golfo: la "región interna", poco profunda, situada al norte de los 29°N, caracterizada por la abundancia del dinoflagelado *Gonyaulax catenella*; y la "región externa", al sur de los 29°N, a la que subdividieron, siguiendo a Allen (1937), en tres partes: septentrional, media y meridional, basándose en la distribución y abundancia de diatomeas.

Gilbert y Allen (1943) indicaron que en estudios previos sobre la parte meridional del "golfo externo", se establecía que esta región se caracterizaba por la escasez de poblaciones fitoplanctónicas, afirmación que contrastaba con los resultados de su propio estudio, durante el cual encontraron poblaciones planctónicas, si no excepcionales, sí de mayor riqueza que las registradas anteriormente. Las estaciones reportadas por Gilbert y Allen

(1943) presentaron un promedio mínimo de 1,000 células por litro, con poblaciones planctónicas de carácter predominantemente oceánico.

En la parte media del golfo externo, región comprendida entre los 25 y 27°N, se encuentra el área más pobre en plancton, incluyendo dinoflagelados (Gilbert y Allen, 1943).

En la porción del golfo comprendida entre los 27 y los 29°N (parte septentrional del golfo externo), que incluye la cuenca de Guaymas, el fitoplancton es mucho más abundante que en las otras regiones al sur, encontrándose, sin embargo, pocos dinoflagelados.

Gilbert y Allen (1943) citaron grandes variaciones anuales en el fitoplancton de la región del golfo interno. Así, en 1921 fueron detectadas poblaciones amplias de diatomeas, al norte de las islas Tiburón y Ángel de La Guarda; esta misma, que en 1937 se encontró muy pobre en fitoplancton, en el registro de 1939 demostró que el plancton era muy abundante, con cantidades considerables de diatomeas y un número elevado de dinoflagelados, hasta 53,400 por litro, predominando *Gonyaulax catenella*. El muestreo realizado en 1940 reveló una abundancia mayor de dinoflagelados en la parte septentrional del golfo externo, región de la cuenca de Guaymas, en comparación con el golfo interno.

Según Gilbert y Allen (1943), las variaciones estacionales a lo largo del golfo están relacionadas con el sistema de vientos que condicionan las surgencias, las cuales producen el florecimiento acelerado del fitoplancton.

Osorio-Tafall (1943) estuvo de acuerdo con las conclusiones de Gilbert y Allen (1943), ya citadas, pero agregó que la zona interna del golfo, al norte del paralelo 29°N, era una cuenca perfectamente individualizada, cuya gran fertilidad se debía a la fuerte circulación vertical, que ocasionaba la mezcla de las capas superficiales con las aguas profundas y, con ésta, la movilización de los compuestos químicos que habrían de servir de nutrientes para el fitoplancton. La parte externa del golfo, al sur del paralelo 29°, no era homogénea, por lo cual Osorio-Tafall concluyó que, considerada en su conjunto, difería de la zona interna, puesto que en aquélla las condiciones hidrográficas eran menos permanentes o, si se quiere, más variables ante el cambio de las estaciones.

Klement (1961) reportó 37 especies de dinoflagelados en el golfo, incluidas en seis géneros, siendo las más importantes *Ceratium*, con 18 especies, y *Peridinium*, con 14 especies; concluyó que las poblaciones de dinoflagelados en el golfo representaban —con excepción de algunas formas interoceánicas de distribución amplia— una flora de afinidades tropicales a subtropicales, donde predominaba la influencia del Pacífico tropical oriental. Posteriormente, el mismo autor (Klement, 1964) efectuó un muestreo más sistemático, con 15 estaciones, cubriendo desde los 21 hasta los 29°N, lo que le permitió establecer que, a partir de la boca del golfo empezaba una disminución clara de la diversidad y frecuencia de dinoflagelados, tendencia que culminaba en las estaciones situadas en la región septentrional de la cuenca de Guaymas —entre los 28 y 28°30'N— donde se registró el mínimo de especies. Así, la especie citada como *Gonyaulax catenella* resultó ser común entre los 21 y 23°N y estar ausente en el resto del golfo, lo que contrastaba con el predominio de *Peridinium* y *Ceratium*, dentro y fuera el golfo. Específicamente, en lo que Klement (1964) consideró como la entrada del Golfo de California —entre los 21 y 23°N— el género *Peridinium* estaba representado por diez especies, mientras que al norte de los 23°, sólo había tres especies de *Peridinium*.

La distribución de *Gonyaulax catenella* encontrada por Klement (1964), era muy diferente a la de *Gymnodinium catenatum* citada por Graham (1943), a la cual Allen (1941) consideró como sinónimo de *Gonyaulax catenella*, misma que fue hallada en todas las estaciones ubicadas al norte de los 29°N.

Holmes y colaboradores (1967), al muestrear la marea roja en la bahía de La Jolla, California (E.U.A.), localizaron *Prorocentrum micans* y *Gonyaulax polyedra*, especies ya registradas en el Golfo de California desde los estudios de Gilbert y Allen (1943), lo cual podría representar la influencia de la corriente de California en el golfo. Se podría obtener conclusiones similares de las investigaciones realizadas por Reid y colaboradores (1970), quienes en su estudio sobre las variaciones estacionales del plancton en La Jolla, citaron nueve especies comunes al Golfo de California.

Barreiro-Güenes (1967) mencionó brevemente la distribución de algunas especies de *Ceratium* y *Peridinium* en el Golfo de California, de una manera sucinta e incompleta. Blasco (1977), al estudiar las surgencias y su relación con la marea roja en las costas pacíficas de Baja California —entre los 27 y 30°N— detectó la abundancia de dinoflagelados, con predominio de *Gonyaulax polyedra*, *G. digitalis*, *Ceratium furca* y *Gymnodinium* sp., que al igual que otras cuatro especies, han sido encontrados, con la excepción de *Gonyaulax digitalis*, en el interior del Golfo de California, probablemente acarreados por la corriente de California. Estrada y Blasco (1979) obtuvieron resultados semejantes cuando estudiaron las variaciones de fitoplancton y surgencias en las costas pacíficas de Baja California Sur, encontrando que varias especies ahí localizadas son comunes al Golfo de California.

Valero (1980), en el crucero efectuado en la primavera de 1978 con el objeto de conocer la distribución cualitativa y cuantitativa de fitoplancton superficial, encontró sólo 21 especies, representantes de 10 géneros, con *Prorocentrum* sp. como el dinoflagelado predominante a lo largo del golfo, sobre todo en su parte interior, al norte de los 29°N, donde alcanzaba hasta 11,800 individuos por litro, lo que correspondía probablemente a un florecimiento significativo de dicho taxa, el cual había sido reconocido como productor de marea roja en las costas occidentales de Africa del Sur (Davey y Rogers, 1975). Las otras especies tenían valores muy bajos, excepto *Ceratium furca*, *C. lineatum* y *Gonyaulax* sp.; este último taxa alcanza su mayor abundancia en la cuenca de Guaymas y su mayor frecuencia al norte de la isla Ángel de la Guarda; las cuatro especies de *Peridinium*, identificadas en la primavera del 78, también tenían mayor densidad en la parte interior del golfo, al norte de la isla Ángel de la Guarda.

Del estudio de Valero (1980) se puede concluir que la densidad y diversidad mayores de las poblaciones de dinoflagelados están localizadas al N de los 29°, y que hacia el sur disminuyen tanto la población de dinoflagelados como el número de especies; sin embargo, si se toma en cuenta sólo las poblaciones de diatomeas, la densidad mayor se extiende desde la bahía de Guaymas hasta Punta Rosa (área de las cuencas de Guaymas y del Carmen).

Nienhuis (1980) intentó reconocer, por primera vez, la variación estacional de la diversidad del fitoplancton, en la parte meridional del Golfo de California, entre los 23 y 26°N. Así, al estudiar la ensenada de La Paz, observó que, normalmente durante la mayor parte del año, los dinoflagelados se encontraban en concentraciones muy bajas; en cambio, durante el invierno e inicio de la primavera, el fitoplancton estaba compuesto, en su

mayoría, por dinoflagelados, siendo *Gonyaulax diegensis* el dominante, con *Ceratium furca*, *C. tripos* y *Dinophysis caudata* como codominantes.

La bahía de La Paz presentaba, según Nienhuis (1980), una composición planctónica similar a la de la ensenada (laguna) del mismo nombre, con *Ceratium tripos*, *Peridinium divergens* y *Peridinium* spp. numéricamente importantes en la parte central de la bahía y en el canal de San Lorenzo, en tanto que, durante el verano, en las partes central y oriental del sur del Golfo de California, Nienhuis (1980) encontró una flora con diatomeas escasas, caracterizada por una gran diversidad de dinoflagelados de afinidad tropical, los cuales llegaban a constituir más del 80% del total del fitoplancton, lo que probablemente reflejaba la presencia de la corriente del Pacífico tropical oriental.

Los resultados de la investigación de Nienhuis (1980), en la parte meridional del Golfo de California, en relación con el predominio de dinoflagelados en el fitoplancton durante el verano, contradicen los resultados obtenidos por Gilbert y Allen (1943); tales diferencias se deben, probablemente, al carácter periódico y estacional de la producción fitoplanctónica en el Golfo de California.

Entre los dinoflagelados listados por Nienhuis (1980) como dominantes en el sur del golfo, entre los 23 y los 26°N, están: *Ceratium trichoceros*, *C. tripos*, *C. fusus*, *Dinophysis caudata* y *Peridinium depressum*, así como otras especies, que contribuyen a la diversidad fitoplanctónica de esta región, pertenecientes a los géneros que se menciona en seguida: *Amphisolenia*, *Ceratium*, *Peridinium*, *Ceratocorys*, *Cladophyxis*, *Dinophysis*, *Gonyaulax* y *Ornithoceros*.

Todas las investigaciones concuerdan con el estudio efectuado por Osorio-Tafall (1943) acerca de la productividad del Golfo de California, en el que se concluye que no era posible realizar una determinación exacta de todas y cada una de las especies componentes de una población planctónica, sobre todo por las variaciones considerables que se apreciaba en la calidad y cantidad del fitoplancton, así como en la distribución de sus especies integrantes, en puntos del mar situados a una distancia muy corta unos de otros y, en ocasiones, en el mismo lugar, en el transcurso de unas pocas horas.

Como se puede apreciar, existen datos contrastantes debido a la falta de un muestreo sistemático de fitoplancton en el Golfo de California; es por ello que se hace necesario un gran número de cruceros que hagan muestreos continuamente durante varios años, para llegar a conocer la distribución y comportamiento del plancton en dicha región; de esta manera, se cubrirá tanto las variaciones estacionales como las geográficas. Una vez logrado esto, se ampliaría el conocimiento de la dinámica de los dinoquistes y su distribución.

DISTRIBUCION DE ESPECIES DE DINOQUISTES

A fin de poder interpretar el potencial ecológico de los dinoquistes en sedimentos holocénicos, es esencial entender la biocenosis de dinoflagelados planctónicos, las características de las masas de agua del golfo y, finalmente, comparar las biocenosis con las tanatocenosis de los quistes incluidos en los sedimentos.

Los estudios realizados sobre las relaciones existentes entre la distribución de las formas planctónicas de dinoflagelados y las correspondientes tanatocenosis, han demostra-

do que es posible reconocer los conjuntos de dinoquistes que caracterizan a ciertas áreas geográficas. A pesar de que la mayoría de los dinoquistes descritos ha resultado ser cosmopolita, se ha podido llegar a establecer conjuntos de dinoquistes que tipifican a las masas de aguas templadas, subtropicales y tropicales (Harland, 1977, 1982). Las conclusiones generales de los estudios referentes a estos temas son las siguientes: (1) las tanatoceosis de dinoquistes reflejan las masas de agua que contienen las formas tecadas; (2) ocasionalmente, existen relaciones específicas entre algunas especies de dinoquistes y las masas de agua; (3) existe variabilidad en las especies de dinoquistes, según la topografía submarina, la latitud y el clima. Estrictamente hablando, no obstante, los conjuntos de dinoquistes no reflejan, ni cuantitativa ni cualitativamente, las poblaciones planctónicas que los originaron, ya que los quistes sólo son formados por una minoría de dinoflagelados (Williams, 1965, 1971a, 1971b; Reid, 1972, 1975; Reid y Harland, 1977; Wall *et al.*, 1977).

Gracias a los avances logrados en la investigación de la distribución y significado ecológico de los dinoquistes actuales, es posible establecer las generalizaciones siguientes para los taxa característicos del Golfo de California

QUISTES GONYAULACOIDES

Lingulodinium Wall, 1967, emend. Wall y Dale, 1974

Lingulodinium machaerophorum (Deflandre y Cookson, 1955) Wall, 1967

(Lámina 1, figura 1; Lámina 2, figura 1)

Wall y colaboradores (1977) establecen esta especie como cosmopolita, pero limitada a sistemas estuarinos y mares intercontinentales, como el Mar Caribe y el Mar Mediterráneo, con tolerancia amplia a cambios de salinidad. La forma tecada conocida como *Gonyaulax polyedra* abunda en aguas con un alto contenido de nutrientes (Eppley y Harrison, 1975); por esta razón, el quiste es escaso en sedimentos pelágicos que infrayacen masas pobres en nutrientes (Wall *et al.*, 1977). Esta misma especie ha sido reportada también en sedimentos cuaternarios por los autores siguientes: Matsuka (1976a), en las costas de Japón; Morzadec-Kerfourn (1976), en las costas de Inglaterra; Harland (1977, 1978), en el Mar de Irlanda; y Arends y Dammasa (1980), en las costas de California, Estados Unidos de América. El antecedente más importante de *L. machaerophorum* lo proporcionó Wall sobre el material del Golfo de California, ya estudiado por Cross y colaboradores (1966, *in* Bradford y Wall, 1984), confirmando la presencia de la forma tecada citada por Gilbert y Allen (1943). Blasco (1977) realizó una investigación sobre las surgencias en las costas occidentales de Baja California y estableció la abundancia de *Gonyaulax polyedra*, como causante de la "marea roja" en aguas ricas en nitratos, pero con salinidad baja (33.8 g/l). Seguramente, parte de la "marea roja" del Golfo de California es producida por *Gonyaulax polyedra*. Por la argumentación anterior, que presume la abundancia de la fase tecada, era de esperarse una frecuencia alta del quiste *L. machaerophorum* en sedimentos del golfo; sin embargo, su presencia ha resultado ser escasa, encontrándosele solamente en el golfo externo, y en una proporción muy baja. *L. machaerophorum* se encuentra en las regiones de las cuencas de Guaymas (0.97%) y del Carmen-Farallón (0.14%), alcanzando una

frecuencia mayor en la cuenca de Pescadero (1.1%) y en los sedimentos de fosforita (1.76%) (Tablas 3 y 4).

Tabla 3.- Frecuencia de dinoquistes en la fosforita*.

	Conteo	Frecuencia relativa [%]
<i>Brigantedinium cariacensis</i>	3	0.75
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	7	1.76
<i>Nematosphaeropsis labyrinthea</i>	37	9.31
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	66	16.62
<i>Operculodinium israelianum</i>	1	0.25
<i>Protoperidinium conicum</i>	1	0.27
<i>Polysphaeridium zoharyi</i>	136	34.25
<i>Spiniferites bentori</i>	18	4.53
<i>Spiniferites mirabilis</i>	29	7.30
<i>Spiniferites ramosus</i>	84	21.15
<i>Spiniferites scabrata</i>	1	0.25
<i>Tuberculodinium vancampoae</i>	4	1.00
Dinoquiste "D" Reid y Harland	1	0.25
Dinoquistes no identificados	9	0.25

* Fosforita, Estación BC-82, muestra Pb-2408.

A pesar del poco número de quistes recuperados en el Golfo de California, cabe destacar la relevancia ecológica de *L. machaerophorum*, en dicho lugar, como indicador de masas de agua fría de la corriente de California dentro del golfo, hasta la cuenca de Guaymas. Por otro lado, no hay que descartar la posibilidad de que la escasez de este quiste sea sólo consecuencia del muestreo inadecuado o resultado de su fragilidad, que lo hace poco resistente a las técnicas palinológicas.

Nematosphaeropsis Deflandre y Cookson, 1955 emend. Williams y Downie, 1966

Nematosphaeropsis labyrinthea (Ostenfeld) Reid, 1974

(Lámina 1, figura 2; Lámina 2, figura 2)

Este quiste es producido por una especie indeterminada de *Gonyaulax*.

Williams (1971b), en sus estudios pioneros del Atlántico septentrional, estableció una distribución oceánica, en mares templados, para esta especie de dinoquiste. Posteriormente, Reid (1972, 1974) confirmó que esta especie se presentaba con mayor abundancia en sedimentos oceánicos y en la zona nerítica externa.

Harland (1982), investigando las zonas profundas del mar de Barent, localizó una frecuencia alta de *N. labyrinthea*, indicando que era una de las especies codominantes en los conjuntos de dinoquistes en masas de aguas frías. Esta especie se presenta esporádicamente a lo largo del Golfo de California con frecuencias menores que el 1% (Figura 5), alcanzando una abundancia de 9.3% sólo en los sedimentos de fosforita, lo que sugiere que en la génesis de la fosforita exista la influencia de la corriente fría de California.

Tabla 4.- Frecuencia de dinoquistes por región.

T A X A	BC-2 Pb-2426		BC-3 Pb-2427		BC-5 Pb-2428		BC-7 Pb-2429		BC-9 Pb-2430	
	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]
	CUENCA SALSIPUEDES									
<i>Protoperidinium</i> (<i>Archaeperidinium</i>) <i>avellana</i>	10	11.90	15	48.3	16	29.6	9	15.0	27	40.30
<i>Protoperidinium</i> (<i>Protoperidinium</i>) <i>conicoides</i>	44	47.60	13	41.9	29	54.7	28	46.6	29	43.30
<i>Lejeunia paratenella</i>	5	5.90	0	0.0	0	0.0	3	5.0	0	0.00
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	0	0.00	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00
<i>Nematosphaeropsis labyrinthea</i>	0	0.00	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.49
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	0	0.00	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00
<i>Protoperidinium</i> (<i>Archaeperidinium</i> sección <i>Stelladinium</i>) <i>compressum</i>	1	1.19	0	0.0	0	0.0	1	1.6	1	1.49
<i>Protoperidinium</i> (<i>Protoperidinium</i> sección <i>Selenopemphix</i>) <i>conicum</i>	7	8.30	0	0.0	1	1.8	5	8.3	1	1.49
<i>Protoperidinium</i> (<i>Protoperidinium</i>) <i>oblongum</i>	0	0.00	0	0.0	8	14.8	6	10.0	0	0.00
<i>Protoperidinium</i> (<i>Protoperidinium</i> sección <i>Trinovantedinium</i>) <i>pentagonum</i>	14	19.00	1	3.2	0	0.0	2	3.3	2	2.98
<i>Protoperidinium</i> (<i>Protoperidinium</i> sección <i>Selenopemphix</i>) <i>subinerme</i>	0	0.00	2	6.4	0	0.0	3	5.0	1	1.49
<i>Spiniferites bentori</i>	1	1.29	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00
<i>Spiniferites mirabilis</i>	1	1.19	0	0.0	0	0.0	1	1.6	0	0.00
<i>Spiniferites ramosus</i>	2	2.38	0	0.0	0	0.0	1	1.6	4	6.00
<i>Tuberculodinium vancampoae</i>	0	0.00	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00
Total de dinoquistes por preparación	84		31		54		60		67	

Tabla 4 (continuación).

T A X A	BC-11 Pb-2431		BC-13 Pb-2432		BC-14 Pb-2433		BC-17 Pb-2435		BC-18 Pb-2436	
	Frec. rel. [%]		Frec. rel. [%]		Frec. rel. [%]		Frec. rel. [%]		Frec. rel. [%]	
	Conteo		Conteo		Conteo		Conteo		Conteo	
CUENCAS SAN PEDRO MÁRTIR Y TIBURÓN										
<i>Protoperidinium (Archaepерidinium) avellana</i>	10	25.0	8	22.2	42	42.4	0	0	20	29.4
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) conicoides</i>	25	62.5	26	72.2	38	38.4	0	0	21	30.9
<i>Lejeunia paratenella</i>	0	0.0	1	2.8	6	6.0	0	0	0	0.0
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0.0
<i>Nematosphaeropsis labyrinthea</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0.0
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0	1	1.47
<i>Protoperidinium (Archaepерidinium) sección Stelladinium compressum</i>	1	2.5	0	0.0	0	0.0	0	0	4	7.34
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix conicum</i>	1	2.5	0	0.0	1	1.0	0	0	1	1.47
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) oblongum</i>	2	5.0	0	0.0	3	3.0	0	0	0	0.0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección trinovantedinium) Pentagonum</i>	1	2.5	1	2.8	3	3.0	0	0	12	20.6
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix) subinermis</i>	0	0.0	0	0.0	3	3.0	0	0	2	2.9
<i>Spiniferites bentorii</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0.0
<i>Spiniferites mirabilis</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0.0
<i>Spiniferites ramosus</i>	0	0.0	0	0.0	3	3.0	0	0	4	5.9
<i>Tuberculodinium vancampoeae</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0.0
Total de diuquistes por preparación	40		36		99		0		68	

Tabla 4 (continuación).

T A X A	BC-27 Pb-2440		BC-28 Pb-2441		BC-30 Pb-2442		BC-31 Pb-2443		BC-33 Pb-2444	
	Conteo	Frec. rel. [%]								
	CUENCA GUAYMAS 1									
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) avellana</i>	19	22.9	8	17.4	14	13.20	24	25.30	17	22.4
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) conicoides</i>	20	24.0	16	34.8	37	35.00	32	33.70	37	48.7
<i>Lejeunia paratenella</i>	2	2.4	1	2.2	1	0.94	0	0.00	2	2.5
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	3	3.6	0	0.0	1	0.94	4	4.20	0	0.0
<i>Nematosphaeropsis labyrinthea</i>	0	0.0	0	0.0	1	0.94	1	1.05	1	1.3
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	1	1.2	0	0.0	1	0.94	1	1.05	0	0.0
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) sección Steladinium compressum</i>	4	4.8	0	0.0	10	9.40	1	1.05	12	15.8
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix conicum</i>	10	12.0	1	2.2	20	18.90	7	7.35	3	3.9
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) oblongum</i>	3	3.6	4	8.7	4	3.80	1	1.05	1	1.3
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección trinovantedinium Pentagonum</i>	9	10.8	15	32.6	11	10.30	17	17.9	0	0.0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix subinermis</i>	2	2.4	0	0.0	3	2.80	0	0.00	1	1.3
<i>Spiniferites bentori</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0	0.00	0	0.0
<i>Spiniferites mirabilis</i>	2	2.4	0	0.0	1	0.94	0	0.00	0	0.0
<i>Spiniferites ramosus</i>	8	7.2	1	2.2	2	1.80	7	7.35	0	0.0
<i>Tuberculodinium vancampoe</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0	0.00	2	2.6
Total de dinocistos por preparación	83		46		106		95		76	

Tabla 4 (continuación).

T A X A	BC-37		BC-40		BC-41		BC-42	
	Pb-2445		Pb-2446		Pb-2447		Pb-2448	
	Conteo	Frec. rel. [%]						
CUENCA GUAYMAS 2								
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) avellana</i>	4	22.2	6	33.3	10	33.3	7	26.00
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) conticoides</i>	9	40.9	8	44.4	17	56.6	6	22.20
<i>Lefeunia paratenella</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00
<i>Nematosphaeropsis labyrinthea</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	3.70
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) sección Stelladium compressum</i>	1	5.5	0	0.0	2	6.6	4	14.80
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix conicum</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) oblongum</i>	1	5.5	2	11.1	0	0.0	1	3.70
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección trinovantedinium) Pentagonum</i>	1	5.5	0	0.0	0	0.0	5	18.51
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix subinermis</i>	1	5.5	0	0.0	0	0.0	1	3.70
<i>Spiniferites bentoni</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00
<i>Spiniferites mirabilis</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00
<i>Spiniferites ramosus</i>	0	0.0	1	5.5	0	0.0	2	7.40
<i>Tuberculodinium vancampoeae</i>	1	5.5	1	5.5	1	3.3	0	0.00
Total de dinoficistas por preparación	18	18	18	18	30	30	27	27

Tabla 4 (continuación).

T A X A	BC-52 Pb-2449		BC-53 Pb-2450		BC-54 Pb-2451		BC-56 Pb-2452		BC-58 Pb-2453	
	Conteo	Frec. rel. [%]								
CUENCAS CARMEN Y FARALLÓN 1										
<i>Protopteridinium (Archaeperidinium) avellana</i>	15	25.0	15	50.0	18	24.0	0	0	5	33.3
<i>Protopteridinium (Protopteridinium) conicoides</i>	26	43.3	11	36.6	42	56.0	0	0	6	40.0
<i>Lejeunia paratenella</i>	2	3.3	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0.0
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	0	0.0	0	0.0	1	1.3	0	0	0	0.0
<i>Nematosphaeropsis labyrinthea</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0.0
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	1	1.6	0	0.0	3	4.0	1	50	1	6.6
<i>Protopteridinium (Archaeperidinium) sección Stelladinium compressum</i>	2	3.3	0	0.0	2	2.6	0	0	1	6.6
<i>Protopteridinium (Protopteridinium) sección Selenopemphix conicum</i>	1	1.6	0	0.0	0	0.0	0	0	1	6.6
<i>Protopteridinium (Protopteridinium) oblongum</i>	1	1.6	1	3.3	2	2.6	0	0	0	0.0
<i>Protopteridinium (Protopteridinium) sección trinovantedinium</i>	9	14.4	0	0.0	1	1.3	1	50	1	6.6
<i>Protopteridinium (Protopteridinium) sección Selenopemphix subinermis</i>	2	3.3	3	9.9	4	5.3	0	0	0	0.0
<i>Spiniferites bentori</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0.0
<i>Spiniferites mirabilis</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0.0
<i>Spiniferites ramosus</i>	1	1.6	0	0.0	2	2.6	0	0	0	0.0
<i>Tuberculodinium vancaampoae</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0.0
Total de dinoquistes por preparación	60		30		75		2		15	

Tabla 4 (continuación).

T A X A	BC-79 Pb-2466		BC-82 Pb-2467		BC-83 Pb-2468		BC-85 Pb-2469	
	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]
	CUENCAS CARMEN Y FARALLÓN 2							
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) avellana</i>	0	0	6	19.3	0	0	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) conicoides</i>	0	0	18	58.0	0	0	0	0
<i>Lejeunii paratenella</i>	0	0	0	0.0	0	0	0	0
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	0	0	0	0.0	0	0	0	0
<i>Nematosphaeropsis labyrinthea</i>	0	0	0	0.0	0	0	0	0
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	0	0	0	0.0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) sección Stelladinium compressum</i>	0	0	2	6.4	0	0	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix conicum</i>	0	0	2	6.4	0	0	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) oblongum</i>	0	0	2	6.4	0	0	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección trinovantedinium) Pentagonum</i>	6	75	0	0.0	1	100	4	50
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Spiniferites bentori</i>	0	0	0	0.0	0	0	0	0
<i>Spiniferites mirabilis</i>	0	0	0	0.0	0	0	0	0
<i>Spiniferites ramosus</i>	2	25	1	3.2	0	0	4	50
<i>Tuberculodinium vancampoeae</i>	0	0	0	0.0	0	0	0	0
Total de dinoficistas por preparación	8		31		1		8	

Tabla 4 (continuación).

T A X A	BC-75 Pb-2464		BC-77 Pb-2465	
	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]
	CUENCA LA PAZ			
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) avellana</i>	0	0.0	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) conicoides</i>	0	0.0	0	0
<i>Lejeunia paratenella</i>	0	0.0	0	0
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	0	0.0	0	0
<i>Nematosphaeropsis labyrinthea</i>	0	0.0	0	0
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	0	0.0	0	0
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) sección Stelladinium compressum</i>	0	0.0	1	100
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix conicum</i>	0	0.0	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) oblongum</i>	0	0.0	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección trihovantedinium Pentagonum</i>	2	66.6	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix subinermis</i>	0	0.0	0	0
<i>Spiniferites bentoni</i>	0	0.0	0	0
<i>Spiniferites mirabilis</i>	0	0.0	0	0
<i>Spiniferites ramosus</i>	1	33.3	0	0
<i>Tuberculodinium vancampoae</i>	0	0.0	0	0
Total de dinoquistes por preparación	3		1	

Tabla 4 (continuación).

T A X A	BC-63 Pb-2457		BC-64 Pb-2458		BC-65 Pb-2459		BC-68 Pb-2460		BC-69 Pb-2461	
	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]
	CUENCA PESCADERO 1									
<i>Protopteridinium (Archaepteridinium) avellana</i>	8	18.20	0	0	10	27.8	0	0	0	0
<i>Protopteridinium (Protopteridinium) conicoides</i>	14	31.80	1	100	11	30.5	0	0	0	0
<i>Lejeunia paratenella</i>	0	0.00	0	0	6	16.7	0	0	0	0
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	0	0.00	0	0	2	5.5	0	0	0	0
<i>Nematos? haeropsis labyrinthea</i>	2	4.54	0	0	0	0.0	0	0	0	0
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	2	4.54	0	0	1	2.7	0	0	0	0
<i>Protopteridinium (Archaepteridinium) sección Stelladinium compressum</i>	2	4.54	0	0	3	7.7	0	0	0	0
<i>Protopteridinium (Protopteridinium) sección Selenopemphix conicum</i>	2	4.54	0	0	1	2.7	0	0	0	0
<i>Protopteridinium (Protopteridinium) oblongum</i>	4	9.10	0	0	0	0.0	0	0	0	0
<i>Protopteridinium (Protopteridinium) sección trinovantedinium Pentagonum</i>	6	13.60	0	0	1	2.7	0	0	0	0
<i>Protopteridinium (Protopteridinium) sección Selenopemphix subinermis</i>	1	2.27	0	0	1	2.7	0	0	0	0
<i>Spiniferites bentori</i>	0	0.00	0	0	0	0.0	0	0	0	0
<i>Spiniferites mirabilis</i>	0	0.00	0	0	0	0.0	0	0	0	0
<i>Spiniferites ramosus</i>	3	6.80	0	0	0	0.0	0	0	0	0
<i>Tuberculodinium vancampoeae</i>	0	0.00	0	0	0	0.0	0	0	0	0
Total de dinoficistas por preparación	44		1		36		0		0	

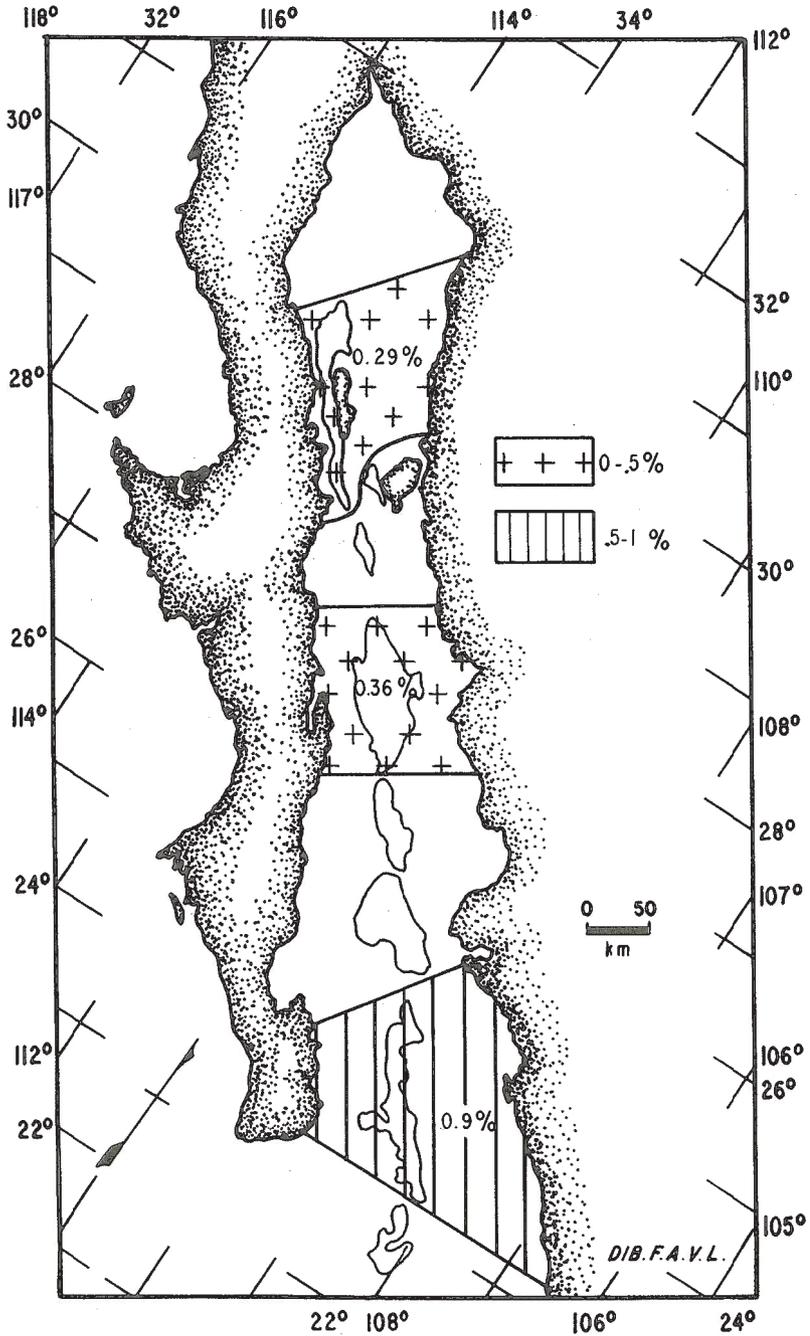


Figura 5.- Frecuencia inferida de *Nemosphaeropsis labyrinthea*.

En el golfo, este quiste podría ser producido por *Gonyaulax* sp., forma tecada que Valero (1980) reportó como abundante en el golfo interior, lo que corresponde a la distribución de la forma quística, que es más frecuente hacia la cuenca Salsipuedes.

La escasa representación de este quiste, así como la hipótesis de Harland (1982), indican la poca influencia de las masas de aguas frías en el Golfo de California, con excepción de las zonas donde se forma la fosforita.

Operculodinium Wall, 1967

Operculodinium centrocarpum (Deflandre y Cookson, 1955) Wall, 1967

(Lámina 1, figura 3; Lámina 2, figura 3)

El significado ecológico, inicialmente establecido por Williams (1971a) en la región del Atlántico septentrional, donde *O. centrocarpum* caracterizaba masas suprayacentes de aguas frías, fue corroborado posteriormente por Davey (1971) y Davey y Rogers (1975), en las masas de aguas frías adyacentes a la parte occidental de África del Sur; Harland (1973) lo encontró enfrente de las costas de Newfoundland, donde llegaban las aguas templadas del Atlántico septentrional.

Por su parte, Wall (1971) localizó y reportó esta misma especie en las costas de Massachusetts (EUA), junto con *Spiniferites bentori* y *S. bulloideus*. Años más tarde, Wall y colaboradores (1977) encontraron que esta especie alcanzaba hasta el 90% de las muestras del Océano Atlántico, catalogándola como una especie nerítica cosmopolita, con concentración máxima en aguas templadas y frías, en estuarios de salinidad baja y en regiones cercanas a las costas, decreciendo su abundancia hacia los trópicos, no localizándosele en aguas cálidas.

Otras contribuciones a la biogeografía de esta especie han sido presentadas por los autores siguientes: Matsuoka (1976a, 1976b, 1981), en los mares de Japón; Harland (1977, 1979) y Hughes y colaboradores (1977), en las Islas Británicas; Rossignol-Strick y Duzer (1979), en las costas occidentales de África del Sur; Harland y colaboradores (1980), en el Ártico; Ballog y Mallog (1981), en las costas meridionales de California (EUA); y Harland (1982), en el Océano Ártico.

De todos los estudios presentados por Harland, el de 1982 es de particular interés. Ahí, el autor señala que en el Océano Ártico el conjunto de dinoquistes está caracterizado por una abundancia abrumadora de *O. centrocarpum*, con un porcentaje de hasta el 92% en esas regiones de aguas frías, lo cual contrasta con los resultados obtenidos por Bradford y Wall (1984), quienes citan esta especie en la región nerítica del Mar Árabe.

En general, se tiende a considerar a *O. centrocarpum* como una especie con abundancia máxima en aguas frías y templadas. En consecuencia, su frecuencia baja a lo largo del golfo (Figura 6), indicaría indirectamente la poca afluencia de aguas frías hacia éste; no obstante, en los sedimentos de fosforita alcanza el 16% del conjunto de dinoquistes, sugiriendo la influencia de masas de aguas frías en las cuencas del Carmen y Farallón, donde se forma la fosforita.

Operculodinium centrocarpum es producido por *Gonyaulax grindleyi*, forma tecada que no ha sido encontrada por los planctólogos en el Golfo de California.

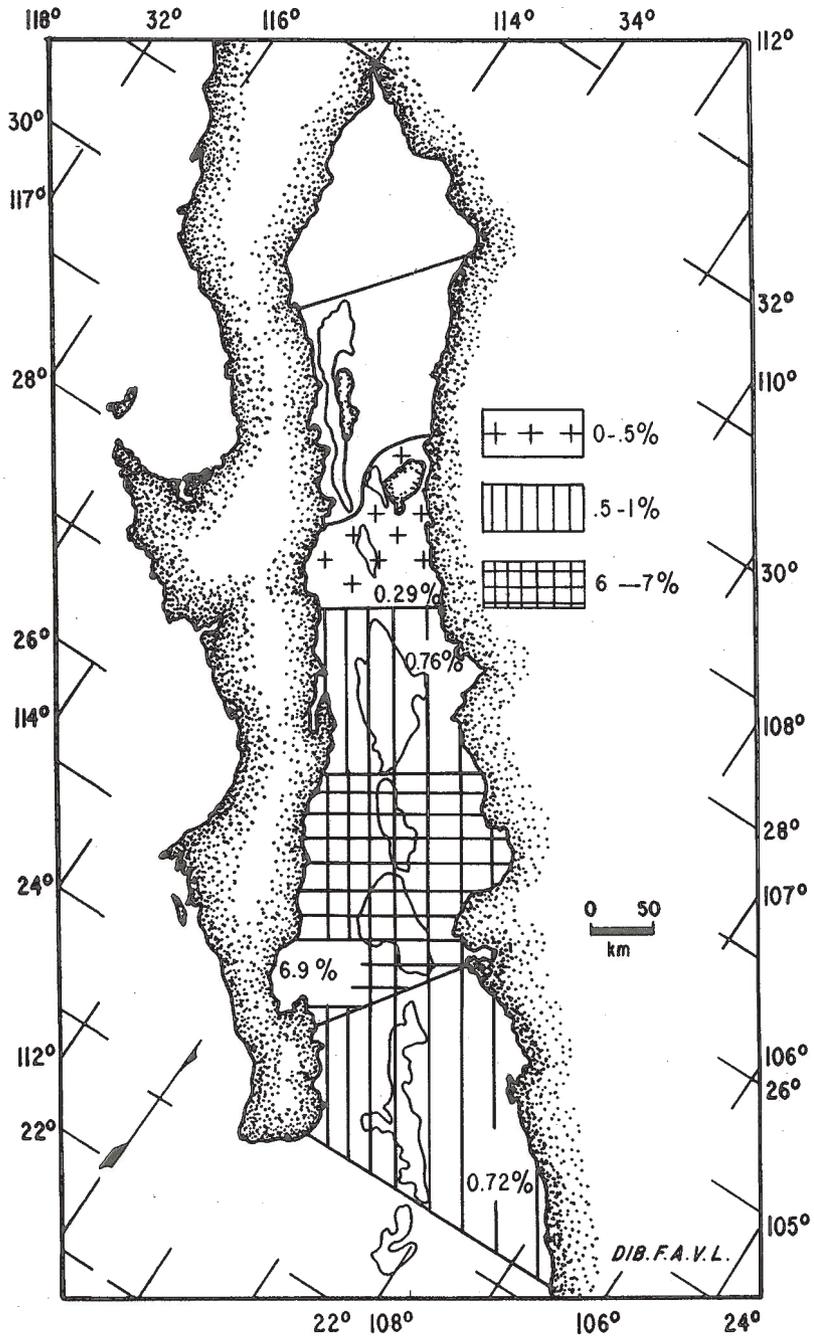


Figura 6.- Frecuencia inferida de *Operculodinium centrocarpum*.

Operculodinium israelianum (Rossignol, 1962) Wall, 1967
(Lámina 2, figura 4)

El significado ecológico de este quiste está en discusión debido a lo contradictorio de los datos proporcionados por diversos autores. Inicialmente, Rossignol (1962) lo citó como constituyente de un conjunto de dinoquistes de aguas hipersalinas en el Mar Mediterráneo; más tarde, Wall y Dale (1968) lo consideraron como una especie boreal, indicadora de aguas frías; posteriormente, Wall y colaboradores (1977) lo localizaron tanto en aguas cálidas de la región del Mar Caribe, como en estratos de origen glaciar. Otros datos contrastantes fueron proporcionados por Morzadec-Kerfourn (1979), quien los localizó en las costas de Túnez; Matsuoka (1976a) los encontró en las costas japonesas y, finalmente, Bradford y Wall (1984) citaron a dicho quiste como una componente común de los sedimentos del Golfo Pérsico. Así, en la actualidad se acepta que dicho quiste esté asociado a masas de aguas cálidas; su presencia en el Golfo de California indica la influencia de corrientes cálidas.

En el Golfo de California, *O. israelianum* sólo se encuentra en la fosforita, con una abundancia menor que el 1% del conjunto de dinoquistes (Tabla 3); este taxa, junto con *O. centrocarpum*, es producido por la misma forma tecada *Gonyaulax grindleyi*, especie no citada aún entre el plancton del Golfo de California. La frecuencia baja de *O. israelianum* en la misma muestra podría indicar que este quiste es sólo una variación de *O. centrocarpum*, originada por los ligeros cambios ambientales, presentes en la génesis de fosforita, cuya área de depósito es el único sitio donde se registra esta especie. De este modo se demuestra también la influencia de la corriente del Pacífico tropical en esta área de fosforita.

Spiniferites Mantell emend. Sarjeant, 1970b
Spiniferites bentori (Rossignol, 1964) Wall y Dale, 1970
(Lámina 1, figura 4; Lámina 2, figuras 5 y 6)

Especie de quiste producido por *Gonyaulax digitalis*, forma tecada que es parte constituyente del fitoplancton de la bahía de Vizcaíno (Blasco, 1977), aunque todavía no ha sido localizada en el interior del golfo.

Entre las investigaciones con significado ecológico se puede mencionar las siguientes: Wall (1971) estudió los sedimentos que infrayacían masas de aguas frías, concluyendo que este dinoquiste era una especie codominante, junto con *S. bulloideus* y *Operculodinium centrocarpum*; Reid (1972), estableció que *S. bentori* alcanzaba su abundancia máxima en bahías con temperatura y salinidad controladas; Wall (1967), lo citó en la región del Mar Caribe; Wall y colaboradores (1977) lo encontraron en sedimentos estuarinos; Rossignol (1964), en el Mar Mediterráneo; Morzadec-Kerfourn (1977) encontró que este quiste era dominante, junto con *S. ramosus*, en la zona costera de las Islas Británicas; Matsuoka (1976a), en las costas de Japón; y Bradford y Wall (1984), localizaron una abundancia mayor de *S. bentori* cerca de las desembocaduras de los ríos en el Golfo Pérsico.

Con base en estos estudios, puede considerarse a este dinoquiste como una especie cosmopolita, de poca importancia ecológica, ya que parece alcanzar gran abundancia, tanto en sedimentos costeros como estuarinos, subyaciendo masas de agua, tanto tropicales como templadas.

En el Golfo de California esta especie es muy escasa (Tabla 4), presentándose sólo en una muestra del golfo interior, en tanto que en los sedimentos de fosforita alcanza una frecuencia de 4.53%; esto puede ser interpretado como la influencia de la corriente de California — con poblaciones de *Gonyaulax digitalis* — en la génesis de la fosforita, donde este quiste está presente. Su presencia mínima en el golfo no permite asignarle un patrón ecológico, aunque es de esperarse que dicho dinoquiste, en muestreos futuros, se encuentre con una frecuencia mayor, hacia las regiones más oceánicas del golfo.

Spiniferites mirabilis (Rossignol, 1964) Sarjeant, 1970b
(Lámina 1, figura 5; Lámina 2, figura 7)

Inicialmente, Rossignol (1964) encontró dicho taxa en masas de agua ligeramente hipersalinas y cálidas, del Mar Mediterráneo. Williams (1971b) indicó que *S. mirabilis* caracterizaba a la facies IV del Atlántico septentrional, sin atribuirle valor ecológico. Wall y colaboradores (1977) consideraron esta especie como una forma nerítica cosmopolita, con tolerancia a salinidad baja; estos datos son opuestos a los aportados por Harland (1977, 1979), quien concluyó que dicha especie caracterizaba conjuntos de dinoquistes oceánicos, junto con *Nematosphaeropsis labyrinthea*.

Entre otros estudios referentes a esta especie están los de Morzadec-Kerfourn (1977) y Harland (1979), en las costas occidentales de Francia y España, respectivamente; Matsuoka (1976a), en Japón; Rossignol-Strik y Duzer (1979), en la costa occidental de África; y, finalmente, la investigación de Bradford y Wall (1984) sobre el Golfo Pérsico, localizando a este quiste en zonas neríticas.

En síntesis, *S. mirabilis* es cosmopolita, encontrándose en una amplia gama de condiciones ecológicas, siguiendo un patrón biogeográfico semejante a su forma tecada *Gonyaulax spinifera*, ya que también ésta es una especie cosmopolita presente en aguas cálidas, templadas y frías (Wood, 1968).

En el Golfo de California, *S. mirabilis* se presenta, en forma esporádica, solamente en el golfo interno y en la región de la cuenca de Guaymas, con abundancia menor que el 1% (Tabla 4); sin embargo, en los sedimentos de fosforita llega hasta el 7%. La presencia de *S. mirabilis* prueba la existencia de *G. spinifera* en el golfo, forma tecada aún no localizada por los planctólogos; la mayor abundancia de este quiste en los sedimentos de fosforita indica que, probablemente, *G. spinifera* sea componente importante de la corriente fría de California.

Spiniferites ramosus (Davey y Williams, 1966) Lentin y Williams, 1973
(Lámina 1, figura 6; Lámina 2, figuras 8 y 11)

Davey (1971), al estudiar la plataforma de África del Sur, de aguas frías, estableció que *S. ramosus* y *Operculodinium centrocarpum* forman el 80% de la tanatocenosis de dinoquistes, conjuntos de baja diversidad y gran abundancia, de hasta 48,840 quistes por gramo de sedimento. Posteriormente, Davey y Rogers (1975), continuando con los estudios de las costas occidentales de África del Sur, determinaron que este quiste está asociado a zonas de surgencia, con masas de aguas frías.

Matsuoka (1976a) consideró su presencia en las aguas del Japón, debida a la influencia de la corriente cálida Tsugaru. Por otro lado, los registros realizados alrededor de las Islas

Británicas (Harland, 1977) indican tolerancia a aguas frías. Bradford y Wall (1984) encontraron que dicho quiste se presentaba, de manera ubicua, en el Golfo Pérsico.

Por los datos anteriores no se puede asociar este quiste a algún ambiente específico, lo que concuerda con los estudios de Wood (1968), quien concluyó que *Gonyaulax spinifera*, forma tecada de los quistes *S. mirabilis* y *S. ramosus*, era una especie cosmopolita e interoceánica, nerítica y estuarina, presente desde los trópicos hasta la Antártida; sin embargo, su distribución en el Golfo de California es muy significativa (Figura 7), siendo la única especie de *Spiniferites* que se encuentra con mayor abundancia a lo largo del golfo, con un gradiente muy marcado en su distribución, siendo poco abundante en la cuenca Salsipuedes, aumentando hacia la cuenca de Guaymas; además, es un constituyente muy importante de los sedimentos de fosforita, donde alcanza el 21% (Tabla 3). En consecuencia, este dinoquiste podría estar indicando la mayor o menor influencia de las diferentes corrientes oceánicas que entran en el golfo.

Spiniferites scabratus (Wall, 1967) Sarjeant, 1970b
(Lámina 2, figura 9)

Originalmente fue descrito en la región del Mar Caribe (Wall 1967); más tarde, en el Golfo de Paria (Wall y Dale, 1968). Wall y colaboradores (1977) concluyeron que esta forma era característica de ambientes estuarinos tropicales a subtropicales, lo que contradujo los hallazgos de Dale (1976) en los fiordos noruegos; esto parece indicar que se trata de un quiste de amplia tolerancia a variaciones de temperatura (euriterma). Bradford y Wall (1984) concluyeron que esta especie no toleraba la salinidad alta del Golfo de Omán, aunque Rossignol-Strick (1964), en su estudio clásico sobre los sedimentos recientes en las costas de Israel, asentó que en la plataforma continental abundaban varias especies de *Spiniferites*. En el Golfo de California, *S. scabratus* sólo está presente en los sedimentos de fosforita, en número muy reducido (Tabla 3), por lo que podría tratarse de una variación quística de la forma tecada *Gonyaulax spinifera*.

SUMARIO DE QUISTES GONYAULACOIDES

La distribución de este tipo de quistes se muestra en la Figura 8, en la que se observa que existe una proporción mayor en la cuenca de Guaymas y en el golfo interior, disminuyendo su frecuencia hacia el golfo externo, lo que podría indicar que los gradientes fisicoquímicos, que existen a partir de la cuenca de Guaymas, favorecen el enquistamiento de las diferentes especies de *Gonyaulax*, fenómeno que no se presenta hacia la boca del Golfo de California. Otra hipótesis alternativa, basada en el predominio de estos quistes en la fosforita, propone que la formación de quistes es anormalmente alta en las zonas donde masas de agua, con características fisicoquímicas diferentes, se mezclan, como es el caso de la génesis de la fosforita. Además, la escasez y la distribución ubicua de los quistes gonyaulacoides a lo largo del golfo confirman los datos obtenidos por Reid (1972, 1974), quien estableció que *Lingulodinium machaerophorum*, y varias especies de *Spiniferites*, sólo llegaban a ser abundantes en latitudes altas. El Golfo de California, desde el punto de vista

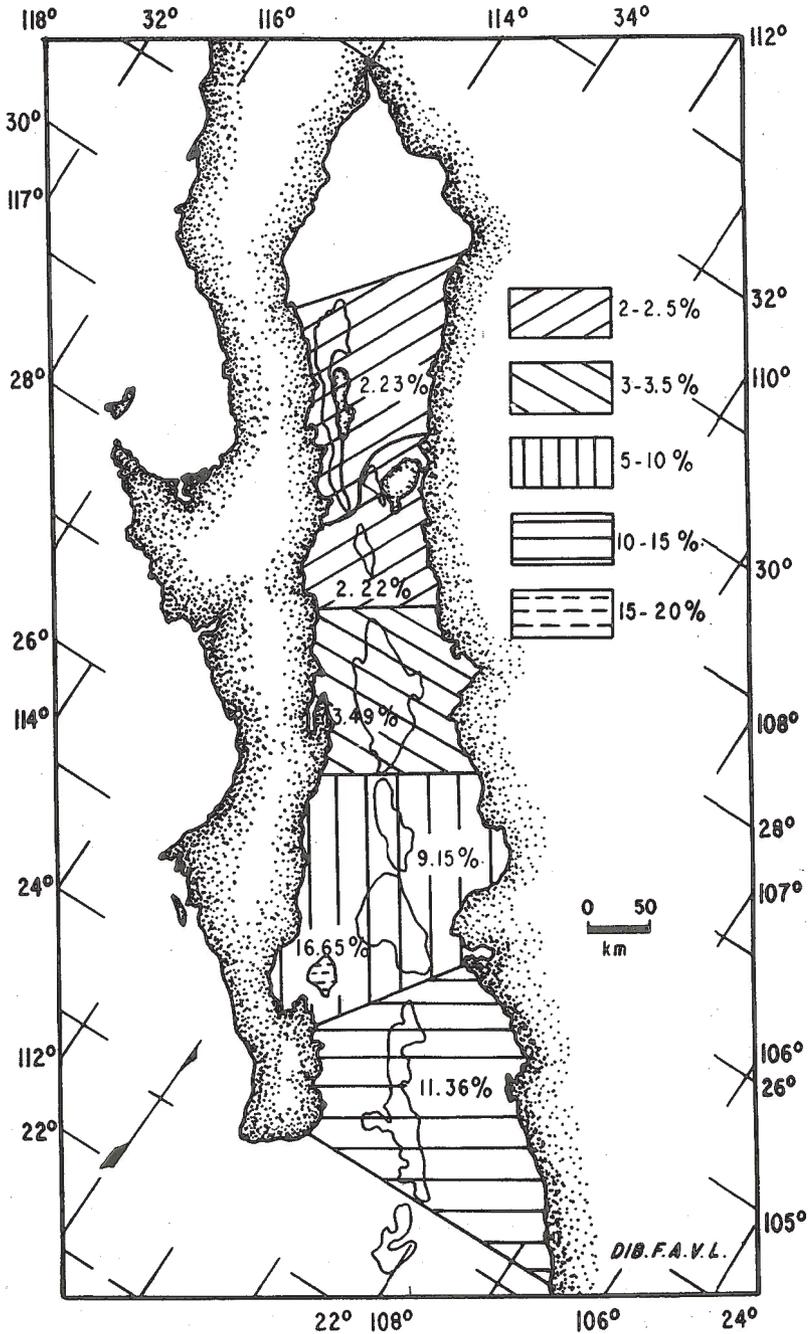


Figura 7.- Frecuencia inferida de *Spiniferites ramosus*.

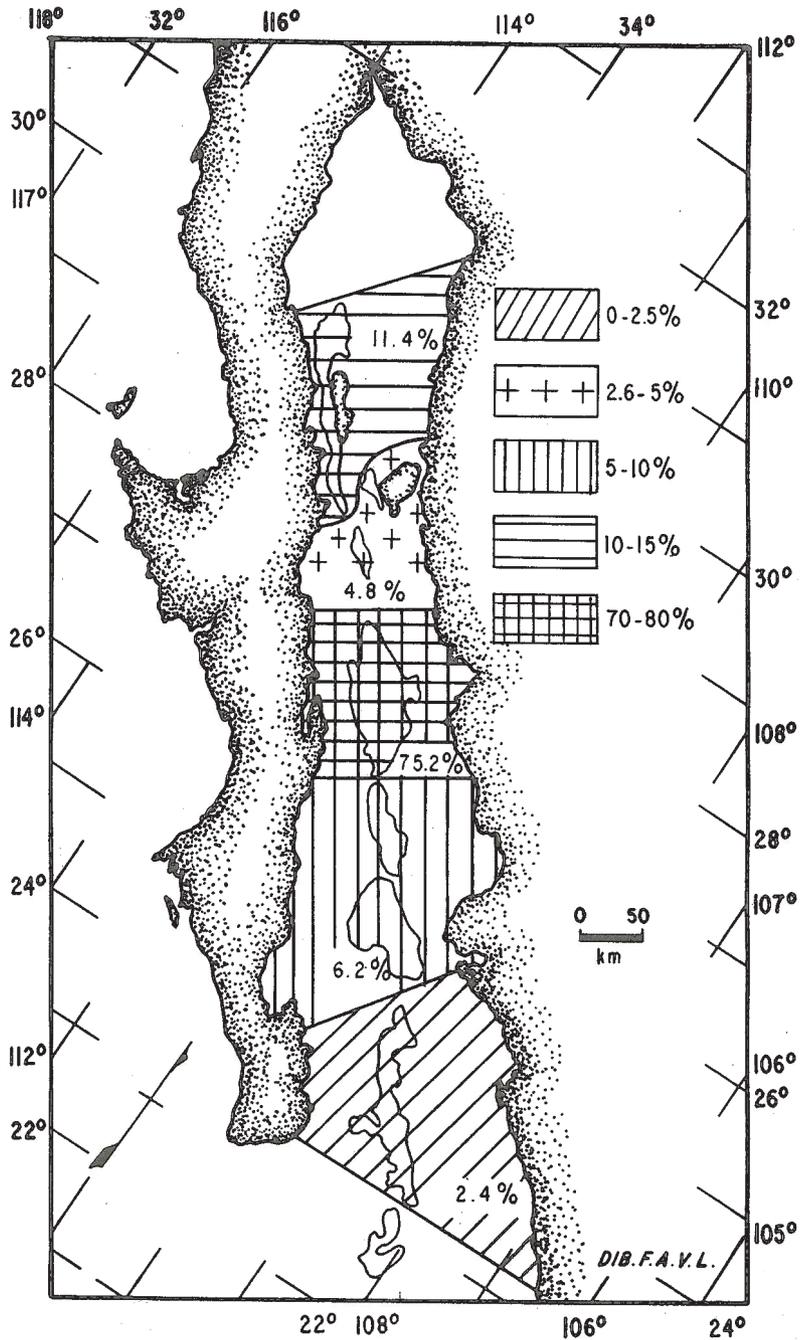


Figura 8.- Frecuencia inferida de quistes gonyaulacoides.

de los conjuntos de quistes gonyaulacoides, puede considerarse como de influencia tropical y/o templada, pero no boreal.

QUISTES PYROFACOIDES

Tuberculodium Wall, 1967

Tuberculodium vancampoe (Rossignol, 1962) Wall, 1967

(Lámina 1, figura 7)

Los estudios previos parecen indicar que este tipo de quiste se distribuye en aguas tropicales. Así, Wall y colaboradores (1977) y Reid y Harland (1977), después de analizar las muestras tomadas en el Océano Atlántico, concluyeron que la distribución de *T. vancampoe* se encontraba restringida a zonas tropicales y subtropicales del Atlántico; Matsuoka (1976a) también localizó dicho quiste en sedimentos que subyacen las corrientes de aguas cálidas del Japón; Morzadec-Kerfourn (1979) citó este quiste en las fases regresivas, en lagunas hipersalinas del Mar Mediterráneo; Bradford y Wall (1984) encontraron que la distribución de dicho quiste en el Golfo Pérsico era muy variable.

En síntesis, *Tuberculodinium vancampoe* puede considerarse como una forma nerítica que va desde tropical hasta subtropical, con el factor temperatura ligado a una salinidad mayor que la normal, por lo que dicho quiste demuestra la influencia de la corriente tropical del Pacífico hasta la altura de Guaymas.

Este quiste ha sido previamente citado por Heusser (1982) como *Tuberculodinium* sp., en núcleos neogénicos en la cuenca de Guaymas. Este estudio confirma la presencia de *T. vancampoe* en la cuenca de Guaymas (Tabla 4) y también se encuentra, en porcentaje muy bajo, en los sedimentos de fosforita con 1% de frecuencia relativa, lo que contrasta con los datos de Heusser (1982), quien reportó una frecuencia alta, debido probablemente a la mayor influencia de la corriente del Pacífico tropical durante el Neógeno.

Además, el quiste representa la primera evidencia en el Golfo de California de la forma tecada *Pyrophacus vancampoe*, especie que no había sido citada por los planctólogos en dicho golfo.

QUISTES PYRODINOIDES

Polysphaeridium Davey y Williams, 1966, emend. Bujak *et al.*, 1980

Polysphaeridium zoharyi (Rossignol, 1962) Bujak *et al.*, 1980

(Lámina 2, figura 10; Lámina 3, figura 2)

Este tipo de quiste presenta una distribución peculiar, inicialmente establecida en el estudio pionero de Wall y Dale (1969), quienes concluyeron que dicho taxa presentaba un patrón ecológico bien delimitado, caracterizando ambientes de circulación restringida, con temperatura y salinidad altas. Esta hipótesis fue corroborada posteriormente por Wall y colaboradores (1977), quienes localizaron dicha especie en ambientes estuarinos y lagunares, de zonas tropicales a subtropicales. La idea de Wall y Dale (1969), fue apoyada por el estudio de Morzadec-Kerfourn (1979) en el Mar Mediterráneo y, asimismo, por el de Bradford y Wall (1984) en el Golfo Pérsico, donde este dinoquiste es el dominante.

Una hipótesis contraria fue propuesta por Rossignol (1962) y Planchais y colaboradores (1977), quienes consideraron este quiste como indicador de una salinidad baja.

La forma tecada es *Pyrodinium bahamense*, la cual no aparece en los registros de plancton del Golfo de California. En este estudio, *Polysphaeridium zoharyi* tiene una distribución muy restringida, encontrándose solamente en los sedimentos de fosforita, donde constituye la especie de dinoquiste dominante, con un 34% de frecuencia relativa (Tabla 3). La probable escasez de *Pyrodinium bahamense* en las aguas del golfo va aunada a la insuficiente representación de *P. zoharyi* a lo largo del golfo, en tanto que su abundancia en el área de fosforita pudiera indicarnos la influencia de masas de agua ligeramente hipersalinas y de temperatura mayor, como lo son las del Pacífico oriental tropical, en la génesis de la fosforita.

La especie tecada *Pyrodinium bahamense* es característica del Mar Caribe, aunque Osorio-Tafall (1942) la reportó también en el Pacífico meridional mexicano; sin embargo, nunca había sido registrada como componente del plancton del Golfo de California, por lo que su presencia en el mencionado golfo demuestra la influencia de las masas de agua del Pacífico oriental tropical, hasta el sur de la cuenca de Guaymas.

QUISTES PERIDINOIDES

Protoperidinium Balech, 1974

Protoperidinium (*Archaeperidinium* sección *Stelladinium*) *compressum* (Ábe) Balech, 1974
(Lámina 3, figuras 1-3)

Siguiendo el criterio de Bradford (1975), y de acuerdo con la nomenclatura de los quistes, en este estudio se considera a *Stelladinium reidii* Bradford, 1975, como sinónimo de *Peridinium stellatum* Wall, 1968 (in Wall y Dale, 1968), considerados ambos como las variaciones quísticas de *Protoperidinium compressum*; las diferencias de los quistes, tanto en tamaño como en la ornamentación, justificarían la separación de estos dos taxa; el estudio del material del Golfo de California con el microscopio electrónico de barrido podría dilucidar la sistemática de estas formas quísticas.

Este dinoquiste ha sido citado en varios estudios que sobre sedimentos recientes han presentado los investigadores que se menciona en seguida: Bradford (1975), Wall y colaboradores (1977), Harland (1982), Matzuoka (1981) y Bradford y Wall (1984); quienes concluyeron que dicho taxa es una forma nerítica cosmopolita, no asociado a condiciones ecológicas específicas.

En el Golfo de California su distribución es ubicua, siendo más abundante en la región de las cuencas de Pescadero y de Guaymas (Figura 9); la frecuencia en el área de La Paz no debe ser considerada, ya que las muestras presentan material muy escaso, por lo que en esta área no se le puede asignar significado sedimentológico y/o ecológico alguno. Debido a que en este caso el tratamiento taxonómico integra a la forma tecada y a la forma quística, podría decirse que la forma tecada de *Protoperidinium compressum* no ha sido previamente citada por los planctólogos en el Golfo de California.

Si se considera la variación intraespecífica que propone Bradford (1975) como respuesta a diferentes condiciones ambientales, tenemos que *Peridinium stellatum* Wall, 1968 es la

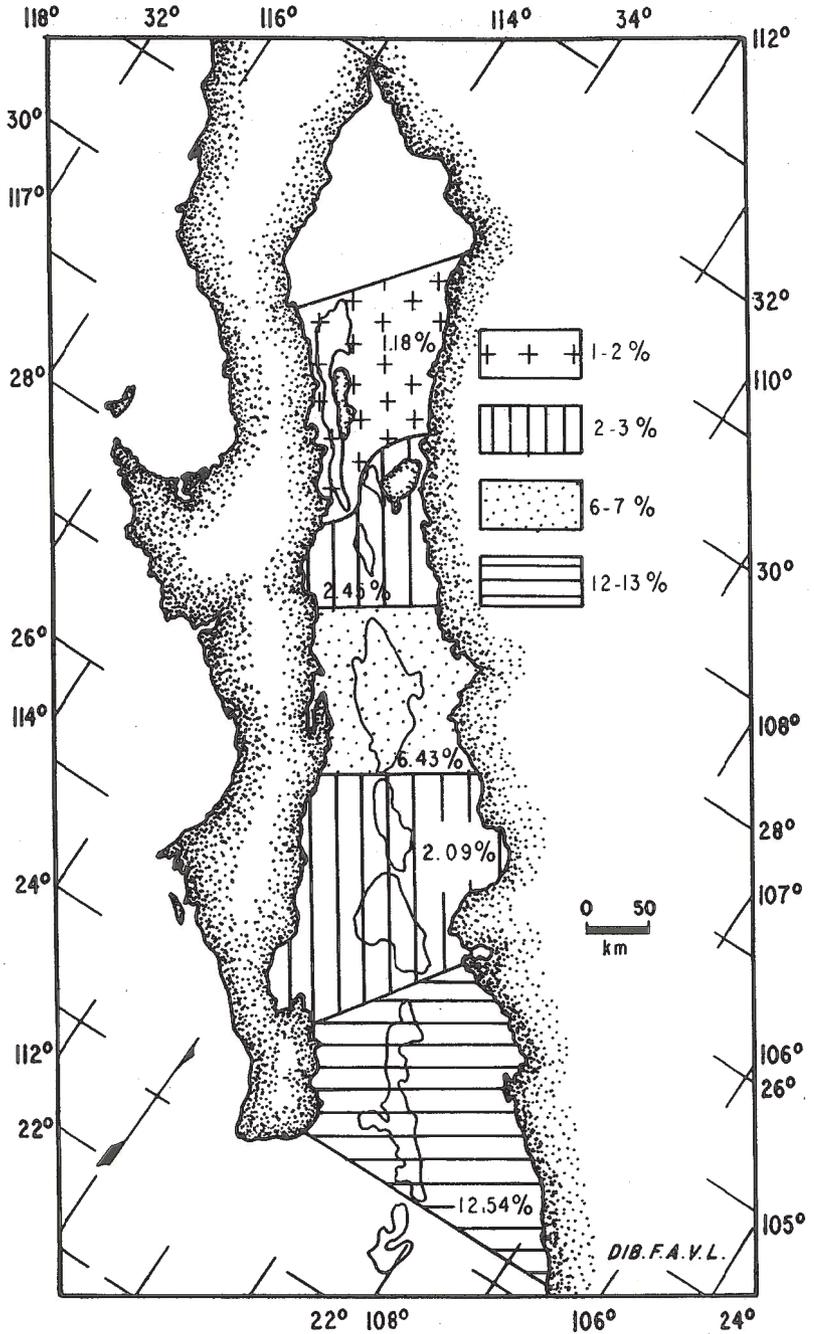


Figura 9.- Frecuencia inferida de *Protoperidinium* (*Archaeperidinium* sección *Stelladinium*) *compressum*.

forma que se presenta en porcentaje menor, alcanzando su mayor abundancia en la cuenca de Guaymas (2.23%), disminuyendo hacia ambos extremos del golfo, mientras que la forma inicialmente conocida como *Stelladinium reidii* Bradford, 1975, es más abundante a lo largo del golfo, alcanzando el 11.55% en el área de la boca; a partir de esta latitud, se aprecia una disminución progresiva hacia el norte del golfo.

Protopteridinium (*Protopteridinium* sección *Selenopemphix*)
conicum (Gran) Balech, 1974
(Lámina 3, figura 4)

En la nomenclatura para quistes, esta especie se conocía como *Multispunula quanta* Bradford, 1975. Tomando en cuenta la enmienda del género *Peridinium*, efectuada por Balech (1974), este quiste y la forma tecada quedan incluidos en *Protopteridinium conicum*. La primera investigación donde se ha citado este taxa fue realizada en el Golfo Pérsico por Bradford (1975), donde presentaba una distribución ubicua, lo cual fue confirmado años más tarde por Bradford y Wall (1984), quienes efectuaron muestreos adicionales en la misma área.

Otros estudios demostraron que en el Océano Atlántico este quiste era el más frecuente (Wall *et al.*, 1977). Harland (1977) citó esta especie en el Mar Arábigo y el Mar Caribe, así como en las cercanías de las Islas Británicas; el mismo Harland (1978) lo encontró en los fiordos escoceses; Matsuoka (1981) lo reportó como un quiste ocasional en sedimentos pelágicos del Mar de las Filipinas.

Con excepción del estudio de Wall y colaboradores (1977), donde se asoció a este quiste con sedimentos oceánicos, la mayoría de las investigaciones sobre *P. conicum* permite considerarlo como un quiste cosmopolita estuarino y/o nerítico (Taylor, 1976). En el Golfo de California, este quiste muestra una abundancia mayor en las partes central (cuenca de Guaymas) e interior del mismo (Figura 10), disminuyendo su porcentaje hacia la boca del golfo (región de la cuenca Pescadero).

Según el estudio de Klement (1964), la forma tecada de *P. conicum* sólo se distribuye en la plataforma que existe entre San Blas y Mazatlán, sin llegar a la cabecera del golfo; en el estudio presente se confirma la presencia de *P. conicum* dentro del Golfo de California, hasta la región de la cuenca Salsipuedes.

La distribución geográfica de la forma tecada también es cosmopolita, puesto que se encuentra tanto en aguas cálidas como en aguas frías; en consecuencia, desconocemos qué corriente es la responsable de su acarreo hacia el golfo.

Protopteridinium (*Protopteridinium* sección *Trinovantedinium*)
pentagonum (Gran) Balech, 1974
(Lámina 3, figura 5)

En su estudio, Wall y colaboradores (1977) concluyeron que esta forma quística estaba distribuida con amplitud, tanto latitudinal como longitudinalmente, sobre todo en zonas desde neríticas hasta estuarinas; sin embargo, existen otras investigaciones que contradicen estos resultados. Así, Harland (1977, 1978) y Reid (1977), trabajando con sedimentos alrededor de las Islas Británicas, sugirieron que este quiste fuese representativo de condiciones más bien oceánicas, resultados que concuerdan con los de Matsuoka (1976a);

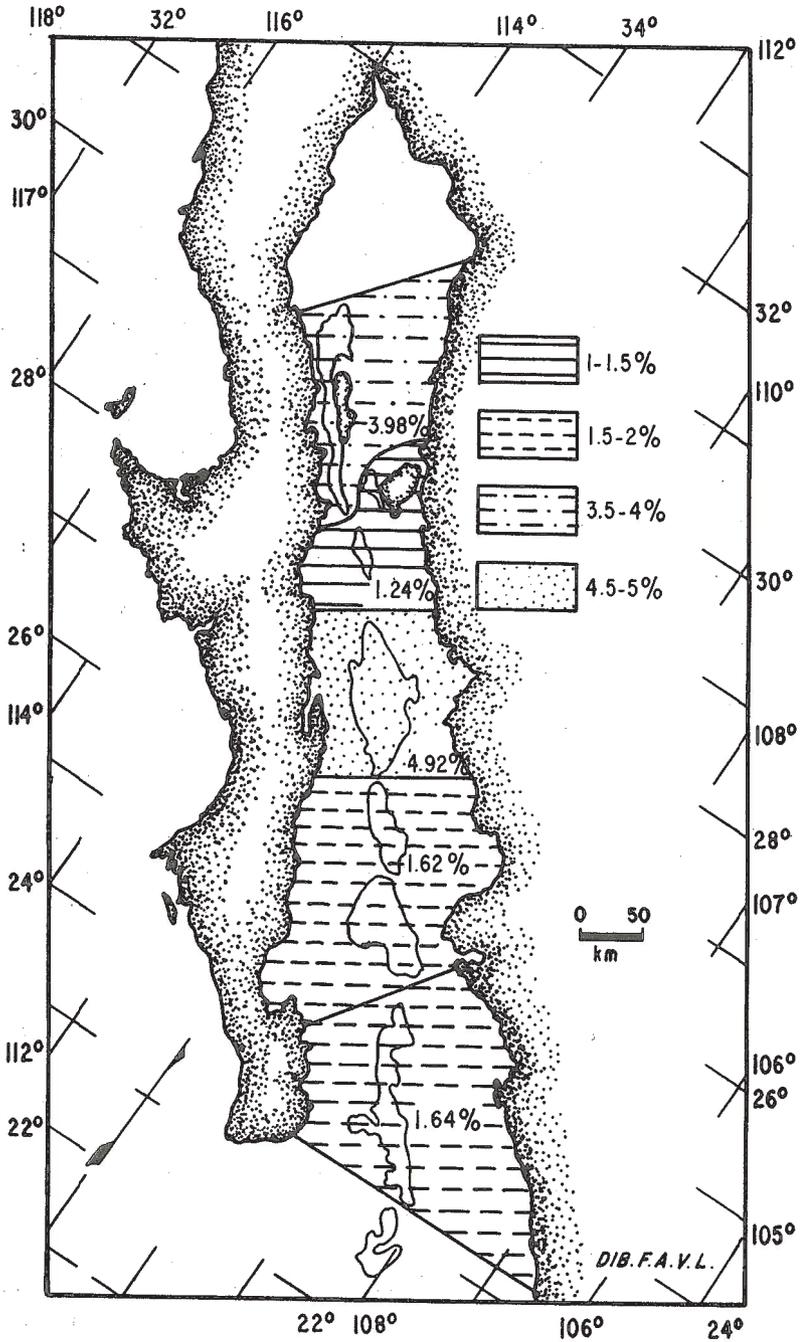


Figura 10.- Frecuencia inferida de *Protoperidinium* (*Protoperidinium* sección *Selenopemphix*) *conicum*.

Bradford y Wall (1984) lo encontraron en el Golfo Pérsico y en el Mar Árabe, donde siempre fue escaso.

En la nomenclatura para quistes, esta forma se conoce como *Lejeunia applanata* Bradford, 1977 y *Trinovantedinium capitatum* Reid, 1977. Klement (1964) llamó a la forma tecada en el Golfo de California como *Peridinium pentagonum*, siendo un dinoflagelado escaso, presente sólo en cinco estaciones, considerándolo como una especie euriterma, que se encuentra ubicuamente tanto en masas de agua caliente como en masas de agua fría, por lo que pudiera encontrarse, en el Pacífico tropical y en la corriente de California. Klement (1964) localizó dicha especie sobre todo en la parte externa del golfo, en cuatro estaciones entre San Blas y Mazatlán y, dentro del golfo, sólo en una estación al norte de Guaymas.

La distribución de estos quistes en el Golfo de California muestra un aumento en su frecuencia desde la parte septentrional del golfo (cuenca Salsipuedes) hasta la región de la cuenca Pescadero (Figura 11); además, presenta una distribución *clinal* (respuesta morfológica gradual al enquistamiento) de las condiciones oceánicas hacia las condiciones de cuenca del golfo interior.

Esta distribución pudiera reflejar la escasez de la forma tecada en el golfo propiamente dicho, coincidiendo con la distribución dada por Klement (1964), por lo que en este caso sí existe una correspondencia entre la abundancia de la forma tecada en la columna de agua y las formas quísticas acumuladas en los sedimentos.

Protoperidinium (Protoperidinium sección *Selenopemphix*) *subinermis*

(Paulsen) Loeblich III, 1969

(Lámina 3, figura 7)

Wall y colaboradores (1977) determinaron que esta especie es estenoapta, encontrándose en gran variedad de ambientes, desde masas de agua templado-cálidas hasta subtropicales, ya sea en ambientes estuarinos o neríticos, adaptándose a variaciones de temperatura y salinidad amplias.

En la nomenclatura para quistes fue descrito inicialmente en el Terciario de Alemania por Benedeck (1972) como *Selenopemphix nephroides*; en sedimentos holocénicos fue descrito por Bradford (1975) como *Omanodinium alticinctum* en el Golfo Pérsico, donde se presentó sólo en dos muestras.

Aunque la forma tecada planctónica no ha sido registrada en el Golfo de California, la forma quística bentónica se encuentra en los sedimentos a lo largo del golfo, teniendo su abundancia menor hacia el golfo externo. En las cuencas del Carmen y Farallón se presenta con una abundancia del 2.05%, en la región de la cuenca de Pescadero del 0.99% y la abundancia mayor en la región de la cuenca de Guaymas y del golfo interior (Figura 12). Esta distribución sugiere que este tipo de quiste prefiere la parte del golfo que está sujeta a condiciones de cuenca, lo cual está de acuerdo con los hallazgos de Wall y colaboradores (1977).

Protoperidinium (Protoperidinium) *oblongum* (Aurivillius) Balech, 1974

(Lámina 3, figura 8)

Los primeros registros de los dinoquistes de esta especie nerítica fueron proporcionados por Wall y Dale (1968) sobre sedimentos superficiales del Mar Árabe, del Océano

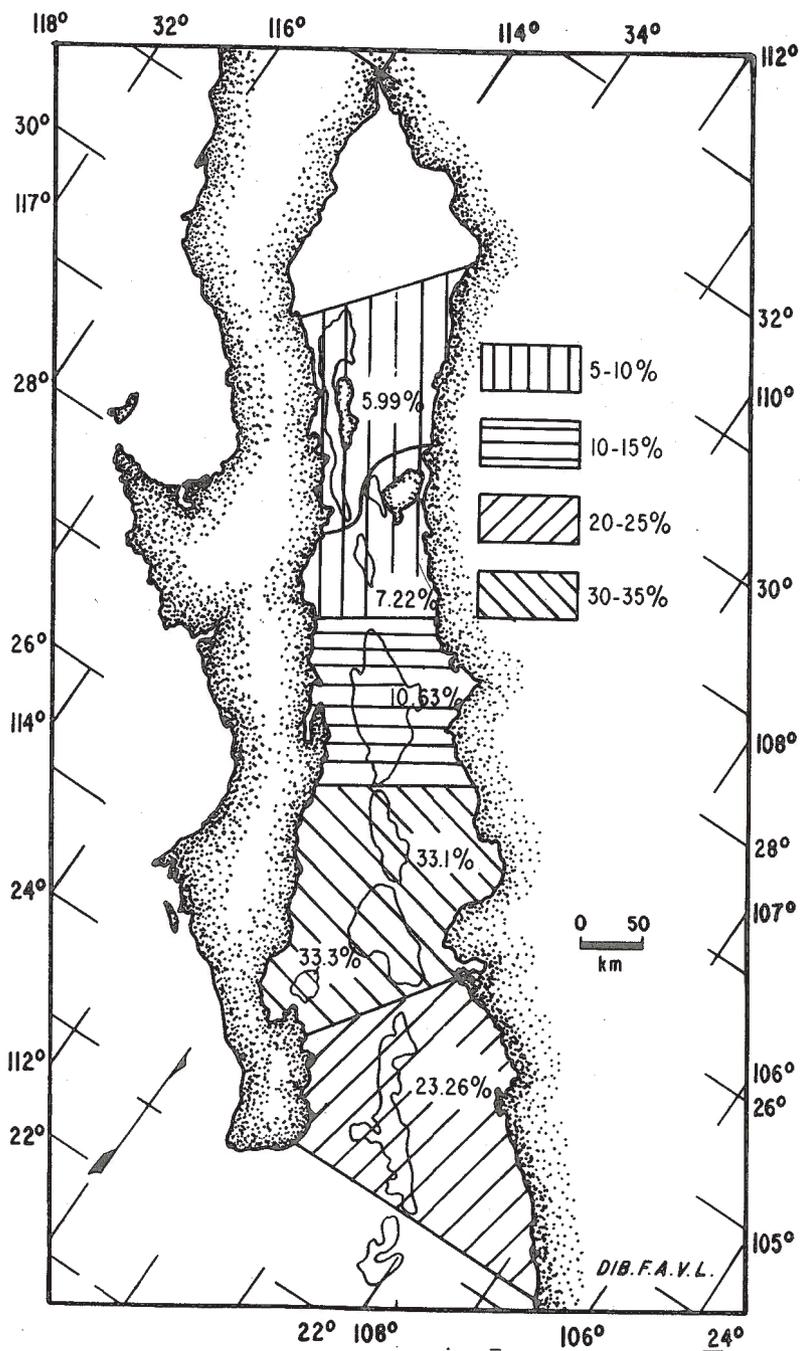


Figura 11.- Frecuencia inferida de *Protoperidinium* (*Protoperidinium* sección *Trinovantedinium*) *pentagonum*.

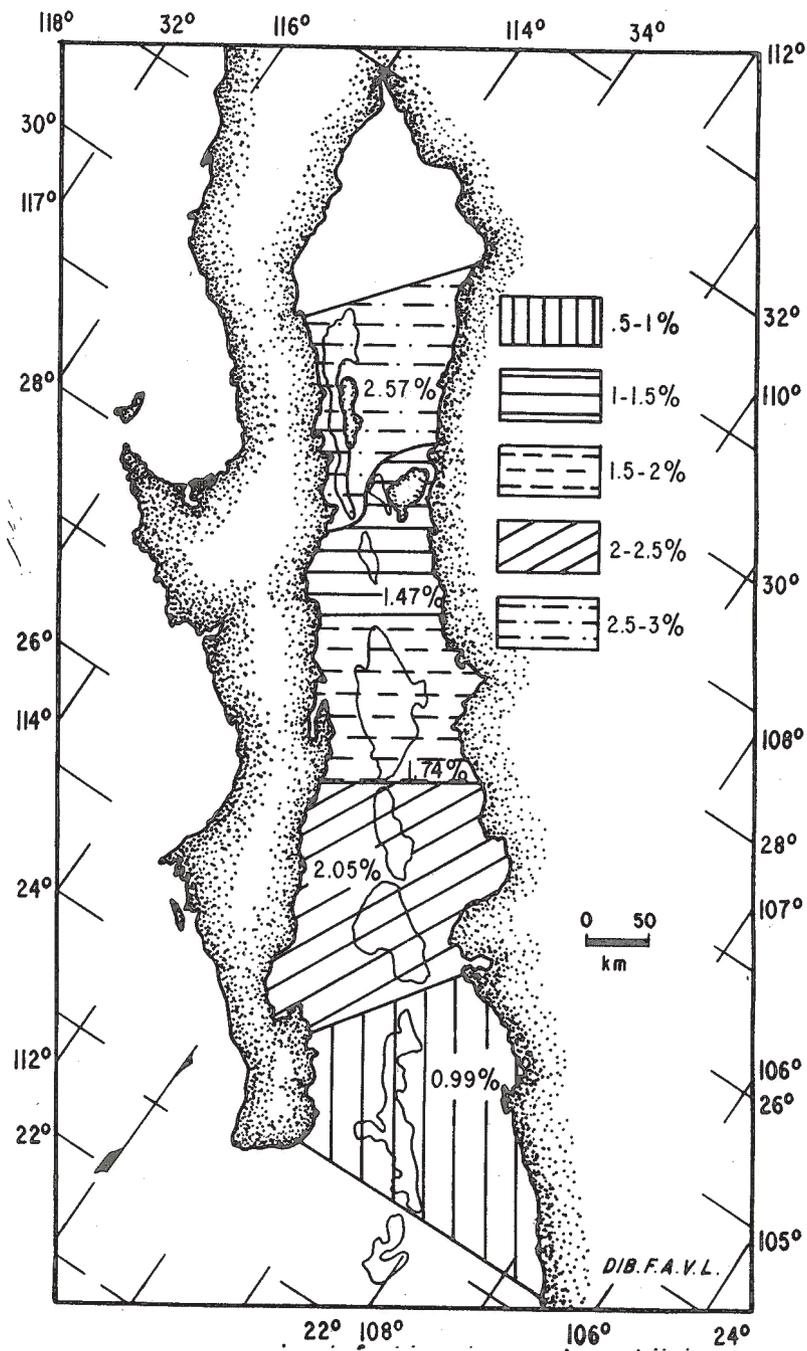


Figura 12.- Frecuencia inferida de *Protoperidinium* (*Protoperidinium* sección *Selenopemphix*) subinerte.

Atlántico y de las costas de Woods Hole. Estos registros fueron confirmados posteriormente por Harland (1977) y Reid (1977) en plataformas continentales de las Islas Británicas. Dichos autores se refirieron a este taxa como *Votadinium calvum*, en la taxonomía de los dinoquistes.

Este dinoflagelado no ha sido citado en los estudios de plancton del Golfo de California, aunque la especie *P. oceanicum* Vanhöffen, 1897, considerada por Schiller (1933) como variedad de *P. oblongum*, fue citada por Klement (1964) en la parte externa del golfo y por Valero-Gamboa (1980) en la cuenca de Guaymas. El quiste se distribuye a lo largo del golfo, con abundancia mayor en el golfo interno y en la cuenca de Guaymas, alcanzando el 1.82% a la entrada del golfo y 2.3% en la región de la cuenca Salsipuedes (Figura 13), comportándose ecológicamente de una manera semejante a la forma tecada (*P. oceanicum*), que se considera una especie cosmopolita, presente en aguas desde cálidas hasta frías; es decir, el quiste está adaptado tanto a las condiciones de cuenca como a las oceánicas; con preferencia a enquistarse en condiciones de cuenca, como en *P. subinermis*.

Protoperidinium (Protoperidinium) conicoides (Paulsen) Balech, 1974
(Lámina 3, figura 9)

Originalmente fue denominado en la nomenclatura de los quistes como *Chytroeisphaeridia simplicia* por Wall (1965), en las costas de Massachusetts. Posteriormente, Wall y Dale (1968) también localizaron este quiste en la región de Woods Hole y en otros sedimentos holocénicos del Atlántico septentrional. Reid (1977) y Harland (1977) lo encontraron en sedimentos superficiales en las cercanías de las Islas Británicas. Harland y colaboradores (1980) lo hallaron en el Mar de Beaufort (Océano Ártico), citándolo como *Brigantedinium simplex*.

La forma tecada, conocida antes de la revisión de Balech (1974) como *Peridinium conicoides*, ha sido encontrada en registros planctónicos por Valero-Gamboa (1980), al norte de la isla Ángel de la Guarda; en cambio, la forma quística es la más abundante a lo largo del golfo, alcanzando su frecuencia máxima en el golfo interior (Figura 14). Por tanto, en este caso, la forma quística está mejor representada que la forma tecada planctónica.

El significado ecológico de este quiste no está bien definido, ya que existen datos contrastantes de su presencia, tanto en masas de aguas fría como templada, en tanto que su abundancia a lo largo del Golfo de California podría estar corroborando la naturaleza euriapta de este taxa; además, con el quiste *P. avellana*, constituye más del 70% de los quistes identificados que están presentes en cada región (Tabla 4). La gran abundancia de estas especies sugiere que el Golfo de California es una cuenca con variaciones fisicoquímicas que facilitan el enquistamiento y la abundancia de quistes peridinoides, según el modelo propuesto originalmente por Vozzhennikova (1967).

Protoperidinium (Archaeperidinium) avellana (Meunier) Balech, 1974
(Lámina 3, figura 10)

Inicialmente, este quiste fue citado como *Chytroeisphaeridia cariacensis*, en sedimentos de la región tropical del Caribe (Wall, 1965); años después, Harland (1977) y Reid (1977) lo localizaron en los alrededores de las Islas Británicas, en sedimentos que subyacen a mares templados. De acuerdo con Harland y Reid (1980) (*in Harland et al.*, 1980), este

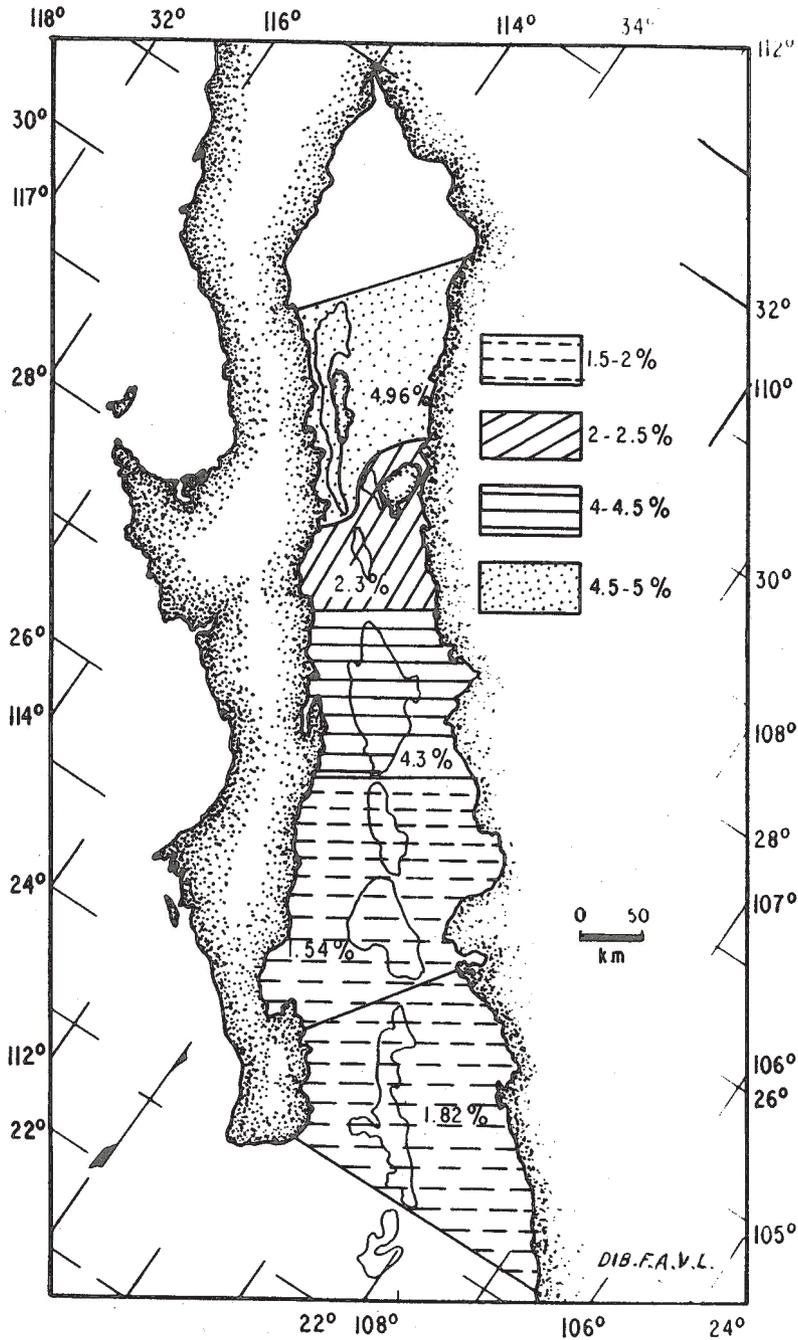


Figura 13.- Frecuencia inferida de *Protoperidinium (Protoperidinium) oblongum*.

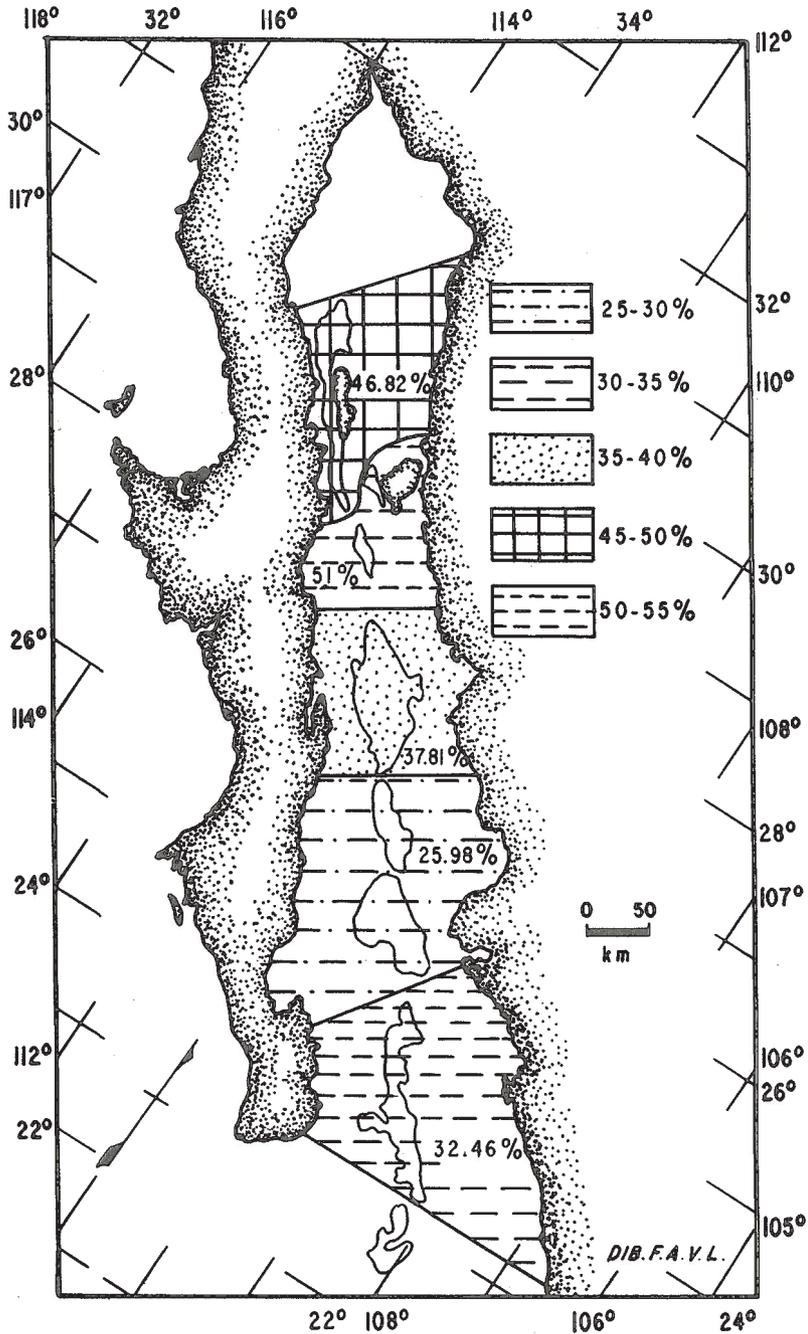


Figura 14.- Frecuencia inferida de *Protoperidinium (Protoperidinium) conicoides*.

quiste podría ser válido como perteneciente al género *Brigantedinium*, quedando, entonces, en la nomenclatura de quistes como *B. cariaensis* (Harland, 1982).

La forma tecada no ha sido registrada en el Golfo de California, a pesar de que el quiste es de los más abundantes, mostrando, junto con *P. conicoides*, un predominio claro a lo largo del dicho golfo (Figura 15), sobre todo hacia el golfo interno, comportándose ecológicamente de manera similar a *P. subinermis* y *P. oblongum*.

Lejeunia paratenella Benedeck, 1972

(Lámina 3, figura 9)

Benedeck (1972) lo describió por primera vez en el Terciario superior de Alemania. En los estudios de dinoquistes recientes, aún se desconoce la especie tecada que origina este tipo de quistes; sólo se sabe que el género *Protoperidinium* produce quistes parecidos.

Harland (1977) y Reid (1977) lo citaron en las cercanías de las costas de Inglaterra, en sedimentos que infrayacían a aguas templadas y frías.

En el Golfo de California esta especie es abundante en la entrada, disminuyendo hacia la cuenca de Guaymas e incrementándose nuevamente hacia el golfo interior (Figura 16).

Su significado ecológico no se ha esclarecido, pero el enquistamiento podría estar favorecido en los frentes oceánicos y/o en las zonas con condiciones de cuenca, con variaciones anuales de temperatura y salinidad.

SUMARIO DE DINOQUISTES PERIDINOIDES

La distribución y la abundancia de este tipo de quistes en el golfo muestran que son las formas predominantes en todas las regiones. Sus frecuencias relativas son de 3.2% en la boca y aumentan paulatinamente hacia la cabecera, donde la frecuencia es de 31.9% (Figura 17). Esta distribución indica una clara tendencia clinal, que pudiera estar relacionada, por un lado, con la abundancia mayor de dinoflagelados peridinoideos en el golfo (Klement, 1964) y, por otro, con una mayor tasa de enquistamiento de las poblaciones planctónicas, producida por cambios en los factores fisicoquímicos, como es el caso del golfo interior, donde se dan condiciones de cuenca con diferencias estacionales muy marcadas de salinidad y temperatura.

El predominio de quistes peridinoideos es aún más notorio si se considera su cantidad absoluta por gramo de sedimento (Tabla 5); de este modo, el número de quistes peridinoideos llega a ser hasta 66 veces mayor que los gonyaulacoides (región de la cuenca Salsipuedes).

Este patrón podría estar reflejando también la mejor preservación de los quistes encapsulados, en comparación con otros tipos de quistes más frágiles y difíciles de obtener en sedimentos holocénicos (*i.e.*, *Lingulodinium machaerophorum*), produciéndose en el caso de los primeros, una verdadera tanatocenosis, no afectada por factores de preservación, diagénesis y técnicas de preparación.

DINOQUISTES DE AFINIDAD INCIERTA

En esta categoría quedan incluidas aquellas formas que aún no están reconocidas como dinoquistes y, por tanto, son desconocidas en la literatura, pero que, de acuerdo con su

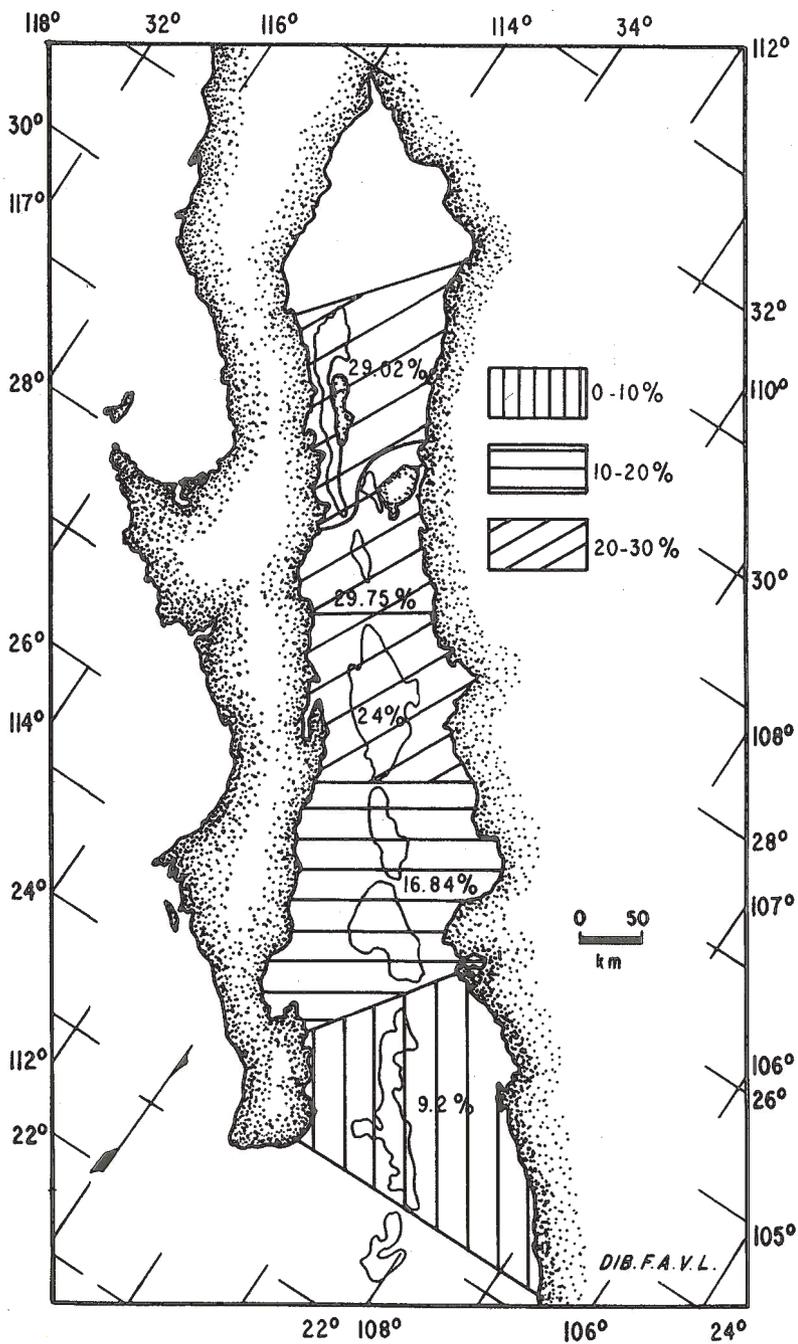


Figura 15.- Frecuencia inferida de *Protoperidinium (Archaeperidinium) avellana*.

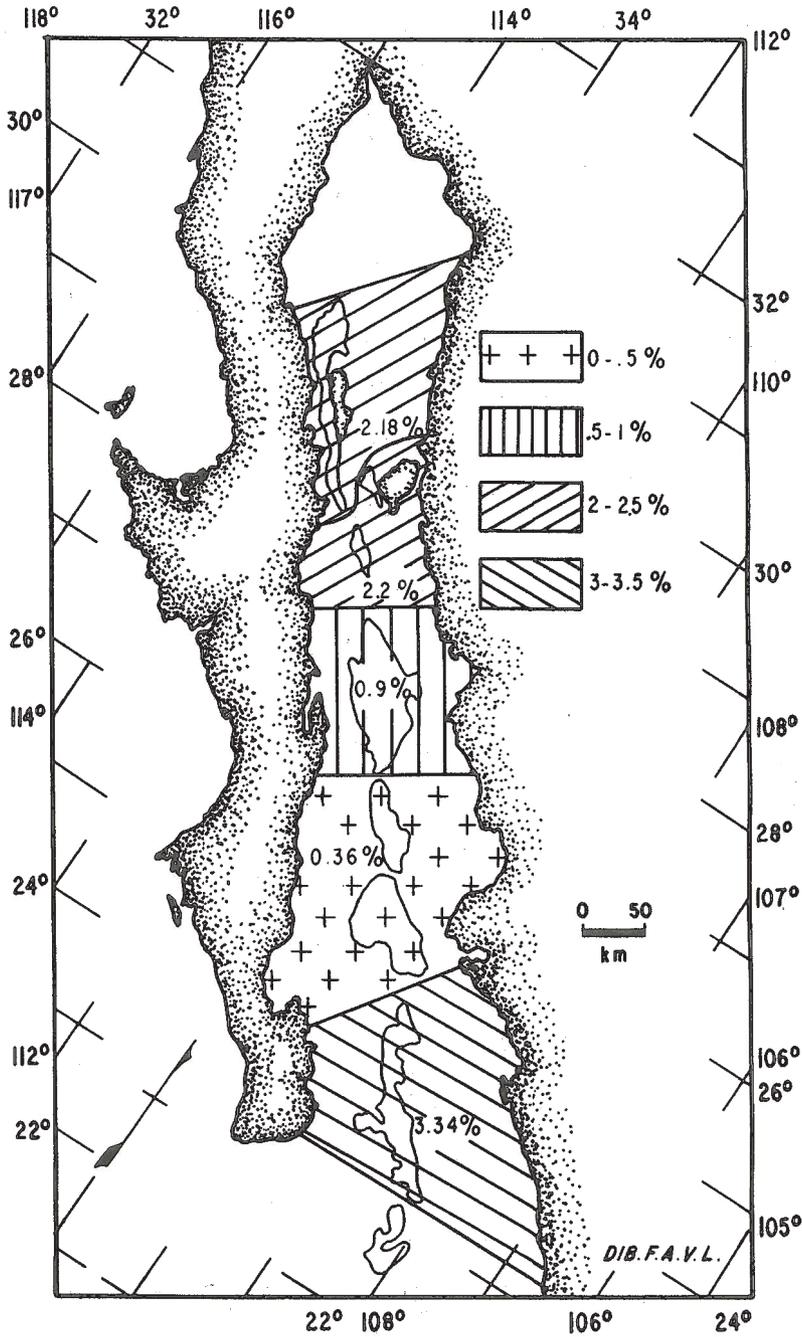


Figura 16.- Frecuencia inferida de *Lejeunia paratenella*.

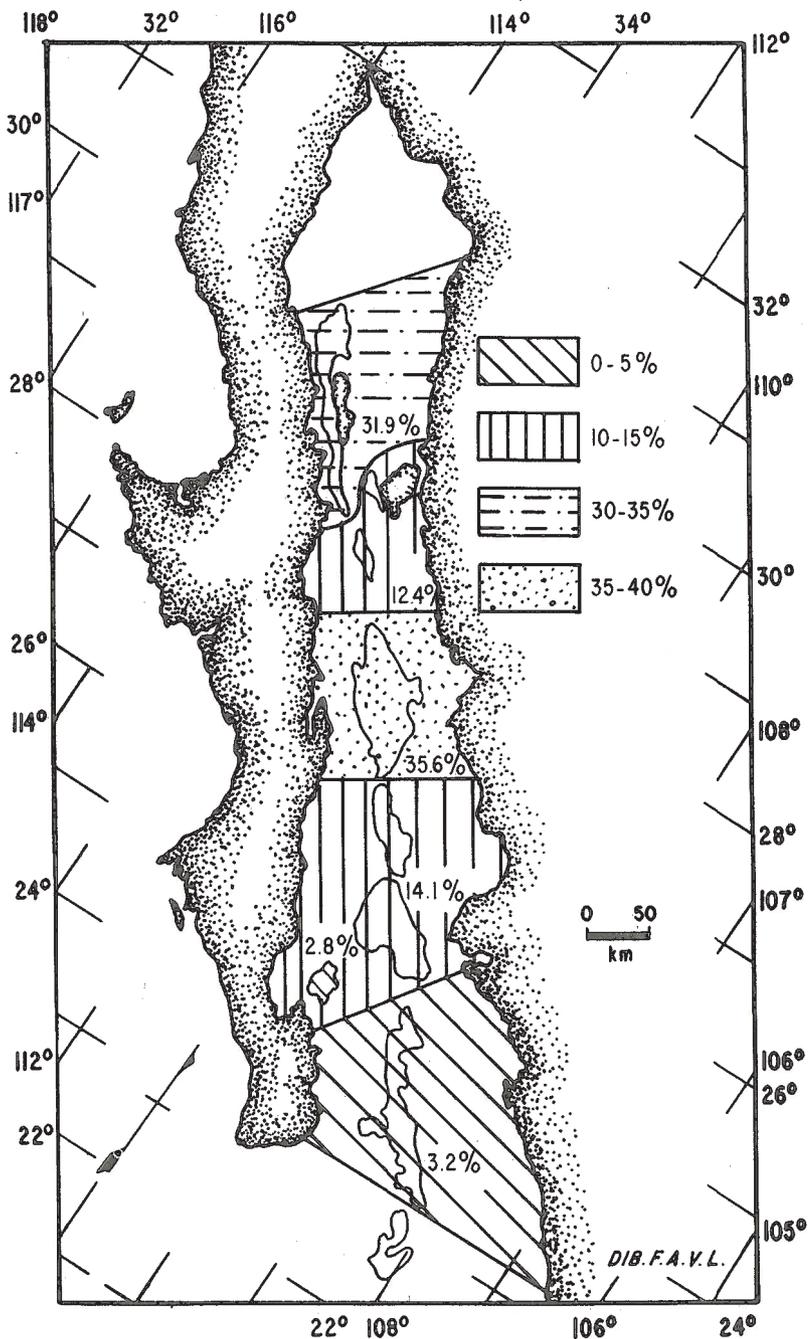


Figura 17.- Frecuencia inferida de de quistes peridinoides.

Tabla 5.- Frecuencias relativa y absoluta de los principales grupos de palinomorfos.

PALINOMORFOS	FRECUENCIA		FRECUENCIA	
	Absoluta [Individuos/g]	Relativa [%]	Absoluta [Individuos/g]	Relativa [%]
	CUENCA SALSIPUEDES		CUENCAS SAN PEDRO MÁRTIR Y TIBURÓN	
Dinoquistes Peridinooides	1602	31.9	623	12.4
Dinoquistes Gonyaulacoides	24	11.4	10	4.8
Dinoquiste "B" Reid y Harland, 1977	53	9.3	2	0.3
Dinoquiste "C" Reid y Harland, 1977	112	1.5	309	4.0
Dinoquiste "D" Reid y Harland, 1977	37	21.3	78	44.8
Formas afines a los Dinoquistes "B", "C", y "D" de Reid y Harland				
Dinoquiste "E" aff. Reid y Harland, 1977	13	1.0	121	9.3
Dinoquiste "F" aff. Reid y Harland, 1977	103	3.4	250	8.3
Dinoquiste "G" aff. Reid y Harland, 1977	24	1.3	43	2.4
Escolecodontos	312	4.9	327	5.1
Testas de foraminíferos	118	4.9	440	18.5

Tabla 5 (continuación).

PALINOMORFOS	FRECUENCIA		FRECUENCIA	
	Absoluta [individuos/g]	Relativa [%]	Absoluta [individuos/g]	Relativa [%]
	CUENCA GUAYMAS		CUENCAS CARMEN Y FARALLÓN	
Dinoquistes Peridinoides	1786	35.6	708	14.1
Dinoquistes Gonyaulacoides	158	75.2	13	6.2
Dinoquiste "B" Reid y Harland, 1977	337	59.1	21	3.7
Dinoquiste "C" Reid y Harland, 1977	2066	26.9	1462	19.0
Dinoquiste "D" Reid y Harland, 1977	28	16.1	19	10.9
Formas afines a los Dinoquistes "B", "C", y "D" de Reid y Harland				
Dinoquiste "E" aff. Reid Harland, 1977	464	35.8	206	15.9
Dinoquiste "F" aff. Reid Harland, 1977	1324	44.2	514	17.2
Dinoquiste "G" aff. Reid Harland, 1977	498	28.1	235	13.3
Escolecodontos	1773	28.0	1637	25.9
Testas de foraminíferos	1130	47.5	383	16.1

Tabla 5 (continuación).

PALINOMORFOS	FRECUENCIA		FRECUENCIA	
	Absoluta [Individuos/g]	Relativa [%]	Absoluta [Individuos/g]	Relativa [%]
	CUENCA LA PAZ			
			CUENCA PESCADERO	
Dinoquistes Peridinoideos	139	2.8	161	3.2
Dinoquistes Gonyaulacoideos	0	0.0	5	2.4
Dinoquiste "B" Reid y Harland, 1977	139	24.4	18	3.1
Dinoquiste "C" Reid y Harland, 1977	2843	37.1	868	11.3
Dinoquiste "D" Reid y Harland, 1977	0	0.0	12	7.0
Formas afines a los Dinoquistes "B", "C", y "D" de Reid y Harland				
Dinoquiste "E" aff. Reid Harland, 1977	371	28.6	122	9.4
Dinoquiste "F" aff. Reid Harland, 1977	586	19.6	217	7.2
Dinoquiste "G" aff. Reid Harland, 1977	858	48.5	112	6.3
Escolocodontos	1804	28.5	467	7.4
Testas de foraminíferos	69	2.9	237	9.9

importancia cualitativa y cuantitativa, merecen ser descritas y su distribución en el golfo, discutida.

Dinoquiste A

(Lámina 4, figuras 1 y 2)

Este microfósil se presenta esporádicamente a partir de la región de las cuencas del Carmen y Farallón hacia la cabecera del golfo; en el conteo formal, siempre se registra con una frecuencia menor que el 1% en las regiones de las cuencas de Guaymas, del Carmen y Farallón. Debido a la naturaleza frágil de este fósil, es probable que su distribución real sea mucho más amplia y numerosa; no obstante, su registro en este estudio indicaría una tendencia a una proliferación mayor en condiciones de cuenca (Tabla 6).

Descripción: Cuerpo central de esférico a ligeramente ovoide, dinoquiste tipo corado, con seis a siete apéndices, colocados simétricamente en el ecuador.

Características de la pared: Formado por una sola pared o autofragma, de superficie lisa y transparente, presenta dobleces pequeños sobre sí misma, los cuales no siguen un patrón definido; no muestra coloración.

Apéndices: A partir del cuerpo central, en posición ecuatorial, se proyecta una serie de seis a siete apéndices huecos, terminados en forma de penacho, de apariencia cónica truncada. Los apéndices poseen una variación de 8 a 16 μm de longitud y una anchura, en la base, de 6 a 8 μm , la cual tiende a aumentar en la parte distal, donde mide desde 7 hasta 12 μm ; la parte distal semeja una copa o corona con aristas; de cada una de éstas parte una prolongación pequeña de aproximadamente 1 μm de anchura en su base y 12 μm de longitud; estas prolongaciones propenden a adelgazarse hacia la parte distal, soportando siempre, en su parte terminal, un glóbulo pequeño de 0.5 μm de diámetro, poco más o menos; dichas prolongaciones se presentan invariablemente en un número de ocho, 10 ó 12 por cada apéndice; los apéndices colocados en una posición ecuatorial le dan una posible simetría radial.

Paratabulación: No distinguible.

Arqueópilo: Apical simple de forma cuadrado-rectangular, ligeramente curvado en las esquinas. Opérculo libre con una variación desde 12 hasta 18 μm de anchura por 17 a 24 μm de longitud.

Paracíngulo: Indicado probablemente por el arreglo de los apéndices.

Parasulco: No indicado.

Tamaño: Cuerpo central de 32 a 46 μm de diámetro; incluyendo los apéndices, muestran una variación de 70 a 96 μm de diámetro total.

Dinoquiste B

(Lámina 4, figuras 3 y 4)

Este acritarca, parecido al tipo A tanto en su distribución como en su abundancia y fragilidad, se presenta esporádicamente, con valores menores que el 1%, desde la cuenca de Guaymas hasta la región de la cuenca Salsipuedes. Debido a su pobre conservación en los sedimentos, su real abundancia es desconocida, pero se puede inferir que esta forma tenga predilección por las condiciones de cuenca (Figura 18).

Tabla 6.- Frecuencia por muestra de cada uno de los palinomorfos identificados.

T A X A	BC-2 Pb-2426		BC-3 Pb-2427		BC-5 Pb-2428		BC-7 Pb-2429		BC-9 Pb-2430	
	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]
	CUENCA SALSIPUEDES									
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) avellana</i>	10	3.40	15	23.40	16	14.00	9	5.10	27	26.02
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) conicoides</i>	44	14.90	13	20.30	29	25.20	28	16.00	29	28.01
<i>Lejeunia paratenella</i>	5	1.70	0	0.00	0	0.00	3	1.70	0	0.00
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
<i>Nematosphaeropsis labyrinthea</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.97
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) sección Stelladinium compressum</i>	1	0.33	0	0.00	0	0.00	2	1.10	0	0.00
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix conicum</i>	7	2.40	0	0.00	1	0.86	5	2.80	1	0.97
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) oblongum</i>	0	0.00	0	0.00	8	7.00	6	3.40	0	0.00
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Trinovantedinium pentagonum</i>	16	5.40	1	1.56	1	0.86	2	1.10	3	2.90
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix subinermis</i>	0	0.00	2	3.10	0	0.00	3	1.70	1	0.97
<i>Spiniferites bentori</i>	1	0.33	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
<i>Spiniferites mirabilis</i>	1	0.33	0	0.00	0	0.00	1	0.57	0	0.00
<i>Spiniferites ramosus</i>	3	0.99	0	0.00	0	0.00	1	0.57	4	3.80
<i>Tuberculodinium vancampoeae</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00

Tabla 6 (continuación).

T A X A	BC-11 Pb-2431		BC-13 Pb-2432		BC-14 Pb-2433		BC-17 Pb-2435		BC-18 Pb-2436	
	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]
	CUENCAS SAN PEDRO MÁRTIR Y TIBURÓN									
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) avellana</i>	10	9.50	8	14.0	42	21.90	0	0	20	6.38
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) conicoides</i>	25	23.90	26	45.6	38	19.80	0	0	21	6.70
<i>Lejeunia paratenella</i>	0	0.00	1	1.7	6	3.10	0	0	0	0.00
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	0	0.00	0	0.0	0	0.00	0	0	0	0.00
<i>Nematospaeropsis labyrinthea</i>	0	0.00	0	0.0	0	0.00	0	0	0	0.00
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	0	0.00	1	1.7	0	0.00	0	0	1	0.31
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) sección Stelladinium compressum</i>	1	0.95	0	0.0	0	0.00	0	0	5	1.58
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix conicum</i>	1	0.95	0	0.0	1	0.52	0	0	1	0.31
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) oblongum</i>	2	1.90	0	0.0	3	1.56	0	0	0	0.00
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Trinovamedinium pentagonum</i>	1	0.95	1	1.7	3	1.56	0	0	2/14	4.50
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix subinermis</i>	0	0.00	0	0.0	3	1.56	0	0	2	0.62
<i>Spiniferites bentori</i>	0	0.00	0	0.0	0	0.00	0	0	0	0.00
<i>Spiniferites mirabilis</i>	0	0.00	0	0.0	0	0.00	0	0	0	0.00
<i>Spiniferites ramosus</i>	0	0.00	0	0.0	3	1.56	0	0	4	1.20
<i>Tuberculodinium vancampoeae</i>	0	0.00	0	0.0	0	0.00	0	0	0	0.00

Tabla 6 (continuación).

T A X A	BC-27 Pb-2440		BC-28 Pb-2441		BC-30 Pb-2442		BC-31 Pb-2443		BC-33 Pb-2444	
	Conteo	Frec. rel. [%]								
	CUENCA GUAYMAS 1									
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) avellana</i>	19	5.50	8	3.60	14	1.90	24	2.60	17	6.50
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) conicoides</i>	20	5.80	16	7.10	37	5.00	32	3.50	37	4.20
<i>Lejeunia paratenella</i>	2	0.58	1	0.44	1	0.13	0	0.00	2	0.76
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	3	0.87	0	0.00	1	0.13	4	0.44	0	0.00
<i>Nematosphaeropsis labyrinthea</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.13	1	0.11	1	0.38
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	1	0.30	0	0.00	1	0.13	1	0.11	0	0.00
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) sección Stelladinium compressum</i>	4	1.16	0	0.00	10	1.35	1	0.11	12	4.60
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix conicum</i>	10	2.90	1	0.44	20	2.70	7	0.77	3	1.10
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) oblongum</i>	3	0.87	4	1.80	4	0.54	1	0.11	1	0.38
<i>Trinovantedinium (Protoperidinium) sección pentagonum</i>	11	3.20	15	6.79	11	1.50	17	1.80	0	0.00
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix subinerte</i>	2	0.58	0	0.00	3	0.40	0	0.00	1	0.38
<i>Spiniferites bentoni</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
<i>Spiniferites mirabilis</i>	2	0.58	0	0.00	1	0.40	0	0.00	0	0.00
<i>Spiniferites ramosus</i>	6	1.70	1	0.44	2	0.80	7	0.77	0	0.00
<i>Tuberculodinium vancamposeae</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.76

Tabla 6 (continuación).

T A X A	BC-37 Pb-2445		BC-40 Pb-2446		BC-41 Pb-2447		BC-42 Pb-2448	
	Conteo	Frec. rel. [%]						
	CUENCA GUAYMAS 2							
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) avellana</i>	4	8.5	6	5.0	10	7.9	7	3.20
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) conicoides</i>	9	14.1	8	6.6	17	13.5	6	2.80
<i>Lejeunia paratenella</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00
<i>Nematosphaeropsis labyrinthea</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) sección Stelladinium compressum</i>	1	2.1	0	0.0	2	1.6	4	1.85
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix conicum</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) oblongum</i>	1	2.1	2	1.6	0	0.0	1	0.46
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Trinovantedinium pentagonum</i>	1	2.1	0	0.0	0	0.0	5	2.30
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix sublinerne</i>	1	2.1	0	0.0	0	0.0	1	0.46
<i>Spiniferites bentori</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00
<i>Spiniferites mirabilis</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.00
<i>Spiniferites ramosus</i>	0	0.0	1	0.8	0	0.0	2	0.93
<i>Tuberculodinium vancampoae</i>	1	2.1	1	0.8	1	0.8	0	0.00

Tabla 6 (continuación).

T A X A	BC-52 Pb-2449		BC-53 Pb-2450		BC-54 Pb-2451		BC-56 Pb-2452		BC-58 Pb-2453	
	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]
	CUENCAS CARMEN Y FARALLÓN									
<i>Protopteridinium (Archaepteridinium) avellana</i>	15	4.20	15	10.0	18	3.9	0	0	5	3.5
<i>Protopteridinium (Protopteridinium) conicooides</i>	26	7.30	11	7.3	42	9.2	0	0	6	4.2
<i>Lejeunia paratenella</i>	2	0.56	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0.0
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	0	0.00	0	0.0	1	0.2	0	0	0	0.0
<i>Nematosphaeropsis labyrinthea</i>	0	0.00	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0.0
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	1	0.28	0	0.0	3	0.6	1	2	1	0.7
<i>Protopteridinium (Archaepteridinium) sección Stelladinium compressum</i>	2	0.56	0	0.0	2	0.4	0	0	0	0.0
<i>Protopteridinium (Protopteridinium) sección Selenopemphix conicum</i>	1	0.28	0	0.0	0	0.0	0	0	1	0.7
<i>Protopteridinium (Protopteridinium) oblongum</i>	1	0.28	1	0.6	2	0.4	0	0	0	0.0
<i>Protopteridinium (Protopteridinium) sección Trinovantedinium pentagonum</i>	9	2.50	0	0.0	1	0.2	1	2	1	0.7
<i>Protopteridinium (Protopteridinium) sección Selenopemphix subinermis</i>	2	0.56	3	1.8	4	0.8	0	0	0	0.0
<i>Spiniferites bentori</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.0	0	0	0	0.0
<i>Spiniferites mirabilis</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.0	0	0	0	0.0
<i>Spiniferites ramosus</i>	1	0.28	0	0.00	2	0.4	0	0	0	0.0
<i>Tuberculodinium vancampoeae</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.0	0	0	0	0.0

Tabla 6 (continuación).

T A X A	BC-79 Pb-2466		BC-82 Pb-2467		BC-83 Pb-2468		BC-85 Pb-2469	
	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]
	CUENCAS CARMEN Y FARALLÓN 2							
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) avellana</i>	0	0.0	6	3.0	0	0.00	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) conicoides</i>	0	0.0	18	8.7	0	0.00	0	0
<i>Lejeunia paratenella</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0	0
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0	0
<i>Nematosphaeropsis labyrinthea</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0	0
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0	0
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) sección Stelladinium compressum</i>	0	0.0	2	1.0	0	0.00	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix conicum</i>	0	0.0	2	1.0	0	0.00	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) oblongum</i>	0	0.0	2	1.0	0	0.00	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Trinovantedinium pentagonum</i>	6	3.9	0	0.0	1	0.25	4	1
<i>Selenopemphix subinermis</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0	0
<i>Spiniferites bentori</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0	0
<i>Spiniferites mirabilis</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0	0
<i>Spiniferites ramosus</i>	2	1.3	1	0.5	0	0.00	4	1
<i>Tuberculodinium vancampoeae</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.00	0	0

Tabla 6 (continuación).

T A X A	BC-75 Pb-2464		BC-77 Pb-2465	
	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]
	CUENCA LA PAZ			
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) avellana</i>	0	0.0	0	0.0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) conicoides</i>	0	0.0	0	0.0
<i>Lejeunia paratenella</i>	0	0.0	0	0.0
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	0	0.0	0	0.0
<i>Nematosphaeropsis labyrinthea</i>	0	0.0	0	0.0
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	0	0.0	0	0.0
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) sección Stelladinium compressum</i>	0	0.0	1	0.9
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix conicum</i>	0	0.0	0	0.0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) oblongum</i>	0	0.0	0	0.0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Trinovantedinium pentagonum</i>	2	0.4	0	0.0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix subinermis</i>	0	0.0	0	0.0
<i>Spiniferites bentori</i>	0	0.0	0	0.0
<i>Spiniferites mirabilis</i>	0	0.0	0	0.0
<i>Spiniferites ramosus</i>	1	0.2	0	0.0
<i>Tuberculodinium vancamposae</i>	0	0.0	0	0.0

Tabla 6 (continuación).

T A X A	BC-63 Pb-2457		BC-64 Pb-2458		BC-65 Pb-2459		BC-68 Pb-2460		BC-69 Pb-2461	
	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]
	CUENCA PESCADERO 1									
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) avellana</i>	8	3.2	0	0	10	3.9	0	0	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) conicooides</i>	14	5.7	1	4	11	4.4	0	0	0	0
<i>Lejeunia paratenella</i>	0	0.0	0	0	6	2.4	0	0	0	0
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	0	0.0	0	0	2	0.8	0	0	0	0
<i>Nematosphaeropsis labyrinthea</i>	2	0.8	0	0	0	0.0	0	0	0	0
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	2	0.8	0	0	1	0.4	0	0	0	0
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) sección Stelladinium compressum</i>	2	0.8	0	0	3	1.2	0	0	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix conicum</i>	2	0.8	0	0	1	0.4	0	0	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) oblongum</i>	4	1.6	0	0	0	0.0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Trinovantedinium pentagonum</i>	6	2.4	0	0	1	0.4	0	0	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix subinermis</i>	1	0.4	0	0	1	0.4	0	0	0	0
<i>Spiniferites bentori</i>	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
<i>Spiniferites mirabilis</i>	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
<i>Spiniferites ramosus</i>	3	1.2	0	0	0	0.0	0	0	0	0
<i>Tuberculodinium vancampoeae</i>	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	0

Tabla 6 (continuación).

T A X A	BC-70 Pb-2462		BC-72 Pb-2463		BC-87 Pb-2470		BC-88 Pb-2471		BC-90 Pb-2472	
	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]
	CUENCA PESCADERO 2									
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) avellana</i>	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) conicooides</i>	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0
<i>Lejeunia paratenella</i>	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0
<i>Lingulodinium machaerophorum</i>	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0
<i>Nematosphaeropsis labyrinthea</i>	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0
<i>Operculodinium centrocarpum</i>	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium (Archaeperidinium) sección Stelladinium compressum</i>	0	0	1	0.3	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix conicum</i>	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) oblongum</i>	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) pentagonum Trinovantedinium</i>	0	0	0	0.0	0	0	2	0.8	0	0
<i>Protoperidinium (Protoperidinium) sección Selenopemphix subinermis</i>	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0
<i>Spiniferites bentori</i>	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0
<i>Spiniferites mirabilis</i>	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0
<i>Spiniferites ramosus</i>	0	0	1	0.3	0	0	0	0.0	0	0
<i>Tuberculodinium vancampoeae</i>	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0

Tabla 6 (continuación).

T A X A	BC-2 Pb-2426		BC-3 Pb-2427		BC-5 Pb-2428		BC-7 Pb-2429		BC-9 Pb-2430	
	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]
	CUENCA SALSIPUEDES									
Dinoquiste "B" Reid y Harland, 1977	19	6.40	1	3.1	6	5.20	29.0	10.80	1	0.97
Dinoquiste "C" Reid y Harland, 1977	46	15.50	12	18.75	13	11.30	13.0	7.40	0	0.00
Dinoquiste "D" Reid y Harland, 1977	7	2.40	0	0.00	3	2.60	1.0	0.57	0	0.00
Dinoquiste "A"	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1.0	0.57	0	0.00
Dinoquiste "B"	2	0.66	0	0.00	0	0.00	0.0	0.00	1	0.97
Dinoquiste "C"	0	0.00	1	3.10	0	0.00	0.0	0.00	4	3.80
Dinoquiste "D"	0	0.00	0	0.00	4	3.40	1.0	0.57	8	7.70
Dinoquiste "E"	12	4.00	7	11.00	6	5.20	10.0	5.70	4	3.80
Dinoquiste "F"	11	3.70	1	3.10	6	5.20	14.2	9.10	1	0.97
Dinoquiste "G"	19	6.40	5	7.80	5	4.34	14.0	8.00	4	3.80
Dinoquiste "H"	9	3.00	1	3.10	1	0.86	2.0	1.14	1	0.97
Dinoquiste "I"	21	7.00	0	0.00	0	0.00	0.0	0.00	0	0.00
Conjunto 1	56	19.00	3	4.70	12	10.40	25.0	14.30	12	11.06
Conjunto 2	0	0.00	2	3.10	0	0.00	0.0	0.00	0	0.00
Conjunto 3	6	2.00	0	0.00	4	3.40	3.0	1.70	0	0.00
Conjunto 4	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.0	0.00	0	0.00
Total de dinoquistes por preparación	296		64		115		175		103	
Escolocodontos	49	29.1	6	54.54	21	44.68	35.0	31.25	12	34.28
Foraminíferos	119	70.83	5	45.45	26	55.31	77.0	68.75	23	65.72

Tabla 6 (continuación).

T A X A	BC-11 Pb-2431		BC-13 Pb-2432		BC-14 Pb-2433		BC-17 Pb-2435		BC-18 Pb-2436	
	Conteo	Frec. rel. [%]								
CUENCAS SAN PEDRO MÁRTIR Y TIBURÓN										
Dinoquite "B" Reid y Harland, 1977	0	0.00	0	0.00	1	0.52	0	0.0	6	1.90
Dinoquite "C" Reid y Harland, 1977	25	25.70	2	3.50	7	3.64	3	25.0	69	22.00
Dinoquite "D" Reid y Harland, 1977	3	2.85	1	1.70	1	0.52	1	8.3	33	10.50
Dinoquite "A"	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.0	1	0.31
Dinoquite "B"	0	0.00	0	0.00	1	0.52	0	0.0	0	0.00
Dinoquite "C"	0	0.00	1	1.70	0	0.00	0	0.0	0	0.00
Dinoquite "D"	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.0	1	0.31
Dinoquite "E"	11	10.50	4	7.00	27	14.00	2	16.8	29	9.30
Dinoquite "F"	8	7.60	4	7.00	28	17.10	4	33.3	38	12.10
Dinoquite "G"	11	10.50	5	8.80	16	8.30	0	0.0	44	14.00
Dinoquite "H"	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.0	5	1.60
Dinoquite "I"	0	0.00	0	0.00	5	2.60	1	8.3	1	0.31
Conjunto 1	2	1.90	2	3.50	2	1.04	1	8.3	13	4.10
Conjunto 2	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.0	0	0.00
Conjunto 3	3	2.85	1	1.70	0	0.00	0	0.0	5	1.60
Conjunto 4	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.0	0	0.00
Total de dinoquistes por preparación	105		57		192		12		313	
Escolecodontos	38	48.71	17	70.83	52	43.33	8	40.0	85	39.53
Foraminíferos	40	51.29	7	29.17	68	56.67	12	60.0	130	60.47

Tabla 6 (continuación).

T A X A	BC-27 Pb-2440		BC-28 Pb-2441		BC-30 Pb-2442		BC-31 Pb-2443		BC-33 Pb-2444	
	Frec. rel. [%]	Conteo								
	CUENCA GUAYMAS 1									
Dinoquiste "B" Reid y Harland, 1977	2.60	5	2.20	69	9.28	64	7.10	0	0.00	0
Dinoquiste "C" Reid y Harland, 1977	22.10	49	21.90	156	21.20	238	26.49	105	40.20	105
Dinoquiste "D" Reid y Harland, 1977	0.87	1	0.44	12	1.60	6	0.66	0	0.00	0
Dinoquiste "A"	0.87	0	0.00	7	0.95	4	0.44	0	0.00	0
Dinoquiste "B"	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.11	0	0.00	0
Dinoquiste "C"	0.00	1	0.44	1	0.13	1	0.11	0	0.00	0
Dinoquiste "D"	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
Dinoquiste "E"	8.70	28	12.50	94	12.80	112	12.50	22	8.40	22
Dinoquiste "F"	16.60	30	13.40	80	10.90	102	11.30	29	11.10	29
Dinoquiste "G"	10.00	35	15.60	79	10.70	130	13.00	21	8.00	21
Dinoquiste "H"	0.58	2	0.88	43	5.80	54	6.00	2	0.76	2
Dinoquiste "I"	1.40	6	2.70	8	1.10	3	0.33	2	0.76	2
Conjunto 1	3.50	6	2.70	4	0.54	21	2.33	0	0.00	0
Conjunto 2	0.29	0	0.00	4	0.54	6	0.66	0	0.00	0
Conjunto 3	8.10	15	6.70	72	9.80	64	7.10	4	1.50	4
Conjunto 4	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
Total de dinoquistes por preparación	343	224	735	901	261					
Escolocodontos	70	26.21	32	26.89	180	31.74	200	29.71	121	46.00
Foraminíferos	197	73.78	87	73.10	387	68.26	473	70.29	142	54.00

Tabla 6 (continuación).

T A X A	BC-37 Pb-2445		BC-40 Pb-2446		BC-41 Pb-2447		BC-42 Pb-2448	
	Conteo	Frec. rel. [%]						
	CUENCA GUAYMAS 2							
Dinoquiste "B" Reid y Harland, 1977	0	0.0	3	2.50	2	1.60	11	5.10
Dinoquiste "C" Reid y Harland, 1977	4	8.5	28	33.30	43	34.00	65	30.20
Dinoquiste "D" Reid y Harland, 1977	0	0.0	1	0.80	0	0.00	3	1.39
Dinoquiste "A"	0	0.0	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Dinoquiste "B"	0	0.0	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Dinoquiste "C"	11	23.4	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Dinoquiste "D"	0	0.0	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Dinoquiste "E"	6	12.7	28	23.30	20	15.80	34	15.80
Dinoquiste "F"	3	6.4	14	11.60	11	8.70	4	1.80
Dinoquiste "G"	1	2.1	22	18.30	16	12.70	43	20.00
Dinoquiste "H"	0	0.0	0	0.00	1	0.80	7	3.20
Dinoquiste "I"	0	0.0	1	0.80	1	0.80	2	0.93
Conjunto 1	0	0.0	0	0.00	0	0.00	8	3.70
Conjunto 2	0	0.0	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Conjunto 3	4	8.5	5	4.10	2	1.60	11	5.10
Conjunto 4	0	0.0	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Total de dinoquistes por preparación	47		120		126		215	
Escolecodontos	28	58	22	38.59	46	42.59	41	43.60
Foraminíferos	20	42	37	64.91	62	57.40	53	56.40

Tabla 6 (continuación).

T A X A	BC-52 Pb-2449		BC-53 Pb-2450		BC-54 Pb-2451		BC-56 Pb-2452		BC-58 Pb-2453	
	Conteo	Frec. rel. [%]								
CUENCAS CARMEN Y FARALLÓN										
Dinoquite "B" Reid y Harland, 1977	14	3.90	0	0.0	23	5.00	0	0.00	0	0.00
Dinoquite "C" Reid y Harland, 1977	98	27.60	67	44.6	136	30.00	16	33.30	56	39.00
Dinoquite "D" Reid y Harland, 1977	2	0.56	0	0.0	5	1.10	0	0.00	1	0.70
Dinoquite "A"	1	0.28	0	0.0	1	0.20	0	0.00	0	0.00
Dinoquite "B"	0	0.00	0	0.0	1	0.20	0	0.00	0	0.00
Dinoquite "C"	0	0.00	0	0.0	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Dinoquite "D"	0	0.00	1	0.6	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Dinoquite "E"	50	14.10	11	7.3	46	10.10	12	25.00	21	14.80
Dinoquite "F"	44	10.40	23	15.3	50	11.00	4	8.30	20	14.10
Dinoquite "G"	51	14.40	14	9.3	59	13.00	12	25.00	20	14.10
Dinoquite "H"	9	2.50	1	0.6	9	1.90	1	2.00	2	1.40
Dinoquite "I"	0	0.00	0	0.0	2	0.40	0	0.00	2	1.40
Conjunto 1	8	2.20	0	0.0	18	3.90	0	0.00	0	0.00
Conjunto 2	1	0.28	0	0.0	1	0.20	0	0.00	0	0.00
Conjunto 3	22	6.20	3	1.8	27	5.90	1	2.00	4	2.80
Conjunto 4	1	0.28	0	0.0	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Total de dinoquites por preparación	354		150		453		48		141	
Escolecodontos	100	36.49	61	33.5	147	39.72	32	61.53	50	41.66
Foraminíferos	174	63.5	121	66.5	223	60.27	20	38.47	70	58.34

Tabla 6 (continuación).

T A X A	BC-79 Pb-2466		BC-82 Pb-2467		BC-83 Pb-2468		BC-85 Pb-2469	
	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]
	CUENCAS CARMEN Y FARALLÓN 2							
Dinoquiste "B" Reid y Harland, 1977	0	0.00	2	1.0	220	0.00	4	1.00
Dinoquiste "C" Reid y Harland, 1977	44	29.00	95	46.1	220	57.10	124	32.20
Dinoquiste "D" Reid y Harland, 1977	1	0.70	3	1.5	1	0.25	3	0.70
Dinoquiste "A"	0	0.00	0	0.0	2	0.50	0	0.00
Dinoquiste "B"	0	0.00	0	0.0	0	0.00	0	0.00
Dinoquiste "C"	1	0.70	0	0.0	0	0.00	0	0.00
Dinoquiste "D"	0	0.00	0	0.0	0	0.00	4	1.00
Dinoquiste "E"	22	14.60	18	8.7	46	12.00	51	13.10
Dinoquiste "F"	32	21.20	18	8.7	49	12.70	55	14.20
Dinoquiste "G"	43	28.40	34	16.5	59	15.30	125	32.20
Dinoquiste "H"	0	0.00	1	0.5	2	0.50	0	0.00
Dinoquiste "I"	0	0.00	1	0.5	0	0.00	1	0.25
Conjunto 1	0	0.00	3	1.5	2	0.50	0	0.00
Conjunto 2	0	0.00	0	0.0	0	0.00	0	0.00
Conjunto 3	0	0.00	0	0.0	2	0.50	2	0.50
Conjunto 4	0	0.00	0	0.0	1	0.25	0	0.00
Total de dinoquistes por preparación	151		206		385		378	
Escolecodontos	146	67.59	58	36.5	170	43.8	270	64.90
Foraminíferos	70	32.40	101	63.5	218	56.2	146	35.09

Tabla 6 (continuación).

T A X A	BC-75 Pb-2464		BC-77 Pb-2465	
	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]
	CUENCA LA PAZ			
Dinoquiste "B" Reid y Harland	0	0.00	2	1.80
Dinoquiste "C" Reid y Harland	190	40.00	56	50.00
Dinoquiste "D" Reid y Harland	0	0.00	0	0.00
Dinoquiste "A"	0	0.00	0	0.00
Dinoquiste "B"	0	0.00	0	0.00
Dinoquiste "C"	0	0.00	0	0.00
Dinoquiste "D"	1	0.20	0	0.00
Dinoquiste "E"	79	17.00	9	8.10
Dinoquiste "F"	92	19.70	7	6.30
Dinoquiste "G"	100	21.50	30	27.20
Dinoquiste "H"	0	0.00	0	0.00
Dinoquiste "I"	0	0.00	0	0.00
Conjunto 1	0	0.00	5	4.50
Conjunto 2	0	0.00	0	0.00
Conjunto 3	0	0.00	0	0.00
Conjunto 4	0	0.00	0	0.00
Total de dinoquistes por preparación	465		110	
Escolecodontos	199	44.41	22	22.68
Foraminíferos	249	55.59	75	77.32

Tabla 6 (continuación).

T A X A	BC-63 Pb-2457		BC-64 Pb-2458		BC-65 Pb-2459		BC-66 Pb-2460		BC-69 Pb-2461		
	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	Frec. rel. [%]	Conteo	
	CUENCA PESCADERO 1										
Dinoquiste "B" Reid y Harland, 1977	7	2.80	0	0	5	2.00	0	0	0	0	0
Dinoquiste "C" Reid y Harland, 1977	75	30.50	2	8	64	25.40	67	79.7	7	28	8
Dinoquiste "D" Reid y Harland, 1977	12	4.90	3	12	4	1.60	0	0.0	2	8	0
Dinoquiste "A"	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0.0	0	0	0
Dinoquiste "B"	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0.0	0	0	0
Dinoquiste "C"	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0.0	0	0	0
Dinoquiste "D"	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0.0	0	0	0
Dinoquiste "E"	38	11.40	13	52	49	29.50	7	8.3	8	32	0
Dinoquiste "F"	14	5.70	0	0	26	10.30	4	4.7	5	20	0
Dinoquiste "G"	33	13.40	6	24	47	18.70	6	7.1	1	4	0
Dinoquiste "H"	5	2.00	0	0	3	1.20	0	0.0	0	0	0
Dinoquiste "I"	1	0.40	0	0	1	0.40	0	0.0	0	0	0
Conjunto 1	8	3.20	0	0	1	0.40	0	0.0	0	0	0
Conjunto 2	2	0.80	0	0	0	0.00	0	0.0	0	0	0
Conjunto 3	17	7.00	0	0	15	6.00	0	0.0	0	0	0
Conjunto 4	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0.0	2	8	0
Total de dinoquistes por preparación	246		25	251	84		25		84	25	
Escolecodontos	76	42.69	0	0	66	35.86	12	12.5	3	10	
Foraminíferos	102	67.41	0	0	118	64.14	84	87.5	27	90	

Tabla 6 (continuación).

T A X A	BC-70 Pb-2462		BC-72 Pb-2463		BC-87 Pb-2470		BC-88 Pb-2471		BC-90 Pb-2472	
	Frec. rel. [%]	Conteo								
CUENCA PESCADERO 2										
Dinoquite "B" Reid y Harland, 1977	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dinoquite "C" Reid y Harland, 1977	98	56.3	123	39.00	42	63.6	87	34.00	81	56.20
Dinoquite "D" Reid y Harland, 1977	3	1.7	0	0.00	0	0.0	0	0.00	0	0.00
Dinoquite "A"	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0.00	0	0.00
Dinoquite "B"	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0.00	0	0.00
Dinoquite "C"	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0.00	0	0.00
Dinoquite "D"	1	0.5	53	16.80	0	0.0	1	1.5	0	0.00
Dinoquite "E"	19	10.9	62	19.30	8	12.1	59	23.00	9	6.20
Dinoquite "F"	24	13.8	48	15.20	3	4.5	34	13.10	30	21.00
Dinoquite "G"	27	15.5	26	8.20	12	18.1	44	17.00	17	11.80
Dinoquite "H"	1	0.5	0	0.00	0	0.0	0	0.00	0	0.00
Dinoquite "I"	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0.00	0	0.00
Dinoquite "C"	0	0.0	1	0.30	0	0.0	0	0.00	0	0.00
Conjunto 1	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0.00	0	0.00
Conjunto 2	1	0.5	0	0.00	0	0.0	0	0.00	0	0.00
Conjunto 3	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0.00	0	0.00
Conjunto 4	0	0.0	0	0.00	0	0.0	0	0.00	0	0.00
Total de dinoquites por preparación	174		315		66		258		144	
Escolecodontos	36	17.5	34	14.71	58	58.6	82	40.39	50	27.17
Foraminíferos	170	82.5	197	85.29	41	41.4	121	59.60	134	72.83

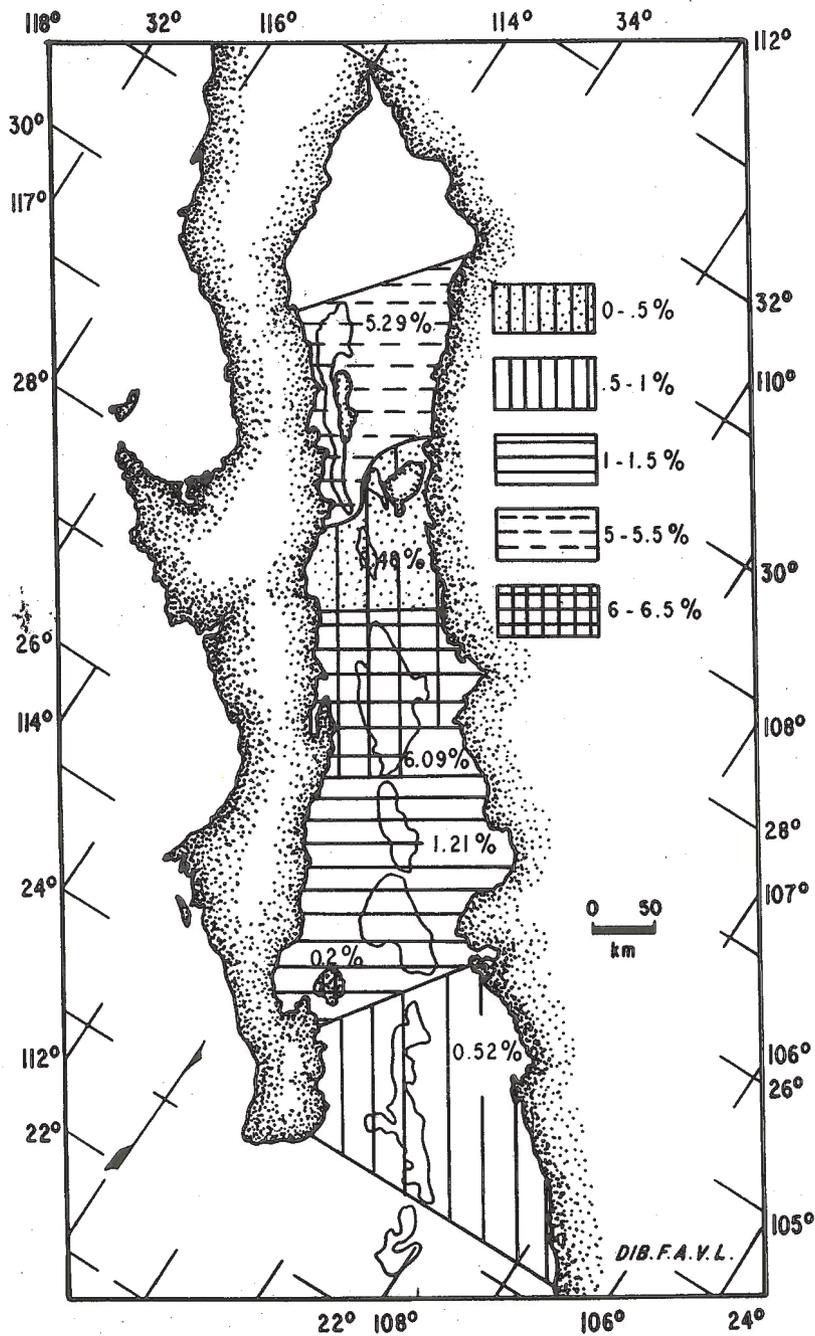


Figura 18.- Frecuencia inferida de dinofosiles tipo "B" de Reid y Harland, 1977.

Descripción: Cuerpo central esférico; dinoquiste de tipo corado con cinco o seis apéndices, colocados simétricamente en el ecuador.

Características de la pared: Se encuentra formado por una sola pared o autofragma, de superficie lisa y transparente; en ocasiones muestra pliegues pequeños sin seguir un patrón definido; no presenta coloración.

Apéndices: La pared o autofragma origina directamente los apéndices, en número de cinco y, en ocasiones, seis; cada apéndice tiene una longitud desde 26 hasta 30 μm y una anchura, en su parte basal, desde 6 hasta 8 μm , aunque en ocasiones alcanza hasta 12 μm . A partir de la zona de contacto con el cuerpo central, los apéndices tienden a ensancharse bruscamente, alcanzando entre 10 y 16 μm de anchura. Posteriormente, los apéndices, hacia la región apical, se adelgazan hasta constituir una región estrecha subterminal de 3 a 8 μm de anchura. Finalmente, los apéndices se ensanchan, terminando en prolongaciones pequeñas, que constituyen una corona de 6 a 12 μm de diámetro; estas prolongaciones están relacionadas con un repliegue o marca que corre longitudinalmente por todo el apéndice. Comparando varios ejemplares entre sí, no se aprecia una homogeneidad en el tamaño de los apéndices, pero sí en su forma. Los apéndices se encuentran dispuestos en una posición ecuatorial, lo que les da una posible simetría radial.

Arqueópilo: Está en posición apical, formado por una sola placa ovoidal, aproximadamente de 10 a 20 μm . En muy pocos ejemplares se observa el opérculo libre.

Paracíngulo: Dado posiblemente por el arreglo de los apéndices.

Parasulco: No indicado.

Tamaño: El diámetro del cuerpo central varía desde 32 hasta 46 μm . Si se incluye los apéndices, el diámetro total mide de 90 a 100 μm .

Dinoquiste Tipo "B" de Reid y Harland, 1977

(Lámina 5, figura 1)

Este palinomorfo, ilustrado por Reid y Harland (1977; lám. 2, figs. 6, 7), es escaso a lo largo del golfo; sólo se presenta en unas cuantas muestras, con frecuencia muy baja; no obstante, se observa un aumento ligero en la región de las cuencas Salsipuedes y de Guaymas, por lo que pudiera considerarse como un taxa que prefiere condiciones de cuenca (Tabla 6).

Dinoquiste tipo "C" de Reid y Harland, 1977

(Lámina 5, figura 2)

Esta forma *incertae sedis* fue descrita por Harland (1977) como quiste tipo A. Este autor lo señaló como un probable indicador de aguas ligeramente hiposalinas, en sedimentos de plataforma, al NE y E de Irlanda, donde alcanza hasta el 60%; en cambio, en la región oriental de Escocia, se encuentra en un 9.7%.

En el Golfo de California, su distribución parece estar indicando condiciones oceánicas, con una tendencia climática clara en la cabecera del golfo con una frecuencia baja que va aumentando paulatinamente hacia la entrada (cuencas de Pescadero, del Carmen y Farallón), alcanzando valores de hasta el 80% del conjunto palinológico.

Este patrón parece estar favorecido por una proliferación mayor de este organismo *incertae sedis* en condiciones oceánicas de salinidad normal, disminuyendo notablemente en condiciones de cuenca en el golfo interior (Figura 19).

Por tanto, la ecología de este taxa en el Golfo de California parece, en parte, contradecir los hallazgos de Harland (1977); sin embargo, su drástica disminución en condiciones de cuenca, indica su predilección por las condiciones normales de salinidad y/o temperatura; en consecuencia, no se descarta los patrones de distribución que están presentes en condiciones ligeramente hiposalinas, como consideró Harland (1977).

Dinoquiste "D" de Reid y Harland, 1977

(Lámina 5, figura 3)

Descrito por Harland (1977) como dinoquiste tipo "B", su forma general es circular, aunque por deformación el quiste se presenta, en algunos casos, ovoide o muy deformado, debido a las características propias de las paredes, las cuales son muy delgadas.

Este grupo muestra un par de paredes de aproximadamente 1 a 2 μm de espesor, observables sólo en corte óptico y no en todos los ejemplares, posiblemente por encontrarse muy cercanas una de la otra o en contacto estrecho.

La pared exterior sostiene una gran cantidad de apéndices muy finos, largos y flexuosos, aproximadamente de 0.2 a 0.4 μm de diámetro y de 10 a 20 μm de longitud, distribuidos homogéneamente por toda la superficie del quiste. En análisis L. O., la gran densidad de apéndices produce una apariencia microgranulada de la pared. El tamaño de estos quistes varía desde 30 hasta 70 μm de diámetro, siendo más común de 50 a 60 μm .

No se presenta tabulación, ni tipo ornamental o estructural alguno que la semeje.

Es de color amarillo claro y puede observarse fácilmente con la técnica de iluminación de contraste de fases.

Su distribución en el golfo (Figura 20) no indica preferencia por condiciones oceánicas o de cuenca.

GRUPOS DE DINOQUISTES "E", "F" Y "G", AFINES AL DINOQUISTE TIPO "C" DE REID Y HARLAND, 1977

Junto con el dinoquiste tipo "C" de Reid y Harland, este grupo de palinomorfos es muy abundante en el Golfo de California (Tabla 6). En esta categoría quedan incluidos tipos morfológicos que muestran una variación morfológica clara en la ornamentación, que varía desde un retículo hasta elementos espinosos o verrugosos aislados, mostrando, además, una pared externa doble, la cual se pliega sobre sí misma aleatoriamente y sin presentar alguna señal de tabulación o tipo de abertura. Todas estas características morfológicas indican que se trata de poblaciones de afinidad biológica muy cercana, donde cada tipo morfológico podría representar a una especie.

Dinoquiste "E" aff. tipo "C" de Reid y Harland, 1977

(Lámina 5, figura 5)

Este quiste está distribuido en todo el golfo, con una predilección clara por masas de agua oceánica. Su número y constancia disminuyen hacia el golfo interior; así, en la región de las cuencas San Pedro Mártir y Tiburón, se presenta con una frecuencia del 11.48% y en

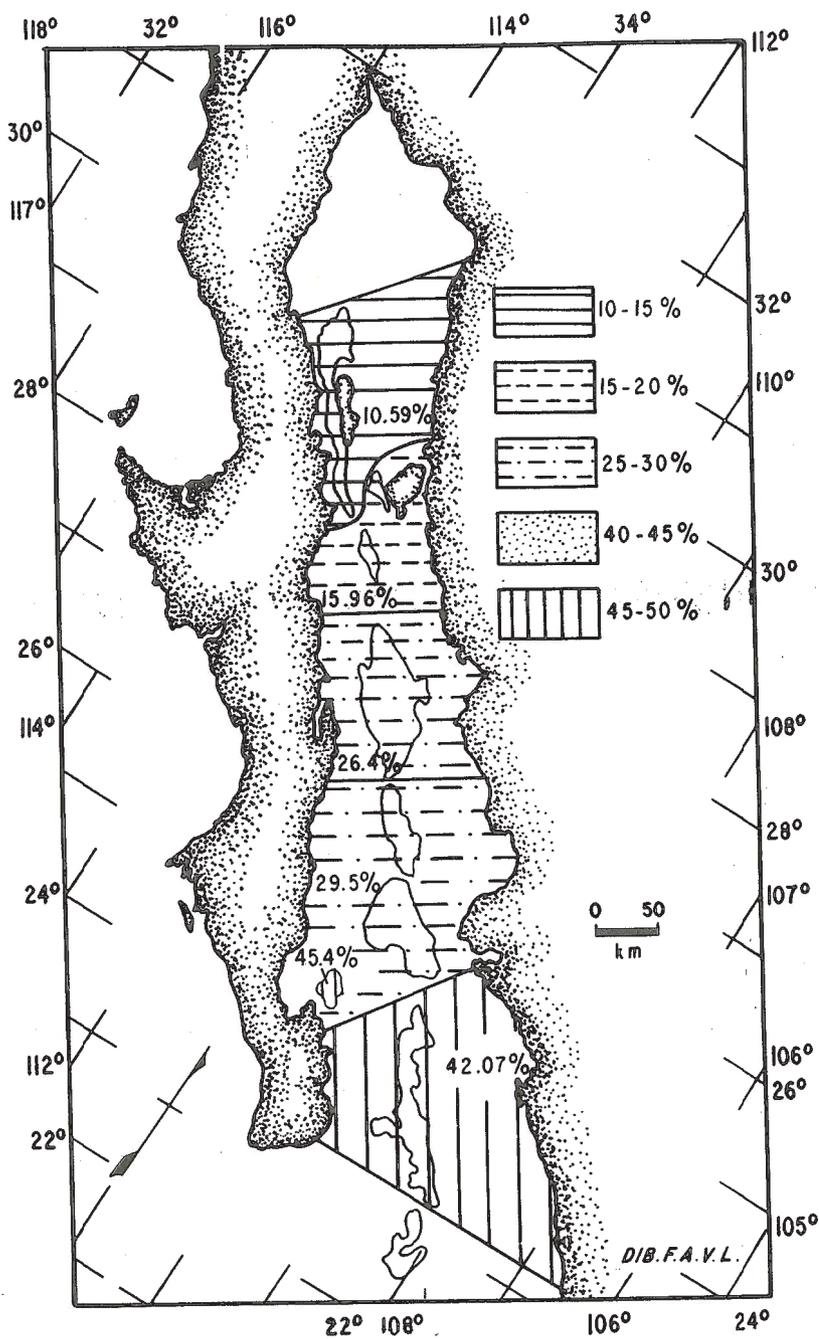


Figura 19.- Frecuencia inferida de dinofosiles tipo "C" de Reid y Harland, 1977.

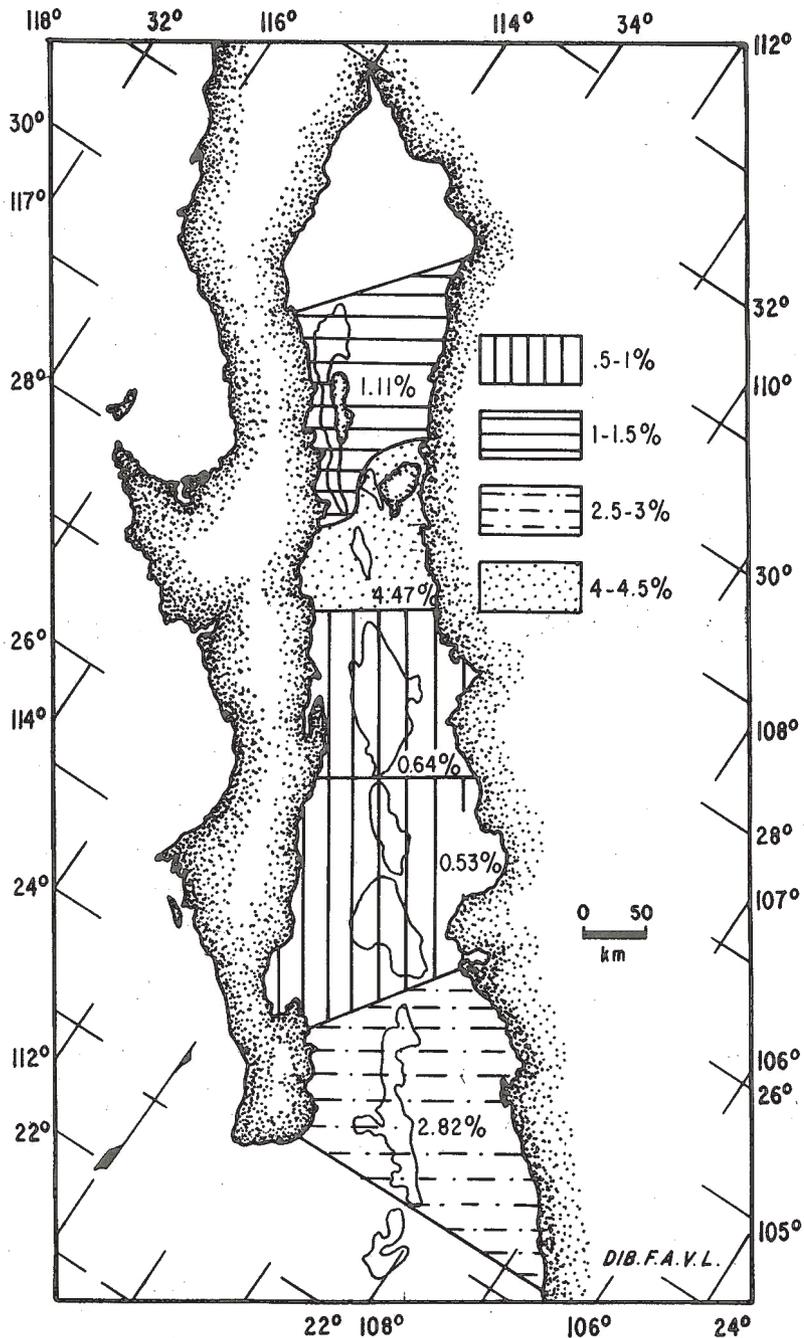


Figura 20.- Frecuencia inferida de dinoficistas tipo "D" de Reid y Harland, 1977.

la región de la cuenca Salsipuedes representa menos del 5.94%; en cambio, en la boca del golfo alcanza una frecuencia cercana al 20% (Figura 21).

Descripción: La forma general de este grupo de quistes es esférica u ovoide. Los dinoquistes están constituidos por una sola pared, la cual tiene una ornamentación de tipo reticular. El retículo se encuentra distribuido uniformemente en la superficie; presenta una anchura constante de cinco μm ; se une de tal manera que forma valles de tamaño diferente: desde 3 hasta 8 μm de diámetro, siendo los más constantes de 1.5 μm . En general, el retículo es circular, si bien en algunos ejemplares se observó retículos poligonales. El retículo se encuentra delimitado por verdaderos muros, los cuales se levantan verticalmente, respecto a la base, alcanzando una altura de dos a tres μm , aproximadamente.

Los dinoquistes no presentan tabulación, ornamentación ni estructura alguna semejante a aquélla. En la mayoría de los casos, se observó ejemplares que constituían la mitad del palinomorfo, aunque en algunos casos se le observó completo o fragmentado, unido por una zona pequeña, mostrando así una zona de dehiscencia, posiblemente a nivel ecuatorial. La naturaleza de la pared y del retículo probablemente determine la poca deformación de estos palinomorfos. La coloración siempre es café claro o amarillento en los valles y café oscuro en el retículo. El tamaño varía desde 80 hasta 130 μm de diámetro.

Dinoquiste "F" aff. Tipo "C" de Reid y Harland, 1977

(Lámina 5, figura 4)

En el Golfo de California, esta forma presenta una distribución ubicua. Siendo muy escasa en el mar interior, su frecuencia aumenta en la región de la cuenca Tiburón, y, a partir de la cuenca de Guaymas, se mantiene más o menos constante (Figura 22).

Descripción: La forma general de este grupo es esférica. Los dinoquistes están constituidos, aparentemente, por una sola pared, sin descartar la posibilidad de que exista otra en contacto íntimo con la primera. En muchos ejemplares, la pared se encuentra deformada, tendiendo a enrollarse sobre sí misma. En todos los casos están presentes pliegues o dobleces sin ningún patrón definido. La pared muestra una ornamentación de tipo granular, densa y distribuida uniformemente en toda la superficie. Los gránulos son de un diámetro que va desde 0.5 hasta 1.5 μm , siendo de 1 μm los más importantes. No se presenta otro tipo de ornamentación. La coloración es de color café a pardo oscuro, la cual varía de acuerdo con la densidad de la granulación.

No se presenta tabulación ni estructura alguna que recuerde a aquélla; sin embargo, podría tomarse como tal la ruptura principal, o zona de dehiscencia, la cual divide al palinomorfo en dos partes simétricas, dando la impresión de dos hemisferios, por lo cual es posible que se trate de una analogía con un cíngulo o un sulco. El tamaño varía desde 80 hasta 130 μm .

Dinoquiste "G" aff. Tipo "C" de Reid y Harland, 1977

(Lámina 5, figura 7)

Este palinomorfo sigue en su distribución el mismo patrón ecológico que el resto del grupo, con la frecuencia más baja al norte del paralelo 29°, la cual aumenta desde la región de la cuenca de Guaymas hacia la de Pescadero (Figura 23).

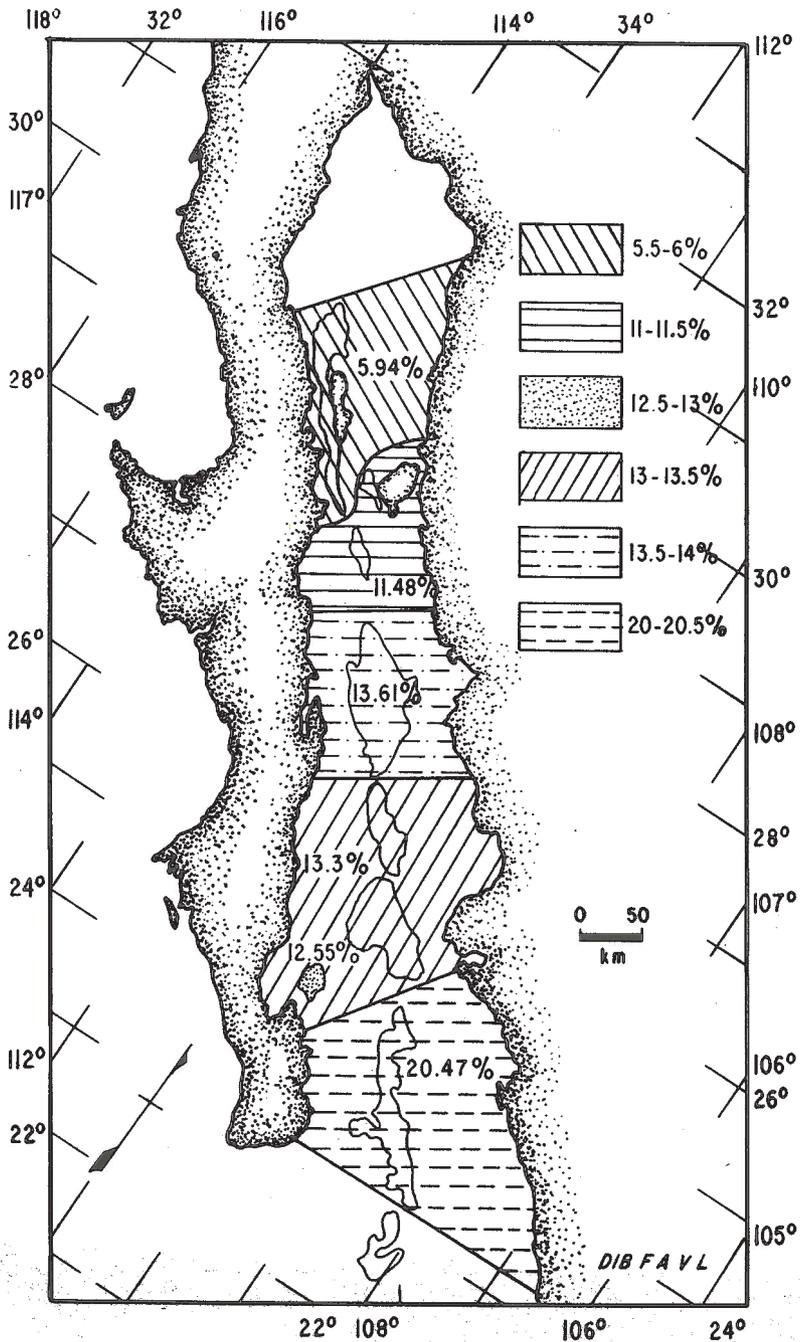


Figura 21.- Frecuencia inferida de dinoquistes tipo "E".

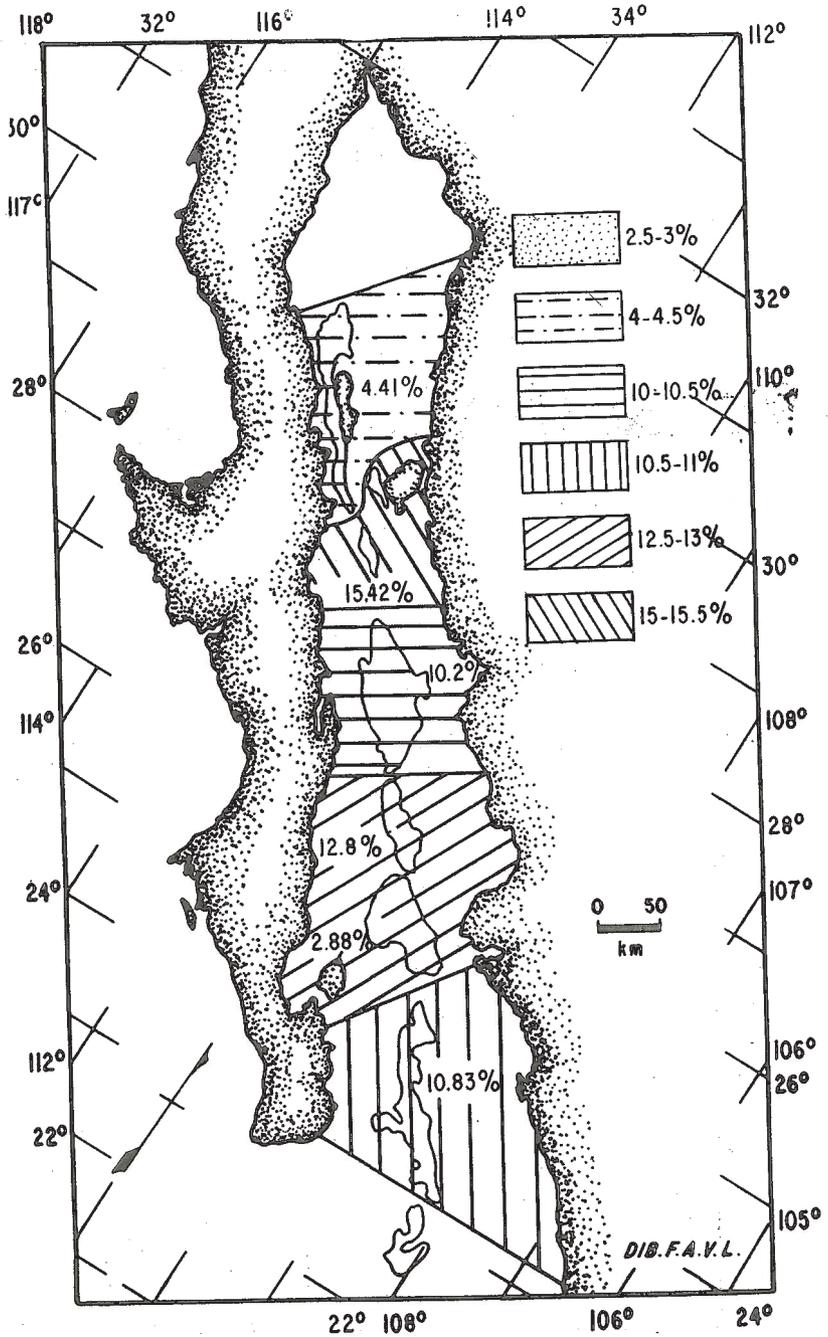


Figura 22.- Frecuencia inferida de dinofosilos tipo "F".

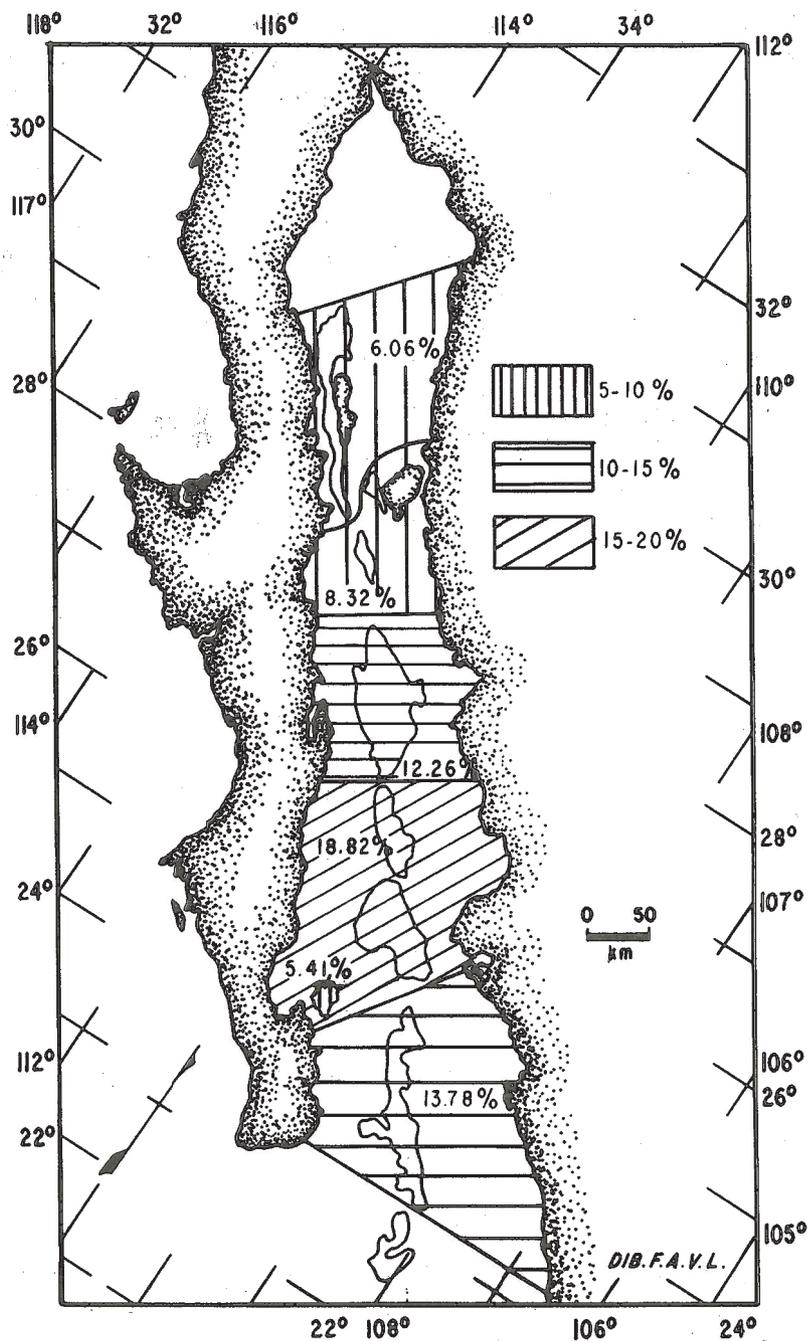


Figura 23.- Frecuencia inferida de dinoquistes tipo "G".

Descripción: La forma general de este grupo es esférica. El dinoquiste está compuesto por dos membranas. La membrana basal soporta un semiretículo distribuido uniformemente por toda la superficie, cuya apariencia es bastante densa. Los muros del retículo tienen un espesor que varía desde 1.5 hasta 3 μm , en promedio, y otros, más delgados, son de 1 μm o menos; en corte óptico, estos ensanchamientos corresponden a pequeñas protuberancias. El retículo se encuentra dispuesto de tal manera que forma pequeños lúmenes, aproximadamente de 2 a 4 μm de anchura. Los lúmenes tienden a ser alargados, comunicándose unos con otros. La segunda capa o membrana se observa parcialmente destruida, posiblemente por efectos de la técnica de recuperación. Esta membrana es muy delgada, transparente y frágil; soporta una segunda ornamentación compuesta por espinas pequeñas, muy delgadas, de 0.4 μm de espesor y de 5 μm de longitud como máximo, observables en corte óptico únicamente. La coloración general del grupo es café clara a oscura, dependiendo de la densidad del semiretículo y de la conservación. Los ejemplares observados no muestran una tabulación propiamente dicha, por tanto, no se puede establecer una simetría. En algunos ejemplares, se observa una separación en dos partes, formándose dos hemisferios simétricos. En la mayoría de los ejemplares estudiados, ambos hemisferios fueron encontrados sueltos; en muy pocos casos completos, o unidos por una parte muy pequeña, en comparación con el diámetro total; esta separación podría ser asignada a una zona de dehiscencia a nivel ecuatorial, aunque nunca se distingue su posición en los ejemplares completos. El tamaño de estos palinomorfos muestra una variación desde 80 hasta 120 μm de diámetro.

Dinoquiste "D"
(Lámina 6, figura 1)

Este palinomorfo, a pesar de ser escaso a lo largo del golfo, tiende a presentarse más frecuentemente en las localidades de la región de la cuenca de Pescadero, donde alcanza su máxima abundancia (Tabla 6), por lo que este taxa podría considerarse como indicador de condiciones oceanográficas de mar abierto.

Descripción: Morfológicamente, este quiste tiene algunas semejanzas con el dinoquiste "C" de Reid y Harland, 1977; en ambos está ausente todo indicio de tabulación y su pared tiende a plegarse sobre sí misma y a romperse irregularmente.

La descripción de este grupo de dinoquistes está basada en ejemplares incompletos, debiendo señalarse que seguramente se trate de mitades del organismo. La forma general que los quistes presentan es ovoide y alargada, debido al enrollamiento de estos medios hemisféricos sobre sí mismos, dando la idea de haber formado un organismo esférico; de ser así, presentaría una zona de dehiscencia en posición seguramente ecuatorial, provocando una separación completa de ambos hemisferios.

El grupo en sí muestra una sola pared de aproximadamente 4 a 6 μm de espesor, la cual sostiene espinas sólidas de 3 a 4 μm de diámetro en su base. Las espinas se adelgazan hacia la parte distal y tienen una longitud de 15 a 25 μm ; están distribuidas homogéneamente por toda la superficie y distanciadas una de otra entre 4 y 6 μm . El resto de la superficie se encuentra ocupado por una granulación muy densa y homogénea; la coloración que presenta es café oscuro, debido a la densidad de la granulación.

El grupo muestra una variación en el tamaño desde 180 hasta 250 μm de longitud y desde 70 hasta 140 μm de anchura. Fueron medidos 12 ejemplares, además de observarse múltiples fragmentos de forma y tamaño irregulares.

Dinoquiste "H"
(Lámina 5, figura 6)

Este posible dinoquiste se presenta esporádicamente en el golfo, sin un patrón bien definido en su distribución, siendo más abundante en la región de las cuencas de Salsipuedes y de Guaymas, disminuyendo hacia la boca, por lo que este palinomorfo parece tener preferencia por las condiciones de cuenca (Tabla 6).

Descripción: Quiste de forma circular a ligeramente ovoide, compuesto por una sola pared, totalmente lisa y transparente o hialina. El diámetro del cuerpo central muestra una variación en tamaño desde 18 hasta 26 μm de anchura por 13 a 29 μm de longitud. Los procesos están distribuidos homogéneamente por todo el cuerpo, siendo, en general, de un tamaño regular, más o menos de un tercio del diámetro del cuerpo central, con un promedio de 7 a 9 μm de longitud; están fuertemente unidos en su base por un engrosamiento anguloso de la membrana, de aproximadamente 4.5 μm ; éste deja ver un hueco ligeramente triangular; a partir de éste, el apéndice se torna sólido, adelgazándose progresivamente y mostrando en la parte terminal una trifurcación, la cual, a su vez, se subdivide en bifurcaciones pequeñas, apenas perceptibles. La terminación es desigual en todos los apéndices, mostrando una variación debida, posiblemente, a su posición respecto al cuerpo central. El número de apéndices por ejemplar es de alrededor de 50. Los procesos que corresponderían o que dan una idea de la zona cingular llegan a ser ligeramente más delgados, aunque esto no es apreciable en la mayoría de los ejemplares. También existen, por lo menos, dos apéndices ligeramente más gruesos que los demás, en posición apical.

El dinoquiste no muestra un opérculo claramente discernible, aunque en dos de los ejemplares observados se aprecia una abertura, que correspondería a una posición precingular.

Fueron medidos diez ejemplares.

Dinoquiste "I"
(Lámina 4, figura 7)

Este palinomorfo se localiza en todas las regiones muestreadas. Aunque en pocas localidades, su distribución muestra que existe una posible zonación clinal, alcanzando la mayor frecuencia en el golfo interior, a partir del cual se observa una disminución hacia la boca del golfo (Tabla 6).

Descripción: Generalmente, este quiste es de forma subsférica, aunque, en algunos casos, cuando se encuentra completo, es ovoide.

El quiste está constituido por una sola pared o autofragma muy delgado, de menos de 1 μm de espesor. La pared tiene una gran cantidad de espinas pequeñas, de aproximadamente 5.6 μm de longitud y, en su base, 1.6 μm de diámetro. Éste disminuye hacia la parte distal. Las espinas están distribuidas homogéneamente en toda la superficie; presentan un hueco pequeño en su base, en contacto estrecho con la pared, tornándose inmediatamente

en estructuras sólidas. La distancia entre cada espina, de base a base, es cercana a las $3 \mu\text{m}$, no existiendo entre éstas tipo alguno de ornamentación.

En algunos de los ejemplares se distingue un arqueópilo, delimitado por suturas angulosas o ligeramente redondeadas en su contorno. El arqueópilo de tipo compuesto está formado, probablemente, por la mayoría de las placas del epitacto. El cuerpo no muestra rastro alguno de tabulación. En algunos casos hay pliegues aleatorios en la pared, los cuales no tienen origen tabular.

El grupo en general muestra una variación en el tamaño del diámetro desde 60 hasta $120 \mu\text{m}$, siendo más constante entre 70 y $90 \mu\text{m}$. Se observó y midió 16 ejemplares.

Observaciones: La forma general de este grupo responde a las características descritas por D'Coninck (1969), para el género *Kallosphaeridium*.

En adición, se observa cierta semejanza con *Kallosphaeridium bionatum* Stover, 1977. En éste se aprecia una variación en el tamaño desde 54 hasta $63 \mu\text{m}$ y un número mucho menor de espinas claramente comparables, además de la presencia de conos no tabulares. En *K. bionatum*, ambos tipos de estructura se encuentran distribuidos homogéneamente.

Dinoquiste "J" (Lámina 4, figura 5)

El patrón de distribución de este palinomorfo, permite considerarle como indicador de condiciones de cuenca, ya que es mucho más frecuente y numeroso en la región de la cuenca Salsipuedes, a partir de la cual su frecuencia y número disminuyen hasta llegar a la región de Pescadero, donde sólo aparece en una localidad, con un porcentaje menor que el 1% de frecuencia relativa (Tabla 6).

En esta categoría fueron incluidos quistes que, aunque morfológicamente son semejantes, biológicamente podrían corresponder a diversas especies en razón de la gran variación en su tamaño, pues comprenden formas que van desde 100 hasta aproximadamente $300 \mu\text{m}$. Lo más característico de estas formas es que están constituidas por numerosas placas penta- y hexagonales, esto es, de 30 a 40 placas por individuo; en ocasiones, se observa una abertura compuesta, integrada por varias placas. Comúnmente, este quiste se observa incompleto (fragmento compuesto por varias placas), debido a su fragilidad y poca resistencia a las técnicas palinológicas.

En estudios posteriores se espera encontrar más ejemplares que permitan la descripción formal de este taxa.

Dinoquiste "K" (Lámina 6, figura 2)

Forma sin patrón alguno de distribución aparente, que muestra una abundancia mayor en la región de Guaymas, donde aparece en la mayoría de las localidades, con una frecuencia que varía entre 1.4% y 11.8%; en cambio, al SW de la misma región y hacia la región de la cuenca de Pescadero, disminuyen la frecuencia relativa y las localidades en las cuales se presenta este quiste. Hacia el golfo interior, las localidades con dicho quiste son mínimas, con menos del 3% de frecuencia relativa, lo que nos indica que este quiste *incertae sedis* no prolifera en condiciones de cuenca (Tabla 6).

DISTRIBUCIÓN DE OTROS PALINOMORFOS

Es importante destacar que en los sedimentos del Golfo de California hay otros palinomorfos, tales como los microforaminíferos y los escolecodontos, encontrándoseles en el mismo residuo palinológico.

MICROFORAMINÍFEROS

Wilson y Hoffmeister (1952) fueron los primeros investigadores que describieron microforaminíferos en residuos palinológicos; a partir de esta fecha, han sido elaborados numerosos estudios, donde los palinólogos aluden a la presencia de estos microfósiles en rocas cretácicas y cenozoicas. No obstante, existe poca información sobre el significado biológico, taxonómico y ecológico de las testas quitinosas de los microforaminíferos recientes o fósiles, debido a que esta línea de investigación ha sido olvidada por los especialistas en foraminíferos.

Entre los estudios importantes que han tratado de explicar el significado de los microforaminíferos, se encuentra la investigación pionera de Mckee y colaboradores (1959), quienes indicaron que los microforaminíferos eran comunes en aguas someras en los alrededores del atolón de Kapingamarangi, concluyendo que se trataba de individuos juveniles de formas adultas, dominantes en dicha profundidad. Se considera que los foraminíferos de las zonas profundas son poblaciones adultas enanas, resultantes de condiciones ecológicas desfavorables.

Trabajando con poblaciones de foraminíferos y microforaminíferos del Oligoceno de Alabama, EUA, Echols y Schaeffer (1960) establecieron que la mayoría de los microforaminíferos estaban taxonómicamente relacionados, a nivel de especie, con los foraminíferos presentes en los mismos sedimentos, demostrando estadísticamente que la distribución de tamaños en ambas formas, constituía un *continuum*.

Según Scull y colaboradores (1966), los microforaminíferos, en ocasiones, son los microfósiles más numerosos en sedimentos recientes o fósiles, los cuales generalmente pueden ser relacionados, a nivel genérico, con los foraminíferos "normales".

Como ha podido observarse, existen pocos datos, algunos de ellos contradictorios, en relación con el significado de los microforaminíferos; de ahí que los palinólogos empleen limitadamente estos microfósiles en sus interpretaciones paleoambientales.

En el Golfo de California, Phleger (1964) encontró que los conjuntos de foraminíferos de la parte superior diferían de las poblaciones de la parte externa del golfo, indicando que las condiciones fisicoquímicas en el golfo interior eran diferentes a las condiciones ecológicas de la parte externa del mismo (al sur de los 29°N); concluyó que las poblaciones de foraminíferos bentónicos eran más numerosas en aguas someras, por lo que en el golfo interior estaban presentes, con mayor frecuencia, poblaciones ricas en foraminíferos bentónicos, debido, probablemente, a la resuspensión de los nutrientes, producida por las grandes variaciones de marea, que crean fuertes corrientes y turbiedad.

Los resultados de Phleger (1964) pueden compararse con los de esta investigación en cuanto a la cantidad de microforaminíferos determinada a lo largo del golfo (Tabla 7),

observándose una disminución clara de su frecuencia hacia las partes profundas del golfo; en cambio, en las zonas someras, como las áreas de Guaymas y San Pedro Mártir-Tiburón y el mar interior, están localizados los máximos porcentajes de microforaminíferos. De esta comparación se concluye que los microforaminíferos pueden indicar, también, zonas someras de alta productividad, concordando con los resultados de Phleger (1964), quien citó una abundancia mayor de foraminíferos bentónicos en el golfo interior.

Tabla 7.- Frecuencia relativa de escolecodontos y microforaminíferos por cuenca.

PALINORFOS	CUENCA	FRECUENCIA RELATIVA [%]
ESCOLECODONTOS	MAR INTERIOR	57.00
FORAMINÍFEROS		43.00
ESCOLECODONTOS	SAN PEDRO MÁRTIR Y TIBURÓN	50.50
FORAMINÍFEROS		49.50
ESCOLECODONTOS	GUAYMAS	67.00
FORAMINÍFEROS		33.00
ESCOLECODONTOS	CARMEN Y FARALLÓN	88.30
FORAMINÍFEROS		11.70
ESCOLECODONTOS	LA PAZ	99.55
FORAMINÍFEROS		0.45
ESCOLECODONTOS	PESCADERO	81.62
FORAMINÍFEROS		18.38

ESCOLECODONTOS

Estos palinomorfos representan parte del aparato bucal de los anélidos, que son habitantes bentónicos detritófagos, pertenecientes a los poliquetos. El alcance estratigráfico de estos microfósiles comprende desde el Precámbrico hasta el Holoceno.

En el Golfo de California los escolecodontos siempre están presentes en todas las localidades estudiadas; su frecuencia relativa, a lo largo del golfo, presenta claramente una tendencia clinal: aumentan hacia la boca del golfo, donde predominan condiciones oceánicas y profundidades mayores (Figura 24). Si se toma en cuenta que la mayoría de las muestras ricas en escolecodontos procede de la zona donde la cantidad de oxígeno es mínima, es decir, desde la región de Guaymas hasta la región de la cuenca de Pescadero, y que en el mar interior, con profundidades menores, la cantidad de escolecodontos es mínima, se podría considerar que estas condiciones indican la predilección de los poliquetos a proliferar en la zona donde la cantidad de oxígeno es mínima, localizada, en el Golfo de California, entre los 500 y 1,000 m de profundidad.

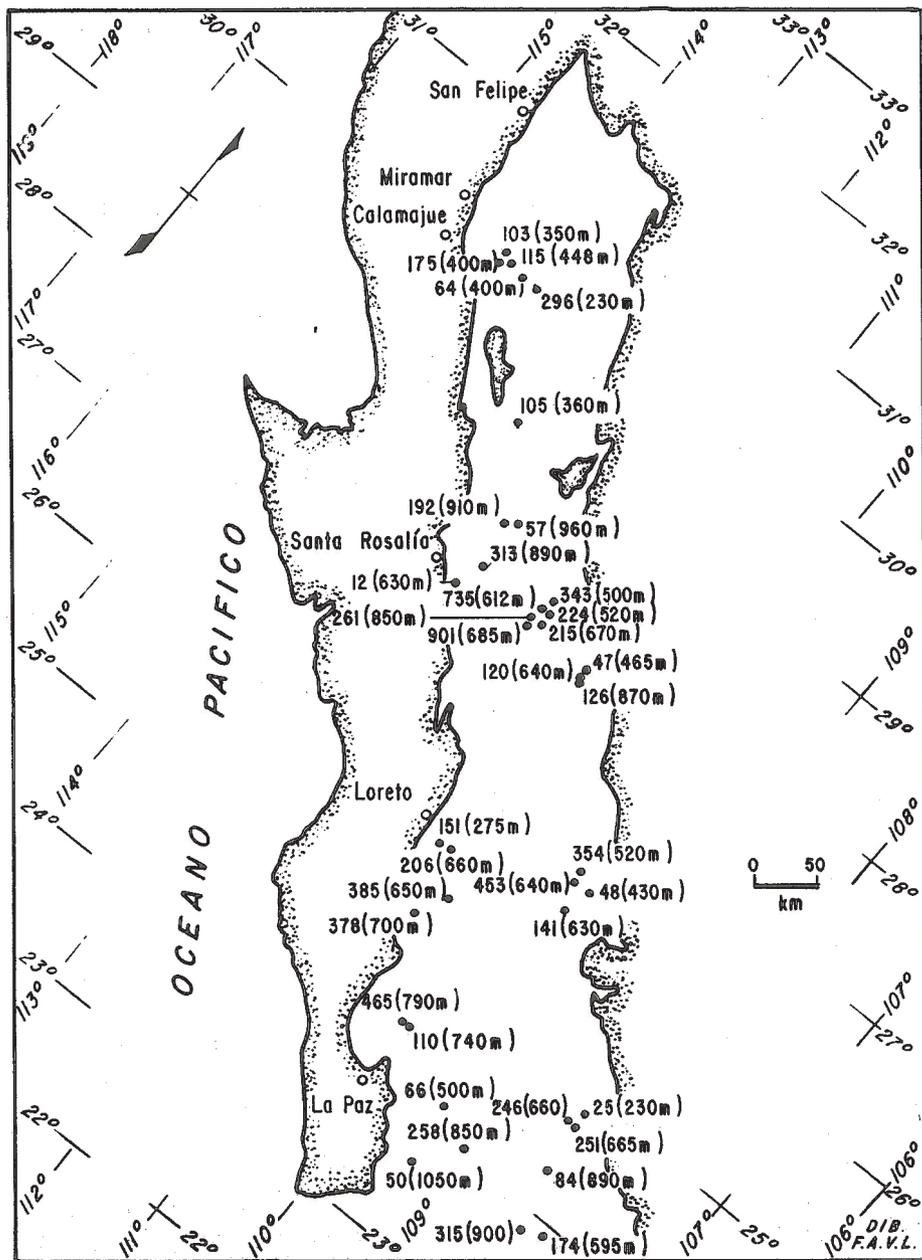


Figura 24.- Distribución absoluta de dinoquistes según la batimetría.

COMPARACIÓN ENTRE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS DINOQUISTES Y LAS FORMAS TECADAS CORRESPONDIENTES

La distribución, diversidad y abundancia del fitoplancton están influenciadas por múltiples factores que determinan grandes variaciones estacionales/anuales, en la composición planctónica, por lo que la recuperación de los dinoquistes bentónicos puede ser más representativa de las poblaciones de dinoflagelados existentes en las aguas suprayacentes, ya que podría estar representando la integración de las fluctuaciones en las poblaciones planctónicas.

En esta investigación se trabajó con la primera capa, de un centímetro de espesor, que contenía la acumulación de dinoquistes de un período de aproximadamente 20 años; sin embargo, para efectuar una buena comparación entre las formas tecadas y los dinoquistes, hubiera sido recomendable tener un registro continuo del fitoplancton proveniente de todo lo largo del golfo de, por lo menos, 20 años; ya que, de esta manera, aumentaría el grado de correspondencia entre el número de quistes en los sedimentos y la cantidad de formas vegetativas planctónicas correspondientes.

Además, la comparación entre las formas bentónicas y planctónicas, puede llevarse a cabo únicamente entre los dinoflagelados productores de quistes y en el caso del Golfo de California, representan sólo una proporción pequeña de la población total de dinoflagelados, por lo que en este tipo de análisis únicamente son considerados los taxa planctónicos productores de quistes; en consecuencia, no debe sorprender la ausencia de una correspondencia estricta entre la cantidad de dinoquistes en los sedimentos y las poblaciones de dinoflagelados —productores y no productores de quistes— de las masas de agua suprayacentes.

Por último, se debe considerar que la presencia y recuperación de dinoquistes en sedimentos dependen de varios factores que causan problemas para el análisis. A continuación se menciona los factores principales:

1. Muchos dinoflagelados no producen quistes.
2. No todos los quistes producidos se conservan en los sedimentos.
3. No todos los quistes conservados en los sedimentos son resistentes a las técnicas palinológicas, por lo que algunas formas quísticas son eliminadas o parcialmente destruidas.
4. La distribución y abundancia de los diferentes quistes pueden modificarse por procesos sedimentarios, topografía submarina y corrientes.

De los 32 morfotipos de quistes obtenidos en los sedimentos, sólo un porcentaje del 50% puede ser referido a su contraparte planctónica, debido a las dificultades taxonómicas previamente discutidas y, sobre todo, al hecho de que solamente unos cuantos géneros, tales como *Gonyaulax*, *Peridinium*, *Pterosperma*, *Pyrodinium*, *Pyrophacus* y *Scrippsiella*, producen quistes. De estos taxa, hasta ahora solamente habían sido citados, para el fitoplancton del golfo, los géneros *Gonyaulax* y *Peridinium*.

El resto de los dinoquistes no identificados podría representar a los otros dinoflagelados, dentro de los órdenes de Gymnodinales y Dinophysiales, los cuales aún son desconocidos como productores de quistes.

De los 26 géneros — con 54 especies — citados para el Golfo de California, sólo dos son conocidos como productores de quistes: *Gonyaulax* y *Peridinium*. Además, a la lista de 54 especies detectadas por estudios fitoplanctónicos, hay que agregar otras dos: *Pyrodinium bahamense* Plate y *Pyrophacus vancampoae*, cuya presencia pudo constatararse a través del estudio palinológico de los quistes contenidos en los sedimentos, lo que constituye el primer registro de estos taxa en el Golfo de California.

Las formas tecadas — productoras de quistes — más abundantes en el golfo son las especies de *Peridinium* — en total se conocen 16 — y, en segundo término, las dos especies de *Gonyaulax*. La preponderancia de *Peridinium* concuerda con el predominio de quistes peridinoides en los sedimentos del golfo, entre los que destacan, por su abundancia, *Brigantedinium cariacensis* y *Brigantedinium simplex*. Además, el género *Peridinium* podría estar representado por otros quistes calcáreos no recuperados en este estudio, debido a las técnicas empleadas.

En contraste, el género *Gonyaulax* está representado, según listas publicadas por los planctólogos, sólo por dos especies tecadas en el Golfo de California, pero presenta una mayor diversidad en los sedimentos, con ocho especies de dinoquistes, distribuidas a lo largo del golfo. La distribución de los quistes gonyaulacoides muestra que son más abundantes en la cuenca de Guaymas y en el golfo interno, disminuyendo hacia la boca. Las especies con mayor representatividad en el golfo son: *Spiniferites ramosus*, con abundancia en las fosforitas, donde alcanza el 21%, junto con otros quistes gonyaulacoides como *Nematosphaeropsis labyrinthea* (9.31%). *Operculodinium centrocarpum* (16.12%), entre otros, constituye el 61% del conjunto de dinoquistes de la fosforita. Además, *S. ramosus* y *N. labyrinthea* demuestran la presencia de *Gonyaulax spinifera* en el Golfo de California, forma tecada que produce varios tipos de dinoquistes; mientras que *Operculodinium centrocarpum* es la fase quística de *Gonyaulax grindleyi*, forma planctónica tecada que se encuentra en latitudes templadas y constituye también un primer registro indirecto a través de los quistes abundantes en fosforita. En la misma fosforita se presenta, con muy baja frecuencia, *Operculodinium israelianum*, producida también por *G. grindleyi*, sugiriendo que *O. israelianum* puede ser una variación quística de *O. centrocarpum*, que se presenta como una variación morfológica a diferentes condiciones ambientales, prevalecientes en el momento del enquistamiento.

Otra especie de *Gonyaulax* por primera vez encontrada en aguas del golfo es *G. digitalis*, la cual se detectó a través del dinoquiste *Spiniferites bentori*, presente sólo en el golfo interior y la fosforita. Tomando en consideración que la especie tecada *G. digitalis* fue reportada previamente por Blasco (1977) en la corriente de California, enfrente de la bahía de Vizcaíno, lo que demuestra la influencia de la corriente de California, hasta el norte de la isla Ángel de La Guarda (Muestra BC-2). Aun cuando esta especie se ha reconocido como cosmopolita de aguas templadas y tropicales, no había sido identificada en el Golfo de California.

La especie *Gonyaulax polyedra*, productora de marea roja, desde las costas de California, EUA, hasta las costas de Baja California, México (Gilbert y Allen, 1943; Blasco, 1977); es productora del dinoquiste *Lingulodinium machaerophorum*, que fue encontrado en los sedimentos del golfo, aunque en muy baja frecuencia; Wall (in Bradford y Wall, 1984) identifica a *L. machaerophorum* en el Golfo de California, dentro del material estudiado

por Cross y colaboradores (1966). Según Wood (1954, 1968), *G. polyedra* se encuentra principalmente en aguas tropicales, mientras que Reid (1972) lo registra en aguas templadas en el norte de Europa. En el Golfo de California, dicha especie es citada por Gilbert y Allen (1943) en el crucero "E. W. Scripps" de 1939 y 1940.

Valero (1980) encontró la mayor abundancia de las especies tecadas de *Gonyaulax* y *Peridinium*, en la región del golfo interno y en la cuenca de Guaymas, lo que en parte concuerda con la frecuencia mayor de quistes peridinoides y gonyaulacoides hacia la cabecera del golfo y en la cuenca de Guaymas, los cuales son menos abundantes hacia la región de la boca.

En los estudios de fitoplancton sobre el Golfo de California, Valero (1980) concluyó que la densidad mayor de población fitoplanctónica se extiende desde la bahía de Guaymas hasta Punta Rosa, área donde también se registra el número mayor de palinomorfos por gramo de sedimento, existiendo una correspondencia entre la biomasa y la cantidad de dinoquistes (Tabla 5).

Otra ausencia notable, en el registro de los fitoplanctólogos, la constituye el dinoflagelado tecado *Pyrophacus vancampoeae*, cuyo quiste *Tuberculodinium vancampoeae* se encuentra con frecuencia muy baja (menor que el 2%) en la región de Guaymas y en la fosforita; sin embargo, al estudiar un núcleo de la cuenca de Guaymas, Heusser (1982) encontró que este quiste era muy abundante, sobre todo en la parte superior del núcleo.

El dinoquiste *Stelladinium reidii* aporta indirectamente un registro nuevo para el golfo, ya que su contraparte tecada, que es *Protoperidinium compressum* (Abé) Balech, 1974, nunca había sido citada para el golfo, al igual que *Protoperidinium conicum*, el cual fue muestreado en el área de San Blas-Mazatlán por Klement (1964), mientras que su quiste *Multispunula quanta* se localizó no solamente en el golfo externo, sino también en el interno.

En síntesis, los dinoquistes identificados en los sedimentos permiten afirmar que existe una diversidad de dinoflagelados planctónicos en el Golfo de California mayor que la registrada por los planctólogos, aunque todavía está muy lejano el día en que se pueda conocer cuantitativamente las poblaciones planctónicas a través de los dinoquistes recuperados en los sedimentos.

RELACIONES DE LA FRECUENCIA ABSOLUTA DE LOS DINOQUISTES

Existen varios antecedentes en relación con la abundancia absoluta de dinoquistes en sedimentos actuales. Entre los primeros estudios están los de Mckee y colaboradores (1959), quienes citaron en los alrededores de los atolones tropicales del Océano Pacífico hasta 1,000 quistes por gramo de sedimento.

En su estudio clásico, Muller (1959), en el Golfo de Paria, encontró un máximo de 1,000 dinoquistes por gramo de sedimento. Enfrente de las costas de Israel, Rossignol (1962), en el Mar Mediterráneo, cita una concentración muy baja de quistes, con un máximo de 67 quistes por gramo de sedimento.

Traverse y Ginsburg (1966), al estudiar la dinámica de los palinomorfos en sedimentos carbonatados en las Bahamas, encontraron hasta 1,800 quistes por gramo de sedimento. En el volumen de Marine Geology dedicado a "Palinología Marina", aparece el estudio de Cross y colaboradores (1966) sobre los palinomorfos de los sedimentos recientes en el Golfo de California, donde al norte de los 23° de latitud, se encontró un promedio aproximado de 4,500 dinoquistes por gramo de sedimento, con un máximo al sur de los 23° de 17,000, aunque la mayoría de las muestras varía entre 100 y 3,000.

En el Golfo de California, todas las muestras procesadas contuvieron dinoquistes, aunque solamente fueron analizadas las que contuvieron más de 50 individuos por gramo de sedimento, lo que comprueba que la presencia de dinoquistes en el golfo es independiente de las litofacies, lo que no sucede con la abundancia, la cual depende, entre otros factores, de la litología.

La abundancia de los dinoquistes en ambientes marinos puede estar controlada por una multiplicidad de factores, tanto en sedimentos recientes como en rocas o sedimentos antiguos. El conocimiento de los elementos involucrados en la tafonomía de los dinoquistes recientes facilitará la interpretación de los dinoquistes fósiles, aumentando su valor como indicadores ecológicos, biogeográficos y bioestratigráficos.

En relación con este tema de frecuencia absoluta y distribución de dinoquistes en el Golfo de California, existe el estudio pionero de Cross y colaboradores (1966), donde se establece una serie de patrones de distribución para varios tipos de palinomorfos. Entre sus conclusiones están las relacionadas con la cantidad absoluta de dinoflagelados, con cifras que son diferentes a las calculadas en este estudio; otra discrepancia con el estudio de Cross, es en relación con el aumento de dinoflagelados a partir de la costa, patrón que no corresponde con nuestros resultados.

Del estudio de Cross y colaboradores (1966) se puede extraer información en relación con la cantidad absoluta de dinoquistes en el Golfo de California y compararlos con los resultados de la investigación presente. En dicho análisis, se toma en cuenta solamente las muestras de Cross y colaboradores (*op. cit.*) localizadas al norte de los 23°30' y, por tanto, no se considera la muestra con máxima de 16,000 quistes por gramo de sedimento que citan para el transecto 41-53 al sur de la cuenca de Pescadero; tomando en cuenta las consideraciones anteriores en la investigación de Cross y colaboradores (*op. cit.*), el promedio de quistes por gramo de sedimento es de 1,154, valor muy por debajo del de 3,112 del presente estudio. En la Tabla 8 se puede comparar los datos de Cross y colaboradores (*op. cit.*) con los nuestros, lo que permite concluir que los valores encontrados en esta nueva investigación son, en general, más elevados, con excepción de los valores de la cuenca de Pescadero, al sur de la cual están presentes las cantidades máximas de Cross y colaboradores (*op. cit.*), con 16,000 quistes por gramo de sedimento en el transecto 41-53 y 17,000 en el transecto 1-19, siendo este último valor el máximo encontrado por Cross y colaboradores (*op. cit.*), correspondiente a la región más externa del golfo exterior. Las cantidades máximas en esta investigación están localizadas en la región de la cuenca de Guaymas, con valores absolutos hasta de 27,562 quistes por gramo de sedimento, mientras que Cross y colaboradores (*op. cit.*) consignan para la misma zona un máximo de sólo 3,500.

A continuación se expone (Tabla 8) las cifras referentes al número de quistes por gramo de sedimento obtenidas en las regiones comprendidas en el estudio actual, comparándolas con las de Cross y colaboradores (1966).

Tabla 8.- Comparación de las frecuencias absolutas de dinoquistes encontradas por Cross y colaboradores (1966) y las de este estudio.

REGIÓN	ESTE ESTUDIO [quistes/g sed.]	CROSS Y COLABORADORES (1966) [quistes/g sed.]
CUENCA SALSIPUEDES	2770	NO FUE ESTUDIADA
CUENCA SAN PEDRO MÁRTIR-TIBURÓN	1597	NO FUE ESTUDIADA
CUENCA DE GUAYMAS	8245	1750
CUENCA DEL CARMEN-FARALLÓN	2851	888
CUENCA PESCADERO	689	1100
CUENCA LA PAZ	2518	1417

En los sedimentos superficiales del Golfo de California, la cantidad de dinoquistes es muy variable; no obstante, se puede detectar una tendencia general a lo largo del golfo. Como muestra la Tabla 6, es en la región de la cuenca de Guaymas donde son alcanzados los valores más altos en las frecuencias absolutas, con un promedio de 8,245 quistes por gramo de sedimento. Le siguen, en orden de importancia, la región del Carmen-Farallón, con 2,850 como promedio; el golfo interior, con 2,770; la región de San Pedro Mártir-Tiburón, con 2,000; y, por último, con los valores más bajos, la región de la cuenca de Pescadero, con 700 como promedio. En la cuenca de Pescadero, el intercambio de masas de agua que se produce en la boca del golfo (Warsh *et al.*, 1973) pudiera estar influyendo en lo escaso del depósito de dinoquistes en dicha región.

Esta distribución de los dinoquistes y su variabilidad a todo lo largo y ancho del golfo están dadas por la interacción de varios factores, como la productividad primaria en cada región y las tasas de enquistamiento, la velocidad de sedimentación, la granulometría y las condiciones de *pH* y potencial de oxidación; estos últimos factores determinan la preservación de los quistes una vez depositados. A continuación se analiza las variaciones en la cantidad de dinoquistes y las posibles causas que producen dicha distribución.

ABUNDANCIA Y TASAS DE SEDIMENTACIÓN

Uno de los factores que más influye para determinar la cantidad de quistes en los sedimentos es el de la diferencia en las tasas de sedimentación que tiene lugar aun dentro de una misma cuenca. De los estudios de Marie-Pierre y colaboradores (1982) y Álvarez-Arellano (1984) se concluye que las tasas más altas de sedimentación están localizadas en la cuenca de Guaymas (hasta 273 cm/10³ años) y las tasas mínimas en la región situada al sur de Los Cabos (4.1 cm/10³ años), de tal manera que el primer centímetro de sedimento

superficial puede ser el equivalente a 170 años en la región de Los Cabos, o el mismo centímetro se puede acumular tan solo en cinco años en la cuenca de Guaymas. Con base en las velocidades de sedimentación, calculadas por Álvarez-Arellano (1984), el promedio de años que representa el sedimento acumulado en el primer centímetro es de 25 años.

En consecuencia, dependiendo de la velocidad de sedimentación, el primer centímetro de sedimentos superficiales — objeto de esta investigación — representa la acumulación de quistes en un número variable de años, lo que introduce error al tratar de comparar las diferentes áreas de muestreo entre sí. Por tanto, en áreas donde existe una tasa alta de sedimentación, se produce una disminución en el número de dinoquistes por gramo de sedimento, debido a que se acumula una cantidad mayor de sedimentos en un lapso dado, produciéndose la “dilución” de los quistes por unidad de volumen.

Según los datos de Álvarez-Arellano (1984), las cuencas de Guaymas y del Carmen (Figura 24) son regiones con tasas altas de sedimentación donde, a pesar del efecto de “dilución”, la cantidad de dinoquistes por gramo de sedimento alcanza su máximo, debido probablemente a que en dichas regiones existan durante todo el año surgencias y productividad alta (Roden y Groves, 1959; Byrne y Emery, 1960). En consecuencia, se puede generalizar que las cuencas con tasas altas de sedimentación sí pueden presentar abundancia de quistes por unidad de volumen, si éstas son zonas de alta productividad, como es el caso de la cuenca de Guaymas, donde también están presentes sedimentos laminados (Calvert, 1964), cuyo contenido de quistes es aleatorio, como se aprecia en la Figura 25, lo que corrobora los datos de Heusser (1982), quien concluye que los dinoquistes no son más abundantes en sedimentos laminados pliocénico-pleistocénicos, variando su porcentaje desde el 1% hasta el 90%, independientemente del tipo de sedimento (laminado o no), observando, además, una marcada disminución en la cantidad de dinoquistes en sedimentos holocénicos. A pesar de los resultados de Heusser (1982), es la región de la cuenca de Guaymas la que aún contiene la mayor concentración de dinoquistes por gramo de sedimento, según pudo comprobarse en esta investigación.

Entonces, si se considera las cantidades promedio de dinoquistes como indicadores de productividad primaria, debe considerarse a las regiones de Guaymas, del Carmen-Farallón y del mar interior, como áreas donde las masas de agua suprayacentes contienen la mayor cantidad de dinoflagelados — algunos de ellos formadores de quistes —, lo que concuerda con los resultados de Valero-Gamboa (1980), quien encontró la mayor densidad de poblaciones fitoplanctónicas desde la bahía de Guaymas hasta Punta Rosa, ubicando las áreas de menor densidad de células fitoplanctónicas en el sur del Golfo de California.

ABUNDANCIA Y PRODUCTIVIDAD Y SURGENCIAS

Como ya se ha mencionado en otros capítulos de este estudio, en el Golfo de California no existe un registro adecuado sobre los dinoflagelados planctónicos que permita su comparación con los patrones de distribución de los dinoquistes; sin embargo, las evidencias presentadas indican que la cantidad de dinoquistes por gramo de sedimento puede relacionarse — en algunas ocasiones — con la mayor o menor abundancia de plancton citada por los especialistas, aunque no necesariamente se haya detectado una abundancia mayor

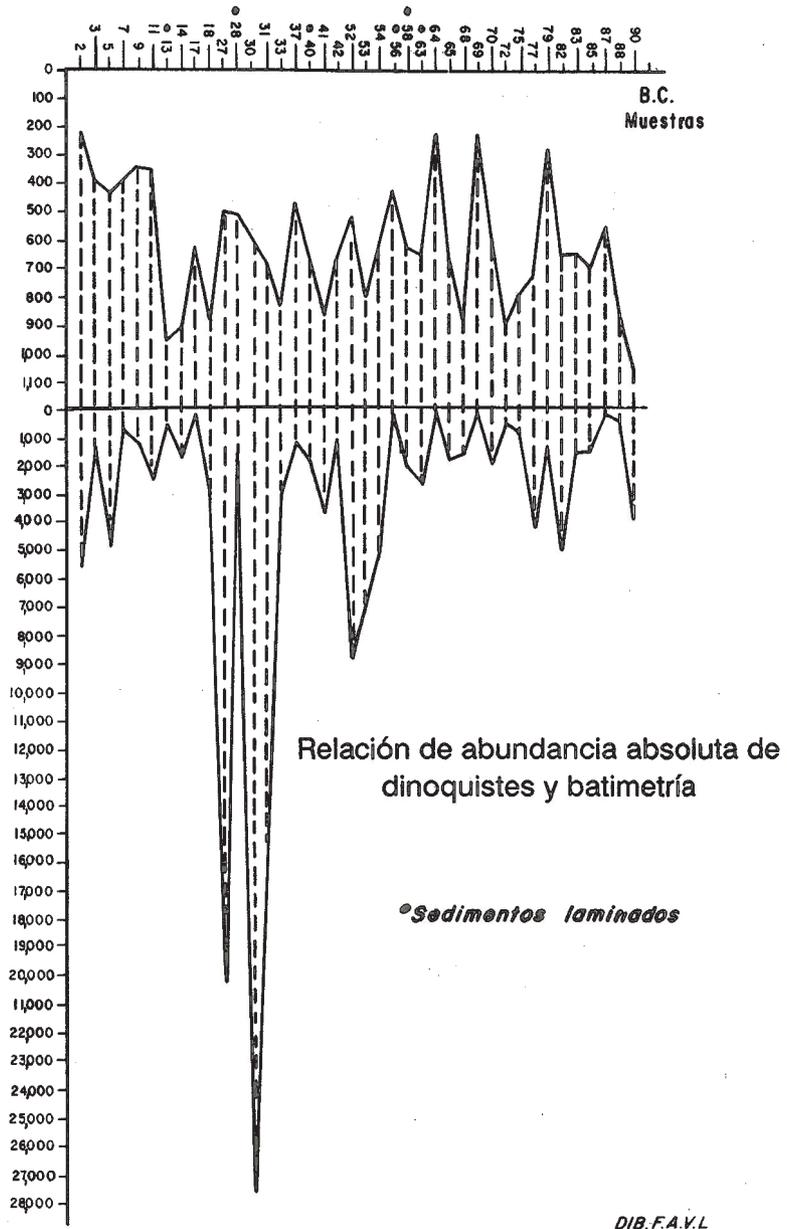


Figura 25.- Cantidad absoluta de dinoquistes por gramo en sedimentos laminados y no laminados.

de dinoquistes en las zonas de surgencia, como fue propuesto inicialmente en otras regiones geográficas por Wall (1970) y Davey y Rogers (1975).

En el caso del Golfo de California, no existe una relación estrecha entre las zonas de surgencia y las zonas de florecimiento de dinoflagelados (Figura 26A) con la cantidad de quistes en los sedimentos, es decir, en estas zonas de productividad alta, los sedimentos infrayacentes no son los que contienen las cantidades mayores de dinoquistes. No obstante, en regiones circunvecinas, sí se localiza muestras con la cantidad máxima de dinoquistes, lo que puede deberse a que estos conjuntos sean autóctonos al sitio de depósito, como resultado de la transportación por corrientes superficiales o profundas y por acarreo, a través de corrientes de turbiedad, fenómeno que ya ha sido sugerido por Van Andel (1964), quien postuló que al morir las diatomeas —abundantísimas en las zonas de surgencia—, sus caparazones son transportados por turbiditas a zonas de aguas profundas, fenómeno ya propuesto por Wall y Dale (1969) para los dinoquistes, los cuales son acarreados desde regiones someras sublitorales hacia zonas de depósitos abisales, en el Mar Caribe. Por tanto, la hipótesis de Wall (1970), que propone que los dinoquistes son abundantes en las zonas de surgencia, no se aplica a los sedimentos del Golfo de California cubiertos en esta investigación, lo que no descarta la posibilidad de que estudios posteriores confirmen dicha hipótesis.

Por lo anterior, las tanatocenosis de dinoquistes en zonas profundas pudieran obedecer a patrones ecológicos si son el resultado de sedimentación vertical de las poblaciones de dinoflagelados epipelágicas, o corresponder a biofacies autóctonas con un valor biológico y ecológico limitado.

Dentro de las zonas de productividad alta, también hay que considerar que la ausencia o abundancia de quistes en los sedimentos dependen de la presencia de dinoflagelados formadores de quistes en las aguas suprayacentes y en función de las tasas de enquistamiento de estos dinoflagelados, las cuales son favorecidas por los cambios fisicoquímicos de las masas de agua, condiciones propias de zonas de surgencia (Wall y Dale, 1968) y en zonas donde convergen corrientes, como es el caso del frente oceánico situado en las cercanías de la boca del golfo, donde estudios posteriores podrán demostrar la validez de esta hipótesis, aunque en la actualidad todavía se desconozca los factores involucrados en las tasas altas de enquistamiento.

Además, desde el punto de vista de la productividad, la descarga de los ríos con su aporte de nutrientes, no parece favorecer la proliferación del plancton ni la producción de quistes. Así, en las costas occidentales de Sonora y Sinaloa, donde se produce la escorrentía de varios ríos, las muestras (BC-59, Pb-2454 a la BC-65, Pb-2459 y la BC-69, Pb-2461) contienen una cantidad variable y escasa de quistes, algunas con valores tan bajos como 83 quistes por gramo de sedimento (BC-64, Pb-2458) resultados que, desde luego, están ligados a la granulometría de los sedimentos (Figuras 24 y 25).

ABUNDANCIA Y GRANULOMETRÍA

Por lo que se refiere a la abundancia de dinoquistes, según el tamaño de las partículas sedimentarias, Dale (1976) concluyó que existe una relación directa entre la abundancia de

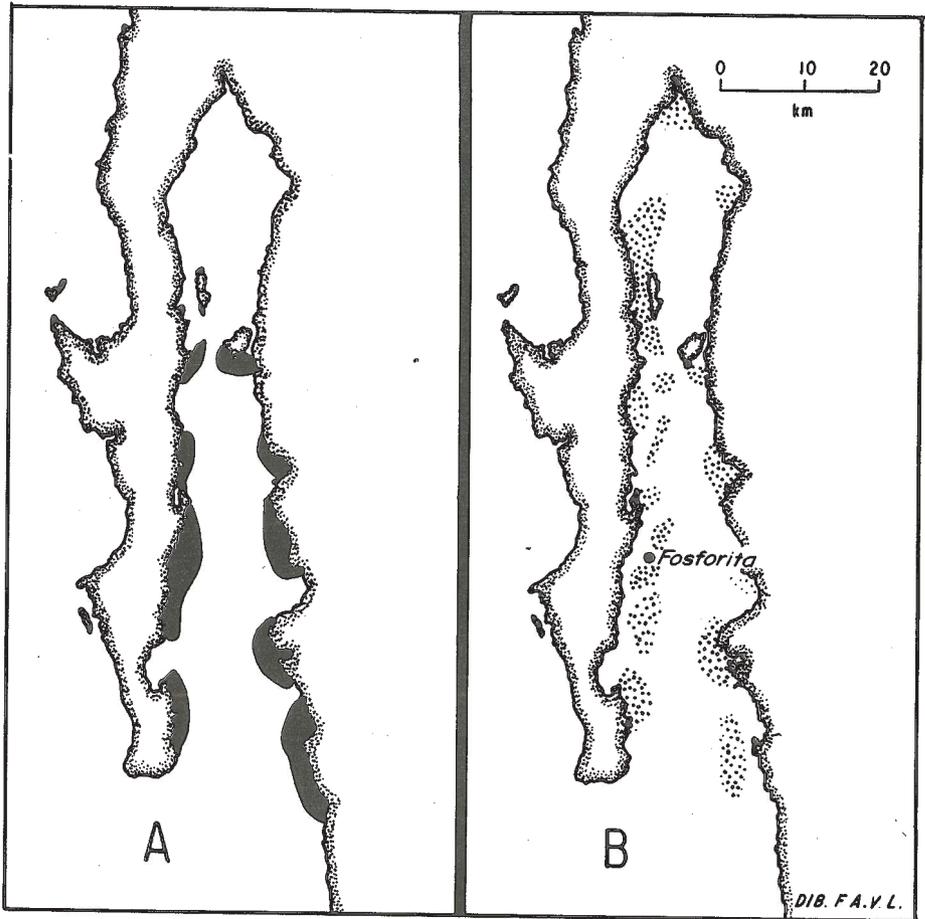


Figura 26.- (A) Zonas de surgencia, según Roden y Groves (1959). (B) Zonas de florecimiento de dinoflagelados, según Byrne y Emery (1960) y localización de la fosforita.

dinoquistes y la granulometría de los sedimentos, con un mínimo de 520 especímenes en los sedimentos gruesos y un máximo de 21,000 quistes por gramo en sedimentos arcillosos en los fiordos noruegos, sugiriendo que, una vez formados los quistes, al sedimentarse, se comportan como partículas limoso-arcillosas. En el Golfo de California, las muestras limoso-arcillosas son las que en general contienen la mayor cantidad de quistes, mientras que las muestras arenosas o limosas contienen la menor cantidad de dinoquistes, confirmando así la hipótesis de Dale (*op. cit.*).

De acuerdo con el control sedimentológico de la cantidad de dinoquistes en sedimentos, en el Golfo de California, debido a la existencia de regímenes sedimentológicos diferentes, hay grandes diferencias en la cantidad de quistes aun en muestras contiguas, como en las muestras (BC-28, Pb-2941; y BC-30, Pb-2442) de la región de la cuenca de Guaymas, donde también existen sitios con valores extremos, que oscilan desde menos de 50 quistes por gramo de sedimento en muestras arenosas (BC-24, Pb-2437; y BC-26, Pb-2439), hasta cantidades cercanas a 30,000 quistes por gramo en muestras limoso-arcillosas (BC-30, Pb-2442; BC-31, Pb-2443; y BC-27, Pb-2440) (Figura 26B).

Esta variación — aparentemente aleatoria — en el número de quistes por gramo de sedimento, se repite a lo largo del golfo, desde el mar interior hasta la boca del golfo, confirmando siempre la relación existente entre la granulometría del sedimento y la cantidad de quistes, donde a menor tamaño de las partículas sedimentarias corresponde una cantidad mayor de dinoquistes, de tal manera que los valores más bajos en el número de quistes están en las arenas o limos arenosos, como son las zonas de talud abrupto, tanto en la región de la cuenca de Guaymas (muestras BC-24, Pb-2437; BC-25, Pb-2438; y BC-26, Pb-2439), como en la de las cuencas del Carmen y Farallón (muestras BC-58, Pb-2453; BC-60, Pb-2455; y BC-61, Pb-2456), donde, además, la granulometría probablemente esté influenciada por el Río Fuerte. Por otro lado, hacia las costas de Baja California Sur, las muestras constituidas por arenas gruesas (BC-87, Pb-2470; y BC-88, Pb-2471), con baja proporción de quistes, pudieran estar representando corrientes de turbiedad (Tabla 1).

En el Golfo de California, la topografía submarina debe estar ejerciendo un control sobre la abundancia de dinoquistes en los sedimentos, a través del conjunto de fallas transformantes que forman en ciertas partes del golfo un relieve submarino escarpado, cuya inclinación debe estar controlando la distribución granulométrica de los sedimentos y, en ciertas áreas, debe estar facilitando la producción de corrientes de turbiedad — las cuales redepositan los sedimentos — y, por ende, la aloctonía de los conjuntos de dinoquistes.

ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad de dinoquistes en sedimentos marinos, en el estudio pionero de Rossignol (1964), 14 especies de quistes fueron citadas para el Mediterráneo.

Para el Mar Caribe, Wall (1967) citó como máximo 25 especies de dinoquistes en los conjuntos de fosas profundas, mientras que en las zonas de plataforma, los conjuntos son menos diversos.

Reid (1974) reconoció 16 especies de quistes gonyaulacoides en los alrededores de las Islas Británicas.

Cuando Reid y Harland (1977) hicieron la revisión de la literatura sobre dinoquistes holocénicos, concluyeron que la mayoría de los conjuntos de dinoquistes descritos se caracteriza por su baja diversidad y gran número de individuos; de tal manera que un conjunto de quistes formado por 25 o más taxa puede considerarse de diversidad alta, como es el caso del Mar Caribe (Wall, *op. cit.*) o el Golfo Pérsico, con 31 taxa entre especies y subespecies (Bradford y Wall, 1984). Si se considera que en el Golfo de California existen 32 morfotipos de dinoquistes, entonces se puede concluir que es un mar interior de diversidad alta.

En el Golfo de California, el número de especies de dinoquistes está en función de la abundancia absoluta de los mismos quistes, es decir, en las regiones donde existe la mayor densidad de dinoquistes es donde se presenta la diversidad más alta, como en el caso de la región de la cuenca de Guaymas, con un promedio de 19 especies por muestra, siguiendo en orden de importancia en cuanto al número de especies presentes, el mar interior con 17 taxa, después la región del Carmen y Farallón con 14 taxa y, por último, la región de la cuenca de Pescadero, con solo nueve especies.

Siguiendo el patrón de la cantidad absoluta de dinoquistes por gramo de sedimento, también el número de especies varía dentro de cada región, presentando cada muestra diferencias en el número de especies presente. Así, en la región de la cuenca de Guaymas (Figura 27), existen localidades hasta con 27 especies (BC-30, Pb-2442), otras (como la BC-27, Pb-2440) con 25 taxa, y otros sitios con un mínimo de 13 especies (BC-37, Pb-2445; BC-40, Pb-2446; y BC-41, Pb-2447).

Los valores más bajos en la diversidad están en la región de la cuenca de Pescadero, tanto en las zonas someras como en las más profundas, lo que contrasta con los resultados de Marie-Pierre y colaboradores (1982), quienes concluyeron que la mayor diversidad de microfósiles se localiza al sur del cabo San Lucas, donde confluyen varias corrientes.

También Wall (1967) y Reid y Harland (1977) concluyeron que los conjuntos de quistes cuaternarios de sedimentos oceánicos contienen una diversidad de dinoquistes mayor que la de los conjuntos neríticos de la misma edad. Esto no fue corroborado en esta investigación, ya que en el Golfo de California fueron las regiones menos profundas, como el mar interior y el área de Guaymas, donde se localizó la mayor diversidad de quistes, observándose un franca disminución, tanto en el número de especies como en la cantidad absoluta de quistes, hacia la boca del golfo, dirección hacia donde también aumenta la profundidad y los sedimentos se vuelven más oceánicos.

En general, en cada región del golfo, el número de especies es independiente de la batimetría y los valores máximos de diversidad dentro de cada región están localizados entre los 500 y 1,000 metros de profundidad, con excepción de la región del mar interior.

DINOQUISTES Y PRODUCTIVIDAD PRIMARIA

ZONAS DE SURGENCIA Y MAREA ROJA

Las áreas de surgencia en el Golfo de California son de alta productividad y están asociadas a explosiones de plancton (Byrne y Emery, 1960) y, muy probablemente, a la

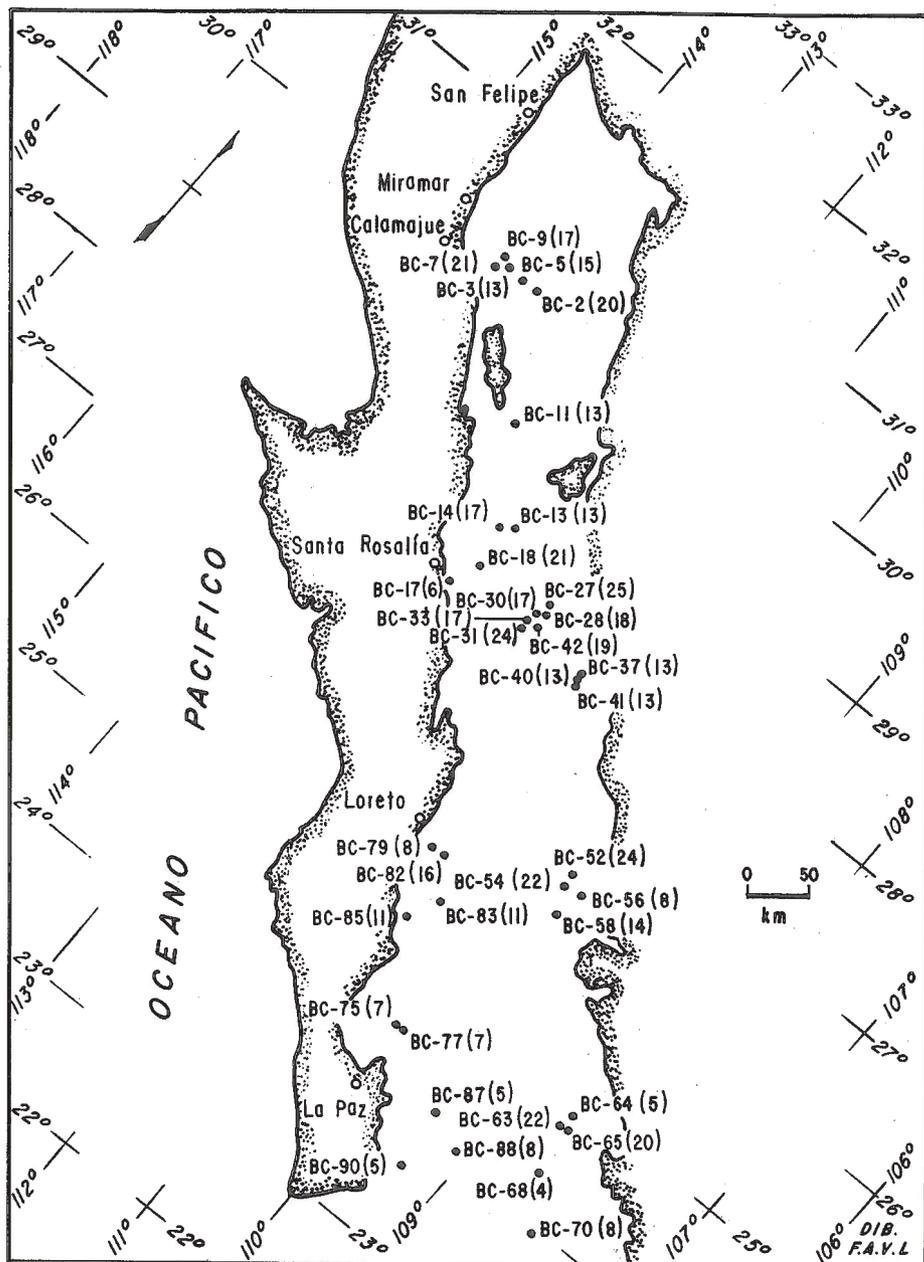


Figura 27.- Número de especies de dinoquistes por muestra.

producción de marea roja, si extrapolamos los resultados de Blasco (1977) en aguas de las costas pacíficas bajacalifornianas al Golfo de California.

Por los estudios de Roden y Groves (1959) sobre el golfo, se conoce que durante el invierno y primavera, los vientos predominantes del noreste causan corrientes que conducen las masas de agua fuera del golfo hacia el Pacífico y producen surgencias en la parte oriental del golfo. Las masas de aguas asociadas a las surgencias son frías, de baja salinidad y cantidad mayor de nutrientes que las superficiales, las cuales estuvieron sujetas durante todo el verano a evaporación, sufriendo bajas en la cantidad de nutrientes y oxígeno, resultado de la productividad orgánica. Durante el verano y otoño, los patrones de viento se invierten con dirección sudoriental, produciendo surgencias en la margen occidental del golfo (Figura 26A).

A pesar de que la relación dinámica que existe entre las surgencias y la marea roja no ha sido investigada en el Golfo de California, existen varias referencias alusivas a la presencia de la última. Así, desde la primera expedición europea al Golfo de California, el mismo fue bautizado —por Hernán Cortés en 1535— con el nombre de Mar Bermejo, por la coloración roja y la espléndida luminiscencia que en ocasiones exhiben sus aguas. En este siglo, todas las expediciones al golfo, como la de Gilbert y Allen (1943), han observado sus aguas de color rojo, acompañadas por intensa fosforescencia en las noches, como resultado de la abundancia de cierto tipo de dinoflagelados.

Entre las primeras investigaciones que determinaron las causas de la marea roja en el Golfo de California, está la de Graham (1943), quien cita a *Gymnodinium catenatum* —conocido ahora como sinónimo de *Gonyaulax catenella* y *Gonyaulax tamarensis*, según Yentsch y Yentsch, 1977— como una de las especies de dinoflagelados que ocasiona la coloración roja.

Blasco (1977), en la costa occidental de la península de Baja California, establece como organismos dominantes en la zona de surgencias a los dinoflagelados *Gonyaulax polyedra*, *Ceratium furca* y *Gymnodinium* sp., que son los principales productores de la “marea roja” en dicha zona. La investigación de Blasco (*op. cit.*) corrobora las observaciones de Brongersma-Sanders (1957), quien fue de los primeros planctólogos en concluir que las mareas rojas están presentes al final del florecimiento de fitoplancton, fenómeno que se presenta en áreas donde existen surgencias —como en el caso del Golfo de California— directamente durante el período de surgencia o después de éste.

Tomando en consideración que Gilbert y Allen (1943) listan a los dinoflagelados *Gonyaulax polyedra* y *Ceratium furca* para el Golfo de California, es evidente que dichos taxa también son productores de marea roja dentro del golfo.

Existen evidencias de que las “mareas rojas” se desarrollan estacionalmente con gran celeridad en las mismas regiones. Para poder explicarse este florecimiento “repentino” de dinoflagelados en las mareas rojas, se postula la hipótesis de que los dinoquistes bentónicos actúen como “poblaciones semilla” (Prakash, 1967); lo cual es sugerido por los estudios de Wall y Dale (1968, 1969), quienes demuestran que los quistes de dinoflagelados marinos pasan por un período de vida latente en los sedimentos, antes de poder germinar.

Es consecuencia, cualquier fenómeno hidrográfico que favorezca la resuspensión de los sedimentos y, por ende, de los dinoquistes —como sucede en las zonas de surgencia—, puede desencadenar la germinación de los quistes debido a cambios en la temperatura y

salinidad, lo cual ya ha sido comprobado en otras regiones por Reid (1972), Steidinger (1975), Dale (1977) y Anderson y Wall (1978). Estos estudios citan gran abundancia de dinoquistes en las áreas donde periódicamente se observa las mareas rojas.

Tomando en cuenta los resultados de las investigaciones en otras partes del mundo, en este estudio se pretende explorar la relación que pudiera existir entre la cantidad de dinoflagelados en sedimentos en las muestras aledañas a las áreas de surgencia, donde se generan las mareas rojas; sin embargo, la hipótesis que considera a los quistes bentónicos como "poblaciones semilla", no es aplicable a las mareas rojas producidas por dinoflagelados que no formen quistes, ya que de las 20 especies generadoras de marea roja (Steidinger, 1979), solamente se sabe que presenten quistes las especies pertenecientes a los géneros *Gonyaulax* y *Pyrodinium*. En el Golfo de California se encuentra *Gonyaulax catenella* (sinónimo de *G. tamarensis*) y *Gonyaulax polyedra*, ambos taxa previamente citados en la literatura. Además, gracias a esta investigación, se aumenta la lista de especies causantes de marea roja en el golfo detectándose, a través del estudio de los quistes, la presencia de *Gonyaulax grindleyi* —según Reinecke (1967) especie tóxica— y *Pyrodinium bahamense*.

Gonyaulax polyedra es una especie ampliamente conocida como responsable de marea roja en varias partes del mundo. La encontramos en las costas del Pacífico de Estados Unidos de América y de Baja California, México (Blasco, 1977). En el Golfo de California ya se conocía por los estudios de Gilbert y Allen (1943), mientras que su forma quística *Lingulodinium machaerophorum* es citada para el golfo por Bradford y Wall (1984) sobre material recolectado por Cross y colaboradores (1966); en consecuencia, se podría haber postulado que en los sedimentos del Golfo de California este quiste fuera abundante, sobre todo en las cercanías de las áreas de surgencia, establecidas por Roden y Groves (1959) (Tabla 6), pero los resultados de la presente investigación demuestran que los quistes de *G. polyedra* son escasísimos a lo largo del golfo, descartando la posibilidad de que las poblaciones bentónicas de *Lingulodinium machaerophorum* funcionen como "poblaciones semilla". Lo anterior contrasta con la gran abundancia de este dinoflagelado —hasta 2 millones de individuos por litro de agua— en las zonas de surgencia donde se presenta la marea roja (Blasco, *op. cit.*). No obstante, la evidencia presentada no es definitiva, ya que los resultados pudieran estar reflejando la falta de un muestreo adecuado, la fragilidad de este tipo de quistes a los procesos diagenéticos que se dan en los sedimentos del golfo, o, finalmente, los datos obtenidos podrían estar dados por la poca resistencia de *L. machaerophorum* a las técnicas palinológicas empleadas.

Existen otras especies en el golfo productoras de marea roja —detectadas exclusivamente por la recuperación de sus quistes— como son *Gonyaulax grindleyi* —según Reinecke (1967) productora de marea roja— cuyo quiste *Operculodinium centrocarpum* es sólo abundante en la fosforita, en una localidad cercana a un área de surgencia. Otra especie es *Pyrodinium bahamense*, cuyo quiste *Polysphaeridium zoharyi* es el taxa exclusivo de la fosforita y el dominante con 34% de frecuencia relativa. La localidad de la fosforita (BC-82) está muy próxima o queda incluida en una zona de surgencia invernal (Figura 26); en consecuencia, la abundancia de *Polysphaeridium zoharyi* y *Operculodinium centrocarpum* podría estar corroborando la hipótesis de Prakash (1967), que considera a los quistes como "poblaciones semilla".

Otro dinoflagelado productor de marea roja, según Graham (1943), es *Gonyaulax catenella*, perteneciente al grupo *Catenella* o complejo *Tamarensis* (Steidinger, 1979). Este taxon podría considerarse como un productor de quistes potencial, pero no se conoce su forma quística, por lo cual no se puede explorar las posibilidades de confirmar la hipótesis de Prakash (1967). También queda abierta la posibilidad de que las mareas rojas en el Golfo de California sean producidas por otros dinoflagelados que no formen quistes, pero que sí sean agentes causales de marea roja, según Steidinger (1979), como son las especies pertinentes a los géneros *Ceratium*, *Prorocentrum*, *Amphidinium* y *Gymnodinium*, ampliamente distribuidos en el golfo (Gilbert y Allen, 1943; Klement, 1964; Valero-Gamboa, 1980). Lo anterior explicaría la escasez de dinoquistes en sedimentos del Golfo de California, en las áreas de surgencia donde se presenta la marea roja.

El estudio de los dinoquistes recientes en el Golfo de California, aunado al estudio detallado del plancton, redundarán en un conocimiento mejor de la periodicidad de la marea roja y su impacto económico en las pesquerías.

GÉNESIS DE FOSFORITA

En esta investigación se estudia palinológicamente una muestra de fosforita (BC-82, Pb-2408) localizada a los 25°52.2'N y a los 110°59.3'W, en las cercanías de la cuenca del Carmen (Figura 26B). La litología que prevalece en el área de recolección de la fosforita, según el mapa publicado por Van Andel (1964), consiste en calcarenita. Este autor cita por primera vez a la fosforita en asociación con la calcarenita, indicando, además que la presencia y la importancia de la fosforita en el Golfo de California no han sido reconocidas, afirmación que actualmente sigue siendo válida.

Parrish y Curtis (1982), al revisar la literatura sobre fosforitas recientes y fósiles, concluyeron que su presencia está controlada por procesos oceanográficos y atmosféricos, asociados a los regímenes de surgencia, donde corrientes verticales ascendentes renuevan nutrientes a la zona fótica, produciendo el "floreCIMIENTO" del plancton.

En el caso específico del Golfo de California, Roden y Groves (1959) establecieron que durante el invierno y la primavera, los vientos predominantes del noroeste producen surgencias en la parte oriental del Golfo, mientras que durante el verano, la dirección de los vientos es hacia el sudeste, produciéndose las surgencias en la margen occidental del golfo. Debido a que las masas de agua asociadas a surgencias son ricas en nutrientes, se aumenta la productividad primaria en dichas zonas, de tal manera que en el golfo existe una correspondencia geográfica entre las áreas de explosiones de plancton citadas por Byrne y Emery (1960) y las de surgencia establecidas por Roden y Groves (1959) (Figura 26).

Con base en lo anterior, la fosforita estudiada está localizada en una zona de surgencia, en la margen occidental del golfo y dentro de un área de explosión de plancton *sensu* Byrne y Emery (1960).

Desde el punto de vista palinológico, la fosforita presenta características únicas entre todas las muestras analizadas, con gran diversidad de dinoquistes y con taxa exclusivo de esta litología (Tabla 3).

Al comparar los diferentes taxa presentes en la fosforita con los del resto del golfo, se concluye que los quistes peridinoides son muy escasos, constituyendo el 1% del conjunto de dinoquistes, siendo que en la misma región de las cuencas del Carmen y Farallón, los quistes peridinoides constituyen el 14%, llegando a alcanzar hasta el 35 y el 32% en la cuenca de Guaymas y en el golfo interior, respectivamente.

El conjunto de dinoquistes en la fosforita se caracteriza por el predominio de *Polysphaeridium zoharyi* (34.25%) y el copredominio de *Spiniferites ramosus* con 21.15% de frecuencia relativa; otros quistes importantes son *Operculodinium centrocarpum* (16.12%) y *Nematosphaeropsis labyrinthea* (9.31%).

El conjunto de dinoquistes de la fosforita presenta cierta semejanza con él de quistes "nerítico intermedio" de Reid y Harland (1977), caracterizado por la abundancia de *Operculodinium centrocarpum* y varios taxa de *Spiniferites*; sin embargo, la fosforita difiere por la presencia y predominio de *Polysphaeridium zoharyi*.

El conjunto de dinoquistes que encuentra Harland (1982) en el Océano Ártico presenta semejanza con la fosforita por la abundancia en el conjunto ártico de *Operculodinium centrocarpum* (90-45%), *Spiniferites elongatus* (36-4%) y *Nematosphaeropsis labyrinthea* (4%-0.3%).

Harland (*op.cit.*) también menciona conjuntos parecidos a los de la fosforita en el mar de Noruega y en aguas profundas del Atlántico del Norte, donde reconoce elevados porcentajes de quistes gonyaulacoides como *Operculodinium centrocarpum*, *Nematosphaeropsis labyrinthea* y *Spiniferites* spp., mientras que los quistes peridinoides están ausentes.

Por otro lado, la bundancia en la fosforita de *Polysphaeridium zohary* y *Operculodinium centrocarpum* sólo ha sido encontrada por Wall (1967) en la cuenca de Yucatán y la trinchera Cariaco en el Mar Caribe, donde dicho autor define al conjunto de quistes del Caribe como caracterizado por la abundancia de *Polysphaeridium zoharyi* y *O. centrocarpum*, con presencia de otros quistes gonyaulacoides, mientras que los peridinoides están escasamente representados. Biogeográficamente, el conjunto de quistes que se encuentra en la fosforita del Golfo de California es único, presentando tanto similitud con los conjuntos característicos de aguas templadas y frías, como afinidad con los de quistes de regiones tropicales, permitiendo suponer que en la génesis de la fosforita interactúan la corriente fría de California y la del Pacífico tropical oriental.

Ahora bien, la composición dinoquística diferente de la fosforita, en relación con el resto de quistes encontrados en el golfo, pudiera deberse a diversas causas, como diferencias en edad de la fosforita y tipo de conservación que se da en la génesis de la fosforita.

En cuanto a la geocronología de las fosforitas recientes, Emery y Dietz (1949) concluyeron que las fosforitas localizadas enfrente de las costas de California son de edad prepleistocénica; también Kolodny y Kaplan (1979), estudiando varios nódulos de los fondos oceánicos, les asignan una edad de más de 700,000 años. Más recientemente, Burnett y colaboradores (1980) sugirieron que la edad de las fosforitas enfrente de las costas de Perú y Chile eran de edad holocénica.

En consecuencia, las evidencias geocronológicas en fosforitas recientes conducen a considerar que el tiempo de formación de las mismas va desde varios miles de años hasta más de un millón, lo que extrapolado a la fosforita del golfo, implica que las diferencias observadas en los conjuntos de quistes pudieran estar reflejando la acumulación de material

a través de varios miles de años — en contraste con los sedimentos circundantes —, tiempo en el cual ha habido ligeros cambios en las condiciones oceanográficas, como lo demuestran la presencia y el predominio de algunos quistes exclusivos de la fosforita.

Otra de las posibles causas de las diferencias en los conjuntos fosilíferos de la fosforita con el resto de las muestras del golfo podría ser la mejor preservación de los dinoquistes en las condiciones fisicoquímicas presentes en la génesis de la fosforita, ya que, de acuerdo con Bentor (1980), ésta al igual que los sedimentos diatomáceos laminados, están presentes en ambientes reductores con un potencial de oxidación negativo, condiciones idóneas para la preservación mejor de los dinoquistes. La génesis de la fosforita refuerza esta situación, la cual es el resultado de las reacciones producidas entre el agua intersticial y la materia orgánica que contienen los sedimentos, dando como resultado la liberación de grandes cantidades de fosfatos, los cuales quedan atrapados en los mismos sedimentos (Bentor *op. cit.*). Es en esta fase cuando los dinoquistes quedan incluidos en la matriz de la fosforita.

Estos resultados son de relevancia para explicar la génesis y la estratigrafía de las fosforitas recientes y fósiles que están presentes en México.

RESULTADOS

Los dinoquistes identificados en los sedimentos recientes del Golfo de California pertenecen al orden Peridiniales, de los cuales nueve especies quedan incluidas en el género *Gonyaulax* y otras tantas en el género *Protoperidinium*.

De acuerdo con lo que se conoce sobre los dinoflagelados planctónicos en el Golfo de California, solamente el género *Protoperidinium* tiene buena representatividad de su fase quística en los sedimentos, es decir, que en el género *Protoperidinium* existe una correspondencia entre la cantidad y diversidad de sus representantes planctónicos y el porcentaje de dinoquistes en los sedimentos. Por su parte, las especies de dinoquistes incluidas en el género *Gonyaulax* tienen poca representatividad en la fase planctónica, ya que los planctólogos sólo citan una especie de *Gonyaulax* y este estudio revela nueve taxa de dinoquistes, lo que indica por lo menos la presencia de cinco especies de *Gonyaulax* (Tabla 2).

Debido a que la distribución de dinoquistes en el Golfo de California obedece a la interacción de varios factores, tanto ecológicos como oceanográficos y sedimentológicos, y dado que los sedimentos bajo estudio representan ± 25 años de acumulación, es evidente que la zonación de los dinoquistes refleja con mayor fidelidad la dinámica de las poblaciones planctónicas, ya que aquéllos constituyen un registro más continuo de todo tipo de fluctuaciones en dicho lapso.

La productividad dinoquística de los sedimentos del golfo indica que los quistes, además de ser abundantes, no están restringidos a alguna facies sedimentaria o subambiente, presentándose en mayor o menor cantidad en cada una de las diferentes litologías y, aunque la mayoría de las especies presenta una distribución ubicua a lo largo del golfo, se puede definir varias biofacies quísticas, caracterizadas por el porcentaje alto de ciertos taxa, como es el caso del conjunto de la fosforita, con especies exclusivas como *Polysphaeridium zoharyi* y *Spiniferites scabrata* y abundancia de dinoquistes gonyaulacoides, o el del golfo interior, con diversidad y abundancia de quistes peridinoides.

En esta investigación se observó que ciertos dinoquistes en el Golfo de California no reaccionan homogéneamente a las técnicas palinológicas, presentando grado diferente de resistencia a su desintegración parcial o total, como es el caso de *Polysphaeridium zoharyi*, *Operculodinium centrocarpum* y *Lingulodinium machaerophorum*. Además, debido al empleo de ácido clorhídrico, los quistes de pared cálcica tampoco fueron recuperados en este estudio. Por todo lo anterior, es evidente que algunos elementos del plancton no están adecuadamente representados en los sedimentos, por lo que la riqueza y diversidad de las formas quísticas debe ser aún mayor de lo que señala este estudio.

El rasgo más característico de los conjuntos de dinoquistes del Golfo de California es el predominio de los quistes peridinoides sobre los gonyaulacoides, con excepción del conjunto de la fosforita, donde estos últimos son los dominantes. Además, es distintivo del golfo la abrumadora abundancia del dinoquiste Tipo "C" de Reid y Harland, 1977, y taxa afines, descritos en esta investigación, más la presencia de numerosos acritarcas, algunos de los cuales fueron objeto también de definición, quedando todavía por estudiar otras formas aún no descritas en la literatura palinológica.

Aunque la mayoría de los dinoquistes fósiles tiene afinidades con el orden Peridinales, existen otros órdenes modernos como Dinophysiales y Gymnodinales, de los cuales sólo se conoce quistes del Jurásico y del Cretácico, respectivamente. ¿Cuáles son las razones por las que éstos y otros grupos de dinoflagelados, que antes tenían la estrategia adaptativa de formar quistes, hayan perdido dicha facultad? Desde luego que la respuesta debe descansar en los cambios genéticos y las presiones de selección acentuadas por los cambios ambientales ocurridos en los mares mesozoicos. Con base en estos hechos, no hay que descartar la posibilidad de que las formas quísticas no identificadas en el Golfo de California pudieran estar siendo producidas por grupos de dinoflagelados desnudos (Prorocentrales, Dinophysiales, Gymnodinales), que tradicionalmente se han considerado como no productores de quistes en los mares modernos.

Aunque existe variación lateral considerable de los conjuntos de dinoquistes en sedimentos holocénicos, llegando algunas especies a ser muy abundantes en áreas muy localizadas, en general, la mayoría de ellas presenta una distribución geográfica amplia, es decir, son cosmopolitas (Williams, 1971b), Wall y colaboradores (1977). Así, con base en la revisión de Bradford (1978) y otros estudios más recientes (Harland, 1982), se puede concluir que los dinoquistes identificados para el Golfo de California son cosmopolitas; no obstante, considerando el número de especies comunes con otros mares, se puede establecer que los conjuntos de dinoquistes del golfo presentan semejanzas con los del Océano Atlántico, sobre todo con la región de Woods Hole, Massachusetts, y con el Mar Caribe; también existen taxa comunes a los conjuntos del Golfo Pérsico y del Mar Arábigo.

En síntesis, los conjuntos de dinoquistes en el Golfo de California presentan afinidades con conjuntos de mares fríos y templados, así como con quistes que infrayacen aguas tropicales. Esta caracterización de los conjuntos de dinoquistes en el golfo, por tanto, demuestra la interacción de diferentes masas de agua, como la corriente fría de California y la corriente ecuatorial del Pacífico oriental, dando como resultado la "mezcla" de dinoquistes de afinidades boreales a tropicales, corroborándose en parte la biogeografía de foraminíferos bentónicos (Phleger, 1964) y los resultados de Juillet y Schrader (1983), con

base en silicoflagelados, y lo postulado por Molina-Cruz (1982), en su estudio sobre radiolarios.

La similitud cualitativa y/o cuantitativa de los conjuntos de dinoquistes, entre regiones geográficas distantes, sugiere que las formas tecadas productoras de dichos dinoquistes son especies cosmopolitas, sujetas a condiciones oceanográficas similares, las que desencadenan el mecanismo de enquistamiento, mientras que las diferencias cuantitativas en conjuntos cualitativamente semejantes, podría explicarse por la variación regional de las poblaciones planctónicas de dinoflagelados, dada por las condiciones fisicoquímicas particulares de cada área geográfica.

Esta investigación proporciona datos sobre la dinámica de los dinoquistes actuales, lo que coadyuvará a su utilización en estudios estratigráficos y paleoambientales, tanto en el golfo como en la península de Baja California, sobre todo en la exploración de este conocimiento para el establecimiento de una bioestratigrafía del Neógeno basada en dinoquistes, que potencialmente tendrá grandes repercusiones en el origen y evolución del golfo y la península de Baja California.

CONCLUSIONES

1. Desde el punto de vista ambiental, los dinoquistes del Golfo de California representan la mezcla de varios subambientes marinos: (a) ambiente de cuenca, (b) ambiente nerítico de baja latitud y (c) ambiente nerítico de latitud alta.

2. En total, fueron recuperados 31 morfotipos de quistes en los sedimentos del golfo, siendo los más abundantes el dinoquiste Tipo "C" de Reid y Harland, 1977, y formas afines, como los dinoquistes "D", "E", "F" y "G". Por lo tanto, se concluye que el Golfo de California se caracteriza por el predominio del dinoquiste Tipo "C" de Reid y Harland, 1977, y formas afines.

3. Los dinoquistes Tipo "C" de Reid y Harland, 1977, y formas afines presentan una distribución latitudinal clara, alcanzando su máxima concentración en la cuenca Guaymas y disminuyendo hacia la boca del golfo.

4. Considerando exclusivamente los quistes producidos por los dinoflagelados, los conjuntos de dinoquistes del Golfo de California presentan similitud con los de otras regiones geográficas, principalmente con los del Atlántico en el área de Woods Hole, Massachusetts, y con los del Mar Caribe; también presentan especies comunes con los conjuntos del Golfo Pérsico y el Mar Árabe.

5. Otro grupo de palinomorfos de importancia, tanto por su abundancia como por su patrón de distribución dentro del golfo, lo constituyen los quistes peridinoides, entre los que destacan *Brigantedinium simplex* y *Brigantedinium cariacensis*. Este tipo de quistes es dominante en el golfo, tanto por la abundancia relativa como absoluta, mostrando un aumento progresivo a partir de la cuenca de Guaymas hacia el golfo interior.

6. Los resultados parecen corroborar la hipótesis propuesta por algunos especialistas, que sostienen que la formación de quistes peridinoides es favorecida en ambientes neríticos y de cuenca, donde llegan a constituir los quistes de mayor abundancia.

7. Cualitativamente, los dinoquistes peridinoides evidencian la presencia de nuevas especies de *Protoperidinium*, no citadas previamente para el Golfo de California, como son *Protoperidinium subinermis* (Paulsen) Loeblich III, *Protoperidinium compressum* Balech y *Protoperidinium avellana* (Meunier) Balech.

8. En contraste con los quistes peridinoides, los dinoquistes gonyaulacoides son muy escasos a lo largo del golfo, con excepción del conjunto de la fosforita, donde son los predominantes.

9. *Spiniferites ramosus* es el quiste gonyaulacoide que se presenta con mayor abundancia a lo largo del Golfo de California, pero siempre con frecuencias muy bajas, con excepción de la fosforita, donde alcanza el 21%.

10. Fueron identificados importantes dinoflagelados formadores de quistes, tales como *Gonyaulax grindleyi*, *Gonyaulax digitalis* y *Gonyaulax polyedra*, por primera vez en el golfo, a través de los dinoquistes que dichos taxa producen.

11. Asimismo, la presencia de *Pyrodinium bahamense* — forma tecada del quiste *Polysphaeridium zoharyi* — no había sido previamente citada en estudios planctológicos, al igual que *Pyrophacus vancampoae*, forma tecada productora del quiste *Tuberculodinium vancampoae*.

12. La distribución de *Tuberculodinium vancampoae* es inconstante, localizándose solamente en la fosforita y en la cuenca de Guaymas, siempre con frecuencia menor que el 3%.

13. Existen quistes que están exclusivamente en la fosforita, como *Spiniferites scabrata*, *Operculodinium israelianum*, *Operculodinium* sp. y *Polysphaeridium zoharyi*. Esta última especie predomina en el conjunto de la fosforita, con 34% de frecuencia relativa.

14. La influencia de la corriente del Pacífico oriental en el golfo queda demostrada por la presencia de dinoquistes, previamente evaluados en otros estudios, característicos de corrientes de aguas cálidas, como *Polysphaeridium zoharyi* y *Tuberculodinium vancampoae*.

15. La presencia de la corriente fría de California dentro del Golfo de California se comprueba principalmente por la existencia de los dinoquistes *Lingulodinium machaerophorum*, *Nematosphaeropsis labyrinthica* y *Operculodinium centrocarpum*, cuyas formas planctónicas son comunes en corrientes frías y templadas. Además, la corriente de California puede ser la fuente de fosfatos para la formación de fosforita en el Golfo de California.

16. En el Golfo de California, con base en los dinoquistes y su relación con los dinoflagelados que los producen, es posible afirmar la presencia de nuevas especies de dinoflagelados — hasta ahora no registradas por los planctólogos — que incrementan aún más la diversidad de estas formas para el golfo.

17. La abundancia y diversidad de dinoquistes son indicadoras por sí mismas de la riqueza en nutrientes que existe en el Golfo de California.

18. La distribución cualitativa y cuantitativa de los dinoquistes en el Golfo de California obedece a la interacción de los procesos biológicos, sedimentológicos y oceanográficos que operan simultáneamente en el golfo.

19. La distribución espacial de los dinoquistes facilitará la aplicación de este grupo en estudios bioestratigráficos y paleoceanográficos, lo cual redundará en la ampliación del conocimiento sobre el origen y la evolución del Golfo de California.

DESIDERATA

Debido a que ciertas áreas del Golfo de California con medio ambientes distintivos no fueron muestreadas (*i.e.*, la parte meridional del golfo externo) o si lo fueron, el muestreo fue inadecuado (*i.e.*, el mar interior), los resultados presentados son de carácter general. Seguramente que estudios futuros — con muestreos más detallados, cerrando la cuadrícula a intervalos regulares a lo largo y ancho del golfo, aunados a mejores observaciones planctónicas y oceanográficas — mejorarán y afinarán los resultados y conclusiones obtenidos en la presente investigación.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de la M. en C. Ana Cecilia Tomasini-Ortiz en la recolección y en la maceración de los sedimentos por medio de técnicas palinológicas. Asimismo, se agradece a la Sra. Evangelina Gutiérrez, la mecanografía inicial del manuscrito; a Fernando Vega-López y Arturo Osorio-Betancourt, la elaboración de los mapas; y a la Sra. Yolanda G. de Hernández, la realización del manuscrito final, así como la elaboración de las diferentes tablas. A la Bióloga Margarita Reyes-Salas se agradece su participación en la toma de las fotografías de microscopio electrónico de barrido. Por último, se agradece la labor editorial de las siguientes personas: Magdalena Alcayde, Arturo Gómez-Caballero, Juan Manuel López y Ruth Moreno-Chávez.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, W. E., 1937, A large catch of *Noctiluca*: Science, v. 86, núm. 2226, p. 197-198.
- 1941, Twenty years' statistical studies of marine plankton dinoflagellates of southern California: American Midland Naturalist, v. 26, p. 603-635.
- Álvarez-Arellano, A. D., 1984, Evolución del frente térmico en la boca del Golfo de California: México, D. F., Universidad Nacional Autónoma de México, Colegio de Ciencias y Humanidades, Unidad Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado, tesis de maestría, 124 p. (inédita).
- Anderson, D. M., y Wall, David, 1978, Potential importance of benthic cysts of *Gonyaulax tamarensis* and *G. excavata* in initiating toxic dinoflagellate blooms: Journal of Phycology, v. 14, p. 224-234.
- Arends, R. G., y Damassa, S. P., 1980, Diatoms, silicoflagellates and palynomorphs from Holocene sediments in the southern California continental borderland Quaternary depositional environments of the Pacific Coast, in Field, M. E., et al., eds., Pacific Coast Paleogeography: Symposium, 4, Bakersfield, CA, p. 313-324.
- Balech, Enrique, 1974, El género *Protoperidinium* Bergh, 1881 (*Peridinium* Ehrenberg 1831, Partim): Buenos Aires, Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales, Hidrobiología, t. 4, núm. 1, 79 p.
- Ballog, R. A., y Malloy, R. E., 1981, Neogene palynology from the southern California continental borderland, Site 467, Deep Sea Drilling Project Leg 63, in Orlofsky, Susan, et al., eds., Leg 63 of the cruises of the drilling vessel Glomar Challenge, Long Beach, California to Mazatlán, Mexico: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, v. 63, p. 565-576.

- Barreiro-Güenes, M. T., 1967, Sistemática y distribución de dinoflagelados de los géneros *Ceratium* y *Peridinium* en el Golfo de California: Congreso Nacional de Oceanografía, 3, Campeche, Resúmenes, 1 p. sin núm. (resumen).
- Benedek, P. N., 1972, Phytoplanktonen aus dem Mittel-und Oberoligozaen von Toenisberg (Niederrheingebiet): *Palaeontographica*, Abteilung B, Paläophytologie, v. 137, 71 p.
- Bentor, Y. K., 1980, Phosphorites—the unsolved problems, in Bentor, Y. K., y Scripps Institution of Oceanography, eds., *Marine phosphorites—geochemistry, occurrence, genesis: International Congress on Sedimentology*, 10, Jerusalén, 1978, A symposium, p. 3-18.
- Blasco, Dolors, 1977, Red tide in the upwelling region of Baja California: *Limnology and Oceanography*, v. 22, p. 255-263.
- Bradford, M. R., 1975, New dinoflagellate cyst genera from the recent sediments of the Persian Gulf: *Canadian Journal of Botany*, v. 53, p. 3064-3074.
- 1978, An annotated bibliographic and geographic review of Pleistocene and Quaternary dinoflagellate cysts and acritarchs: *American Association of Stratigraphic Palynologists Contribution Series*, núm. 6, 192 p.
- Bradford, M. R., y Wall, D. A., 1984, The distribution of Recent organic-walled dinoflagellate cysts in the Persian Gulf, Gulf of Oman, and northwestern Arabian Sea: *Palaeontographica*, Abteilung B, Paläophytologie, v. 192, p. 16-84.
- Brongersma-Sanders, Margaretha, 1957, Mass mortality in the sea, in Hedgpeth, J. W., ed., *Treatise of marine geology and paleoecology: Geological Society of America Memoir* 67, v. 1, p. 941-1010.
- Bujak, J. P., Downie, Charles, Eaton, G. L., y Williams, G. L., 1980, Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Eocene of southern England: Londres, Association of Palaeontologists, *Special Papers Palaeontology*, núm. 24, 100 p.
- Burnett, W. C., Veeh, H. H., y Soutar, A., 1980, U-series, oceanographic and sedimentary evidence in support of recent formation of phosphate nodules off Peru, in Bentor, Y. K., y Scripps Institution of Oceanography, eds., *Marine phosphorites—geochemistry, occurrence, genesis: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication* 29, p. 61-71.
- Byrne, J. V., y Emery, L. P., 1960, Sediments of the Gulf of California: *Geological Society of America Bulletin*, v. 71, parte 2, p. 983-1010.
- Calvert, S. E., 1964, Factors affecting distribution of laminated diatomaceous sediments in Gulf of California, in Van Andel, Tj. H., y Shor, G. G., Jr., eds., *Marine geology of the Gulf of California—A symposium: American Association of Petroleum Geologists Memoir* 3, p. 311-330.
- 1966, Origin of diatom—rich, varved sediments from the Gulf of California: *Journal of Geology*, v. 74, p. 546-564.
- Cross, A. T., Thompson, G. G., y Zaitzeff, J. B., 1966, Source and distribution of palynomorphs in bottom sediments, southern part of the Gulf of California: *Marine Geology*, v. 4, p. 467-524.
- Cupp, E. E., y Allen, W. M., 1938, Plankton diatoms of the Gulf of California: *Allan Hancock Pacific Expedition*, v. 3, p. 61-100.
- Dale, Barrie, 1976, Cyst—formation, sedimentation, and preservation—factors affecting dinoflagellate assemblages in recent sediments from Trondhimsfjord, Norway: *Review of Palaeobotany and Palynology*, núm. 22, p. 39-60.
- 1977, Cysts of the toxic red-tide dinoflagellate *Gonyaulax excavata* (Braarud) Balech from Oslof jorden, Norway: *Sarsia*, v. 63, p. 29-34.
- Davey, R. J., y Williams, G. L., 1966, The genera *Hystrichosphaera* and *Achomosphaera*, in Davey, R. J., Downie, C., Sarjeant, W. A. S., y Williams, G. L., eds., *Studies on Mesozoic dinoflagellate cysts: British Museum (Natural History) Bulletin, Geology Appendix to Supplement* 3, p. 28-52.
- D'Coninck, J., 1969, Dinophyceae et acritarcha de l'Yprésien du Sondage de Kallo: Bruselas, Institut Royal des Séances Naturelles de Belgique *Memoire* 161, 67 p.

- Dodge, J. D., 1985, Atlas of dinoflagellates—a scanning electron microscope survey: Londres, Farrand Press, 119 p.
- Downie, Charles, Hussain, M. A., y Williams, G. L., 1971, Dinoflagellates and standacritarch associations in the Paleogene of southeast England: *Geoscience and Man*, v. 3, p. 29-35.
- Echols, D. J., y Schaeffer, K. M. M., 1960, Microforaminifera of the Marianna Limestone (Oligocene) from Little Stave Creek, Alabama: *Micropaleontology*, v. 6, p. 399-415.
- Emery, K. O., y Dietz, R. S., 1950, Submarine phosphorite deposits off California and Mexico: *Journal of Mines and Geology*, v. 46, p. 7-15.
- Eppley, R. W., y Harrison, W. G., 1975, Physiological ecology of *Gonyaulax polyedra*, a red water dinoflagellate of southern California, in LoCicero, V. R., ed., Toxic dinoflagellate blooms: Science and Technology Foundation, International Conference on Toxic Dinoflagellate, 1, Wakefield, Massachusetts, Proceedings, p. 11-22.
- Estrada, Marta, y Blasco, Dolores, 1979, Two phases of the phytoplankton community in the Baja California upwelling: *Limnology and Oceanography*, v. 24, p. 1065-1080.
- Evitt, W. R., 1961, Observations on the morphology of fossil dinoflagellates: *Micropaleontology*, v. 7, p. 385-420.
- 1970, Dinoflagellates—a selective review: *Geoscience and Man*, v. 1, p. 29-45.
- 1985, Sporopollen in dinoflagellate cysts—their morphology and interpretation: Dallas, American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 333 p.
- Gilbert, J. Y., y Allen, W. E., 1943, The phytoplankton of the Gulf of California obtained by the "E. W. Scripps" in 1939 and 1940: Sears Foundation, *Journal of Marine Research*, v. 5, p. 89-110.
- Graham, H. W., 1943, *Gymnodinium catenatum*, a new dinoflagellate from the Gulf of California: *Transactions of the American Microsc. Society*, v. 62, p. 259-251.
- Griffiths, R. C., 1963, Studies of oceanic fronts in the mouth of the Gulf of California, an area of tuna migrations: Food and Agriculture Organizations of the United Nations (F.A.O.), Fish report, v. 6, p. 1583-1609.
- Harland, Rex, 1973, Quaternary (Flandrian) dinoflagellate cysts from the Grand Banks, off Newfoundland, Canada: *Review of Palaeobotany and Palynology*, v. 16, p. 229-242.
- 1977, Recent to late Quaternary (Flandrian and Devensian) dinoflagellate cysts from marine continental shelf sediments around the British Isles: *Palaeontographica, Abteilung B, Paläophytologie*, v. 164, p. 87-126.
- 1978, Modern and Quaternary organic-walled microplankton from the northeast Irish Sea, in Pautin, H. M., ed., Quaternary sediments from the north-east Irish Sea—Isle of Man to Cumbria: Great Britain Geological Survey Bulletin, v. 64, p. 41-43.
- 1979, Dinoflagellate biostratigraphy of Neogene and Quaternary sediments at holes 400/400A in the Bay of Biscay; Leg 48 of the cruises of the drilling vessel Glomar Challenger, Brest, France, to Aberdeen, Scotland: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, v. 48, p. 531-545.
- 1982, A review of recent and Quaternary organic walled dinoflagellate cysts of the genus *Protoperidinium*: *Palaeontology*, v. 5, parte 2, p. 369-397.
- Harland, Rex, Reid, P. C., Dobell, P.E.Q., y Norris, Geoffrey, 1980, Recent and sub-recent dinoflagellate cysts from the Beaufort Sea, Canadian Arctic: *Grana*, v. 19, p. 211-226.
- Heusser, L. E., 1982, Pollen analysis of laminated and homogeneous sediment from the Guaymas Basin, Gulf of California: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, v. 64, parte 2, p. 1217-1223.
- Holmes, R. W., Williams, P. M., y Eppley, R. W., 1967, Red water in La Jolla Bay, 1964-1966: *Limnology and Oceanography*, v. 12, p. 503-512.
- Hughes, M. J., Gregory, D. M., Harland, Rex, y Wilkinson, I. P., 1977, Late Quaternary foraminifera and dinoflagellate cysts from boreholes in the U. K. Sector of the North Sea between 56°N and 58°N: Institute of Geological Sciences Report 77, p. 36-46.
- Juillet, Anne, Labeyrie, L. D., y Schrader, H. J., 1983, Oxygen isotope composition of diatom silica and silicoflagellate assemblage changes in the Gulf of California—a 700 year upwelling study, in Thiede, Jörn,

- et al.*, eds., Coastal upwelling, its sediment record; Parte B, Sedimentary records of ancient coastal upwelling: Collection NATO, Series IV, Marine Science, Proceedings, Plenum Press, p. 277-293.
- Klement, K. W., 1961, Armored dinoflagellates of the Gulf of California: Institute of Marine Resources, Annual Report 1960-1961, p. 9-12.
- 1964, Armored dinoflagellates of the Gulf of California: La Jolla, University of California, Scripps Institution of Oceanography, Bulletin, v. 8, p. 347-372.
- Kolodny, Y., y Kaplan, I. R., 1970, Uranium isotopes in the sea floor phosphorites: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 34, p. 3-24.
- Lentin, I. K., y Williams, G. L., 1973, Fossil dinoflagellates—index to genera and species: Geological Survey of Canada, Paper 73-42, 176 p.
- Loeblich, A. R., III, 1969, Thecal ultrastructure and composition of modern dinoflagellates: *Journal of Paleontology*, v. 43, p. 892.
- Marie-Pierre, Aubry, Yasumochi, Matoba, y Molina-Cruz, Adolfo, 1982, Synthesis of Leg 64 biostratigraphy, in Curray, J. R., *et al.*, ed., Leg 64 of the cruises of the drilling vessel Glomar Challenger, Mazatlán, Mexico, to Long Beach, California: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, v. 64, parte 1, p. 1057-1064.
- Matzuoka, Kayumi, 1976a, Recent thecate and fossilized dinoflagellate off Hochinohe Coast, northeastern Japan: Publication Seto Marine Biological Laboratory, v. 23, p. 351-369.
- 1976b, Paleoenvironmental study of the Saho and Saidaiji formations from a view point of palynology: Bulletin of the Mizunami Fossil Museum, v. 3, p. 99-117.
- 1981, Dinoflagellate cysts and pollen in pelagic sediments in the northern part of the Phillipine Sea: Nagasaki University of Natural Science, Bulletin of the Faculty of Liberal Arts, v. 21, p. 59-70.
- Mckee, E. D., Chronic, John, y Leopold, E. B., 1959, Sedimentary belts in Lagoon of Kapingamarangi Atoll: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 43, parte 1, p. 501-562.
- Molina-Cruz, Adolfo, 1982, Radiolarians in the Gulf of California—Deep Sea Drilling Project Leg 64, in Curray, J. R., *et al.*, ed., Leg 64 of the cruises of the drilling vessel Glomar Challenger, Mazatlán, Mexico to Long Beach, California: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, v. 64, parte 2, p. 983-1002.
- Moore, D. G., 1973, Plate-edge deformation and crustal growth, Gulf of California since the late Pliocene: *Science*, v. 161, p. 1238-1241.
- Moore, D. G., y Curray, J. R., 1982, Geologic and tectonic history of the Gulf of California, in Curray, J. R., *et al.*, ed., Leg 64 of the cruises of the drilling vessel Glomar Challenger, Mazatlán, Mexico to Long Beach, California: Initial reports of the Deep Sea Drilling Project, v. 64, p. 1279-1294.
- Morzadec-Kerfourn, M. T., 1976, La signification écologique des dinoflagellés et leur intérêt pour l'étude des variations du niveau marin: *Revue de Micropaléontologie*, v. 18, p. 229-235.
- 1977, Les kystes de dinoflagellés dans les sédiments récents le long des côtes bretonnes: *Revue de Micropaléontologie*, v. 20, p. 157-166.
- 1979, La mer pelagienne—étude sédimentologique et écologique de Plateau Tunisien et de Golfe de Gabes: Provence, Francia, Université de Provence, Géologie Méditerranéenne, v. 6, p. 221-246.
- Nienhuis, H. J., 1980, Phytoplankton characteristics in the southern part of the Gulf of California: CIBCASIO, Meeting, 6, La Jolla, California, Transactions, v. 6, p. 153-187.
- Osorio-Tafall, B. F., 1942, Notas sobre algunos dinoflagelados planctónicos marinos de México, con descripción de nuevas especies: México, D. F., Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Anales, v. 2, p. 435-447.
- 1943, El Golfo de California y la productividad fitoplanctónica de sus aguas: México, D. F., Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Anales, v. 3, p. 73-118.
- Parker, R. H., 1964, Zoogeography and ecology of macroinvertebrates of Gulf of California and continental slope of western Mexico, in Van Andel, T. H., y Shor, G. G., Jr., eds., Marine geology of the Gulf of California—a symposium: American Association of Petroleum Geologists Memoir 3, p. 331-376.

- Parrish, J. T., y Curtis, R. L., 1982, Atmospheric circulation, upwelling, and organic-rich rocks in the Mesozoic and Cenozoic eras: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 40, p. 31-66.
- Phleger, F. B., 1964, Patterns of living benthonic foraminifera, Gulf of California, in Van Andel, T. H., y Shor, G. G., Jr., eds., *Marine geology of the Gulf of California—a symposium: American Association of Petroleum Geologists Memoir 3*, p. 377-394.
- Planchais, N., Quet-Pasquier, L., Cour, P., Thommeret, J., y Thommeret, Y., 1977, Essai de palynologie côtière appliquée au remplissage flandrien de Palavas (Hérault): *Académie des Sciences Paris, Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances, Série D, Sciences Naturelles*, v. 284, p. 159-162.
- Prakash, A., 1967, Growth and toxicity of a marine dinoflagellate *Gonyaulax tamarensis*: *Journal of Fisheries Resources Board of Canada*, v. 24, p. 1589-1606.
- Reid, P. C., 1972, Dinoflagellate cyst distribution around the British Isles: *Journal of Marine Biology*, v. 52, p. 939-944.
- 1974, Gonyaulacacean dinoflagellate cysts from the British Isles: *Nova Hedwigia*, v. 25, p. 579-603.
- 1975, A regional sub-division of dinoflagellate cysts around the British Isles: *New Phytology*, v. 75, p. 589-603.
- 1977, Peridiniacean and Glenodiniacean dinoflagellate cysts from the British Isles: *Nova Hedwigia*, v. 29, p. 429-462.
- Reid, F. M. H., Fuglister, E., y Jordan, J. B., 1970, The ecology of the plankton off La Jolla, California; parte 4, Phytoplankton taxonomy and standing crop in the period April through September 1967: *La Jolla, University of California, Scripps Institution of Oceanography Bulletin*, v. 17, p. 51-67.
- Reid, P. C., y Harland, Rex, 1977, Studies of Quaternary dinoflagellate cysts from the North Atlantic: *American Association of Stratigraphic Palynologists, Contribution Series*, v. 5A, p. 147-169.
- Reinecke, P., 1967, *Gonyaulax grindleyi* sp. nov. A dinoflagellate causing a red tide at Elands Bay, Cape Province, in December 1966: *South African Journal of Botany*, v. 33, p. 157-160.
- Revelle, Roger, 1950, Sedimentation and oceanography, Part 5 of 1940 E. W. Scripps cruise to the Gulf of California: *Geological Society of America Memoir 43*, p. 1-6.
- Roden, G. I., 1964, Oceanographic aspects of Gulf of California, in Van Andel, Tj. H., y Shor, G. G., Jr., eds., *Marine geology of the Gulf of California—a symposium: American Association of Petroleum Geologists Memoir 3*, p. 30-58.
- Roden, G. I., y Groves, G. W., 1959, Recent oceanographic investigations in the Gulf of California: *Journal of Marine Research*, v. 18, p. 10-35.
- Rosignol-Strick, Martine, 1961, Analyse pollinique de sédiments marins quaternaires en Israël; parte 1, Sédiments récents: *Pollen et Spores*, v. 3, p. 303-324.
- 1962, Analyse pollinique de sédiments marins quaternaires en Israël; parte 2, sédiments pleistocènes: *Pollen et Spores*, v. 4, p. 121-148.
- 1964, Hystrichosperes du Quaternaire en Méditerranée Orientale, dans les sédiments pleistocènes et les boues marines actuelles: *Revue de Micropaléontologie*, v. 7, p. 83-99.
- Rosignol-Strick, Martine, y Duzer, D., 1979, Late Quaternary pollen and dinoflagellate cysts in marine cores off west Africa: *Berlin "Meteor" Forschungsergebnisse, Reihe C, Geologie und Geophysik (Deutsche Forschungsgemeinschaft), Gebraueder Borntraeger*, núm. 30, p. 1-14.
- Santiago-Mandujano, F., 1980, Aplicación del método dinámico y análisis de correntometría directa para el estudio de la circulación y el transporte de agua en la boca del Golfo de California: México, D. F., Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, tesis profesional, 78 p. (inédita).
- Sarjeant, W.A.S., 1970a, Xanthidia, Palinospheres and Hystrix: *Microscopy*, v. 31, parte 9, p. 221-253.
- 1970b, The genus *Spiniferites* Mantell, 1850 (Dinophyceae): *Grana*, v. 10, p. 74-78.
- Scull, B. J., Felix, C. J., McCaleb, S. B., y Shaw, W. G., 1966, The inter-discipline approach to paleoenvironmental interpretations: *Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions*, v. 16, p. 81-117.

- Steidinger, K. A., 1975, Basic factors influencing red tides, in LoCicero, V. R., ed., Toxic dinoflagellate blooms: Science and Technology Foundation, International conference on toxic dinoflagellates, 1, Wakefield, Massachusetts, Proceedings, p. 153-167.
- 1979, Collection, enumeration and identification of free-living marine dinoflagellates in Taylor, D. L., y Seliger, H. H., eds., Toxic dinoflagellate blooms: Nueva York, Elsevier, p. 435-442.
- Sverdrup, H. U., 1941, The Gulf of California. Research within physical oceanography and submarine geology at the preliminary discussion of the cruise of the E. W. Scripps Institution of Oceanography during Apr. 1939-Apr. 1940: American Geophysical Union, Pacific Science Congress, 6, California, Proceedings, v. 3, p. 161-166.
- Taylor, F.J.R., 1976, Dinoflagellates from the International Indian Ocean Expedition: Bibliotheca Botanica, v. 132, 234 p.
- Traverse, Alfred, y Ginsburg, R. N., 1966, Palynology of the surface sediments of Great Bahama Bank, as related to water movement and sedimentation: Marine Geology, v. 4, p. 417-459.
- Turon, J. L., 1978, Les dinoflagellés temoins des paléoenvironnements durant l'Holocène dans l'Atlantique nord-oriental — signification paléohydrologique et paléoclimatique: Académie des Sciences Paris, Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances, Série D, Sciences Naturelles, v. 286, p. 1861-1864.
- Valero-Gamboa, Martha, 1980, Abundancia y distribución de fitoplancton superficial en la primavera de 1978, en el Golfo de California, México: México, D. F., Secretaría de Marina, Dirección General de Oceanografía, 18 p.
- Van Andel, T. H., 1964, Recent marine sediments of Gulf of California, in Van Andel, Tj. H., y Shor, G. G., Jr., eds., Marine Geology of the Gulf of California: American Association of Petroleum Geologists Memoir 3, p. 216-310.
- Vozzhennikova, T. F., 1967, Introduction to the study of fossil Peridininid algae (traducción del ruso al inglés): Moscow Izdatel Nauka, 156 p. Boston Spa, Yorkshire, Gran Bretaña, National Lending Library for Science and Technology, 236 p.
- Wall, David, 1965, Modern hystrichospheres and dinoflagellate cysts from the Woods Hole region: Grana Palynologica, v. 6, p. 297-314.
- 1967, Fossil microplankton in deep-sea cores from the Caribbean Sea: Paleontology, v. 10, parte 1, p. 95-123.
- 1970, Quaternary dinoflagellate micropaleontology — 1959 to 1969: North American Paleontological Convention, Chicago, 1969, Ultramicroplankton, Proceedings, parte G, p. G844-G866.
- 1971, The lateral and vertical distribution of dinoflagellates in Quaternary sediments, in Funnel, B. M., y Riedel, W. R., eds., The micropaleontology of oceans: Cambridge University Press, p. 399-405.
- Wall, David, y Dale, Barrie, 1968, Modern dinoflagellate cysts and evolution of the Peridinales: Micropaleontology, v. 14, p. 265-304.
- 1969, The hystrichosphaerid resting spore of the dinoflagellate *Pyrodinium bahamense*: Journal of Phycology, v. 5, p. 140-149.
- 1970, Living hystrichosphaerid dinoflagellate spores from Bermuda and Puerto Rico: Micropaleontology, v. 16, p. 47-58.
- 1974, Dinoflagellates in late Quaternary deep-water sediments of Black Sea, in Degens, E. Q., y Ross, D. A., eds., The Black Sea — geology, chemistry and biology: American Association of Petroleum Geologists Memoir 20, p. 364-380.
- Wall, David, Lohmann, G. P., y Smith, W. K., 1977, The environmental and climatic distribution of dinoflagellate cysts in modern marine sediments from regions in the north and south Atlantic Oceans and adjacent seas: Marine Micropaleontology, v. 2, p. 121-200.
- Wall, David, y Warren, J. S., 1969, Dinoflagellates in Red Sea piston cores, in Egon, T. D., y Ross, D. A., eds., Hot brines and recent heavy metal deposits in the Red Sea — a geochemical and geophysical account: Nueva York, Springer-Verlag, p. 317-328.

- Warsh, C. E., Warsh, K. L., y Staley, R. C., 1973, Nutrients and water masses at the mouth of the Gulf of California: *Deep Sea Research*, v. 20, p. 561-570.
- Williams, D. B., 1965, The distribution and palaeoecology of microplankton in recent marine sediments: Berkshire, University of Reading, disertación doctoral, 289 p. (inérita).
- 1971a, The distribution of marine dinoflagellates in relation to physical and chemical conditions, *in* Funnel, B. M., y Riedel, W. R., eds., *The micropaleontology of oceans*: Cambridge University Press, p. 91-96.
- 1971b, The occurrence of dinoflagellates in marine sediments, *in* Funnel, B. M., y Riedel, W. R., eds., *The micropaleontology of oceans*: Cambridge University Press, p. 231-243.
- Wilson, L. R., y Hoffmeister, W. S., 1952, Small foraminifera: *Micropaleontologist*, v. 6, p. 26-28.
- Wood, E. J. F., 1954, Dinoflagellates of the Caribbean Sea and adjacent areas: Coral Gables, Florida, University of Miami Press, 143 p.
- Wyrski, K., 1975, El Niño—the dynamic response of equatorial Pacific Ocean to atmospheric forcing: *Journal of Physical Oceanography*, v. 52, p. 572-584.
- Yentsch, C. M., y Yentsch, Ch. S., 1977, Red tides, *in* Clark, J. R., ed., *Coastal ecosystem management, a technical manual for the conservation of coastal zone resources*, p. 691-694.

LÁMINAS 1-6

LÁMINA 1

DINOQUISTES GONYAULACOIDES Y PYROFACOIDES

Figura 1.- *Lingulodinium machaerophorum* (Deflandre y Cookson, 1955) Wall, 1967 (X 1,000).

Figura 2.- *Nematosphaeropsis labyrinthea* (Ostenfeld, 1903) Reid, 1974 (X 1,000).

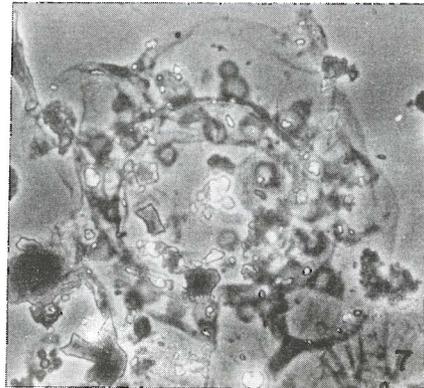
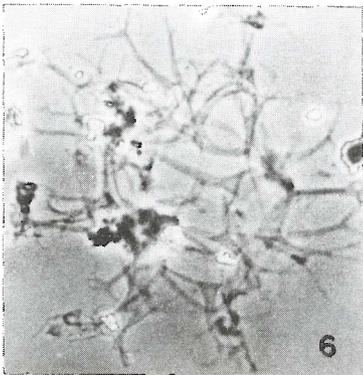
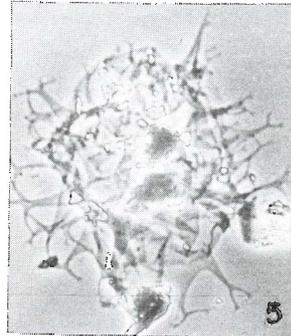
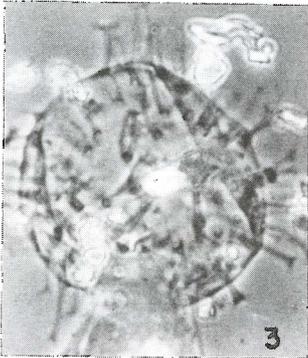
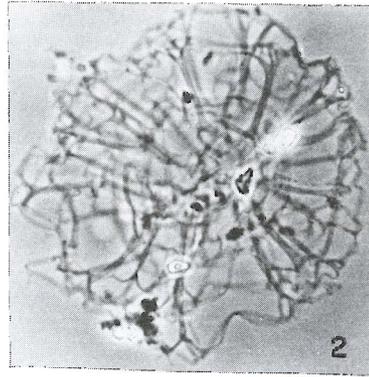
Figura 3.- *Operculodinium centrocarpum* (Deflandre y Cookson, 1955) Wall, 1967 (X 1,000).

Figura 4.- *Spiniferites bentori* (Rossignol, 1964) Wall y Dale, 1970 (X 1,000).

Figura 5.- *Spiniferites mirabilis* (Rossignol, 1964) Sarjeant, 1970 (X 500).

Figura 6.- *Spiniferites ramosus* (Ehrenberg, 1838) Loeblich y Loeblich, 1966 (X 1,000).

Figura 7.- *Tuberculodinium vancampoe* (Rossignol, 1962) Wall, 1967 (X 500).



DINOQUISTES GONYAULACOIDES Y PYROFACOIDES

LÁMINA 2

DINOQUISTES GONYAULACOIDES Y PYRODINOIDES

Figura 1.- *Lingulodinium machaerophorum* (Deflandre y Cookson, 1955) Wall, 1967 (X 600).

Figura 2.- *Nematosphaeropsis labyrinthea* (Ostenfeld, 1903) Reid, 1974 (X 600).

Figura 3.- *Operculodinium centrocarpum* (Deflandre y Cookson, 1955) Wall, 1967 (X 600).

Figura 4.- *Operculodinium israelianum* (Rossignol, 1962) Wall, 1967 (X 600).

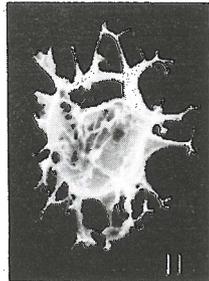
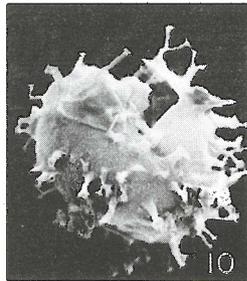
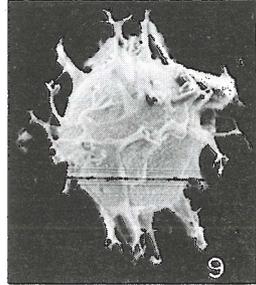
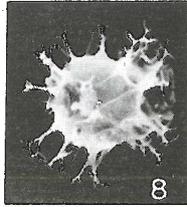
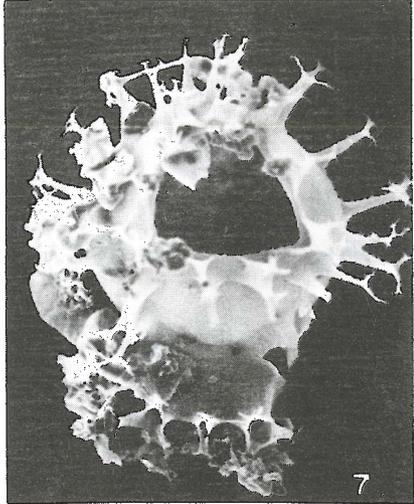
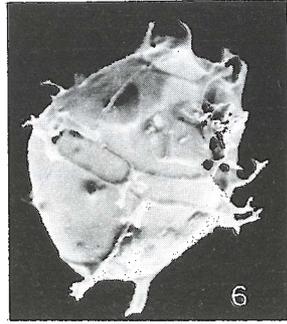
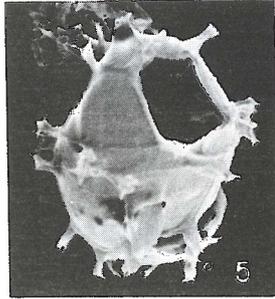
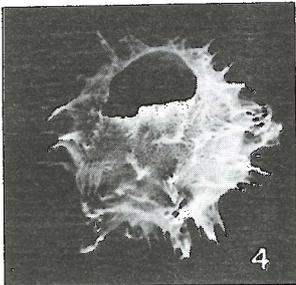
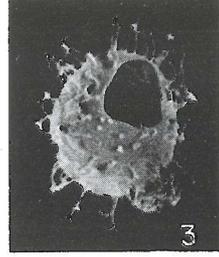
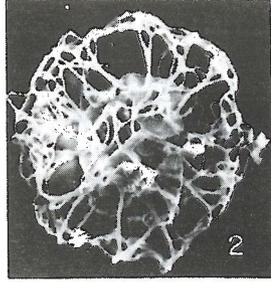
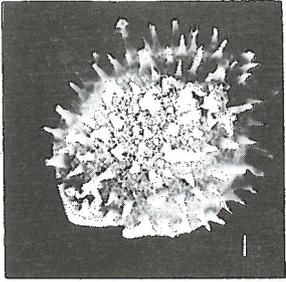
Figuras 5 y 6.- *Spiniferites bentori* (Rossignol, 1964) Wall y Dale, 1970 (X 600).

Figura 7.- *Spiniferites mirabilis* (Rossignol, 1964) Sarjeant, 1970 (X 600).

Figura 8 y 11.- *Spiniferites ramosus* (Ehrenberg, 1838) Loeblich y Loeblich, 1966 (X 600).

Figura 9.- *Spiniferites scabratus* (Wall, 1967) Sarjeant, 1970 (X 600).

Figura 10.- *Polysphaeridium zoharyi* (Rossignol, 1962) Bujak *et al.*, 1980 (X 600).



DINOQUISTES GONYAULACOIDES Y PYRODINOIDES

LÁMINA 3

DINOQUISTES PYRODINOIDES Y PERIDINOIDES

Figuras 1 y 3.- *Protopteridinium* (*Archaeppteridinium* sección *Stelladinium*) *compressum* (Åbe) Balech, 1974 (X 500).

Figura 2.- *Polysphaeridium* *zoharyi* (Rossignol, 1962), Bujak *et al.*, 1980 (X 1000).

Figura 4.- *Protopteridinium* (*Protopteridinium* sección *Selenopemphix*) *conicum* (Gran) Balech, 1974 (X 500).

Figura 5.- *Protopteridinium* (*Protopteridinium* sección *Trinovantedinium*) *pentagonum* (Gran) Balech, 1974 (X 500).

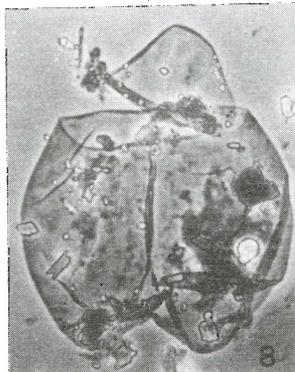
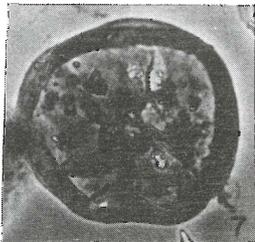
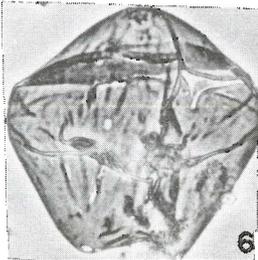
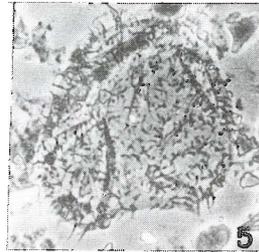
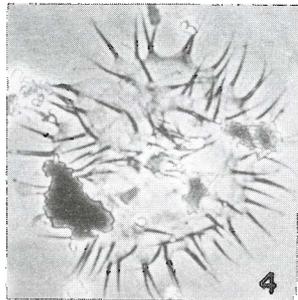
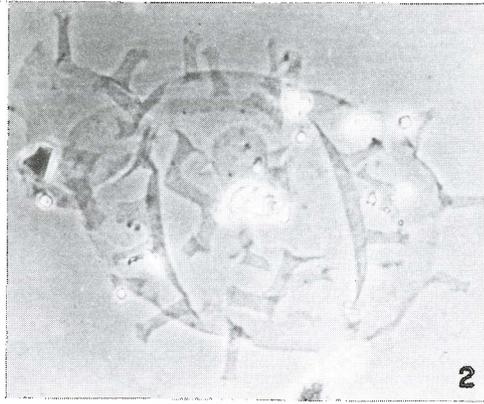
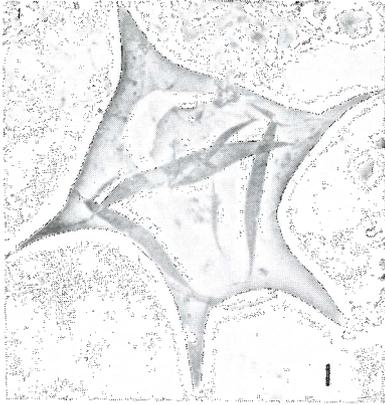
Figura 6.- *Lejeunia* *paratenella* Benedeck, 1972 (X 500).

Figura 7.- *Protopteridinium* (*Protopteridinium* sección *Selenopemphix*) *subinerme* (Paulsen) Loeblich III, 1969 (X 500).

Figura 8.- *Protopteridinium* (*Protopteridinium*) *oblongum* (Aurivillius) Balech, 1974 (X 500).

Figura 9.- *Protopteridinium* (*Protopteridinium*) *conicoides* (Paulsen) Balech, 1974 (X 500).

Figura 10.- *Protopteridinium* (*Archaeppteridinium*) *avellana* (Meunier) Balech, 1974 (X 500).



DINOQUISTES PYRODINOIDES Y PERIDINOIDES

LÁMINA 4

DINOQUISTES DE AFINIDAD INCIERTA

Figura 1.- Dinoquiste "A", Pb-2443 (V-4), coordenadas 104 X 18 (X 500).

Figura 2.- Dinoquiste "A", Pb-2443 (V-4), coordenadas 117 X 20 (X 500).

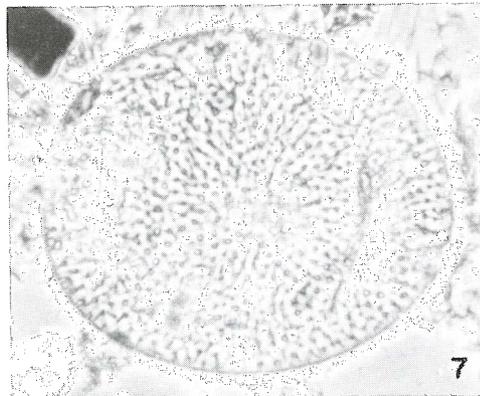
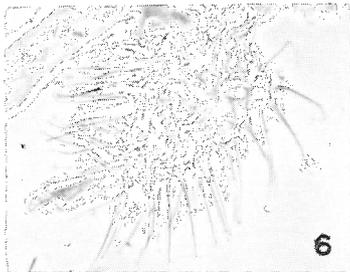
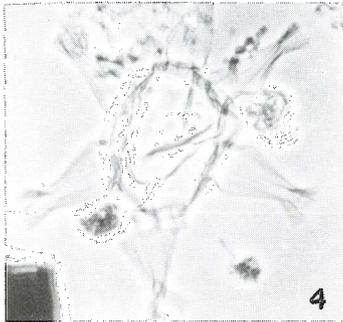
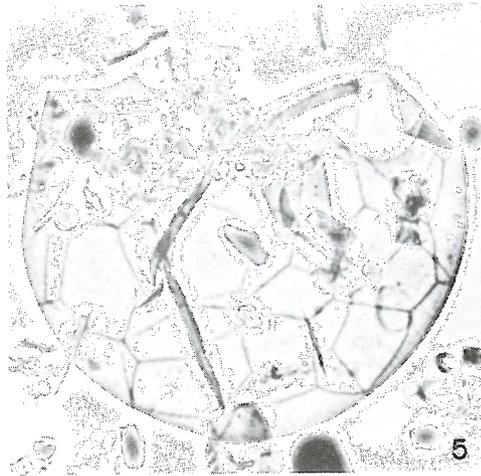
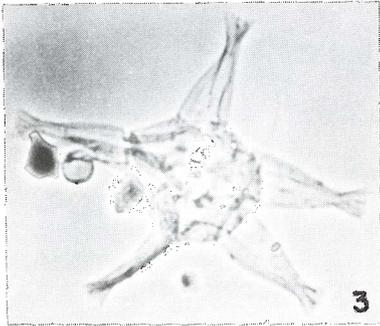
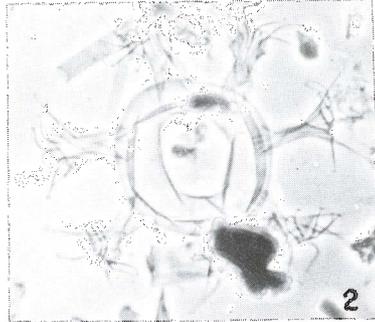
Figura 3.- Dinoquiste "B", Pb-2440 (V-1), coordenadas 114.6 X 17 (X 500).

Figura 4.- Dinoquiste "B", Pb-2436 (V-2), coordenadas 105 X 10 (X 500).

Figura 5.- Dinoquiste "J", Pb-2459 I (V-4), coordenadas 108.2 X 17 (X 500).

Figura 6.- Dinoquiste "C", Pb-2441 (V-1), coordenadas 104 X 8.7 (X 500).

Figura 7.- Dinoquiste "I", Pb-2443 (V-4), coordenadas 109.2 X 14 (X 500).

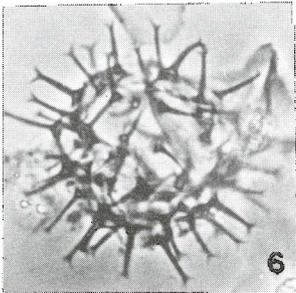
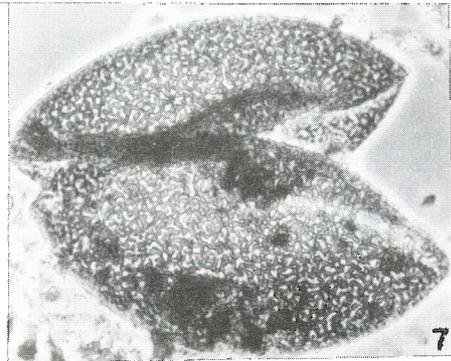
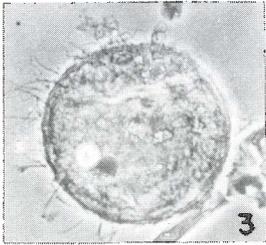
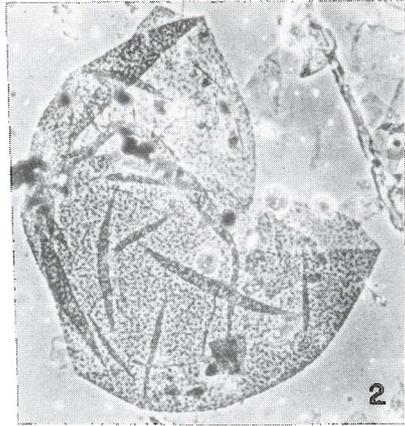
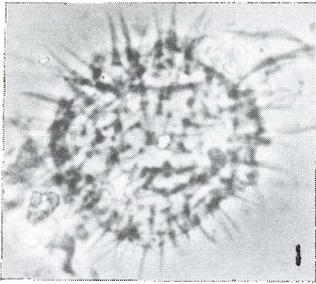


DINOQUISTES DE AFINIDAD INCIERTA

LÁMINA 5

DINOQUISTES DE AFINIDAD INCIERTA

- Figura 1.- Dinoquiste Tipo "B" de Reid y Harland, 1977 (X 1,000).
- Figura 2.- Dinoquiste Tipo "C" de Reid y Harland, 1977 (X 500).
- Figura 3.- Dinoquiste Tipo "D" de Reid y Harland, 1977 (X 500).
- Figura 4.- Dinoquiste "F" aff. Tipo "C" de Reid y Harland, 1977, Pb-2470, coordenadas 108.6 X 18.6 (X 500).
- Figura 5.- Dinoquiste "E" aff. Tipo "C" de Reid y Harland, 1977, Pb-2459 I, coordenadas 114.6 X 14 (X 500).
- Figura 6.- Dinoquiste "H", Pb-2442-1, coordenadas 108.1 X 14 (X 1,000).
- Figura 7.- Dinoquiste "G" aff. Tipo "C" de Reid y Harland, 1977, Pb-1468, coordenadas 103 X 14.6 (X 500).



DINOQUISTES DE AFINIDAD INCIERTA

LÁMINA 6

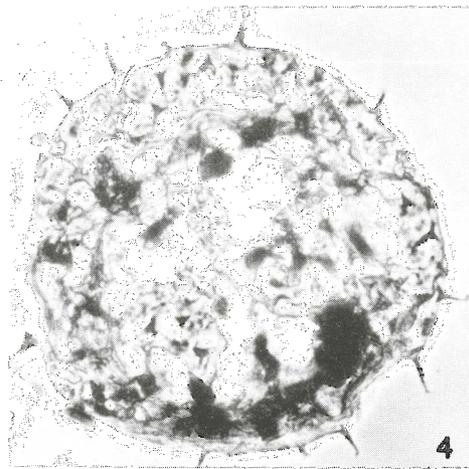
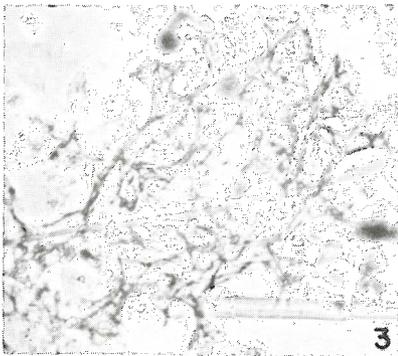
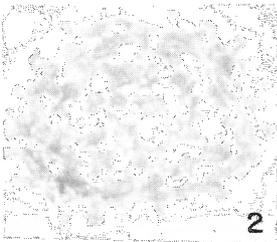
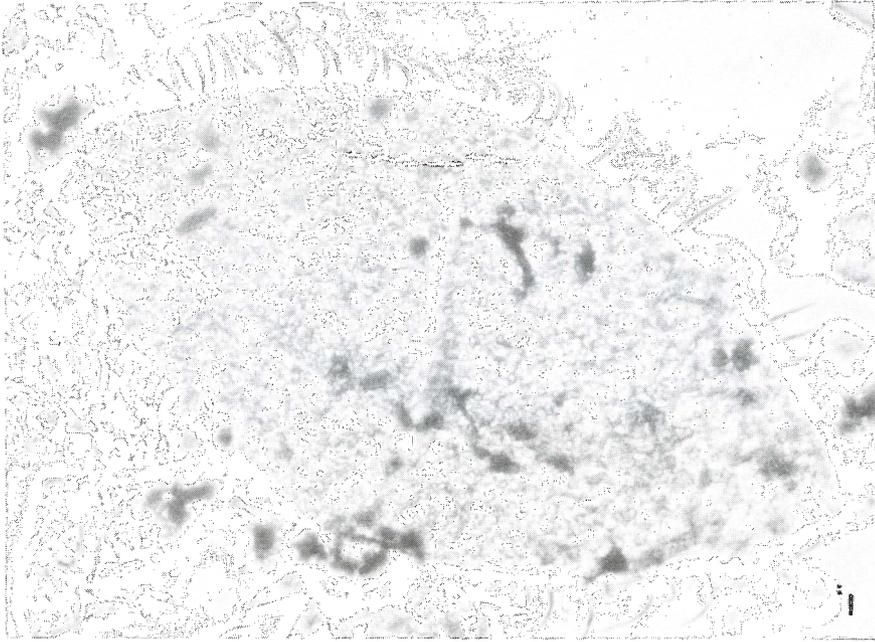
DINOQUISTES DE AFINIDAD INCIERTA

Figura 1.- Dinoquiste "D", Pb-2471, coordenadas 100 X 13 (X 500).

Figura 2.- Dinoquiste conjunto 1 Dino K, Pb-2524 (V-1), coordenadas 114.7 X 5.5 (X 1,000).

Figura 3.- Dinoquiste conjunto 2 Dino L, Pb-2443 (V-1), coordenadas 108.1 X 6.7 (X 1,000).

Figura 4.- Dinoquiste conjunto 4 Dino N, Pb-2464 (V-1), coordenadas 121.6 X 5 (X 500).



DINOQUISTES DE AFINIDAD INCIERTA