

03066



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**Colegio de Ciencias y Humanidades
Unidad Académica de los Ciclos
Profesionales y Postgrado**

**INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA
ESPECIALIZACION, MAESTRIA Y DOCTORADO EN
CIENCIAS DEL MAR**

**"EVOLUCION DEL FRENTE TERMICO DE LA
BOCA DEL GOLFO DE CALIFORNIA"**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS DEL MAR
(ESPECIALIDAD OCEANOGRAFIA, GEOLOGICA)**

P R E S E N T A:

ALEJANDRO DANIEL ALVAREZ ARELLANO

México, D. F.

2002

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta 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.

A DORIS, MI COMPAÑERA.

A CITLALI, MI HIJA.

AGRADECIMIENTOS

- Al personal académico, al personal administrativo, a la Coordinación y a los compañeros estudiantes del proyecto académico de Maestría y Doctorado en Ciencias del Mar - por sus atenciones.
- Al Dr. Agustín Ayala-Castañares, al Dr. Rodolfo Cruz-Orozco, al Dr. Enrique Martínez-Hernández y al M. en C. Federico Páez Osuna por sus comentarios y observaciones al presente trabajo.
- Particularmente al Dr. Adolfo Molina-Cruz por sus orientaciones y consejos como asesor y amigo.
- A la Sra. Ma. Elena Estrella por su desinteresado apoyo.
- A la Srita. Alejandra Estrada González por la transcripción mecanográfica del trabajo.
- A mis padres, abuelos y hermanos por sus palabras y actos solidarios.
- Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, a la Universidad Autónoma de Nuevo León y a la Universidad Nacional Autónoma de México por su respaldo económico.
- A todos los trabajadores, sostén de nuestro país.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
MARCO OCEANOGRAFICO REGIONAL	5
Circulación general	5
Meteorología	9
Frentes oceánicos	12
Fisiografía	15
Productividad	18
Distribución de sedimentos	19
PROCEDIMIENTOS Y TECNICAS	21
Muestreo	21
Procesamientos de muestras	28
Conteo micropaleontológico	31
Tratamiento matemático	32
Correlaciones y bioestratigrafía	34
RESULTADOS Y DISCUSION	43
Análisis de los conjuntos de radiolarios	43
Análisis paleoceanográfico a lo largo de los núcleos 21P, BAP82-73, A5, E9 y B28	66
CONCLUSIONES	84
LITERATURA CITADA	87
APENDICES	95

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Mapa de localización del Golfo de California	6
Fig. 2. Circulación del viento y corrientes superficiales	10
Fig. 3. Mapa batimétrico del Golfo de California	16
Fig. 4. Mapa de localización de estaciones de muestreo	22
Fig. 5. Anillos de teflón y agitador	29
Fig. 6. Correlación de núcleos B28, E9 y A5	36
Fig. 7. Correlación de núcleos 21P y BAP82-73	37
Fig. 8. Correlación de núcleos B28 y E9 (Método de Shaw)	38
Fig. 9. Correlación de núcleos A5 y B28 (Método de Shaw)	39
Fig. 10. Correlación de núcleos A5 y E9 (Método de Shaw)	40
Fig. 11. Correlación de núcleos 21P y A5 (Método de Shaw)	41
Fig. 12. Correlación de núcleos 21P y BAP82-73	42
Fig. 13. Factor 1: "Golfo Central"	45
Fig. 14. Flujo geostrofico calculado	46
Fig. 15. Distribución de <u>Lithomelissa hystrix</u>	47
Fig. 16. Factor 2: "Surgencias"	48
Fig. 17. Areas de surgencias y florecimiento de plancton	50
Fig. 18. Distribución de <u>Phortidium pylonium clevei</u>	51
Fig. 19. Factor 3: "Agua del Pacifico Tropical Oriental"	52
Fig. 20. Distribución de <u>Tetrapyle octacantha</u>	54
Fig. 21. Factor 4: "Canal de Ballenas"	55
Fig. 22. Distribución de <u>Hexaconthium entacanthum</u>	58
Fig. 23. Factor 5: "Golfo Sur"	59
Fig. 24. Distribución de <u>Peridium longispinum</u>	60
Fig. 25. Factor 6: "Frente oceánico"	62
Fig. 26. Distribución de <u>Theocalipta davisiana</u>	64

Fig. 27. Velocidades de sedimentación en el Golfo	67
Fig. 28. Perfiles de factores en el núcleo 21P	69
Fig. 29. Perfiles de factores en el núcleo BAP82-73	72
Fig. 30. Perfiles de factores en el núcleo A5	76
Fig. 31. Correlación de factor "Surgencias" con δO^{18}	77
Fig. 32. Perfiles de factores en el núcleo E9	79
Fig. 33. Correlación de núcleos E9 y BAP82-73	81
Fig. 34. Perfiles de factores en el núcleo B28	83

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Relación y localización de muestras superficiales.....	23
Tabla 2. Relación y características de los núcleos.....	25
Tabla 3. Relación de niveles de muestreo de los núcleos.....	26
Tabla 4. Relación de niveles fechados en los núcleos E9-A5	35
Tabla 5. Concentración de nutrientes en el Golfo de Calif.	57
Tabla 6. Relación de velocidades de sedimentación	68

INDICE DE APENDICES

Apéndice I. Lista de especies de radiolarios	96
Apéndice II. Porcentajes relativos de especies	108
Apéndice III. Matriz F	114
Apéndice IV. Matriz B	116
Apéndice V. Matrices B-HAT de los núcleos	118

RESUMEN

Con el uso de una técnica matemática, conocida como Análisis de Factores, se reveló, en los sedimentos del Golfo de California, un patrón de distribución de 6 conjuntos de radiolarios; los que a su vez reflejan las condiciones oceanográficas más conspicuas de este Golfo: 1) la distribución geográfica de la masa de agua superficial del "Golfo Central", 2) los "centros" de surgencias,, 3) la incursión de las aguas del Pacífico Tropical Oriental en el Golfo, 4) la masa de agua del "Canal de Ballenas", 5) la distribución geográfica de la masa de agua del "Golfo Sur" y 6) sistemas de frentes oceánicos.

La variación de dichas condiciones oceanográficas durante los últimos 14900 años es deducida a través del "comportamiento" de los conjuntos de radiolarios observados en cinco núcleos, que están localizados en las porciones central, sur y "boca" del Golfo de California. Se ha tratado de inferir principalmente la dinámica de la boca del Golfo, debido a su particular condición de confluencia de (por lo menos) tres masas de agua diferentes: la Corriente de California, el agua del Pacífico Tropical Oriental y el agua oriunda del propio Golfo de California.

El control estratigráfico fue establecido analizado: 1) el fechado con C^{14} de dos núcleos y 2) el comportamiento de dos

especies de radiolarios. Esto fue apoyado por métodos gráficos y analíticos de correlación.

La reconstrucción paleoceanográfica del Golfo de California, en los últimos 14900 años, indica que: 1) el frente oceánico de la boca del Golfo de California tiende a "retirarse" hacia fuera de dicha boca cuando las aguas del Pacífico Tropical incursionan en el Golfo. 2) La penetración más reciente de la Corriente de California en el Golfo está asociada con intensificación de surgencias, por lo que se infiere que los vientos del noroeste tienden a gobernar estos dos procesos. 3) La penetración de aguas del Pacífico Tropical en el Golfo tiende a inhibir las surgencias. 4) La intensificación de los procesos de surgencias tiende a fortalecer los sistemas de frentes térmicos.

INTRODUCCION

Varios autores han demostrado que muchas características oceanográficas son registradas en el piso marino por diferentes grupos de microfósiles (Arhenius, 1952; Sachs, 1973; Moore y colaboradores, 1973; Molina-Cruz, 1975; Schrader y Baumgartner, 1983; Murray, 1982, Murray y Schrader, 1982). Una adecuada interpretación de este registro sedimentario puede conducir al conocimiento de las condiciones oceanográficas pasadas.

En este trabajo se deduce, en general, el comportamiento de los fenómenos oceanográficos que han ocurrido en la región del Golfo de California, en particular en su "boca" durante el pasado reciente.

Habiéndose demostrado que las circulaciones oceánicas y atmosféricas, así como el clima asociado, guardan una estrecha relación (Roden, 1964), se hacen también algunas inferencias climáticas a partir del análisis paleoceanográfico.

El Golfo de California es un área en que ha sido poco explorado el uso de los radiolarios, como parámetro micropaleontológico aplicado a la paleoceanografía (Bandy, 1961; Benson, 1966; Molina-Cruz, 1980).

El análisis de Factores en su Modo Q (Imbrie y Van Andel, 1964; Klován, 1966; Klován e Imbrie, 1971) fué utilizado para definir la distribución de conjuntos de radiolarios, así como

la composición de especies de dichos conjuntos. Luego, los conjuntos aportados por este análisis se relacionaron con la distribución geográfica de distintas masas de agua en la región.

Teniendo en cuenta dicha relación, se analizaron los cambios ocurridos en estos conjuntos a lo largo de cinco núcleos, colectados en el Golfo de California.

Por último, se establece y sugiere el empleo de dos especies de radiolaros para un adecuado control bioestratigráfico.

MARCO OCEANOGRÁFICO REGIONAL

Circulación general

El Golfo de California es una cuenca marginal (Askren y Badan, 1978) al noroeste de México, localizada aproximadamente entre los 23° y 32° norte y 107° y 115° oeste (Figura 1).

La circulación de las aguas superficiales en la parte sur del Golfo de California está muy ligada al patrón de vientos, siendo predominantemente hacia el sureste durante el invierno y hacia el noroeste en el verano. Roden (1964), realizando una sección entre Cabo San Lucas y Cabo Corrientes, determinó un flujo oceánico superficial hacia el sureste, con velocidades entre 10 y 15 cm/seg. de febrero a mayo, y hacia el noroeste, con velocidades máximas de 10 cm/seg., entre junio y septiembre. Haciendo un cálculo hidrodinámico, el mismo autor definió una corriente superficial neta de -10 cm/seg. en febrero y de +21 cm/seg. en agosto (el signo negativo denota salida y el positivo entrada).

Santiago-Mandujano (1980), usando datos de un transecto entre Punta Arena y Altata, señaló la existencia de cuatro flujos alternados hacia adentro y hacia afuera del Golfo, hasta una profundidad de 500 m. El flujo principal y más persistente lo sitúa en la costa oeste, cerca de Punta Arena, fluyendo hacia afuera del Golfo, con velocidades hasta de 50 cm/seg. entre 0 y 200 m, y de 10 cm/seg. hasta los 500 m. El conside

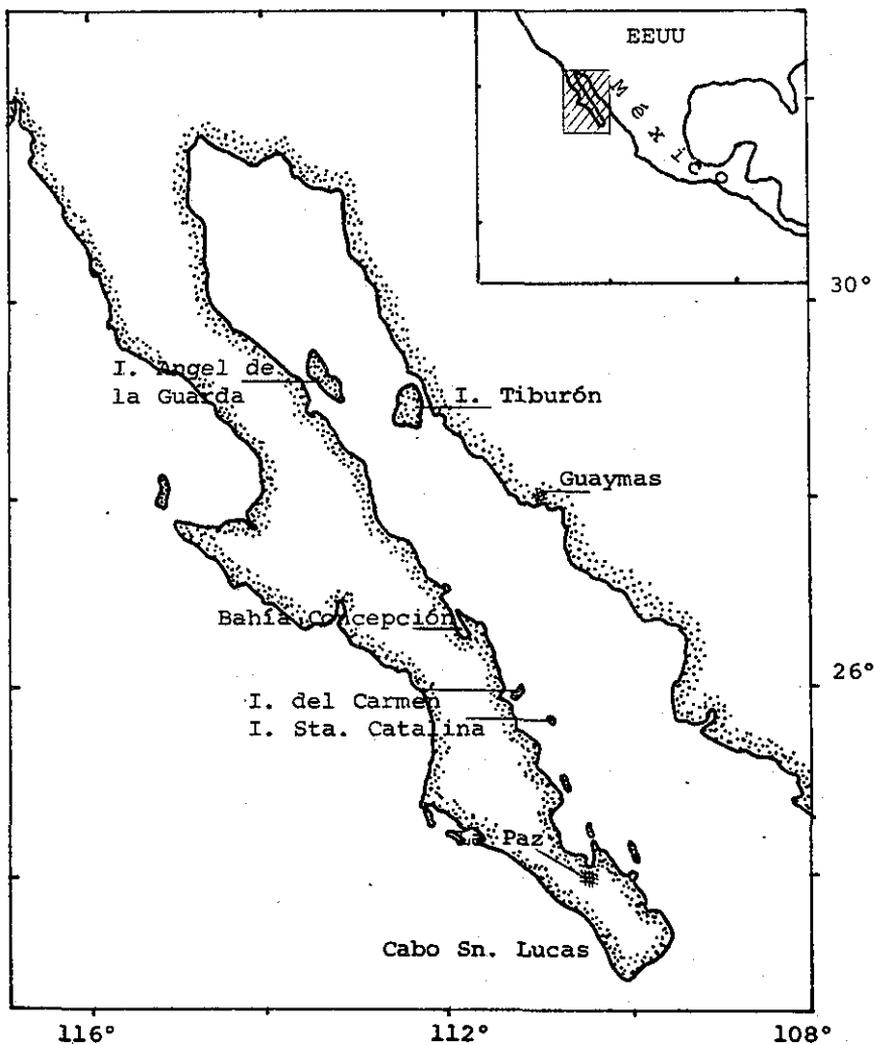


Fig. 1 . Mapa de localización del
Golfo de California.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ra que este flujo está formado por las llamadas "aguas del Golfo" (Roden y Groves, 1959), con salinidades hasta de 35.2‰. Al oriente de este flujo, hay otro que corre hacia dentro del Golfo, con velocidades hasta de 30 cm/seg. entre 0 y 150 m y hasta de 25 cm/seg. hasta los 700 m de profundidad. Este flujo introduce aguas de baja salinidad, aproximadamente de 34.8‰. En la parte centro oriental y extremo oriental se observan flujos hacia afuera y hacia adentro del Golfo respectivamente, aunque no tan consistentes como los antes descritos. En general, los flujos que entran al Golfo son de más baja salinidad que los que salen.

Se han observado en la entrada del Golfo tres tipos de aguas superficiales: 1) el agua de la Corriente de California, de baja salinidad y temperatura ($T < 22^{\circ}\text{C}$, $S < 34.6$ ‰), 2) el agua cálida del Pacífico Tropical Oriental, de salinidad intermedia ($T \sim 25^{\circ}\text{C}$, 34.6 ‰ $< S < 34.9$ ‰) y, 3) el agua originada en el interior del Golfo, de muy alta salinidad y temperatura.

La masa de agua del Pacífico Tropical Oriental, proveniente del sureste, durante el verano, penetra muy al norte, limitando posiblemente la influencia de la Corriente de California dentro del Golfo (Robinson, 1973; Alvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979). El agua del Golfo es producto de fenómenos de evaporación, ejercidos sobre la masa de agua del Pacífico Tropical Oriental (Roden y Groves, 1959).

Subsuperficialmente, cerca de la boca del Golfo, Warsh y sus colaboradores (1979) describen la existencia de una masa de agua formada por la mezcla de aguas de la Corriente de California y del Pacífico Subtropical Subsuperficial ($13^{\circ}\text{C} < T < 20^{\circ}\text{C}$, $34.6\text{‰} < S < 34.9\text{‰}$), a profundidades entre 50 y 200 m. Mundhenke (1969) reporta aguas de estas características hasta los 29°N , dentro del Golfo.

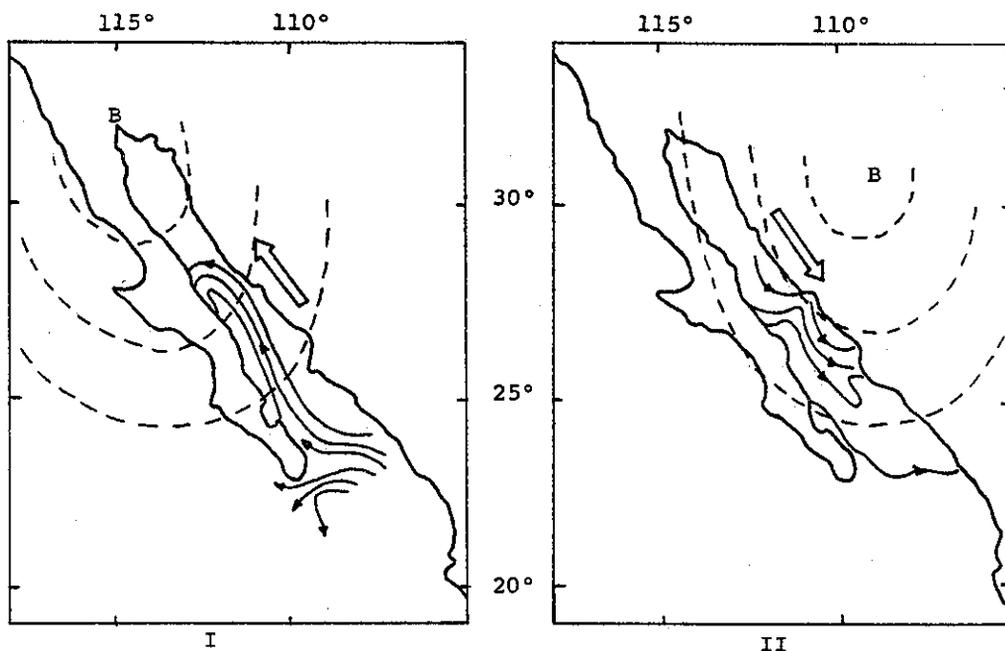
La influencia del Golfo de California sobre el Océano Pacífico es pequeña. En general, el Pacífico suministra al Golfo aguas ricas en nutrientes, recibiendo a cambio aguas pobres en nutrientes.

Meteorología

El Golfo de California es un mar marginal con características muy particulares. Está situado entre dos zonas áridas: la península de Baja California, que lo limita al occidente, y los estados de Sonora y Sinaloa que lo hacen al oriente. El efecto termorregulador del Océano Pacífico sobre el clima del Golfo está muy restringido, debido a la larga cadena montañosa que corre a lo largo de la península de Baja California. Por consiguiente, el clima del Golfo es más continental que oceánico; lo que explica los grandes rangos en los registros de temperatura, tanto diurnas como anuales (Roden, 1964). La temperatura del aire decrece hacia el interior del Golfo durante el invierno, mientras que en verano se incrementa.

La precipitación es más abundante sobre la costa oriental, donde la descarga fluvial se incrementa hacia el sur. Poca precipitación se registra en el margen occidental, por lo que pocas corrientes fluviales drenan estas costas. La mayor precipitación se registra de junio a octubre cuando predominan los vientos del sureste. En el invierno y principios de primavera, con vientos dominantes del noroeste, el clima es seco (Figura 2) (Donegan y Schrader, en prensa).

Los rangos de temperatura anual en una localidad dada, van de 6°C en Cabo Corrientes a 18°C cerca de la desembocadura del río Colorado. El número de días lluviosos por año, decrece de 60 en Cabo Corrientes a 5 en la porción central del Golfo (Roden, 1964).



Dirección y sentido del viento



Isobaras



Flujo geostrófico calculado

B

Centro de baja presión atmosférica

I

Condiciones de verano

II

Condiciones de invierno

Fig. 2 .Circulación del viento y corrientes superficiales
(según Donegan y Schrader, en prensa)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Durante la primavera, conforme el centro de alta presión atmosférica del Pacífico inicia su desplazamiento hacia el norte, los vientos geostroficóicos anticiclónicos se hacen paralelos al eje axial del Golfo; entre este centro de alta presión y el centro de baja presión del desierto de Sonora. Tal evento produce fuertes vientos regulares en el Golfo, los que transportan agua superficial al sur y generan intensas surgencias a lo largo de la costa oriental, de febrero a abril. De junio a octubre, los vientos del sureste producen surgencias en la costa occidental (Roden, 1972; Donegan y Schrader, en prensa).

Se ha llegado a describir, con cierto detalle, la relación entre el clima oceánico, el nivel del mar y el registro de temperaturas marinas anómales (Barnett, 1977; Wyrтки. 1975, 1977). Las anomalías térmicas, conocidas como "El Niño" (Wyrтки, 1975), afectan todo el Pacífico tropical oriental, tanto al norte como al sur del Ecuador (Miller y Laurs, 1975), y ocurren en estadios de tres años o más. Rasgo sobresaliente de estos estados anómales es la intensificación, en verano y otoño, de la actividad convectiva sobre el Pacífico oriental, desarrollándose en ocasiones un gran número de tormentas tropicales, huracanes, nubosidad y lluvias frente a las costas occidentales de México (Wagner, 1983; Krueger, 1983). Estos eventos de naturaleza "periódica", han dejado un registro sedimentario biogénico; el cual se empieza a estudiar detenidamente (Baumgartner y colaboradores, 1979; Schrader y Baumgartner, 1983).

Frentes Oceánicos

Desde el punto de vista oceanográfico, lo que más destaca en la boca del Golfo de California es la existencia de "frentes oceánicos". Estos, por lo general, están localizados cerca de Cabo San Lucas; aunque varían considerablemente en tiempo, espacio e intensidad.

No hay una definición precisa del término "frente" en oceanografía, aunque su uso es común. Cromwell y Reid (1956) lo definen como una franja en la superficie del mar a través de la cual la densidad cambia drásticamente. Estos cambios, sin embargo, están muy relacionados con variaciones en salinidad y/o temperatura del agua. La existencia de un fuerte gradiente horizontal de temperatura en zonas de divergencia y convergencia, o el formado por el encuentro de corrientes de temperatura distinta, es lo que clásicamente se ha definido como frente térmico (Askren y Badan, 1978).

Uda (1959) señala que el frente de una masa de agua está en la región donde son máximos los gradientes de sus propiedades.

Griffiths (1963) apunta que los frentes, a menudo, son encontrados dentro de las áreas surgencias, así como enmarcando a dichas áreas.

Los frentes mejor conocidos son aquellos que ocurren entre las aguas polares frías de baja salinidad y las aguas cálidas subtropicales más salinas. Estos producen las convergencias

Artica y Antártica. Otro ejemplo de frentes son aquellos formados entre la contra-corriente Ecuatorial Pacífica y las corrientes adyacentes el norte y sur, los que producen las Convergencias Intertropicales (Wyrтки, 1965). El frente térmico entre la corriente del Golfo de México y la del Labrador es tan pronunciado (20°C en 20 km) que le llaman la "pared fría" (Askren y Badan, 1978).

Griffiths (1963) sugirió que en la boca del Golfo de California pueden ser formados frentes oceánicos en los 120 m. más superficiales, por el encuentro de dos o tres tipos de agua: 1) la del Golfo de California, 2) la de la Corriente de California y 3) la del Pacífico subtropical nororiental. Warsh y sus colaboradores (1973) sin embargo, llegaron a detectar una cuarta masa de agua subsuperficial, producida por la mezcla de agua de la corriente de California y de la masa de agua subtropical subsuperficial, entre 50 y 200 m de profundidad.

La variación en la posición geográfica de los sistemas de frentes está determinado por procesos atmosféricos (Wyrтки, 1965), por lo que la entrada del Golfo de California resulta ser altamente "sensible" ante los cambios oceanográficos y atmosféricos regionales.

El conocimiento de la dinámica de los frentes es importante, ya que varios autores han enfatizado la relación existente entre las condiciones ambientales de los sistemas frontales y

los florecimientos de plancton; así como con las pesquerías -
de túnidos en varias partes del mundo (King y Hida, 1957; - -
Siomina, 1958; Walford, 1958; Rivas, 1955).

Fisiografía

La característica fisiográfica más notable del Golfo de California es su "linearidad" (Figura 3). Las profundidades de las cuencas van de oceánicas en la parte sur (3000 m) a muy someras en su extremo norte (< 200 m). Fuertes pendientes se presentan en su lado occidental, mientras que en su lado oriental, las planicies deltáicas esparcidas sobre las cuencas, suavizan las formas. La topografía es abrupta donde el aporte de sedimentos es escaso (Rusnak y colaboradores, 1964).

Sobre bases morfológicas, Rusnak y sus colaboradores, (1968), dividieron el Golfo en tres regiones: 1) la norte, 2) la central y 3) la sur. La primera es considerada, en general, del delta del Río Colorado a las Islas Tiburón y Angel de la Guarda. Esta región es caracterizada por sus profundidades someras y por un espesor de sedimentos considerables (> 500 m) que han cubierto las irregularidades superficiales. La parte más profunda de esta zona es la Cuenca del Delfín.

La región central, que se extiende en diagonal respecto al eje del Golfo, incluye a la más larga depresión del Golfo, la Cuenca de Guaymas, y a una gran Isla volcánica, la Isla Tortuga.

La región sur es caracterizada por la diversidad de formas de las cuencas. Estas alcanzan las máximas profundidades del Golfo (> 3000 m) y parece formar un sistema de fallas - - -

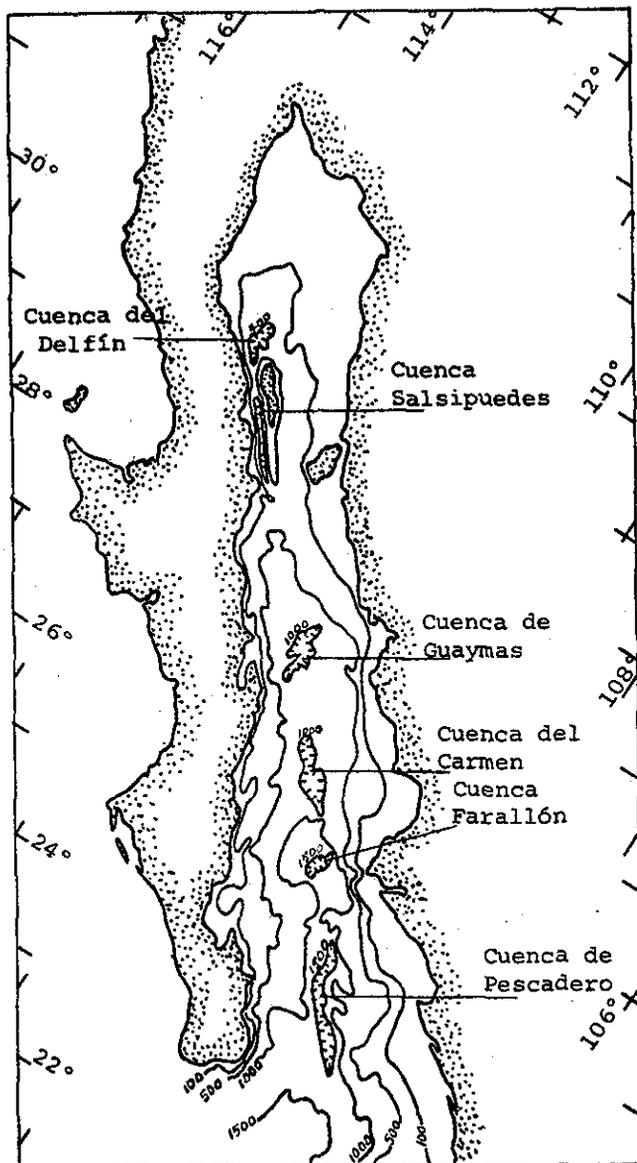


Fig. 3 .Mapa batimétrico del Golfo de California
(contornos de profundidad en brazas)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

en echelon, orientadas NW-SE (Rusnak y colaboradores, 1964). Moore (1973) señala a los rasgos fisiográficos del Golfo como centros de dispersión del piso oceánico.

Productividad

En muchas localidades del Golfo de California son comunes los florecimientos de plancton, producidos por surgencias de aguas ricas en nutrientes. Estas surgencias están relacionadas con el patrón de vientos estacionales (Byrne, 1960; Van Andel, 1964). Los vientos provenientes del sureste en verano, además de producir lluvias en Sonora y Sinaloa, traen aparejados fenómenos de surgencias a lo largo de la costa occidental del Golfo (Hasting y Turner, 1965; Roden, 1972). Durante el invierno y primavera, los vientos del noroeste gobiernan los procesos de surgencias y florecimiento de plancton en las costas orientales del Golfo (Soutar y colaboradores, 1981). Los principales centros de surgencias parecen estar en los sotaventos de cabos, islas y puntas (Roden y Groves, 1959). Zeitzchel (1969) sugiere que la productividad del Golfo de California puede ser comparada con la del Golfo de Bengala, que tiene uno de los índices más altos del mundo.

La existencia de sedimentos laminados ("varvados") en algunas localidades del Golfo, ha sido explicada en base a la alta productividad primaria antes argumentada, y a la presencia de una capa de oxígeno mínimo en la columna hidráulica, situada entre 400 y 1000 m de profundidad. Cuando esta capa de oxígeno mínimo intercepta la interface agua-sedimento, se dan condiciones propicias para preservar la materia orgánica y disminuir la bioturbación; por consiguiente, para formar en los sedimentos estructuras "varvadas" (Van Andel, 1964; Calvert, 1966a y b; Schrader, 1979).

Distribución de sedimentos

La mayoría de los sedimentos del Golfo tienen una distribución de frecuencias características de poblaciones bimodales y polimodales (Van Andel, 1964). En consecuencia, los parámetros estadísticos como media, desviación estándar y sesgo, tienen poco significado. Los sedimentos del Golfo Norte tienen un patrón de distribución regional que se caracteriza por un cambio brusco de modos gruesos a finos, cuando se pasa de la costa a la zona profunda de la Cuenca Sal si Puedes. Los modos gruesos parecen estar controlados por las fuentes continentales de suministro de sedimentos.

Los sedimentos en el Golfo Central y Sur son predominantemente finos, observándose que las arenas sobre las plataformas estrechas tienen una amplia variedad de fuentes de suministro y de condiciones de depósito. Los modos limoso y arcilloso están sistemáticamente distribuidos bajo el borde de la plataforma. En regiones de gran aporte de sedimentos, los modos más gruesos pueden extenderse a mayor profundidad (frente a Cabo San Lucas y en la parte nor-central del Golfo), así como también las arcillas y limo, en ocasiones, pueden estar muy cercanas a la línea de costa (delta del Río Fuerte).

El material sedimentario biogéno es más abundante en la zona del talud, debido a que éste se produce principalmente cerca de los márgenes del Golfo en zonas de surgencias y de mezcla. Asimismo, por que el talud continental, al ser interceptado

por la capa de oxígeno mínimo de la columna de agua, brinda condiciones para preservar el materia biógeno.

Los radiolarios en particular, muestran la siguiente distribución: 1) son muy abundantes fuera del Golfo, decreciendo su ocurrencia hacia el interior, 2) hay mayores concentraciones sobre los taludes que sobre el piso de las cuencas y 3) se reduce su "porcentaje relativo" en regiones con alta tasa de depósito (Van Andel, 1964).

La concentración de diatomeas es marcada en las porciones centrales y sur del Golfo, así como también sobre los taludes. En las regiones nor-central y norte, las diatomeas ocurren en gran número en la fracción fina de los sedimentos.

Los foraminíferos se presentan mayormente en la fracción gruesa y están ampliamente distribuidos, principalmente las formas bentónicas en el área del talud.

PROCEDIMIENTOS Y TECNICAS

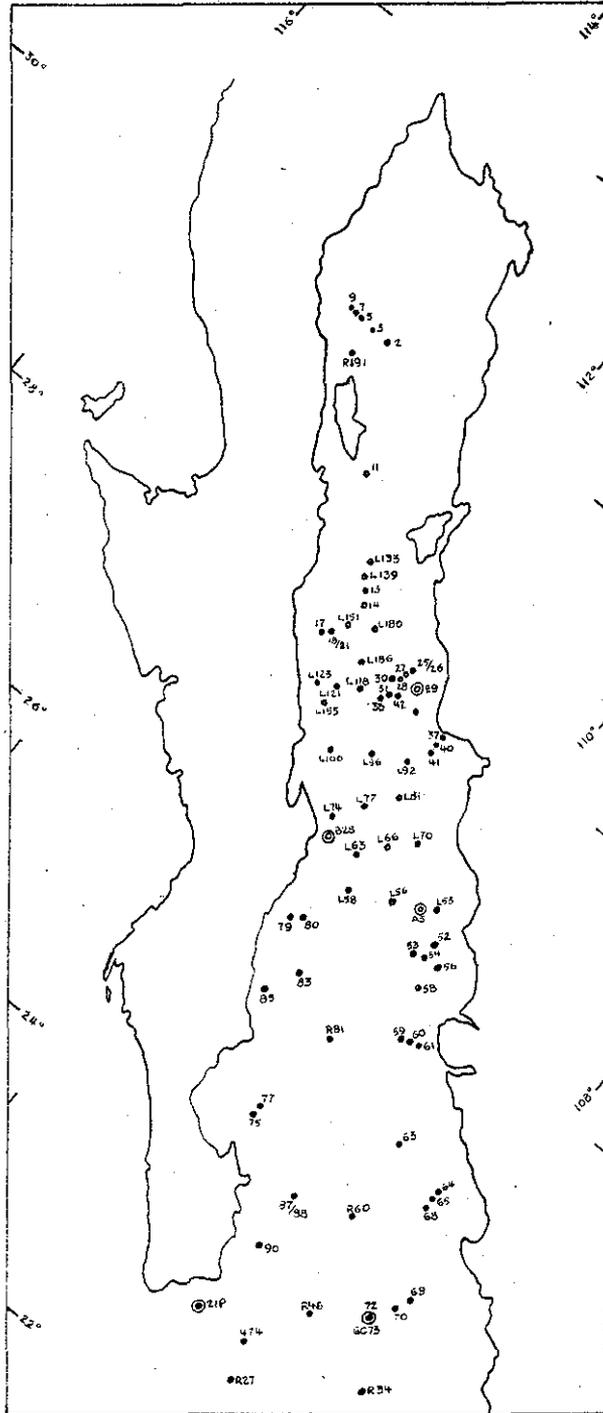
Muestreo

La mayor parte de las muestras de sedimentos analizados para este estudio fueron colectadas durante el crucero PALEO-I, - realizado a bordo del B/O "El Puma" de la Universidad Nacio -
nal Autónoma de México durante el verano de 1982.

Para determinar las distribuciones superficiales de conjuntos de radiolarios, fué muestreada una capa de un centímetro de -
espesor de la parte superior de las columnas sedimentarias, -
obtenidas mediante nucleadores de caja tipo Reineck. Además, se agregaron muestras de las colecciones de la Institución -
Scripps de Oceanografía (Tabla 1; Figura 4).

Para el estudio estratigráfico se analizaron, a lo largo, cin -
co núcleos del tipo "gravedad", localizados en la parte cen -
tral y en la boca del Golfo (Tabla 2). Se consideró que -
estos núcleos presentaban grandes posibilidades de "reflejar" eventos oceanográficos significantes y correlacionables en -
toda esta región, incluyendo el sistema "frontal".

Sólo en núcleo BAP82-73 fué directamente submuestreado por el autor del presente trabajo, haciéndose éste cada 5 cm; en el resto de los núcleos existen irregularidades en los interva -
los de submuestreo (Tabla 3).



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

* Estaciones de muestreo superf.

⊙ Núcleos

Fig.4 .Mapa de localización de estaciones de muestreo.

Tabla 1. Relación de muestras superficiales empleadas, localización y profundidad del mar.

Clave muestra	Localización		Prof. mar (m)
	Lat. N.	Long. W.	
BAP2	29° 58'	113° 38'	230
BAP3	29° 58'	113° 47'	364
BAP5	29° 57'	114° 00'	448
BAP7	29° 57'	114° 06'	380
BAP9	30° 00'	114° 03'	344
BAP11	29° 00'	112° 58'	348
BAP13	28° 21'	112° 28'	915
BAP14	28° 17'	112° 27'	897
BAP17	27° 51'	112° 32'	620
BAP18	27° 56'	112° 23'	848
BAP21	27° 56'	112° 22'	850
BAP25	28° 05'	111° 41'	356
BAP26	28° 04'	111° 41'	389
BAP27	28° 01'	111° 40'	477
BAP28	27° 57'	111° 40'	520
BAP30	27° 54'	111° 42'	608
BAP31	27° 50'	111° 43'	668
BAP33	27° 46'	111° 44'	804
BAP37	27° 46'	111° 04'	453
BAP40	27° 40'	111° 05'	607
BAP41	27° 38'	111° 04'	832
BAP42	27° 51'	111° 43'	647
BAP52	26° 26'	109° 55'	515
BAP53	26° 17'	110° 02'	745
BAP54	26° 18'	109° 56'	609
BAP56	26° 19'	109° 46'	406
BAP58	26° 04'	109° 49'	595
BAP59	25° 39'	109° 39'	653
BAP60	25° 40'	109° 34'	373
BAP61	25° 41'	109° 31'	163
BAP63	24° 45'	108° 33'	645
BAP64	24° 50'	108° 32'	212
BAP65	24° 48'	108° 32'	645
BAP68	24° 44'	108° 33'	860
BAP69	24° 05'	108° 03'	227
BAP70	23° 59'	108° 08'	600
BAP72	23° 49'	108° 15'	895
BAP75	24° 32'	110° 15'	741
BAP77	24° 35'	110° 16'	725
BAP79	25° 53'	111° 07'	256
BAP80	25° 58'	111° 00'	615
BAP83	25° 32'	110° 42'	620

continua Tabla 1

BAP85	25° 16'	110° 51'	670
BAP87	24° 10'	109° 31'	482
BAP88	24° 09'	109° 31'	850
BAP90	23° 41'	109° 26'	978
L-53	26° 44'	110° 11'	910
L-56	26° 34'	110° 32'	1350
L-58	26° 23'	110° 53'	1800
L-63	26° 38'	111° 00'	1600
L-66	26° 50'	110° 49'	1610
L-70	27° 04'	110° 37'	1080
L-74	26° 46'	111° 25'	860
L-77	26° 59'	111° 14'	1820
L-81	27° 15'	111° 03'	1680
L-92	27° 32'	111° 13'	1105
L-96	27° 22'	111° 29'	1860
L-100	27° 12'	111° 48'	1393
L-118	27° 42'	111° 55'	1583
L-121	27° 38'	112° 08'	1274
L-123	27° 36'	112° 18'	692
L-133	28° 31'	112° 37'	627
L-139	28° 23'	112° 31'	750
L-151	28° 03'	112° 22'	966
L-155	27° 26'	112° 07'	670
L-158	27° 47'	111° 25'	739
L-162	28° 05'	111° 57'	460
L-180	28° 10'	112° 10'	641
L-186	27° 52'	112° 05'	1345
474	22° 57'	108° 58'	3023
21P	22° 55.3'	109° 27.4'	625
R-27	22° 38'	108° 51'	2844
R-34	23° 16'	107° 53'	2331
R-46	23° 38'	108° 38'	2520
R-60	24° 20'	108° 56'	2430
R-81	25° 20'	110° 05'	2520
R-191	29° 42'	113° 52'	792

Tabla 2. Relación y características de los núcleos estudiados

Núcleo	Nucleador	Longitud (cm)	Localización		Profundidad mar (m)
			Lat. N.	Long. W.	
21P	N.P.	810	22° 55'	109° 27'	625
BAP82-73	N.G.	165	23° 49'	108° 16'	906
A5	N.K.	175	26° 43.4'	110° 07.0'	705
E9	N.K.	180	27° 53.2'	111° 37.2'	660
B28	N.K.	205	26° 42.5'	111° 24.5'	712

N.P. Nucleador de Pistón

N.G. Nucleador de Gravedad

N.K. Nucleador de Gravedad tipo Kasten

Tabla 3. Relación de niveles de muestreo (en cm.)

No. muestra	Núcleo BAP82-73	Núcleo 21P	Núcleo 45	Núcleo E9	Núcleo B28
01	superficie	0-2	0-5	0-5	0-5
02	5	10-12	5-10	5-10	5-10
03	10	20-22	10-15	10-15	10-15
04	15	30-32	25-30	15-20	15-20
05	20	40-42	30-35	25-30	20-25
06	25	50-52	35-40	45-50	25-30
07	30	60-62	40-45	50-55	30-35
08	35	70-72	45-50	55-60	35-40
09	40	80-82	50-55	60-65	40-45
10	45	90-92	65-75	65-70	45-50
11	50	100-102	70-75	70-75	50-55
12	55	110-112	75-80	75-80	55-60
13	60	120-122	80-85	80-85	60-65
14	65	127-129	85-90	85-90	65-70
15	70	130-132	90-95	90-95	70-75
16	75	140-142	95-100	95-100	75-80
17	80	145-147	100-105	100-105	80-85
18	85	150-152	105-110	105-110	85-90
19	90	155-157	110-115	115-120	90-95
20	95	160-162	130-135	125-130	95-100
21	100	165-167	135-140	130-135	100-105
22	105	170-172	140-145	135-140	105-110
23	110	175-177	145-150	140-145	110-115
24	115	180-182	150-155	145-150	115-120
25	120	190-192	155-160	150-155	120-125
26	125	200-202	160-165	155-160	125-130
27	130	210-212	165-170	160-165	130-135
28	135	220-222	170-175	165-170	135-140
29	140	230-232	RETENEDOR	170-175	140-145
30	145	240-242		175-180	145-150
31	150	245-247		RETENEDOR	150-155
32	155	250-252			155-160
33	160	260-262			160-165
34	165	270-272			165-170
35		280-282			170-175
36		290-292			175-180
37		294-296			180-185
38		300-302			185-190
39		304-306			190-195
40		310-312			195-200
41		320-322			200-205
42		325-327			RETENEDOR
43		330-332			
44		340-342			
45		350-352			
46		360-362			
47		363-365			
48		370-372			

Continua Tabla 3

49	380-382
50	390-392
51	400-402
52	410-412
53	414-416
54	420-422
55	430-432
56	440-442
57	450-452
58	460-462
59	470-472
60	480-482
61	490-492
62	500-502
63	510-512
64	520-522
65	530-532
66	540-542
67	550-552
68	560-562
69	570-572
70	580-582
71	590-592
72	600-602
73	610-612
74	620-622
75	630-632
76	640-642
77	650-652
78	660-662
79	670-672
80	680-682
81	690-692
82	700-702
83	710-712
84	720-722
85	730-732
86	740-742
87	750-752
88	760-762
89	770-772
90	780-782
91	790-792
92	800-802
93	810-812
94	820-822
95	830-832
96	840-842
97	850-852
98	854-856
99	860-862
100	870-872

Procesamiento de muestras sedimentarias

La técnica para "concentrar" los radiolarios es la descrita por Molina-Cruz (1978). De la muestra original de sedimentos se submuestran aproximadamente 2 cm^3 , colocándolos en un vaso de precipitados de 500 ml. Se agregan 40 ml de agua destilada y 20 ml de ácido clorhídrico con el objeto de disolver los carbonatos.

Posteriormente, se hace pasar esta mezcla por dos tamices sobrepuestos, uno de $400 \mu\text{m}$ y otro de $62 \mu\text{m}$. El material retenido en este último se lava y vierte en otro recipiente, quedando lista la muestra para la siguiente etapa.

Los radiolarios, ya lavados, fueron montados en portaobjetos utilizando anillos de teflón (Molina-Cruz, 1979). El anillo de teflón sostiene el portaobjetos mediante pequeñas muescas y tornillos, permitiendo así colocarlo dentro de un vaso de precipitados (Figura 5), donde se añade agua revasando ampliamente al anillo. Al finalizar este paso, se agrega la muestra "lavada" al vaso y se agita verticalmente, buscando no afectar a las partículas por la fuerza centrífuga, para que su distribución al asentarse sea uniforme y aleatoria. Posteriormente, se sifonea el agua con lentitud hasta abatir su nivel por debajo del portaobjetos, donde han quedado los restos de radiolarios y otras partículas sedimentarias. Sacando el anillo del vaso se expone a la radiación de lámparas para

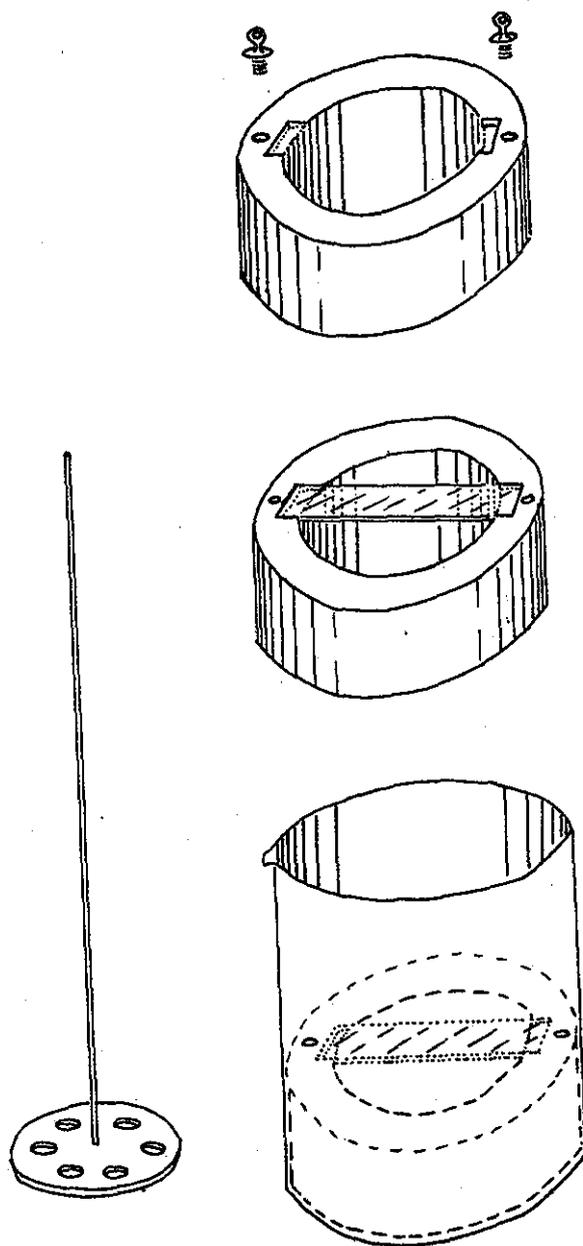


Fig. 5 .Anillos de teflón indicando posición del portaobjetos y agitador a la izquierda.

que la placa se seque. Una vez seca se quita del anillo, se le añade una gotas de bálsamo de Canadá y se le sobrepone el cubreobjeto. Esta preparación se puede dejar en un horno - - durante 24 hrs. a 50-60°C para secar el bálsamo.

Conteo micropaleontológico

En base a los antecedentes de la región (Benson, 1966; Molina Cruz, 1980) se estableció un cuadro taxonómico inicial de 53 - especies de radiolarios (Apéndice I): 25 espumelarios y 28 - haselarios. Para este cuadro se determinó la abundancia rela - tiva (porcentaje) de cada especie por placa (portaobjetos), tratando de considerar 500 especímenes en el conteo. En aque - llos casos en que la placa no contenía este número de ejempla - res, se hicieron tantas réplicas de portaobjetos como fuera necesario para alcanzar los 500 ejemplares, ó 100 como mínimo en caso de que los radiolarios fueran muy escasos. En ocasio - nes se produjeron hasta cinco placas por muestra para que - ésta fuera estadísticamente representativa. Con el cuadro establecido se pudo identificar entre el 65 y 70% del total de las especies presentes. Posteriormente, con el fin de - aprovechar conteos hechos en otros trabajos (Benson, 1966), se redujo el cuadro taxonómico a 45 especies, y con este cua - dro se procesó la información.

Para el estudio estratigráfico solo se contaron los especímenes contenidos en una sola placa-muestra. En total se obtu - vieron 236 muestras distribuídas de la manera siguiente:

Núcleo	No. de muestras
21P	100
BAP82-73	34
A5	29
E9	31
B28	42

Tratamiento matemático

Para simplificar el volumen de información generado, y definir conjuntos de radiolarios, que asumidamente responden a características oceanográficas específicas, se emplearon los conteos de las muestras superficiales y la técnica estadística de variables múltiples conocida como Análisis de Factores en su modo Q (Imbrie y Van Andel, 1964; Klovan, 1966; Klovan e Imbrie, 1971). Este análisis fué hecho con el programa computacional "CABFAC", escrito en lenguaje FORTRAN, elaborado por J.E. Klovan y revisado por J. Imbrie y N.G. Kipp.

El análisis de las muestras del subsuelo marino fué hecho con el programa "THREAD", también en lenguaje FORTRAN, revisado por N.G. Pisias.

Ambos programas fueron adaptados para ser corridos en la computadora Burroughs 6700; instalada en la Universidad Nacional Autónoma de México.

En el Análisis de Factores en su modo Q, se trata a cada muestra como un vector de tantas componentes como variables (especies) se consideren. De la totalidad de muestras (vectores), la técnica produce tantos "miembros extremos" (factores) como se "deseen"; y entonces cada muestra es individualmente comparada con estos vectores "extremos". Consecuentemente, la variabilidad de cada muestra es expresada como una combinación de vectores matemáticamente ortogonales.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cada factor puede a su vez considerarse como un vector de n componentes (variables); es decir, del número de especies consideradas en el cuadro taxonómico. No obstante, la "carga" de cada variable será diferente en cada factor. La "Matriz F" (Apéndice III) denota esta característica, interpretándose de la siguiente manera: entre más alto es el valor ("carga") de una especie determinada, más importante es esta especie en el factor considerado.

La "Matriz B" (Apéndice IV) nos indica la "carga" de cada factor en una muestra. Estos valores son contorneados en un plano geográfico, buscando una correlación con parámetros oceanográficos conocidos.

Los conteos de las muestras del subsuelo marino (análisis a lo largo de los núcleos), se procesaron con el programa "THREAD", el cual es alimentado con la "Matriz F" generada por el programa "CABFAC". "THREAD" "entrelaza" las muestras del subsuelo marino en el modelo establecido por el programa "CABFAC", comparando los vectores que representan a dichas muestras con los factores ya definidos. Así, se produce una nueva matriz, la "B - HAT" (Apéndice V), que nos expresa qué "carga" de cada factor constituye a esa muestra. Con esta información podemos inferir, para una localidad, cómo han variado los "factores" en el tiempo.

Correlaciones y Bioestratigrafía

Contando con el fechado radiométrico de los núcleos A5 y E9, realizado por M. Stuvier de la Universidad de Washington, - con la técnica de radiocargono (C^{14}), se facilitó el establecimiento de correlaciones (Tabla 4). Con esto como base, se observó que los perfiles de variación en la abundancia de Drupptractus pyriformis, durante los últimos 3000 años, (Figura 6), proporcionan buen control bioestratigráfico, por lo menos para las regiones central y sur del Golfo. El número de "picos" entre los datums radiométricos observados en un núcleo, son coherentes con los que ocurren en otros núcleos.

Aunque en la región de la boca del Golfo no se contó con ningún núcleo fechado mediante radiometría, aparentemente los perfiles de abundancia de Botriostrobos aquilonaris proporcionan un buen control bioestratigráfico en esa región (Figura 7); además de señalar la influencia de la Corriente de California en el interior del Golfo.

Las correlaciones estipuladas anteriormente fueron apoyadas por el método gráfico propuesto por Shaw (1964), usando los puntos de mínima y máxima abundancia en lugar de apariciones y extinciones, (Figura 8). Asimismo, se hicieron correlaciones analíticas y ajuste de curvas por regresión, empleando como parámetro de comparación las profundidades de los puntos seleccionados. Con las curvas de ajuste resultante, se extrapolaron edades de los núcleos fechados a los no fechados (Figuras 8 a la 12).

TABLA 4.

Relación de niveles fechados en los núcleos E9 y A5 con el método de radio-arbano (C^{14})

Núcleo A5		Núcleo E9	
Nivel (cm.)	Fechado (años)	Nivel (cm.)	Fechado (años)
15-25	1030±15	15-25	950±80
55-65	1350±20	35-45	1000±80
115-130	2350±20	110-125	1680±90
175-185	2930±20	180-190	2100±80

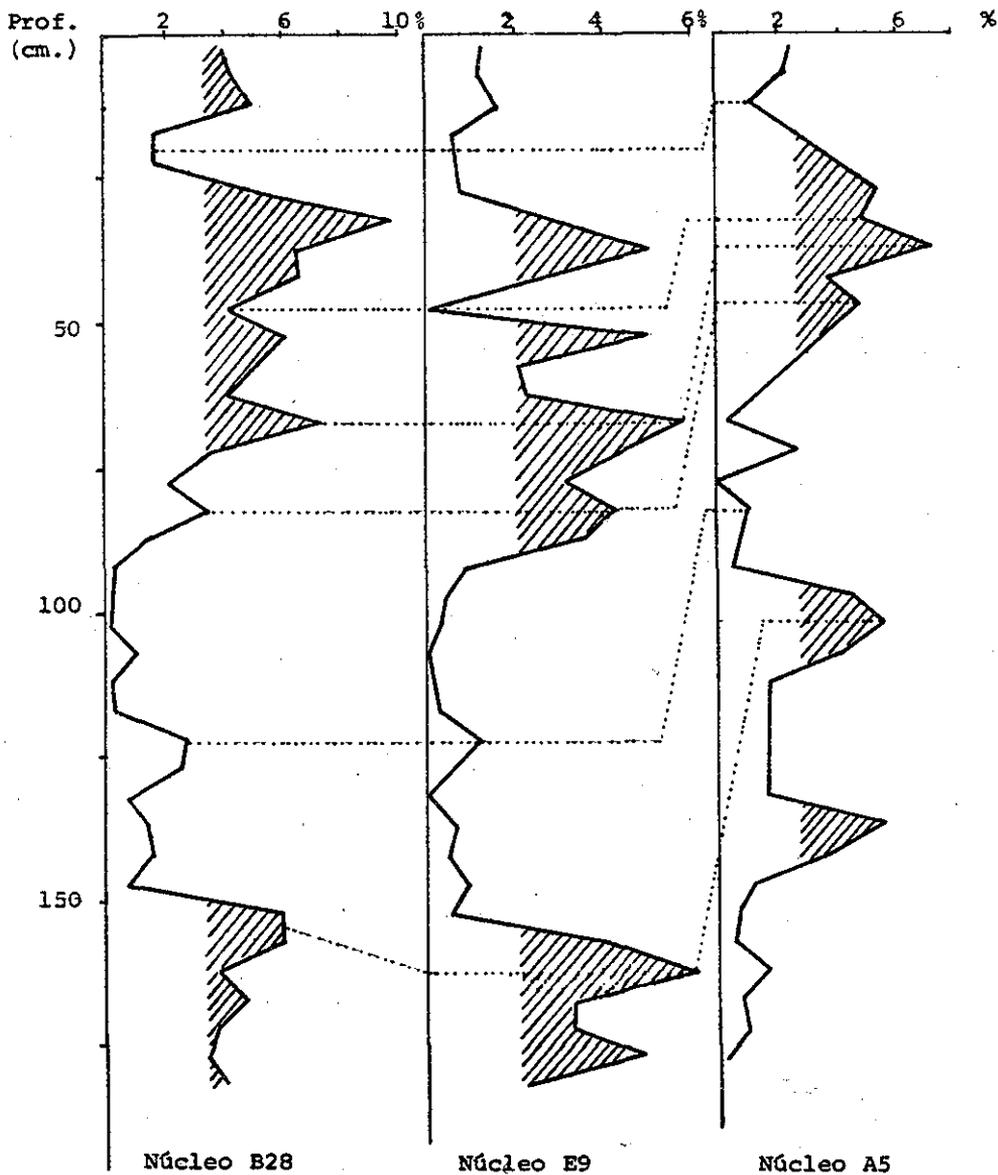


Fig. 6 .Correlación de los núcleos B28, E9, A5, usando porcentajes de abundancia de Druppatractus pyriformis

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

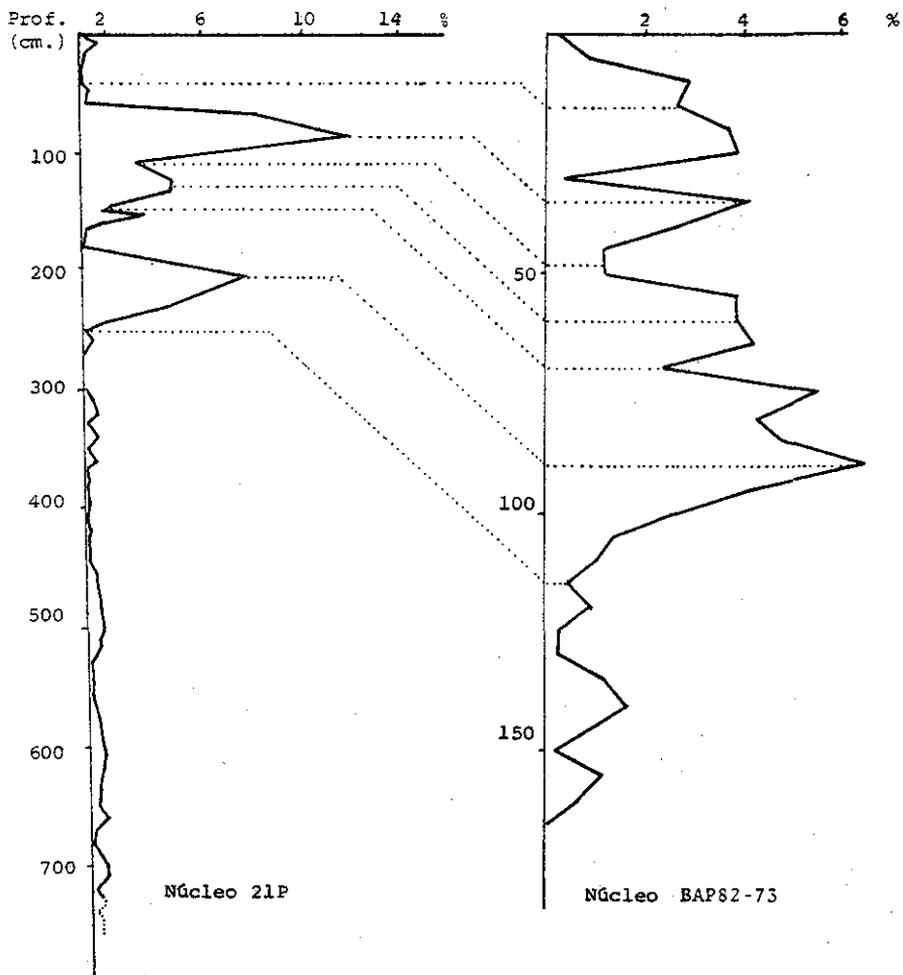


Fig. 7 . Correlación de los núcleos 21P y BAP82-73 usando porcentajes de abundancia de Botryostrobus aquilonaris

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Núcleo B28

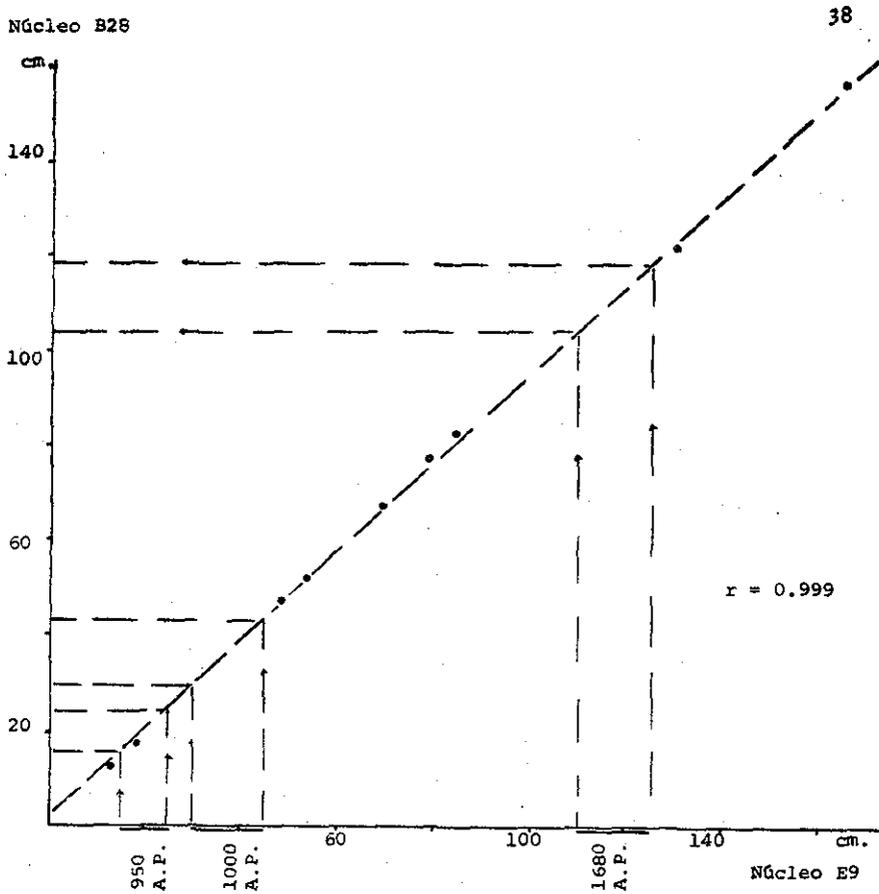


Fig. 8 Correlación de núcleos B28 y E9 con el método gráfico de Shaw (1964) y con el coeficiente analítico (r) - - usando máximos y mínimos porcentajes de abundancia de *D. pyriformis*. Se hace, además, extrapolación de edades ajustándose a la curva de correlación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

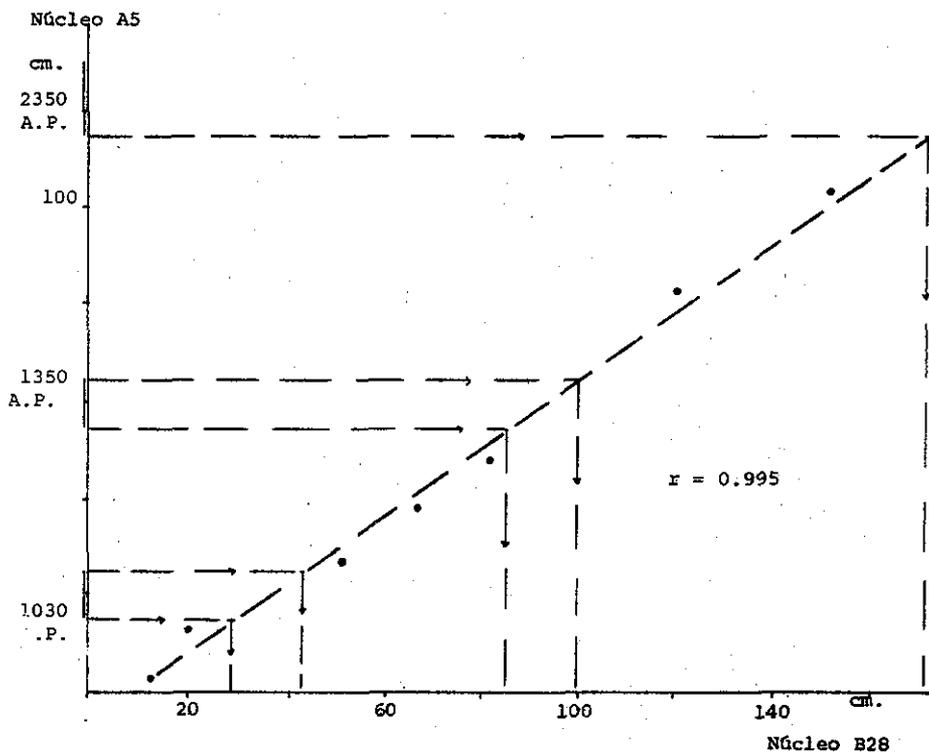


Fig. 9 Correlación de núcleos A5 y B28 con el método gráfico de Shaw (1964) y con el coeficiente analítico (r) - - usando máximos y mínimos porcentajes de abundancia de *D. pyriformis*. Se hace, además, extrapolación de edades ajustándose a la curva de correlación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

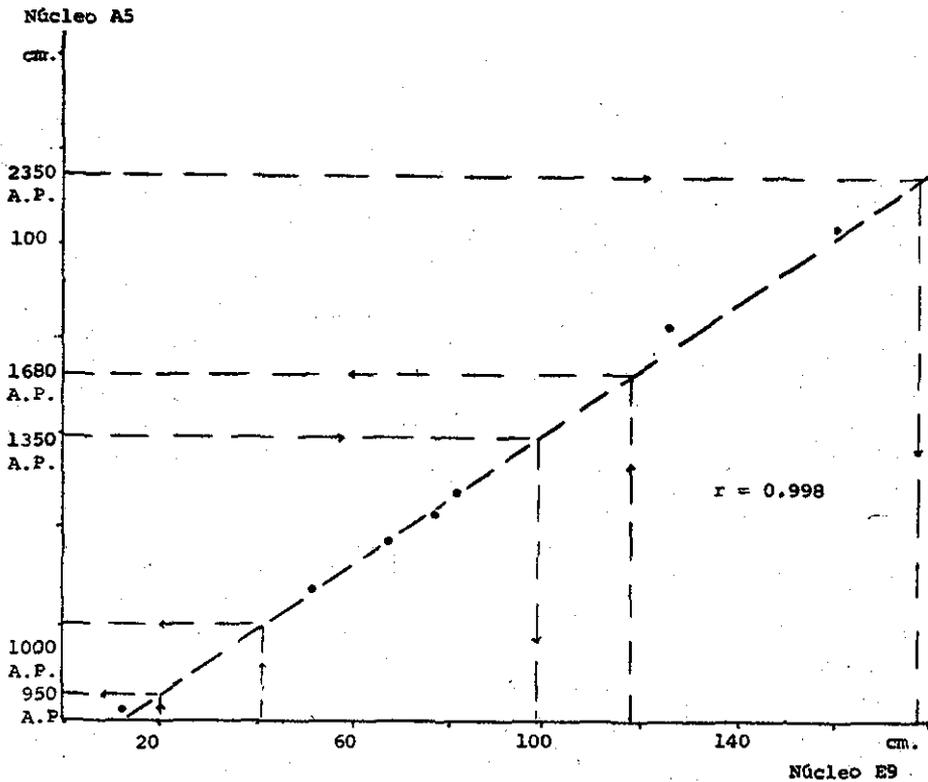


Fig. 10 Correlación de núcleos A5 y E9 con el método gráfico de Shaw (1964) y con el coeficiente analítico (r) - usando máximos y mínimos porcentajes de abundancia - de *D. pyriformis*. Se hace, además, extrapolación de edades ajustándose a la curva de correlación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

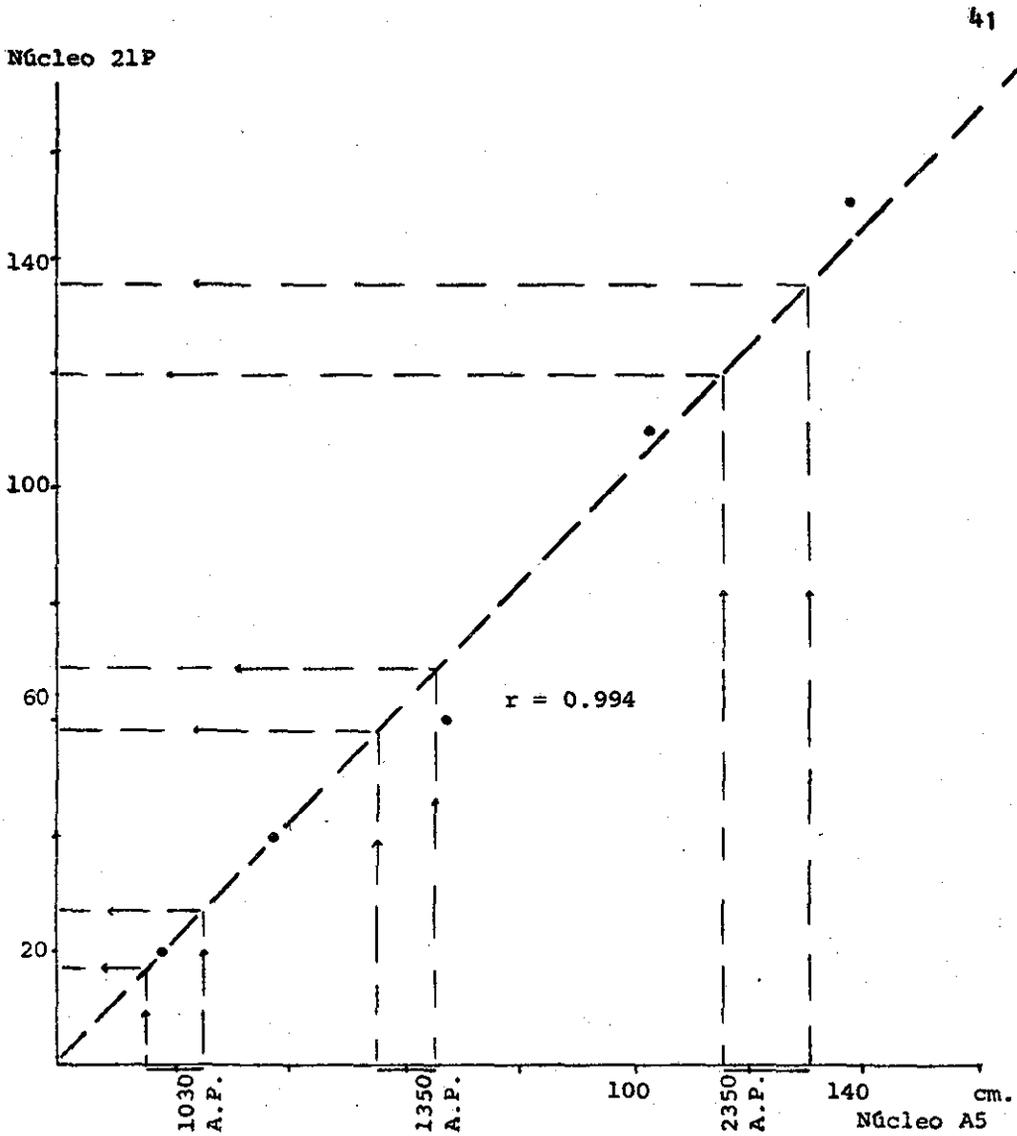


Fig. 11 Correlación de núcleos 21P y A5 con el método gráfico de Shaw (1964) y con el coeficiente analítico (r) - - usando máximos y mínimos porcentajes de abundancia de *D. pyriformis*. Se hace, además, extrapolación de edades ajustándose a la curva de correlación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

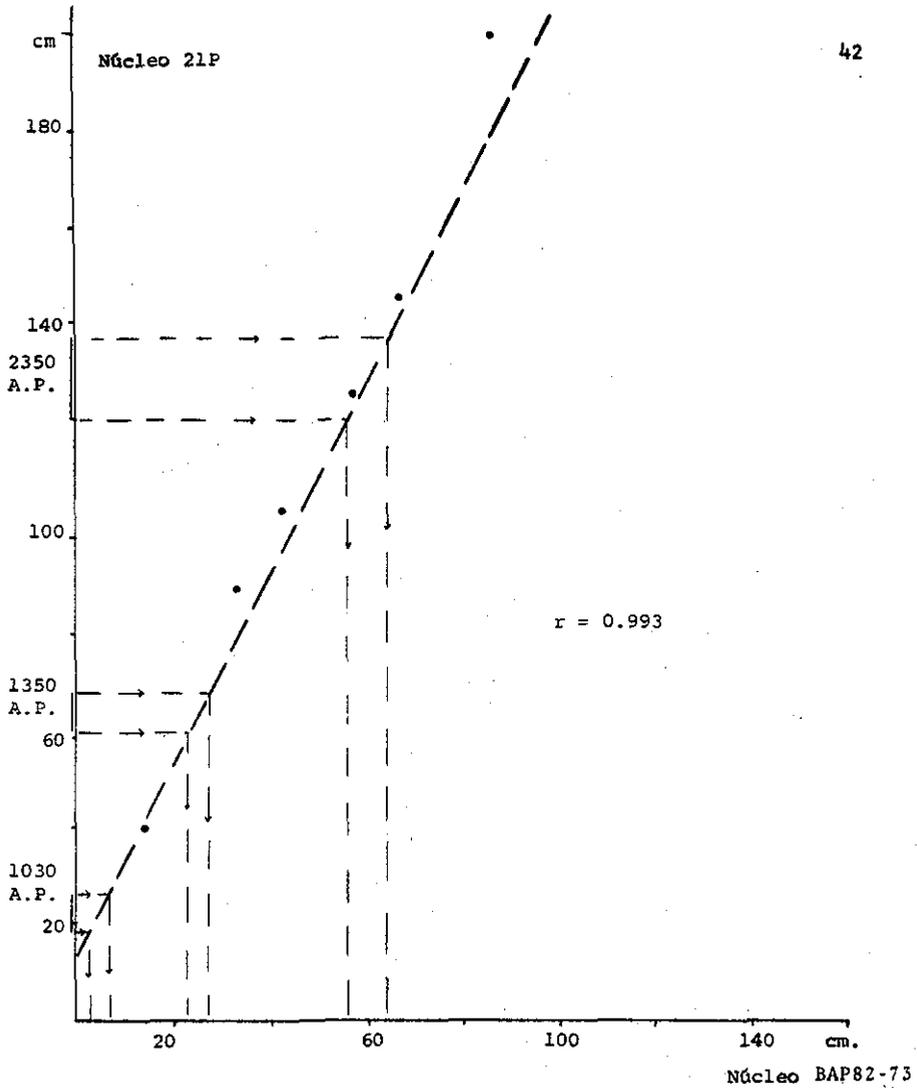


Fig. 12 Correlación de núcleos 21P y BAP82-73 con el método gráfico de Shaw (1964) y con el coeficiente analítico (r) usando máximos y mínimos porcentajes de abundancia de *B. aquilonaris*. Se hace, además, extrapola - ción de las edades calculadas para el núcleo 21P al núcleo GC73.

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis de los conjuntos de radiolarios

De acuerdo a la tasa de sedimentación observada y calculada en los núcleos utilizados en este estudio (véase Análisis de los núcleos), se puede suponer que el primer centímetro del subsuelo marino, partiendo de la interfase agua-sedimento, se ha acumulado, en promedio, durante los últimos 20 años. En consecuencia, se puede asumir que la distribución de los conjuntos de radiolarios contenidos en ese intervalo nos refleja un modelo oceanográfico regional actual. Casey (1971) ha encontrado que la temperatura y salinidad son los parámetros que más directamente intervienen en el patrón de distribución geográfica de estos organismos planctónicos, aunque la profundidad suele ser en algunas especies un factor ecológico importante. Molina-Cruz (1975), demostró la relación existente entre agrupamientos de radiolarios y masas de agua bien definidas.

Aplicando el análisis de factores en su modo Q (ver métodos), en el Golfo de California se definieron 6 conjuntos de radiolarios. Este modelo, considerando un cuadro taxonómico de 45 especies, explica el 91.01% de la variabilidad de las muestras. La distribución de los 6 conjuntos (factores) es particularmente coherente con condiciones oceanográficas observadas en determinadas regiones del Golfo de California. Por lo tanto, cada uno de los factores será denominado de acuerdo con el rasgo oceanográfico al cual está relacionado.

El primer factor (Figura 13) explica el 32.4% de la variabilidad de las muestras y se encuentra bien influenciado por lo que algunos autores han llamado masa de agua del "Golfo Central" (Round, 1967; Molina-Cruz, en prensa). Es interesante notar que la configuración de este factor es muy similar a la distribución de las isotermas en esta región para el mes de febrero, y muy coherente con el flujo geostrofico calculado para la misma estación (Figura 14). Este hecho nos sugiere que en los últimos años las condiciones "invernales" han experimentado poco cambio en la región (vientos del noroeste y escasa precipitación). La distribución clara de este conjunto va aproximadamente de los 29°N a los 26°30'N. Las especies características en este factor son: Lithomelissa hystrix, L. thoracites y Pseudocubus obeliscus. Benson (1966) y Gil-Silva (1981) reportan estas mismas especies para la región.

La distribución de L. hystrix (Figura 15) es muy similar a la del factor "Golfo Central", por lo que, en una primera aproximación, se puede simplificar la observancia de este factor considerando el comportamiento de dicha especie.

El segundo factor (Figura 16) es denominado factor de "Surgencias", por estar señalando las zonas donde éstas ocurren en el Golfo de California. Este factor explica el 32.7% de la variabilidad de las muestras. Varios autores (Roden y Groves, 1959; Roden, 1964; Van Andel, 1964) han mencionado reiterada-

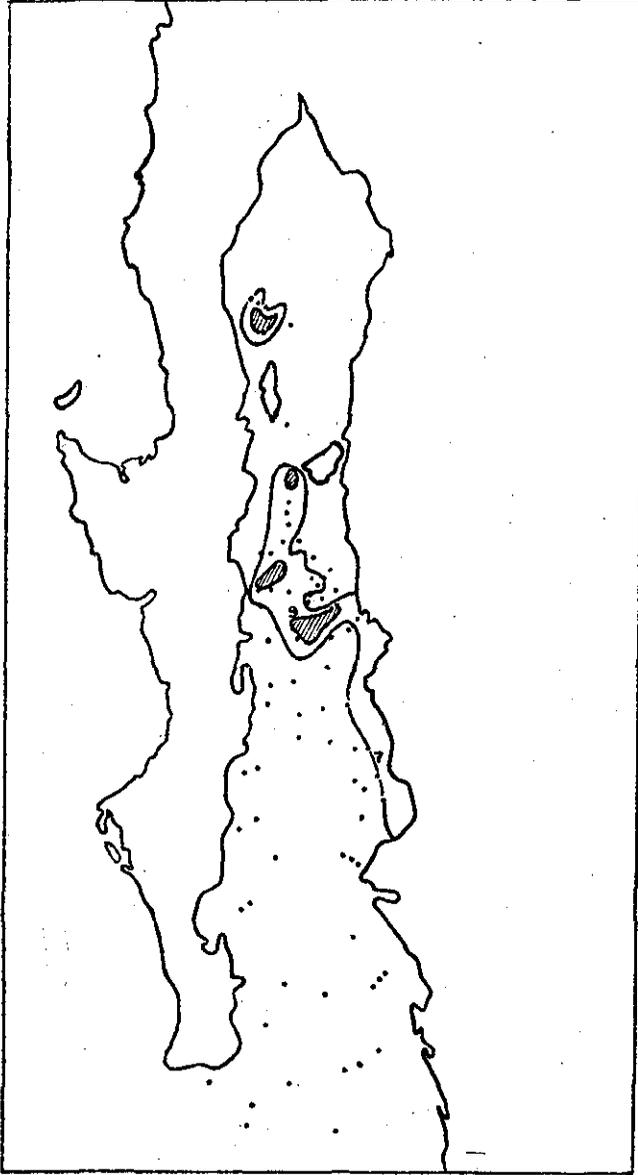


Fig.13 . Factor 1: "Golfo Central" (cargas de factor x10)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

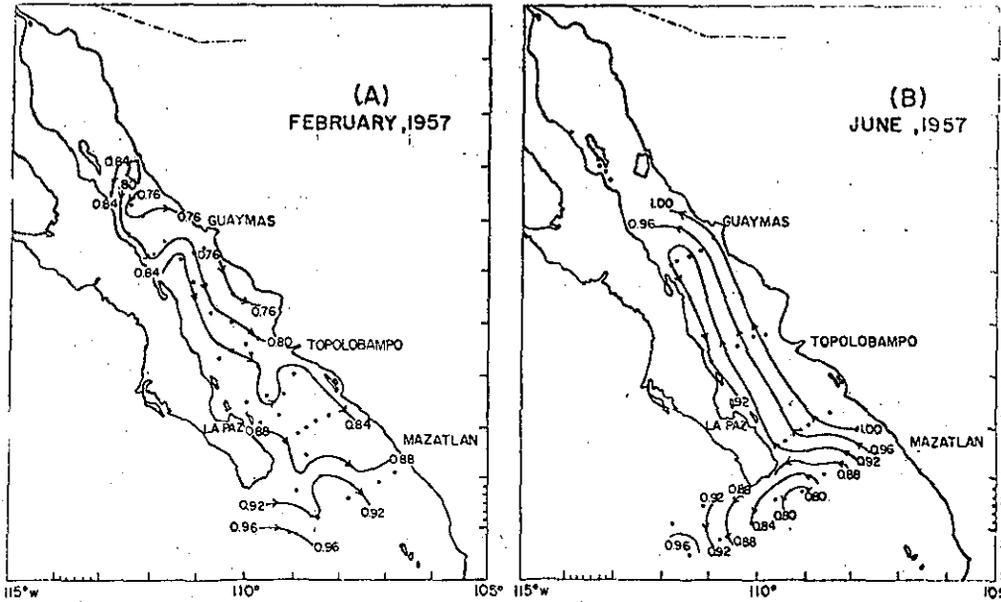


Fig. 14. Flujo geostrófico calculado para "invierno" (A) y "verano" (B) (Alvarez-Borrego, no publicado)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

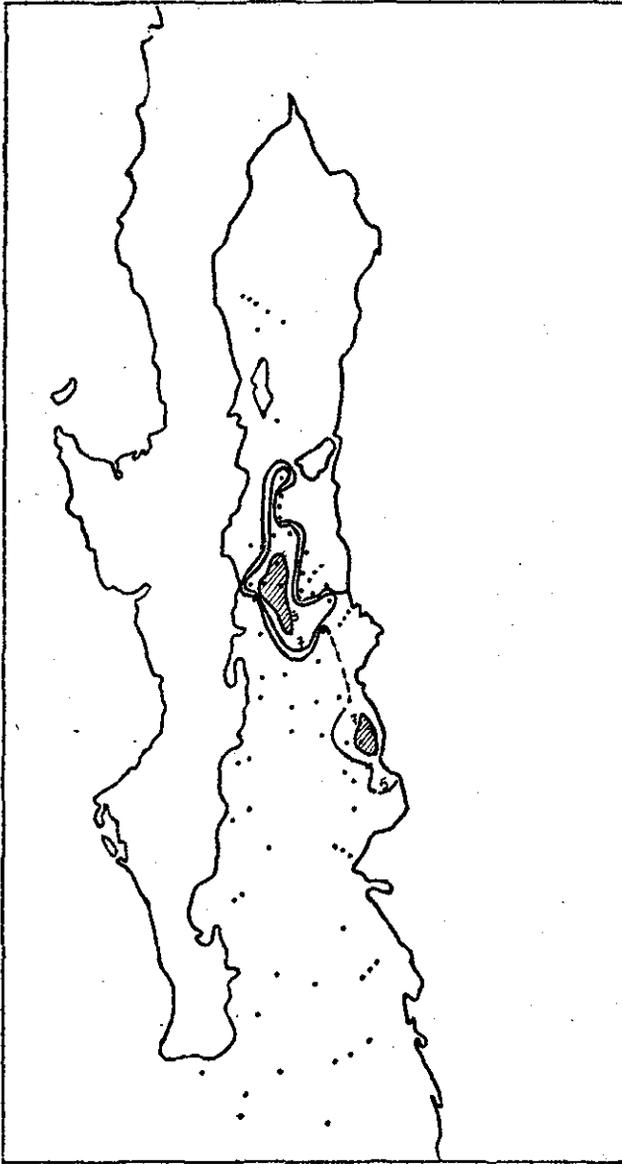


Fig. 15 .Distribución de Lithomelissa hystrix mostrando porcentajes en relación a la población total de radiolarios

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

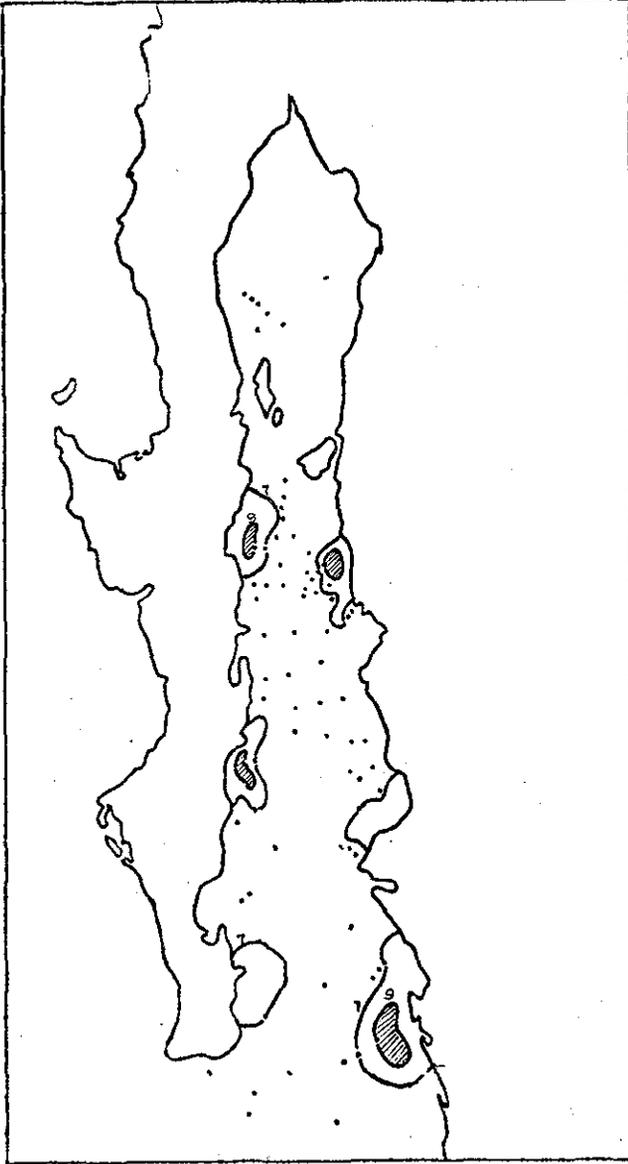


Fig. 16 .Factor 2: "Surgencias" (cargas de factor x10)

mente la intensidad de estos fenómenos en el Golfo y su relación con la geomorfología y el patrón de vientos. Consecuentemente, es posible notar la concordancia geográfica entre los centros de surgencias marcados por la distribución del factor de "Surgencias", y las regiones sugeridas por Byrne y Emery (1960) Roden y Groves (1959) (Figura 17). Aquellas áreas "no vistas" por el análisis sedimentario, se explican argumentando que no contaron con un muestreo adecuado. Las especies características de este factor son: Euchitonia furcata, Phortidium pylonium clevei y Drupptractus pyriformis. Benson (1966) y Gil-Silva (1981) hacen notar la abundancia de D. pyriformis en áreas de surgencias costeras.

La distribución de P. pylonium clevei (Figura 18) y D. pyriformis presentan una gran similitud con la configuración del factor de "Surgencias", por tanto, pueden ser usados para simplificar el estudio de este factor.

El tercer factor (Figura 19) explica el 11.6% de la variación de las muestras, y está en relación con las aguas del Pacífico Tropical Oriental. Es notoria su penetración al Golfo por la parte central de la boca, donde empieza a perder su identidad. Alvarez-Borrego y Schwartzlose (1979) sugieren en base a diagramas T-S, que las aguas superficiales del Pacífico Tropical Oriental y el agua subsuperficial subtropical, en condiciones "invernales" (invierno y principios de primavera) llegan sólo a la región de la boca del Golfo,

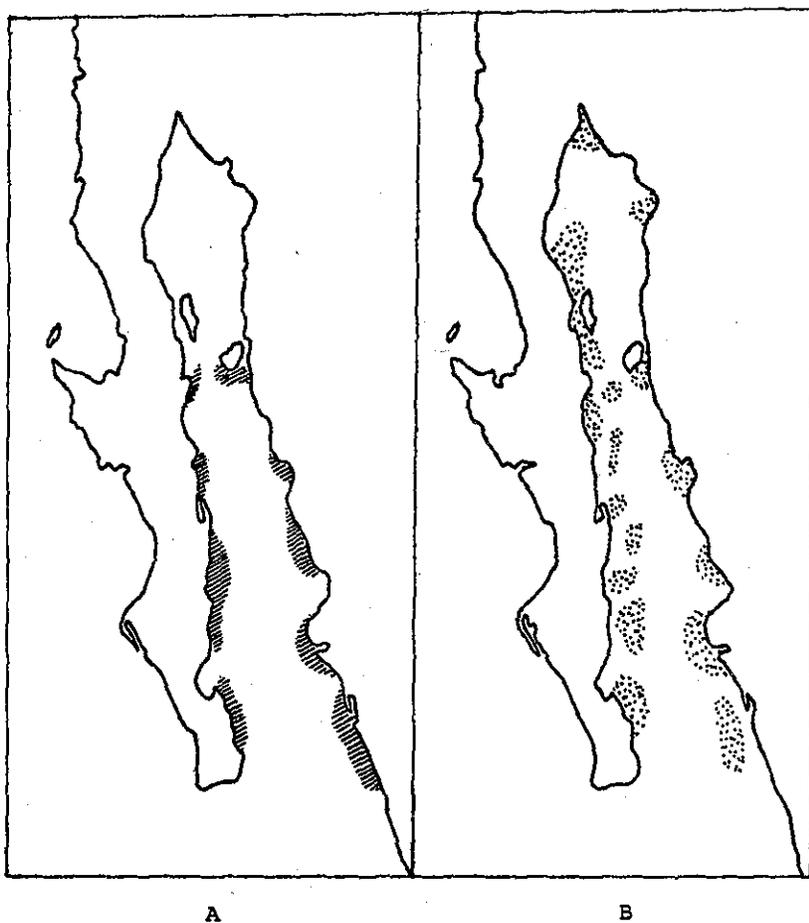


Fig.17 . A.- Areas de surgencias (según Roden y Groves,1959)
B.- Areas de explosiones de plancton (según Byrne y Emery, 1960)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Fig. 18 .Distribución de Phorticium pylonium clevei mostrando porcentajes en relación a la población total de radiolarios

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

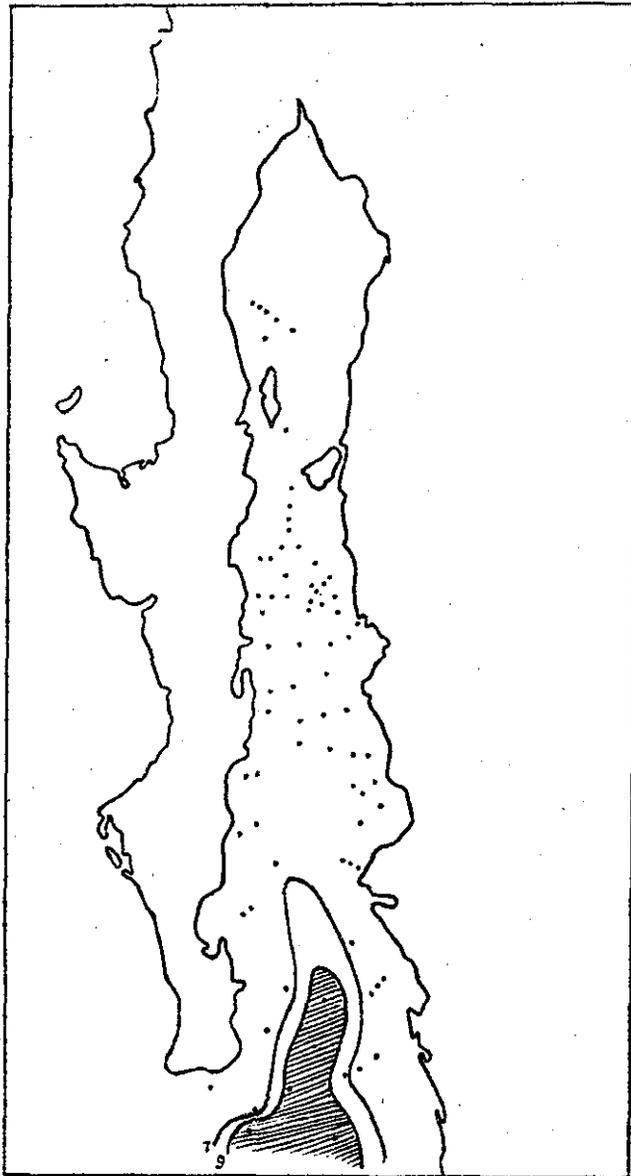


Fig. 19 .Factor 3: "Agua Tropical del Pacifico Oriental"
(cargas de factor x10)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

mientras que en condiciones de "verano" (finales de primavera, verano y otoño), invaden hasta lo que aquí hemos llamado "Golfo Central"; es decir, hasta el sur de las islas Angel de la Guarda y Tiburón. Las especies más importantes en el factor "Pacífico Tropical Oriental" son: Tetrapyle octacantha y Pterocorys zancleus.

T. octacantha es señalada por Renz (1973), Molina-Cruz (1975) y Wenkam (1976) como una especie característica de aguas cálidas subtropicales; por tanto, en coincidencia con lo estipulado en este estudio. Benson (1966) hace notar la abundancia de esta especie en la boca del Golfo y su decrecimiento hacia el interior. La distribución geográfica de esta especie (Figura 20) señala su gran relación con el factor "Pacífico Tropical Oriental".

El cuarto factor (Figura 21) explica el 3.6% de la variación de las muestras y está distribuido muy particularmente sobre la zona del "Canal de Ballenas". De este canal, Roden (1964) marca como rasgos hidrográficos sobresalientes las relativamente altas temperaturas, salinidades y concentraciones de oxígeno a profundidad. Comparando salinidad y temperatura a 1000 m con otras zonas, las diferencias llegan a ser de 6°C y 0.4 ‰ respectivamente. Dicha peculiaridad es debida a la intensa mezcla provocada por corrientes de marea. Alvarez-Borrego y colaboradores (1978) señalan que la distribución vertical de nutrientes en este canal es única, reportando concentraciones

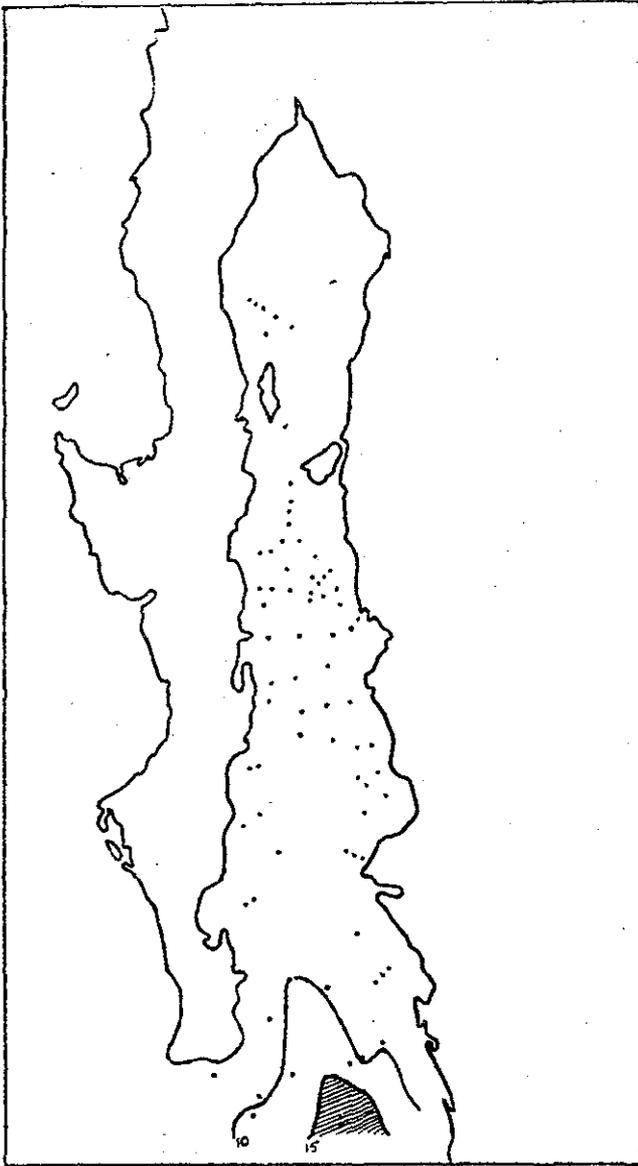


Fig. 20 .Distribución de Tetrapyle octacantha mostrando porcentajes en relación a la población total, - de radiolarios

LEBIS CON
FALLA DE ORIGEN



Fig. 21 .Factor 4: "Canal de Ballenas" (cargas de factor x10).

de $3.0 \mu\text{M}$ de fosfato $30 \mu\text{M}$ de nitrato y $70 \mu\text{M}$ de silicato a 1500 m de profundidad. Los valores superficiales de nutrientes muestran, en lo general, la tendencia a aumentar de la boca del Golfo hacia su interior, con máximos en el Canal de Ballenas (Tabla 5).

Las especies dominantes en el factor "Canal de Ballenas" son: Hexacaontium entacanthum, Eucyrtidum acuminatum y Peridium longispinum. La distribución geográfica de la primera especie es la más similar a la configuración de este factor (Figura 22).

El quinto factor (Figura 23) explica el 7.0% de la variación de las muestras, y su distribución coincide aproximadamente con la masa de agua del "Golfo Sur" (Round, 1967). Durante el verano, las isothermas en esta zona son aproximadamente paralelas al eje axial del Golfo, mientras que durante el invierno son casi perpendiculares a dicho eje (Robinson, 1973). No obstante, Roden (1964) caracteriza a esta región por la existencia de una termoclina bien desarrollada durante todo el año, y por ser la única en el Golfo que, generalmente, está invadida por aguas del Pacífico Tropical. Tal caracterización califica a la masa de agua del "Golfo Sur" como agua del Pacífico Tropical, ligeramente alterada por evaporación.

Una especie importante en el factor "Golfo Sur" es Peridium longispinum, cuya distribución es muy similar a la configuración de este factor (Figura 24).

TABLA 5 .

Concentración de nutrientes en el Golfo de California (según Alvarez-Borrego y colaboradores, 1978). Número superior corresponde a los meses de abril-mayo y el inferior al mes de octubre.

	Parte Sur	Parte Central	C. Ballenas	Parte Nte.
PO ₄ uM	0.6	1.0	1.7-2.0	0.8-1.0
	0.4	0.5	0.9-1.5	0.7-1.0
NO ₃ uM	0.6	1.9	13.0	0.2-4.0
	0.1	0.3	1.0-7.5	0.0-0.2
NO ₂ uM	0.0	.09	0.31	0.02-0.2
	0.01	.01	0.13-0.45	0.0-0.09
SiO ₂ uM	1.0	0.0-5.0	29.0	11.0-18.0
	2.4	2.9	6.6-19.6	6.1-10.2

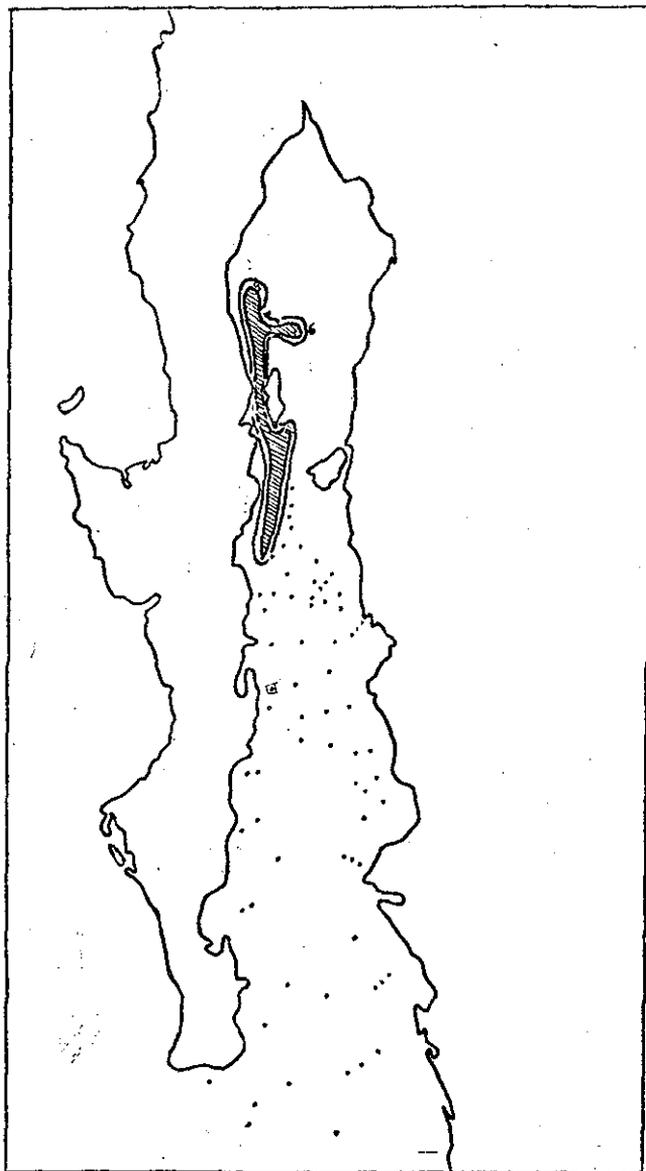


Fig. 22 .Distribución de Hexacontium entacanthum mostrando porcentajes en relación a la población total de radiolarios

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

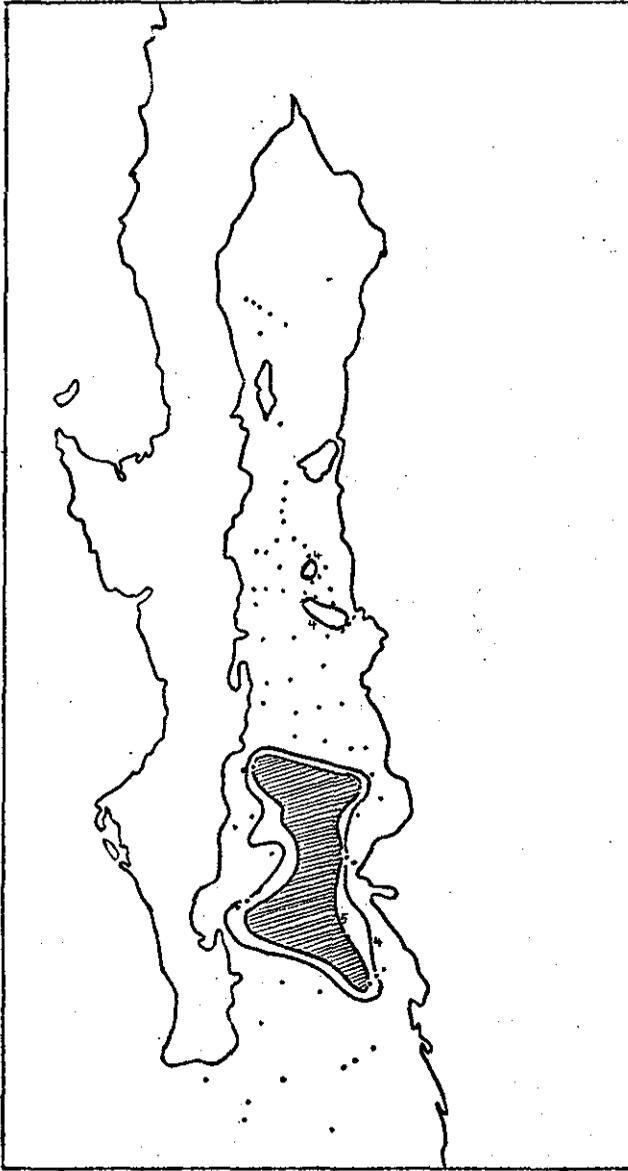


Fig. 23 .Factor 5: "Golfo Sur" (cargas de factor x10).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

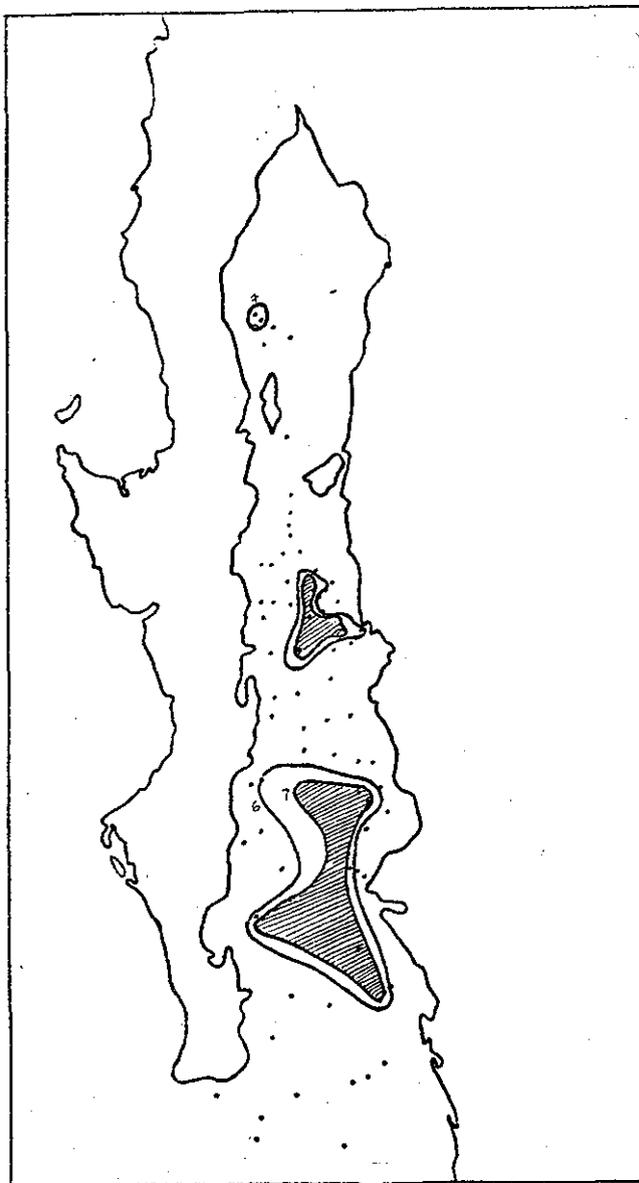


Fig. 24 .Distribución de Peridium longispinum mostrando porcentajes en relación a la población total de radiolarios.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El sexto factor explica el 3.6% de la variación de las muestras. Dado el objeto de este trabajo, su distribución resulta de gran interés, ya que parece reflejar la zona de un frente oceánico (Figura 25). En la parte sur, representa el encuentro entre las aguas frías de la Corriente de California y las aguas cálidas tanto del Golfo como del Pacífico Tropical. El frente así formado resulta altamente complejo, ya que sus desplazamientos responderán a la dinámica de la atmósfera, que es la que gobierna en general, la disposición y alcance de las masas de agua superficiales mencionadas.

La zona marcada por el factor "Frente Oceánico" en la región media del Golfo, coincide con el margen externo de un importante centro de surgencias (Figuras 16 y 17). En esta zona, este fenómeno crea un frente de naturaleza un poco distinta a la antes descrita. Aquí, las aguas emergidas, relativamente más frías que las adyacentes, contribuyen a originar un frente térmico.

Las especies de radiolarios más importantes de este factor son: Theocaliptra davisiana, Drupptractus pyriformis y Botryostrobilus aquilonaris. T. Davisiana y B. aquilonaris son importantes en el conjunto de las aguas de la Corriente de California según Wenkam (1976). Molina-Cruz (1983) sugiere que T. davisiana se desarrolla "abundantemente" en zonas donde se crean frentes oceánicos; y que posiblemente el grupo B. auritus/australis también respnda a estas circunstancias.

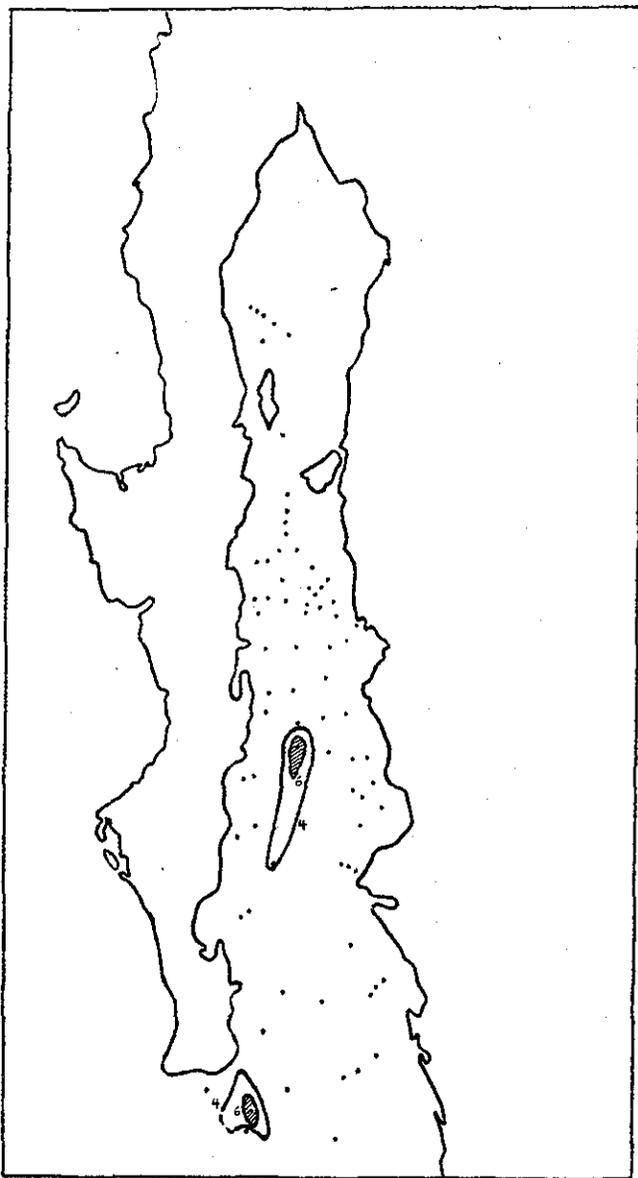


Fig. 25 .Factor 6: "Frente oceánico" (cargas de factor x10).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Theocaliptra davisiana en especial ha llamado la atención por el valor estratigráfico y paleoceanográfico que puede representar (Hays y colaboradores, 1976; Moorley, 1979 y 1981; Molina-Cruz, 1983). Este estudio apoya las sugerencias de que T. davisiana, en general, habita frentes oceánicos y "enmarca" los centros de surgencias. Las mayores abundancias de T. davisiana se encontraron en la parte sur y central del Golfo (Figura 26), concordando con las zonas marcadas por el factor "Frente oceánico".

Griffiths (1965) describió, en el sur de Cabo San Lucas, el frente más estable, de mayor gradiente y de más fácil estudio en el Golfo de California, señalando que éste es formado en la frontera de las aguas de la Corriente de California y del Golfo mismo. Durante el mes de mayo, aunque identificable, este frente no está tan bien desarrollado como en abril, lo que se explica por el debilitamiento de la Corriente de California. La preservación y "claridad" de este frente, puede deberse a la protección que el continente da a la superficie del agua de los vientos prevalecientes del Noroeste, durante esta época. En localidades no protegidas, el frente puede existir subsuperficialmente, como es posiblemente el caso de la zona al sur del Golfo, marcada por el factor "Frente oceánico". Este frente aparentemente es persistente y tiene pocas modificaciones. En general, se observa un patrón de circulación en el que el agua "cálida", oriunda del Golfo, es transportada al oeste, cerca de la costa, y el agua "fría", de la Corriente de California, al este, fuera de la costa (Griffiths, 1965).

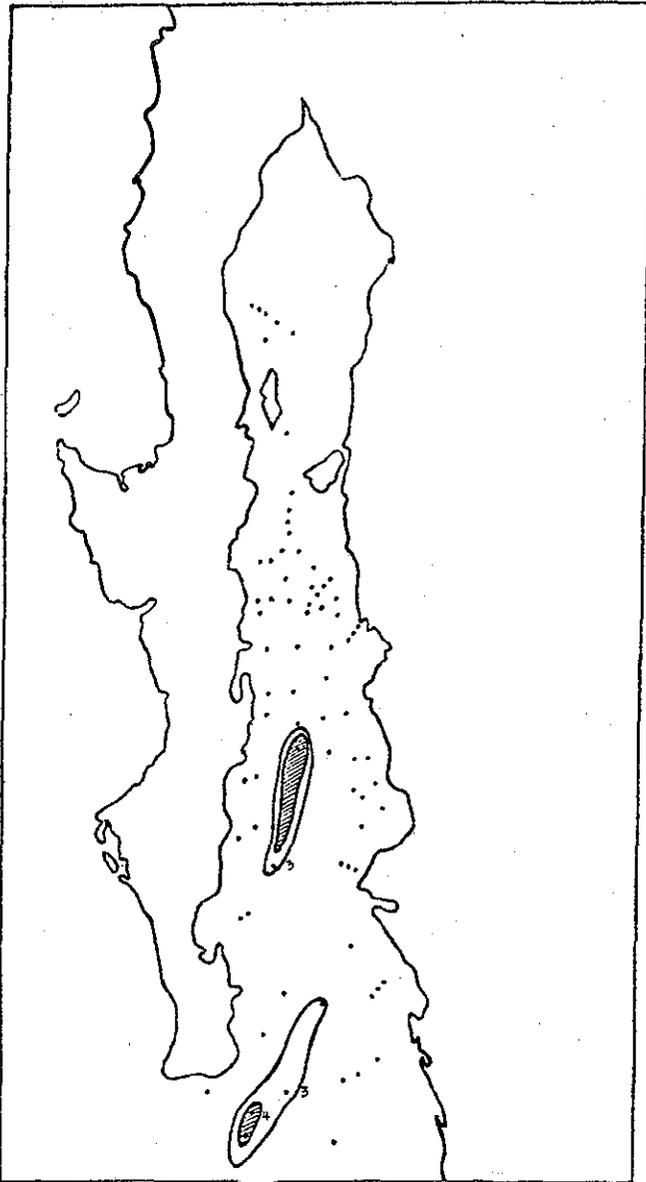


Fig. 26 .Distribución de Theocaliptra davisiana mostrando porcentajes en relación a la población total de radiolarios.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los sistemas frontales no sólo se generan en los límites de diferentes masas de agua, sino que también pueden formarse por surgencias (Griffiths, 1963). Por consiguiente, es posible explicar la distribución del factor "Frente oceánico" en la porción del Golfo Central, donde precisamente hay intensas surgencias en verano.

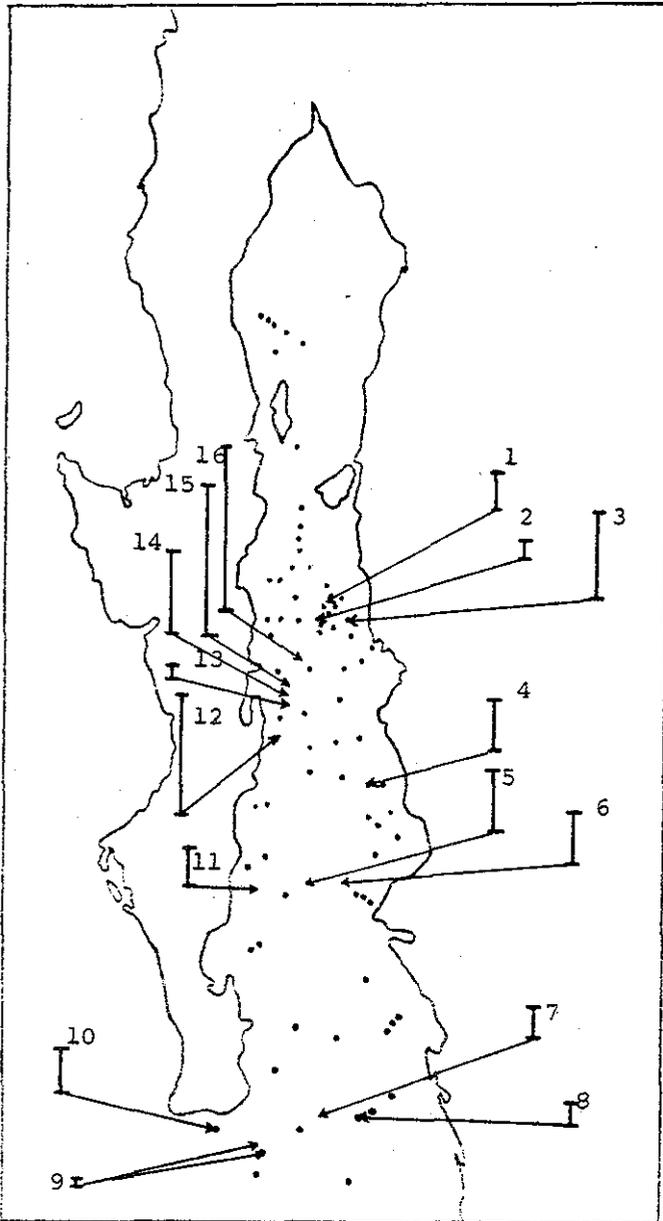
Análisis Paleocceanográfico a lo largo de los núcleos

Núcleo 21P.

De acuerdo al modelo superficial propuesto este núcleo fue tomado en una región bajo la influencia de un centro de surgencias y de las aguas del Pacífico Tropical. Su cronoestratigrafía - fué determinada extrapolando el fechado del núcleo A5, una vez - hecha una correlación estratigráfica en la que se empleó el porcentaje de abundancia de Drupptractus pyriformis, y los datos de velocidades de sedimentación reportados por van Andel (1964), Schrader (1982) y M. Stuviver (Figura 27; Tabla 6).

El núcleo 21P es el de mayor longitud de los núcleos estudiados, con 870 cm de largo. De acuerdo con las correlaciones hechas y la extrapolación de fechado, se le calculó una velocidad de sedimentación promedio de 0.067 cm/año y una edad aproximada de 14900 años A.P. en la base del núcleo. El intervalo del submuestreo y la longitud del núcleo permiten observar eventos en un orden de magnitud mayor que en los núcleos restantes.

De acuerdo a los perfiles de los diferentes factores (Figura 28), se deduce que: los últimos 1350 años han sido de predominio del conjunto asociado a las aguas del Pacífico Tropical, - salvo un intervalo alrededor de los 1200 años A.P., donde se - nota un mínimo en su abundancia. El intervalo que va del año - 7600 al 1400 A.P. es, en general, de poca influencia de estas - aguas, volviendo a ser dominantes del año 9100 al 7600 A.P.;



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 27 .Velocidades de sedimentación usando barras en escala convencional $1 \text{ mm} = 1 \text{ cm} / 10^3 \text{ años}$. Ver Tabla 6 para descripción de muestreo.

TABLA 6

No.	Núcleo	Velocidad de sedimentación en $\text{cm}/10^3$ años.	Ref.
1.	480	53	**
2.	479	28	**
3.	E9	140	***
4.	A5	80	***
5.	R-82	100	*
6.	R-85	84	*
7.	R-47	46	*
8.	BAP82-73	30	****
9.	474-76	6	**
10.	21P	67	****
11.	R-79	60	*
12.	B28	200	****
13.	477	18	**
14.	478	125	**
15.	481	245	**
16.	L-190	273	*

* Van Andel (1964)

** Schrader, H., (1982)

*** Stuvier, M. Universidad de Washington.

**** Calculadas en este trabajo a partir de correlaciones.

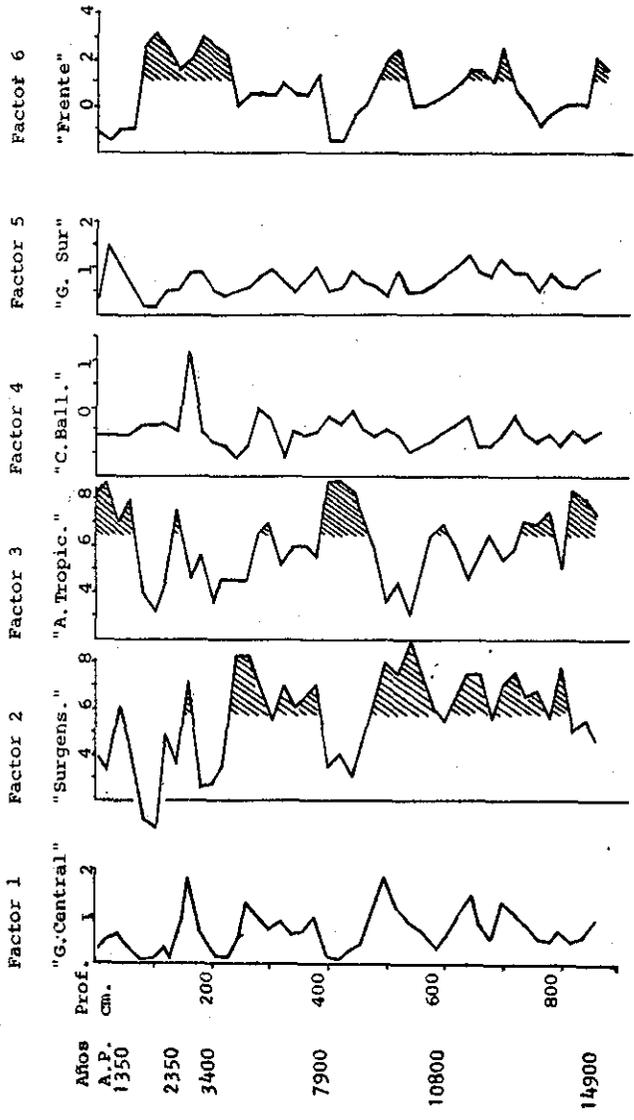


Fig. 28 . Perfil de los factores en el núcleo 21P. (cargas de factores x10 en las abscisas)

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

antes, solo en el intervalo 14900-13000 A.P. se aprecia un ligero aumento de la presencia de estas aguas.

El factor 2, relacionado con centros de surgencias, señala un incremento en este proceso hacia los 1200 años A.P., estadio característico observable en todos los núcleos. Hacia el año 3100 A.P. y durante los años 7600 a 4000 A.P. vuelven a intensificarse las surgencias, y antes, de los años 14900 a 9400 - A.P., se observa el intervalo de mayor activación de este - - fenómeno, con un máximo hacia los años 10300-9400 A.P.

El factor 6, indicador de los frentes oceánicos, señala que - en la región de la boca del Golfo persistió una notable actividad frontal casi sostenida de los años 3700 a los 1500 A.P. Antes, hay tres incrementos de este factor hacia los años - - 14600, 12400 y 9400 A.P. Cabe hacer notar la relación inver - sa entre el fortalecimiento del frente oceánico y la presen-cia de las aguas del Pacífico Tropical, lo que confirma el - planteamiento del "retiro" del frente de la boca del Golfo en estadios de invasión de aguas tropicales.

El factor 1, asociado a las aguas del "Golfo Central", mantiene cargas pequeñas a lo largo del núcleo, sin embargo se puede notar una buena correspondencia con la curva del factor de "surgencias" a todo lo largo del núcleo.

El factor 5, relacionado con las aguas superficiales del "Golfo Sur", aunque mantiene cargas muy bajas en esta localidad,

observa una relación directa con la curva del conjunto asociado a las aguas del Pacífico Tropical, por lo que se refuerza la idea de que las aguas del "Golfo Sur" son aguas tropicales ligeramente modificadas por evaporación.

La curva del conjunto asociado al "Canal de Ballenas" tiene muy bajos valores, pero son identificables dos aumentos en las cargas de este factor alrededor de los años 4500 y 3100 A.P.; coincidiendo con dos importantes momentos de intensificación de surgencias. Esta tendencia, sin embargo no se mantiene a lo largo del núcleo.

Núcleo BAP82-73

Este núcleo fue extraído de una zona limítrofe entre un centro de surgencias y las aguas del Pacífico Tropical, en la parte oriental de la boca del Golfo, de ahí que las cargas de los factores asociados a esas aguas sean las más altas (Figura 29). Se le calculó una velocidad de sedimentación de 0.03 cm/año, en base a la extrapolación de edades del núcleo 21P, después de haber hecho una correlación estratigráfica empleando los perfiles de abundancia de Botriostobus aquilonaris (Figura 7).

Este núcleo tiene una longitud de 165 cm y de acuerdo a la velocidad de sedimentación calculada, se le asigna una edad máxima de 5880 años en la base. El submuestreo se hizo cada 5 cm.

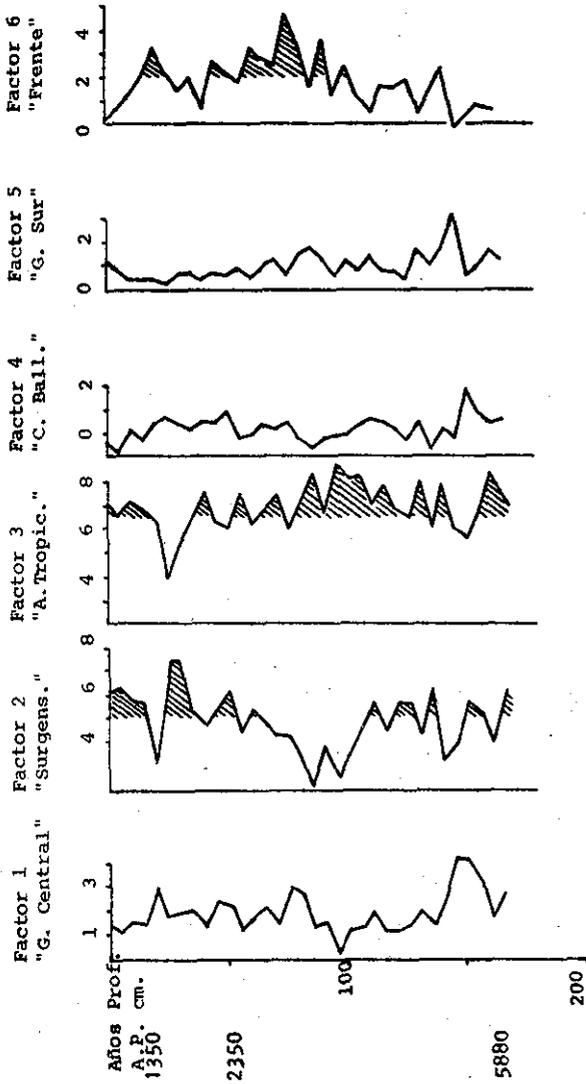


Fig. 29 . Perfil de los factores en el núcleo BAP82-75 (Cargas de factores $\times 10$ en las abscisas)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El factor relacionado con las aguas del Pacífico Tropical indica una persistencia de estas aguas sobre la localidad en todo lo largo del núcleo, siendo notorio un descenso de esta influencia hacia el año 1200 A.P. La posición geográfica de esta localidad explica su diferencia ambiental con respecto a la localidad del núcleo 21P. La localidad del núcleo BAP82-73 es dominada por las aguas del Pacífico Tropical, mientras que la localidad del núcleo 21P es más sensible a las aguas de la Corriente de California por su cercanía.

El factor relacionado con los centros de surgencias marca un estadio de intensificación hacia los 1200 años A.P. y un decrecimiento del año 4000 al año 3200 A.P., que también se observa en el núcleo 21P. Hay señales de reactivación de este fenómeno en el año 5800 A.P., que es el límite inferior del núcleo.

El factor 6, asociado a los "frentes térmicos", señala un notorio aumento en el intervalo 3700-1800 A.P., al igual que en el núcleo 21P; por lo tanto, se puede sugerir que se trata del mismo evento de fortalecimiento del frente oceánico relacionado con la Corriente de California.

El conjunto relacionado con las aguas superficiales del "Golfo Sur" sigue un comportamiento similar al de las aguas del Pacífico Tropical, siendo particularmente notorio un aumento de su influencia en el intervalo del año 5200 al año 3400 A.P.

El factor en relación con el "Canal de Ballenas", al igual que el anterior, tiene cargas muy bajas, sin embargo se nota una relación directa con el conjunto de surgencias.

Habib y colaboradores (1970) y Sirkin y Gordon (1984) estudiando grupos de palinomorfos en el occidente de México en sedimentos oceánicos profundos y costeros respectivamente, llegan a concluir que alrededor del año 3300 A.P., el clima fue cálido y seco prosiguiendo a éste un estadio húmedo, hasta aproximadamente el año 1750 A.P. Tal descripción no tiene una total coincidencia con el registro climático sugerido por el grupo de radiolarios definidos en este trabajo. No obstante, si es posible deducir que hay un aumento de humedad y calor con predominancia de los vientos del sureste, y un descenso, de temperatura y lluvias escasas con los vientos dominantes del noroeste.

Núcleo A5

De acuerdo al modelo superficial propuesto, este núcleo fue tomado en una región bajo la influencia de la masa de agua del "Golfo Central" y de un centro de surgencias. El núcleo fue fechado mediante el método del Carbono radiactivo ^{14}C , registrando en su base una edad aproximada de 2930 años, y una velocidad de sedimentación promedio de 0.08 cm/año.

Debido al procesamiento de muestreo, hay una porción de aproximadamente 20 cm perdida en la parte superior del núcleo A5 (Figura 8). No obstante, es posible observar que la fauna de

radiolarios en dicha localidad ha sido dominada por el conjunto de la masa de agua del "Golfo Central", (Figura 30); particularmente, del año 2900 al año 1700 A.P. Alrededor del año 1230 A.P., se observa un descenso en abundancia de este factor, relacionado con el aumento más notorio del conjunto característico de los centros de surgencias. Esta relación inversa sugiere que la intensificación del proceso de surgencia desplaza las aguas del Golfo Central en esta localidad.

Juillet y sus colaboradores (1983) realizaron estratigráficamente mediciones de ^{18}O en el núcleo A1 (cercano al A5). La "curva" resultante, aparentemente es correlacionable con el registro del conjunto indicador de surgencias en el núcleo A5 (Figura 31). En esta correlación, sobresale un aumento de temperatura a 10 cm de profundidad del núcleo A1, que corresponde al intervalo de disminución en la intensidad de las surgencias deducido para el año 950 A.P., en el núcleo A5. De la misma forma, la disminución de temperatura a los 45 cm de profundidad del núcleo A1 corresponde a una intensificación de surgencias ocurrida hace aproximadamente 1200 años.

El factor 3 (Figura 30), característico de las aguas del Pacífico Tropical, señala una gran incursión de estas aguas al Golfo de los años 2870 a los años 2300 A.P.

El conjunto de radiolarios asociado a la masa de agua del "Canal de Ballenas" reporta cargas muy bajas, notando su correspondencia con el factor de surgencias; en particular, en el

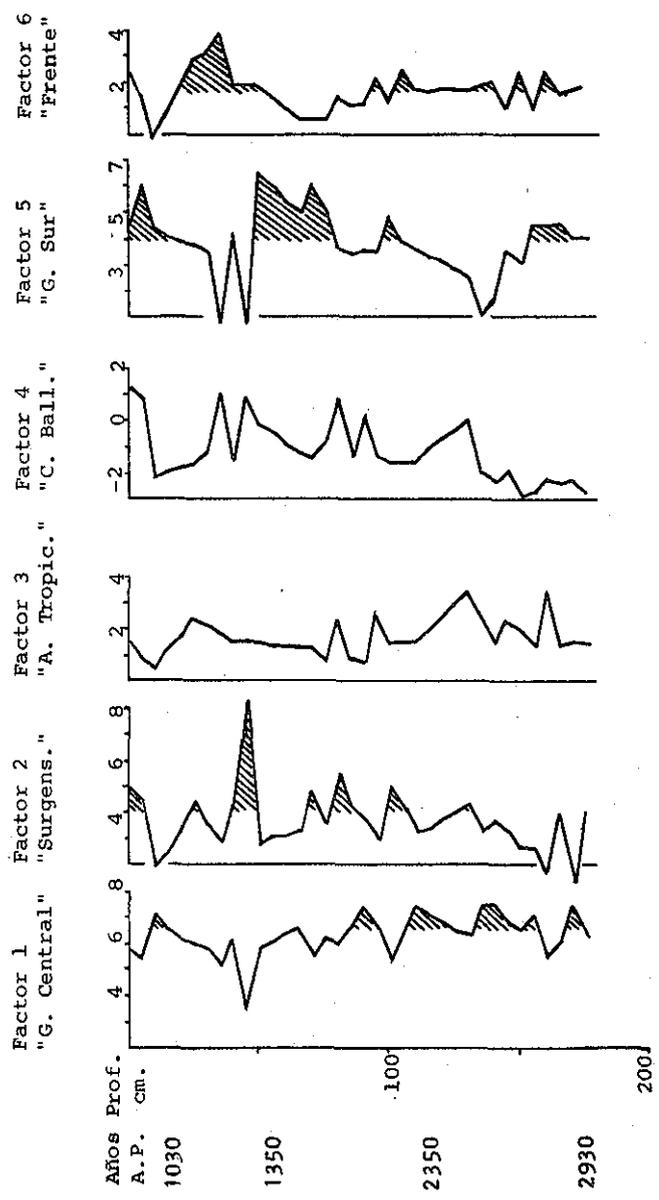


Fig. 30 . Perfil de los factores en el núcleo A5. (Cargas de factores. x10 en las abscisas)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

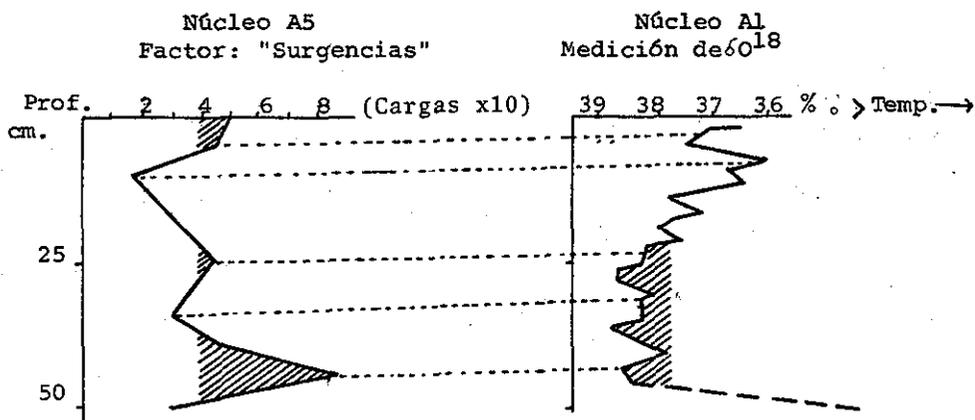


Fig. 31 . Correlación del perfil del factor "Surgencias" del núcleo A5 con el perfil de δO^{18} del núcleo A1

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

período alrededor de los años 1200 A.P., donde ambos factores tienen sus valores más altos.

El factor asociado con las aguas del "Golfo Sur" muestra un incremento en el estadio comprendido entre los años 1600 y 1300 A.P., proseguido de una disminución que se extiende hasta - - aproximadamente el año 1100 A.P.

El factor 6, relacionado con la formación de frentes oceánicos, muestra muy poca variación del año 2930 al año 1200 A.P. Durante el año 1200 A.P. se nota la mayor intensificación del - frente oceánico en esta localidad.

Núcleo E9

El área en donde fue tomado este núcleo subyace aguas del "Golfo Central", por consiguiente, el conjunto de radiolarios dominante en su parte superior es el factor 1 (Figura 32). Los demás factores influyen poco en su composición faunística. El fechado de este núcleo registra edades máximas de 2100 años y un promedio de velocidad de sedimentación de 0.14 cm/año.

Como en el núcleo A5 y también en el B2B, destaca la inter-relación de los conjuntos: "Golfo Central", "Centros de surgencias" y "Pacífico Tropical Oriental"; por lo tanto, confirmado la - dinámica oceánica antes propuesta para el núcleo A5.

El factor 3, asociado a las aguas tropicales, tiende a definir un intervalo, del año 1500 al año 1300 A.P., de gran influen -

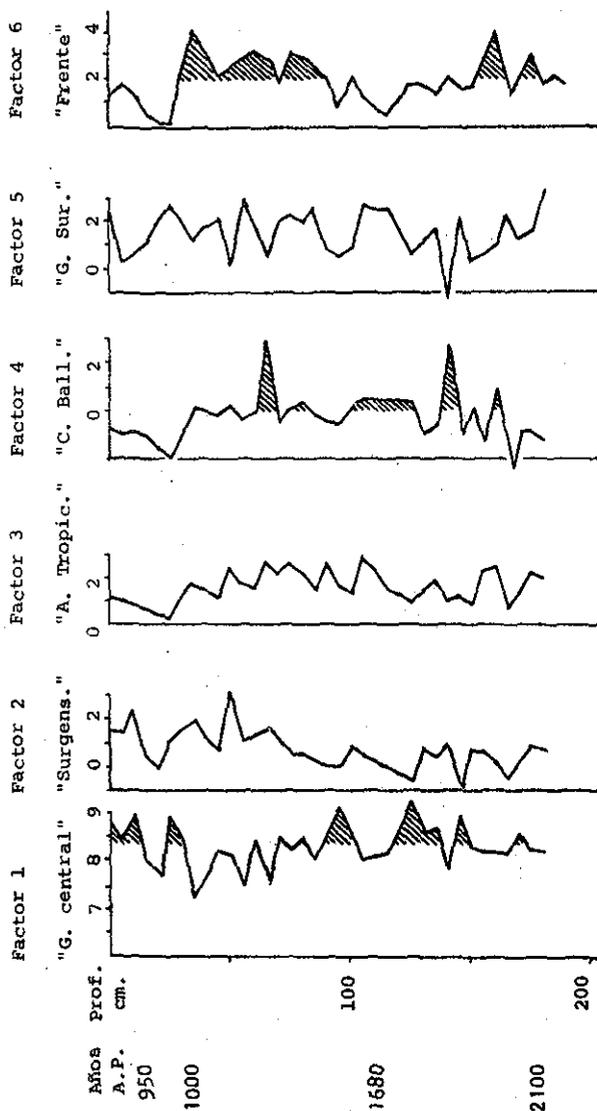


Fig. 32 . Perfil de los factores en el núcleo E9. (cargas de factores x10 en las abscisas).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

cia de estas aguas en esta localidad, inhibiendo inclusive la ocurrencia de surgencias. Durante los últimos 1150 años, se observa una disminución considerable de este factor.

El factor relacionado con las aguas del "Canal de Ballenas" - señala activación hacia los años 1800 y 1200 A.P. Al igual - que en el núcleo A5, estos períodos coinciden con intensifica - ciones de los procesos de surgencias, lo que verifica que los vientos del norte-oeste tienden a "estimular" el desarrollo - de estos dos conjuntos de radiolarios.

El factor correspondiente a la masa de agua del "Golfo Sur" - no refleja oscilaciones importantes; no obstante, es observa - ble que el aumento en su influencia es provocada por la incur - sión de aguas tropicales en el interior del Golfo, particular - mente, en el intervalo comprendido de los años 1500 a los - - 1300 A.P.

El conjunto que caracteriza a los frentes oceánicos muestra un comportamiento similar al observado en el núcleo A5, es decir, con un mínimo en abundancia hace 950 años. Se puede notar, - en general, que la intensificación de las surgencias contribu - yen a desarrollar un sistema frontal en esta localidad.

Es interesante notar que el comportamiento estratigráfico de Botriostrobis aquilonaris en esta localidad es correlaciona - ble con el comportamiento observado en la boca del Golfo, - - sobre todo en el intervalo que va del año 1300 al año 950 - -

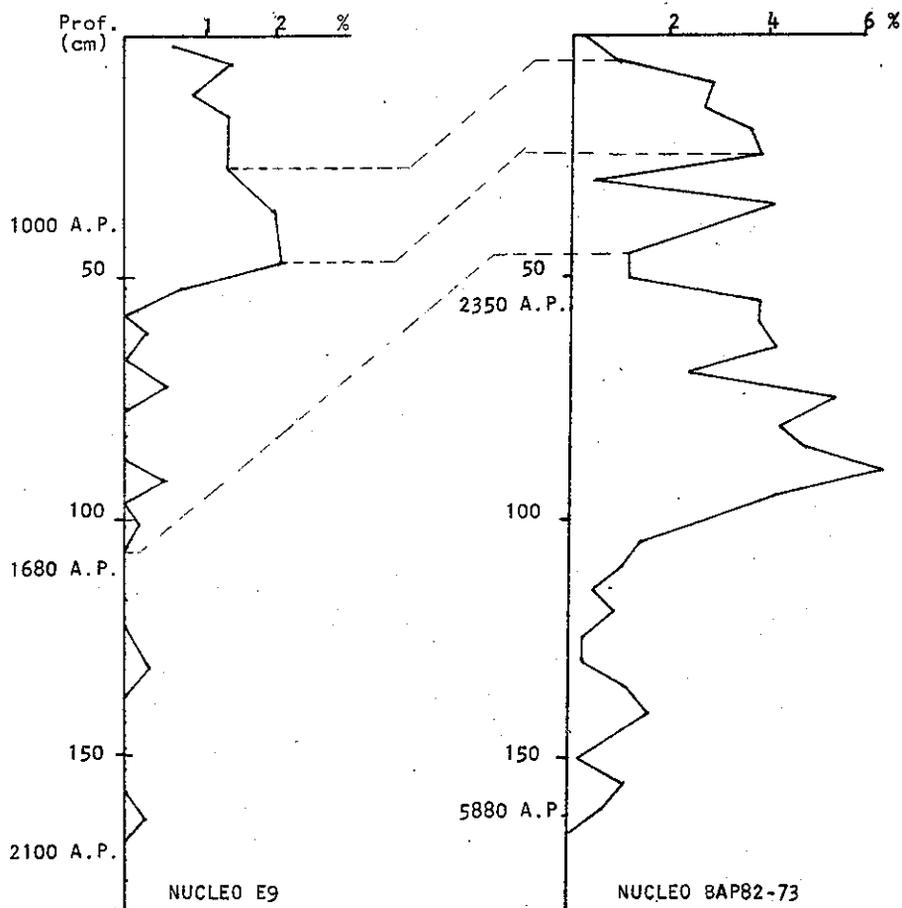


Fig. 33. Correlación entre los núcleos E9 y BAP 82-73 empleando porcentajes relativos de abundancia de la especie Botriostrobos aquilonaris.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A.P. (Figura 33). Tal hecho por consiguiente, se puede asociar a una emersión de las aguas de la Corriente de California hasta, al menos, esta localidad.

Núcleo B28

Este núcleo también fue extraído del área donde el conjunto del "Golfo Central" es dominante. Las edades indicadas para el núcleo B28 han sido extrapolados del núcleo E9, basados en la gran similitud y correlación entre las curvas de abundancia de Drupptractus pyriformis (Figuras 6 y 9).

En este núcleo el comportamiento de los diferentes conjuntos de radiolarios considerados (Figura 34) es muy similar al observado en los núcleos A5 y E9 (compare con Figuras 30 y 32). Sin embargo, en esta localidad es posible observar el mejor desarrollo del conjunto característico del sistema frontal oceánico (Factores 6). Las curvas del registro de este factor denotan en el intervalo de los años 1300 a 980 A.P. un estadio de intensificación y en el estadio comprendido entre 1900 y 1380 años A.P. un debilitamiento notorio. Esto último fué probablemente debido a la invasión de aguas tropicales ocurrida aproximadamente en el mismo período.

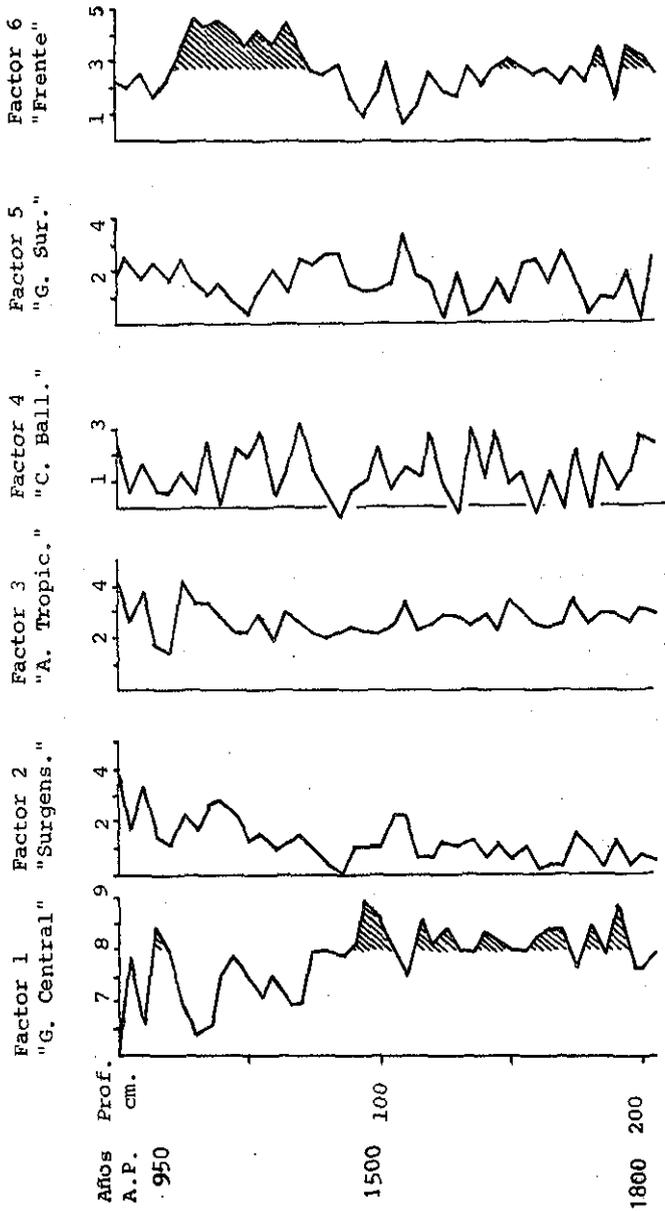


Fig. 34 . Perfil de los factores en el núcleo B2B. (cargas de factores x10 en las abcisas).

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES

1. Para las porciones central y sur del Golfo de California puede ser usada, con buena aproximación, la curva de variación de abundancia de Drupptractus pyriformis para realizar correlaciones estratigráficas, por lo menos durante los últimos 3000 años.
2. Para la región de la boca del Golfo se sugiere emplear el perfil de variación de abundancia de Botriostobus aquilonaris para realizar correlaciones estratigráficas. Un aumento considerable de esta especie se nota a partir de los últimos 4000 años, y llegando a aparecer aún en el núcleo E9 colocado en la porción central del Golfo. Tal hecho indica la presencia de aguas de la corriente de California, emergiendo en esta región.
3. Las variaciones en la influencia de las aguas del Pacífico Tropical Oriental, medidas a través de su registro micropaleontológico, pueden ser usadas con buena aproximación en la inferencia de paleoclimas en la región del Golfo de California y la vertiente del nor-pacífico mexicano, ya que sus grandes incursiones hacen prevalecer climas húmedos y cálidos. La variación de la influencia de estas aguas es más clara sobre la porción occidental de la boca del Golfo que sobre la porción oriental, debido presumiblemente a su intercalación en ocurrencia con las aguas de la Corriente de California en el extremo sur de la península de Baja California.

4. Los últimos 1350 años han sido, en general, de predominio de aguas tropicales del Pacífico Oriental, excepto alrededor de los 1200 años A.P., cuando se nota un aumento en las surgencias en toda la zona del Golfo. Otros estadios en que las aguas del Pacífico Tropical fueron importantes son los comprendidos entre los años 14900 a 13000 y 9100 a 7600 A.P.
5. El frente oceánico formado en la boca del Golfo experimentó fortalecimiento durante los años 3700 a 1500 A.P., y alrededor de los años 14600, 12400 y 9400 A.P.; notándose en general, una relación inversa entre el fortalecimiento del frente oceánico y la presencia de las aguas del Pacífico Tropical. El frente en la boca se "retira" en períodos de incursión de aguas tropicales en el Golfo.
6. Los procesos de surgencias se han intensificado durante los intervalos 14900-9400, 7600-1400 y alrededor del año 1200 A.P. Las surgencias, en general, desarrollan frentes muy notorios.
7. Los conjuntos de radiolarios asociados a las aguas del "Golfo Central" y a las del "Canal de Ballenas" muestran correlación positiva con el conjunto de radiolarios característico de las surgencias, sugiriendo que los vientos dominantes del noroeste juegan un papel importante en estos tres procesos.

8. La Corriente de California incursionó notoriamente en el Golfo alrededor del año 1200 A.P., coincidiendo con una intensificación mayor de los procesos de surgencias y la formación de un gran frente oceánico en la boca del Golfo.

LITERATURA CITADA

- ALVAREZ-BORREGO, S. y R.A. SCHWARTZLOSE, 1979. Masas de agua del Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 6(1-2):43-63.
- ALVAREZ-BORREGO, S., N.A. RIVERA, G. GAXIOLA, M.J. ACOSTA y R.A. SCHWARTZLOSE, 1978. Nutrientes en el Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 5(2):53-71.
- ARRHENIUS, G., 1952. Sediment cores from East Pacific. Reps. Swed. Deep Sea Exped. 1947-1948, 5(1), 160 pp.
- ASKREN, D. y A. BADAN, 1978. Conceptos de Oceanografía Física. School of Oceanography. Oregon State University, 120 pp.
- BANDY, O.L., 1961. Distribution of foraminifera, radiolaria and diatoms in sediments of the Gulf of California. *Micropaleontology*, 7:1-26.
- BARNETT, T.P., 1977. An attempt to verify some theories of El Niño. *Jour. Phys. Ocean.*, 7(5):633-647.
- BAUMGARTNER, T., N. CHRISTENSEN, L. FOK-PUN and W. H. QUINN, 1979. Source of interannual climatic variation in the Gulf of California and evidence for the biological response. CalCOFI Conference, Idylleville, Abstract.
- BENSON, R.N., 1966. Recent radiolaria from the Gulf of California. Ph. D. Thesis, University of Minnesota. 577 pp.
- BYRNE, J.V. and L.P. EMERY, 1960. Sediments of the Gulf of California. *Geol. Soc. Am. Bull.* 71:983-1010.
- CALVERT, S.E., 1966a. Accumulation of diatomaceous silica in the sediments of the Gulf of California. *Geol. Soc. Am. Bull.* 77:569-596.
- CALVERT, S.E., 1966b. Origin of diatom-rich, varved sediments from the Gulf of California. *Jour. Geol.* 76:546-565.

- CASEY, R.E., 1971. Radiolarians as indicators of past and present water masses. In: The micropaleontology of oceans. B.M. Funell and W.R. Riedel (Editores). Cambridge University Press, London, 331 pp.
- CROMWELL, T. and J. REID Jr., 1956. A study of oceanic fronts. *Tellus*. 8:94-101.
- DONEGAN, D. and H. SCHRADER, en prensa. Biogenic and abiogenic components of laminated hemipelagic sediments in the Central Gulf of California.
- GIL-SILVA, E., 1981. Radiolarios de la parte central del Golfo de California: algunas inferencias ecológicas. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Baja California Norte. 61 pp.
- GRIFFITHS, R.C., 1963. Studies of oceanic fronts in the mouth of the Gulf of California, an area of tuna migrations. *F.A.O. Fish. Rep.* 6(3):1583-1609.
- GRIFFITHS, R.C., 1965. A study of the oceans fronts of Cape San Lucas. *U.S. Nat. Mar. Fish. Serv., Spec. Sci. Rept.* 499. 54 pp.
- GRIFFITHS, R.C., 1968. Physical, Chemical and Biological oceanography of the entrance to the Gulf of California. *U.S. Nat. Mar. Fish. Serv., Spec. Rept.* 573: 1-47.
- HABIB D., D. TURNER, D. ROSS and J. DONAHUE, 1970. Holocene palynology of the Middle America Trench near Tehuantepec, México. *Geol. Soc. Am. Memoir* 126:233-261.
- HAYS, J.D., J. LOZANO, N. SHAKLETON and G. IRVING, 1976. Reconstruction of the Atlantic and Western Indian sectors of the 18000 B.P. Antarctic Ocean. *Geol. Soc. Am., Memoir* 145: 337-372.

- IMBRIE, J., and Tj. VAN ANDEL, 1964. Vector analysis of heavy mineral data. *Geol. Soc. Am. Bull.* 75: 1131-1156.
- KING, J.E. and T.S. HIDA, 1957. Zooplankton abundance in central Pacific, Part II. U.S. Fish and Wildlife Service, *Fish. Bull.* 118, 57:365-395.
- KLOVAN, J.E., 1966. The use of Factor Analysis in determining depositional environments from grain-size distributions. *Jour. Sed. Petrol.* 36(1):115-125.
- KRUEGER, A.F., 1982. The climate of Autumn 1982- With a discussion of the major tropical Pacific anomaly. *Monthly Weather Review* 3(5):1103-1118.
- MILLER, F.R. and R.M. LOURS, 1975. The El Niño of 1972-1973 in the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Inter-Am. Tuna Com. Bull.*, 16(5):403-448.
- MOLINA-CRUZ, A., 1975. Paleo-oceanography of the subtropical southeastern Pacific during the Late Quaternary: A study of radiolaria, opal and quartz contents of deep sea sediments. M.S. Thesis, Oregon State University. 179 pp.
- MOLINA-CRUZ, A., 1978. Late Quaternary oceanic circulation along the Pacific coast of South America. Ph. D. Thesis. Oregon State University, 179 pp.
- MOLINA-CRUZ, A., en prensa. Registro micropaleontológico de las masas de agua en la región central del Golfo de California. En: *Memorias del Simposio "El Golfo de California: Origen, Evolución, Aguas, Vida Marina y Recursos"* celebrado en Mazatlán, Sinaloa, México, en noviembre de 1979.

- MOLINA-CRUZ, A., en prensa. The radiolarian remains as indicators of upwelling processes: the Peruvian connection.
- MOORE, D.G., 1973. Plate edge deformation and crustal growth, Gulf of California structural province. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 84:1883-1906.
- MOORE, T.C. Jr., 1973. Method of randomly distributing grains for microscopic examination. *Jour. Sed. Petrol.*, 43(3): 904-906.
- MOORE, T.C. Jr., G.R. HEATH and R.O. KOWSMANN, 1973. Biogenic sediments of the Panamá Basin. *Jour. Geol.* 81:459-472.
- MUNDHENKE, D.J., 1969. The relationships between water masses and euphausiids in the Gulf of California and the Eastern Tropical Pacific. M.S. Thesis. Naval Postgrad. School, Monterey, Calif., 114 pp.
- MURRAY, D.W., 1982. Paleo-oceanography of the Gulf of California based on silicoflagellates from marine varved sediments. M.S. Thesis, Oregon State University, 128 pp.
- MURRAY, D.W. and H. SCHRADER, en prensa. Distribution of silicoflagellates in plankton and core top samples from the Gulf of California.
- NIGRINI, C.A., 1970. Radiolarian assemblages in the North Pacific and their application to a study of Quaternary sediments in core V20-130. *In: Geological investigations of the North Pacific*, Hays, J.D. (Editor). *Geol. Soc. Am. Mem.* 126:139-183.
- PHILLIPS, R.P., 1964. Seismic refraction studies in Gulf of California. *In: Marine Geology of the Gulf of California*, Van Andel, Tj. and G.G. Shor (Editores). *Am. Assoc. Petrol. Geol., Mem.* 3:90-121.

- PHLEGER, F.B., 1964. Patterns of living benthonic foraminifera. In: Marine Geology of the Gulf of California, Van Andel Tj. and G.G. Shor (Editores). Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 3:377-394.
- ROBINSON, M.K., 1973. Atlas of monthly mean sea surface and subsurface temperatures in the Gulf of California, México. San Diego Society of Natural History, Mem. 5 97 pp.
- RODEN, G.I. and GROVES, G.W., 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California: Sears Foundation. Jour. Mar. Res. 18(1):10-35.
- RODEN, G.I., 1964. Oceanographic aspects of Gulf of California. In: Geology of the Gulf of California, Van Andel Tj. and G.G. Shor (Editores). Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 3:30-58.
- RODEN, G.I., 1972. 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 1. Its composition, distribution and contribution to the sediments. J. Esp. Mar. Biol. Ecol. 1:76-96.
- RUSNAK, G.A., R.L. FISHER and F.P. Shepard, 1964. Bathymetry and faults of the Gulf of California. In: Marine Geology of the Gulf of California, Van Andel, Tj. and G.G. Shor (Editores). Am. Assoc. Petrol. Geol., Mem. 3:59-75.

- SACHS, H.M., 1973. North Pacific radiolarian assemblages and their relationship to oceanographic parameters. *Quat. Res.* 3:73-88.
- SANTIAGO-MANDUJANO, F., 1980. Aplicación del método dinámico y análisis de correntometría directa para el estudio de la circulación y el transporte de agua en la boca del Golfo de California. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. 78 pp.
- SCHRADER, H., 1979. Cruise report Baja Vamonos 79, Sept. 7-30 1979. Data report 78, School of Oceanography, Oregon State University.
- SCHRADER, H. and T. BAUMGARTNER, en prensa. Decadal variation of upwelling in the central Gulf of California. *Upwelling Symposium. NATO-ONR-NSF.*
- SHAW, A.B., 1964. *Time in stratigraphy.* Mc. Graw-Hill Book Co., New York, N.Y., 365 pp.
- SIRKIN, L. and C.G. GORDON, 1984. Late pleistocene stratigraphy and environments of the west Mexican coastal plain. In: Neotectonics and sea level variations in the Gulf of California area, A symposium. Malpica-Cruz, V., S. Celis-Gutiérrez, J. Guerrero-García y L. Ortieb Editores. Publicado por el Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- SOUTAR, A., S.P. JOHNSON and T. BAUMGARTNER, 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 Editores. 123-147. Society of Economic Paleontologist and Mineralogists.

- STEVENSON, M.R., 1970. On the physical and biological oceanography near the entrance to the Gulf of California, october 1966-august 1967. Inter-Am. Trop. Comm. Bull. 14(3):387-504.
- SVERDRUP, H.V., M.W. JOHNSON and R.H.FLEMING, 1942. The oceans, their physics, chemistry and general biology. Prentice Hall, Inc., New York, 1087 pp.
- WAGNER, A.J., 1983. The climate of Summer 1982- A season with increasingly anomalous circulation over the Equatorial Pacific Ocean. Monthly Weather Review 3(3):590-601.
- WARSH, C.E. and K.L. WARSH, 1971. Water exchange at the mouth of the Gulf of California. Jour. Geophys. Res. 76: 8098-8116.
- WARSH, C.E., K.L. WARSH and R.C. STALEY, 1973. Nutrients and water masses at the mouth of the Gulf of California. Deep Sea Res. 20:561-570.
- WENKAM, CH., 1976. Late Quaternary changes in the oceanography of the Eastern Tropical Pacific. M.S. Thesis, School of Oceanography, Oregon State University, 143 pp.
- WYLLIE, J.G., 1966. Geostrophic Flow of the California Current at the surface and at 200 m. CalCOFI Atlas Vol. 4, 288 pp.
- WYRTKI, K., 1965. Surface currents of the eastern tropical Pacific. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull.9:271-304.
- WYRTKI, K., 1975. El Niño-The dynamic response of equatorial Pacific ocean to atmospheric forcing. Jour. Phys. Ocean. 5:572-584.

- WYRTKI, K., 1977. Sea level during the 1972 El Niño. Jour. Phys. Ocean. 7:779-787.
- ZEITZSCHEL, B., 1969. Primary productivity in the Gulf of California. Jour. Mar. Biol. 3:201-207.

A P E N D I C E S

APENDICE I. Lista de especies de radiolarios y notas taxonómicas.

APENDICE II. Porcentajes relativos de las especies de radiolarios en las muestras superficiales.

APENDICE III. Matriz F.

APENDICE IV. Matriz B.

APENDICE V. Matrices B-HAT de los núcleos A5, B28, E9, BAP82-73 y 21P.

APENDICE I. Lista de especies de radiolarios y notas
taxonómicas.

Lista de especies identificadas. Se señalan con * las que finalmente no fueron utilizadas en el Análisis de Factores.

- S1 Anomalacantha dentata
- *S2 Cenosphaera spp
- S3 Dictyocorine truncatum
- S4 Discopyle sp
- S5 Druppatractus irregularis
- S6 D. cf. pyriformis
- S7 Euchitonia furcata
- S8 Heliodiscus asteriscus
- S9 Hexacontium entacanthum
- S10 H. laevigatum
- S11 Hexastylus triaxonius
- S12 Hymeniastrum euclidis
- S13 Larcopyle butschlii
- S14 Lithelius minor
- S15 Omatartus tetratalamus
- S16 Phortidium pylonium clevei
- S17 Polysolenia murrayana
- S18 Porodiscus sp B1
- *S19 Porodiscus sp B2
- S20 Spongopyle osculosa
- S21 Spongotrochus glacialis
- *S22 S. venestum
- *S23 Styloclamidium asteriscus
- S24 Stylodictia validispina
- S25 Tetrapyle octacantha

- N1 Botryostrobus aquilonaris
N2 B. auritus/ australis
N3 B. cf cornutella
N4 Coracaliptra cervus
N5 Cornutella profunda
N6 Dictyoceras acanthicum
N7 Dictyophimus gracilipes
*N8 D. infabricatus
N9 D. platicephalus
N10 D. cf tripus
N11 Eucyrtidium acuminatum
*N12 E. hexagonatum
N13 Helotholus histricosa
N14 Lamprocyrtis nigrinae
N15 Lithomelissa cf. galeata
N16 L. hystrix
N17 L. toracites
N18 Lophophaena cf. capito
N19 Peridium longispinum
N20 P. sp.
N21 Phormospyris stabilis scaphipes
N22 Pseudocubus obeliscus
N23 Pterocanium sp.
*N24 Pterocorys minithorax
N25 P. zancleus
*N26 Theocaliptra bicornis
N27 T. davisiana
N28 Theopilium tricoatum

NOTAS TAXONOMICAS

Subclase Radiolaria Muller 1858

Orden Polycystina Ehrenberg 1838, corr. Riedel 1967

Suborden Spumellaria Ehrenberg 1875

Familia Actinomidae Haeckel, corr. Riedel 1967

Género Anomalacantha Loeblich y Tappan, 1961

Anomalacantha dentata (Mast)

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 4, fig. 4

Género Cenosphaera Ehrenberg

Cenosphaera sp.

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 4, figs. 3a, d.

Género Druppatractus Haeckel

Druppatractus irregularis Popofsky

Benson, R.N., 1966. Lám. 7, figs. 7-81

Druppatractus pyriformis (Bailey)

Benson, R.N., 1966. Lám. 7, figs. 2-6

Género Hexacontium Haeckel

Hexacontium entacanthum Jorgensen

Benson, R.N., 1966. Lám. 3, figs. 13-14

Hexacontium laevigatum Haeckel

Benson, R.N. 1966. Lám. 4, figs. 4-5

Género Hexastylus Haeckel

Hexastylus triaxonius Haeckel

Benson, R.N., 1966. Lám. 3, figs. 6-7

Subfamilia Artiscinae Haeckel 1881, corr. Riedel, 1967

Género Ommatartus Haeckel 1881, corr. Riedel 1971.

Ommatartus tetratalamus (Haeckel)

Nigrini y Moore, 1978, Lám. 6, figs. 1a,d.

Familia Collosphaeridae Muller 1858

Género Polysolenia Ehrenberg. corr. Nigrini, 1967

Polysolenia murrayana (Haeckel)

Nigrini y Moore, 1978, Lám. 2, figs. 4a,b

Familia Litheliidae Haeckel 1862

Género Larcopyle Dreyer 1889

Larcopyle butschlii Dreyer

Benson, R.N., 1966. Lám. 19, figs. 3-5

Género Lithelius Haeckel 1862

Lithelius minor Jorgensen

Benson, R.N. 1966. Lám. 17, figs. 9-10. Lám. 18, figs. 1-4

Familia Phacodiscidae Haeckel 1881

Género Heliodiscus Haeckel 1862, corr. Nigrini 1967

Heliodiscus asteriscus Haeckel

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 9, figs. 1-2

Familia Pylodiscidae Haeckel, 1887

Género Discopyle Haeckel

Discopyle sp.

Benson, R.N., 1966. Lám. 18, figs. 11-13

Familia Pyloniidae Haeckel 1881

Género Tetrapyle Muller 1858

Tetrapyle octacantha Muller

Benson, R.N., 1966. Lám. 15, figs. 3-10

Familia Spongodiscidae Haeckel 1862, corr. Riedel, 1967.

Género Dictyocoryne Ehrenberg 1860

Dictyocoryne truncatum (Ehrenberg)

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 12, figs. 2a,b.

Género Euchitonia Ehrenberg 1860, corr. Nigrini 1967

Euchitonia furcata Ehrenberg

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 11, Figs. 2a,b.

Género Hymeniastrum Ehrenberg 1847

Hymeniastrum euclidis Haeckel

Benson, R.N. 1966. Lám. 12, figs. 1-3

Género Phorticism Haeckel

Phorticism pylonium clevei

Benson, R.N., 1966. Lám. 16, figs. 5-9

Género Porodiscus Haeckel 1881, corr. Kozlova 1972

Porodiscus sp. B1

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 14, figs. 1-2a,b.

Poro discus sp. B2

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 14, figs. 3-4

Género Spongopyle Dreyer

Spongopyle osculosa Dreyer

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 15, fig. 1

Género Spongotrochus Haeckel 1860

Spongotrochus glacialis Popofsky

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 15, figs 2a,d.

Spongotrochus venestum (Bailey)

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 15, figs. 3a,b.

Género Stylochlamidium Haeckel 1887.

Stylochlamidium asteriscus Haeckel

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 14, fig. 5

Género Stylodictya Ehrenberg 1847

Stylodictya validispina Jorgensen

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 13, figs. 5a,b.

Suborden Nassellaria Ehrenberg 1875

Superfamilia Acanthodesniacea Hertwig 1879

Género Pseudocubus Haeckel 1887

Pseudocubus obeliscus Haeckel

Benson, R.N. 1966. Lám. 22, figs. 3-6

Familia Artostrobiidae Riedel 1967, corr. Foreman 1973

Género Botryostrobus Haeckel 1887, corr. Nigrini 1977.

Botryostrobus aquilonaris (Bailey)

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 27, fig. 1

Botryostrobus auritus/australis (Ehrenberg) grupo

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 27, figs. 2a,d.

Botryostrobus cf. cornutella

Benson, R.N., 1966. Lám. 35, figs. 14-17

Familia Plagoniidae Haeckel 1881, corr. Riedel 1967.

Género Helotholus Jorgensen 1905

Helotholus histicosa Jorgensen

Benson, R.N., 1966. Lám. 31, figs. 4-8

Género Lithomelissa Ehrenberg 1847

Lithomelissa hystrix Jorgensen

Benson, R.N. 1966. Lám. 24, figs. 6-9

Lithomelissa thoracites Haeckel

Benson, R.N. 1966. Lám. 24, figs. 10-13

Lithomelissa cf. galeata (Ehrenberg)

Benson, R.N. 1966. Lám. 24, figs. 16-18

Género Peridium Haeckel 1882

Peridium longispinum Jorgensen

Benson, R.N. 1966. Lám. 23, fig. 27

Peridium sp.

Benson, R.N. 1966. Lám. 24, figs. 4-5

Familia Pterocoryidae Haeckel 1881, corr. Riedel 1967.

Género Lamprocyrtis Kling 1973

Lamprocyrtis nigrinae (Caulet)

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 25, fig. 7

Género Dyctyoceras Haeckel 1862

Dyctyoceras acanthicum Jorgensen

Benson, R.N. 1966. Lám. 28, figs. 8-10

Género Pterocorys Haeckel 1881

Pterocorys minithorax (Nigrini)

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 25, fig. 10

Pterocorys zancleus (Muller)

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 25, figs. 11a,b

Familia Theoperidae Haeckel 1881, corr. Riedel 1967.

Género Dictyophimus Ehrenberg 1847, corr. Nigrini 1968.

Dictyophimus gracilipes Bailey

Benson, R.N. 1966. Lám. 25, figs. 4-6

Dictyophimus infabricatus Nigrini

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 22, fig. 5

Dictyophimus platycephalus Haeckel

Benson, R.N. 1966. Lám. 25, Figs. 7-9

Dictyophimus tripus Ehrenberg

Benson, R.N. 1966. Lám. 25, figs. 2-3

Género Pterocanium Ehrenberg 1847

Pterocanium sp.

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 23, figs. 6a,b.

Género Lophophaena Ehrenberg 1847

Lophophaena capito Ehrenberg

Benson, R.N. 1966. Lám. 24, figs. 22-23

Género Theocalyptra Haeckel 1887

Theocalyptra bicornis (Popofsky)

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 24, fig. 1

Theocalyptra davisiana (Ehrenberg)

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 24, figs. 2a,b.

Género Theopilium Haeckel 1882

Theopilium tricostatum Haeckel

Benson R.N., 1966. Lám. 30, figs. 1-2

Género Coracalyptra Haeckel 1887

Coracalyptra cervus (Ehrenberg)

Benson, R.N., 1966. Lám. 34, fig. 3

Género Cornutella Ehrenberg 1838, corr. Nigrini 1967

Cornutella profunda Ehrenberg

Benson, R.N., 1966. Lám. 29, figs. 7-9

Género Coracalyptra Haeckel 1887.

Coracalyptra cervus (Ehrenberg)

Benson, R.N., 1966. Lám. 34, fig. 3.

Género Eucyrtidium Ehrenberg 1847, corr. Nigrini 1967.

Eucyrtidium acuminatum (Ehrenberg)

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 24, figs. 3a,b.

Eucyrtidium hexagonatum Haeckel

Nigrini y Moore, 1978. Lám. 24, figs. 4a,b.

Familia Trissocyclidae Haeckel 1881, corr. Goll 1968.

Género Phormospyris Haeckel 1881, corr. Goll 1977.

Phormospyris stabilis (Goll) scaphipes (Haeckel)

Nigrini y Moore, 1978, Lám. 20, figs. 2a,d.

Referencias a las notas taxonómicas

- Benson, R.N. 1966. Recent Radiolaria from the Gulf of California. Ph. D. thesis, University of Minnesota, 577 pp.
- Ehrenberg, C.G. 1847. Über die mikroskopischen giesel-schaligen Polycystinen als mächtige Gabelmasse von Barbados und über das Verhältnis der mehr als 300 neuen Arten bestehenden - - ganz eigentümlichen Formengruppe jener Felsmasse zu den - lebenden Thieren und zur Kreidebildung. Eine neue Anregung zur Erforschung des Erdlebens. Mber. Preuss. Akad. Wiss., - Jahrg. 1847, 40-60, 1 pl.
- Ehrenberg, C.G. 1860. Über den Tiefgrund des stillen Oceans - - zwischen Californien und des Sandwich-Inseln aus bis 15,600 Tiefe nach Lieut. Brooke. Mber. preuss. Akad. Wiss., Jahrg. 1860, 819-833.
- Goll, R.M. 1968. Classification and Phylogeny of Cenozoic Trisocyclidae (Radiolaria) in the Pacific and Caribbean - - Basins. Part. I. J. Paleontology, 42 (6): 1409-1432, pl. - 173-176.
- Haeckel, E. 1887. Report on the Radiolaria collected by H.M.S. - Challenger during the years 1873-1876. Rept. Voyage 'Challenger' Zool. 18, C1xxxviii + 1803 pp, 140 pl., 1 map.
- Hays, J.D. 1965. Radiolaria and late Tertiary and Quaternary - History of Antarctic Seas. In: "Biology of Antarctic Seas II." p. 125-184, American Geophysical Union Antarctic - Research Series 5.
- Kling, S.A. 1973. Radiolaria from the Eastern North Pacific, Leg 18, Deep Sea Drilling Project. In: Kulm L.D., von Huene, - R., et al. 1973, Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Vol. XVIII. Washington (U.S. Government Printing - Office) p. 617-673.
- Ling, H.-Y. and Anikouchine, W.A. 1967. Some Spumellarian radiolaria from the Java, Philippine and Marina Trenches. J. - Paleontology 41(6): 1481-1491, pl. 189-192.
- Ling, H.-Y., Stadum, C.J. and Welch, M.L. 1971. Polycystine - radiolaria from Bering Sea surface sediments. In: Proceedings of the II Planktonic Conference, A. Farinacci, ed. . Roma 1970, 705-729.
- Muller, J. 1858. Über die Thalassicollen, Polycystine und - - Acantjometren des Mittelmeeres. Abh. preuss. Akad. Wiss. - Jahrg. 1858, 1-62, pl. 1-11

- Nigrini, C. 1967. Radiolaria in pelagic sediments from the Indian and Atlantic Oceans. Bull. Scripps Inst. Oceanog. 11: 1-106, pl.1-9.
- Nigrini, C. 1968. Radiolaria from eastern tropical Pacific - - - sediments. Micropaleontology, 14(1): 51-63.
- Nigrini, C.A. 1970. Radiolarian assemblages in the North Pacific and their application to a study of Quaternary sediments in core V20-130. In: "Geological Investigation of the North - - Pacific". J.D. Hays, ed. , 139-183. Geological Society of - America Memoir 126.
- Nigrini, C. 1971. Radiolarian zones in the Quaternary of the - - Equatorial Pacific Ocean. In; "Micropaleontology of Oceans" B.M. Funnell and W.R. Riedel, eds. , 443-461. Cambridge - - University Press. 828 pp.
- Nigrini, C. and Moore T.C. 1978. A guide to modern radiolaria. Special Publication No. 16. Cushman Foundation for - - foraminiferal Research.
- Petrushevskaya, M.G. 1968. Radiolarinas of Orders Spumellaria and Nassellaria of the Antarctic Region (from "Material of the - Soviet Antarctic Expedition). In: "Biological Reports of the Soviet Antarctic Expedition" (1955-1958), vol. 3. A.P. - - Andriyevskiy and P.V. Ushakov, eds. , 2-187.
- Popofsky, A. 1908. Die Radiolarien der Antarktis (mit Ausnahme - der Tripyleen), Dt. Sudpol-Exped. 1901-1903, 10 (Zool. vol. 2), no. 3, 183-305, 1 table, pl. 20-36.
- Popofsky, A. 1913. Die Nassellarien des Warmwasser-gabietes. Spumellariinè and Nassellarien. Deutsche Sudpolar-Exped. 1901-1903, vol. 16, (Zool. vol. 8) No. 3, 235-278, pñ. 13-17.
- Renz, G.W. 1973. The distribution and ecology of radiolaria in - the Central Pacific-plankton and surface sediments. Ph.D. - thesis, University of California, 251 pp.
- Riedel, W.R. 1957. Radiolaria: a preliminary stratigraphy. Rep. - Swed. deep. Sea Exped. 6(3): 59-96, pl. 1-4.
- Riedel, W.R. 1958. Radiolaria in Antarctic sediments. Rep. B.A.N. A. antarct. Res. Exped. ser. B, 6(10): 217-255.
- Riedel, W.R. 1967. Subclass Radiolaria. In: "The Fossil Record" W.B. Harland et al., eds. , 291-298. Geological Society" London.
- Riedel, W.R. 1971. Systematic classification of Polycystine - - Radiolaria. In: "Micropaleontology of Oceans," B.M. Funnell and W.R. Riedel, eds. , 649-661. Cambridge University Press. 828 pp.

APENDICE II. Porcentajes relativos de las especies
de radiolarios en las muestras super-
ficiales.

574

575

576

577

578

579

580

581

582

583

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

[The main body of the page contains multiple lines of extremely faint, illegible text, likely representing a corrupted scan of a document. The text is organized into several distinct blocks, each corresponding to a page number on the left margin. The content is mostly illegible due to the quality of the scan.]

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

120

125

130

135

140

145

150

155

160

165

170

175

180

185

190

195

200

205

210

215

220

225

230

235

240

245

250

255

260

265

270

275

280

285

290

295

300

305

310

315

320

325

330

335

340

345

350

355

360

365

370

375

380

385

390

395

400

405

410

415

420

425

430

435

440

445

450

455

460

465

470

475

480

485

490

495

500

505

510

515

520

525

530

535

540

545

550

555

560

565

570

575

580

585

590

595

600

605

610

615

620

625

630

635

640

645

650

655

660

665

670

675

680

685

690

695

700

705

710

715

720

725

730

735

740

745

750

755

760

765

770

775

780

785

790

795

800

805

810

815

820

825

830

835

840

845

850

855

860

865

870

875

880

885

890

895

900

905

910

915

920

925

930

935

940

945

950

955

960

965

970

975

980

985

990

995

120

125

130

135

140

145

150

155

160

165

170

175

180

185

190

195

200

205

210

215

220

225

230

235

240

245

250

255

260

265

270

275

280

285

290

295

300

305

310

315

320

325

330

335

340

345

350

355

360

365

370

375

380

385

390

395

400

405

410

415

420

425

430

435

440

445

450

455

460

465

470

475

480

485

490

495

500

505

510

515

520

525

530

535

540

545

550

555

560

565

570

575

580

585

590

595

600

605

610

615

620

625

630

635

640

645

650

655

660

665

670

675

680

685

690

695

700

705

710

715

720

725

730

735

740

745

750

755

760

765

770

775

780

785

790

795

800

805

810

815

820

825

830

835

840

845

850

855

860

865

870

875

880

885

890

895

900

905

910

915

920

925

930

935

940

945

950

955

960

965

970

975

980

985

990

995

120

125

130

135

140

145

150

155

160

165

170

175

180

185

190

195

200

205

210

215

220

225

230

235

240

245

250

255

260

265

270

275

280

285

290

295

300

305

310

315

320

325

330

335

340

345

350

355

360

365

370

375

380

385

390

395

400

405

410

415

420

425

430

435

440

445

450

455

460

465

470

475

480

485

490

495

500

505

510

515

520

525

530

535

540

545

550

555

560

565

570

575

580

585

590

595

600

605

610

615

620

625

630

635

640

645

650

655

660

665

670

675

680

685

690

695

700

705

710

715

720

725

730

735

740

745

750

755

760

765

770

775

780

785

790

795

800

805

810

815

820

825

830

835

840

845

850

855

860

865

870

875

880

885

890

895

900

905

910

915

920

925

930

935

940

945

950

955

960

965

970

975

980

985

990

995

APENDICE III. Matriz F .

APENDICE IV . Matriz B.

APENDICE V. Matrices B-HAT de los núcleos
A5, B28, E9, BAP82-73 y 21P.

PROD. AMERIC. DE NUCLEO B28 DE E. COL. CAL. TESIS A. ALVAREZ.
RENTAL MATIX

	CUMPLE	G.CENT.	SURGS.	SUBTR.	C.BALL.	6.SUR.	FRENTE
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0

NOPTAL EDO DE L.R

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

