



*Universidad Nacional
Autónoma de México*

FACULTAD DE CIENCIAS

*Distribución de los Silicoflagelados en el Golfo de
California durante la ocurrencia del
Fenómeno Oceanográfico del "Niño"*

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Título de

B I O L O G O

p r e s e n t a

LIGIA LUCINA PEREZ CRUZ

México, D. F.

1985



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

| | Pág. |
|---|------|
| AGRADECIMIENTOS..... | i |
| RESUMEN..... | ii |
| INTRODUCCION..... | 1 |
| ANTECEDENTES..... | 3 |
| BIOLOGIA DE LOS SILICOFLAGELADOS..... | 3 |
| a) Descripción morfológica..... | 3 |
| b) Posición taxonómica..... | 4 |
| c) Ecología..... | 7 |
| DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO..... | 11 |
| a) Localización geográfica..... | 11 |
| b) Características meteorológicas..... | 13 |
| FENOMENO "EL NIÑO"..... | 15 |
| METODOLOGIA..... | 20 |
| MUESTREO..... | 20 |
| PROCESAMIENTO DEL MATERIAL EN EL LABORATORIO..... | 25 |
| CONTEO Y ANALISIS MICROSCOPICO..... | 26 |
| TRABAJO DE GABINETE..... | 27 |
| a) Estimación de porcentajes..... | 27 |
| b) Preparación de mapas..... | 27 |
| INFERENCIAS ESTADISTICAS..... | 28 |
| RESULTADOS Y DISCUSION..... | 35 |
| CONCLUSIONES..... | 52 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 55 |
| DESCRIPCIONES TAXONOMICAS..... | 63 |

FIGURAS

| | | Pág. |
|-----------|---|------|
| FIGURA 1. | Localización geográfica en el Golfo de California de las estaciones de muestreo utilizadas en este estudio..... | 22 |
| FIGURA 2. | Distribución de temperatura superficial -- (°C) en el Golfo de California, durante el mes de marzo de 1983..... | 36 |
| FIGURA 3. | Distribución de temperatura superficial (°C) en el Golfo de California, durante el mes de marzo. Esta distribución es el resultado de promediar datos obtenidos durante 21 años (1949-1970; Robinson, 1973).... | 37 |
| FIGURA 4. | Distribución de diferencias en temperatura superficial (°C) en el Golfo de California, entre las condiciones promedio (Fig. 3) y las condiciones durante el tiempo de estudio (Fig. 2)..... | 38 |
| FIGURA 5. | Modalidades de carácter diurno en el muestreo de fitoplancton realizado para este estudio. La región geográfica en el Golfo de California..... | 40 |
| FIGURA 6. | Distribución geográfica de la abundancia - relativa de <u>Dictyocha epidon</u> en el Golfo de California, durante la ocurrencia del fenómeno de "El Niño" 1983..... | 41 |
| FIGURA 7. | Distribución geográfica de la abundancia relativa de <u>Dictyocha calida</u> en el Golfo de California, durante la ocurrencia del fenómeno oceanográfico de "El Niño" 1983..... | 43 |
| FIGURA 8. | Distribución geográfica de la abundancia relativa de <u>Dictyocha messanensis</u> forma <u>mes-sanensis</u> en el Golfo de California, durante la ocurrencia del fenómeno oceanográfico de "El Niño" 1983..... | 44 |
| FIGURA 9. | Distribución geográfica de la abundancia relativa de <u>Dictyocha californica</u> en el Golfo de California, durante la ocurrencia del fenómeno oceanográfico de "El Niño" 1983..... | 46 |

| | | |
|------------|---|----|
| FIGURA 10. | Distribución geográfica de la abundancia relativa de <i>Dictyocha fibula</i> var. <i>robusta</i> en el Golfo de California, durante la ocurrencia del fenómeno oceanográfico de "El Niño" 1983..... | 47 |
| FIGURA 11. | Distribución geográfica de la abundancia relativa de <i>Octatis pulchra</i> en el Golfo de California, durante la ocurrencia del fenómeno oceanográfico de "El Niño" 1983..... | 49 |
| FIGURA 12. | Distribución geográfica de abundancia de silicoflagelados en el Golfo de California, durante la ocurrencia del fenómeno oceanográfico de "El Niño" 1983..... | 51 |
| FIGURA 13. | Principales estructuras morfológicas de Silicoflagelados..... | 51 |

T A B L A S

| | | |
|----------|--|----|
| TABLA 1. | Muestras de fitoplancton superficial obtenidas durante la expedición oceanográfica CICESE 83-03 en el Golfo de California..... | 22 |
| TABLA 2. | Porcentaje relativo de especies de silicoflagelados en plancton..... | 29 |
| TABLA 3. | Matriz de correlación..... | 34 |

L A M I N A S

| | | |
|-----------|-------|----|
| LAMINA 1. | | 72 |
| LAMINA 2 | | 73 |

RESUMEN

Se analizaron 133 muestras de plancton superficial del Golfo de California, obtenidas del 10 al 23 de marzo de 1983, con el objeto de determinar la distribución geográfica de especies de silicoflagelados, durante la ocurrencia del fenómeno oceanográfico de "El Niño". Las variaciones en la composición del conjunto de silicoflagelados están relacionadas con la distribución de las masas de agua.

Se identificaron seis especies: Dictyocha calida, Poelchau, 1976; Dictyocha californica Schrader y Murray, 1984; Dictyocha epiodon Ehrenberg, 1854; Dictyocha fibula var. robusta Schrader y Murray, 1984; Dictyocha messanensis forma messanensis Haeckel, 1887 y Octatis pulchra Schiller, 1925.

En el presente trabajo se corrobora la ocurrencia del fenómeno de "El Niño", en el tiempo considerado, al comparar la distribución biogeográfica de los silicoflagelados en condiciones normales con las condiciones imperantes en dicho fenómeno. Asimismo, diferenciando las distribuciones de temperatura superficial en condiciones oceanográficas dominantes de las condiciones reinantes, se dedujo la circulación oceánica.

Con base en este estudio se puede asumir que durante "El Niño" 1983 entró agua tropical al Golfo de California, desplazando de esta región las masas de agua características de la boca del Golfo, principalmente a las de la Corriente de California. El conjunto de silicoflagelados se desplazó hacia la región norte del Golfo, manteniéndose principalmente en el área de Guaymas. Ahí ocurre una mayor abundancia de especies, ya que el proceso de intensas mezclas de masas de agua se mantiene. Este hecho propicia la presencia de nutrientes en la superficie y consecuentemente el florecimiento del plancton.

I N T R O D U C C I O N

La constitución principal del fitoplancton está dada por Diatomeas, con un componente mínimo de silicoflagelados que conforman menos del 2% del conjunto silíceo del fitoplancton (Round, 1967).

Muy poco se conoce acerca de la ecología de los silicoflagelados, aun cuando los trabajos de Gemeinhardt (1934), Yanagisawa (1943), Poelchau (1976) han demostrado que existe una dependencia entre la temperatura superficial del agua y la distribución de ciertas especies. Murray y Schrader (1983), examinando muestras de plancton superficial y de sedimentos, determinaron la actual distribución geográfica de especies de silicoflagelados en el Golfo de California, identificando ocho especies: Dictyocha calida, Dictyocha californica, Dictyocha epidon, Dictyocha fibula var. robusta, Dictyocha minima, Dictyocha messanensis, Distephanus speculum y Octatis pulchra. Estos autores -- consideran que Octatis pulchra está asociada con niveles altos de productividad primaria y es encontrada en mayor abundancia en la parte central del Golfo de California.

Dictyocha messanensis domina los conjuntos de silicoflagelados en estaciones fuera del Golfo de California, en el Océano Pacífico.

Dictyocha calida, Dictyocha californica y Dictyocha fibula var. robusta, estando asociadas con aguas ecuatoriales, tienen una abundancia relativa mayor cerca de la boca del Golfo de California.

Dictyocha epidon y Distephanus speculum están asociadas con las aguas frías de la Corriente de California.

Dictyocha minima muestra una distribución en manchones, con abundancia relativa baja.

El presente estudio tiene como objetivo principal, determinar la distribución geográfica de las especies de silicoflagelados durante la ocurrencia del fenómeno oceanográfico de "El Niño" (Schrader y Baymgartner, 1983; Chávez, 1984; Leyva, 1984); teniendo como base muestras de plancton superficial del Golfo de California colectadas durante dicho evento y la información - aportada por Murray y Schrader (1983). Tal acción, pretende corroborar la ocurrencia de dicho fenómeno en el tiempo considerado en este estudio, así como comparar la distribución biogeográfica de los silicoflagelados durante las condiciones --oceanográficas dominantes y las condiciones reinantes (ocurrencia de "El Niño"); en otras palabras: determinar los cambios en la circulación oceánica, la temperatura superficial del mar y los niveles de productividad en esta área durante la ocurrencia del fenómeno oceanográfico de "El Niño".

Para cumplir con los objetivos planteados, además del análisis micropaleontológico y del análisis biogeográfico, se hicieron inferencias estadísticas, para conocer el grado de relación en tre dichas especies.

A N T E C E D E N T E S

BIOLOGIA DE LOS SILICOFLAGELADOS

a) Descripción morfológica

Los silicoflagelados son flagelados unicelulares que poseen un esqueleto de sílice opalino (Haq, 1978). Su tamaño varía comúnmente desde 20 a 100 μm , pero algunas especies pueden llegar hasta 150 μm . El protoplasma, generalmente hialino y claro, ocupa el espacio encerrado por el anillo basal y, si se presentan, por el aparato apical y las espinas de soporte. El protoplasma también se extiende como una fina película sobre el esqueleto.

Los cromatóforos se presentan en gran número, son amarillentos o café verdosos y presentan un núcleo sin color redondeado. En algunos especímenes se han observado pseudópodos que se extienden desde las espinas del esqueleto; luego entonces, sugiriendo que estos organismos puedan capturar su alimento. Un flagelo se extiende desde una esquina, presentando una posición anterior con respecto a la dirección de movimiento (Martini, 1977).

Los esqueletos silíceos, típicamente tubulares, varían de forma: desde espículas simples tradicionales, hasta complejas estructuras semejantes a cúpulas. La mayoría de los géneros presentan un anillo basal poligonal del cual se origina una estructura apical que puede consistir de unas cuantas barras, apoyadas en el anillo basal, o bien, puede estar constituida por una red de barras formando una estructura hemisférica-esfé

rica. El anillo basal, comúnmente, tiene espinas y en muchas especies se presentan adicionalmente "espinas de apoyo". En poblaciones grandes, el esqueleto de los silicoflagelados muestra un grado de variación muy marcado, así como algunas formas aberrantes.

Estudios del esqueleto, realizados con microscopía electrónica, muestran que las paredes de éste pueden ser lisas, rugosas o reticuladas. Las reticuladas están formadas por una fina -- red de puentes y pequeñas protuberancias.

Reproducción.

La reproducción de los silicoflagelados ocurre a través de una división simple (Gemeinhardt, 1930). Primero a manera de imagen, se desarrolla un esqueleto "hijo" a partir de un esqueleto "madre". Esqueletos, dobles y triples, firmemente enlazados, han sido observados en muchas especies.

Tal hecho ha sido tomado por algunos autores como evidencia para apoyar el punto de vista de que el esqueleto de los silicoflagelados, al igual que el de las diatomeas, consisten en 2 partes iguales (Gemeinhardt, op. cit.), o bien que éstos fueron observados en un estado de "copulación" (Schultz, 1928).

b) Posición taxonómica

Los silicoflagelados son protistas y son disputados tanto por zóoólogos (como protozoarios) como por botánicos (como algas).

Sin embargo, apoyados en su naturaleza autotrófica la mayoría de la comunidad científica los considera como algas planctónicas. Los ficólogos los ubican de la siguiente manera.

Phylum Chrysophycophyta
 Clase Chrysophyceae
 Subclase Silicoflagellatopheidae Borner
 Orden Siphonotestales Lemmermann

(Poelchau, 1976; Haq, 1978; Bold, et al., 1980)

La mayoría de los autores consideran que la filogenia de los silicoflagelados requiere de más estudios, no obstante, los silicoflagelados están subdivididos en tres familias, en las cuales se considera a nueve géneros. Tres géneros clasificados están considerados como "incertae sedis".

Familia Vallacertaceae Deflandre, 1950
 Género Vallacerta Hanna, 1928

Familia Cornuaceae Gemeinhardt, 1930
 Género Cornula Schulz, 1928
 Género Lyracula Hanna, 1928

Familia Dictyochaceae Lemmermann, 1901
 Género Corbisema Hanna, 1928
 Género Naviculopsis Frenguelli, 1940
 Género Dictyocha Ehrenberg, 1837
 Género Hannaites Mandra, 1969
 Género Cannopilus Haeckel, 1887
 Género Mesocena Ehrenberg, 1843

Incertae sedis

Género Phyllodictyochoa Deflandre, 1947

Género Pseudoroceella Deflandre, 1938

Género Clathropyxidella Deflandre, 1938

Los primeros silicoflagelados fueron descritos por Ehrenberg (1837), quien asignó dos especies fósiles al género Dictyochoa. Ambas especies, sin embargo, fueron "nomina nuda". En los siguientes años Ehrenberg describió un alto número de nuevas taxa, tanto recientes como fósiles que le fueron enviados desde Rusia, California, Maryland, Grecia, Haití y otros países. Él discutió la distribución de los silicoflagelados modernos y registró datos geológicos y ecológicos. Desafortunadamente, la edad geológica de muchas muestras que recibió no fueron muy bien determinadas y algunos nombres de localidades no fueron ampliamente definidos. La mayor parte de la colección de Ehrenberg ha substituido en Berlín, por lo que ha podido ser re-estudiado en muchas ocasiones.

Las expediciones geográficas de varios países han contribuido mucho al conocimiento de silicoflagelados actuales, que se encuentran en muestras de plancton y núcleos sedimentarios.

Lemmermann en 1901 y Gemeinhard en 1930, resumieron el conocimiento de la distribución y sistemática de los silicoflagelados de aquellos días. Con el trabajo de Schulz (1928), interesado en los silicoflagelados fósiles, aumentó considerablemente el número de artículos en la materia, especialmente de las regiones de Francia, Alemania, Rusia, Austria, Japón y Yugoslavia. La mayoría de los autores de estos artículos, sin embargo, no intentaron utilizar a los silicoflagelados para estratigrafía. En los últimos años el valor estratigráfico de

Los silicoflagelados ha sido demostrado por Stradner (1961), Glezer (1966), Bachmann (1970) y Martini (1971). Un índice de silicoflagelados fósiles y recientes, con descripciones e ilustraciones de taxa válidamente propuestas y una bibliografía de todos los trabajos publicados hasta 1967, fue recolectado por Loeblich et al. (1968). La mayoría de las investigaciones actuales conciernen en el establecimiento de una biogeografía basada en la evolución del grupo y en la distribución paleogeográfica de ciertas especies.

c) Ecología

Los silicoflagelados son componentes del plancton marino, siendo la temperatura y la salinidad los factores físicos que más limitan su distribución geográfica. La salinidad óptima para estos organismos es de 30 a 40⁰/oo, aunque pueden tolerar una salinidad inferior a 10⁰/oo.

Un alto porcentaje de especímenes aberrantes, en un conjunto de silicoflagelados, parece ocurrir en bahías o aguas cercanas a la playa; es decir, en condiciones no oceánicas y por lo tanto "anormales". En depósitos del mar abierto, las formas aberrantes de silicoflagelados generalmente se estiman en menos del 3% del número total de especímenes.

Troncos aislados pueden evolucionar en "nuevos géneros" o "especies" locales. Tal como es el caso de los miembros del género Deflandryocha en la Samartiana de Yugoslavia (Jerkovic, 1969). Es interesante hacer notar que el nannoplancton calcáreo de dicha región es dominado por especies de "Reticulofenestra"; las cuales son muy resistentes a condiciones "anormales".

Las temperaturas del agua donde viven los silicoflagelados varía desde aproximadamente 0°C hasta 30°C, observándose rangos preferenciales por cada una de las especies.

Ehrenberg (1837), fue el primero que discutió la distribución de silicoflagelados en mares actuales considerando vagamente la influencia termal. Gemeinhard (1934), trabajando con muestras obtenidas durante la expedición "Meteor" en el océano -- Atlántico, observó que el género Dictyocha (D. fibula y formas relativamente cercanas) se presentan en latitudes bajas y medias, donde el rango de temperatura es de 18°C a 20°C, mientras que Distephanus (D. speculum) está restringida a altas latitudes, donde la temperatura es cercana a los 0°C.

Un estudio posterior de la distribución de estas especies y de la temperatura de agua, hecho por Yanagisawa (1943), estableció un esquema de dependencia entre la relación de las dos especies y la temperatura del agua. Estas relaciones ligeramente modificadas por el autor son las siguientes:

| <u>D. fibula</u> : <u>D. speculum</u> | Temp. de agua (°C) |
|---------------------------------------|--------------------|
| 1 : 12 | 0- 5 |
| 1 : 4 | 5-10 |
| 1 : 2 | 10-15 |
| 1 : 1.5 | 15-20 |
| 2 : 1 | 20-25 |
| 21 : 1 | 25-30 |

Mandra (1969) utilizó la relación de dos géneros de silicoflagelados: Dictyocha y Distephanus (formas con anillo apical) como un medio para determinar la temperatura del agua de el Atlántico Sur durante el Eoceno.

Como todos los organismos fototróficos, los silicoflagelados responden a las características de la luz. En latitudes altas, en donde la intensidad de la luz es baja, los números máximos de silicoflagelados ocurren cerca de la superficie, aunque un número apreciable de especímenes pueden encontrarse a una profundidad de 50 m. En las regiones ecuatoriales estos organismos se encuentran principalmente en profundidades entre 15 y 70 m. Se han observado fluctuaciones estacionales en la abundancia de los silicoflagelados, pero los datos cuantitativos aún son muy escasos.

En los océanos actuales, los silicoflagelados se encuentran comúnmente en áreas de altas concentraciones de diatomeas. Esta relación parece ser aplicable a los océanos antiguos, ya que la mayoría de los silicoflagelados fósiles se encuentran en sedimentos diatomíticos (Haq, 1978); luego entonces, podemos inferir que las fluctuaciones de abundancia de diatomeas están acompañadas por cambios idénticos en la abundancia de silicoflagelados (Martini, 1971).

Las diatomitas se forman en áreas donde ocurren fenómenos oceanográficos, conocidos como surgencias. Estas surgencias se caracterizan por aportar nutrientes en la zona eufótica. Este factor, junto con la luz requerida para el proceso fotosintético determinan áreas de alta productividad primaria.

Las surgencias ocurren con más frecuencia en las regiones ecuatoriales y a lo largo de la parte occidental de los continentes (Lipps, 1970); por tanto, es ahí donde se observa una mayor ocurrencia de los silicoflagelados.

La presencia de silicoflagelados más antigua que se conoce ha sido reportada en estratos del Cretácico Inferior (Martini, 1977;

Haq, op. cit.), consistiendo de fragmentos de probables corbisémidos (Deflandre, 1950; Tynan, 1957).

En estratos del Cretácico Superior son muy abundantes los dictyoquidos, corbisémidos y el género Vallacerta (Martini, op. cit.).

La mayoría de los grupos de Silicoflagelados aparecen en el Terciario; los naviculópsidos en el Paleoceno Inferior, los distefánidos en el Eoceno Medio y los cannopiloideos en el Oligoceno.

Todos los principales géneros (excepto Vallacerta, Hannaties y Corbisema) continúan hasta el Reciente (Haq, 1978).

Presencia de silicoflagelados en el Golfo de California

El número de especies de silicoflagelados conocidas en el Golfo de California no excede de 15 (Murray, 1982). No obstante, aparentemente sólo 8 de ellas ocurren con frecuencia significativa (Murray y Schrader, 1983).

Estas son:

- Dictyocha calida Poelchau
- Dictyocha californica Schrader y Murray
- Dictyocha epidon Ehrenberg
- Dictyocha fibula var. robusta Schrader y Murray
- Dictyocha minima Schrader y Murray
- Dictyocha messanensis forma mexicanensis Haeckel
- Distephanus speculum (Ehrenberg) Haeckel
- Octatis pulchra Schiller

Estas ocho especies más una "categorfa" en la que se incluyeron todas las especies no identificadas, fueron las que constituyeron el cuadro taxonómico de referencia en el conteo.

En los apéndices que se incluyeron al final de este trabajo se hace una descripción taxonómica de las especies.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

a) Localización geográfica

El litoral mexicano en el Océano Pacífico mide 7,974 km de longitud (S.P.P., 1983), dentro de los cuales aproximadamente 3,200 km le corresponden a las costas del Golfo de California, es decir el 40%. Esta zona marítima ha recibido diversos nombres: Mar de Cortés, Mar Bermejo, Golfo de Cortés y Golfo de California.

El Golfo de California, localizado en la región nor-occidental de la República Mexicana, está delimitado al oeste por el estrecho brazo continental árido que constituye la península de Baja California. Hacia el norte y el este, colinda con los litorales semidesérticos de los estados de Sonora y Sinaloa. El Golfo de California es una gran cuenca de evaporación, que se comunica ampliamente con el Océano Pacífico en su parte sur.

Esta alargada cuenca tiene una orientación N, NW-S, SE, siendo su longitud de 1,250 km y su anchura variada: desde 92 km al sur de la Isla Tiburón, hasta 222 km en la porción meridio-

nal de la península de Baja California. Sus coordenadas son: 31° 41' lat. norte, 115° long. oeste y 23° lat. norte, 107° long. oeste. La superficie de sus aguas se ha calculado en 181,000 km² y se cree que su volumen es de 145 billones de m³ (Tamayo, 1980).

La península de Baja California, ocupada por una larga cordillera, obstaculiza el efecto termoregulador del Océano Pacífico sobre el interior del Golfo. Consecuentemente, su clima -- tiene un carácter continental; los rangos en los registros de temperatura, tanto diurnas como anuales, son grandes, relativos a los de otras regiones adyacentes (Roden, 1964).

De acuerdo a la nomenclatura de García (1978), las condiciones dominantes del Golfo de California son BS y BW (seco estepario y seco desértico) y en pequeñas porciones, como en el norte, Cs (templado con lluvias en invierno). En la parte sur de la península de Baja California el clima es CW (templado con lluvias).

Topográficamente, el Golfo de California puede ser dividido en una serie de cuencas y fallas separadas una de otra por "sillas" transversales (Shepard, 1950). La mayoría de las cuencas son profundas y tienen comunicación con el océano abierto, a excepción del Canal de Ballenas localizado entre Isla Angel de la Guarda, Isla San Lorenzo y Punta San Gabriel.

En el Golfo de California ocurren mareas semidiurnas y diurnas. Estas son de las más amplias del mundo, ya que alcanzan alturas mayores a los 10 metros en algunas regiones, como la desembocadura del río Colorado (Filloux, 1973).

b) Características meteorológicas

En el Golfo de California durante el invierno, la temperatura atmosférica decrece hacia el interior del Golfo, observándose que las diferencias de temperatura entre las costas este y oeste de Baja California son mínimas. En las áreas terrestres adyacentes al Golfo, las temperaturas dependen principalmente de la latitud; las heladas invernales son comunes en elevaciones altas y ocasionalmente pueden ocurrir cerca de la costa en las regiones del norte. Durante el verano dichas condiciones se invierten, la temperatura atmosférica se incrementa hacia el interior del Golfo y las diferencias de éste entre las costas este y oeste de Baja California son grandes, algunas veces exceden los 10°C.

La precipitación en el Golfo es más abundante sobre el lado este que en el lado oeste. Sin embargo, debe observarse que de la mitad del Golfo hacia el norte, el clima es más bien desértico con una precipitación anual menor de 10 cm. En la parte sureste, la precipitación a lo largo de la costa es aproximadamente de 100 cm por año. Las lluvias en el Golfo de California ocurren principalmente entre los meses de junio a octubre, aunque en la región del extremo norte generalmente se presentan durante el invierno. Sobre las áreas terrestres adyacentes al Golfo, la precipitación se incrementa en relación a la altitud.

Así, las montañas de Baja California tienen un promedio anual de precipitación de 25-75 cm, mientras que, en cualquier costa de la parte central de la península éste es de menos de 10 cm.

El rango de temperatura media anual se incrementa desde apro-

ximadamente 6°C en Cabo Corrientes hasta 18°C cerca de la boca del Río Colorado. El número de días lluviosos por año decrece aproximadamente a 60 días Cabo Corrientes hasta aproximadamente 5 días en la costa central de Baja California.

Mediciones directas de evaporación, realizadas en estaciones costeras, indican que el promedio anual de este fenómeno está entre 200 y 250 cm (Servicio Meteorológico Mexicano, 1928-1941). La mínima evaporación ocurre en invierno y la máxima en verano. Dado que las mediciones fueron llevadas a cabo en la vecindad inmediata de la costa, éstas no reflejan necesariamente las condiciones en la parte abierta del Golfo.

Los vientos en el Golfo de California son extremadamente variables. En la costa, el sistema terrestre y la brisa prevalecen, observándose fluctuaciones diurnas más grandes que las anuales. La brisa marina alcanza velocidades de 5 m/seg a 7 m/seg, en la tarde y después de la puesta del sol. La brisa terrestre es mucho más débil y raramente alcanza velocidades que exceden de 2 m/seg. Cerca de la costa montañosa de Baja California, los vientos de montañas y valles pueden predominar localmente. En las regiones del Golfo fuera de la costa, prevalecen vientos del noroeste desde noviembre a mayo, y vientos de dirección sureste durante el resto del año.

Ventarrones moderados de dirección noroeste, que duran dos o tres días, son experimentados frecuentemente en la parte norte del Golfo, entre los meses de diciembre y febrero. Estos vientos son particularmente fuertes en el Canal de Ballenas, entre las costas montañosas de Baja California y la Isla Angel de la Guarda.

Durante el verano, vientos racheados y vientos cálidos desérti-

cos soplan en el norte del Golfo, mientras que tormentas violentas de duración relativamente corta (2 a 4 días), llamados "chubascos", ocurren en la parte sur.

Las áreas costeras del Golfo de California suelen ser azotadas por huracanes entre fines de mayo y principios de noviembre; - siendo más frecuentes en septiembre y octubre.

Estos huracanes se originan en la costa sur de México o América Central y siguen hacia el oeste y noroeste, con velocidades promedio entre 180 y 360 millas náuticas por día. Desplazándose hacia Cabo Corrientes, ellos pueden continuar su curso hacia el oeste (de mayo a agosto) o pueden curvarse hacia el norte o noroeste, cruzando cualquier parte del sur de Baja California o procediendo directamente al Golfo. La mayoría de los huracanes se disipan antes de llegar a la Isla Tiburón y Anjel de la Guarda.

FENOMENO "EL NIÑO"

El fenómeno oceanográfico denominado "El Niño", aunque tiene alcances de carácter global, ha sido observado y estudiado principalmente en el Pacífico Ecuatorial. Su presencia en las costas de América se manifiesta generalmente a través de descensos -- drásticos en las pesquerías de ciertas especies, como la anchoveta peruana, y con la consecuente mortalidad de aves por hambre. Lluvias intensas, inundaciones (principalmente en las costas de Perú) y elevación de temperatura en los mares costeros son algunos cambios observados durante su aparición (Bjerknes, 1961; Quinn, 1974; Wyrki, 1977).

El nombre de este fenómeno oceanográfico se originó en alusión

a la Navidad en la región del Perú, pues generalmente ocurre en la época que se conmemora el nacimiento del "Niño Jesús"; es decir, durante los últimos meses del año. Sin embargo, su aparición y tiempo de duración son irregulares (Smith, 1968).

Hasta ahora se desconoce el origen exacto de este fenómeno. Algunos geólogos y meteorólogos lo han relacionado con la erupción de volcanes: las "cenizas" lanzadas por los volcanes a la atmósfera, funcionan como una trampa para los rayos luminosos de onda larga, que al no poder escapar hacia el espacio provocan un sobrecalentamiento de las aguas, tal como sucediera en la presencia del último "Niño" después de activarse al volcán "Chichonal".

Algunos oceanógrafos (Bjerknes, 1961; Wyrtki, 1977), explican que "El Niño" aparece cuando hay un debilitamiento de los vientos alisios, lo cual inhibe a su vez el afloramiento de aguas sub-superficiales frías, ricas en nutrientes (surgeencias). Consecuentemente, decrece la producción de fitoplancton, zooplancton y demás niveles tróficos. Los vientos alisios al cambiar de dirección o disminuir su intensidad, permiten que aguas de temperatura mayores se acumulen en la costa pacífica de Sudamérica y formen una columna que evita el flujo entre las masas de agua de la subsuperficie y las de la superficie. Las condiciones de temperatura y salinidad se modifican notoriamente, por lo que algunos investigadores las consideran "anomalías térmicas".

Otro cambio que se observa durante el fenómeno de "El Niño", es la elevación del nivel del mar, porque las aguas calientes al disminuir su densidad necesitan aumentar su tirante hidráulico (condición física; Weisberg y Howard, 1974).

Las consecuencias ecológicas de este fenómeno oceanográfico, son generalmente, muy evidentes en los niveles tróficos superiores. Mientras que, en Perú hay reducción drástica en la captura de anchoveta, en otras regiones se capturan especies que no corresponden a sus climas; por ejemplo, cerca de Ensenada, Baja California, se encontraron algunos peces picudos muy apreciados por la pesquería deportiva. Estos habitan normalmente al sur de Cabo San Lucas y por lo regular no rebasan ese límite, pues al norte las aguas son más frías. Sin embargo, al recorrerse los cinturones de temperaturas, las especies de zonas más tropicales se desplazan hacia otros menos cálidos.

Los autores que sugieren que "El Niño" es un evento de carácter global, anteponen los siguientes argumentos: "El Niño" es un evento que ha coincidido con fenómenos tan dispares, como sequías en Australia, al Sur del Sahara, México, al noroeste de Brasil y el Valle de Yang-tse; inundaciones en Perú, Ecuador y California; inviernos benignos en el oeste de Europa y el este de Norteamérica; y calentamiento y empobrecimiento biológico del océano pacífico oriental (Quinn, 1974).

El patrón de características que agrupa a estos eventos se ha repetido con algunas variantes, once veces este siglo (1912, 1917, 1925-26, 1940-41, 1953, 1957-58, 1965, 1969, 1972-73, -1976, 1982-83). A este tipo de eventos se les ha dado el nombre de "Eventos de la oscilación del Sur El Niño (OSEN)". Este nombre es la combinación de los nombres de dos tipos de fenómenos que, hoy se sabe, corresponde a un mismo evento. El nombre de "oscilación del sur" se usó desde los años veinte para designar eventos atmosféricos interanuales que son más notorios en la parte occidental del Pacífico ecuatorial. El nombre de "El Niño" ha sido usado por los pescadores de la costa sudamericana del Pacífico para designar eventos oceanográficos caracteriza-

dos por el anormal calentamiento del agua superficial y el desplome de la pesca local.

Durante los últimos años ha habido grandes avances en la comprensión de la física de estos eventos. Hoy es claro que se trata de perturbaciones del sistema oceánico-atmósfera en el Pacífico tropical. Estas perturbaciones se propagan desde la zona inicial hasta afectar en mayor o menor grado a casi todo el planeta. Si bien hoy se comprende la evolución de estos eventos (e inclusive es posible reproducirlos en modelos de computadora), aún no ha sido posible identificar el mecanismo que inicia o dispara estas perturbaciones.

Como se mencionó anteriormente, este fenómeno no es exclusivo de América, aparece también con frecuencia en otros lugares, como en las costas africanas; adquiriendo así un carácter mundial. En el Golfo de México no es tan notorio porque allí las surgencias no son tan frecuentes como en las costas pacíficas de Sudamérica o en el Golfo de California.

Lara (En: Leyva, 1984), señala que "El Niño" se presentó en el Golfo de California en 1982-1983, modificando el ecosistema en forma muy interesante. Durante su fase más intensa, de acuerdo a estudios preliminares de productividad primaria, biomasa de fitoplancton y biomasa de zooplancton, realizados en cuatro campañas oceanográficas, la producción orgánica se elevó. Probablemente porque las aguas tropicales traen consigo especies -- que al ingresar al Golfo de California encuentran un medio óptimo e incrementan su producción. A diferencia de otros lugares, se encontró primero una alza de productividad, luego un descenso y finalmente una recuperación de las condiciones habituales. Normalmente, la respuesta inmediata es un descenso brusco y enseguida una lenta recuperación de la riqueza orgánica.

En el estudio antes mencionado, el análisis planctónico consideró tamaños preestablecidos (microplancton y nanoplancton), ya que se ha hecho la siguiente observación: las aguas costeras, ricas en nutrientes predominan el microplancton, en tanto que las aguas oceánicas escasas en nutrientes, están pobladas por el nanoplancton).

La mayor parte de la producción en biomasa en toda el área sur, frente a Guaymas y Cabo San Lucas, fue determinado por el nanoplancton. Se desconoce, por ser éste el primer estudio, si la conformación de estas aguas atiende a la presencia de "El Niño" o si es la correspondiente a esta zona.

No está lejos el día en que la combinación de esfuerzos de meteorólogos y oceanógrafos aclaren este problema. Con ello sería posible la predicción oportuna de eventos que, como el de 1982-1983 tienen importantes efectos en la agricultura y pesquerías mundiales.

M E T O D O L O G I A

MUESTREO

Durante la expedición oceanográfica "CICESE 83-03" comprendida del 10 de marzo al 23 del mismo mes de 1983, a bordo del Buque Oceanográfico "El Puma" de la Universidad Nacional Autónoma de México, se obtuvieron ciento treinta y tres muestras de fitoplancton del Golfo de California (Fig. 1).

Para su colecta se utilizó una red de plancton, con una abertura de malla de 20 m, colocada en el desague del sensor continuo de temperatura y salinidad superficial. La duración de muestreo en cada estación varió; dependiendo de la abundancia observada visualmente en la red. En las estaciones en donde el fitoplancton fue muy abundante, el tiempo empleado varió entre 10 y 15 minutos; mientras que en las restantes, éste se extendió entre 20 y 25 minutos.

El material colectado se vació en botes de plástico agregándoles posteriormente 2 ml de formaldehído al 37.83% para preservarlos.

El derrotero del buque fue efectuado utilizando un sistema de satélites; por consiguiente, la localización de las estaciones (Fig. 1) está referida a dicho sistema.

Por medio del sensor electrónico colocado en la proa del buque se obtuvieron los parámetros de temperatura ($^{\circ}$) y salinidad ($^{\circ}/\text{oo}$) superficial (Tabla 1).

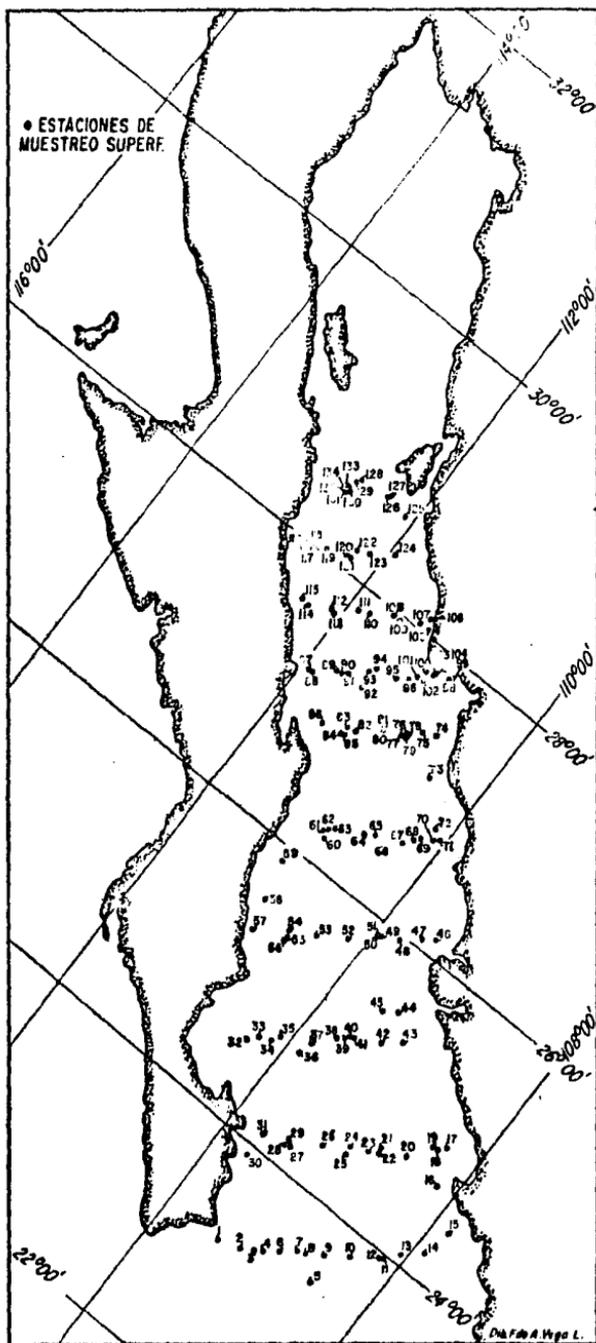


fig. 1

TABLA I. MUESTRAS DE FITOPLANCTON SUPERFICIAL OBTENIDAS DURANTE LA EXPEDICION OCEANOGRAFICA CICESE 83-03 EN EL GOLFO DE CALIFORNIA.

| ESTACION | FECHA | HORA | LATITUD | LONGITUD | TEMPERATURA SUPERFICIE (°C) |
|----------|----------|-------|---------------|---------------|-----------------------------|
| 1 | 10-03-83 | 11:12 | 23° 11.35 | 109° 22.877 | 23.56 |
| 2 | 10-03-83 | 13:12 | 23° 16.081 | 109° 12.993 | 23.585 |
| 3 | 10-03-83 | 15:12 | 23° 20.487 | 109° 6.61 | 23.265 |
| 4 | 10-03-83 | 17:12 | 23° 21.789 | 109° 3.655 | 23.245 |
| 5 | 10-03-83 | 19:07 | 23° 25.333 | 108.5° 30.384 | 22.64 |
| 6 | 10-03-83 | 22:10 | 23° 27.253 | 108° 54.9005 | 22.545 |
| 7 | 10-03-83 | 23:15 | 23° 32.734 | 108° 46.425 | 23.465 |
| 8 | 11-03-83 | 1:12 | 23° 36.061 | 108° 42.019 | 23.315 |
| 9 | 11-03-83 | 3:85 | 23° 39.786 | 108° 34.958 | 23.395 |
| 10 | 11-03-83 | 7:13 | 23° 48.797 | 108° 23.068 | 23.23 |
| 11 | 11-03-83 | 9:21 | 23° 57.501 | 108° 9.4385 | 22.916 |
| 12 | 11-03-83 | 11:11 | 23° 57.354 | 108° 9.9635 | 23.13 |
| 13 | 11-03-83 | 13:09 | 24° 3.9206 | 108° 1.353 | 23.805 |
| 14 | 11-03-83 | 15:15 | 24° 10.627 | 107° 52.188 | 23.815 |
| 15 | 11-03-83 | 17:11 | 24° 21.2475 | 107° 49.441 | 23.665 |
| 16 | 11-03-83 | 19:12 | 24° 38.2105 | 108° 10.4935 | 23.055 |
| 17 | 11-03-83 | 21:20 | 24° 54.078 | 108° 19.8915 | 22.835 |
| 18 | 11-03-83 | 23:10 | 24° 52.553 | 108° 22.79 | 22.895 |
| 19 | 12-03-83 | 1:09 | 24° 52.713 | 108° 24.333 | 22.6 |
| 20 | 12-03-83 | 4:07 | 24° 42.172 | 108° 36.52 | 22.605 |
| 21 | 12-03-83 | 7:31 | 24° 37.2765 | 108° 45.833 | 22.105 |
| 22 | 12-03-83 | 9:15 | 24° 33.858 | 108° 43.4515 | 22.085 |
| 23 | 12-03-83 | 11:16 | 24° 31.6595 | 108° 49.4555 | 22.205 |
| 24 | 12-03-83 | 13:25 | 24° 27.265 | 108° 58.599 | 22.108 |
| 25 | 12-03-83 | 15:24 | 24° 22.253 | 108° 36.019 | 22.446 |
| 26 | 12-03-83 | 17:18 | 24° 17.164 | 109° 12.851 | 22.815 |
| 27 | 12-03-83 | 19:13 | 24° 9.175 | 109° 25.576 | 22.7 |
| 28 | 12-03-83 | 21:10 | 24° 8.673 | 109° 28.4015 | 22.595 |
| 29 | 12-03-83 | 23:10 | 24° 9.883 | 109° 28.985 | 22.6 |
| 30 | 13-03-83 | 1:16 | 23.5° 29.9775 | 109° 41.135 | 22.1 |
| 31 | 13-03-83 | 4:14 | 24° 5.9985 | 109° 48.379 | 22.075 |
| 32 | 13-03-83 | 7:31 | 24° 34.832 | 110° 18.836 | 21.85 |
| 33 | 13-03-83 | 9:17 | 24° 41.1355 | 110° 13.765 | 21.79 |
| 34 | 13-03-83 | 11:12 | 24° 43.474 | 110° 8.796 | 21.77 |
| 35 | 13-03-83 | 13:11 | 24° 46.302 | 110° 5.762 | 22.065 |
| 36 | 13-03-83 | 15:21 | 24° 48.533 | 109.5° 29.363 | 21.995 |
| 37 | 13-03-83 | 17:10 | 24° 54.257 | 109° 51.3115 | 21.925 |
| 38 | 13-03-83 | 19:07 | 25° 1.87 | 109° 90.744 | 22.42 |
| 39 | 13-03-83 | 21:07 | 25° 3.892 | 109° 39.4685 | 22.2 |
| 40 | 13-03-83 | 23:12 | 25° 6.3755 | 109° 36.779 | 22.28 |
| 41 | 14-03-83 | 1:35 | 25° 7.094 | 109° 35.082 | 22.16 |
| 42 | 14-03-83 | 4:12 | 25° 13.601 | 109° 19.299 | 22.145 |
| 43 | 14-03-83 | 7:07 | 25° 20.919 | 109° 11.896 | 22.085 |
| 44 | 14-03-83 | 9:17 | 25° 31.2 | 109° 22.161 | 22.42 |
| 45 | 14-03-83 | 11:12 | 25.5° 26.8175 | 109° 31.7015 | 22.25 |

Tabla I.(continuación)

| ESTACION | FECHA | HORA | LATITUD | | LONGITUD | | TEMPERATURA SUPERFICIE (°C) |
|----------|----------|-------|---------|---------|----------|---------|--------------------------------|
| 46 | 14-03-83 | 13:20 | 26° | 8.741 | 109° | 32.016 | 22.585 |
| 47 | 14-03-83 | 15:10 | 26° | 3.666 | 109° | 39.5695 | 22.45 |
| 48 | 14-03-83 | 17:07 | 25° | 58.519 | 109° | 46.8495 | 22.39 |
| 49 | 14-03-83 | 19:12 | 25° | 53.2925 | 109° | 56.599 | 22.225 |
| 50 | 14-03-83 | 21:12 | 25° | 53.9295 | 102° | 56.7355 | 22.055 |
| 51 | 14-03-83 | 23:14 | 25° | 53.018 | 109° | 56.9005 | 22.065 |
| 52 | 15-03-83 | 0:59 | 25° | 44.495 | 110° | 10.296 | 21.99 |
| 53 | 15-03-83 | 4:21 | 25° | 35.7085 | 110° | 23.2595 | 21.675 |
| 54 | 15-03-83 | 7:24 | 25° | 28.0335 | 110° | 38.351 | 21.71 |
| 55 | 15-03-83 | 9:12 | 25° | 25.451 | 110° | 36.9815 | 21.77 |
| 56 | 15-03-83 | 11:28 | 25° | 22.959 | 110° | 36.805 | 21.77 |
| 57 | 15-03-83 | 13:22 | 25° | 16.9935 | 110° | 53.053 | 21.59 |
| 58 | 15-03-83 | 15:25 | 25° | 33.2775 | 110° | 56.9705 | 21.78 |
| 59 | 15-03-83 | 17:47 | 25.5° | 32.994 | 111° | 2.269 | 21.395 |
| 60 | 15-03-83 | 19:40 | 26° | 12.473 | 110.5° | 30.5475 | 21.335 |
| 61 | 15-03-83 | 21:08 | 26° | 16.7565 | 110° | 57.212 | 21.345 |
| 62 | 15-03-83 | 23:08 | 26° | 17.4105 | 110° | 54.877 | 21.26 |
| 63 | 16-03-83 | 1:08 | 26° | 19.741 | 110° | 52.8195 | 21.145 |
| 64 | 16-03-83 | 3:48 | 26° | 27.764 | 110° | 36.485 | 21.175 |
| 65 | 16-03-83 | 7:16 | 26° | 29.695 | 110° | 30.0835 | 21.255 |
| 66 | 16-03-83 | 9:06 | 26° | 29.024 | 110° | 26.896 | 21.31 |
| 67 | 16-03-83 | 11:08 | 26° | 35.895 | 110° | 19.8205 | 20.985 |
| 68 | 16-03-83 | 13:13 | 26° | 41.0415 | 110° | 14.12 | 20.88 |
| 69 | 16-03-83 | 15:36 | 26° | 42.908 | 110° | 11.031 | 20.805 |
| 70 | 16-03-83 | 17:10 | 26° | 45.897 | 110° | 4.798 | 20.97 |
| 71 | 16-03-83 | 19:31 | 26° | 47.243 | 110° | 3.699 | 20.935 |
| 72 | 16-03-83 | 21:08 | 26° | 50.7615 | 110° | 7.688 | 20.86 |
| 73 | 16-03-83 | 23:18 | 27° | 7.7265 | 110° | 28.36 | 20.55 |
| 74 | 17-03-83 | 1:11 | 27° | 25.2185 | 110° | 41.4365 | 19.87 |
| 75 | 17-03-83 | 4:21 | 27° | 22.5045 | 110° | 46.3515 | 19.785 |
| 76 | 17-03-83 | 7:48 | 27° | 17.6175 | 110° | 54.497 | 19.97 |
| 77 | 17-03-83 | 9:14 | 27° | 17.067 | 110° | 53.685 | 19.995 |
| 78 | 17-03-83 | 11:21 | 27° | 17.108 | 110° | 53.23 | 20.24 |
| 79 | 17-03-83 | 13:06 | 27° | 16.3605 | 110° | 53.769 | 20.21 |
| 80 | 17-03-83 | 15:14 | 27° | 10.2775 | 111° | 4.421 | 21.31 |
| 81 | 17-03-83 | 17:12 | 27° | 10.264 | 111° | 4.4615 | 20.61 |
| 82 | 17-03-83 | 19:19 | 27° | 3.297 | 111° | 16.9665 | 20.72 |
| 83 | 17-03-83 | 21:37 | 27° | 1.595 | 111° | 20.158 | 20.66 |
| 84 | 17-03-83 | 23:32 | 26° | 57.839 | 111° | 27.566 | 20.37 |
| 85 | 18-03-83 | 1:16 | 26° | 57.87 | 111° | 27.283 | 20.385 |
| 86 | 18-03-83 | 4:23 | 26° | 56.322 | 111° | 33.6285 | 20.7 |
| 87 | 18-03-83 | 8:53 | 27° | 12.128 | 111° | 57.574 | 20.43 |
| 88 | 18-03-83 | 11:07 | 27° | 12.0185 | 111° | 56.309 | 20.375 |
| 89 | 18-03-83 | 13:08 | 27° | 19.748 | 111° | 43.6805 | 20.775 |
| 90 | 18-03-83 | 15:30 | 27° | 21.505 | 111° | 41.547 | 20.75 |
| 91 | 18-03-83 | 17:18 | 27° | 23.1185 | 111° | 39.6655 | 20.945 |
| 92 | 18-03-83 | 19:12 | 27° | 31.255 | 111° | 27.1705 | 20.455 |
| 93 | 18-03-83 | 21:24 | 27° | 29.8065 | 111° | 29.136 | 20.385 |
| 94 | 18-03-83 | 23:26 | 27° | 33.4675 | 111° | 27.693 | 20.27 |

| ESTACION | FECHA | HORA | LATITUD | LONGITUD | TEMPERATURA SUPERFICIE (°C) |
|----------|----------|-------|---------------------------------|--------------|-----------------------------|
| 95 | 19-03-83 | 1:42 | 27° 39.9525 | 111° 15.373 | 20.175 |
| 96 | 19-03-83 | 4:17 | 27° 37.452 | 111° 10.6755 | 20.085 |
| 97 | | | N O E X I S T E E N E L M A P A | | |
| 98 | 19-03-83 | 10:20 | 27° 50.2115 | 110° 54.943 | 19.205 |
| 99 | 19-03-83 | 10:20 | 27° 50.2115 | 110° 54.943 | 19.205 |
| 100 | 19-03-83 | 13:21 | 27° 46.766 | 111° 5.3395 | 19.595 |
| 101 | 19-03-83 | 15:41 | 27° 41.845 | 111° 5.163 | 20.11 |
| 102 | 19-03-83 | 17:15 | 27° 41.167 | 111° 2.438 | 19.98 |
| 103 | 19-03-83 | 18:53 | 27° 46.487 | 110° 59.7575 | 19.64 |
| 104 | 19-03-83 | 20:56 | 27° 46.6285 | 110° 59.662 | 19.6 |
| 105 | 19-03-83 | 23:16 | 28° 2.7745 | 111° 18.5095 | 19.436 |
| 106 | 20-03-83 | 1:20 | 28° 7.7315 | 111° 23.0375 | 19.365 |
| 107 | 20-03-83 | 4:32 | 28° 3.055 | 111° 26.4695 | 19.225 |
| 108 | 20-03-83 | 15:13 | 27° 58.172 | 111° 38.083 | 20.586 |
| 109 | 20-03-83 | 17:48 | 27° 56.8256 | 111° 34.543 | 20.58 |
| 110 | 20-03-83 | 21:15 | 27° 50.388 | 111° 49.6109 | 20.305 |
| 111 | 20-03-83 | 23:47 | 27° 47.043 | 111° 56.034 | 20.1 |
| 112 | 21-03-83 | 1:09 | 27° 41.3085 | 112° 6.046 | 20.145 |
| 113 | 21-03-83 | 3:26 | 27° 41.665 | 112° 5.013 | 20.09 |
| 114 | 21-03-83 | 7:33 | 27° 35.261 | 112° 18.069 | 20.045 |
| 115 | 21-03-83 | 9:26 | 27° 36.4806 | 112° 20.249 | 20.075 |
| 116 | 21-03-83 | 11:33 | 27° 55.8235 | 112° 40.3835 | 19.13 |
| 117 | 21-03-83 | 13:27 | 27° 56.663 | 112° 37.701 | 19.39 |
| 118 | 21-03-83 | 15:07 | 27° 57.198 | 112° 37.197 | 19.305 |
| 119 | 21-03-83 | 17:18 | 28° 3.361 | 112° 27.629 | 19.605 |
| 120 | 21-03-83 | 19:34 | 28° 8.138 | 112° 17.0555 | 19.77 |
| 121 | 21-03-83 | 21:28 | 28° 7.5565 | 112° 15.599 | 19.62 |
| 122 | 21-03-83 | 23:07 | 28° 9.082 | 112° 14.2435 | 19.445 |
| 123 | 22-03-83 | 1:06 | 28° 13.422 | 112° 6.038 | 18.88 |
| 124 | 22-03-83 | 4:29 | 28° 20.2935 | 111° 57.597 | 18.875 |
| 125 | 22-03-83 | 8:35 | 28° 38.4605 | 112° 5.837 | 18.64 |
| 126 | 22-03-83 | 11:01 | 28° 40.3885 | 112° 18.064 | 18.78 |
| 127 | 22-03-83 | 13:16 | 28° 40.4585 | 112° 17.2365 | 18.985 |
| 128 | 22-03-83 | 15:53 | 28° 37.046 | 112° 35.1115 | 17.74 |
| 129 | 22-03-83 | 17:08 | 28° 35.4335 | 112° 35.1875 | 17.83 |
| 130 | 22-03-83 | 19:04 | 28° 28.9845 | 112° 35.1825 | 17.565 |
| 131 | 22-03-83 | 21:28 | 28° 27.5285 | 112° 35.263 | 17.525 |
| 132 | 22-03-83 | 23:37 | 28° 27.5845 | 112° 35.265 | 17.386 |
| 133 | 23-03-83 | 1:26 | 28° 22.906 | 112° 35.231 | 16.93 |
| 134 | 23-03-83 | 3:01 | 28° 21.6085 | 112° 35.216 | 17.045 |

PROCESAMIENTO DEL MATERIAL EN EL LABORATORIO

Para facilitar la visualización de la población de silicoflaedados, el fitoplancton colectado se procesó de acuerdo a la técnica utilizada por Murray (1982), haciendo modificaciones para eliminar la sal de las muestras; el material de cada estación se vació en tubos de ensaye de 75 ml. Cada tubo se llenó hasta el tope con agua dulce, agitando el contenido y posteriormente, dejándolo sedimentar durante dos horas. Transcurrido este tiempo, 2/3 del líquido supernadante fueron cuidadosamente sifoneados, utilizando una bomba de vacío "doméstica". Se examinó el sobrenadante al microscopio, observándose que sólo una muy pequeña cantidad del material del plancton es extraído en la operación sifoneo. Al material que quedó en el tubo de ensaye se le añadieron aproximadamente 2 ml de peróxido de hidrógeno al 30%, con el objeto de disolver la materia orgánica presente y dispersar el material. En algunos casos, en donde las muestras aparecían con mayor cantidad de materia orgánica, al tubo conteniendo la muestra y el peróxido de hidrógeno, se le agregaban unas cuantas gotas de ácido clorhídrico al 36.5% y se calentó lentamente para acelerar la reacción. Posteriormente, el tubo se llenó nuevamente hasta el tope con agua corriente, se agitó y se dejó sedimentar durante una hora; después de la cual, se volvió a eliminar 2/3 del sobrenadante por medio del sifoneo. Este último paso se repitió una vez más. Se obtuvo finalmente una muestra concentrada y desalinizada de aproximadamente 20 ml.

En un vidrio de reloj sosteniendo a un cubreobjetos se vació la muestra desalinizada y concentrada, añadiendo un poco de goma de tragacanto. El vidrio de reloj con el cubreobjetos y la muestra se colocó bajo una lámpara de "luz térmica" de 150 W, para un secado más rápido y eficiente. El cubreobjetos conteniendo la muestra, se montó en un portaobjetos con bálsamo de canada.

La muestra restante, adherida al vidrio de reloj, se vació en pequeños frascos de vidrio utilizando una piseta como prevención ante la necesidad de elaborar más placas.

Las preparaciones se colocaron en charolillas metálicas y se introdujeron al horno durante 48 horas a una temperatura entre 45° y 60° C. Se sacaron del horno y se dejaron secar por un espacio de dos días para su posterior análisis al microscopio.

CONTEO Y ANALISIS MICROSCOPICO

Los silicoflagelados fueron observados por medio de un microscopio compuesto marca Zeiss, utilizando principalmente 2 objetivos (6X y 40x) y un filtro verde para obtener mayor contraste de las estructuras de los organismos. El número de individuos contados en cada estación varió; cuando el número de individuos rebasó los 300 en un solo portaobjetos, el conteo se consideró concluido; pero cuando este número no se alcanzó, en cada estación analizando una sola preparación, se elaboraron más con el siguiente criterio:

Para las estaciones en el que el portaobjetos representativo contuviese menos de 20 individuos, no se elaboró ninguna preparación adicional porque se consideró que sería necesario elaborar muchos de estos para alcanzar un número significativo de individuos. Para aquellas estaciones en las que en un solo portaobjetos había más de 20 individuos pero menos de 29, se elaboraron 2 placas más. Por último, para aquellas estaciones en cuyos portaobjetos representativo había más de 30 individuos y menos de 45 se elaboró una placa más.

El número total de portaobjetos preparados fue de 175.

TRABAJO DE GABINETE

a) Estimación de porcentajes

La abundancia relativa de cada especie con respecto a la población total de cada una de las muestras de silicoflagelados, se efectuó mediante la estimación de porcentajes para aquellas estaciones en donde se hubiesen contado más de 20 individuos, --- siendo éste el número que se consideró significativo.

b) Preparación de mapas

La distribución geográfica de cada una de las especies consideradas en el cuadro taxonómico se definió estableciendo isolíneas en mapas de localización, con los porcentajes referidos anteriormente.

En aquellas estaciones en las cuales no se estimaron porcentajes porque el número de individuos no rebasaba a 20, se señaló con una cruz (x) la presencia "representativa" de la especie. Se entiende por "representativa" cuando del número total de individuos (menos de 20), el 60% estuviese representado por dicha especie. Adicionalmente a estos mapas, se hizo otro en el cual se representó el número total de individuos en cada estación. Asimismo, para deducir si hubo algún efecto en la abundancia de silicoflagelados debido a las colectas diurnas y nocturnas, se delinearon en un mapa de localización las estaciones muestreadas en el curso del día (6.00 - 17:5g hrs.) y las muestreadas por la noche (18:00 - 05:59 hrs.).

Con el registro de temperatura superficial efectuado en la campaña oceanográfica (Tabla I) se elaboró un mapa de isotermas

el cual se comparó con otro donde se muestra el promedio de iso_g terms en condiciones dominantes (Robinson, 1973), para determinar las anomalías térmicas en el tiempo en el que se efectuó el muestreo.

Inferencias estadísticas

Con el fin de deducir afinidades ecológicas entre las especies de silicoflagelados, se calculó una Matriz de Correlación, utilizando la abundancia relativa de cada especie en cada estación-localidad. Tal cálculo se hizo mediante un programa de computación que incorpora la RCDEF (Davis, 1973) y es definido por la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N X_i Y_i - (\sum_{i=1}^N X_i) (\sum_{i=1}^N Y_i) / N}{\left[\sum_{i=1}^N X_i^2 - (\sum_{i=1}^N X_i)^2 / N \right] \left[\sum_{i=1}^N Y_i^2 - (\sum_{i=1}^N Y_i)^2 / N \right]}$$

Donde:

r = Coeficiente de correlación momento producto de Pearson

X_i = n observación de la variable X

Y_i = n observación de la variable Y

N = número de observaciones

\bar{X} = $\sum_{i=1}^N X_i / N$ = media de la variable X

\bar{Y} = $\sum_{i=1}^N Y_i / N$ = media de la variable Y

Esta correlación confiere el grado de relación entre dos variables.

TABLA II. PORCENTAJE RELATIVO DE ESPECIES DE SILICOFLAGELADOS EN PLANCTON

| No. | <u>D.</u> <u>calida</u> | <u>D.</u> <u>californica</u> | <u>D.</u> <u>epiödon</u> | <u>D.</u> <u>fibulä var.</u> <u>robusta</u> | <u>D.</u> <u>messianis</u> <u>forma</u> <u>messianis</u> | <u>Octatis</u> <u>pulchra</u> | <u>No.</u> <u>identificadas</u> | <u>No. de</u> <u>individuos</u> |
|-----|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---|---|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 3 |
| 2 | 0 | 33.39 | 0 | 0 | 33.39 | 0 | 33.33 | 3 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 2 |
| 4 | 28.56 | 14.29 | 14.29 | 0 | 0 | 0 | 42.86 | 7 |
| 5 | 12.5 | 37.5 | 0 | 25 | 12.5 | 12.5 | 0 | 8 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 40 | 20 | 5 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 0 | 50 | 2 |
| 9 | 0 | 33.34 | 0 | 0 | 0 | 33.33 | 33.33 | 3 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 66.67 | 0 | 8.33 | 8.33 | 0 | 16.67 | 12 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 17 | 0 | 71.43 | 0 | 0 | 28.57 | 0 | 0 | 7 |
| 18 | 33.33 | 66.67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 19 | 0 | 62.5 | 0 | 25 | 0 | 0 | 12.5 | 8 |
| 20 | 0 | 33.34 | 0 | 0 | 33.33 | 0 | 33.33 | 3 |
| 21 | 16.67 | 66.66 | 0 | 16.67 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 22 | 0 | 66.66 | 0 | 22.22 | 11.11 | 0 | 0 | 9 |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 2 |
| 26 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 28 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 29 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabla 11. ... (continuación)

| No. | <u>D.</u> <u>calida</u> | <u>D.</u> <u>californica</u> | <u>D.</u> <u>epiodon</u> | <u>D.</u> <u>fibula var</u> <u>robusta</u> | <u>D.</u> <u>messanensis</u> <u>forma</u> <u>messanensis</u> | <u>Octatis</u> <u>puichra</u> | No. identificadas | No. de individuos |
|------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--|---|----------------------------------|----------------------|----------------------|
| 31 | 0 | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 | 40 | 5 |
| 32 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 33 | 0 | 50 | 0 | 25 | 25 | 0 | 0 | 4 |
| 34 | 0 | 72.73 | 0 | 9.09 | 0 | 0 | 18.18 | 11 |
| 35 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| * 36 | 0 | 52.38 | 0 | 38.10 | 4.76 | 0 | 4.76 | 7 |
| * 37 | 0 | 26 | 0 | 50 | 0 | 24 | 0 | 50 |
| 38 | 0 | 25 | 0 | 75 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 39 | 0 | 58.33 | 0 | 0 | 8.33 | 16.67 | 16.67 | 12 |
| 40 | 0 | 60 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 41 | 0 | 75 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 42 | 0 | 25 | 0 | 50 | 0 | 25 | 0 | 4 |
| 43 | 0 | 66.66 | 6.67 | 20 | 0 | 0 | 6.67 | 15 |
| 44 | 0 | 40 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 45 | 0 | 52.95 | 23.53 | 11.76 | 0 | 0 | 11.76 | 17 |
| * 46 | 2.36 | 17.14 | 2.86 | 5.71 | 20 | 0 | 51.43 | 35 |
| * 47 | 0 | 41.03 | 0 | 25.64 | 10.26 | 7.69 | 15.38 | 39 |
| * 48 | 0 | 65.12 | 2.32 | 13.95 | 6.98 | 0 | 11.63 | 22 |
| * 49 | 0 | 45.72 | 0 | 28.57 | 8.57 | 0 | 17.14 | 35 |
| 50 | 0 | 60 | 0 | 13.33 | 6.67 | 0 | 20 | 15 |
| 51 | 0 | 38.89 | 0 | 11.11 | 16.67 | 5.55 | 27.78 | 18 |
| 52 | 0 | 20 | 10 | 20 | 30 | 0 | 20 | 10 |
| 53 | 0 | 50 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 54 | 0 | 25 | 0 | 26 | 0 | 0 | 50 | 4 |
| 55 | 0 | 40 | 0 | 20 | 10 | 0 | 30 | 10 |
| 56 | 0 | 40 | 0 | 50 | 10 | 0 | 0 | 10 |
| * 57 | 0 | 13.75 | 0 | 60.78 | 7.89 | 9.81 | 7.89 | 51 |
| * 58 | 0 | 14.29 | 0 | 77.65 | 2.04 | 2.04 | 4.08 | 49 |
| * 59 | 2.78 | 0 | 2.78 | 72.23 | 5.55 | 11.11 | 5.55 | 36 |
| * 60 | 1.11 | 17.78 | 5.56 | 3.33 | 31.11 | 28.89 | 12.22 | 90 |
| * 61 | 0 | 6 | 2 | 2 | 4 | 82 | 4 | 50 |
| 62 | 0 | 18.18 | 9.09 | 9.09 | 0 | 54.55 | 9.09 | 11 |
| 63 | 0 | 11.11 | 11.11 | 66.67 | 0 | 11.11 | 0 | 9 |

Tabla II.(continuación)

| No. | <u>D.</u> <u>calida</u> | <u>D.</u> <u>californica</u> | <u>D.</u> <u>epiodon</u> | <u>D.</u> <u>fibula var.</u> <u>robusta</u> | <u>D.</u> <u>missanensis</u> Forma <u>missanensis</u> | <u>Octatis</u> <u>pulchra</u> | No. identificadas | No. de individuos |
|------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---|--|----------------------------------|----------------------|----------------------|
| 64 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 65 | 0 | 40 | 40 | 0 | 0 | 0 | 20 | 5 |
| 66 | 0 | 10 | 10 | 70 | 0 | 10 | 0 | 10 |
| * 67 | 0 | 24.32 | 18.92 | 21.62 | 10.81 | 16.22 | 8.11 | 37 |
| 68 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 50 | 0 | 4 |
| 69 | 0 | 18.75 | 12.5 | 31.25 | 6.25 | 18.75 | 12.5 | 16 |
| * 70 | 0 | 12.73 | 18.18 | 27.27 | 5.46 | 20 | 16.36 | 55 |
| * 71 | 0.64 | 3.82 | 6.37 | 17.83 | 5.73 | 57.33 | 8.28 | 157 |
| * 72 | 0 | 7.69 | 4.62 | 13.85 | 0 | 67.69 | 4.15 | 65 |
| * 73 | 0 | 2.86 | 11.43 | 51.43 | 8.57 | 20 | 5.71 | 12 |
| * 74 | 0.89 | 21.43 | 14.29 | 40.18 | 6.25 | 11.60 | 5.36 | 112 |
| * 75 | 1.50 | 9.77 | 10.53 | 19.55 | 3.01 | 48.87 | 6.77 | 133 |
| * 76 | 0.57 | 3.43 | 14.86 | 13.14 | 7.43 | 54.86 | 5.71 | 175 |
| * 77 | 0 | 5.13 | 11.28 | 8.72 | 4.10 | 67.69 | 3.08 | 195 |
| * 78 | 1.14 | 2.27 | 13.26 | 10.60 | 1.52 | 68.94 | 2.27 | 264 |
| * 79 | 0.86 | 3.13 | 12.25 | 7.12 | 1.99 | 71.23 | 3.42 | 351 |
| * 80 | 0 | 39.84 | 0.99 | 49.60 | 0.60 | 8.17 | 0.80 | 502 |
| * 81 | 0 | 5.26 | 15.79 | 43.86 | 5.26 | 26.32 | 3.51 | 29 |
| * 82 | 3.23 | 3.23 | 25.80 | 35.48 | 0 | 16.13 | 16.13 | 10 |
| 83 | 0 | 25 | 16.67 | 25 | 0 | 16.67 | 16.66 | 12 |
| * 84 | 0 | 0 | 8.16 | 4.08 | 0 | 87.76 | 0 | 49 |
| * 85 | 0 | 6.25 | 34.38 | 12.5 | 3.12 | 40.63 | 3.12 | 11 |
| * 86 | 0 | 5.66 | 7.55 | 32.07 | 0 | 47.17 | 7.55 | 53 |
| * 87 | 2.33 | 9.30 | 6.98 | 53.48 | 0 | 25.58 | 2.33 | 22 |
| 88 | 0 | 0 | 50 | 50 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| * 89 | 1.89 | 5.67 | 11.32 | 24.53 | 3.77 | 43.39 | 9.43 | 27 |
| * 90 | 2.78 | 13.89 | 22.22 | 25 | 2.78 | 27.78 | 5.55 | 12 |
| * 91 | 0 | 4.54 | 36.37 | 45.46 | 0 | 4.54 | 9.09 | 7 |
| * 92 | 0 | 0 | 13.72 | 15.69 | 1.96 | 62.75 | 5.88 | 26 |
| * 93 | 1.32 | 1.32 | 2.63 | 11.84 | 2.63 | 76.32 | 3.94 | 76 |
| * 94 | 0 | 0 | 5.15 | 17.65 | 1.47 | 72.79 | 2.94 | 136 |
| * 95 | 0 | 1.67 | 10 | 8.33 | 1.67 | 75 | 3.33 | 120 |
| * 96 | 0 | 4.05 | 11.49 | 18.92 | 2.03 | 61.48 | 2.03 | 148 |

Tabla II. . ontinuación)

| No. | <u>D.</u> <u>calida</u> | <u>D.</u> <u>californica</u> | <u>D.</u> <u>epiodon</u> | <u>D.</u> <u>fibula var.</u> <u>robusta</u> | <u>D.</u> <u>messanensis</u> <u>forma</u> <u>messanensis</u> | <u>Octatis</u> <u>pulchra</u> | No. identificadas | No. de individuos |
|-------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---|---|----------------------------------|----------------------|----------------------|
| * 97 | | | | | | | | |
| * 98 | 0 | 0 | 1.72 | 2.59 | 0 | 95.69 | 0 | 116 |
| * 99 | 0 | 0 | 7.43 | 2.03 | 0.68 | 87.83 | 2.03 | 148 |
| * 100 | 0 | 1.84 | 20.24 | 3.68 | 1.23 | 72.73 | 1.23 | 163 |
| * 101 | 0 | 2.42 | 15.32 | 10.48 | 0.81 | 68.55 | 2.42 | 124 |
| * 102 | 0 | 1.30 | 3.91 | 2.93 | 0.98 | 89.90 | 0.98 | 307 |
| * 103 | 0.32 | 0.97 | 5.16 | 0.97 | 0.32 | 90.97 | 1.29 | 310 |
| * 104 | 0 | 0.46 | 10.65 | 1.39 | 0.93 | 86.1 | 0.46 | 216 |
| * 105 | 0 | 0 | 4.25 | 0.33 | 0 | 93.79 | 1.63 | 306 |
| * 106 | 0 | 1.23 | 3.68 | 1.84 | 0 | 93.25 | 0 | 163 |
| * 107 | 1.01 | 0 | 5.02 | 0.50 | 0 | 92.46 | 1.01 | 199 |
| * 108 | 0.62 | 3.72 | 8.05 | 34.67 | 1.86 | 48.60 | 2.48 | 323 |
| * 109 | 0.32 | 3.57 | 7.47 | 22.73 | 0.97 | 62.34 | 2.6 | 308 |
| * 110 | 0.94 | 1.87 | 6.87 | 13.44 | 0.63 | 75 | 1.25 | 320 |
| * 111 | 0 | 0.9 | 4.49 | 7.19 | 0 | 86.23 | 1.19 | 334 |
| * 112 | 0 | 0 | 7.23 | 5.66 | 1.57 | 84.91 | 0.63 | 318 |
| * 113 | 0.59 | 0.89 | 7.74 | 8.04 | 1.19 | 80.36 | 1.19 | 336 |
| * 114 | 0 | 1.27 | 9.28 | 2.95 | 0 | 85.65 | 0.85 | 237 |
| * 115 | 0.38 | 1.62 | 7.14 | 2.92 | 0 | 87.66 | 0.33 | 308 |
| * 116 | 0 | 0.53 | 5.35 | 4.28 | 1.07 | 88.24 | 0.53 | 187 |
| * 117 | 0.65 | 0.97 | 6.49 | 2.92 | 0.33 | 87.67 | 0.97 | 308 |
| * 118 | 0.64 | 1.60 | 7.03 | 2.55 | 0 | 86.26 | 1.92 | 313 |
| * 119 | 0.85 | 2.55 | 6.33 | 2.13 | 0.43 | 84.68 | 2.98 | 235 |
| * 120 | 0 | 1.82 | 8.76 | 5.47 | 0.37 | 83.21 | 0.37 | 274 |
| * 121 | 0 | 0.61 | 3.99 | 2.15 | 0.31 | 92.94 | 0 | 326 |
| * 122 | 0 | 0 | 1.90 | 0.95 | 0.32 | 96.83 | 0 | 315 |
| * 123 | 0 | 0 | 3.14 | 1.05 | 0 | 95.29 | 0.52 | 191 |
| * 124 | 0 | 1.35 | 4.05 | 2.03 | 0 | 89.87 | 4.70 | 148 |
| * 125 | 0 | 0 | 3.79 | 1.14 | 0 | 94.70 | 0.37 | 264 |
| * 126 | 0.29 | 5.17 | 2.01 | 5.75 | 0 | 86.21 | 0.57 | 348 |
| * 127 | 0 | 4.40 | 2.56 | 1.46 | 0 | 91.21 | 0.37 | 273 |
| * 128 | 0.31 | 0 | 0.61 | 3.07 | 0 | 95.70 | 0.31 | 326 |
| * 129 | 0 | 2.13 | 0.91 | 4.86 | 0 | 92.10 | 0 | 329 |
| * 130 | 0 | 0 | 0.96 | 1.28 | 0.32 | 96.16 | 1.28 | 312 |

Tabla II. (continuación)

| No. | <u>D.</u> <u>calida</u> | <u>D.</u> <u>californica</u> | <u>D.</u> <u>epiodon</u> | <u>D.</u> <u>fibula</u> var <u>robusta</u> | <u>D.</u> <u>messanensis</u> forma <u>messanensis</u> | <u>Octatis</u> <u>pulchra</u> | No. identificadas | No. de individuos |
|-------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--|--|----------------------------------|----------------------|----------------------|
| * 131 | 0 | 0.32 | 0.63 | 1.58 | 0 | 96.84 | 0.63 | 316 |
| * 132 | 0 | 0 | 0.95 | 1.26 | 0 | 97.79 | 0 | 317 |
| * 133 | 0 | 0.63 | 1.25 | 1.57 | 0.31 | 96.24 | 0 | 319 |
| * 134 | 0 | 0 | 1.23 | 3.69 | 0.31 | 93.23 | 1.54 | 325 |

Las estaciones marcadas con un * son las que se incluyeron para obtener la matriz del coeficiente de correlación momento producto de Pearson.

TABLA III. MATRIZ DE CORRELACION

| | <u>Dictyochoa calida</u> | <u>Dictyochoa californica</u> | <u>Dictyochoa epiodon</u> | <u>Dictyochoa fibula var robusta</u> | <u>Dictyochoa messanensis forma messanensis</u> | <u>Octatis pulchra</u> | No. Identificadas |
|---|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---|------------------------|-------------------|
| <u>Dictyochoa calida</u> | - 1.000 | - 0.021 | 0.205 | 0.253 | 0.255 | - 0.333 | 0.458 |
| <u>Dictyochoa californica</u> | - 0.021 | 1.000 | 0.139 | 0.382 | 0.423 | - 0.713 | 0.393 |
| <u>Dictyochoa epiodon</u> | 0.205 | - 0.139 | 1.000 | 0.143 | 0.018 | - 0.279 | 0.116 |
| <u>Dictyochoa fibula var. robusta</u> | 0.253 | 0.382 | 0.143 | 1.000 | 0.167 | - 0.807 | 0.200 |
| <u>Dictyochoa messanensis forma messanensis</u> | 0.255 | 0.423 | 0.018 | 0.167 | 1.000 | - 0.548 | 0.665 |
| <u>Octatis pulchra</u> | - 0.333 | - 0.713 | - 0.279 | - 0.807 | - 0.548 | 1.000 | - 0.603 |
| No. identificadas | 0.458 | 0.393 | 0.116 | 0.200 | 0.665 | - 0.603 | 1.000 |

RESULTADOS Y DISCUSION

Murray y Schrader (1983), analizando la población de silicofla gelados del Golfo de California, identificaron ocho especies: Dictyocha calida Poelchau, Dictyocha californica Schrader y Murray, Dictyocha epiodon Ehrenberg, Dictyocha fibula var. robusta Schrader y Murray, Dictyocha messanensis forma messanensis Haeckel, Dictyocha minima Schrader y Murray, Distephanus speculum (Ehrenberg) Haeckel y Octatis pulchra Schiller. En el presente estudio sólo se encontraron seis de dichas especies; es decir, al efectuar el análisis de muestras no se encontraron ni Dictyocha minima ni Distephanus speculum.

Comparando las condiciones de temperatura superficial dominantes (Fig. 3; Robinson, 1973) y las reinantes en el período considerado en el estudio -del 10 al 23 de marzo de 1983- (Fig. 2) se observó un aumento termal significativo para este período (Fig. 4). En la boca del Golfo de California, hacia el Este, es donde se muestra la mayor variación de temperatura superficial, siendo el aumento de 3° a 3.5°C. En la parte media del Golfo la variación oscila entre los 2° y 2.5° C.

El aumento de temperatura superficial registrado, puede atribuirse al hecho de que hubo entrada de aguas tropicales al Golfo de California, desplazando de su boca a las aguas características de la Corriente de California y a las del propio Golfo.

Tal condición, sugiere la presencia del fenómeno de "El Niño"; el cual se caracteriza entre otros factores, por el acarreamiento de aguas de mayor temperatura hacia latitudes mayores (Bjerknes, 1961; Smith, 1968; Quinn, 1974; Ramae, 1975; Chávez et al., 1984).

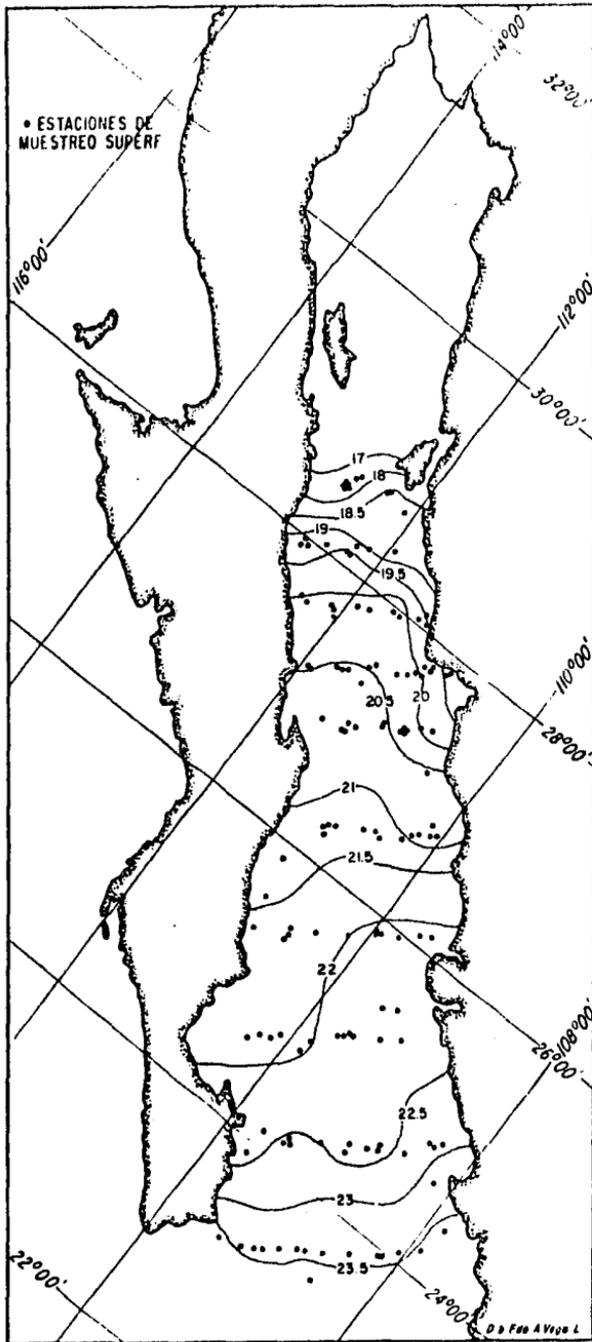


fig. 2

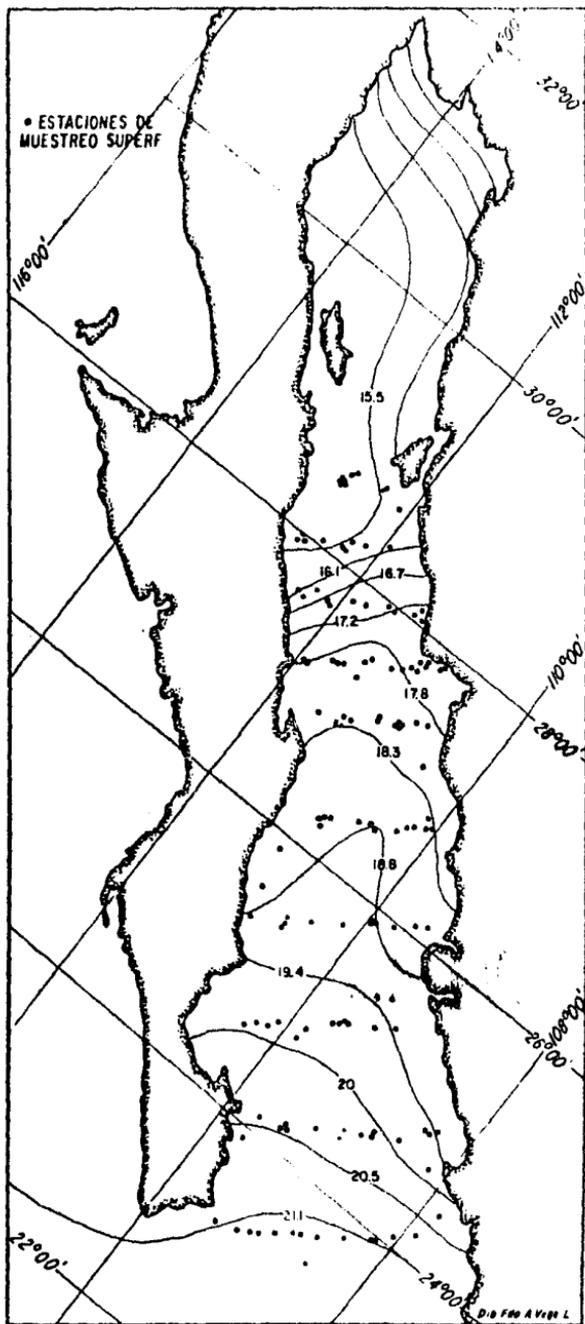


fig. 3

Con el propósito de discernir si la abundancia de silicoflaeolados es afectada por efectos de carácter diurno (día-noche), se analizó el desarrollo del muestreo a través de un mapa (Fig. 5) que expone a las estaciones abordadas durante la noche y en el transcurso del día. Comparando este mapa con el de abundancia de silicoflagelados (Fig. 12), aparentemente, el efecto --diurno no influye de manera evidente. A diferencia del trabajo de Murray y Schrader (1983), realizado durante condiciones "dominantes", las especies Distephanus speculum y Dictyocha minima no se presentaron en este estudio.

Para el caso particular de Distephanus speculum, una posible explicación es que ésta es una especie que habita en las aguas relativamente frías de la Corriente de California (Murray, 1982). Consecuentemente, el aumento de temperatura superficial ocasionado por el fenómeno de "El Niño", indujo al desplazamiento de dicha corriente de la región de la boca del Golfo y a la ausencia de D. speculum.

Siendo Dictyocha minima una especie "cosmopolita" (Murray y --Schrader, 1983), es difícil atribuirle una afinidad termal. No obstante, su ausencia en el tiempo considerado en este estudio, más sugiere que su presencia es afectada por las condiciones --prevalcientes durante el fenómeno de "El Niño".

La distribución geográfica de cada una de las especies se muestran desde la figura 6 a la figura 11.

La distribución de Dictyocha epidon (Fig. 6), aparentemente, es influenciada en la región de estudio, por la formación de frentes oceanográficos (Molina Cruz, 1984a), luego entonces, "normalmente" se distribuye a través de la boca del Golfo de California (Murray, 1982). Durante el período de muestreo, señalado

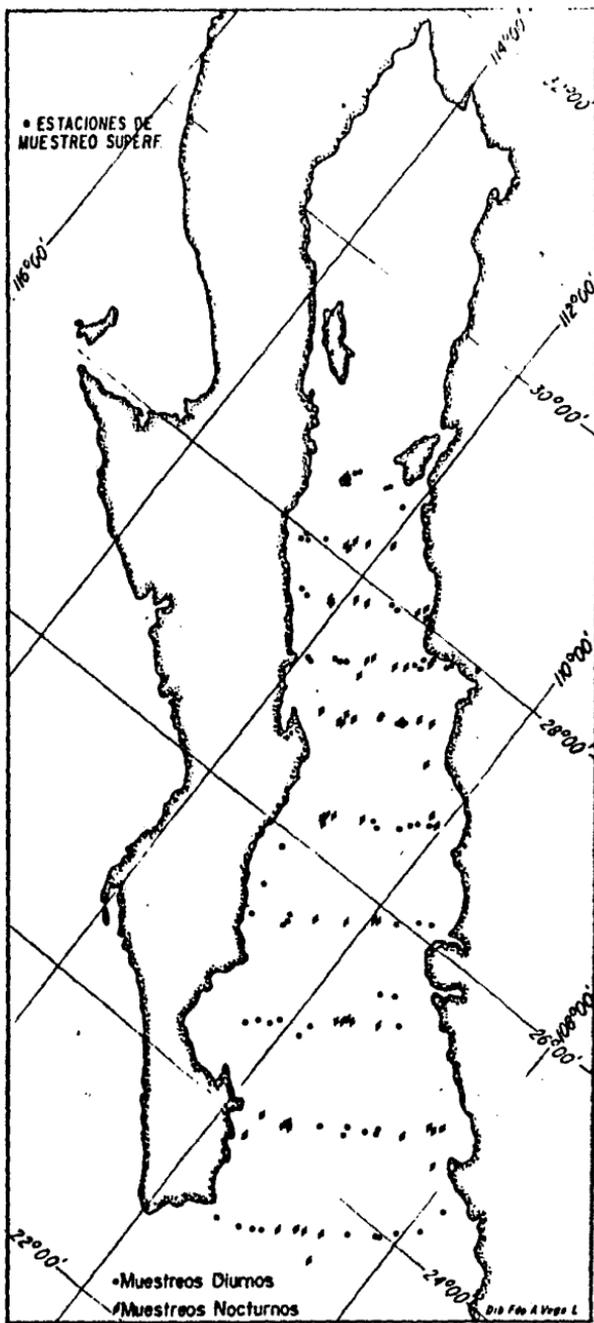


fig. 5

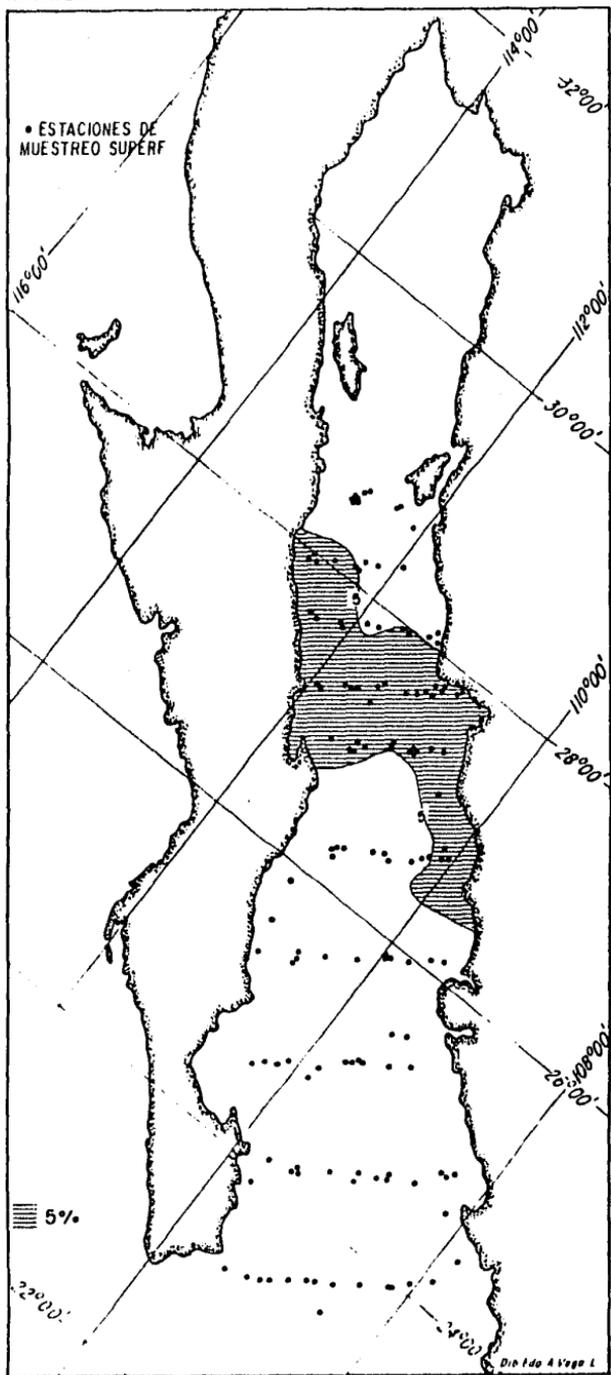


fig. 6

para este estudio, es evidente que no se encuentra presente en la boca del Golfo. Esto podría explicarse de la siguiente manera: al penetrar la masa de agua del Pacífico tropical al interior del Golfo, se inhibió la influencia superficial de la Corriente de California en dicho interior y consecuentemente, la formación de "frentes oceanográficos" en la boca del Golfo. Por otro lado, coherentemente, se observa la siguiente situación: la región Oriental de Guaymas es un gran centro de surgencias (Molina-Cruz, 1984b); por lo que se puede sugerir que en el tiempo de estudio hubo en esta región un encuentro de dos tipos de aguas: la tropical y la relativamente fría de las surgencias, provocando una mayor actividad de mezcla y con ello el medio favorable para que Dictyocha epidon se desarrollara (Fig. 6). Su abundancia relativa en esta zona alcanzó el 5% con respecto a la población total de silicoflagelados.

Dictyocha calida es una especie que se ha reportado asociada con las aguas de la contracorriente ecuatorial (Poelchau, 1976). En condiciones "dominantes", ocurre con abundancia relativa alta en la boca del Golfo, aproximadamente en un 10%, pudiéndose encontrar aislada en áreas de la región norte (Murray y Schrader, 1983). Durante las condiciones de estudio (Fig. 7), esta especie se observó desplazada hacia la región central del Golfo, con un porcentaje de abundancia relativa también de un 10%; además encontrándose en áreas aisladas de la zona norte y en pequeñas áreas cercanas a la costa oriente.

Dictyocha messanensis forma messanensis es una especie cosmopolita (Poelchau, 1976) y se encuentra muy bien representada en la región de la costa occidental de la península de Baja California. Se encuentra también en la boca del Golfo con una abundancia relativa mayor a un 25% (Murray y Schrader, 1983). D. messanensis forma messanensis (Fig. 8), bajo las condiciones reinantes, la encontramos distribuida hacia la parte central

Dictyocha messanensis forma *messanensis*

44.

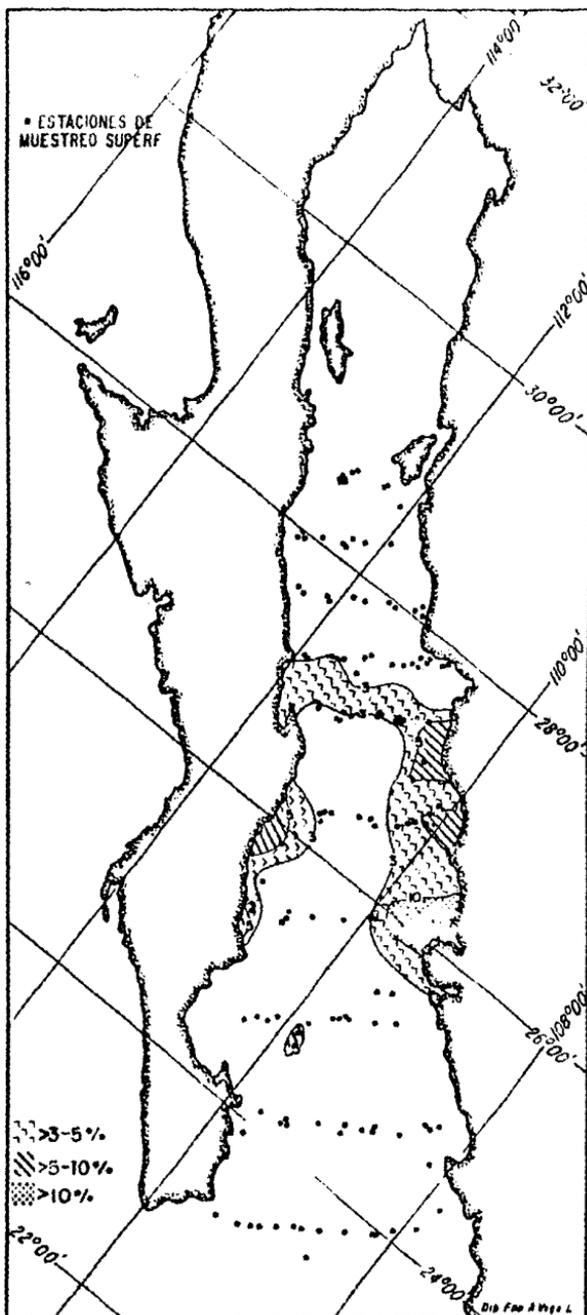


Fig. 8

del Golfo, manifestándose con mayor abundancia hacia las regiones costeras, donde adopta valores del 10%. Asimismo, aunque en menor abundancia, ocurre en la región central norte del Golfo, con valores de 3%.

Dictyocha californica (Fig. 9), en el período de estudio se presentó en algunas estaciones de la boca del Golfo, exhibiéndose particularmente, con mayor abundancia, en una pequeña área cercana a la costa oriental, donde representa un 40% de la abundancia relativa. En la parte central del Golfo, esta especie ocurre con menor abundancia, de 3 al 5%. D. californica, en condiciones dominantes, es característica de la región de la boca del Golfo, particularmente del lado continental en donde ésta representa más del 25% de abundancia relativa (Murray y Schrader, op. cit.).

Dictyocha fibula var. robusta ocurre en regiones tropicales y subtropicales, a través del margen continental del Golfo de California (Murray, 1982). En el tiempo de estudio se encuentra ampliamente distribuida en la región central del Golfo de California, con un 10% de abundancia relativa. Esta especie se manifiesta principalmente, tanto en las regiones cercanas a la costa oriente como a la costa este (Fig. 10), alcanzando su mayor abundancia relativa, en la costa oeste (50%). Presumiblemente, su presencia dentro del Golfo se puede asociar con la entrada de corrientes ecuatoriales provenientes de la costa de América Central y vinculadas con la ocurrencia del fenómeno oceanográfico de "El Niño".

En condiciones dominantes, D. fibula var. robusta se encuentra presente en la boca del Golfo al lado continental con una abundancia relativa del 10%, que disminuye hacia la región central.

Dictyocha californica

46.

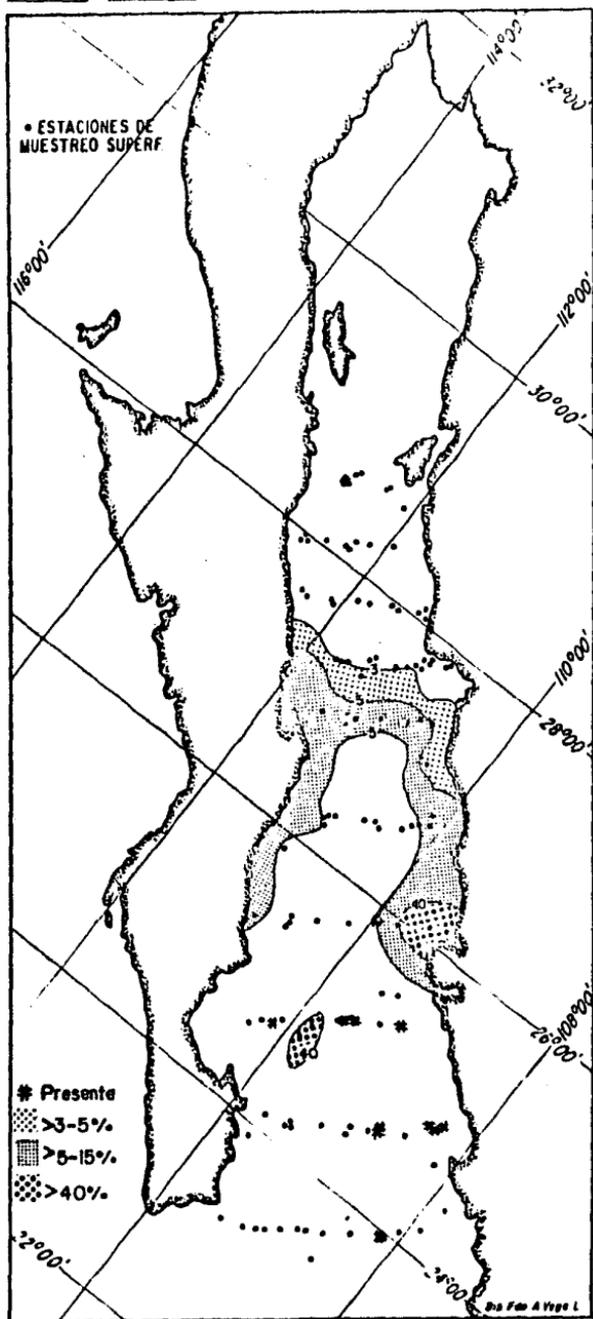


fig. 9

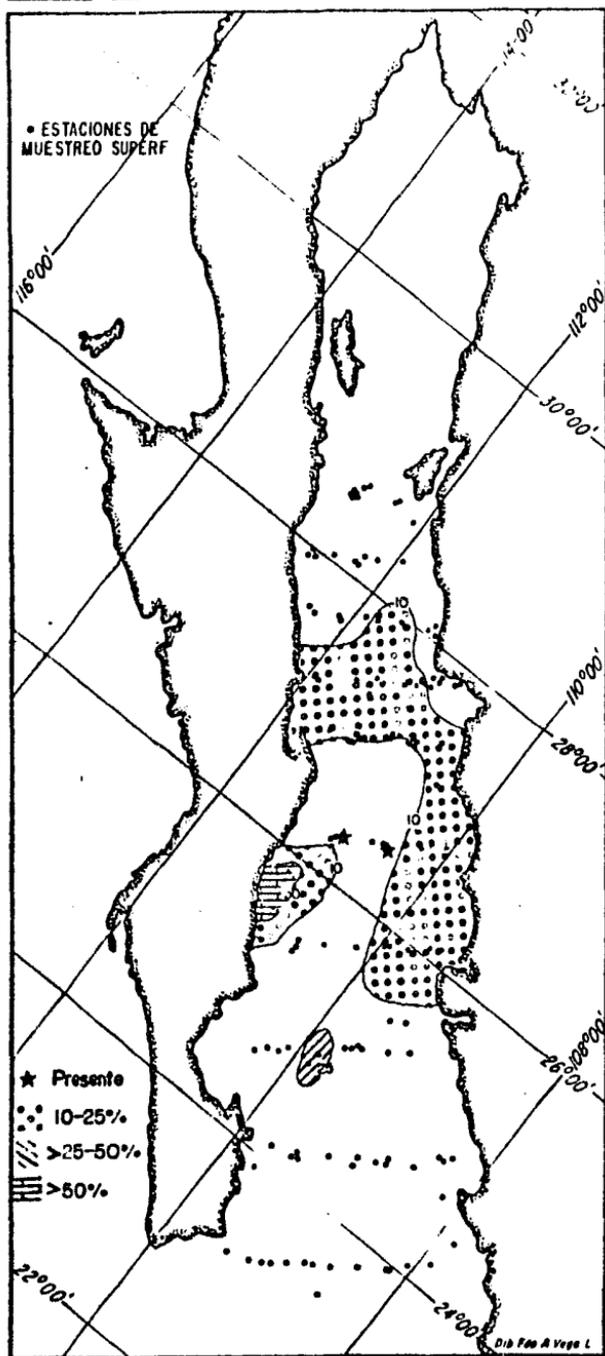


fig. 10

La mayor abundancia de Octatis pulchra en el tiempo considerado para este estudio, se encuentra en estaciones localizadas en la cuenca de Guaymas, región que es caracterizada por la ocurrencia de intensas mezclas de masas de agua (Molina-Cruz, 1984b; Alvarez-Arellano y Molina-Cruz, 1984). Tal fenómeno propicia el regeneramiento de nutrientes en la superficie y consecuentemente, el florecimiento del plancton (Roden y Groves, 1959; -Hasting y Turner, 1965; Round, 1967; Roden, 1972; Soutar et al., 1981; Molina-Cruz, 1984a; Schrader et al., 1984).

Al analizar la distribución geográfica de Octatis pulchra (Fig. 11) y compararla con la de Dictyocha californica (Fig. 9), se muestra que cuando aumenta la abundancia relativa de O. pulchra disminuye claramente la abundancia relativa de D. californica. Esta observación está apoyada por el coeficiente de correlación entre estas dos especies, que es negativo (-0.713 ; Tabla III). De la misma manera, cuando hay un incremento de O. pulchra, disminuye notoriamente la abundancia de D. fibula var. robusta (-0.807 ; Tabla III).

Comparando la distribución de silicoflagelados existentes en -- condiciones dominantes con las distribuciones en las condiciones de "El Niño", se puede asumir lo siguiente: durante "El Niño" 1983, hubo entrada de masas de aguas tropicales al Golfo de California principalmente por el lado Este. Tal hecho, trajo -- como consecuencia el desplazamiento de las masas de agua características de la boca del Golfo, principalmente de la Corriente de California. Por consiguiente, los organismos que habitan dicha región, tal como el conjunto de silicoflagelados migraron o fueron desplazados hacia otras regiones.

No obstante el cambio en distribución geográfica, es interesante notar que, la abundancia relativa de las especies con respecto a la población total de silicoflagelados no varió considera-

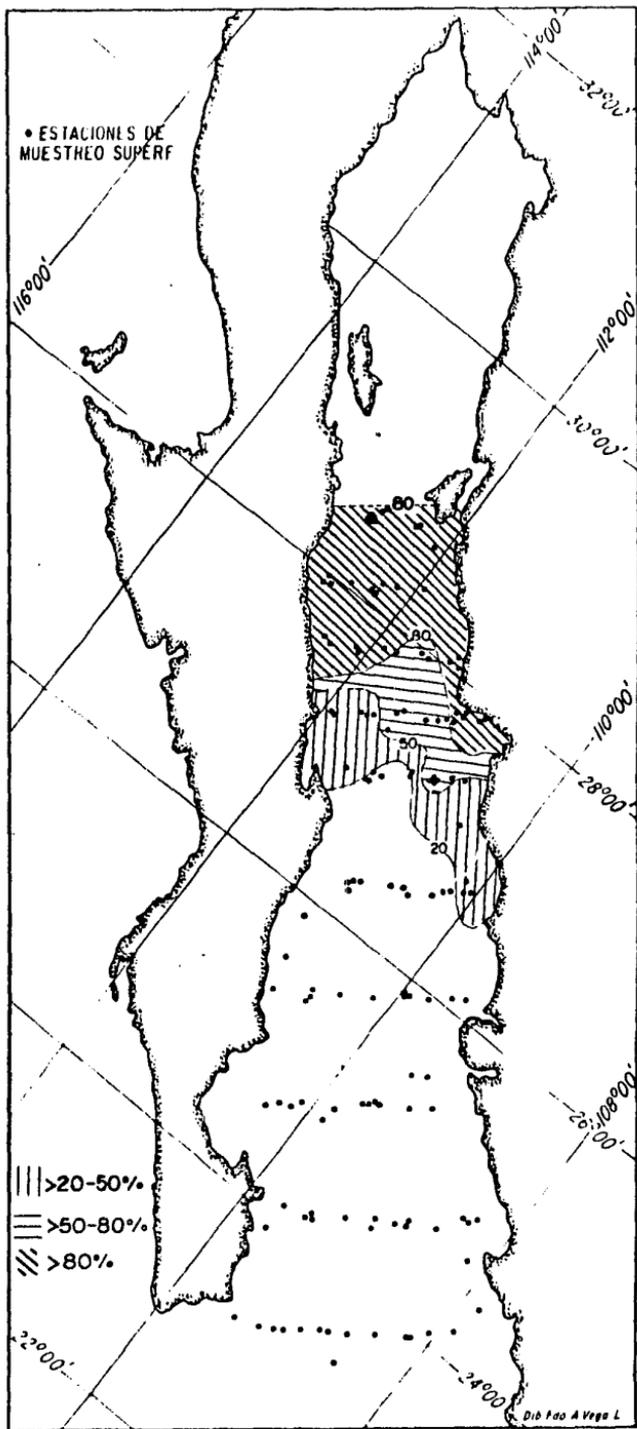


fig. 11

blemente.

La figura 12 muestra la mayor abundancia de silicoflagelados en el área norte de Guaymas; podemos concluir que la distribución dominante de silicoflagelados, durante "El Niño" 1983 se alteró como sigue: 1) en la zona de la boca del Golfo y la parte surdental, decreció la abundancia relativa de especies; 2) la zona de transición fue desplazada hacia el norte; y, 3) la región de Guaymas casi se mantuvo estable, únicamente decreciendo su "anchura" en forma moderada.

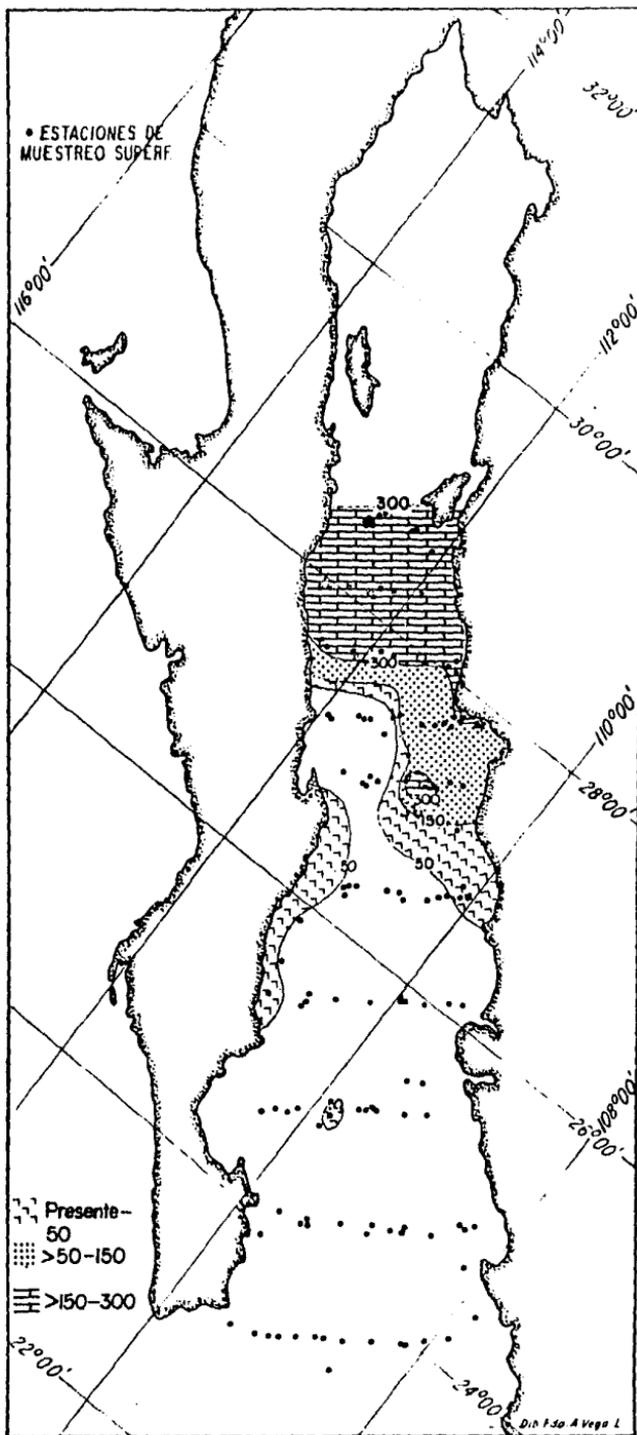


fig. 12

C O N C L U S I O N E S

1. Durante el período de muestreo se presentó el fenómeno de "El Niño" en el Golfo de California. Por tal motivo, se registró un aumento significativo de temperatura en las aguas superficiales del Golfo, debido a la entrada de masas de agua tropicales provenientes de latitudes más bajas, principalmente por el lado Este del Golfo. La incursión de dicha agua tropical desplazó a las masas de agua relativamente frías de la Corriente de California de la región de la boca del Golfo.

2. La presencia del conjunto de silicoflagelados característica de la región del Golfo de California se modificó, observándose sólo la presencia de 6 especies de las 8 que comúnmente ocurren en condiciones "dominantes". Las especies que se observaron fueron: Dictyocha calida, Poelchau; Dictyocha californica, Schrader y Murray; Dictyocha epidon, Ehrenberg; Dictyocha fibula var: robusta, Schrader y Murray; Dictyocha messanensis, Haeckel; y Octatis pulchra, Schiller; las ausentes fueron: Distephanus speculum y Dictyocha minima. La primera tiene afinidad a las aguas de la Corriente de California.

3. La mayor abundancia de silicoflagelados, tanto en condiciones dominantes como durante la ocurrencia de "El Niño", se encuentra en la Cuenca de Guaymas. Aunque hubo cambio en la distribución geográfica, aparentemente no se produjo una variación significativa en la abundancia relativa de cada una de las especies con respecto a la población total.

La distribución geográfica es afectada como sigue:

- a) En la región de la boca del Golfo y en la parte sur se observa una disminución considerable de la abundancia de silicoflagelados.
- b) La zona de transición entre las aguas del Pacífico y las propias del Golfo, se desplazó más al norte.
- c) La zona de la Cuenca de Guaymas se mantuvo casi estable, observándose solamente que ésta se redujo en área, con respecto al eje longitudinal del Golfo. *Octatis pulchra* es la especie que domina dicha cuenca.

| Especie | Murray y Schrader (1983) | Pérez-Cruz (1985) Durante "El Niño" 1983 |
|--|--|---|
| <u>Dictyocha calida</u> | Se encuentra en la boca del Golfo de California con una abundancia relativa del 10%, disminuyendo hacia el interior del Golfo. Se presenta aislada en áreas de la región norte. | Se encuentra en la región central del Golfo de California con una abundancia relativa del 10%. Se presenta también en áreas aisladas de la zona norte y en pequeñas áreas cercanas a la costa oriental. |
| <u>Dictyocha californica</u> | Es característica de la región de la boca del Golfo, particularmente en las márgenes continentales con más del 25% de abundancia relativa. | Se encuentra en la parte central del Golfo de California con una abundancia relativa del 3 al 5%. En una pequeña área cercana a la costa oriental alcanzando un 40% de abundancia. |
| <u>Dictyocha epiodon</u> | Se encuentra presente a través de la boca del Golfo. | Se presenta en la región central del Golfo de California, alcanzando 5% de abundancia relativa. |
| <u>Dictyocha fibula</u> var. <u>robusta</u> | Su mayor abundancia relativa se encuentra cerca de la boca del Golfo sobre los márgenes continentales alcanzando valores del 10%. Disminuye su abundancia hacia la región norte del Golfo. | Se encuentra ampliamente distribuida en la región central del Golfo de California, con un 10% de abundancia relativa. Su mayor abundancia se presenta en la costa oriental del Golfo (50%). |
| <u>Dictyocha messanensis</u> | Se encuentra en la boca del Golfo con una abundancia relativa mayor al 25%. | <u>D.m.</u> forma <u>messanensis</u> . Se encuentra en la región central del Golfo de California, presentándose con mayor abundancia hacia las regiones costeras, donde adopta valores del 10%. Asimismo, aunque en menor abundancia se presenta también en la región central norte del Golfo con valores aproximados del 3%. |
| <u>Octatis pulchra</u> | Se encuentra abundantemente en la región central del Golfo de California. Se encuentra también en la boca del Golfo. La abundancia mayor se localiza en las aguas superficiales de las Cuencas de Guaymas y del Carmen con un porcentaje mayor al 75%. | Se encuentra en la región central del Golfo de California, con una abundancia relativa mayor al 80%. |

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALVAREZ - ARELLANO, A. y A. MOLINA-CRUZ, 1984. Aspectos Paleocronográficos del Golfo de California, Evidenciados por Conjuntos de Radiolarios. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. (en prensa).
- BACHMANN, A., 1970. Flagellata (Silicoflagellata). Catalogus fossilium Austriae, 1b: 1-28.
- BJERKNES, J., 1961. "El Niño" 1957-58 in its relation to tropical Pacific meteorology. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull., (12): 1-62.
- BOLD, H.C., ALEXOPOULOS and T. DELEVORIAS, 1980. Morphology of Plants and Fungi. Harper & Row Publishers, New York, 801 p.
- BUKRY, D. and J.H. FOSTER, 1973. Silicoflagellates and diatom Stratigraphy, Deep Sea Drilling Project, Leg 16. Initial Reports Deep Sea Drilling Project, 16: 815-871.
- BUKRY, D., 1975b. Silicoflagellate and coccolith stratigraphy, Deep Sea Drilling Project, Leg 29. Initial Reports Deep Sea Drilling Project, 29: 845-872.
- BUKRY, D., 1976. Silicoflagellate and coccolith stratigraphy, southeastern Pacific Ocean. Deep Sea Drilling Project, Leg 34. Initial Reports Deep Sea Drilling Project, 34: 715-735.
- BUKRY, D., 1982. Neogene Silicoflagellates of the Eastern Equatorial Pacific, Deep Sea Drilling Project, Leg. 54.

Initial Reports Deep Sea Drilling Project, 54: 545-573.

- CHAVEZ, F.P. et al., 1984. Propagated temperature changes during onset and recovery of the 1982-83 "El Niño". Mc-Millan Journals Ltd.
- DAVIS, J.C., 1973. Statics and Date in Geology. John Wiley & Sons. New York, 550 p.
- DEFLANDRE, G., 1950. Contribution à l'étude des Silicoflagellidés actuels et fossils. Microscopie, 2: 72-108.
- DUMITRICA, P., 1973a. Miocene y Quaternary Silicoflagellates in sediments from the Mediterranean Sea. Initial Reports Deep Sea Drilling Project, 13: 903-933.
- DUMITRICA, P., 1973 b. Paleocene, late Oligocene and post-Oligocene silicoflagellates in southwestern Pacific sediments cored on Deep Sea Drilling Project. Leg 21. Initial Reports Deep Sea Drilling Project, 21: 837-833.
- EHRENBERG, C.G., 1837. Eine briefliche Nachricht des Hr. Agassiz in Neuchatel über den ebenfalls aus mikroskopischen kiesel organismen bebildeten polirschiefer vor oran in Afrika. Ber. Verh. kgl. Preuss. Wiss, 1837: 59-61.
- EHRENBERG, C.G., 1854. Das Enden und Felsen Schaffende wirken des unsichtbar kleinen selbständigen lebens auf der Erde. Mikiogedogie: 1-374.
- FRENGUELLI, J., 1951. Silicoflagelados del Tripoli de Mejillones (Chile). Physics (Buenos Aires), 20: 272-284.

- FILLOUX, J.H., 1973. Tidal patterns and energy balance in the Gulf of California. Nature, p. 219.
- GARCIA, N.E., 1978. Apuntes de Climatología. Ed. Larios e Hijos. México. 153 p.
- GEMEINHARDT, K., 1930. Silicoflagellatae. In: L. Rabenhorst. Kryptogamen-Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz, 10; 1-87.
- GEMEINHARDT, K., 1934. Die Silicoflagellaten des Südatantischen Ozeans. Wiss Ergebnisse der Deutschen Atlantischen Exped. "Meteor", 1925-27, 12: 274-312.
- GLEZER, Z. I., 1966. Silicoflagellatophyceae. Cryptogamic plants of the U.S.S.R., 7. 363 p.
- HAECKEL, E.H.P.E., 1887. Report on the Radiolaria collected by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Repts. Voy. Challenger, Zool., 18: i-clxxxviii.
- HAQ, N.W., 1978. Silicoflagellates and Ebridians. In: Haq, B. W. and Boersma, A. (Eds.). Introduction to Marine Micropaleontology. Elsevier, New York: 267-275.
- HASTING, J.R. and R.M. TURNER, 1965. Seasonal Precipitation Regimes in Baja California, México. Geografiska Annaler, 47: 204-223.
- JERKOVIC, L., 1969. Les silicoflagelides fossiles des environs de Zagreb, de Bosanska Kostajnica et de Derventa (Yugoslavie). Godisnjaka Biol. Inst. Univ. Sariev, 22: 21-127.

- LEMMERMANN, E., 1901. Silicoflagellatae. Deutsche, Bot. Gesell. Ber., 19: 247-271.
- LEYVA, J.A., 1984. El Niño Malo en Baja California. Información Científica y Tecnológica. CONACYT, 6 (67): 23-25.
- LING, H.Y., 1970. Silicoflagellates from central North Pacific core sediments. Bull. Am. Paleontol., 58: 85-129.
- LIPPS, J.H., 1970. Ecology and Evolution of Silicoflagellates. Proc. North America Paleontol. Convent., 1969, Part G: 965-993.
- LOEBLICH, A.R., 3rd. L.A. LOEBLICH, H. TAPPAN and A.R. LOEBLICH Jr., 1968. Annotated index of fossil and recent silicoflagellates and Ebridians with descriptions and illustrations of validly proposed taxa. Geological Society of America Memoir 106: 317 p.
- MANDRA, Y.T., 1969. Silicoflagellates: A new tool for the study of Antarctic Tertiary climates. J. Antarctic Res., 4:172-174.
- MARTINI, E., 1971. Neogene silicoflagellates from the equatorial Pacific. Initial Reports Deep Sea Drilling Project, 7 (2): 1695-1708.
- MARTINI, E., 1977. Systematics, Distribution and Stratigraphical Application of Silicoflagellates. In: Ramsay, A.T.S. (Ed.). Oceanic Micropaleontology. Academic Press, New York, 2: 1327-1343.
- MOLINA-CRUZ, A., 1984a. The Radiolarian Remains as Indicators of Upwelling Processes: The Peruvian connection. Marine Micropal., 9: 53-75.

- MOLINA -CRUZ, A., 1984b. Evolución oceanográfica de la "boca" del Golfo de California. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. (En prensa).
- MURRAY, D.W., 1982. Paleo-oceanography of the Gulf of California Based on Silicoflagellates from Marine Verbed Sediments, M.S. Thesis, Oregon State University. 129 p.
- MURRAY, D. and Schrader, H., 1983. Distribution of Silicoflagellates in Plankton and core top samples from the Gulf of California. Mar. Micropaleontol., 7: 517-539.
- POELCHAU, H.S., 1976. Distribution of Holocene Silicoflagellates in North Pacific sediments. Micropaleontology, 22 (2):164 -193.
- QUINN, W.H., 1974. Monitoring and predicting El Niño invasions. Journal of Applied Meteorology, 13 (7): 825-830.
- RAMAGE, C.S., 1975. Preliminary discussion of the meteorology of the 1972-73 El Niño. Bulletin American Meteorological Society, 56: 234-242.
- ROBINSON, M.K., 1973. Atlas of monthly mean sea surface and sub-surface temperatures in the Gulf of California, México. San Diego Society of Natural History, Mem., 5, 97 p.
- RODEN, G.I. and Groves, G.W., 1959. Recent Oceanographic Investigations in the Gulf of California. Journal of Marine Res., 18 (1): 10-35.
- RODEN, G.I., 1964. Oceanographic Aspects of Gulf of California, In: Van Andel, T.H. and Shor, G. (Eds.). Marine

- geology of the Gulf of California, Amer. Assoc. Petrol. Geol. Tulsa, Oklahoma. 30-58.
- RODEN, G. I., 1972a. Thermohaline and Baroclinic Flow across the Gulf of California Entrance and in the Revillaigedo Island Region. J. Phys. Oceanog., 2 (2): 177-183.
- RODEN, G. I., 1972b. Temperature and salinity fronts at the boundaries of the subarctic-subtropical transition zone in the Pacific. Jour. Geophys. Res. 77: 7175-7187.
- ROUND, R.E., 1967. The phytoplankton of the Gulf of California. Part I: Its composition, distribution and contribution to the sediments. Jour. Esp. Mar. Biol. Ecol., 1: 76-96.
- SCHRADER, H. and Baumgartner, T., 1983. Decadal variation of Upwelling in the Central Gulf of California. Thied J. and E. Suess (Eds.) Coastal Upwelling: Its sediment record: 247-276.
- SCHRADER, H., MAHOOD, R., CHENG, G., 1984. Gulf of California: Silicoflagellates in Plankton Samples Collected in June 1982, Part 2. Marine Micropaleontology. (En prensa).
- SCHRADER, H. and D. MURRAY, 1984. Silicoflagellate Assemblages in the Gulf of California During the Last Glacial Maximum and the Present: Oceanographic Implications. Marine Micropaleontology. (En prensa).
- SCHULZ, P., 1928. Beitrage zur Kenntnis fossiler und rezenter Silicoflagellaten. Bot. Archiv., 21: 225-292.

- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO, 1983. Agenda Estadística Básica. México, D. F., Dirección Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, p. 461.
- SHEPARD, F.P., 1950. Submarine Topography of the Gulf of California. California U.S.A., 1940 E.W. Scripps Cruise to the Gulf of California. Geol. Soc. American Memoir 43, p. 32.
- SOUTAR, A., JOHNSON, S.R. and BAUNGARTNER, T.R., 1981. In Search of Modern Depositional Analogs to the Monterey Formation. In the Monterey Formation and Related Siliceous Rocks of California. Garrison, G.E. and R. G. Douglas (Eds.). Society of Economic Paleontologist and Mineralogist. 125-147.
- SMITH, R.L., 1968. Upwelling. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 6: 11-46.
- STRADNER, H., 1961. Über fossile silicoflagelliden und die Möglichkeit ihrer Verwendung in der Erdölstratigraphie. Erdöl u. Kohle, Erdas, Petrochemie, 14: 87-92.
- TAMAYO, L.J., 1980. Geografía Moderna de México. Ed. Trillas, México, 392 p.
- TYNAH, E. J., 1957. Silicoflagellates of the Calvert formation (Miocene) of Maryland. Micropaleontology, 3: 127-136.
- WEISSBERG, J. and H. PARISH, 1974. Introductory Oceanography. Mc Graw Hill Kogakusha. Init. Student Edition, 320 p.

WYRTKI, K., 1977. Advection in the Peru Current as Observed by Satellite. Jour. of Geophysical Research, 82 (27): 3939-3943.

YANAGISAWA, T., 1943. Klishitsu-benmochu nitsute (Silicoflagellatae). Umito sora 23: 11-29.

DESCRIPCIONES TAXONOMICAS

Dictyocha calida. Poelchau, 1976 (Lámina 1; Figs. 5 a 10).

El anillo basal es rómbico y ligeramente alargado en paralelo a la barra apical. Las barras basales son arqueadas y se hacen más delgadas en donde se originan las barras laterales, dando una apariencia redondeada a las ventanas basales. La estructura apical es relativamente delicada, comparada con el anillo basal. El puente apical es exactamente paralelo a el eje mayor de simetría y no tiene espina apical. La altura de la barra apical sobre el anillo basal es más o menos pequeña (5-16% del diámetro del anillo basal). Las espinas están situadas directamente debajo de las barras laterales o ligeramente desplazadas a la derecha (en el sentido de las manecillas del reloj). La longitud de las espinas radiales es en promedio 1/3 del diámetro del anillo basal. La microestructura superficial de las paredes es lisa, presentando protuberancias distribuidas irregularmente. La apariencia general es delicada y de simetría fina.

Dictyocha calida n. sp. Poelchau, 1976 (Lámina 1; Figs. 5 a 10) se asemeja a algunas formas de D. fibula Ehrenberg, de la cual evolucionó (Poelchau, 1976); por consiguiente, está usualmente incluida bajo ese nombre en la literatura. Esta especie difiere de D. fibula por su perfecta simetría y su delicada estructura apical; además de ser comparativamente más pequeña.

En algunos aspectos, D. calida n. sp. se parece a D. ausonia Deflandre y D. lingi Dumitrica (1973b). Sin embarco, estas especies presentan la barra apical paralela al eje menor del anillo basal. También se ha observado que tiene un ligero pareci-

do con D. perlaevis Frenquelli (Dumitricá, 1973b) y con D. fibula perlaevis Burki (1975), aunque la mayoría de estas formas, incluyendo la descripción original de Frenquelli, son más "robustas"; aproximadamente 2 veces el tamaño de D. calida.

Poelchau (1976) sugiere que D. Calida probablemente evolucionó de los especímenes de D. perlaevis del Pleistoceno.

Dictyocha californica Schrader y Murray, 1984 (Lámina 1; Figs. 1 a 4). Dictyocha sp. A Murray y Schrader, 1983.

El anillo basal es elíptico de 60-90 μm de largo y 35-50 μm de ancho. El eje mayor tiene dos grandes espinas, mientras que el eje menor tiene dos pequeñas que algunas veces están en el portal o ventana adyacente. La barra apical, de longitud muy variable, es paralela o inclinada al eje mayor. En las formas simétricas, las barras casi tienen la misma longitud, con inclinaciones individuales ligeramente desiguales en forma. No hay espinas de soporte en el anillo basal. Todos los elementos estructurales tienen casi la misma silificación. La mayoría de las estructuras presentan paredes sin nudosidades o ventricularidades. Algunos especímenes, con mayor silificación, presentan las paredes del anillo basal con algunos gránulos.

Esta especie es parecida a Dictyocha delicata Burkry (1982); diferenciando de ella, por el grosor de todos sus elementos estructurales.

Dictyocha epiodon Ehrenberg, 1854 (Lámina 1; Figs. 11 a 16).

El anillo basal tiene apariencia subcuadrática, variando de róm- bica a octagonal. D. epiodon tiene cuatro espinas principales y cuatro o más espinas radiales subordinadas, que se presentan alternamente. Las barras basales están ligeramente levantadas en la parte donde las barras laterales están articuladas, lige- ramente hundidas en donde se ubican las espinas de soporte y -- frecuentemente torcidas hacia afuera en los lugares de las espi- nas radiales subordinadas. Las cuatro espinas de apoyo están - siempre desplazadas hacia la izquierda de las espinas radiales principales (en sentido contrario a las manecillas del reloj). La estructura apical está girada en sentido contrario a las ma- necillas del reloj, formando un ángulo con el eje mayor que es más grande que el formado por la estructura apical de D. mes- sanensis (la diferencia es de 16°). La espina apical está ca- si siempre presente, y las espinas accesorias, en las barras laterales, por lo general están presentes.

Variabilidad del esqueleto.

El número de espinas radiales subordinadas puede variar de 2 a 9. La longitud de las espinas radiales varía, pero generalmen- te son más cortas que en D. messanensis.

La presente forma es completamente distinta a D. messanensis y D. fibula tanto en tamaño como en apariencia general, pudiéndo- se establecer una jerarquía de especies. Tal distinción fue ob- servada por Ling (1970). Dumitricá (1973a, 1973b) y Burky y Foster (1973). El nombre de D. aculeata Lemmermann, utilizado por Dumitricá para describir a la especie en cuestión tendría prioridad, pero no es válido porque se utilizó anteriormente - por Ehrenberg (1954) para una forma de Distephanus speculum.

La única ilustración anterior, además de aquellas de D. fibula var aculeata Lemmermann (1901) que parece adecuada, es la que corresponde a D. epiodon de Ehrenberg. Aunque la descripción de él y la de Haeckel (1887) no se ajustan exactamente a la presente especie.

Poelchau (1976) siguió el término binomial de Burky y Foster - (1973) disponible inicialmente. Los otros especímenes ilustrados por Ehrenberg (1854) bajo este nombre pueden ser fácilmente ubicados bajo el nombre de D. fibula y D. messanensis de uso reciente.

Como Dumitricá (1973a) puntualizó, la presente especie está ciertamente relacionada a D. messanensis, particularmente a Dictyo-
cha messanensis forma spinosa Lemmermann, 1901, por su tamaño y por la presencia de espinas accesorias sobre las barras laterales. El tamaño del anillo basal varía desde 30 hasta 35 μm , - siendo algo más pequeño el de Dictyo
cha messanensis forma spino-
sá.

Los especímenes grandes, que son mencionados por Gemeinhardt - (1930, 1934) y Dumitricá (1973a), son extremadamente raros en sedimentos recientes del Pacífico Norte.

Dictyo
cha fibula var. robusta Schrader y Murray, 1984 (Lámina 2; Figs. 23 a 28). Dictyo
cha sp. B Murray y Schrader, 1983.

Esta variedad se distingue de D. fibula porque sus formas son más robustas y porque generalmente no es rómbica. Esta variedad tiene una relación de largo a ancho de 1.0 a 1.9. Las es

pinas del eje mayor son siempre más pronunciadas que las espinas del eje menor. Los portales colineales al eje menor siempre son más grandes que los portales colineales al eje mayor. La parte externa de los portales colineales al eje menor es variable en forma; presentándose de convexo a triangular, pero casi nunca rectangular. Esta última forma se le considera aberrante. La pared de la estructura es generalmente lisa, aunque las superficies nudosas suelen ocurrir.

La barra apical es comprimida a alargada y puede ser paralela o inclinada con respecto al eje mayor. Las espinas de apoyo están siempre presentes. Dentro de esta variedad se han distinguido dos formas: la forma symmetrica y la forma rotunda. La forma symmetrica tiene una relación de eje mayor a eje menor -- cercana a 1.2 y las espinas radiales del eje menor describen un ángulo grande, con el anillo basal. La forma rotunda tiene una relación del eje mayor al menor, mayor a 1.2 y presenta formas más elípticas y convexas. Las espinas radiales del eje menor, al interceptar el anillo basal, describen ángulos más pequeños que las de la forma robusta. La diferenciación entre la forma symmetrica y rotunda no se efectuó en el conteo de este estudio.

Esta variedad difiere de Dictyocha perlaevis Frenquelli (1951) por la presencia de espinas de soporte y por la orientación de la barra apical paralela al eje mayor y no perpendicular a él.

Dictyocha messanensis forma messanensis Haeckel, 1887 (Láminas 1 y 2; Figs. 17 a 22).

El anillo basal es cuadrado o rómbico, con dimensiones que varían de 16 a 20 μm , ubicándose el promedio entre 20 y 29 μm .

Su altura aproximada es de 10 μm . Las barras basales son rectas, ligeramente cóncavas o convexas y las cuatro espinas de soporte están desplazadas hacia la izquierda de las espinas radiales. La estructura apical está girada en sentido contrario a -- las manecillas del reloj, con respecto al eje mayor del anillo basal. Hay una espina apical.

Dictyocha messanensis forma messanensis Haeckel, 1887, es relativamente pequeña comparada con Dictyocha messanensis forma spinosa.

Este taxón probablemente incluye todas aquellas pequeñas formas que han sido llamadas D. fibula en la literatura reciente sobre fitoplancton. Estas formas son extremadamente raras en sedimentos recientes y pueden, de hecho, representar material retrabajado.

Dictyocha messanensis forma messanensis, tal como es mostrada por Haeckel, 1887, no posee espinas de soporte. Sin embargo, diagnósis posteriores, iniciadas por Gemeinhardt (1930), Dumitricá (1973 a), y Poelchau (1976), han incluido especímenes en los cuales las espinas de apoyo están generalmente presentes.

Poelchau (1976), considera a Dictyocha stapedia Haeckel como D. messanensis forma cuadrada y sugiere que las formas de D. messanensis constituyen una forma transicional.

Siguiendo a Gemeinhardt (1930), D. rhombus Haeckel podría encuadrarse dentro del presente taxón así como D. tenella Ehrenberg.

Poelchau (1976) incluyó formas como longispina, brevispina y pentágona como parte inicial de la jerarquía normal del taxón.

Dictyocha minima Schrader y Murray, 1984. Dictyocha sp. Murray y Schrader, 1983.

Presenta formas elípticas pequeñas, de 30-55 μm de largo y 20-30 μm de ancho. El eje mayor presenta dos espinas radiales largas; las espinas en el eje menor son más cortas. La barra apical es siempre paralela al eje mayor pero de longitud variable. No presenta espina apical. Las espinas de apoyo están presentes distintivamente. Todos los elementos estructurales son de similar grosor y con paredes lisas. La relación del eje mayor al eje menor es siempre mayor de dos.

Esta especie fibuloide es distinguida de D. fibula por su relación largo a ancho, por su tamaño pequeño consistente y por su margen elíptico. Es también distinguible de D. calida por su relación largo-ancho.

Distephanus speculum (Ehrenberg) Haeckel, 1887.

El anillo basal es hexagonal, tiene seis espinas radiales cuyas longitudes varían ampliamente entre los especímenes. Sobre extremos opuestos del anillo, dos de las espinas radiales, comúnmente son más largas. Seis espinas de apoyo, desplazadas hacia la izquierda de las espinas radiales. Generalmente están presentes un anillo apical, soportado por seis barras laterales y normalmente con un tamaño mayor al de la mitad del tamaño del anillo basal está presente. El diámetro mayor del anillo basal es de 15-25 μm y generalmente su altura es menor de 10 μm .

Variabilidad del esqueleto.

El número de lados y de espinas radiales puede variar desde cin

co a nueve, aunque este último número no es común. La longitud y forma de las espinas es bastante variable, observándose desde tubos cortos hasta delicadas agujas más largas que el diámetro del anillo basal. El anillo apical es generalmente amplio, pero ocasionalmente, llega a ser pequeño.

Aunque muy rara vez, cuando el anillo apical está parcialmente abierto, D. speculum semeja a la variedad D. pseudofibula. El número de espinas apicales varía desde ninguna hasta seis. Siendo lo más común dos sobre lados opuestos.

Se excluyen del presente taxón a formas grandes, como D. boliviensis (Burky y Foster, 1973), ya que éstas pertenecen al -- Plioceno o edades anteriores. Estos difieren de D. speculum en su gran tamaño (más de 30 μm), el anillo apical más pequeño y, una tendencia de formación canopiloidea que hace que se presenten varias ventanas apicales.

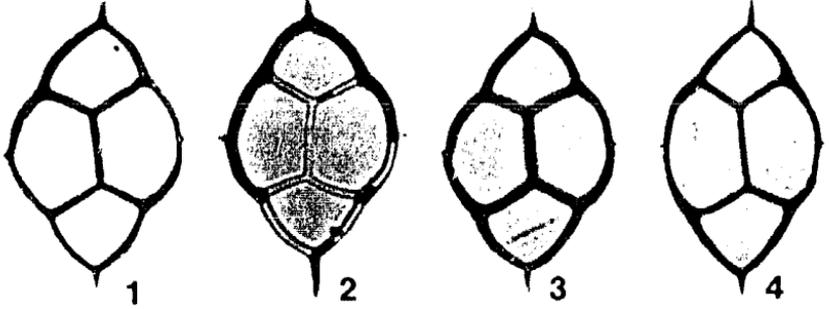
Octatis pulchra Schiller, 1925 (Lámina 2; Figs. 29 a 33).

Anillo basal octagonal, ligeramente elongado y bastante regular, con ocho espinas radiales, las cuales varían en longitud desde 1/2 a 1/4 del diámetro del anillo basal. Las espinas sobre el eje de elongación tienden a ser ligeramente más largas. No hay espinas de soporte. El anillo apical es muy delicado y casi tan amplio como el anillo basal. Este anillo ocasionalmente presenta espinas apicales y está sostenido por ocho barras laterales cortas, casi verticales, que se originan del anillo basal entre las espinas radiales. Frecuentemente, el anillo apical está incompleto o ausente, probablemente debido

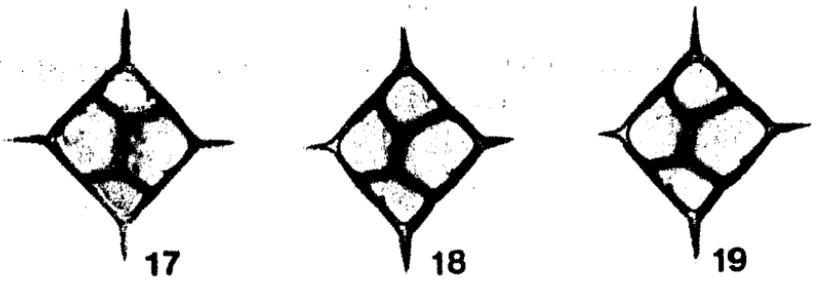
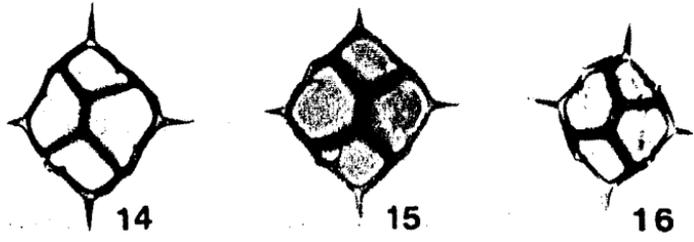
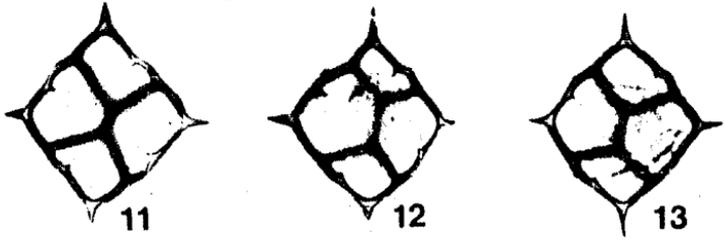
a fracturas. El diámetro mayor del anillo basal varía de 19 a 30 μm , la elongación del anillo basal es de 1.0 a 1.2 μm y la altura, desde la base hasta el anillo apical, es de 4 a 10 μm .

La presente especie de ninguna manera puede ser asociada con Distephanus speculum. De hecho, la diferencia en la estructura apical y la ausencia de las espinas de apoyo pueden justificar un género separado: este es Octatis Schiller. Poelchau (1976) y Burky y Foster (1973) refieren a la especie dentro del género Octatis Schiller.

Octatis pulchra Schiller difiere de D. speculum no sólo en la estructura apical muy delicada, sino también en el número constante de ocho espinas radiales. Aberraciones ocasionales de siete a nueve espinas ocurren con frecuencias menores al 10%.



50 μ m



L A M I N A 1

- Figs. 1 a 3. Dictyocha californica Schrader y Murray, 1984
Estación 80.
- Fig. 4. Dictyocha californica Schrader y Murray, 1984
Estación 126.
- Figs. 5 a 7. Dictyocha calida Poelchau, 1976
Estación 78.
- Fig. 8. Dictyocha calida Poelchau, 1976
Estación 79.
- Fig. 9 y 10. Dictyocha calida Poelchau, 1976
Estación 119.
- Figs. 11 y 12. Dictyocha epiodon Ehrenberg , 1854
Estación 76.
- Fig. 13. Dictyocha epiodon Ehrenberg , 1854
Estación 77.
- Figs. 14 y 15. Dictyocha epiodon Ehrenberg , 1854
Estación 79.
- Fig. 16. Dictyocha epiodon Ehrenberg , 1854
Estación 119.
- Fig. 17. Dictyocha messanensis forma messanensis Haeckel, 1887
Estación 74.
- Figs. 18 y 19. Dictyocha messanensis forma messanensis Haeckel, 1887
Estación 77.



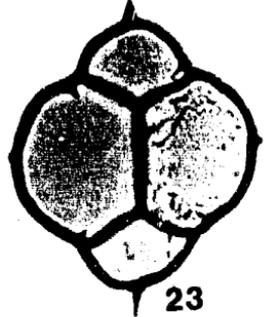
20



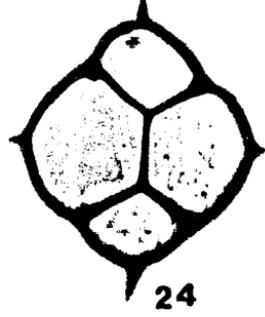
21



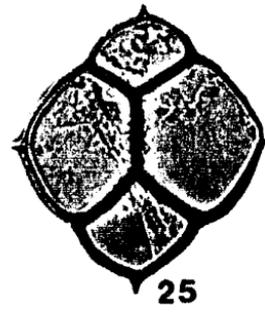
22



23



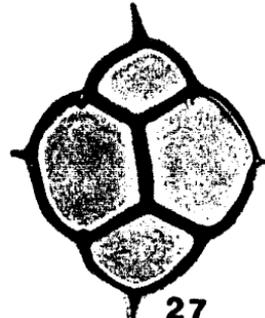
24



25



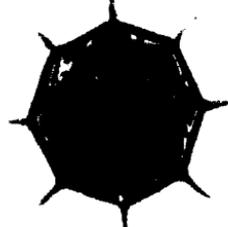
26



27



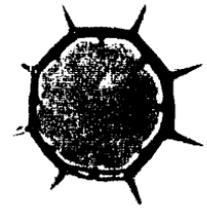
28



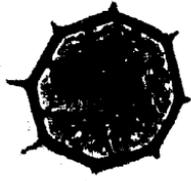
29



30

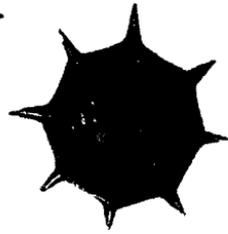


31



32

50 μ m



33

L A M I N A 2

- Figs. 20 y 21. Dictyocha messanensis forma messanensis Haeckel, 1887
Estación 78.
- Fig. 22. Dictyocha messanensis forma messanensis Haeckel, 1887
Estación 79.
- Fig. 23. Dictyocha fibula var. robusta Schrader y Murray, 1984
Estación 71.
- Fig. 24. Dictyocha fibula var. robusta Schrader y Murray, 1984
Estación 77
- Figs. 25 y 26. Dictyocha fibula var. robusta Schrader y Murray, 1984
Estación 79.
- Fig. 27. Dictyocha fibula var. robusta Schrader y Murray, 1984
Estación 50.
- Fig. 28. Dictyocha fibula var. robusta Schrader y Murray, 1984
Estación 126.
- Fig. 29. Octatis pulchra Schiller, 1925
Estación 77.
- Fig. 30. Octatis pulchra Schiller, 1925
Estación 79.
- Fig. 31. Octatis pulchra Schiller, 1925
Estación 126.
- Fig. 32. Octatis pulchra Schiller, 1925
Estación 79
- Fig. 33. Octatis pulchra Schiller, 1925
Estación 119.

Fig. 13. Principales estructuras morfológicas de Sili-coflagelados.

