

## NOTAS HIDROLOGICAS DE AGUAS SUPERFICIALES ECUATORIANAS SEGUN INDICADORES BIOLÓGICOS-FORAMINIFEROS PLANCTONICOS.\*

Por:

MARÍA LUZURIAGA DE CRUZ (1)

### RESUMEN

*El presente trabajo trata sobre la distribución de los foraminíferos planctónicos vivos en aguas superficiales del mar ecuatoriano, durante los periodos normales y anómalos del océano, ocurridos en determinadas épocas de los años 1971 a 1973 y 1974. El área de muestreo de mayor extensión comprende desde la costa hasta Long. 86°W entre Lat. 01°22'N y Lat. 03°16'S. La distribución de los foraminíferos planctónicos evidencia el desplazamiento de masas de aguas procedentes de la Cuenca de Panamá, Corriente del Perú y zonas de convergencia. Las especies indicadoras de aguas cálidas fueron: *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia menardii*, *Globigerinoides sacculifer* y de aguas frías: *Globigerina quinqueloba*, *Globigerinita bradyi*, *Globigerina bulloides*. Durante la aparición del Evento "El Niño" de 1972 predominaron a lo largo de toda la costa de Ecuador, las especies de aguas cálidas típicas de la Bahía de Panamá.*

### ABSTRACT

*The present paper describes the distribution of living planktonic foraminifera, in the surface (1m) of ecuadorian waters. This investigation was carried out during certain months of the years 1971, 1972, 1973 and 1974, covering normal and abnormal conditions of the ecuadorian ocean waters. The largest studied area was situated between the continental shoreline and Long. 86°W, Lat. 01°22'N. and Lat. 03°16'S. The distribution of planktonic foraminifera correlated with the environmental parameters indicates the displacements of water masses coming from the Panama Bight, Peruvian current and zonas of covergences. The foraminifera used as indicators of the warm water were: *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia menardii*, *Globigerinoides sacculifer* and of cold water: *Globigerina quinqueloba*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinita bradyi*. During the "El Niño" event of 1972, the predominant organisms along the coastal waters of Ecuador were the warm water species, tipical of Panama Bight.*

### INTRODUCCION

El Instituto Oceanográfico de la Armada y el Instituto Nacional de Pesca de Ecuador, considerando la importancia de la ubicación de zonas de convergencia frente a costas de Ecuador, áreas de afloramiento y demás áreas fértiles y, por su relación con las pesquerías, ha incorporado dentro de su lineamiento de acción el estudio de indicadores biológicos, como índices positivos en la detección de tales áreas. La validez de los foraminíferos planctónicos como indicadores de masas de agua, hace que un estudio de estos organismos en un medio donde la variabilidad estacional del ambiente marino es evidente, aporte importantes datos sobre el origen, desplazamiento de las corrientes de diferente procedencia, así como de condiciones oceanográficas, el Frente Ecuatorial y la

aparición del Evento "El Niño" frente a costas ecuatorianas.

El presente trabajo constituye en realidad la parte preliminar de un estudio más extenso que se pretende realizar con el fin de separar las diferentes masas de agua que influyen en esta parte del Pacífico Tropical utilizando datos biológicos.

Entre los autores precedentes que han utilizado los foraminíferos planctónicos como indicadores hidrológicos en aguas ecuatorianas y/o adyacentes están: Boltovskoy (1966, 1974, 1976), Luzuriaga de Cruz (1976, 1977, 1980) Miró y Luzuriaga (1974) Parker (1962) entre otros.

(1) Instituto Nacional de Pesca. INP. P.O. Box. 09-04-13151. Guayaquil-Ecuador

\* Presentado en Taller de trabajo sobre EVENTO "EL NIÑO" - auspiciado por UNESCO en Cali- Colombia- Febrero 1983.

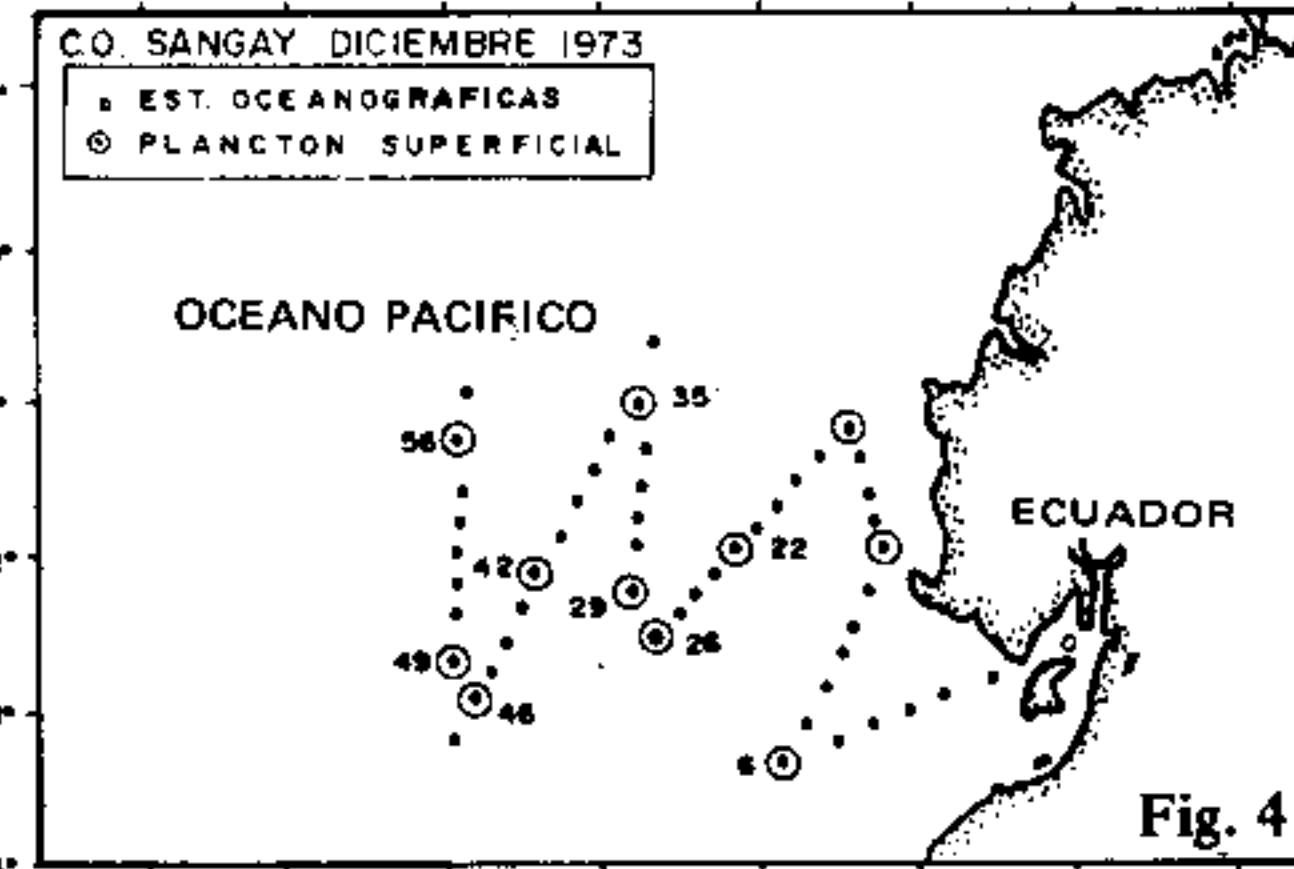
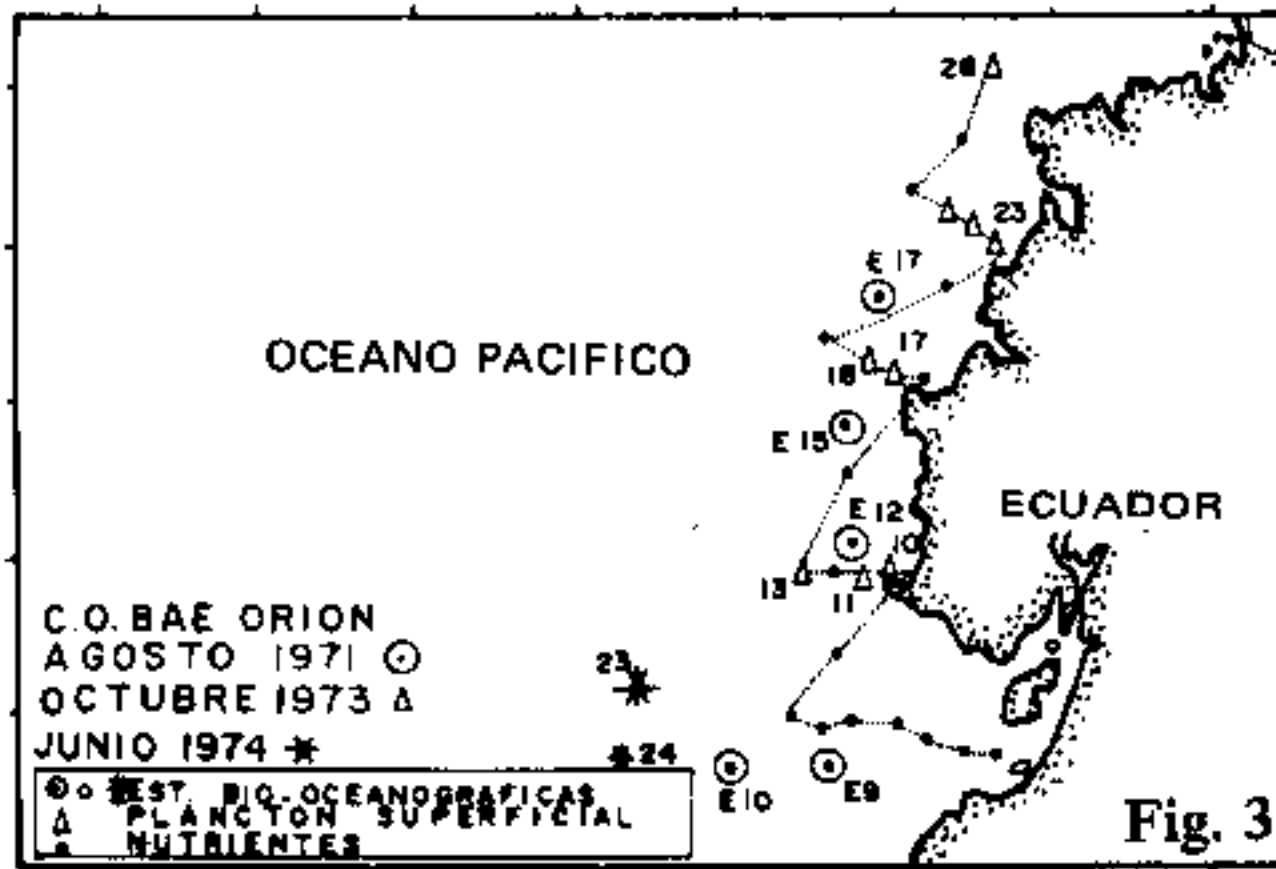
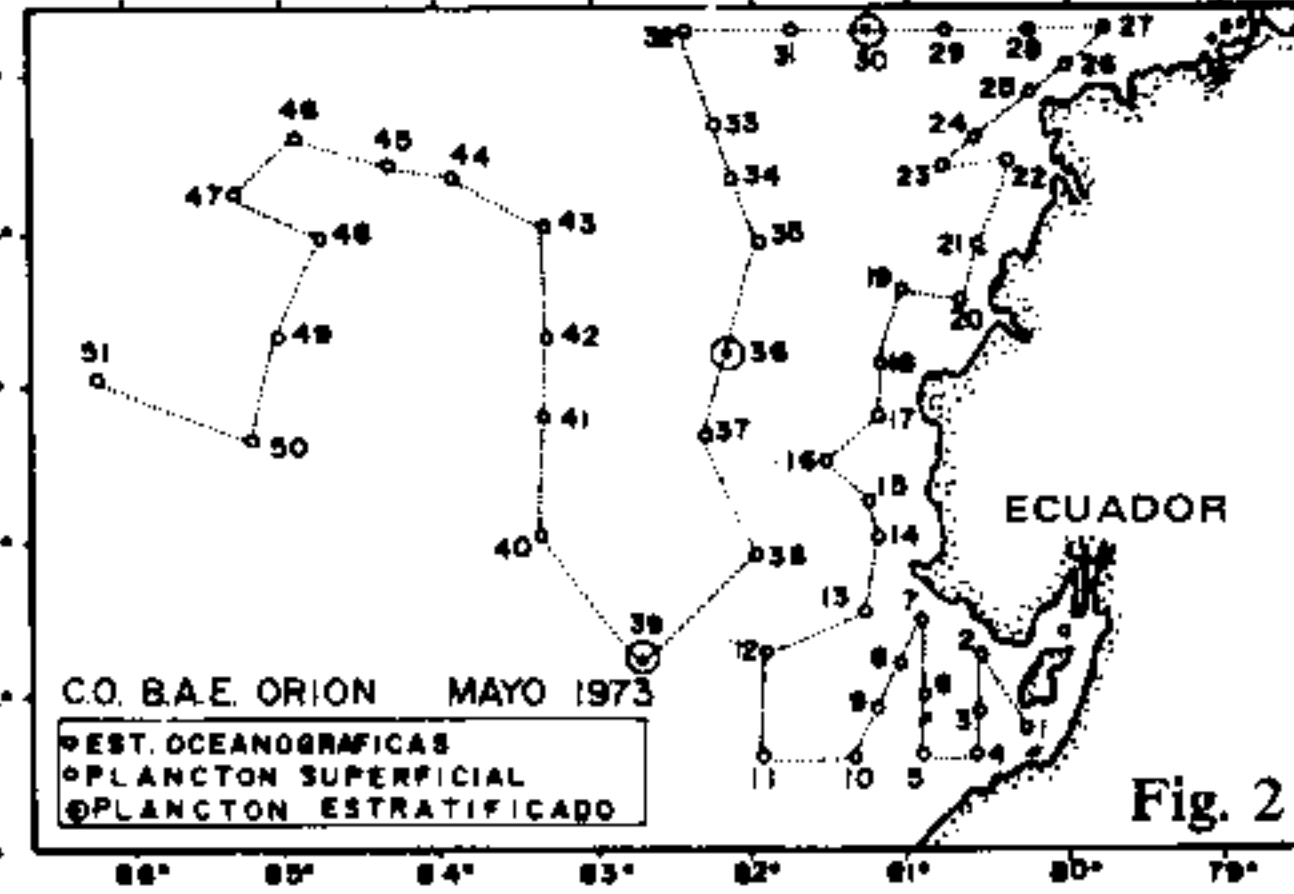
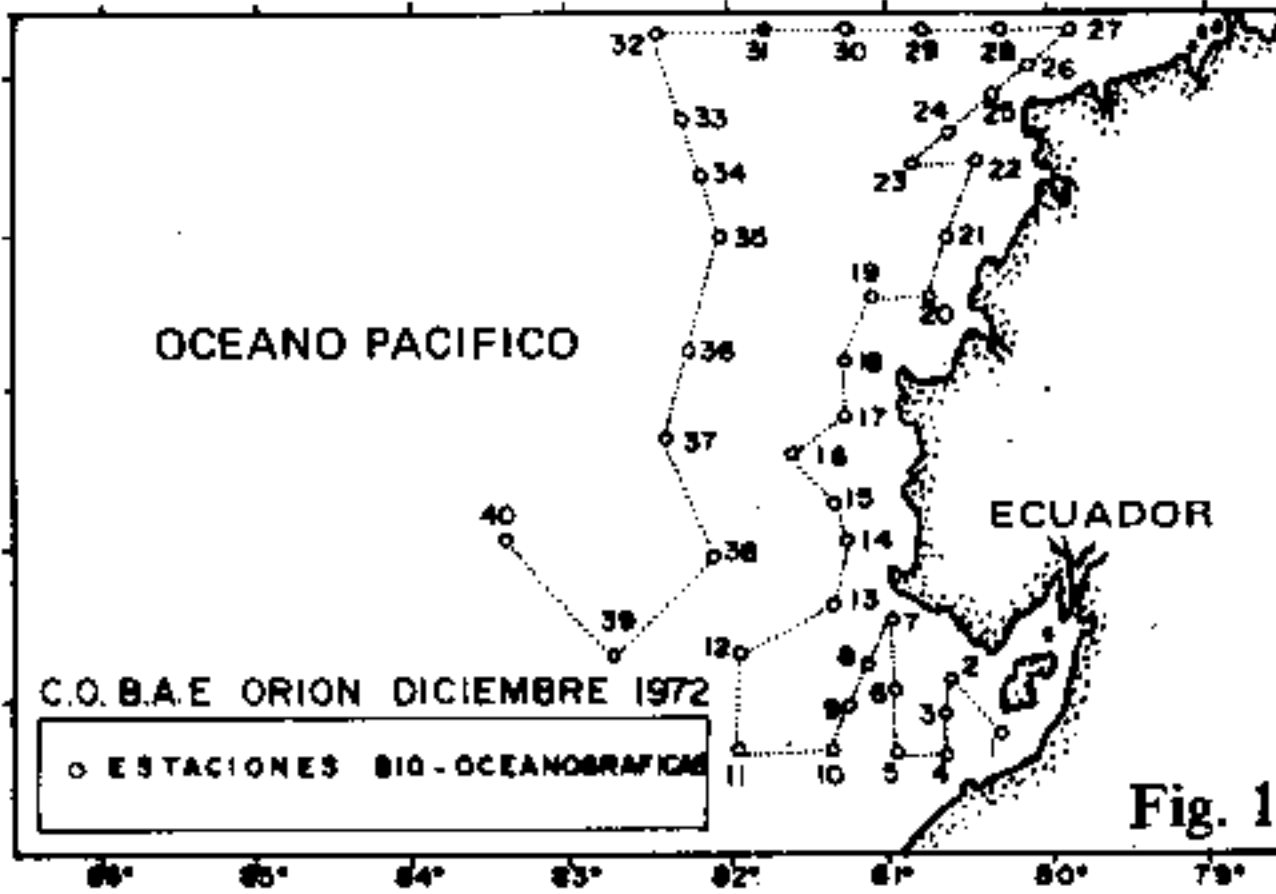
**MATERIALES Y METODOS**

Las muestras estudiadas fueron recolectadas a bordo del BAE ORION, del Instituto Oceanográfico de la Armada, en los meses de agosto de 1971, diciembre de 1972, mayo, octubre y diciembre de 1973, y junio de 1974. El área de muestreo y la ubicación de las estaciones de plancton corresponden a las figuras 1-4.

Se utilizaron redes cónicas simples de 150, 230 y 330 micras con 40 y 50 cm, de diámetro de boca. Los muestreos fueron superficiales, de 15 minutos de duración. El plancton se preservó con formol al 4% neutralizado con tetraborato de sodio.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

En este trabajo las interpretaciones de carácter ecológico se han referido a los resultados obtenidos con indicadores biológicos (foraminíferos planctónicos) más que por datos oceanográficos. Se ha recurrido a éstos últimos solo a falta de información biológica en determinada área o época. De todas maneras en el capítulo sobre resultados y discusión se señala cuando las observaciones hidrológicas se basan en datos físicos y no en biológicos, que es el aspecto principal en que se basa este trabajo.



En el laboratorio se separó la mayor parte de los foraminíferos y se calculó su abundancia relativa. En la interpretación ecológica de las especies se tomó en cuenta a más de su abundancia, su tamaño, forma, color. Para la identificación de las especies se utilizó la clave de Bé (1967) y de Parker (1962)

A continuación se presentan los aspectos físico-químicos de las aguas en el momento de muestreo, durante los cruceros de agosto de 1971, diciembre de 1972, mayo, octubre y diciembre de 1973 y junio de 1974 (Fig. 5-6):

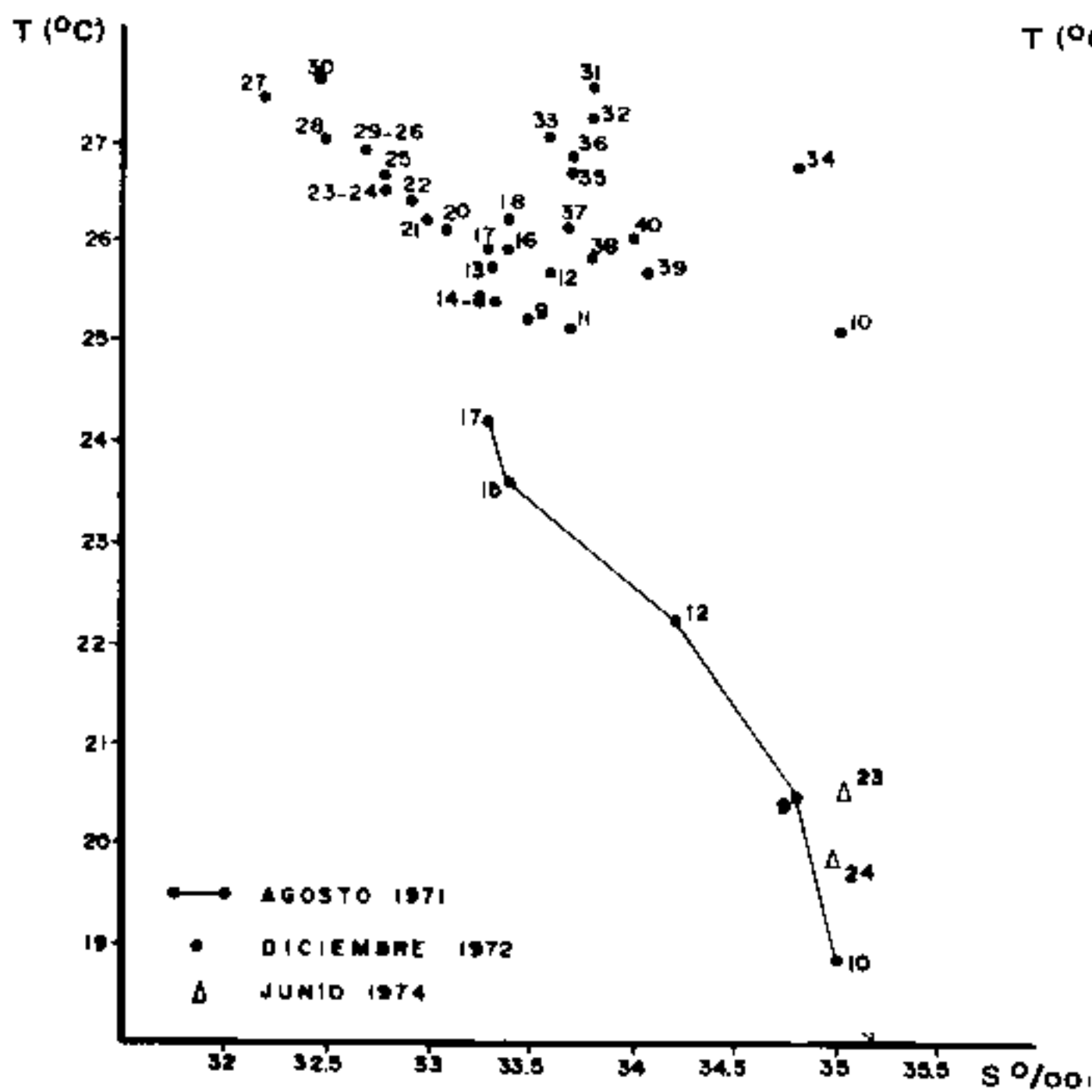


Figura 5 Diagrama T-S de estaciones bio-oceanográficas muestreadas en agosto 1971, diciembre 1972 y junio 1974. BAE ORION.

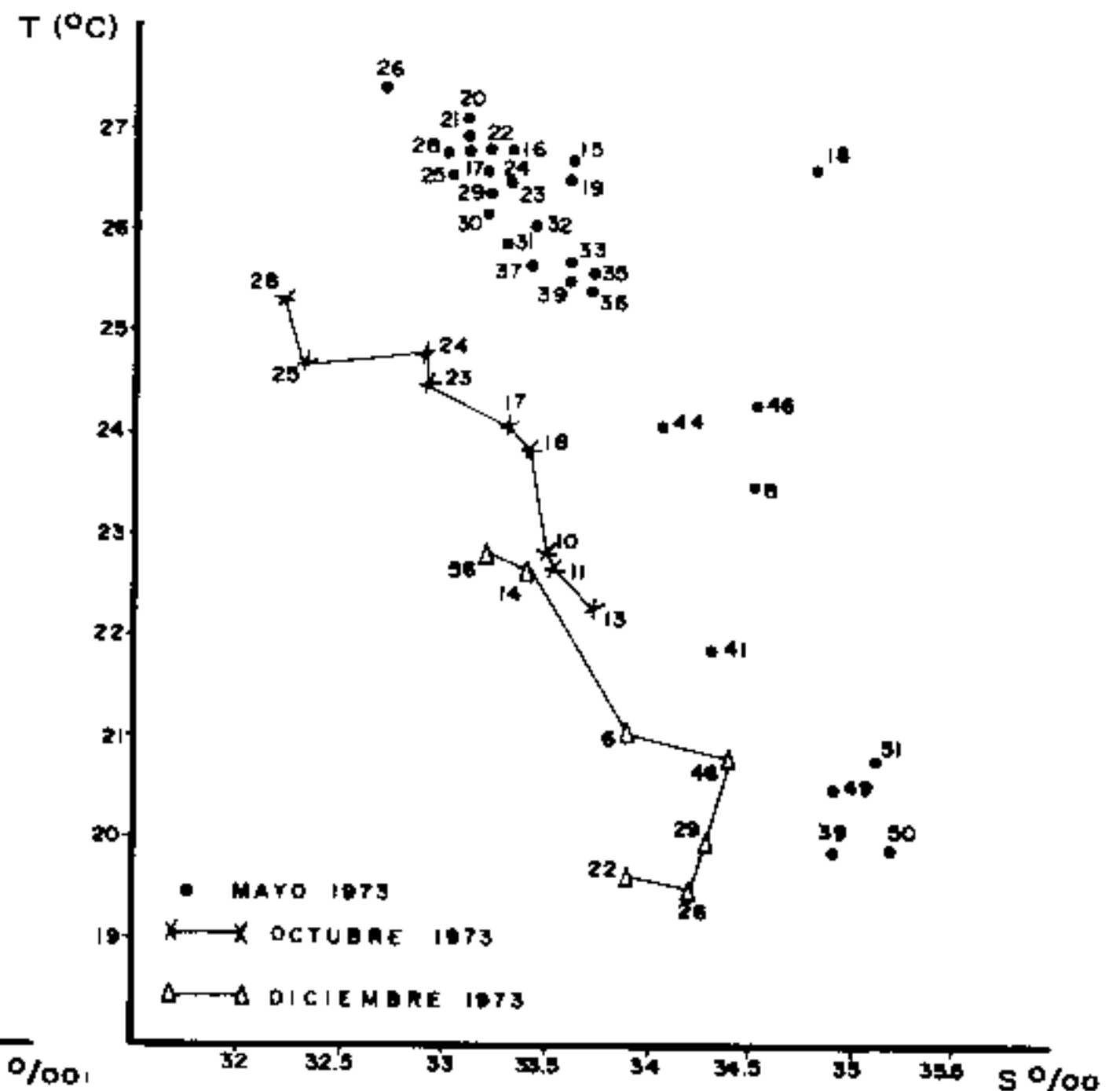


Figura 6 Diagrama T-S de estaciones bio-oceanográficas muestreadas en mayo, octubre y diciembre 1973. BAE ORION

El área estudiada se caracteriza por estar influenciada por las aguas cálidas de la Cuenca de Panamá y las frías de la Corriente de Humboldt procedentes del sur. El frente ecuatorial formado por la mezcla entre esas dos masas de agua, varía su posición en cada época del año. Wooster (1969) ilustra el promedio de la posición del frente, esquematizando el límite oriental sobre la zona norte de la costa peruana, entre 4-6°S y el límite occidental entre 1°N y 2°S en Long. 90°W.

En agosto de 1971, la temperatura y salinidad variaron de 19°C y 35‰ en la parte sur del área a más de 25°C y 33.3‰ en el norte. En diciembre de 1972, cuando estuvo presente el fenómeno "El Niño", la isoterma de 25°C se desplazó 4 grados al sur, mientras en el norte la temperatura fue mayor a 27°C. El fenómeno "El Niño" tuvo una duración de 14 meses a partir de febrero de 1972 (Wooster y Guillén, 1974) y consistió en el desplazamiento de una capa superficial de más o menos 30 mts. de espesor, con temperaturas entre 23-30°C y bajas salinidades, hacia la zona costera, sobre una pronunciada termoclina de 11 y 14 isotermas, 25°C-15°C o entre 28°C- 14°C en la capa de 30 a 80 metros (Zuta, 1972).

En mayo de 1973 la temperatura varió de 19.9°C a 27°C y de 33‰ a 35‰ de salinidad. Los más intensos gradientes de temperatura estuvieron entre 21°C y 25°C. En la parte exterior del Golfo de Guayaquil, también se observaron pronunciados gradientes de temperatura y salinidad aumentados por el aporte de aguas continentales.

En cuanto a cantidad de clorofila se distinguieron valores menores de 0.5 mg/m<sup>3</sup> en casi toda el área de estudio, mientras que en la zona más austral, la cantidad de clorofila fue mayor a esta cifra, existiendo incluso puntos como la estación 8 donde la clorofila y producción primaria, fue de 93.8 mg/m<sup>3</sup> y 3700.2 mgC/m/día respectivamente (Miró, Jiménez, Gualancañay y Luzuriaga, 1974). En la parte occidental del área oceánica en las estaciones 50 y 51 se presentó un afloramiento que fue detectado por datos biológicos (fitoplancton: Jiménez, 1978; foraminíferos planctónicos: Luzuriaga de Cruz, 1980)

En octubre de 1973, la temperatura y salinidad fluctuaron entre 22°- 25°C y 34-32,8‰, los fosfatos y nitratos fueron más altos en el Golfo de Guayaquil ( 1 ug at P04/1 y 5 ug at NO3/1). Igual cantidad de nitratos se encontró frente a costas de Esmeraldas. Jiménez y Pesántes (1977) asociaron las bajas concentraciones de células de fitoplancton frente a las costas de Manabí, con las bajas de nutrientes.

En diciembre de 1973 la temperatura y salinidad variaron de 19.5°C a 23°C y de 33‰ a 34,5‰. Se observó una gran variedad de gradientes térmicos en posición sur-este.

La temperatura y salinidad de las estaciones estudiadas en junio de 1974 fue de 20.5°C y 35.03‰ para la estación 23 y de 19.8°C y 34.98‰ para la estación 24.

## DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES

En este capítulo se trata sobre la distribución de las especies de foraminíferos que se encontraron durante períodos normales del mar ecuatoriano: agosto/71, mayo, octubre, diciembre de 1973, junio de 1974 y períodos anormales, caracterizado por la presencia del fenómeno "El Niño": diciembre de 1972.

Las especies de foraminíferos están ordenados de acuerdo a su grado de tolerancia a aguas cálidas y a su abundancia. Por espacio no se incluyeron mapas de distribución de cada especie, pero el lector puede referirse a los trabajos publicados de Luzuriaga de Cruz (1974, 1976, 1980)

***Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides sacculifer*.**- Estas especies consideradas típicas de aguas cálidas, presentan un patrón de distribución similar, con ciertas variantes en su porcentaje. En el mes de diciembre de 1972, presentaron sus más elevadas concentraciones en el área oceánica y en la parte exterior del Golfo de Guayaquil. Al año siguiente las concentraciones se localizaron hacia el norte y hacia la costa en la parte septentrional de la zona convergencia.

En octubre de 1973, *G. ruber* estuvo condicionada más por la salinidad que por la temperatura, predominó en más de 50% en las estaciones situadas al norte de Punta de Santa Elena. En diciembre de ese mismo año, *G. ruber* aumentó su porcentaje en sentido sur-norte. *G. sacculifer* aunque presentó un bajo porcentaje, menos del 10%; en agosto/71, en octubre y diciembre de 1973 correlacionó siempre positivamente con la temperatura. La escasez de *G. sacculifer* en la zona costera evidencia la preferencia de esta especie por agua oceánica.

*G. ruber* también fué escasa en agosto de 1971 con la excepción de la estación 15 situada frente a Punta Galera.

***Globorotalia menardii*.**- En diciembre de 1972, ésta especie se distribuyó a lo largo de aguas ecuatorianas, pero contrario a lo sucedido con *G. sacculifer* y *G. ruber* presentó la mayor abundancia en áreas más costeras.

En mayo de 1973, *G. menardii* fué observada en mayores porcentajes en el área oceánica norte, zona costera norte y un parche en la parte sur. Ya en octubre, en las aguas neríticas el número de organismos se elevó, especialmente en la parte central, a más de 40% del total de foraminíferos. Fué sumamente escasa a fines del mismo año, se ausentó en el extremo sur-oeste del área oceánica. En agosto de 1971 fué también escasa, sólo en

pocas estaciones situadas en el centro y norte, *G. menardii* representó del 10 al 16% del total. Cabe anotar que en esta época, una de las estaciones centrales, la estación 17 que presentó el 16% del total de *G. menardii*, está ubicada dentro de la misma zona de máxima concentración de la especie que en octubre de 1973.

***Globoquadrina dutertrei*.**- Durante la aparición del fenómeno "El Niño", *G. dutertrei*, se distribuyó en toda el área, con concentraciones mayores al 50% del total de foraminíferos en la zona costera. Al año siguiente del evento, en 1973, la distribución de *G. dutertrei* disminuyó en la costa y aumentó mar afuera, con dirección norte en la parte media y septentrional del área. En octubre y diciembre de ese año, su porcentaje aumentó de sur a norte. En contraposición a lo observado, en agosto de 1971 fué más abundante al sur, donde las temperaturas fueron más bajas, quizás esta densidad, se extiende hacia el norte por el área oceánica, correspondiendo así a la mayor densidad que podría haberse observado meses después, como sucedió en diciembre de 1973.

***Globigerina bulloides*.**- Esta especie es la que refleja con mayor claridad las condiciones hidrológicas. En períodos normales del mar, *G. bulloides*, presenta un porcentaje apreciable en la parte sur del área oceánica, especialmente en la parte exterior del Golfo de Guayaquil y en la zona de afloramiento, en la estación 50 y 51. En la región costera fué escasa, pero siempre presentando correlación negativa con la temperatura y positiva con la salinidad. En condiciones anómalas, *G. bulloides* no se encontró muy cerca de la costa, escasa, menos del 10% en toda el área oceánica y, entre 10-20% en las estaciones situadas en el exterior del Golfo. Respecto a la escasez de esta especie en ciertos puntos de aguas superficiales en determinadas épocas, se han hecho observaciones en niveles más profundos del agua oceánica, donde se observó que el porcentaje de *G. bulloides* con relación a las otras especies fué entre 20-30% a los 100 y 200 m. de profundidad durante el crucero oceánico en mayo de 1973.

***Globigerina rubescens*.**- Se la encontró en un máximo de 1% y 8% del total de foraminíferos en las estaciones situadas en la parte más septentrional del mar ecuatoriano en agosto de 1971 y octubre de 1973 respectivamente. La temperatura en estos puntos osciló entre 24.2-24.7°C y salinidad entre 33.2‰-32.9‰.

En mayo de 1973, se presentó en forma aislada, en una zona de marea roja (estación 8) y de afloramiento (estación 51). En diciembre de 1972 se concentró en mayor número en la región nor-oeste del área (más del 10-20%).

***Globigerinoides tenellus*.**- Especie de aguas tropicales, fué escasa en toda el área, se la encontró en casi todos los meses estudiados, a excepción de agosto de 1971 y diciembre de 1973 cuando se registraron las temperaturas más bajas en relación con los otros cruceros. A fines del año 1972 se la encontró hasta en un 3% inclusive en la parte sur. En mayo y octubre de 1973 presentó un 1% en la mayoría de las estaciones del área norte.

***Hastigerina pelagica*.**- Presentó irregular distribución, se la encontró en pocas estaciones y en bajo porcentaje, menos del 3%.

***Globigerina quinqueloba*.**- Presentó irregular distribución en diciembre de 1972, con un máximo de 12% en la zona norte de la Punta de Santa Elena. En agosto de 1971 y mayo de 1973 llegó al 2% en la parte exterior-sur del Golfo de Guayaquil. Su presencia en el área superficial en diciembre de 1972, cuando se registraron las más altas temperaturas hace difícil su interpretación.

***Globigerina falconensis*.**- A veces fué difícil separarla de *Globigerina bulloides*. Según Boltovskoy (comp. pers.) *G. falconensis* constituye la forma tropical de *G. bulloides*. Se la observó tan solo en los cruceros de mayo a diciembre de 1973, en las estaciones 8 y 26 respectivamente (2% del total de foraminíferos).

***Globigerinella aequilateralis*.**- Tuvo los más altos valores, entre 5% y 16%, en la zona costera durante el mes de agosto de 1971, y en el nor-este del área a fines del año 1973, donde la temperatura fué mayor de 22°C. En las demás épocas, *G. aequilateralis* se dispuso en "parches", excepto durante el último mes de 1972, cuando se observó un ligero aumento a más del 4% en el área oceánica.

***Globigerinita glutinata*.**- En diciembre de 1972, *G. glutinata* fué escasa, poco más del 5% en agua oceánica y parte costera norte. En períodos normales del mar también fué escasa en aguas superficiales, con excepción de la época fría, en agosto de 1971. En este mes su abundancia estuvo entre 20-41%. En mayo de 1973, aumentó a 9-15% bajo la superficie en las estaciones 30 y 36 situadas al norte y centro del área respectivamente. En el mes de octubre del mismo año, no se registró su presencia. Hasta el momento, el comportamiento de *G. glutinata* en aguas ecuatorianas, parece corresponder a una mayor afinidad con temperaturas moderadas.

***Globigerina calida*.**- En diciembre de 1972 fué escasa y distribuida regularmente en el centro del área y con un máximo 5% al norte del Cabo San Lorenzo. En

agosto de 1971 se la encontró en un 1% en la estación 9, situada en la parte sur del área, en igual forma se encontró tan solo un ejemplar en la estación 23 muestreada en junio de 1974.

Durante los meses muestreados en 1973, *G. calida* no pasó del 2% del total de foraminíferos, salvo en la estación 24 al norte de la zona costera, donde llegó al 4% en el mes de octubre. La temperatura en este punto fué 24.8 oC y 32.9 % de salinidad.

La distribución irregular de *G. calida* no hace posible, al menos por el momento emitir un criterio con respecto a sus preferencias ambientales.

Entre otras especies de escasa distribución presentes en el área de estudio se encuentran, *Pulleniatina obliquiloculata*, *Globorotalia inflata* y la forma intermedia entre estas dos especies. Se encontraron irregularmente distribuidas en diciembre de 1972 y mayo de 1973. En octubre de 1973 se encontró a *P. obliquiloculata* frente a Cabo San Lorenzo (1%) aumentó hacia el norte hasta el 5%. Se la observó también en diciembre del mismo año en la estación 22 al sur-este del mar ecuatorial. Según Miró y Luzuriaga (1974) esta especie es la forma tropical de *G. Inflata*.

La forma intermedia *G. inflata* cf *P. obliquiloculata* fué observada en el centro de lengua de aguas frías de la Corriente de Humboldt, que penetró por el lado sur-oeste del área a fines del año 1973.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Al analizar la población total de foraminíferos planctónicos en las épocas de estudio, se observó que las especies que ofrecen más información para determinar condiciones ecológicas y características hidrológicas son las especies más abundantes, como: *Globigerinoides sacculifer*, *G. ruber*, *Globorotalia menardii*, *Globigerina bulloides* y también, aunque en menor grado: *Globigerinita glutinata*, *Globigerinella aequilateralis* y *Globoquadrina dutertrei*.

Durante todos los meses de estudio que en realidad corresponden a la segunda mitad del año, desde mayo a diciembre, se encuentran especies de distinta procedencia (Tabla 1) en toda el área, aunque sea en forma aislada. Esto podría relacionarse con la gran variabilidad local en la posición y desplazamiento de las corrientes procedentes del norte y del sur frente a las costas ecuatorianas durante el año y la consiguiente variación en la ubicación del Frente Ecuatorial, que en su desplazamiento, no daría lugar a que se forme un límite preciso entre las masas de



*Globigerina bulloides* d'Orbigny  
*Globigerina calida* Parker  
*Globigerina humilis* (Brady)  
*Globigerina quinqueloba* Natland  
*Globigerina rubescens* Hofker  
*Globigerina falconensis* Blow  
*Globigerinella aequilateralis* (Brady)  
*Globigerinita bradyi* Weisner  
*Globigerinita glutinata* (Egger)  
*Globigerinoides conglobatus* (Brady)  
*Globigerinoides ruber* d'Orbigny  
*Globigerinoides sacculifer* (Brady)  
*Globigerinoides tenellus* Parker  
*Globoquadrina conglomerata* (Schwager)  
*Globoquadrina dutertrei* (d'Orbigny)  
*Globoquadrina hexagona* (Natland)  
*Globorotalia inflata* (d'Orbigny)  
*Globorotalia scitula* (Brady)  
*Pulleniatina obliquiloculata* (Parker y Jones)  
*Globorotalia hirsuta* (d'Orbigny)  
*Globorotalia menardii* (d'Orbigny)  
*Hastigerina pelagica* (d'Orbigny)  
*Orbulina universa* (d'Orbigny)

TABLA I.- Lista de especies de foraminíferos planctónicos encontrados en aguas superficiales ecuatorianas.

agua de distinto origen y por lo tanto entre la fauna transportada por ellas.

La interpretación en la forma de distribución de las especies se la hizo especialmente en base a las mayores concentraciones que presentaron en el área, en condiciones normales y anómalas del mar.

Las notas hidrológicas se las agrupó en dos: relacionadas con períodos normales y con períodos anómalos del mar. Durante períodos normales, se trata del comportamiento de especies en área oceánica (fines de la estación lluviosa -mayo- y final de la época seca -diciembre 1973) y en área costera (época seca -agosto 1971, octubre 1973). Las estaciones de junio de 1974 servirán como referencia para la interpretación ecológica obtenida de datos recogidos en la parte sur de la costa. Los períodos anómalos se relacionan con la presencia del fenómeno "El Niño" en diciembre de 1972.

### Area Oceánica

La fauna de mayor mezcla de foraminíferos planctónicos (Luzuriaga de Cruz, 1980), estuvo formada por la similar y baja abundancia de las especies predominantes en otras áreas del mar ecuatorial, tales como *Globoquadrina dutertrei* y *Globigerinoides ruber*, a fines de la estación lluviosa y de la estación seca. En el límite sur de esta fauna de mezcla se pudo advertir un cambio en el tipo de especies nombradas anteriormente por *G. ruber* y *Globigerina bulloides*. El límite oriental de esta zona en el mes de mayo estuvo situada a la altura de la parte norte del Golfo de Guayaquil hasta las costas del sur de Manabí y en el límite occidental estaría entre 1°N y 0°30'S en la longitud de 85°W hasta donde se muestreó.

Boltovskoy (1976) señaló al Golfo de Guayaquil como límite entre la fauna de transición y fauna de aguas cálidas del Pacífico. Este límite podría estar asociado con la fauna de mezcla mencionada en el presente trabajo y por tanto sujeto a variación en su posición según la época del año. La parte sur del mar ecuatorial bajo este límite llamado por Boltovskoy (1976) aguas de transición, corresponderían a la fauna con mayor influencia de aguas frías y la parte norte del mismo límite como correspondiente a la fauna con mayor influencia de aguas cálidas señaladas en este trabajo, o lo más probable, que las aguas de transición ocupen casi toda el área del mar ecuatorial, elevándose dicho límite a las costas de Esmeraldas. Queda por averiguar mediante estudios locales detallados en que época del año y hasta que límite se desplazan aguas cálidas "puras" procedentes del norte.

En el mes de diciembre, parte de la fauna de mezcla se la localizó en sentido sur-este. El límite sur presentaría su más profunda concavidad cerca de Lat. 2°S y Long. 82°W hasta donde llega desde el sur la mayor concentración de *Globigerina bulloides* y el mínimo de *Globigerinoides ruber*. La penetración de *G. bulloides* refleja muy bien la introducción de aguas frías superficiales (Fig. 10).

La fauna de aguas cálidas presentó mayor predominio en la zona norte hasta donde se encontró la concentración de *Globigerinoides ruber*, *G. sacculifer*, *Globorotalia menardii* y también *Globoquadrina dutertrei* (Fig. 7). La fauna típica de aguas frías se situó en la parte austral y se caracterizó por la abundancia de *G. bulloides*. En el diagrama T-S que muestra la figura 8, se graficaron las mayores concentraciones de dos especies: *G. sacculifer* y *G. bulloides* en dos cruceros oceánicos, mayo y diciembre. *G. sacculifer* situó sus máximas

concentraciones entre 25.5°C - 27°C y 33.1‰ - 34.8‰ y *G. bulloides* entre 19.6°C - 23.5°C y 34.2‰ - 35.6‰ de salinidad.

Comparando la figura 8 con el diagrama y mapas de distribución presentados por Luzuriaga de Cruz (1980) para el año 1973, respecto a *Globigerinoides sacculifer*, *G. ruber*, *Globorotalia menardii*, se realizó la siguiente clasificación de la fauna de foraminíferos encontrados en los meses de estudio:

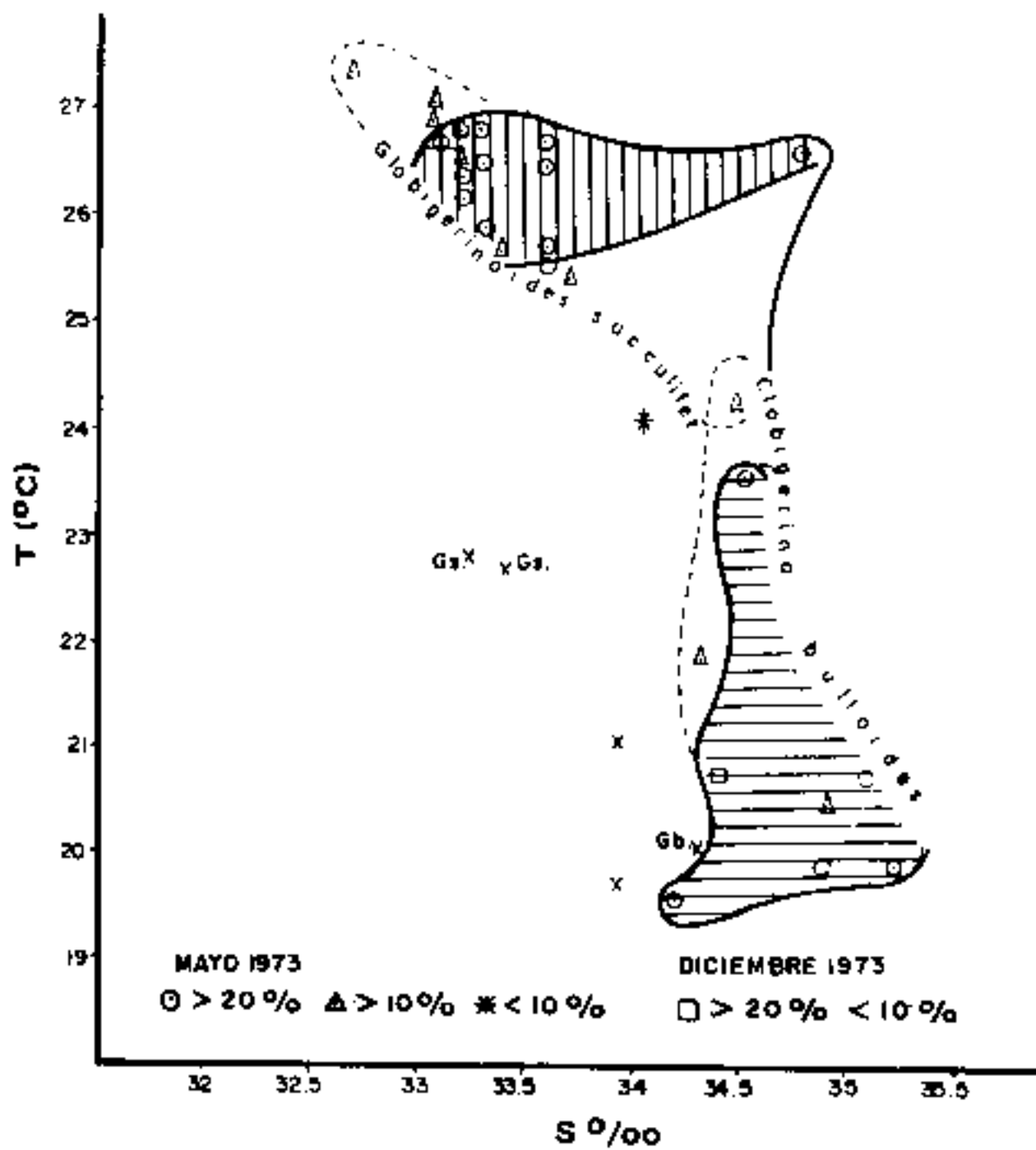
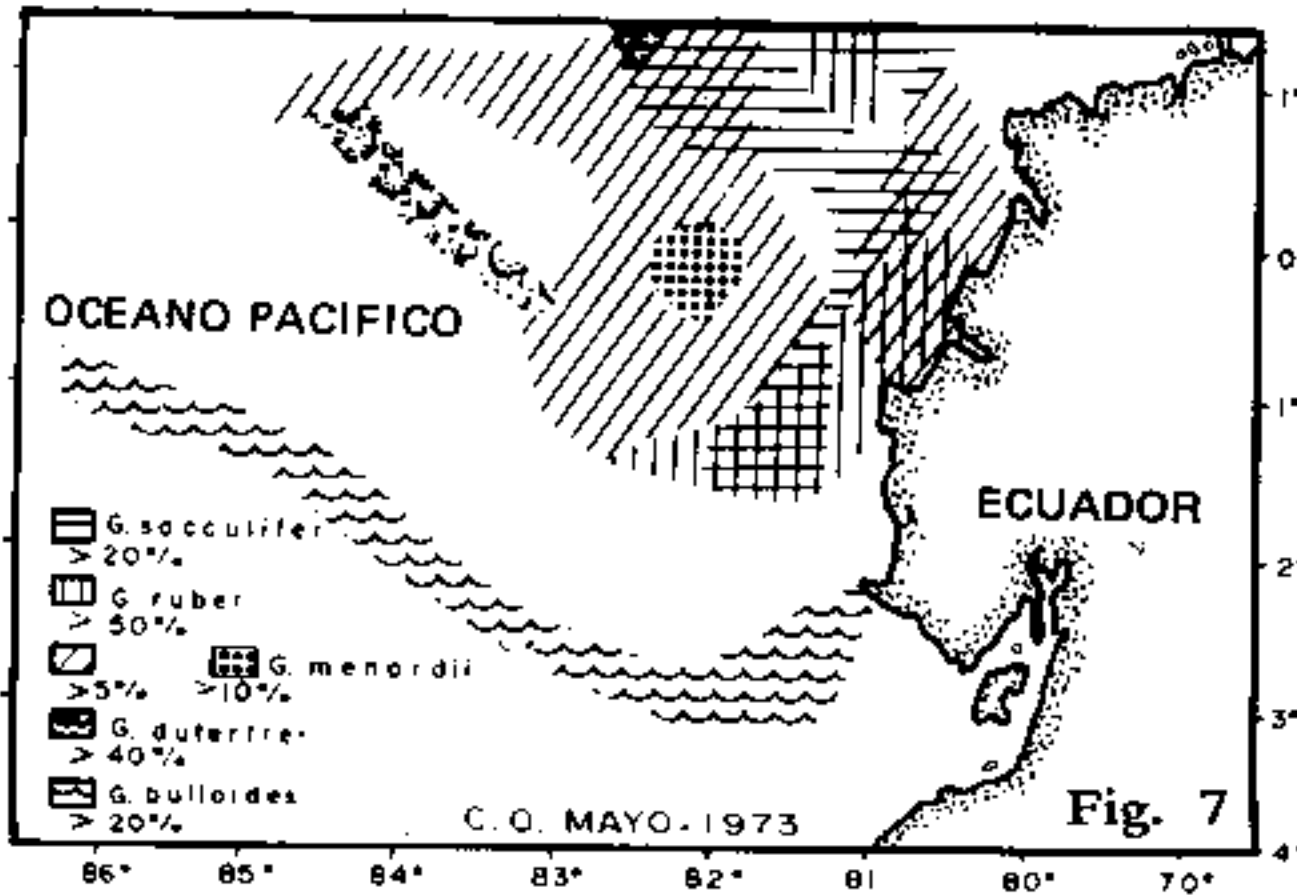


Figura 8 Diagrama T-S de 2 especies en cruceros oceánicos

NOTA: x, \* estaciones con escaso número de las dos especies pero sin notable predominio de una sobre la otra.

Fauna de agua cálidas, entre 25.5°C - 27.4°C de temperatura y 32.7‰ - 34.8‰ de salinidad (con las mayores concentraciones de *G. menardii*, *G. sacculifer*), fauna de mezcla entre 20.5°C - 25°C y 34.1‰ - 34.8‰ (iguales y bajos porcentajes sin predominio de ninguna especie abundante sobre la otra) y fauna de aguas frías entre 19.6°C - 23.5°C y 34.4‰ - 35‰ de salinidad (con la mayor concentración de *G. bulloides*).

De acuerdo a lo expuesto, en la figura 9 se esquematiza el desplazamiento de las masas de aguas ecuatorianas durante el crucero oceánico de mayo. En este mes, la zona de convergencia según datos biológicos estuvo a la altura del Golfo de Guayaquil separando las aguas septentrionales y australes donde también existió mezcla de aguas de distinto origen, razón por la cual se prefirió denominar a estas áreas, subrayando en ellas, el mayor predominio de aguas cálidas de la Bahía de Panamá o de las aguas frías procedentes del sur.

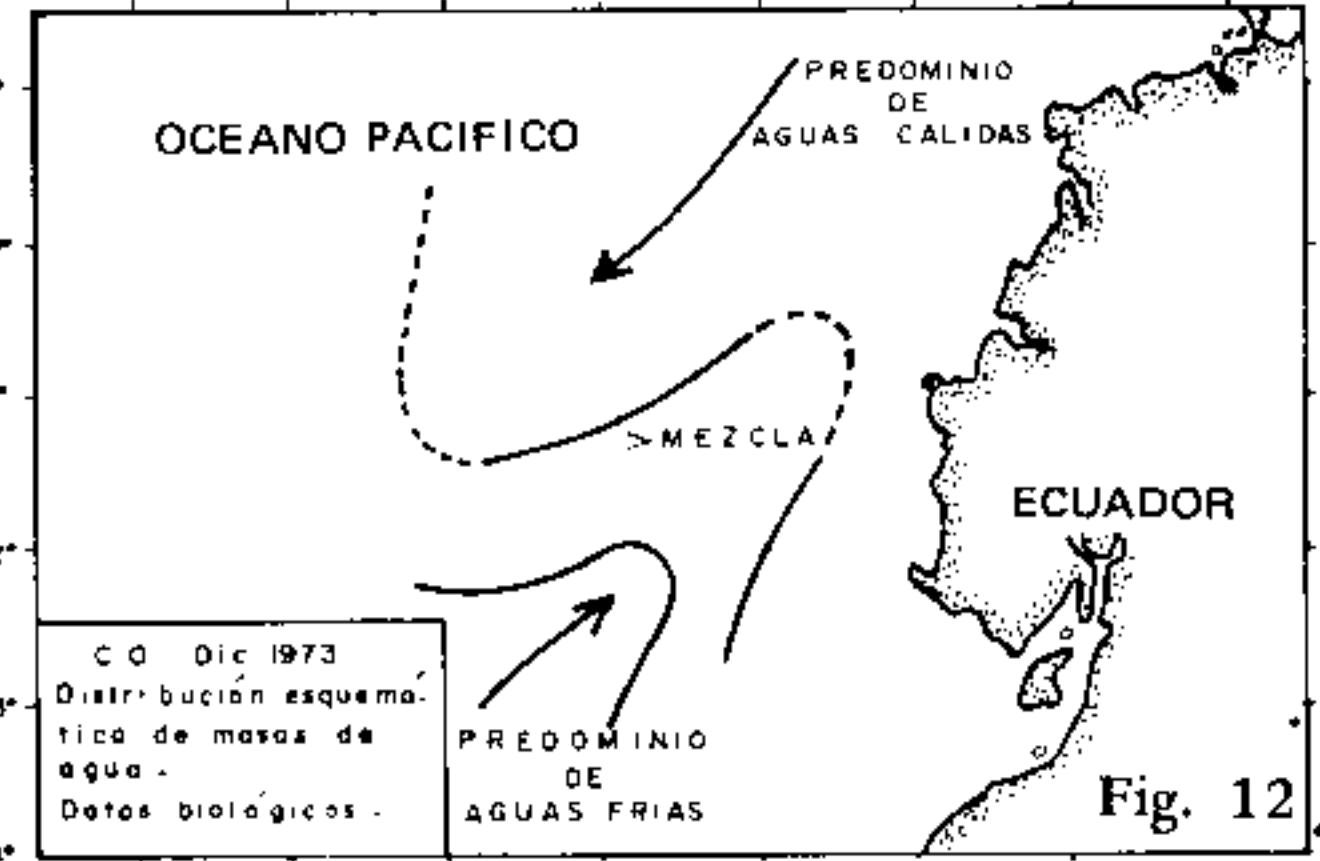
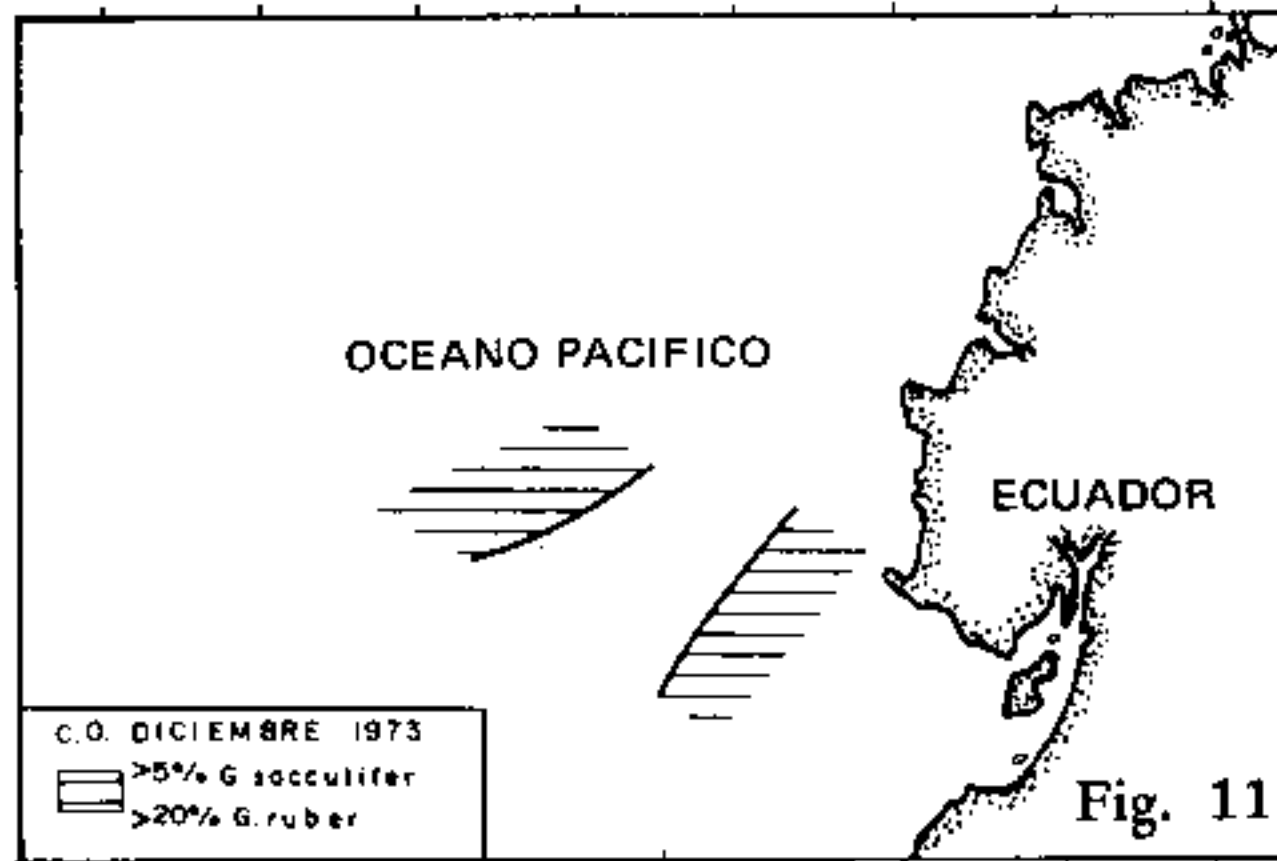
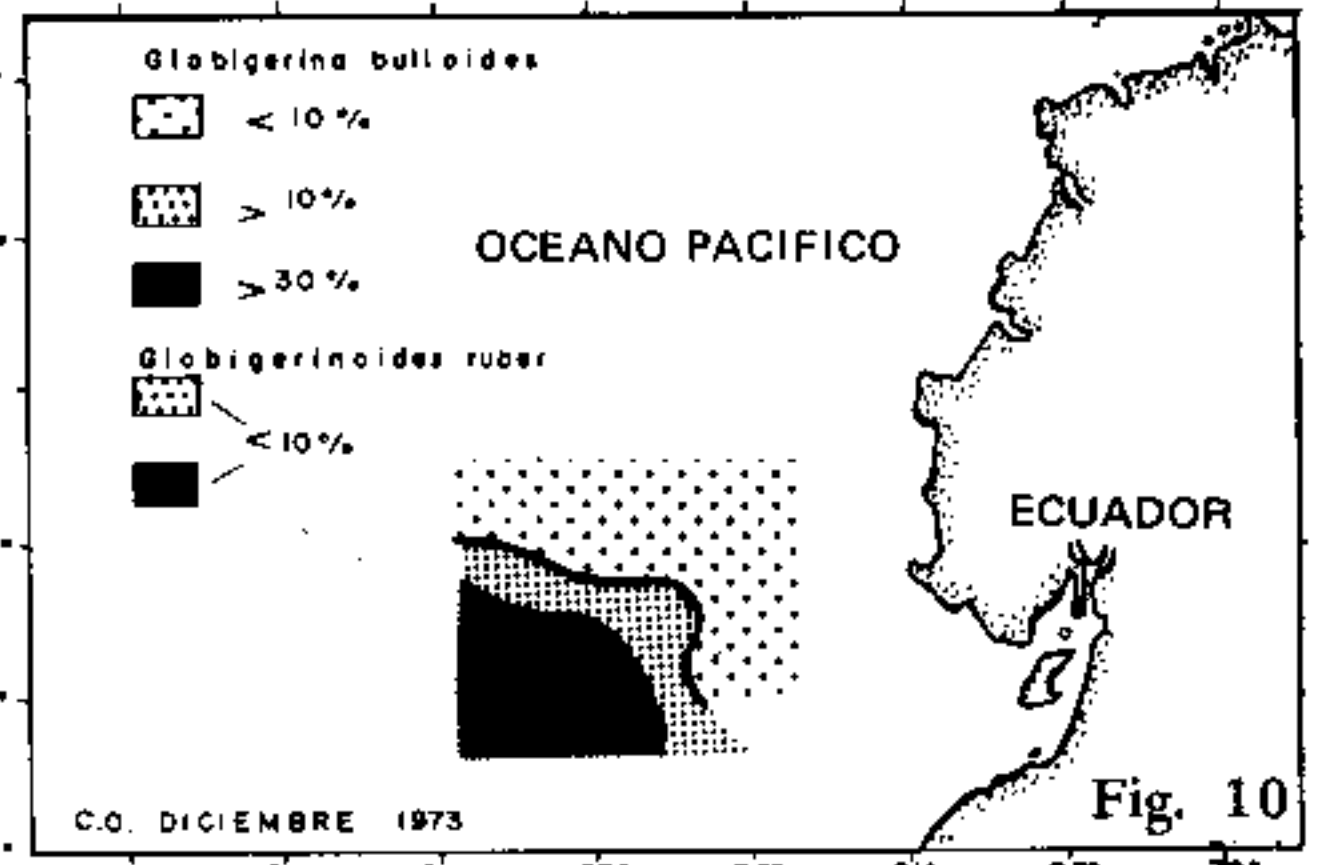
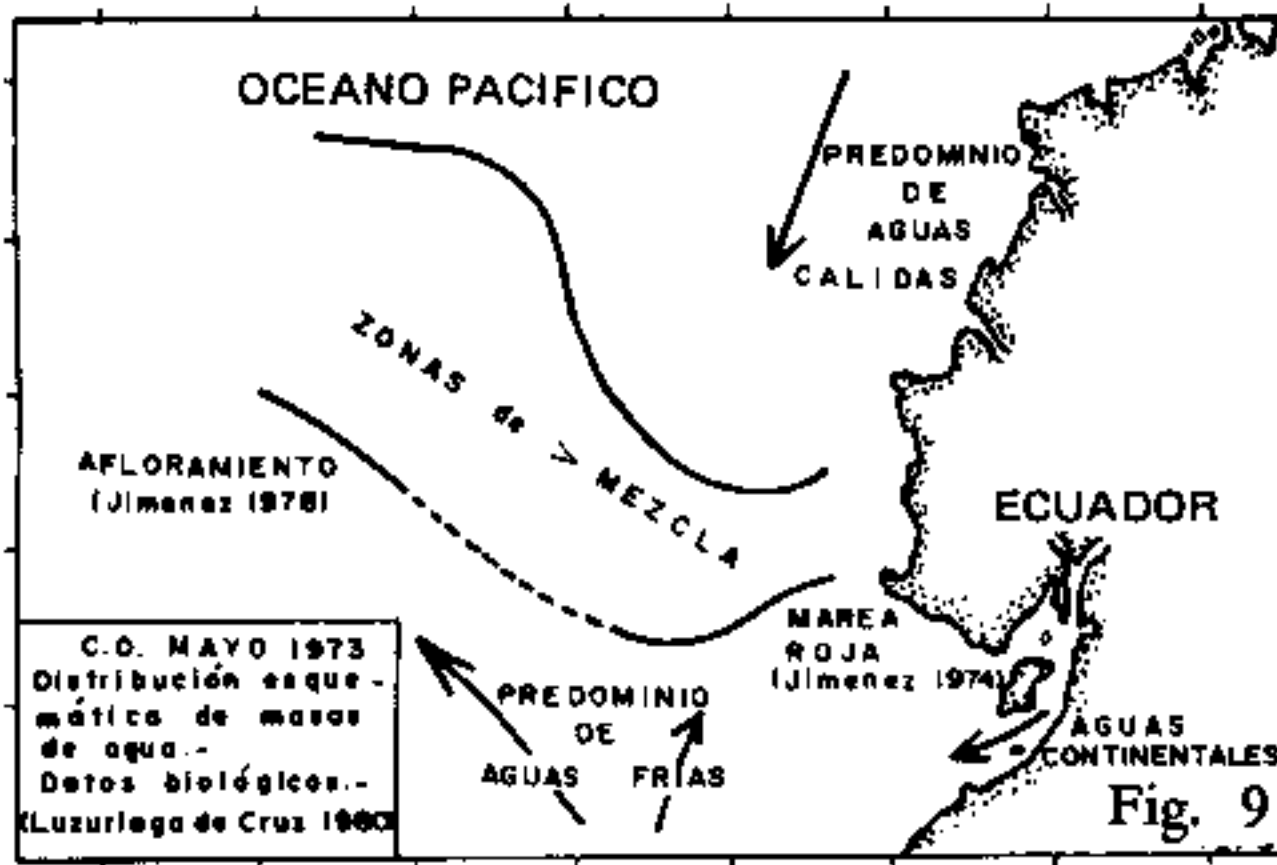
En la parte occidental de área oceánica, alrededor de las estaciones 50 y 51 se produjo un afloramiento y en la parte exterior del Golfo de Guayaquil, (estación 8) hubo una marea roja (Jiménez, 1974, 1978). Estas áreas se destacan por la abundancia de fitoplancton, elevada producción primaria y predominio de *G. bulloides* con cerca del 50% del total de foraminíferos tanto en el área de afloramiento como en el área de marea roja (Miró et al., 1974; Luzuriaga de Cruz, 1980). El tamaño de los foraminíferos fue pequeño, quizás debido a que la reproducción se vio favorecida por la gran cantidad de fitoplancton disponible (Mateu, 1979). Parece ser que el núcleo del afloramiento oceánico estuvo en la estación 50 por el gran número de ejemplares pertenecientes a la especie mencionada.

En el mes de diciembre pudo señalarse el avance de aguas frías en el extremo suroeste del área (Figs. 11-12). No se limitó la parte septentrional de la zona de convergencia por la falta de estaciones biológicas más al norte. Las aguas más cálidas se situaron especialmente hacia la parte oriental del área de muestreo. La presencia en estas aguas de *G. ruber* (más del 20%) y *G. sacculifer* (cerca del 10%) hace presumir que el límite norte de la convergencia tendría igualmente un sentido sur-este en el área muestreada.

### Zona Costera

En los cruceros costeros de agosto de 1971 y octubre de 1973 se anotó lo siguiente:

En el mes de octubre, el predominio de especies en más del 20%, de *G. menardii* en el norte y de *G. ruber*



en el sur, sugieren la presencia de aguas cálidas en toda la costa. El relativo aumento del 4 al 8% de *G. bulloides* a partir de la zona situada a la altura de Punta Jama hacia el sur, nos permite advertir una ligera mezcla de estas aguas con agua fría procedente del sur, y observar la presencia de aguas de la zona de convergencia en todo este amplio sector (Fig. 14). El mayor número de ejemplares pertenecientes a *G. menardii* estuvo en la parte norte, entre 23.9°C - 24.8°C de temperatura y 32.3‰ - 33.6‰ de salinidad y *G. ruber* y *G. bulloides* entre 22.2°C - 24.1°C y 33.4‰ - 33.7‰ en la parte sur (Fig. 13).

En agosto de 1971, las aguas del extremo sur del área muestreada, son diferentes a la restante. La ausencia, entre las especies predominantes, de especies típicas de aguas frías y tropicales hace necesaria la obtención de mayor información faunística en períodos anteriores y posteriores en este lugar. El Frente Ecuatorial según datos físicos estaría situado más al norte.

En la figura 15 se puede observar la afinidad poblacional de foraminíferos en el mes de agosto y las especies dominantes en cada estación (*Gg* = *Globigerinita glutinata*, *Gm* = *Globorotalia menardii*, *Ga* = *Globigerinella aequilateralis*, *Gr* = *Globigerinoides ruber*, *Gd* = *Globoquadrina dutertrei*). La estación 10 es

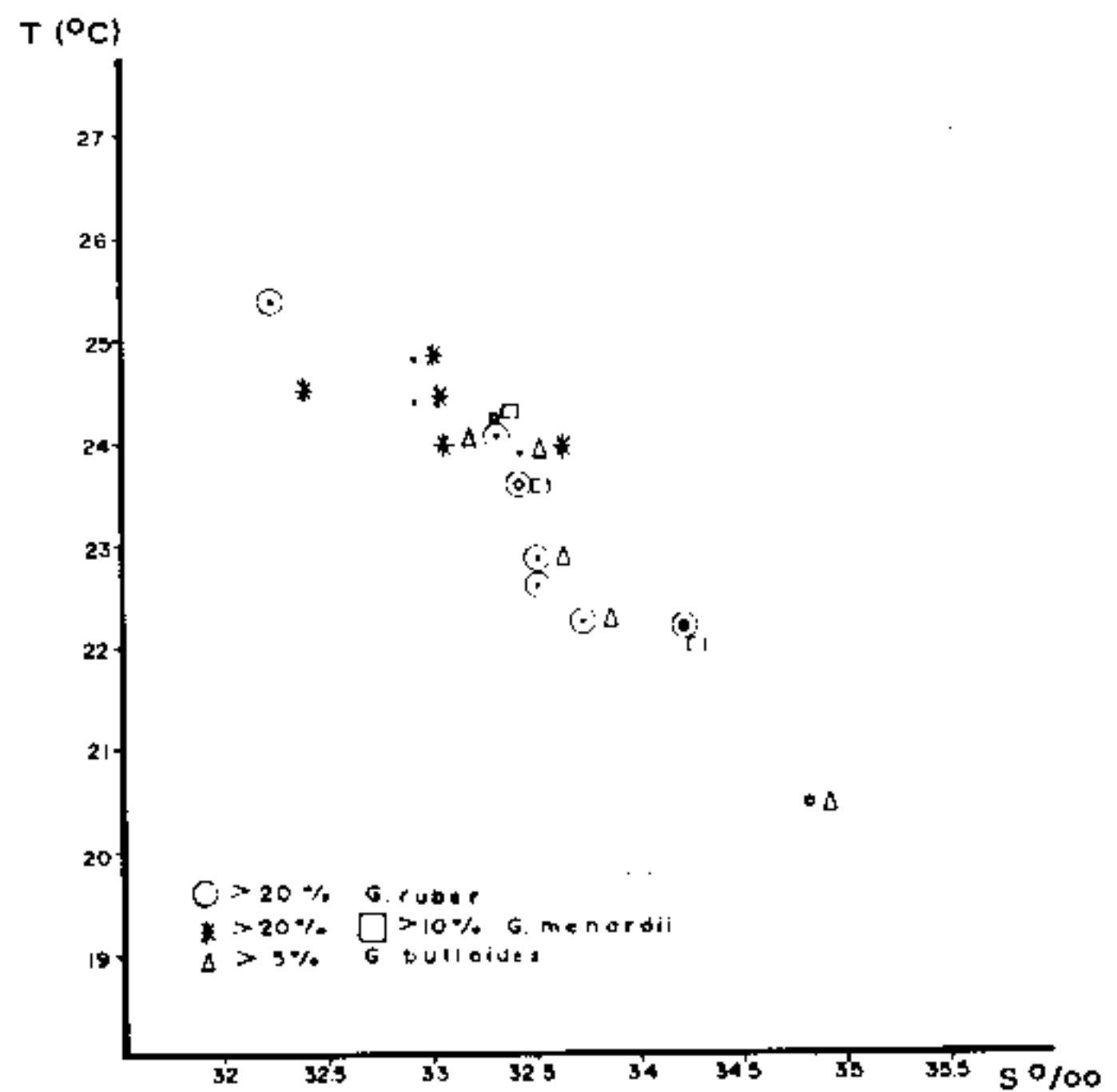


Figura 13 Diagrama T-S respecto a tres especies en plancton superficial. Cruceros costeros de octubre 1973 (.) y agosto 1971 (°).



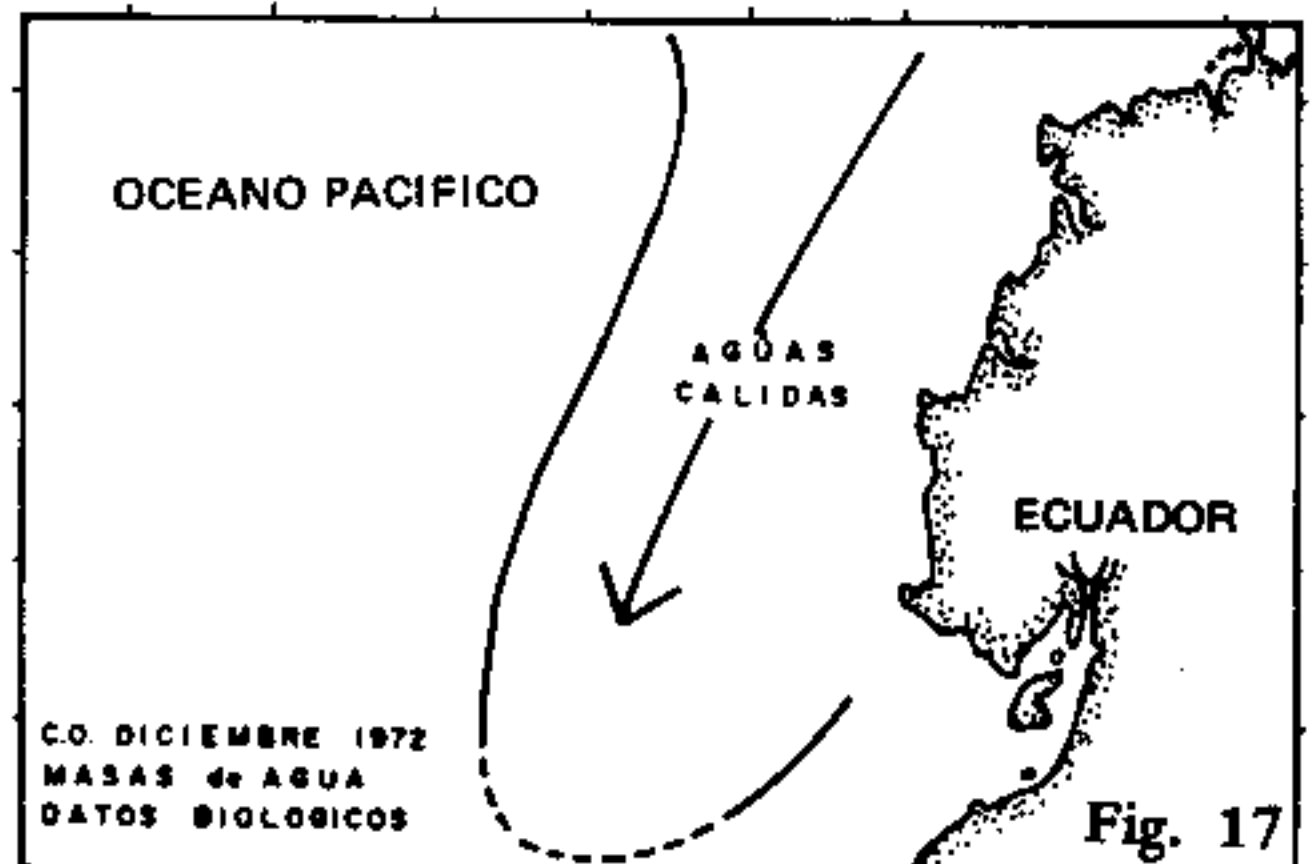
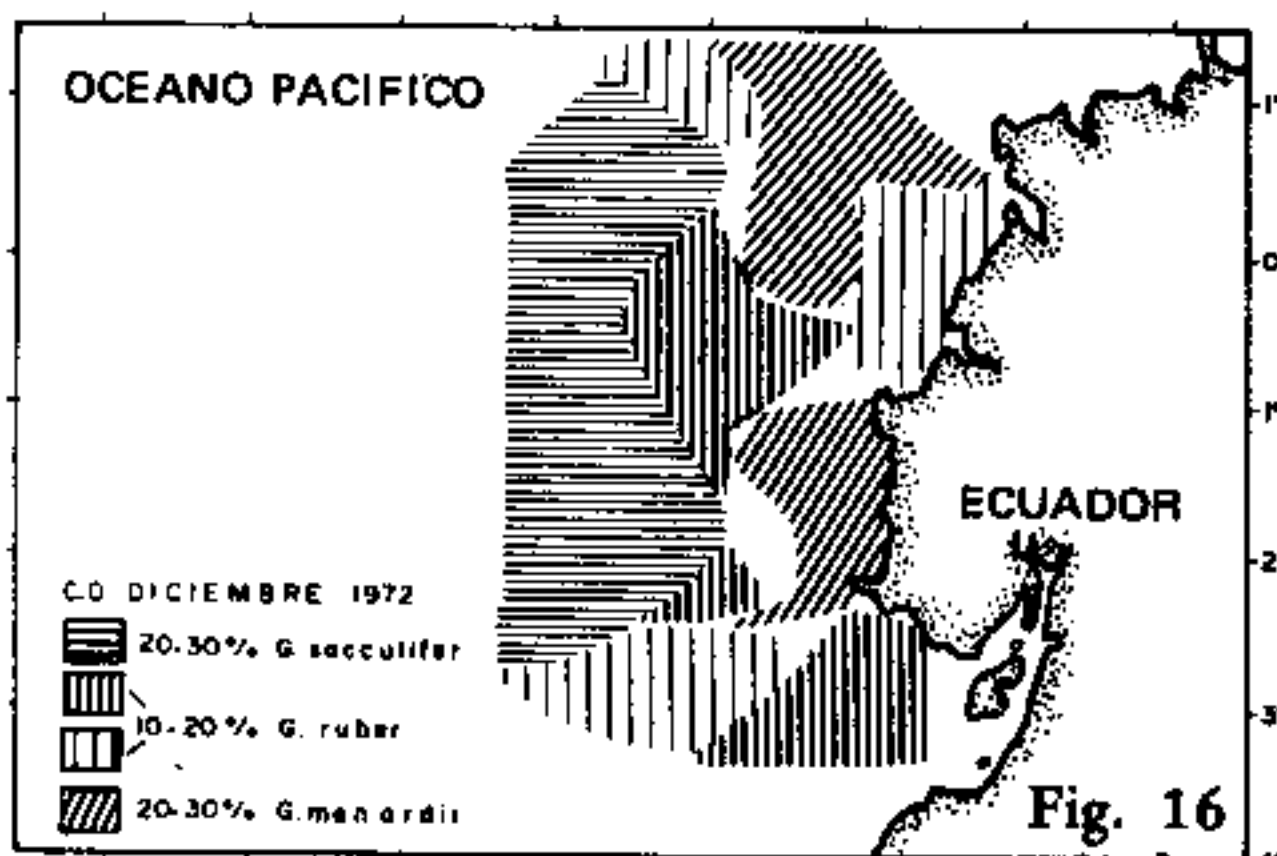
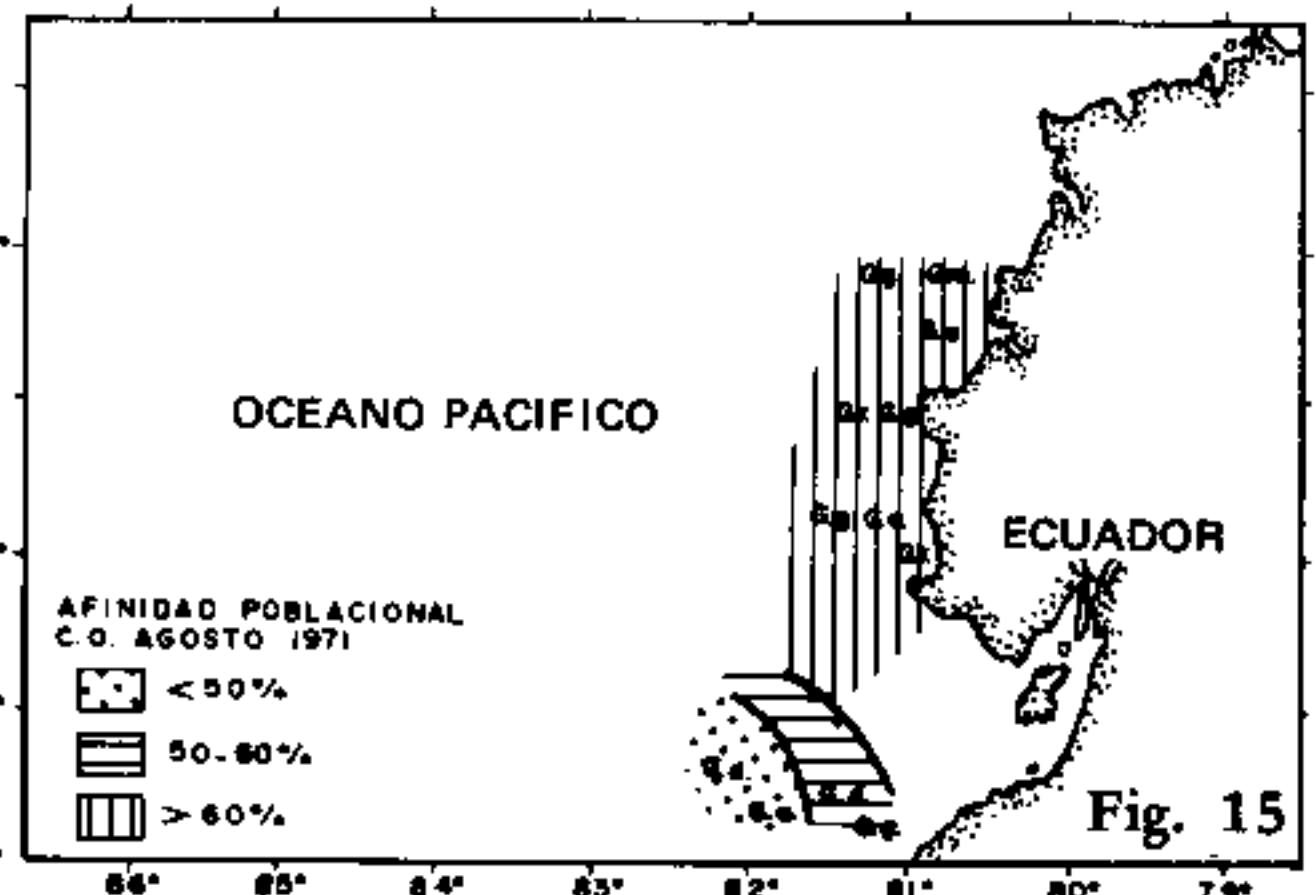
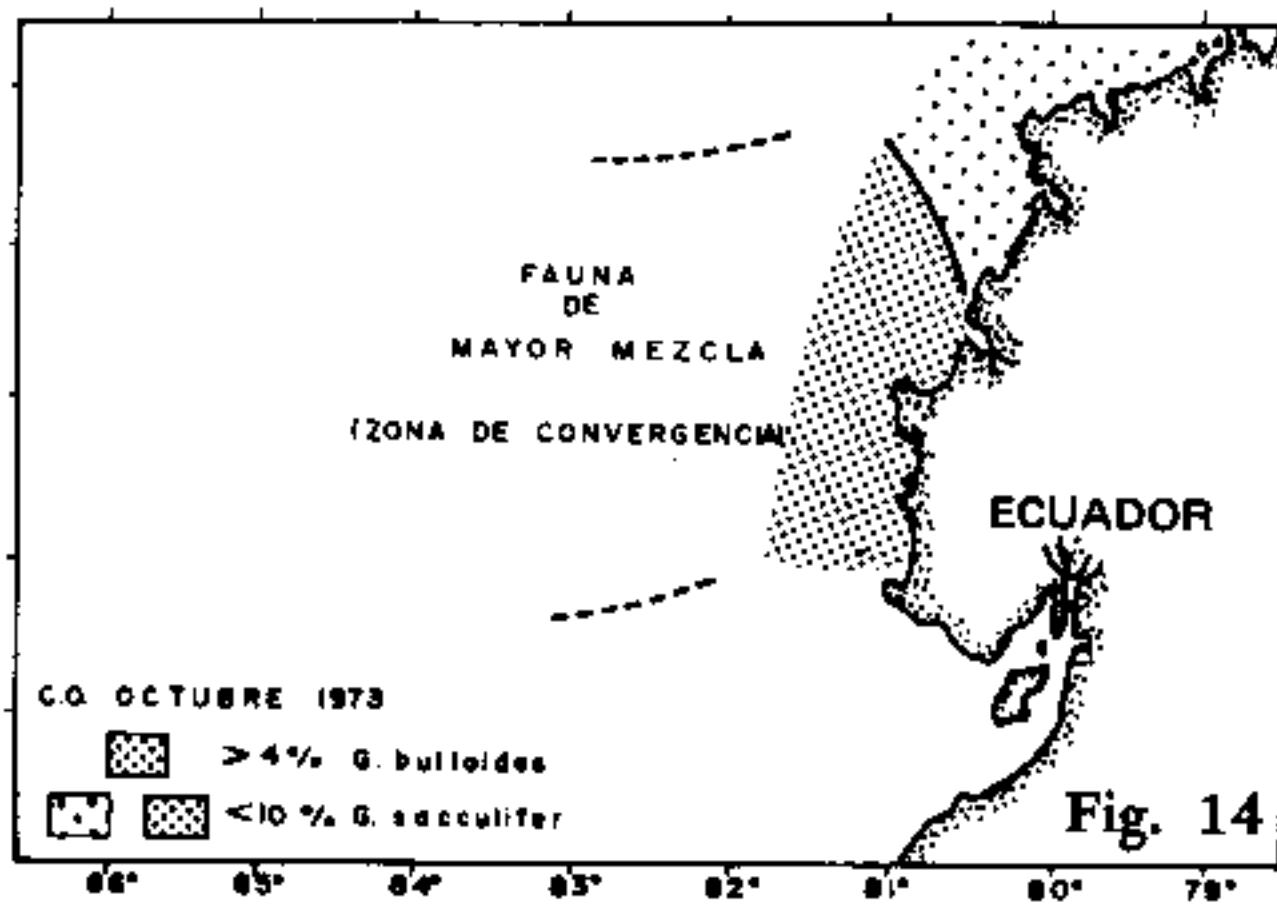
diferente a las demás, afin solo con la estación 9 en un 53%. Esta última estación mantiene una afinidad de 50-60% con las restantes. Entre las otras estaciones (12, 15, 17) se mantiene una afinidad de más del 60%. *G. bulloides* especie de aguas frías está presente en forma escasa e irregular en las dos primeras estaciones citadas y *G. ruber* también escasa en las últimas. La temperatura entre 20°-24°C correspondiente al Frente Ecuatorial (Stevenson et. al., 1970) influyó en toda la parte exterior del Golfo de Guayaquil hasta Cabo Lorenzo, zona donde se encontró la mayor parte de las estaciones nombradas, a excepción de la estación 10 que está en una entrante de aguas de menos de 19°C.

Muestreos más continuos de los foraminíferos nos llevaría a establecer épocas de desarrollo masivo de determinadas especies como parece ser el caso de *G. glutinata* cuya abundancia en agosto de 1971 se hace más lógica por este motivo, que por su preferencia a determinada condición ambiental, dado el carácter de especie cosmopolita que posee, criterio compartido por Boltovskoy (1966), y Miró (1971) entre otros. Sin embargo, ciertas notas ecológicas se desprenden del comportamiento de estas especies predominantes y que invariablemente se deben a las características propias de

las corrientes donde se encuentran. La fauna dominante en agosto de 1971 estuvo formada por *G. glutinata*, *G. dutertrei*, *G. aequilateralis* fauna parecida a la encontrada en las estaciones 23 y 24 estudiadas en junio de 1974. Miró (1971) en su estudio de la Plataforma Continental de Venezuela, encontró que en la zona de los Roques, la población de foraminíferos planctónicos estuvo integrada en mayor parte por *G. glutinata*, *G. dutertrei*, *G. aequilateralis*, *G. ruber*, no registró a *G. bulloides*. En aguas ecuatorianas *G. glutinata* no encerró en ninguna otra época estudiada en este trabajo, la abundancia que se observó en este mes, igual *G. aequilateralis*. La explicación a esta diferencia habría que buscarla en el grado de complejidad o nivel de organización de la población dentro de la sucesión ecológica de los foraminíferos planctónicos.

### Condiciones anómalas del mar

En el mes de diciembre de 1972, *G. sacculifer*, *G. ruber* en área oceánica y *G. menardii*, *G. dutertrei* en área costera, indicaron el desplazamiento de aguas cálidas frente a Ecuador (Figs. 16 - 17). La presencia en forma aislada de especies de aguas templadas y frías durante el evento no es clara (*Globigerina quinqueloba*,



*Globigerinita bradyi*, *Globorotalia scitula*) quizás su captura se deba al azar por efecto de pequeñas migraciones que realizarían los foraminíferos, o tal vez su resistencia a cambios tan radicales del medio ambiente sería favorecido por el aporte de agua subsuperficial o por parches de agua fría que quedaron atrapados, especialmente en la parte exterior del Golfo de Guayaquil y cerca de la Punta de Santa Elena.

Según Enfiel (1975), el fenómeno "El Niño" comenzó en los primeros meses de 1972 y terminó en marzo de 1973, por tanto según datos físicos en el mes de mayo de 1973, las condiciones del mar ya se normalizaron pero los datos biológicos sugirieron la existencia de vestigios de dicha anomalía. Las aguas cálidas avanzaron hasta el límite sur de la convergencia propiamente dicha, como lo demuestra la fauna dominante en esta zona (*Globoquadrina dutertrei*, *Globigerinoides ruber*). Además, se observaron parches de aguas cálidas en mezclas con aguas frías que dominaron en la parte sur del área. A los 50 metros de profundidad, en la estación 39, situada en el extremo sur del área oceánica, *Globorotalia menardii* fué la segunda especie en abundancia (15%) después de *G. dutertrei* (Fig.s 18-19).

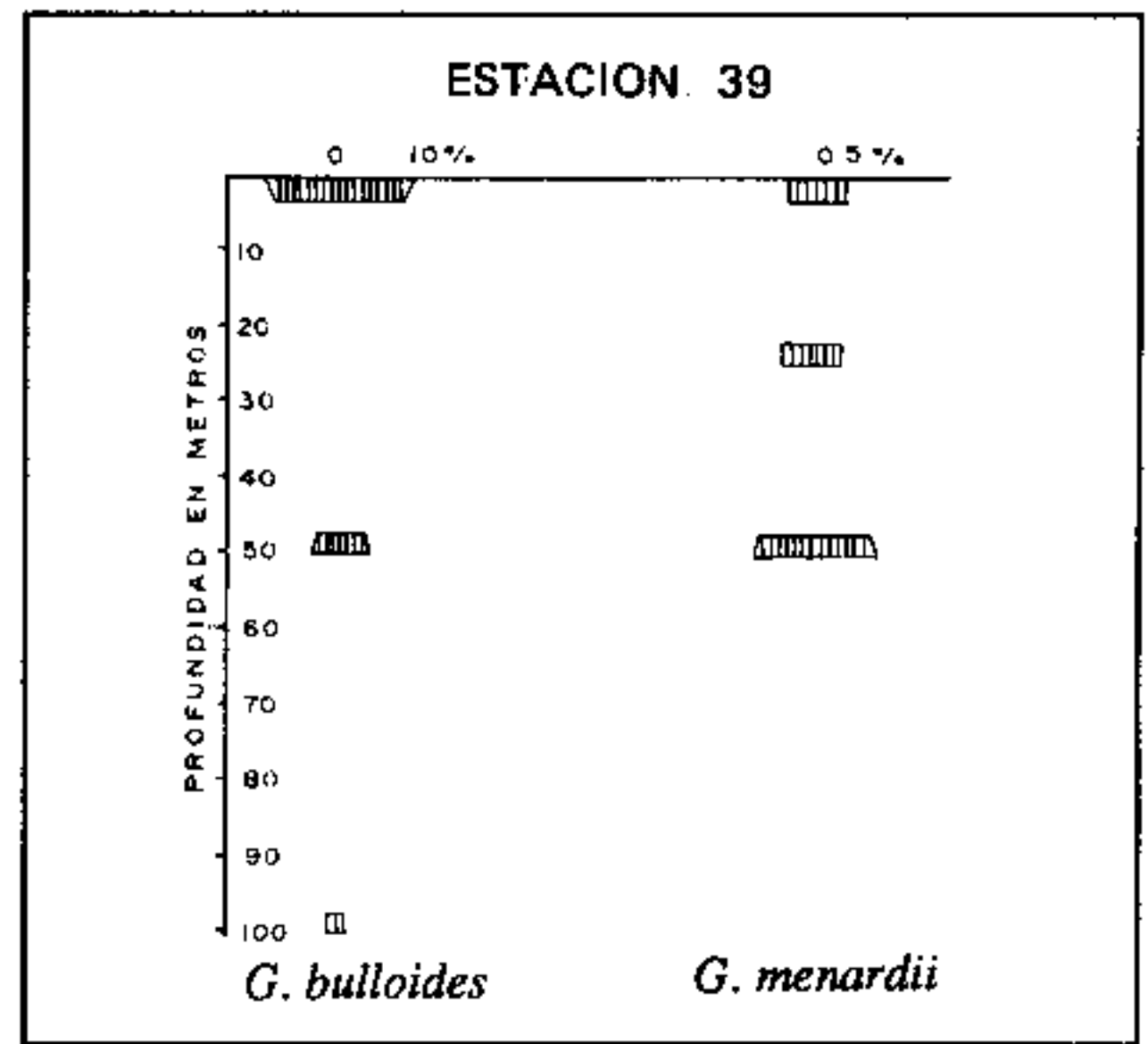
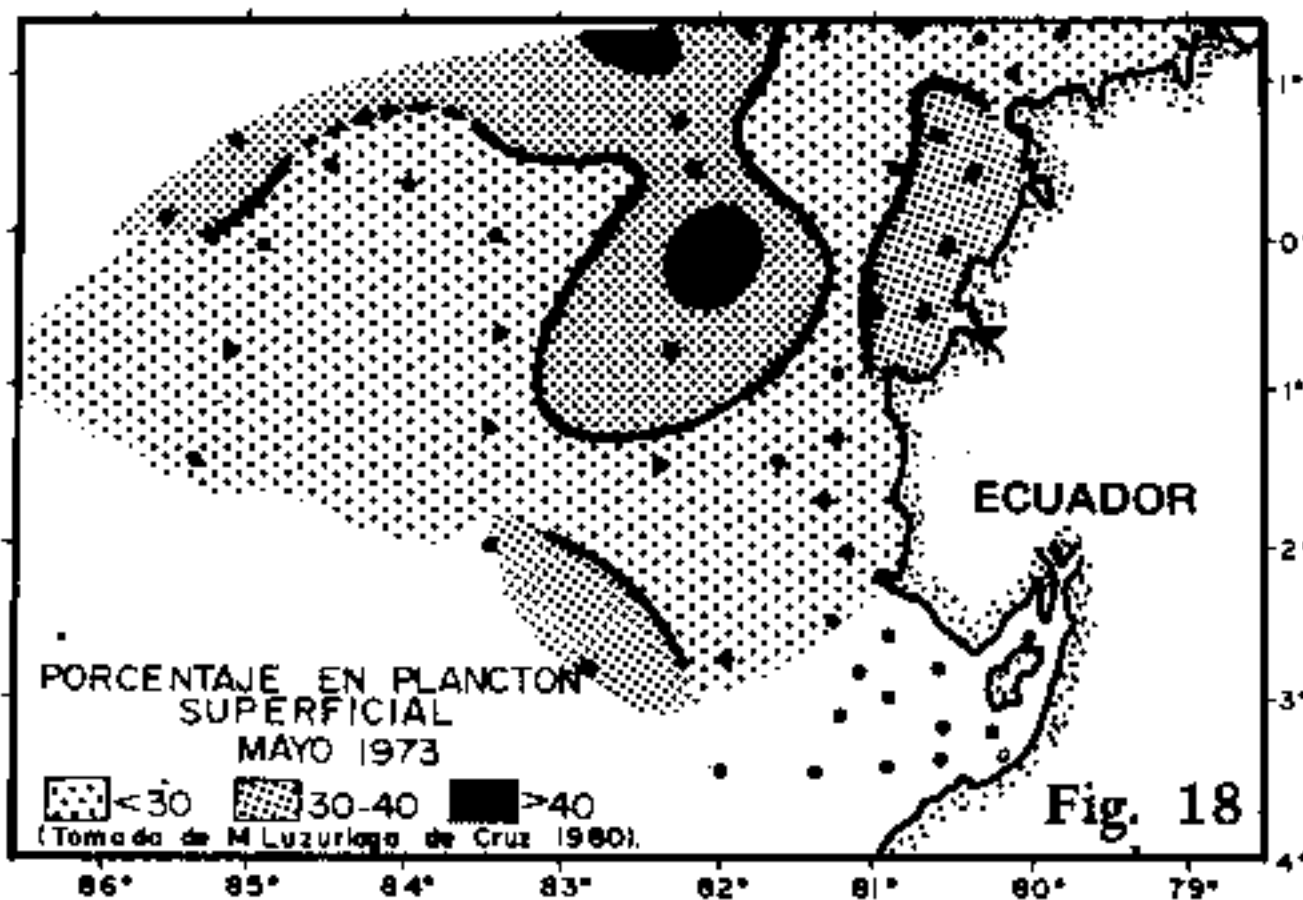


Figura 19 Distribución de dos especies de foraminíferos planctónicos en diferentes niveles de profundidad. Mayo 1973



De todo lo expuesto anteriormente se desprende que los cambios en la población de foraminíferos planctónicos en aguas ecuatorianas delatan la posición y desplazamiento de las masas de agua ayudando también a localizar áreas de riqueza o pobreza de fitoplancton, nutrientes, áreas de afloramiento e inclusive contribuiría a investigaciones sobre la predicción del fenómeno "El Niño".

AGRADECIMIENTO

Presento mi agradecimiento al Instituto Oceanográfico de la Armada y al Instituto Nacional de Pesca por las facilidades dadas a la realización del presente trabajo.

Mi reconocimiento al Dr. Roberto Jiménez, ex-Director del INP y Dra. Elena Gualancañay por la lectura y crítica del manuscrito. A la Srta. Marjorie Ceballos por el acabado de los dibujos.

## BIBLIOGRAFIA

- Bé, A.W.H., 1967.- Foraminífera. Families: *Globigerinidae* and *Globorotalidae*. Cons. Perm. Internat. Expl. Mer, Fiches Ident. Zooplankton. Sheet 108. Contr. 982, pp. 2-9, Text figs, New York.
- BOLTOVOSKOY, E. 1966.- Zonación en las latitudes altas del Pacífico Sur según los Foraminíferos planctónicos vivos. *Rev. Hidr. Mus. Argentino Cienc. Nat.* Tomo II, No. 1 Argentina.
- .....1974.- *Globorotalia hirsuta eastropacia* N. subsp. Planktonic subspecies (Foraminiferida) from the Tropical Pacific Ocean. *Rev. Española Micropaleont.*, vol. VI, No. 1, pp. 127-133.
- .....1974.- Foraminíferos planctónicos epipelágicos de la parte este del Pacífico Tropical. *Rev. Hidr. Mus. Argentino. Cienc. Nat.*, Tomo IV, No. 3, Argentina.
- .....1976.- Distribution of recent Foraminífera of the South American. *Region Foraminifera*. Vol. 2, Academic Press-London.
- ENFIELD, D., 1975.- Oceanografía de la región norte del Frente Ecuatorial: Aspectos físicos. Publ. INOCAR-IOA - 201-75, 55 págs. Guayaquil-Ecuador
- JIMENEZ, R., 1974.- Marea Roja debida a un ciliado en el Golfo de Guayaquil, Ecuador. Publ. INOCAR-CM-BIO-2, 11p. Guayaquil - Ecuador.
- .....1978.- Mise en Evidence de L' upwelling Equatorial a L'est des Galápagos. *Cash O.R.S.T.O.M.*, Ser. Oceanogra. Vol. XVI, No. 2, 137-155
- JIMENEZ, R. Y F. PESANTES, 1978.- Fitoplancton, producción primaria y pigmentos en aguas costeras ecuatorianas. Publ. INOCAR. Vol. 2, No. 1, 1-30, Guayaquil-Ecuador
- LUZURIAGA DE CRUZ, M., 1976.- Foraminíferos planctónicos vivos en aguas superficiales ecuatorianas durante "El Niño" de 1972. Publ. INOCAR-CM-IONA-CM-BIO-09. 30pp., Guayaquil-Ecuador.
- .....1977.- Biomasa del zooplankton y anotaciones ecológicas en base a los indicadores biológicos: Foraminíferos planctónicos, al oeste de las Islas Galápagos. *Bol. ERFEN*, Vol. 1, No. 2, Chile.
- .....1980.- Sistemática y ecología de los foraminíferos planctónicos vivos en el mar ecuatoriano. *Tesis Doctoral* - Universidad de Guayaquil. 82 págs. Tablas I-IV, Figs. 1-51 y Lám. I-IX. Guayaquil - Ecuador
- ....., en prensa.- Morfología de los foraminíferos planctónicos vivos de Ecuador. Guayaquil-Ecuador.
- MATEU, G., 1979.- Foraminíferos planctónicos del área de afloramiento del Atlántico de NW de Africa: Estructura, origen y evolución de sus comunidades. *Revista Española de Micropaleontología*. Vol. XI, No. 1, 135-157. España.
- MIRO, M. de 1971.- Los foraminíferos planctónicos y sedimentados del margen continental de Venezuela. *Tesis Doctoral*. Universidad de Barcelona (manuscrito) 322 pags. lám. I-V
- MIRO, M.D. de, R. JIMENEZ, E. GUALANCAÑAY Y M. LUZURIAGA 1974.- Producción primaria y pigmentos fotosintéticos del Fitoplancton Marino del Ecuador. Publ. INOCAR-CM-BIO-1, 12 pags. Guayaquil-Ecuador
- MIRO, M.D. de, y M. LUZURIAGA, 1974.- Foraminíferos planctónicos vivos en aguas superficiales ecuatorianas. Publ. INOCAR-CM-BIO-3-74, 14 pags. Guayaquil - Ecuador.
- PARKER, F., 1962.- Plancktonic foraminiferal species in Pacific sediments. *Micropaleontology*, Vol. 8, No. 2, 219-254. plates 1-10.
- STEVENSON, M.O. GUILLEN Y J. SANTORO, 1970.- Atlas de las aguas costeras del Océano Pacífico en la América del Sur. Univ. de California Press., 23 pags. y mapas.
- WOOSTER, W. Y O. GUILLEN, 1969.- Equatorial front between Perú and Galápagos. *Deep-Sea Research*. Supl. Vol. 16., 407-419.
- WOOSTER, W. Y O. GUILLEN, 1974.- Características de "El Niño" en 1972, *Bo. Inst. Mar del Perú* 3 (2), 44-71. Callao-Perú.
- ZUTA, S 1972.- El fenómeno "El Niño". *Revista de Estudios del Pacífico* pp. 27-42. Valparaíso - Chile.