

"EL NIÑO 1983: EFECTO SOBRE LA DISTRIBUCION DE LOS SILICOFLAGELADOS DE EL GOLFO DE CALIFORNIA"

"EL NIÑO 1983: EFFECT ON THE DISTRIBUTION OF THE SILICOFAGELLATES IN THE GULF OF CALIFORNIA"

Ligia L. Pérez-Cruz

Adolfo Molina-Cruz

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

Circuito Exterior, Ciudad Universitaria

México, DF., 04510, México

Pérez-Cruz, L.L. y Molina-Cruz, A. "El Niño 1983: Efectos sobre la distribución de los silicoflagelados de el Golfo de California. "El Niño 1983: Effect on the distribution of the silicoflagellates in the Gulf of California. Ciencias Marinas Vol. 14(3): 9-38, 1988.

RESUMEN

La distribución habitual de los silicoflagelados en el Golfo de California fue afectada por el desarrollo de el fenómeno oceanográfico "El Niño" en 1983. La disminución de la influencia de la Corriente de California en la boca del Golfo, provocó la ausencia de *Distephanus speculum* en la región; mientras que la incursión anormal de agua tropical-ecuatorial en el Golfo, propició el decrecimiento de la población de silicoflagelados en la boca y desplazó a las especies *Dictyocha epiodon*, *D. messanensis* forma *messanensis*, *D. californica* y *D. fibula* var. *robusta* hacia la parte sur de la Cuenca de Guaymas; donde, debido a la constante regeneración de nutrientes, por procesos de mezcla, se desarrollaron, al menos durante el mes de marzo de 1983.

El marco oceanográfico antes descrito fue deducido comparando la distribución de silicoflagelados en condiciones habituales con la distribución observada durante la ocurrencia de "El Niño, 1983".

ABSTRACT

The habitual distribution of the silicoflagellates from the Gulf of California was affected by the development of the oceanographic phenomenon "El Niño", during 1983. The diminution of the California Current influence in the mouth of the Gulf of California, provoked the absence of *Distephanus speculum*; while the abnormal incursion of tropical-equatorial water within the Gulf, incited the decrease of the silicoflagellate population in the mouth of the Gulf and displaced the species *Dictyocha epiodon*, *D. messanensis* form *messanensis*, *D. californica* and *D. fibula* var. *robusta* toward the southern part of the Guaymas Basin; where, due to a continuous regeneration of nutrients, by mixing processes, they developed, at least during March, 1983.

The oceanographic framework depicted above, was deduced comparing the habitual distribution of silicoflagellates in the Gulf with the silicoflagellate distribution observed during the occurrence of "El Niño, 1983".

INTRODUCCION

Los silicoflagelados generalmente, conforman menos del 2% de la componente silicea del plancton (Round, 1967). No obstante, los

INTRODUCTION

The silicoflagellates generally comprise less than 2% of the siliceous component of the plankton (Round, 1967). Nevertheless, the

estudios biogeográficos y bioestratigráficos en base a ellos, han resultado satisfactorios y útiles; ya que ha sido posible, entre otras cosas, identificar áreas de alta productividad primaria (Lipps, 1970; Poelchau, 1976) y en consecuencia pesqueras.

Murray y Schrader (1983) reportaron la distribución geográfica de ocho especies de silicoflagelados, en el Golfo de California; indicando lo siguiente: *Octatis pulchra*, cuya presencia está asociada a niveles altos de productividad primaria, ocurre con mayor abundancia en la parte Central del Golfo. *Dictyocha calida*, *Dictyocha californica* y *Dictyocha fibula* var. *robusta*, estando asociadas a aguas ecuatoriales, tienen una abundancia relativa mayor cerca de la boca del Golfo de California. *Dictyocha epiodon* y *Distephanus speculum* están asociadas a las aguas de la Corriente de California; mientras que, *Dictyocha messanensis* domina el conjunto de silicoflagelados en las estaciones del Océano Pacífico. *Dictyocha minima* muestra una distribución aparentemente cosmopolita, en manchas y con abundancia relativa baja.

Murray y Schrader (1983) utilizaron restos de silicoflagelados contenidos en los sedimentos marinos superficiales, para definir la biogeografía antes descrita. Por consiguiente, se asume que esta distribución es el resultado de condiciones ambientales "dominantes"; es decir, habituales durante un gran período (miles de años) en el Golfo de California.

El presente estudio, realizado también bajo el marco ambiental del Golfo de California, tiene como objetivo principal determinar la biogeografía observada por los silicoflagelados, durante la ocurrencia del fenómeno oceanográfico: "El Niño, 1983"; (Schrader y Baumgartner, 1983; Chávez, 1984; Mee *et al.*, 1985) teniendo como base, muestras de plancton superficial, colectadas durante dicho evento a bordo del B/O "El Puma". Tal acción pretende corroborar la ocurrencia de dicho fenómeno en el tiempo considerado en este estudio, así como comparar la biogeografía observada por los silicoflagelados, entre condiciones oceanográficas "habituales" y condiciones oceanográficas "reinas" (ocurrencia

biogeographic and biostratigraphic studies based on them, have proved satisfactory and useful since, among other things, it has been possible to identify areas of high primary productivity (Lipps, 1970; Poelchau, 1976) and therefore fishing grounds.

Murray and Schrader (1983) reported the geographical distribution of eight species of silicoflagellates in the Gulf of California, indicating the following: *Octatis pulchra*, whose presence is associated with high levels of primary productivity, occurs with higher abundance in the central part of the Gulf. *Dictyocha calida*, *Dictyocha californica* and *Dictyocha fibula* var. *robusta*, being associated with equatorial waters, have a relative higher abundance near the mouth of the Gulf of California. *Dictyocha epiodon* and *Distephanus speculum* are associated with the waters of the California Current, while *Dictyocha messanensis* dominates the silicoflagellates in the stations of the Pacific Ocean. *Dictyocha minima* shows an apparently cosmopolitan distribution, in large stains and with low relative abundance.

In order to define the biogeography described above, Murray and Schrader (1983) used remnants of silicoflagellates contained in the surface marine sediments. Therefore, it is assumed that this distribution is the result of "dominant" environmental conditions; that is, habitual during a long period (thousands of years) in the Gulf of California.

The main objective of this study, also carried out in the environmental setting of the Gulf of California, is to determine the biogeography of the silicoflagellates during the occurrence of the oceanographic phenomenon "El Niño, 1983" (Schrader and Baumgartner, 1983; Chávez, 1984; Mee *et al.*, 1985), based on samples of surface plankton, collected during the aforementioned event on board the O/B "El Puma". This action intends to corroborate the occurrence of this phenomenon during the time considered in this study, as well as to compare the biogeography presented by the silicoflagellates during "habitual" oceanographic conditions and "reigning" oceanographic conditions (occurrence of "El Niño"); in other words, to determine how big

de "El Niño"); en otras palabras, determinar como los grandes cambios en circulación oceánica, en temperatura superficial del mar y en aportes de nutrientes a la región, afectan el desarrollo de las poblaciones de silicoflagelados.

Marco oceanográfico pertinente:

Masas de agua

El Golfo de California es un mar adyacente localizado en la región nor-occidental de México y es considerado como una gran cuenca de evaporación, comunicada ampliamente con el Océano Pacífico en su parte sur (Fig. 1).

La distribución de masas de agua superficial en el Golfo de California, como en cualquier parte del mundo, está estrechamente asociada a la circulación océano-eólica (Roden, 1964; 1972; Roden y Emilsson, 1979) y puede delimitarse a través de mapas mensuales de distribución de temperatura superficial (Robinson, 1973; Molina-Cruz, 1987).

Durante el mes de marzo, al norte del paralelo 28°N (Fig. 2), el agua del "Golfo Norte" presenta temperaturas entre aproximadamente 15.5°C y 16.5°C y el agua del "Canal de Ballenas", se manifiesta con temperaturas menores a 15.5°C. Al sur del paralelo 28°N, el agua de la "Cuenca de Guaymas" (Molina-Cruz, 1986), experimenta temperaturas entre 16.5°C y 18.5°C; mientras que el agua "Transicional" ("Ecuatorial - evaporada"; Roden, 1964; Molina-Cruz, 1986) ubicada en el extremo sureste del Golfo, se define con temperaturas entre 18.5°C y 20.5°C. El agua asociada a la Corriente de California, con temperaturas ligeramente inferiores a 20°C, se presenta alrededor de la punta de la Península de Baja California; pero no en forma clara en la superficie, sino aproximadamente a 100m de profundidad (Roden, 1972; Robinson, 1973; Molina-Cruz, 1987).

Las surgencias costeras en el Golfo de California son comunes (Alvarez-Arellano y Molina-Cruz, 1986) y ocurren coincidentemente con circulación oceánica-eólica fluyendo al norte, en verano, a lo largo del margen de Baja California; y coincidentemente con circu-

changes in oceanic circulation, in the surface temperature of the sea and in the contribution of nutrients to the region, affect the development of the population of silicoflagellates.

Relevant oceanographic framework:

Masses of water

The Gulf of California is an adjacent sea located in the north-western region of Mexico and is considered to be a large evaporation basin, amply communicated with the Pacific Ocean in its southern part (Fig. 1).

The distribution of surface masses of water in the Gulf of California, as in any part of the world, is closely linked to the oceanic-eolian circulation (Roden, 1964, 1972; Roden and Emilsson, 1979) and can be delineated by means of monthly maps of the distribution of surface temperature (Robinson, 1973; Molina-Cruz, 1987).

During the month of March, to the north of the parallel 28°N, (Fig. 2) the temperatures of the water of the "Northern Gulf" are between approximately 15.5°C and 16.5°C and the temperatures of the water of the "Canal de Ballenas" are below 15.5°C. To the south of the parallel 28°N, the temperatures of the water of the "Guaymas Basin" are between 16.5°C and 18.5°C; while the "Transitional" water ("Equatorial-evaporated"; Roden, 1964; Molina-Cruz, 1986), located in the extreme southeast of the Gulf, shows temperatures between 18.5°C and 20.5°C. The water associated with the California Current, with temperatures slightly below 20°C, is found around the tip of the Peninsula of Baja California; however, not clearly on the surface but at a depth of approximately 100m (Roden, 1972; Robinson, 1973; Molina-Cruz, 1987).

The coastal upwellings in the Gulf of California are common (Alvarez-Arellano and Molina-Cruz, 1986). In summer they coincide with the oceanic-eolian circulation flowing to the north, along the length of Baja California; in winter they coincide with the southbound circulation, along the length of the states of Sonora and Sinaloa (Badán *et al.*, 1985).

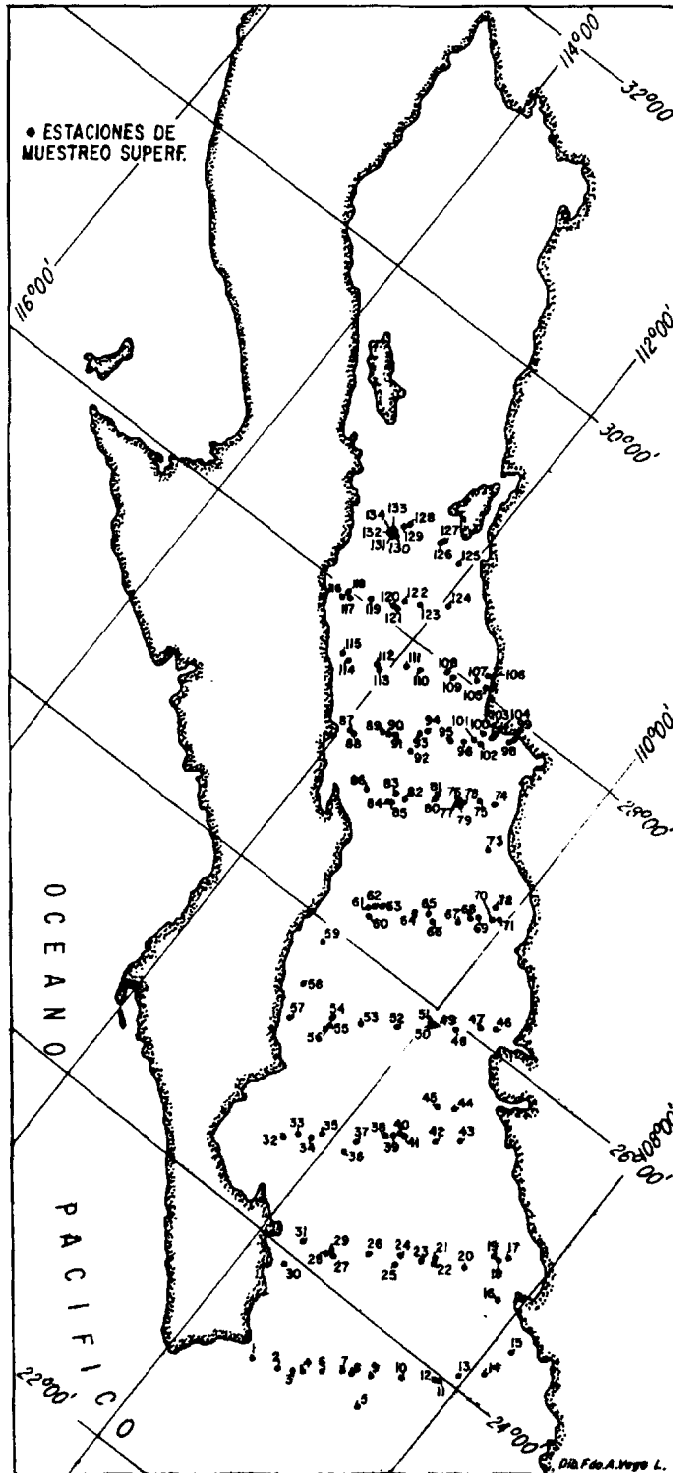


Figura 1. Localización geográfica en el Golfo de California de las estaciones de muestreo utilizadas en este estudio.

Figure 1. Geographical localization in the Gulf of California of the sampling stations used in this study.

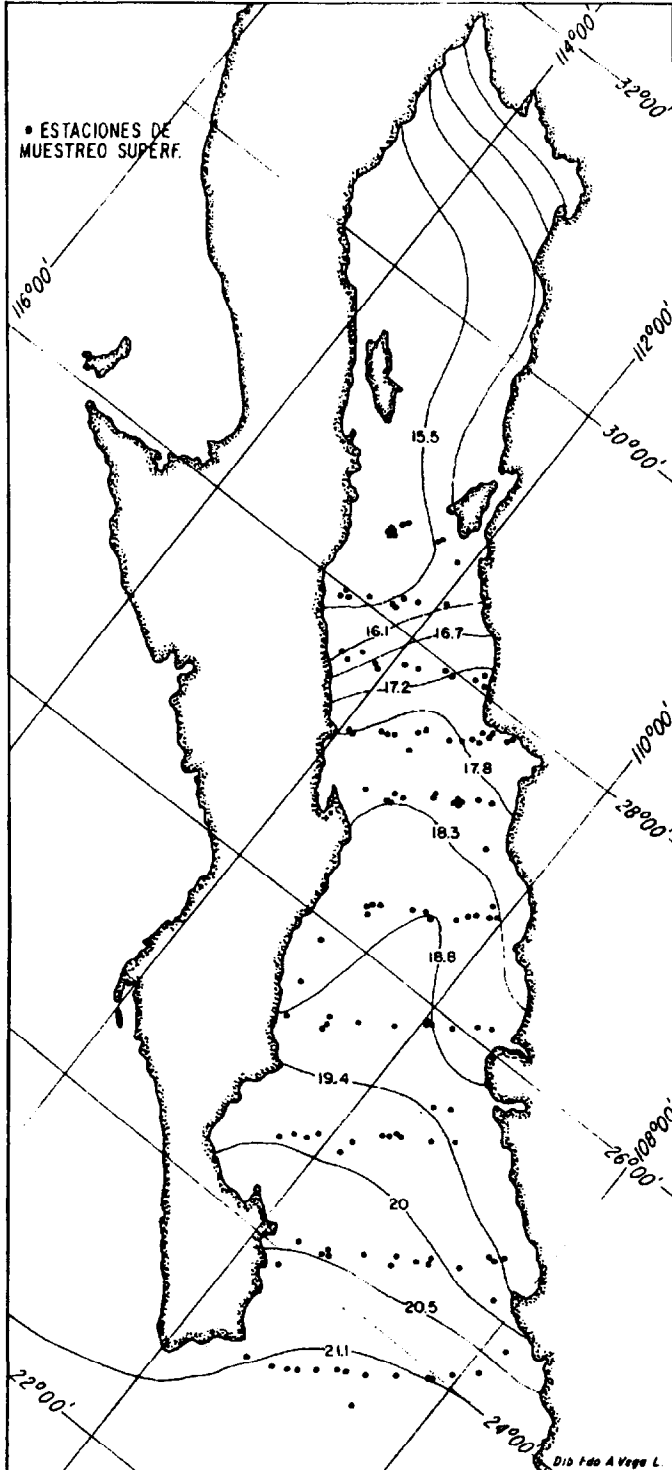


Figura 2. Distribución de temperatura superficial (°C) en el Golfo de California, durante el mes de marzo. Esta distribución es el resultado de promediar datos obtenidos durante 21 años (1949-1970; Robinson, 1973).

Figure 2. Surface temperature distribution (°C) in the Gulf of California, during the month of March. This distribution is the result of averaging data obtained during 21 years (1949-1970; Robinson 1973).

lación hacia el sur, en invierno, a lo largo de los márgenes de los estados de Sonora y Sinaloa. (Badán, *et al.*, 1985).

Fenómenos oceanográficos "El Niño"

El fenómeno oceanográfico denominado "El Niño", aunque tiene alcances de carácter mundial (Smith, 1968; Quinn, 1974) 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 temperaturas y del nivel del mar en las costas son algunos de los cambios observados durante su aparición (Bjerknes, 1961; Quinn, 1974; Weisberg y Parish, 1974; Wyrтки, 1977).

Hay varias teorías sobre el origen de este fenómeno. Algunos geólogos y meteorólogos lo han relacionado con erupción de volcanes: las cenizas lanzadas por 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 marinas, tal como sucediera en la presencia del último "Niño" después de activarse el volcán "Chichonal" (Leyva, 1984).

Algunos oceanógrafos (Bjerknes, 1961; Wyrтки, 1977), explican que "El Niño" aparece cuando hay un debilitamiento de los vientos alisios, lo cual inhibe a su vez el afloramiento de aguas subsuperficiales frías, ricas en nutrientes (surgencias). 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 temperaturas mayores se acumulen en la costa pacífica de Sud-América 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 térmico-salinas".

"El Niño" Oceanographic phenomena.

The oceanographic phenomenon called "El Niño" has mainly been observed and studied in the Equatorial Pacific, despite having world-wide implications (Quinn, 1974). Its presence along the coasts of America is generally indicated by drastic drops in the fishing of certain species, like the Peruvian anchovy, and by the consequent mortality of birds from starvation. Some of the changes observed during its appearance are heavy rains, floods (mainly along the Peruvian coasts) and a rise in temperature and sea level in the coasts (Bjerknes, 1961; Quinn, 1974; Weisberg and Parish, 1974; Wyrтки, 1977).

There are several theories on the origin of this phenomenon. Some geologists and meteorologists have related it to volcanic eruptions: the ashes thrown into the atmosphere by volcanoes act as a trap for the long-wavelength luminous rays, which when unable to escape towards space, provoke an overheating of marine waters, just as occurred during the last "Niño" after the eruption of the "Chichonal" volcano (Leyva, 1984).

Some oceanographers (Bjerknes, 1961; Wyrтки, 1977) explain that "El Niño" appears when there is a weakening of the trade winds, which in turn inhibits the outcropping of the cold subsurface waters, rich in nutrients (upwellings). Consequently the production of phytoplankton, zooplankton and other trophic levels decreases. When the trade winds change direction or reduce their intensity, they allow waters of higher temperatures to accumulate on the Pacific coast of South America and form a column which stops the flow between the subsurface and surface masses of water. The temperature and salinity conditions are clearly modified, hence some investigators consider them to be "thermal-saline anomalies".

Generally, the ecological consequences of this oceanographic phenomenon are very evident in the upper trophic levels. While there is a drastic reduction in the capture of anchovy in Peru, in other regions species are captured which do not correspond to their climates. For example, near Ensenada, Baja

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 han encontrado 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 temperatura, las especies de zonas tropicales se desplazan hacia más altas latitudes.

Valdez y Lara-Lara (1987) y Mee *et al.* (1985), señalan 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, se elevó la producción orgánica. Probablemente porque las aguas tropicales traen consigo especies que al ingresar al Golfo de California encuentran un medio propicio e incrementan su producción. A diferencia de otros lugares, se encontró primero un incremento 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.

MÉTODOS

Muestreo

Durante la travesía oceanográfica "CI-CESE 83-03", comprendida del 10 de marzo al 23 del mismo mes de 1983, a bordo del Buque Oceanográfico (B/O) "El Puma", de la Universidad Nacional Autónoma de México, se obtuvieron ciento treinta y tres muestras de fitoplancton del Golfo de California, correspondientes a las estaciones localizadas en la Figura 1.

California, fish have been found which are very much appreciated in sport fishery. These fish normally live to the south of Cabo San Lucas and do not usually go beyond that limit, since the waters to the north are colder. Nevertheless, as the temperature belt shifts, species from the tropical zones move towards higher latitudes.

Valdez and Lara-Lara (1987) and Mee *et al.* (1985) point out that "El Niño" appeared in the Gulf of California in 1982-1983, causing interesting modifications to the ecosystem. According to preliminary studies of primary productivity, biomass of phytoplankton and biomass of zooplankton, the organic production increased during its most intense phase, probably because tropical waters carry species which on entering the Gulf of California find a favorable medium and increase their production. Unlike other places, an increase in productivity was first found, then a decrease and finally a recuperation of the habitual conditions. Normally, the immediate response is an abrupt decrease followed by a slow recovery of the organic richness.

METHODS

Sampling

During the oceanographic voyage "CI-CESE 83-03", from 10 to 23 March, 1983 on board the Oceanographic Boat (B/O) "El Puma" of the Universidad Nacional Autónoma de México, 133 samples of phytoplankton from the Gulf of California were obtained, corresponding to the stations shown in Figure 1.

A plankton net with a mesh size of 20 μ m was used, placed in the drain of the uninterrupted sensor of surface temperature and salinity. The length of sampling varied in each station, depending on the visually observed abundance in the net. In the stations where the phytoplankton was very abundant, the sampling time varied between 10 and 15 minutes; while in the rest, it was extended to between 20 and 25 minutes.

Para su colecta se utilizó una red de planctón, con abertura de malla de 20 μ m, colocada en el desagüe 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 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 botellas de plástico con capacidad de 250ml. Posteriormente, se agregó al material 2ml de formaldehído, al 37.83%, para preservarlo.

Procesamiento del material en el laboratorio

Para facilitar la visualización de los silicoflagelados, el fitoplancton colectado se procesó de acuerdo a la siguiente técnica: (ésta es parecida en sus inicios a la descrita por Murray, 1982).

El material de cada estación se vació en tubos de ensaye de 75ml. Cada tubo se llenó hasta el tope con agua dulce, agitando el contenido y posteriormente, dejándolo asentar por dos horas. Transcurrido dicho tiempo, 2/3 del líquido sobrenadante fueron cuidadosamente sifoneados, utilizando una bomba de vacío "doméstica". Se examinó el sobrenadante al microscopio, observándose que sólo una muy pequeña cantidad de plancton es extraído en la operación de sifoneo.

Al material que quedó en el tubo de ensaye se le añadieron aproximadamente 2ml 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 agregaron una cuantas gotas (de 10 a 25) 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 asentar durante una hora; después de la cual, se volvió a eliminar 2/3 del sobrenadante por medio de sifoneo. Este último paso se repitió

The material collected was emptied into 250ml plastic bottles. Afterwards, 2ml of formaldehyde solution (37.83%) was added to the material, to preserve it.

Processing of the material in the laboratory

In order to facilitate the visualization of the silicoflagellates, the collected phytoplankton was processed according to the following technique (which initially resembles the one described by Murray, 1982):

The material from each solution was emptied into 75ml test tubes. Each tube was filled to the top with fresh water, the contents were shaken and subsequently allowed to settle for two hours. Afterwards, 2/3 of the supernatant liquid was carefully siphoned off, using a "domestic" vacuum pump, and examined at the microscope, where it was observed that only a small quantity of plankton was extracted during the siphoning process.

Approximately 2ml of hydrogen peroxide (30%) was added to the material left in the test tube, in order to dissolve the organic matter present and disperse the material. In some cases, in which the samples appeared with a greater quantity of organic matter, a few drops (from 10 to 25) of hydrochloric acid (36.5%) were added to the tube containing the sample and hydrogen peroxide and slowly heated so as to accelerate the reaction. Subsequently, the tube was again filled to the top with running water, shaken and allowed to settle for one hour, after which 2/3 of the supernatant was siphoned off. This last step was repeated once again. Finally, a concentrated and desalinated sample of approximately 20ml was obtained.

The desalinated and concentrated sample was emptied into a watch glass, supporting a microscope cover glass. One grain of tragacanth gum was then added to it. The watch glass with the cover glass and the sample was placed under a "thermic light" lamp of 150W, for a fast and efficient drying off. The cover glass, containing part of the sample, was mounted onto a microscope slide with Canada balsam. The remaining sample, adhered to the watch glass, was emptied into small flasks

una vez más. Finalmente, se obtuvo una muestra concentrada y desalinizada de aproximadamente 20ml.

En un vidrio de reloj, sosteniendo un cubreobjetos, se vació la muestra desalinizada y concentrada, añadiéndole después un grano de goma de tragacanto. El vidrio de reloj con el cubreobjetos y la muestra se colocó bajo una lámpara de "luz térmica" de 150W, para un secado rápido y eficiente. El cubreobjetos, conteniendo parte de la muestra, se montó en un portaobjetos con bálsamo de Canadá. La muestra restante, adherida al vidrio de reloj, se vació en frascos pequeños de vidrio, utilizando una piseta. Esta acción fue como prevención a la necesidad de preparar más portaobjetos.

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

Conteo y análisis al microscopio

Los silicoflagelados fueron identificados (Pérez-Cruz, 1985) y fotografiados (Láminas 1 y 2) por medio de un microscopio compuesto marca Zeiss (Standard 18), utilizando principalmente dos objetivos (6X y 40X), un par de oculares (12.5X) y un filtro verde para obtener mayor contraste de las estructuras de los organismos.

El número de individuos contados en cada estación varió: cuando éste llegó a 300, analizando un solo portaobjetos el conteo se consideró concluido; pero cuando este número no se alcanzó en una sola preparación, se elaboraron portaobjetos adicionales, de acuerdo al siguiente criterio: para las estaciones que su portaobjeto representativo contuviese menos de 20 individuos, no se elaboró ninguna preparación adicional, porque se consideró que se necesitarían muchos portaobjetos para alcanzar un número significativo de silicoflagelados. Para aquellas estaciones en las que en un solo portaobjetos había más de 20 especímenes, pero menos de 29, se prepararon dos placas más. Por último, para aquellas esta-

using a drop-dispensing bottle. This was done as a precautionary measure in the event of requiring more slides.

The preparations were put on small metallic trays and placed in the oven for 48 hours at a temperature between 45°C and 60°C. They were removed from the oven and allowed to dry for two days for their subsequent analysis at the microscope.

Counting and analysis at the microscope

The silicoflagellates were identified (Pérez-Cruz, 1985) and photographed (Plates 1 and 2) by means of a Zeiss composite microscope (Standard 18), mainly using two objectives (6X and 40X), one pair of eyepieces (12.5X) and one green filter to obtain a higher contrast of the structure of the organisms.

The number of individuals counted in each station varied: when the number reached 300 after analysing only one slide, then the counting was considered done. However, when this number was not reached in one single preparation, extra slides were made according to the following criterion: for the stations whose representative slide held less than 20 individuals, an extra preparation was not made because too many slides would have been needed in order to reach a significant number of silicoflagellates. For those stations in which one slide held more than 20 specimens but less than 29, two more slides were prepared. Finally, for those stations in which the representative slides had more than 30 individuals but less than 100, one other slide was prepared. The total number of slides prepared was 175.

Desk work

A map of isotherms was made with the recordings of the surface temperature carried out during the oceanographic campaign CI-CESE 83-03 (Fig. 3). This map was compared to another showing the temperature distribution in habitual conditions (Fig. 2) in order to determine the thermal anomalies (Fig. 4) at the time of the sampling.

To determine whether or not there was

LAMINA I
PLATE I

Figuras 1 a 3. *Dictyocha californica* Schrader y Murray, 1984

Estación 80.

Figures 1 to 3. *Dictyocha californica* Schrader and Murray, 1984

Station 80.

Figura 4. *Dictyocha californica* Schrader y Murray, 1984

Estación 126.

Figure 4. *Dictyocha californica* Schrader and Murray, 1984

Station 126.

Figuras 5 a 7. *Dictyocha calida* Poelchau, 1976

Estación 78

Figures 5 to 7. *Dictyocha calida* Poelchau, 1976

Station 78.

Figura 8. *Dictyocha calida* Poelchau, 1976

Estación 79.

Figure 8. *Dictyocha calida* Poelchau, 1976

Station 79.

Figuras 9 y 10. *Dictyocha calida* Poelchau, 1976

Estación 119.

Figures 9 and 10. *Dictyocha calida* Poelchau, 1976

Station 119.

Figuras 11 y 12. *Dictyocha epiodon* Ehrenberg, 1854

Estación 76.

Figures 11 and 12. *Dictyocha epiodon* Ehrenberg, 1854

Station 76.

Figura 13. *Dictyocha epiodon* Ehrenberg, 1854

Estación 77.

Figure 13. *Dictyocha epiodon* Ehrenberg, 1854

Station 77.

Figura 14 y 15. *Dictyocha epiodon* Ehrenberg, 1854

Estación 79.

Figure 14 and 15. *Dictyocha epiodon* Ehrenberg, 1854

Station 79.

Figura 16. *Dictyocha epiodon* Ehrenberg, 1854

Estación 119.

Figure 16. *Dictyocha epiodon* Ehrenberg, 1854

Station 119.

Figura 17. *Dictyocha messanensis* forma *messanensis* Haeckel, 1887

Estación 74.

Figure 17. *Dictyocha messanensis* form *messanensis* Haeckel, 1887

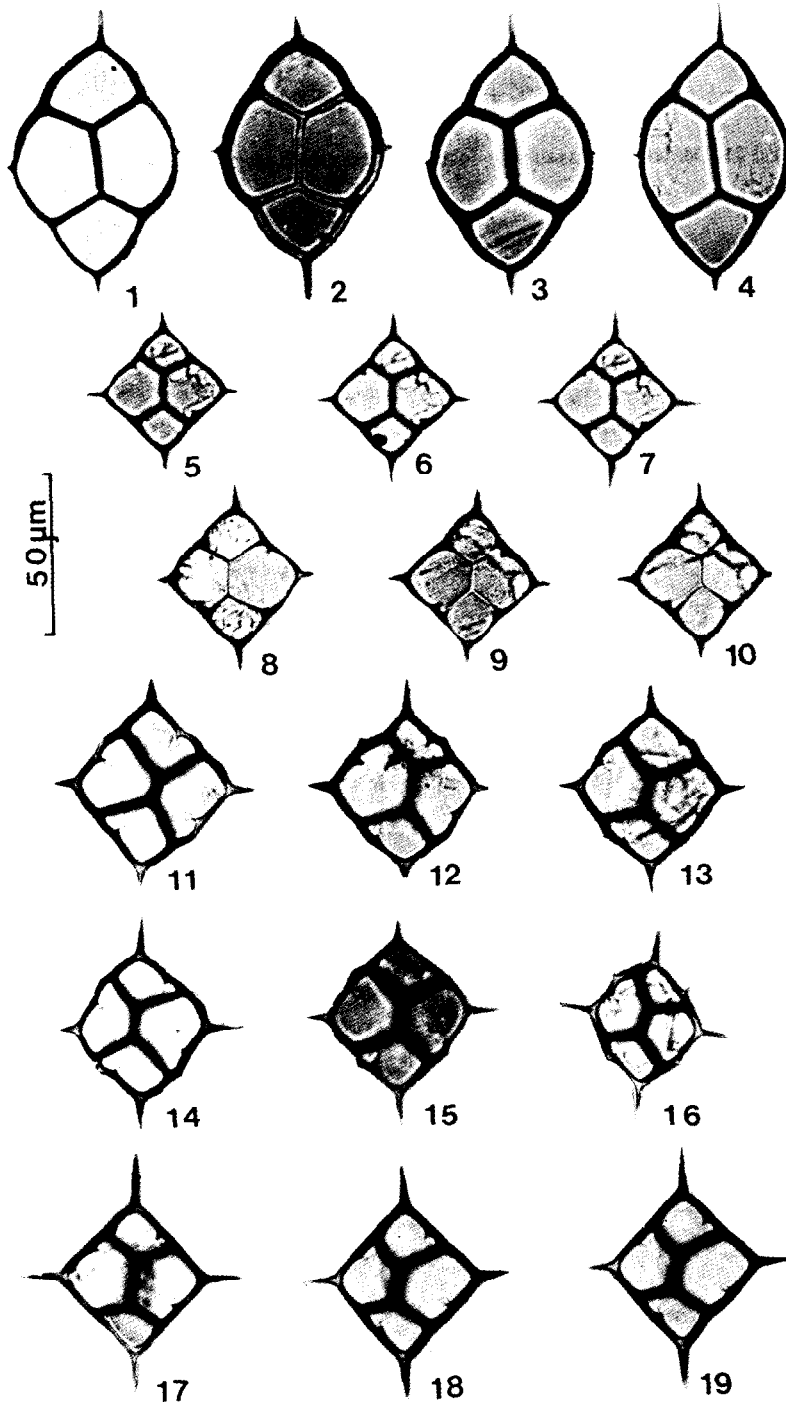
Station 74.

Figura 18 y 19. *Dictyocha messanensis* forma *messanensis* Haeckel, 1887

Estación 77.

Figure 18 and 19. *Dictyocha messanensis* form *messanensis* Haeckel, 1887

Station 77.



LAMINA II
PLATE II

Figura 20 y 21. *Dictyocha messanensis* forma *messanensis* Haeckel, 1887
Estación 78.

Figure 20 and 21. *Dictyocha messanensis* form *messanensis* Haeckel, 1887
Station 78.

Figura 22. *Dictyocha messanensis* forma *messanensis* Haeckel, 1887
Estación 79.

Figure 22. *Dictyocha messanensis* form *messanensis* Haeckel, 1887
Station 79.

Figura 23. *Dictyocha fibula* var. *robusta* Schrader y Murray, 1984
Estación 71.

Figure 23. *Dictyocha fibula* var. *robusta* Schrader and Murray, 1984
Station 71.

Figura 24. *Dictyocha fibula* var. *robusta* Schrader y Murray, 1984.
Estación 77.

Figure 24. *Dictyocha fibula* var. *robusta* Schrader and Murray, 1984
Station 77.

Figura 25 y 26. *Dictyocha fibula* var. *robusta* Schrader y Murray, 1984
Estación 79.

Figure 25 and 26. *Dictyocha fibula* var. *robusta* Schrader and Murray, 1984
Station 79.

Figura 27. *Dictyocha fibula* var. *robusta* Schrader y Murray, 1984.
Estación 50.

Figure 27. *Dictyocha fibula* var. *robusta* Schrader and Murray, 1984
Station 50.

Figura 28. *Dictyocha fibula* var. *robusta* Schrader y Murray, 1984.
Estación 126.

Figure 28. *Dictyocha fibula* var. *robusta* Schrader and Murray, 1984
Station 126.

Figura 29. *Octatis pulchra* Schiller, 1925
Estación 77.

Figure 29. *Octatis pulchra* Schiller, 1925
Station 77.

Figura 30. *Octatis pulchra* Schiller, 1925
Estación 79.

Figure 30. *Octatis pulchra* Schiller, 1925
Station 79.

Figura 31. *Octatis pulchra* Schiller, 1925
Estación 126.

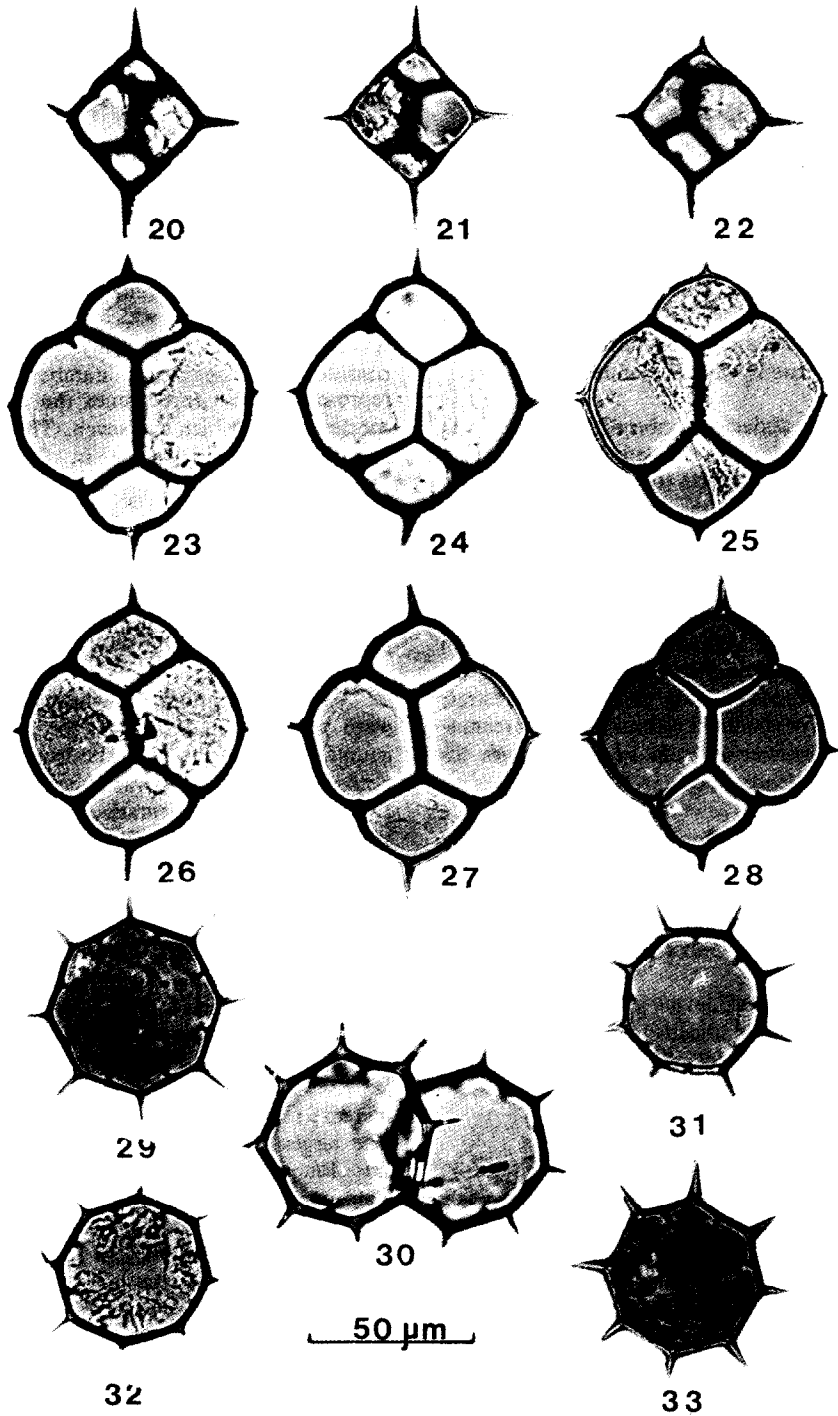
Figure 31. *Octatis pulchra* Schiller, 1925
Station 126.

Figura 32. *Octatis pulchra* Schiller, 1925
Estación 79.

Figure 32. *Octatis pulchra* Schiller, 1925
Station 79.

Figura 33. *Octatis pulchra* Schiller, 1925
Estación 119.

Figure 33. *Octatis pulchra* Schiller, 1925
Station 119.



ciones en cuyos portaobjetos representativos había más de 30 individuos pero menos de 100, se preparó un portaobjetos más. El número total de portaobjetos preparados fue 175.

Trabajo de gabinete

Con el registro de temperatura superficial efectuado en la campaña oceanográfica CICESE 83-03, se elaboró un mapa de isotermas (Fig. 3), el cual se comparó con otro donde se muestra la distribución de temperatura en condiciones habituales (Fig. 2) para determinar las anomalías térmicas (Fig. 4) en el tiempo que se efectuó el muestreo.

Para deducir si hubo algún efecto en la abundancia de silicoflagelados, por diferencias en el tiempo de colecta (diurno o nocturno), se delinearon en un mapa de localización las estaciones muestreadas en el curso del día (06:00 - 17:59hs) y las muestreadas por la noche (18:00 - 05:59hs) (Fig. 5).

La abundancia relativa de cada especie, con respecto a la comunidad total de silicoflagelados, contenidos en cada una de las muestras, se definió mediante la estimación de porcentajes. Tal estimación, sólo se realizó para las estaciones donde se contaron más de 20 especímenes; ya que se consideró arbitrariamente a este número "significativo" el número de especies buscadas fue siete; por lo que 20 presenta casi tres veces dicho número. Los porcentajes obtenidos son mostrados en la Tabla II de Pérez-Cruz (1985)

La distribución geográfica de cada una de las especies de silicoflagelados consideradas, se describió estableciendo "isolineas" en mapas de localización, con los porcentajes referidos anteriormente (Figs. 6-11).

En aquellas estaciones en las cuales no se estimaron porcentajes, porque el número de individuos contados no rebasó 20, se señaló con una equis (X) la "presencia representativa" de las especies; entendiéndose por "presencia representativa de una especie", cuando del número total de individuos (menos de 20), el 60% son dicha especies.

RESULTADOS Y DISCUSION

an effect on the abundance of silicoflagellates because of differences in the time of collection (diurnal or nocturnal), the stations sampled during the day (06:00 - 17:59 hs) and those sampled at night (18:00 - 05:59 hs) were mapped (Fig. 5).

The relative abundance of each species contained in each one of the samples, with respect to the whole community of silicoflagellates, was defined by means of the estimation of percentages. This estimation was only done for the stations in which more than 20 specimens were found. Twenty was arbitrarily considered a "significant number" since it represents almost three times the number of species sought, which was seven. The percentages obtained are shown in Pérez-Cruz's Table II (1985).

The geographical distribution of each of the species of silicoflagellates considered, was described by establishing "isolines" on localization maps, with the percentages referred to above (Figs. 6-11).

In those stations for which percentages were not estimated because the individuals counted did not exceed 20, the "representative presence" of the species was indicated by an ex (X). By the "representative presence of a species" we understand that out of the total number of individuals (less than 20), 60% are of that species.

RESULTS AND DISCUSSION

On comparing the "habitual conditions" of surface temperature to the reigning conditions during the time considered in this study - 10 to 23 March, 1983 - (Fig. 3), a thermal increase for this period was observed (Fig. 4). The largest variation in surface temperature was found in the mouth of the Gulf of California, towards the east and in the Guaymas Basin, towards the north, showing an increase of 3°C to 3.5°C. In the middle part of the Gulf, along the parallel 27°N, the variation oscillates between 2°C and 2.5°C.

The registered increase in surface temperatures can be attributed to the fact that a large amount of tropical water entered the

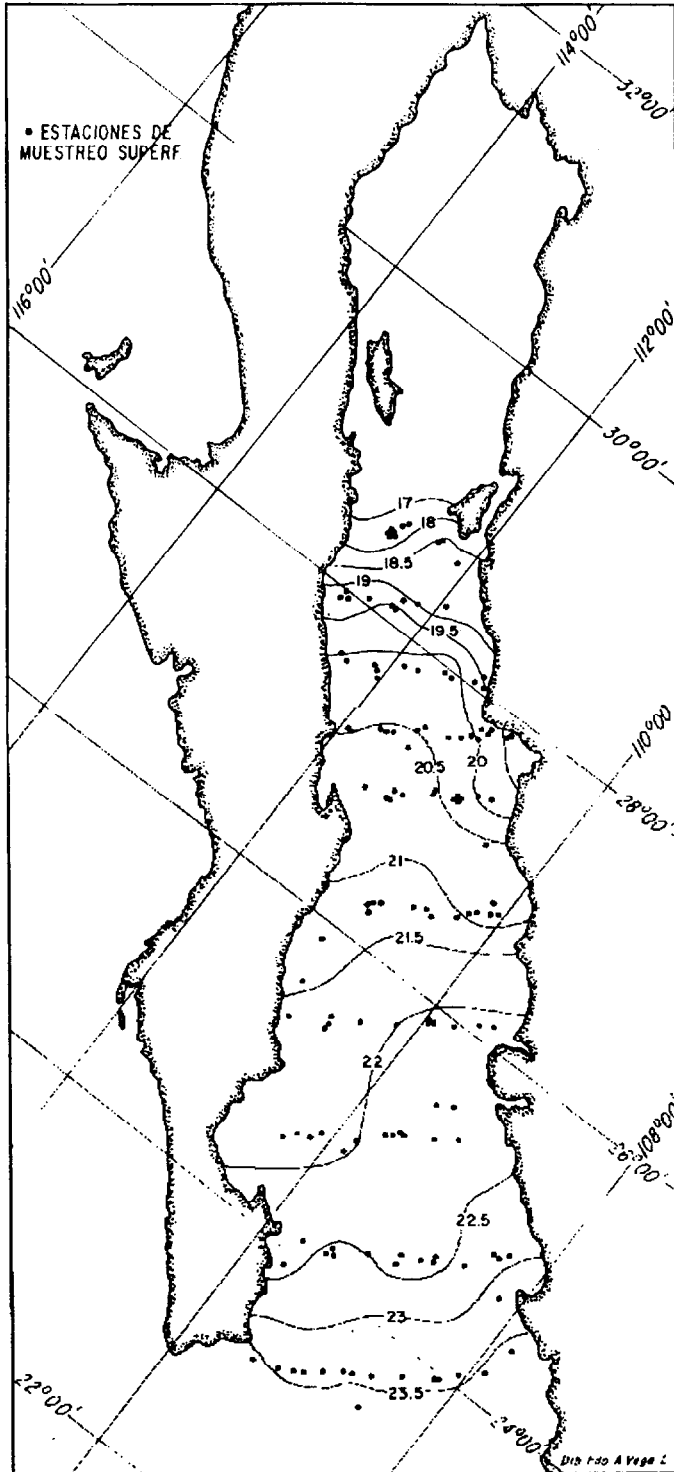


Figura 3. Distribución de temperatura superficial (°C) en el Golfo de California, durante el mes de marzo de 1983.

Figure 3. Surface temperature distribution (°C) in the Gulf of California, during the month of March of 1983.

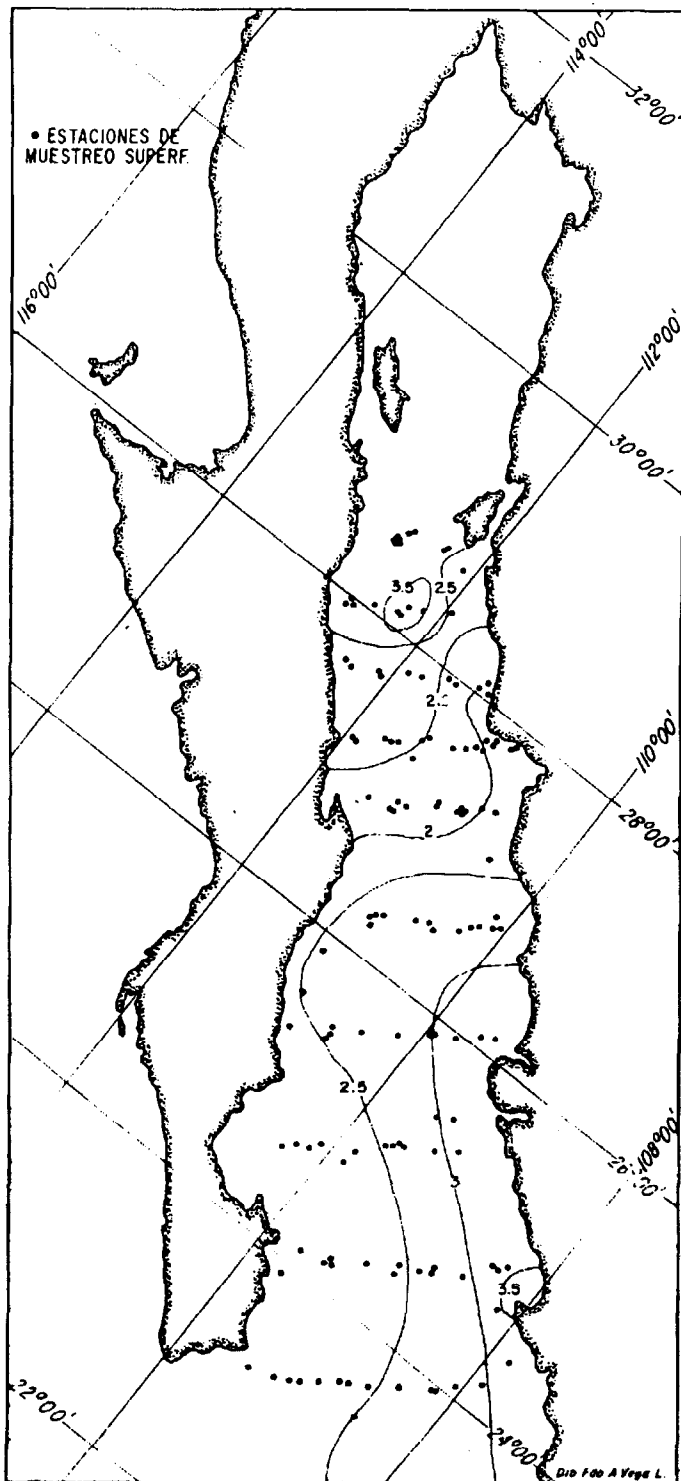


Figura 4. Distribución en diferencias de temperatura superficial (°C) en el Golfo de California, entre las condiciones promedio (Fig. 2) y las condiciones durante el tiempo de estudio (Fig. 3).
Figure 4. Distribution of differences in surface temperature (°C) in the Gulf of California, between the mean conditions (Fig. 2) and the conditions at the time of study (Fig. 3).

Al compararse las "condiciones habituales" de temperatura superficial (Fig. 2) con las condiciones reinantes durante el estadio considerado en este estudio- del 10 al 23 de marzo de 1983 - (Fig. 3), se observó un aumento termal para dicho período (Fig. 4). En la boca del Golfo de California, hacia el Este y en la Cuenca de Guaymas, al Norte es donde se muestra la mayor variación de temperatura superficial, presentándose un incremento de 3^o a 3.5^oC. En la parte media del golfo, a lo largo del paralelo 27^oN, la variación oscila entre los 2^o y 2.5^oC.

El incremento de temperaturas superficial registrado, puede atribuirse al hecho de que hubo una mayor entrada de aguas tropicales al Golfo de California, desplazando de su boca a las aguas "Transicionales", propias del Golfo e inhibiendo la presencia de las aguas asociadas a la Corriente de California. Tal atribución se apoya, observando el comportamiento de la isoterma con valor de 20.5^oC: esta isoterma, habitualmente, se encuentra alineada y cerca a el paralelo 24^oN (Fig. 2); sin embargo, en marzo de 1983, estuvo desplazada hacia el interior del golfo, aproximadamente 1.5^o de latitud, definiendo la frontera sur de la masa de agua "Cuenca de Guaymas" (Fig. 3; véase Marco Oceanográfico). La condición oceanográfica descrita sugiere la presencia de el fenómeno de "El Niño"; el cual se caracteriza entre otros factores, por el acarreamiento de aguas tropicales hacia latitudes templadas (Bjerknes, 1961; Smith, 1968; Quinn, 1974; Ramage, 1975; Chávez *et al.*, 1984).

La definición de la distribución de cada una de las especies de silicoflagelados reportadas en este estudio, consideró tanto a estaciones abordadas durante el día como a estaciones abordadas durante la noche (Fig. 5); sin embargo, no se hizo evidente algún efecto por esta causa, como podría ser: el que la abundancia de las especies fuera consistentemente mayor en las estaciones diurnas.

La mayor abundancia de silicoflagelados se presentó donde se distribuye la masa de agua "Cuenca de Guaymas"; aún cuando ésta experimentó un incremento de 2^o - 2.5^oC

Gulf of California, displacing from the mouth the Gulf's own "Transitional" waters and inhibiting the presence of the waters associated with the California Current. This statement is supported by the behaviour of the 20.5^oC isotherm. This isotherm is usually found aligned to and near the parallel 24^oN (Fig. 2). However, in March of 1983, it was displaced approximately 1.5^o in latitude towards the interior of the Gulf, defining the southern border of the "Guaymas Basin" mass of water (Fig. 3; see Oceanographic Framework). The oceanographic condition described here suggests the presence of the phenomenon of "El Niño", which among other factors is characterized by the carrying of tropical waters towards temperate latitudes (Bjerknes, 1961; Quinn, 1974; Ramage, 1975; Chávez *et al.*, 1984).

When defining the distribution of each one of the species of silicoflagellates reported in this study, both the stations boarded during the day and those boarded at night were considered (Fig. 5). However, no effect due to this cause became evident as might have been expected, such as a consistently higher abundance of the species in the diurnal stations.

The highest abundance of silicoflagellates was seen where the "Guaymas Basin" mass of water is distributed, even though it experienced an increase of 2^o - 2.5^oC with respect to its habitual temperature during "El Niño" (Fig. 4). Therefore it can be suggested that the regeneration of nutrients, maintained by the mixing processes occurring there (Molina-Cruz, 1986), propitiate the development on a large scale of the local phytoplankton and that carried by the tropical waters, at least during this phase of the "El Niño" phenomenon. This suggestion is consistent with the increase in phytoplankton reported by Valdez and Lara-Lara (1987).

Murray and Schrader (1983) identified eight species of silicoflagellates: 1) *Dictyocha calida* Poelchau, 2) *Dictyocha californica* Schrader and Murray, 3) *Dictyocha epidon* Ehrenberg, 4) *Dictyocha fibula* var. *robusta* Schrader and Murray, 5) *Dictyocha messanensis* form *messanensis* Haeckel, 6) *Dictyocha*

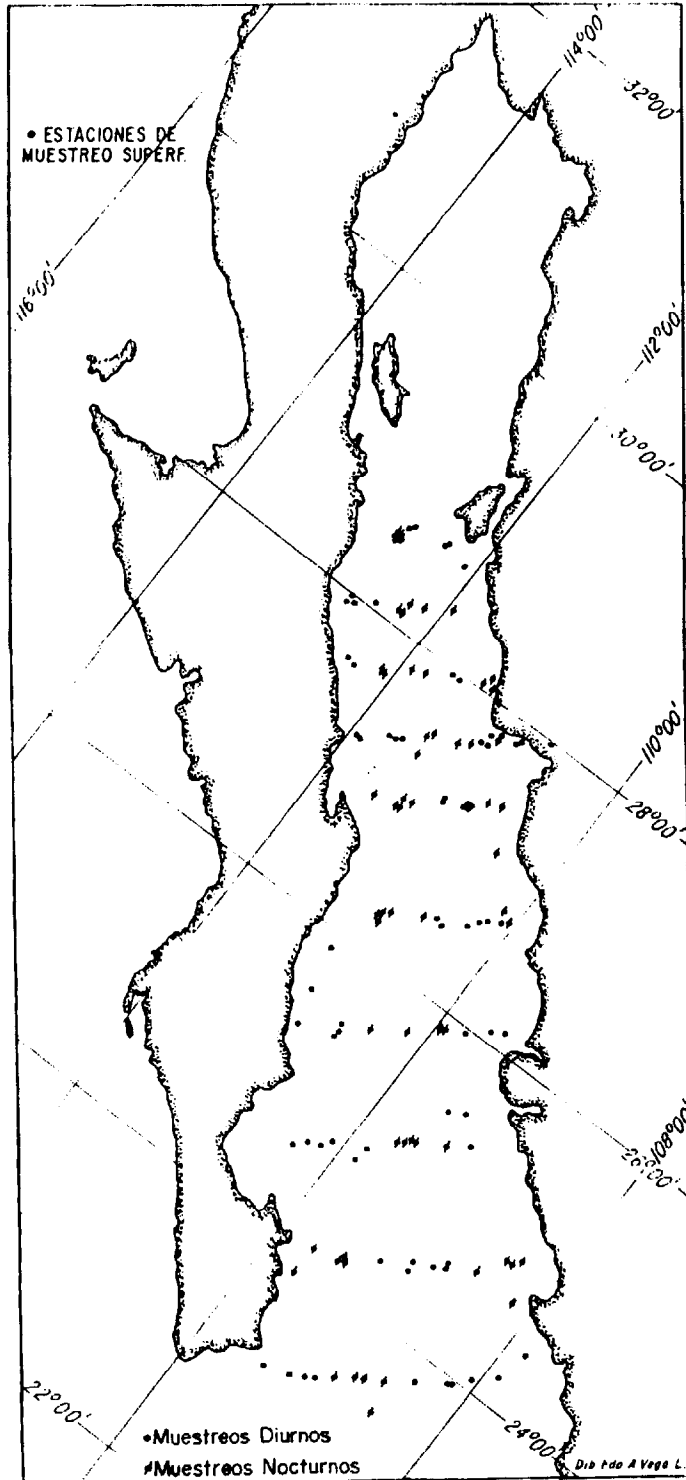


Figura 5. Modalidades de carácter diurno en el muestreo de fitoplancton realizado para este estudio. La región geográfica es el Golfo de California.

Figure 5. Modalities of diurnal character in the sampling of phytoplankton carried out for this study. The geographic region is the Gulf of California.

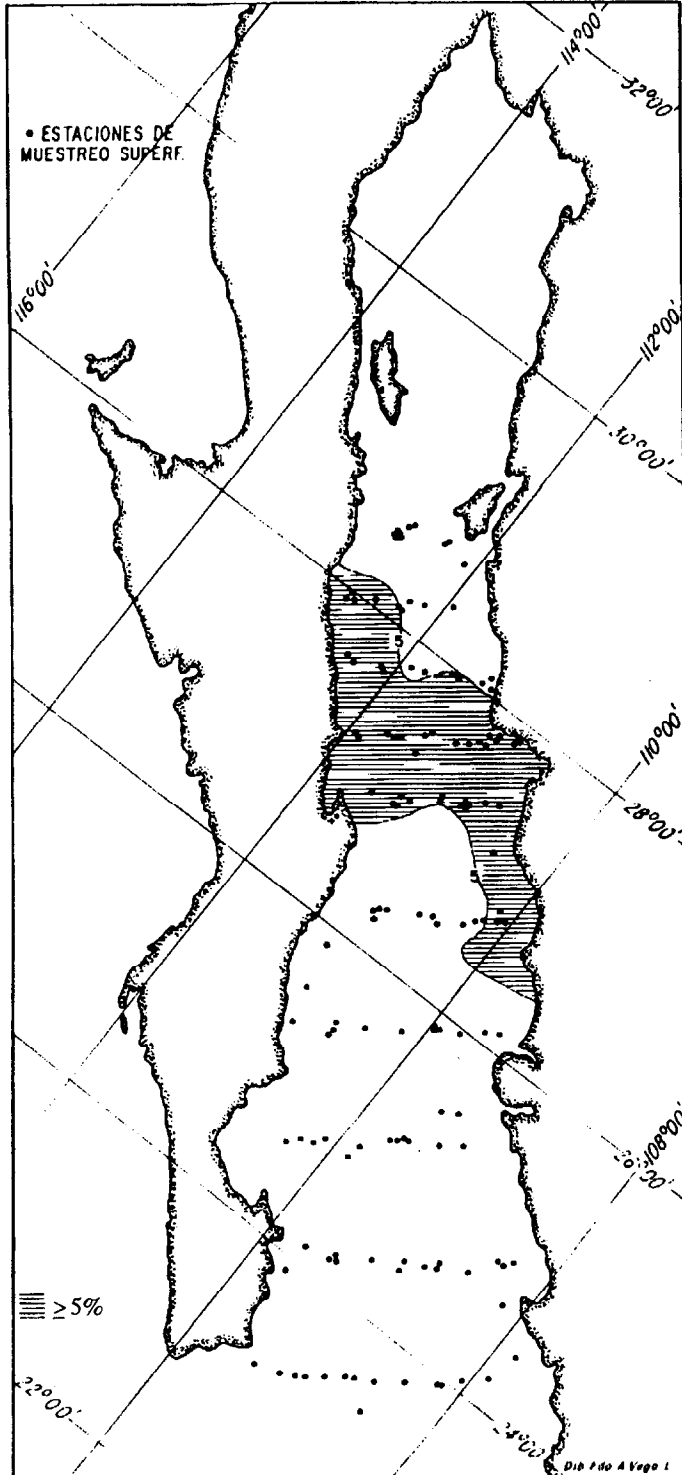


Figura 6. Distribución geográfica de la abundancia relativa de *Dictyocha epidon* en el Golfo de California, durante la ocurrencia del fenómeno oceanográfico de "El Niño" 1983.

Figure 6. Geographical distribution of the relative abundance of *Dictyocha epidon* in the Gulf of California, during the occurrence of the "El Niño" 1983 oceanographic phenomenon.

durante "El Niño, 1983", con respecto a su temperatura habitual (Fig. 4). Luego entonces se puede sugerir que la regeneración de nutrientes, mantenidos por los procesos de mezcla que ahí ocurren (Molina-Cruz, 1986), propician que el fitoplancton local, más el acarreado por las aguas tropicales, se desarrolle en gran escala; al menos durante esta fase del fenómeno "El Niño". Tal sugerencia es coherente con el aumento de fitoplancton reportado por Valdez y Lara-Lara (1987).

Referente a la biogeografía de las ocho especies de silicoflagelados identificados por Murray y Schrader (1983); 1) *Dictyocha calida* Poelchau, 2) *Dictyocha californica* Scharader y Murray, 3) *Dictyocha epidon* Ehrenberg, 4) *Dictyocha fibula* var. *robusta* Schrader y Murray, 5) *Dictyocha messanensis* forma *messanensis* Haeckel, 6) *Dictyocha minima* Schrader y Murray, 7) *Distephanus speculum* (Ehrenberg) Haeckel y 8) *Octatis pulchra* Schiller: empezamos reportando que en este estudio sólo se encontraron seis de dichas especies; ya que ni *Dictyocha minima* ni *Distephanus speculum*, aparecieron en los portaobjetos analizados.

La ausencia de *Distephanus speculum* se puede explicar porque ésta es una especie que habita en las aguas relativamente frías de la Corriente de California (Murray, 1982). Consecuentemente el desplazamiento de dicha corriente hacia fuera de la región de la boca del Golfo y el aumento de temperatura superficial ocasionado por el fenómeno de "El Niño", indujo a la ausencia de *D. speculum*.

Dictyocha minima es una especie cosmopolita (Murray y Schrader, 1983), por lo que es difícil atribuirle una afinidad termal. No obstante, su ausencia en el Golfo durante el tiempo considerado en este estudio, llama la atención y nos hace sospechar que su presencia es inhibida por las condiciones ambientales prevalentes durante el fenómeno de "El Niño", aún cuando no contamos con los elementos para argumentarlo.

La distribución de *Dictyocha epidon*, aparentemente, es influenciada en la región de estudio, por la formación de fronteras de masas de agua; ya que a esta especie, habitualmente se le encuentra a lo largo de la boca

minima Schrader and Murray, 7) *Distephanus speculum* (Ehrenberg) Haeckel and 8) *Octatis pulchra* Schiller. In this study only six of these species were found, since neither *Dictyocha minima* nor *Distephanus speculum* appeared on the slides analysed.

The absence of *Distephanus speculum* can be explained by the fact that it is a species which lives in the relatively cold waters of the California Current (Murray, 1982). Consequently the outward displacement of this current from the region of the mouth of the Gulf and the increase in surface temperature caused by the "El Niño" phenomenon, lead to the absence of *D. speculum*.

As *Dictyocha minima* is a cosmopolitan species, it is difficult to attribute a thermal purpose to it. Nevertheless, its conspicuous absence from the Gulf at the time of this study, leads us to suspect that its presence is inhibited by the environmental conditions prevalent during the "El Niño" phenomenon, though we lack the elements to support this.

The distribution of *Dictyocha epidon* in the region under study is apparently influenced by the formation of boundaries of masses of water. This is due to the fact that this species is usually found along the mouth of the Gulf of California (Murray, 1982), where the California Current mixes with the "Tropical" water and with the Gulf's own water, forming a boundary of masses of water (Molina-Cruz, 1987). During the sampling for this study, it was evident that this species is clearly found in the southern part of the Guaymas Basin and not in the mouth of the Gulf (Fig. 6). This fact suggests that when the mass of water of the Tropical Pacific entered the interior of the Gulf, the influence of the California Current was inhibited and consequently, the boundary of the masses of water, which is usually observed in the mouth of the Gulf, disappeared. On the other hand, the presence of *D. epidon* in the Guaymas Basin indicates that the incursion of the Tropical water into the Gulf reached this region. There, it mixed with the mass of water: the "Guaymas Basin", which is rich in nutrients, helped the development of *D. epidon*, which reached a relative abundance of approximately 5%.

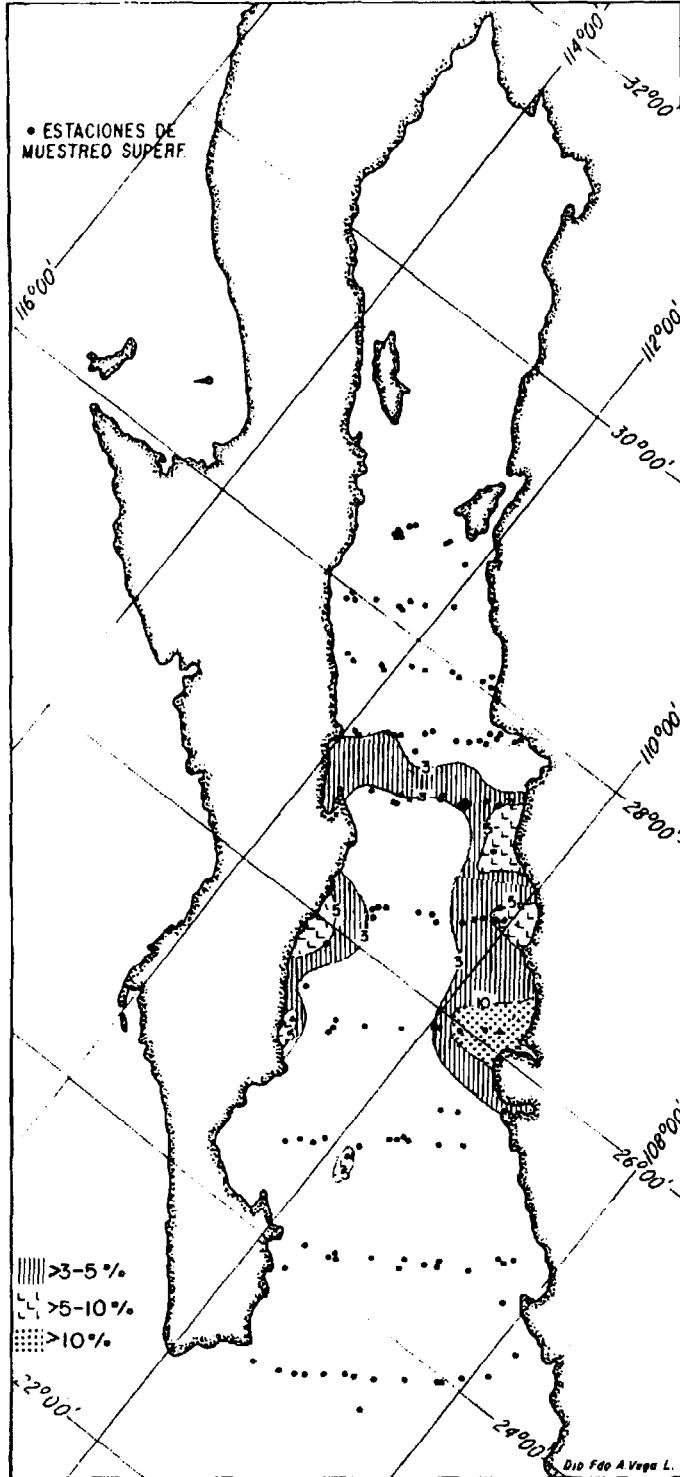


Figura 7. Distribución geográfica de la abundancia relativa de *Dictyocha messanensis* forma *messanensis* en el Golfo de California, durante la ocurrencia del fenómeno oceanográfico "El Niño" 1983.

Figure 7. Geographical distribution of the relative abundance of *Dictyocha messanensis* form *messanensis* in the Gulf of California, during the occurrence of the "El Niño" 1983 oceanographic phenomenon.

del Golfo de California (Murray, 1982), donde la Corriente de California se mezcla con el agua "Tropical" y con el agua propia del Golfo, formando una frontera de masas de agua (Molina-Cruz, 1987). Durante el tiempo de muestreo, señalado para este estudio, es evidente que dicha especie no se encuentra presente en la boca del Golfo sino claramente en la parte sur de la Cuenca de Guaymas (Fig. 6). Tal hecho sugiere que al penetrar la masa de agua del Pacífico Tropical al interior del Golfo, se inhibió la influencia de la Corriente de California y consecuentemente, se desvaneció la frontera de masas de agua que habitualmente se observa en la boca del Golfo. Por otro lado, la presencia de *D. epiodon* en la Cuenca de Guaymas, señala que la incursión de el agua Tropical en el golfo llegó hasta esta región. Ahí su mezcla con la masa de agua: "Cuenca de Guaymas", que es muy rica en nutrientes, propició el desarrollo de *D. epiodon*, alcanzando una abundancia relativa de aproximadamente 5%.

Dictyocha messanensis forma *messanensis* es una especie "cosmopolita" (Poelchau, 1976), que ocurre con abundancias mayores a 25% en la boca del Golfo de California y en la costa occidental de Baja California; luego entonces, habitualmente fuera del Golfo (Murray y Schrader op. cit.). Durante "El Niño, 1983", sin embargo, *D. messanensis* se observó en la Cuenca de Guaymas, bordeando aproximadamente el margen sur de la masa de agua correspondiente a dicha cuenca (Fig. 7) y manifestándose con mayor abundancia hacia las regiones costeras, donde adoptó valores cercanos a 10%.

Durante "El Niño - 1983", *Dictyocha californica* y *Dictyocha fibula* var. *robusta* (Figs. 8 y 9 respectivamente) mostraron una distribución similar a la descrita por *D. epiodon* y *D. messanensis* forma *messanensis*, en cuanto a la ubicación general de los valores más altos. No obstante, hay algunas diferencias que resaltan: la presencia de *D. californica* y *D. fibula* var. *robusta* en la Cuenca de Guaymas es tal vez la evidencia de más peso de la "incursión extraordinaria" de aguas ecuatoriales en el Golfo, causada por la ocurrencia del fenómeno oceanográfico "El Niño". Dichas especies de acuerdo a Murray y

Dictyocha messanensis forma *messanensis* is a "cosmopolitan" species (Poelchau, 1976), which occurs with abundances higher than 25% in the mouth of the Gulf of California and in the west coast of Baja California and, therefore, habitually outside of the Gulf (Murray and Schrader op. cit.). During "El Niño, 1983", however, *D. messanensis* was observed in the Guaymas Basin, approximately bordering the southern margin of the mass of water corresponding to this Basin (Fig. 7), and being more abundant towards the coastal regions, where it adopted values of close to 10%.

During "El Niño - 1983", *Dictyocha californica* and *Dictyocha fibula* var. *robusta* (Figs. 8 and 9 respectively) showed a similar distribution as that presented by *D. epiodon* and *D. messanensis* forma *messanensis*, with respect to the general situation of the highest values. Nevertheless, there are a few differences which stand out: the presence of *D. californica* and *D. fibula* var. *robusta* in the Guaymas Basin is perhaps the most important evidence of the "extraordinary incursion" of equatorial waters into the Gulf, caused by the occurrence of the oceanographic phenomenon "El Niño". According to Murray and Schrader (1983), these species are closely related to the equatorial-tropical Pacific waters, which enter the Gulf, mainly along its eastern margin (Roden, 1972; Roden and Emilsson, 1979). The fact that the hot water has entered the Gulf mainly along the length of the coast of Sinaloa (Fig. 4), that the higher abundance of *D. californica* has occurred along the same coast (Fig. 8) and that *D. fibula* var. *robusta* and *D. californica* were practically the only species present to the south of parallel 25°N (Figs. 8 and 9), corresponds to "El Niño - 1983".

The presence of *Dictyocha calida* can be explained using the same oceanographic arguments given in the study of the species related to equatorial waters: *D. californica* and *D. fibula* var. *robusta*. However, the distribution of *Dictyocha calida* (Fig. 10) during "El Niño, 1983", is not entirely understandable: unlike the species considered before, *D. calida* is not found bordering the southern part of the "Guaymas Basin" mass of water, but rather

Schrader (1983) son muy afines al agua pacífica ecuatorial - tropical; las cuales incursionan en el Golfo, principalmente por su margen oriental (Roden, 1972; Roden y Emilsson, 1979). Luego entonces, es coherente a "El Niño, 1983": el hecho de que el agua caliente haya incursionado al Golfo principalmente a lo largo de la costa de Sinaloa (Fig. 4), que la abundancia mayor de *D. californica* ocurra sobre dicha costa (Fig. 8) y que *D. fibula* var. *robusta* y *D. californica* sean prácticamente las únicas especies presentes al sur del paralelo 25°N (Figs. 8 y 9).

La presencia de *Dictyocha calida* puede explicarse, utilizando los mismos argumentos oceanográficos expresados en el estudio de las especies afines a las aguas ecuatoriales: *D. californica* y *D. fibula* var. *robusta*. Sin embargo, la distribución de *Dictyocha calida* (Fig. 10), durante "El Niño, 1983", no es del todo entendible: a diferencia de las especies antes consideradas, *D. calida* no se dispone bordeando el sur de la masa de agua "Cuenca de Guaymas", sino más bien alrededor de una zona de surgencias conspicua, localizada sobre el margen continental Baja Californiano (Molina-Cruz, 1986). De ahí su distribución se extiende, bordeando la costa, hacia el noroeste, hasta alcanzar la Cuenca de Guaymas.

Octatis pulchra es la especie de silicoflagelados más abundante en el Golfo de California (Murray y Schrader op. cit.) y habitualmente está en la masa de agua superficial correspondiente a la Cuenca de Guaymas. Esta masa de agua, originada principalmente por intensas mezclas, causadas a través de la dinámica mareográfica y procesos de surgencias (Molina-Cruz, 1986; Schrader y Murray, 1985; Badan *et al.*, 1985), es, en consecuencia, muy rica en nutrientes y productos fitoplanctónicos (Round, 1967). Durante "El Niño, 1983", la distribución habitual de *Octatis pulchra* fue aparentemente la menos afectada: su presencia siguió siendo dominante en el norte de la Cuenca de Guaymas, con abundancias aproximadas a 80% (Fig. 11). Sin embargo, bajo las condiciones de "El Niño", su abundancia decreció en forma palpable (de 75% a menos de 50%) en el sur de la Cuenca de Guaymas y sobre la extensión al sur, que la masa de agua observa

around a zone of conspicuous upwellings, found on the continental margin of Baja California (Molina-Cruz, 1986). From there its distribution extends, bordering the coast towards the northeast, until it reaches the Guaymas Basin.

Octatis pulchra is the most abundant species of silicoflagellates in the Gulf of California (Murray and Schrader op. cit.) and is usually found in the surface mass of water corresponding to the Guaymas Basin. This mass of water, which originated mainly due to strong mixtures caused by the mareographic dynamics and upwelling processes (Molina-Cruz, 1986; Schrader and Murray, 1985; Badan *et al.*, 1985), is therefore very rich in nutrients and phytoplanktonic products (Round, 1967). During "El Niño, 1983", the habitual distribution of *Octatis pulchra* was apparently the least affected: its presence continued to be dominant in the north of the Guaymas Basin, with approximate abundances of 80% (Fig. 11). However, under the "El Niño" conditions, its abundance decreased considerably (from 75% to less than 50%) in the southern part of the Guaymas Basin and in the southern extension presented by the mass of water over the continental margins of Sonora and Sinaloa. This effect is in part due to the sharing of these regions with the "tropical species" that entered the Gulf at this time.

CONCLUSIONS

The habitual distributionary patterns of silicoflagellates in the Gulf of California were modified in March of 1983. This modification supports the fact that the "El Niño" phenomenon was present in this region, at least during March of 1983.

"El Niño, 1983" was first characterized by an incursion of the "Equatorial-Tropical" masses of water into the Gulf, mainly along the continental margin of Sinaloa. This incursion of "hot" waters, caused the decline of the silicoflagellate population in the southern part of the Gulf, and inhibited the influence of the "cold" waters of the Gulf. This is shown by the absence of *Distephanus speculum*. Likewise, this incursion reached the southern part of the Guaymas Basin and there, as it is

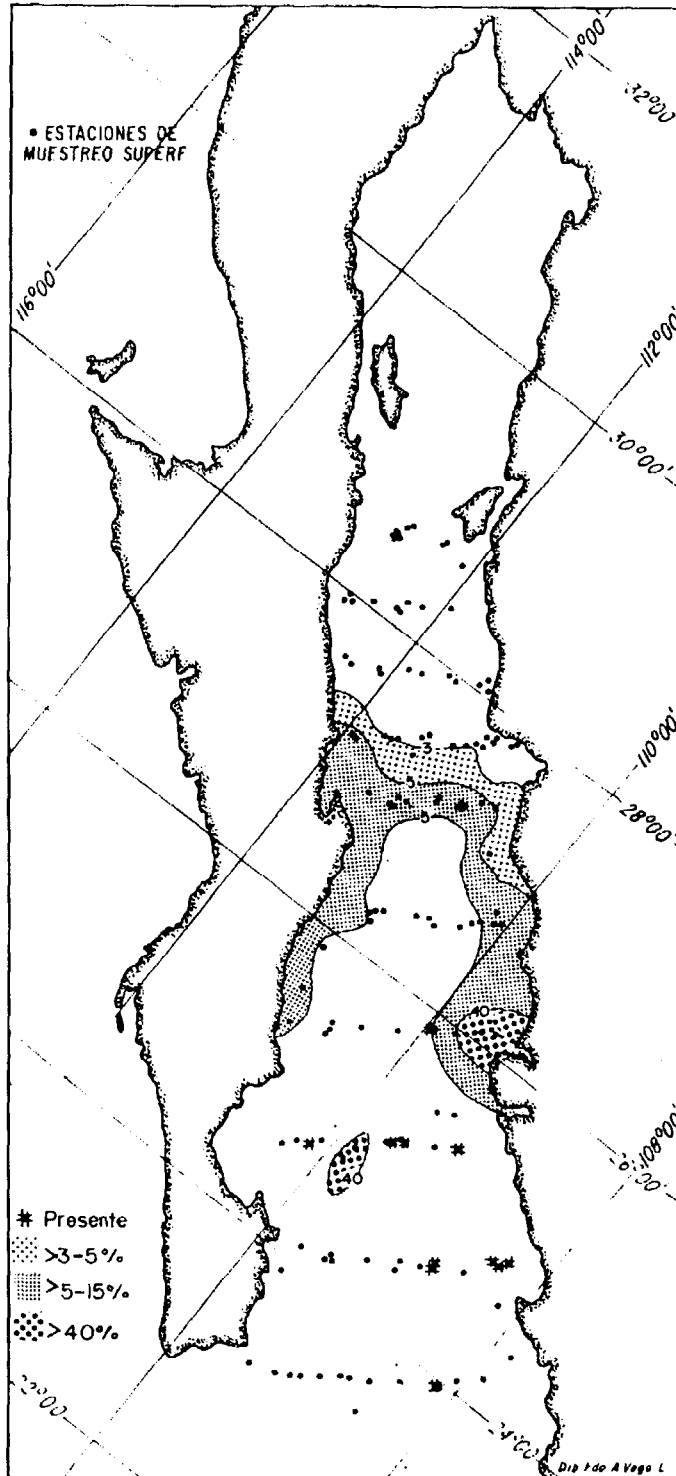


Figura 8. Distribución geográfica de la abundancia relativa de *Dictyocha californica* en el Golfo de California, durante la ocurrencia del fenómeno oceanográfico de "El Niño" 1983.
Figure 8. Geographical distribution of the relative abundance of *Dictyocha californica* in the Gulf of California, during the occurrence of the "El Niño" 1983 oceanographic phenomenon.

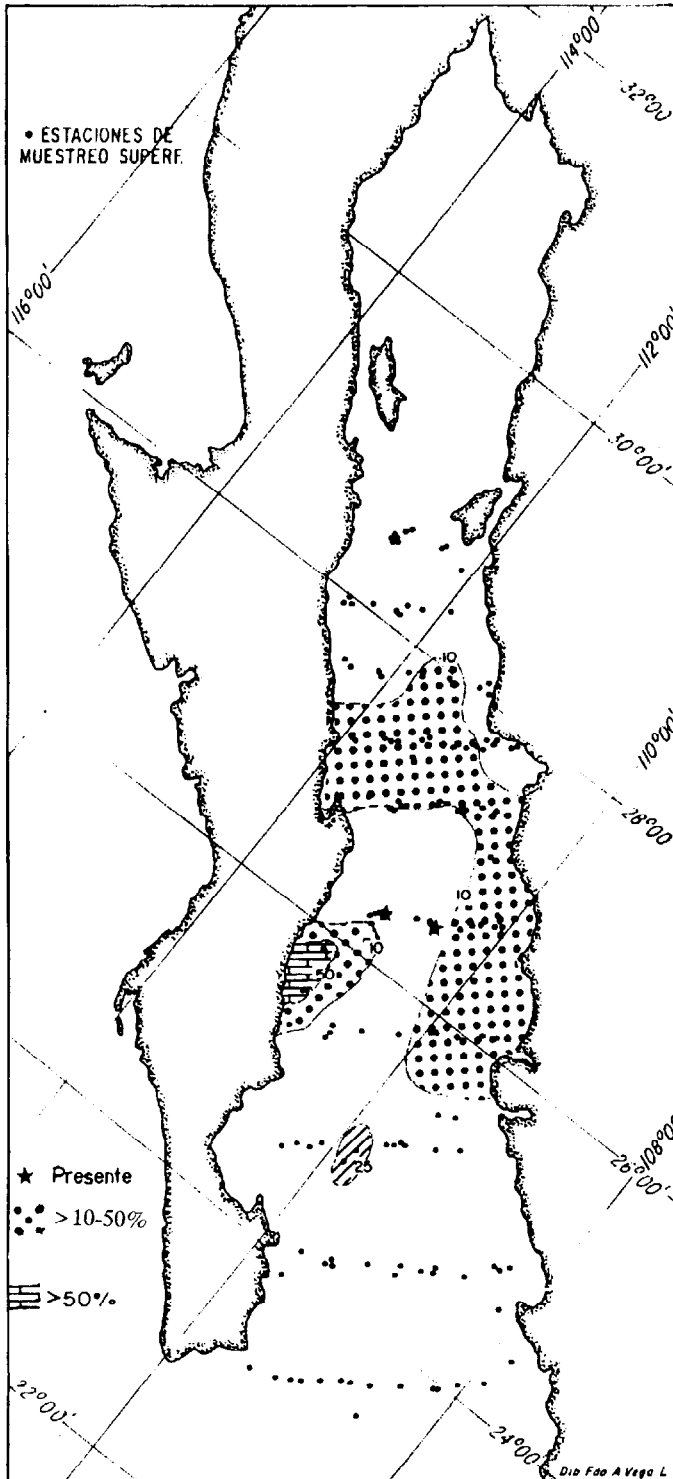


Figura 9. Distribución geográfica de la abundancia relativa de *Dictyocha fibula* var. *robusta* en el Golfo de California, durante la ocurrencia del fenómeno oceanográfico de "El Niño" 1983.

Figure 9. Geographical distribution of the relative abundance of *Dictyocha fibula* var. *robusta* in the Gulf of California, during the occurrence of the "El Niño" 1983 oceanographic phenomenon.

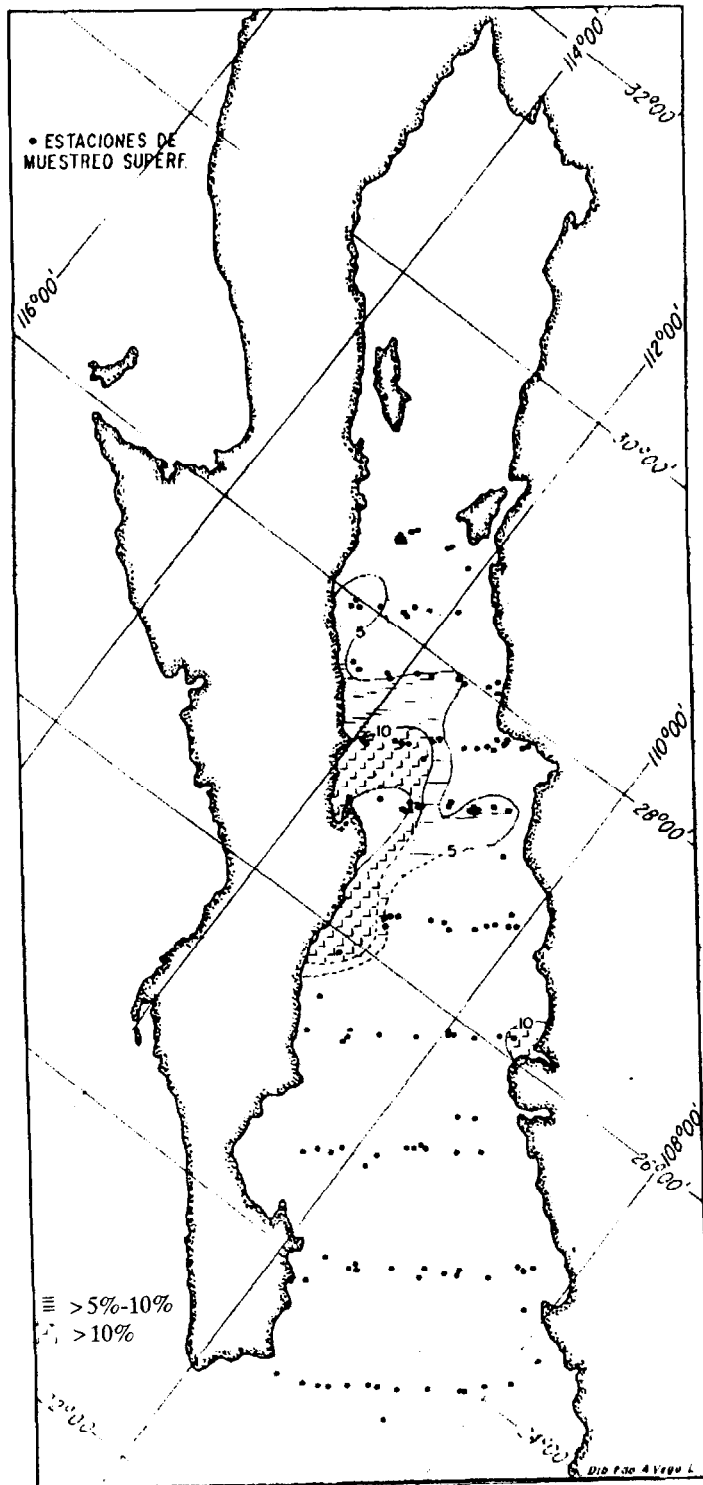


Figura 10. Distribución geográfica de la abundancia relativa de *Dictyocha calida* en el Golfo de California, durante la ocurrencia del fenómeno oceanográfico "El Niño" 1983.

Figure 10. Geographical distribution of the relative abundance of *Dictyocha calida* in the Gulf of California, during the occurrence of the "El Niño" 1983 oceanographic phenomenon.

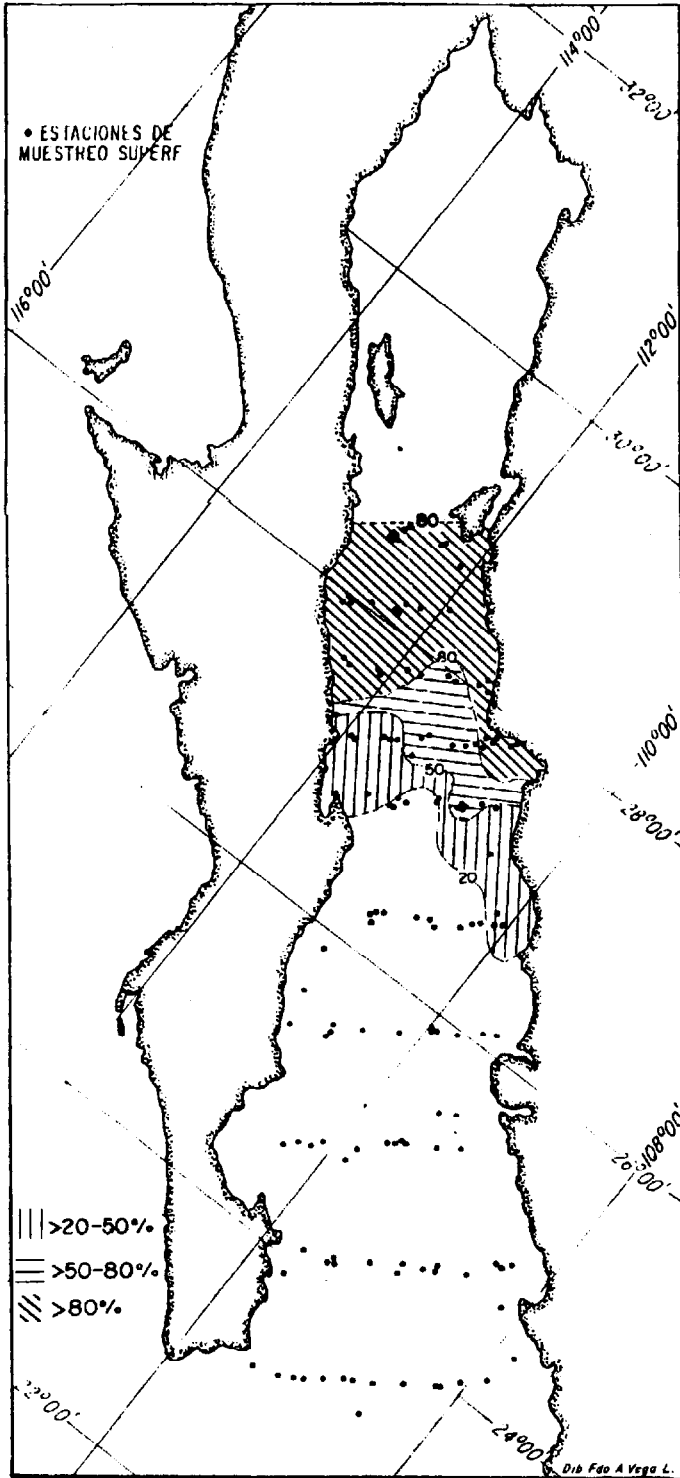


Figura 11. Distribución geográfica de la abundancia relativa de *Octatis pulchra* en el Golfo de California, durante la ocurrencia del fenómeno oceanográfico "El Niño" 1983.

Figure 11. Geographical distribution of the relative abundance of *Octatis pulchra* in the Gulf of California, during the occurrence of the "El Niño" 1983 oceanographic phenomenon.

sobre los márgenes continentales de Sonora y Sinaloa. Tal efecto es en parte, el resultado de que durante este tiempo, compartió dichas regiones con las "especies tropicales" que fueron incursionadas al Golfo.

CONCLUSIONES

Los patrones distributarios habituales de silicoflagelados en el Golfo de California, fueron modificados en marzo de 1983. Tal modificación, apoya el hecho de que el fenómeno de "El Niño" se presentó en esta región, al menos durante marzo de 1983.

"El Niño-1983" se caracterizó, en primer lugar, por una incursión al Golfo de masas de agua "Ecuatorial-Tropical"; principalmente por el margen continental de Sinaloa. Esta incursión de aguas "calientes", ocasionó la disminución de la población de silicoflagelados en la parte sur del Golfo, e inhibió la influencia de las aguas "frías" de la Corriente California en la boca del Golfo; tal como es evidenciado por la ausencia de *Distephanus speculum*. Asimismo, dicha incursión llegó hasta la parte sur de la Cuenca de Guaymas y ahí debido a que habitualmente hay una gran riqueza en nutrientes, algunas de las especies "acarreadas", tales como *Dictyocha epidon*, *Dictyocha californica*, *Dictyocha messanensis* forma *messanensis* y *Dictyocha fibula* var. *robusta*, se desarrollaron en forma propicia.

La ocurrencia de "El Niño-1983", no evitó que *Octatis pulchra* continuara siendo la especie "dominante" en la parte norte de la Cuenca de Guaymas; pero si ocasionó que compartiera la parte sur de dicha Cuenca con "especies tropicales"; transportadas hasta ahí por la incursión de aguas oceánicas.

El panorama ambiental de el Golfo de California, durante "El Niño-1983", luego entonces, se resume así: la parte norte de la Cuenca de Guaymas, inmediatamente al sur de las Islas Angel de la Guarda y Tiburón, se mantuvo más o menos con su condición ambiental habitual; pero la parte sur de esta cuenca, aproximadamente entre los paralelos 27° y 28°N, experimentó cambios ambientales

usually very rich in nutrients, some of the "carried" species, such as *Dictyocha epidon*, *Dictyocha californica*, *Dictyocha messanensis* form *messanensis* and *Dictyocha fibula* var. *robusta*, developed in a favorable way.

The occurrence of "El Niño-1983" did not stop *Octatis pulchra* from being the most "dominant" species in the northern part of the Guaymas Basin, but it did make it share the southern part of this Basin with "tropical species", carried there by the incursion of oceanic waters.

Therefore, the environmental panorama of the Gulf of California during "El Niño-1983", can be summarized as follows: the northern part of the Guaymas Basin, immediately to the south of the Angel de la Guarda and Tiburón Islands, more or less kept its normal environmental condition; but the southern part of this Basin, approximately between the parallels 27° and 28°N, experienced important environmental changes, probably because there the preexistence of nutrients combined with the arrival of "Tropical-Equatorial" water.

The southern part of the Gulf, where the "Transitional" water is usually present, showed a very poor abundance of silicoflagellates.

ACKNOWLEDGEMENTS

The first manuscript was criticized by Lawrence Mee and typed by Constanza Flores C. Afterwards, it was revised by Guillermo Torres Moye and Rubén Lara-Lara and typed by Alejandra Estrada. We are very grateful to them for these actions. We also thank Fernando Ramos for his contribution in the collection of the studied material. This work was financed in part by CONACYT, project PCCNCNA-031523: "Evolución Oceanográfica del Golfo de California", Part II.

English translation by Christine Harris.

importantes, porque ahí se conjugaron probablemente la preexistencia de nutrientes y el arribo de agua "Tropical-Ecuatorial".

La parte sur del Golfo, donde habitualmente se situa el agua "Transicional", se presentó con muy pobre abundancia de silicoflagelados.

AGRADECIMIENTOS

El primer manuscrito fue criticado por Lawrence Mee y mecanografiado por Constanza Flores C. Posteriormente, por Guillermo Torres Moye y Rubén Lara-Lara lo revisaron y Alejandra Estrada lo mecanografió. Estas acciones las agradecemos enormemente. Asimismo, damos las gracias a Fernando Ramos por su participación en la colecta del material estudiado. Este trabajo fue financiado parcialmente por CONACYT a través del proyecto: PCCNCNA-031523: "Evolución Oceanográfica del Golfo de California", PARTE II.

LITERATURA CITADA

- Alvarez-Arellano, A., Molina-Cruz, A. (1986) Aspectos paleoceanográficos del Golfo de California, evidenciados por Conjuntos de Radiolarios. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. Vol. 13(2): 67-94.
- Badán-Damgón, A., Kiblinky, C.J., Baumgartner, T. (1985) Spring and Summer in the Gulf of California: Observations of Surface Thermal Patterns. *Oceanologica Acta*, Vol. 8(1): 13-22.
- Bjerknes, J. (1961) "El Niño" 1957-58 in Its Relation to Tropical Pacific Meteorology. *Inter. Amer. Trop. Tuna Comm. Bull.*, (12): 1-62.
- Chávez, F.P. *et al.* (1984) Propagated Temperature Changes During Onset and Recovery of the 1982-83 "El Niño". *McMillan Journals Ltd.*
- Leyva, J.A. (1984) El Niño Malo en Baja California. *Información Científica y Tecnológica. CONACYT* 6(67): 23-25.
- Lipps, J.H. (1970) Ecology and Evolution of Silicoflagellates. *Proc. North America Paleontol. Convent.*, 1969, Part G: 965-933.
- Mee, L.D., Ramírez-Flores, A., Flores-Verdugo, F., González-Farías, F. (1985) Coastal Upwelling and Fertility on the Southern Gulf of California: Impact of the 1982-83 ENSO Event. *Tropical Ocean-Atmosphere Newsletter*. 9-10.
- Molina-Cruz, A. (1986) Evolución oceanográfica de la "boca" del Golfo de California. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM*. Vol. 13(2): 95-120.
- Molina-Cruz, A. (1987) "Oceanography of the Mouth of the Gulf of California, During Late-Quaternary. *Paleoceanography* (en prensa).
- Murray, D.W. (1982) Paleo-Oceanography of the Gulf of California Based on Silicoflagellates from Marine Varbed Sediments. M.S. Thesis, Oregon State University. 129p.
- Murray, D., Schrader, H. (1983) Distribution of Silicoflagellates in Plankton and Core Top Samples from the Gulf of California. *Mar. Micropaleontol.*, 7: 517-539.
- Pérez-Cruz, L. (1985) Distribución de silicoflagelados en el Golfo de California durante la ocurrencia del fenómeno oceanográfico del Niño. B.S. Tesis. UNAM. 74p.
- 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 1972-1973. *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. Mexico. San Diego Society of Natural History, Men., 5, 97p.

- Roden, F.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. (1972) Thermohaline and Baroclinic Flow Across the Gulf of California Estrance and in the Revillagigedo Island Region. *J. Phys. Oceanog.*, 2(2): 177-183.
- Roden, G.I. y Emilsson, I. (1979). Oceanografía Física del Golfo de California. En: Ayala-Castañares, Phleger, Schwartzlose y Laguarda "The Gulf of California" (Simposium) UNAM. en prensa.
- 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. y Baumgartner, T. (1983) Decadal Variation of Upwelling in the Central Gulf of California. Thide J. and E. Suess (Eds.) Coastal Upwelling: Its Sediments Record: 247-276.
- Schrader, H. y Murray, (1985) Silicoflagellate Assemblages in the Gulf of California During the Last Glacial Maximum and the Present: Oceanographic Implications. *Marine Micropaleontology*.
- Váldez-Holguín, J. y Lara-Lara, R. (1987) Productividad primaria en el Golfo de California: Efectos del evento del Niño 1982-1983. *Ciencias Marinas* Vol. 13(2): 35-50 pp.
- Weisberg, J. and Parish, (1974) Introductory Oceanography. McGraw Hill Kogakusha. Init. Student Edition, 320p.
- Wyrski, K. (1977) Advection in the Peru Current as Observed by Satellite. *Jour. of Geophysical Research*, 82(27): 3939-3943.