

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS VIVOS EN CONDICIONES NORMALES DEL MAR ECUATORIANO Y DURANTE EL EVENTO “EL NIÑO” 1997 – 1998

Maria Luzuriaga-Villarreal ⁽¹⁾

RESUMEN

La dirección, desplazamiento y características físico-químicas de las corrientes oceánicas, inciden en los cambios de la biodiversidad marina frente a Ecuador; la sensibilidad a las variaciones del ambiente de especies planctónicas como los foraminíferos planctónicos, las convierten en herramientas vivas de detección de cambios del ecosistema marino en un momento dado. Con tal propósito, este trabajo trata la distribución y relaciones ecológicas de los de foraminíferos planctónicos vivos, encontrados en el mar ecuatoriano entre 1988 a 1998. Se colectaron muestras de zooplancton durante cruceros oceanográficos realizados desde la costa continental hasta Long. 92° W al oeste de las Islas Galápagos, y en la estación fija "La Libertad" - Península de Santa Elena, desde 1993 a 1998. Las especies, *Globigerinoides sacculifer*, *G. ruber*, *Globorotalia menardii* se perfilan como indicadoras del desplazamiento de aguas cálidas de la Cuenca de Panamá y *Globigerina bulloides*, como indicadora del avance desde el sur de aguas de la Corriente de Humboldt, tipificando también fauna de aguas oceánicas ricas en fitoplancton y productividad primaria. *G. sacculifer* y *G. ruber* predominaron durante el Evento "El Niño" 97-98 a lo largo de toda la costa ecuatoriana. *Globoquadrina dutertrei* se asocia con zonas de mayor mezcla de aguas de distinta procedencia y/o épocas de drásticos cambios ambientales en el ecosistema. Los cambios observados en la composición de especies a través del tiempo en la estación fija de La Libertad, perfilan a *G. sacculifer* como la más importante especie indicadora del Evento "El Niño" 1997 -1998, en su etapa madura.

Palabras Claves: indicadores biológicos, distribución, corrientes, zooplancton, productividad, *Globigerina*

ABSTRACT

The direction, displacement and physicochemical characteristics of ocean currents, affect marine biodiversity changes in front of the coast of Ecuador; sensitivity to changes in the environment of planktonic species such as planktonic foraminifera, make them living tools to detect changes in the marine ecosystem at any given time. With this purpose, this paper discusses the distribution and ecological relationships of living planktonic foraminifera, found in Ecuadorian sea from 1988 to 1998. Zooplankton samples were collected during oceanographic cruises performed from the continental coast to 92 ° W to the west of the Galapagos Islands, and the fixed station "La Libertad" - Santa Elena Peninsula. *Globigerinoides sacculifer*, *Gruber*, *Globorotalia menardii* emerged as indicators of warm waters of the Panama Basin, and *Globigerina bulloides*, as an indicator of the displacement from southern waters of the Humboldt Current, also typifying ocean waters fauna rich in phytoplankton and primary productivity. *G. sacculifer* and *G. ruber* were predominant during "El Niño" 97-98 along the whole Ecuadorian coast. *Globoquadrina dutertrei* is associated with the greatest mixing of waters areas from different sources and / or season of drastic environmental changes in the ecosystem. The observed changes in species composition over time in the fixed station La Libertad draw the attention to *G. sacculifer* as the most important indicator species of "El Niño" 1997 -1998, in its mature stage.

Keywords: biological indicators, distribution, currents, zooplankton, productivity, *Globigerina*

¹ Instituto Nacional de Pesca (INP) email: mluzuriaga@institutopesca.gob.ec

*= Presentado en el Simposio Internacional del Medio Ambiente – CPPS – Guayaquil – Ecuador – Dic/ 98

INTRODUCCIÓN

Los foraminíferos planctónicos, integrantes del zooplankton marino, de tamaño inferior a 1 mm, pertenecen al Filo Protozoa, Clase Sarcodina, Subclase Rizópoda, Orden Foraminiferida. Poseen un cuerpo “blando” o protoplasma que se encuentra dentro del caparazón o conchilla formada en su mayor parte por carbonato de calcio. El caparazón posee forámenes por donde salen los reticulopodios o espinas que les sirve para flotar y alimentarse. La primera cámara donde se forman es el prolóculo, que se observa en el lado dorsal y una gran abertura en el lado ventral.

Los foraminíferos planctónicos no tienen movimiento propio y habitan en capas de agua con determinadas características físico-químicas, por lo que se puede conocer la preferencia o resistencia de algunas especies con respecto a los diversos parámetros ambientales: temperatura, salinidad, nutrientes (Miró 1971a). Estos organismos permiten conocer el origen y desplazamiento de las corrientes y masas de agua. (Bé 1967, Boltovskoy 1970, Miró 1971 a,b, Luzuriaga 1980, 1992, 2009). Al morir, sus caparazones caen al fondo del océano pasando a formar parte de los sedimentos en un área mas o menos cercana a la que vivieron, donde permanecen por largos períodos geológicos, como testigos de que ocurrió en el pasado, de allí la importancia de su estudio en las ciencias geológicas (Miró 1971a).

Sobre la base de estas características de los foraminíferos planctónicos, Boltovskoy (1966, 1968, 1970) en su estudio hidrológico de la zona de convergencia subtropical - subantártica en el Océano Atlántico, primero estudiaba el tipo de fauna de una masa de agua y después analizaba la temperatura y salinidad. Según este autor, el hallazgo de especies de aguas de altas latitudes en bajas latitudes, es evidencia que hasta estos paralelos llegan en cantidades muy pequeñas, mezclas de aguas traídas desde el sur. Esto confirma que los foraminíferos son más conservadores en lo que se refiere a origen de

masas de agua, si los comparamos con las propiedades físico- químicas. Según estas últimas sería imposible detectar en las áreas cálidas, mezclas de aguas frías (Boltovskoy 1966).

En base a foraminíferos planctónicos sedimentados, Gajardo et al (2013), evidenció también, asociaciones típicas de aguas subantárticas durante condiciones normales y durante el evento La Niña en el mar de Chile, mientras que, durante El Niño encontró mezcla con especies de aguas cálidas.

Por la particularidad de que el mar ecuatoriano está sometido a la influencia de masas de agua de distinta procedencia y cuya mezcla forma una zona de convergencia frente a la costa del Ecuador, un estudio de indicadores biológicos en el área resulta de suma importancia para caracterizar las diferentes masas de agua, áreas de afloramiento costero y oceánico, áreas ricas y pobres en nutrientes. El conocimiento del comportamiento y ecología de las especies de foraminíferos planctónicos, llevaría a advertir la evolución de eventos oceanográficos como "El Niño", "La Niña" y a interpretar en un momento dado la calidad del ecosistema donde habitan peces, crustáceos y moluscos, muchos de ellos de valor comercial. Un aviso temprano del advenimiento del Evento "El Niño", permitiría dar la voz de alerta a la comunidad y sectores de decisión para tomar las medidas necesarias, previniendo desastres y pérdidas humanas.

Uno de los primeros trabajos sobre foraminíferos planctónicos realizados en el Pacífico, están los de la expedición CHALLENGER entre 1873-1876, los trabajos de Bradshaw (1959), Parker (1960, 1962 y 1971); Todd (1965), Boltovskoy (1963, 1966, 1974 a, b, 1976 a, b), Boltovskoy y Wantanabe (1975).

En 1971, en aguas ecuatorianas se realizaron comparaciones de distribución de los foraminíferos planctónicos colectados en aguas superficiales y en los sedimentos del fondo oceánico adyacente (Miró y Luzuriaga (1974).

Posteriormente se hicieron observaciones del desplazamiento de fauna de foraminíferos planctónicos de aguas cálidas a lo largo de la costa de Ecuador durante El Niño 1972 y fauna de masas de agua de distinta procedencia en épocas normales del mar (Luzuriaga 1992).

En la estación Fija La Libertad, se realizó un estudio bioecológico de los foraminíferos planctónicos como indicadores del hábitat de larvas de peces colectadas durante 1997 (Luzuriaga de Cruz et al, 1998).

El propósito principal de este trabajo es caracterizar el ecosistema marino, en base a la distribución y abundancia de las principales especies de foraminíferos planctónicos presentes en el mar ecuatoriano durante épocas normales del ecosistema (marzo 1988), y durante condiciones El Niño (febrero y abril 1992). También en la estación fija "La Libertad", entre 1993 – 1998, donde se registraron diferentes condiciones del ecosistema, siendo El Niño 1997 – 1998, el evento anómalo de mayor importancia

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende el mar ecuatoriano, desde la costa hasta la Long. 92° W entre Lat. 01° 22'N y Lat. 03° 16'S. (Figura 1 a-c). y la estación costera de "La Libertad" situada 10 millas costa afuera de Salinas – Península de Santa Elena en Lat. 02° 08' S-Long. 81° 03' W, donde se llevó a cabo un monitoreo continuo de plancton desde el segundo trimestre del año 1993 hasta 1998.

El mar ecuatoriano se distingue por estar bajo la influencia de dos sistemas de corrientes de distintas características físico-químicas, la procedente del norte, cálida y de baja salinidad y la proveniente del sur, de bajas temperaturas y alta salinidad. Estas dos masas de agua forman la convergencia o Frente Ecuatorial cuya posición varía en cada época del año (Enfield 1975). En febrero y abril de 1992 y en 1997 - 1998, no se observó esta zona de mezcla frente a costas del Ecuador, predominando las aguas

cálidas mayores a 25°C de temperatura debido a la presencia del Evento de "El Niño", presente en estas épocas (Figuras 2 y 3).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el análisis cualitativo y cuantitativo de los foraminíferos se analizaron alrededor de 108 muestras de plancton recolectadas durante diferentes campañas oceanográficas. De éstas, 45 muestras se colectaron durante los meses de marzo de 1988, febrero y abril de 1992 a bordo del B/I TOHALLI, perteneciente al Instituto Nacional de Pesca del Ecuador y 72 muestras de plancton superficial se colectaron en la Estación Fija "La Libertad" desde agosto de 1993 hasta agosto de 1998 a bordo de embarcaciones pertenecientes a la Armada del Ecuador.

La localización de las estaciones se encuentra en la figura 1 a-c. En marzo de 1988, 16 muestras correspondieron a arrastres oblicuos de 200 metros de profundidad, utilizando redes bongo de 200 micras. También se hicieron arrastres horizontales superficiales de 5 minutos de duración, usando redes cónicas simples de la misma malla. En la estación fija de "La Libertad" se realizaron muestreos mensuales en aguas superficiales y en la columna de agua de 0 – 50 m de profundidad, utilizando redes cónicas simples de 250 micras de abertura de poro de la malla y 32 cm de diámetro de boca de la red. Para el presente trabajo se reportan los resultados de monitoreos en aguas superficiales de la estación fija de Salinas.

En el laboratorio se procedió a contar los organismos del total de la muestra, los resultados fueron llevados a metro cúbico de agua filtrada, calculando luego su porcentaje respecto al total de toda la población.

Entre las claves de identificación y guías de trabajo que se utilizaron, están: Bé (1959, 1967), Boltovskoy (1965, 1974 a, b, 1981), Miró (1971 a, b), Parker (1962).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones ambientales

Según Enfield (1976), Wirkly (1966) y Strub et al (1997), cuatro son las principales masas de agua superficiales que influyen en el Pacífico, entre 15° N y 15° S al este de Long. 100° W:

Aguas tropicales superficiales: Temperatura >25°C Salinidad <33.5 ppm

Aguas subtropicales superficiales: Temperatura >20° y <28°C Salinidad >35 ppm

Aguas corriente de Humboldt: Temperatura <19°C Salinidad >33.5 y <35 ppm

Aguas ecuatoriales superficiales: Temperatura >20°C y <24°C Salinidad >33.5 y <35 ppm

Según este esquema y tomando en cuenta tan sólo la temperatura y salinidad, en marzo de 1988, (Figura 2), las aguas ecuatorianas se encontraron bajo la influencia de aguas subtropicales superficiales desde el meridiano 85° W hasta Galápagos y aguas ecuatoriales superficiales al este de dicho meridiano; y en mezcla con aguas de la Corriente de Humboldt, en el sureste, alrededor del meridiano 82° W y Lat. 03 ° S. Agua tropical superficial estaría bordeando las costas de Ecuador.

En febrero y abril de 1992, las costas ecuatorianas estuvieron bajo la influencia del evento El Niño, y aguas tropicales superficiales con temperaturas de 26 a 29° C se encontraron a la altura del Golfo de Guayaquil (Figura 3).

En la estación Fija "La Libertad", la temperatura osciló entre 18.9° C y 29.8° C y salinidad entre 30.1 ppm y 35.6 ppm. Tomando en cuenta la clasificación de masas de agua de Enfield (1976) según Strub et al (1997), el área marina de la Península de Santa Elena, estuvo influenciada en la mayor parte del tiempo, desde 1993 a 1996, por aguas ecuatoriales superficiales, con cortos períodos de desplazamiento de la Corriente de Humboldt. En noviembre, diciembre de 1996 aguas tropicales superficiales invadieron el área en mezcla, desde abril de 1997, con aguas ecuatoriales superficiales. Masas de agua

tropical superficial proveniente de la Cuenca de Panamá dominaron la Estación Fija de Salinas desde noviembre de 1997 a octubre de 1998.

DISTRIBUCIÓN

Globoquadrina dutertrei (d' Orbigny).

Globoquadrina dutertrei constituyó una de las especies más abundantes en todas las épocas de estudio. Bradshaw (1959), Parker (1960), Boltovskoy (1970), Miró (1971 a, b) la interpretan como especie propia de aguas cálidas y de transición.

En marzo de 1988 (Figura 4), se observaron las mayores concentraciones hacia la latitud 00° en aguas superficiales, al norte del Golfo de Guayaquil y sur de la Isla Isabela en aguas subsuperficiales. Fué la especie dominante en los arrastres de plancton de 0 a 200 metros en toda el área durante esa época. En febrero de 1992, *G. dutertrei* fue la más abundante en la parte sur del área de estudio (>70%), a la altura del Golfo de Guayaquil, disminuyendo para el mes de abril, cuando las "anomalías" del Evento El Niño (según indicadores biológicos: composición de especies de foraminíferos) se acentuaron, disminuyendo la mezcla de aguas (Figuras 10a y 11a).

En la estación fija "La Libertad", desde 1993 a 1998, la distribución de *G. dutertrei* fué constante, presentando sus mayores porcentajes en octubre de 1993, junio de 1994, mayo de 1997 y agosto de 1998, 50%, 75 %, 36% y 50%, respectivamente, (Figura 12), épocas coincidentes con cambios climáticos como el de inicio y debilitamiento de "anomalías" de El Niño (octubre/93, may/97, agosto/98) y mayor mezcla de aguas. Según datos físicos (fuente Dpto. CC Mar, INOCAR), en junio de 1994 se tuvo mayor influencia de aguas de la Corriente de Humboldt, en mezcla con aguas subtropicales y ecuatoriales superficiales.

La distribución de *G. dutertrei*, en el mar ecuatoriano concuerda con el esquema que hace Boltovskoy (1970), localizando el límite medio de la zona de transición a la altura del Golfo de

Guayaquil. Durante el mes de diciembre de 1972, cuando estaba presente el Evento El Niño, *G. dutertrei* dominó a todo lo largo de la costa ecuatoriana, con porcentajes mayores al 50 % en ciertas zonas costeras (Luzuriaga 1976). Durante el Evento El Niño 1997-98 bajó el porcentaje de esta especie, desde julio de 1997 a agosto de 1998, en forma continua. A finales de agosto de 1998 se elevó otra vez, como se ha mencionado en el párrafo anterior, al 50% del total de la población de foraminíferos (Figura 12).

***Globigerinoides ruber* (d' Orbigny)**

Globigerinoides ruber se distribuyó en mayor abundancia en las aguas cálidas provenientes de la Cuenca de Panamá y en áreas costeras. En marzo de 1988, se encontraron escasos ejemplares de *G. ruber*, los mismos que prefirieron aguas tropicales de la Cuenca de Panamá, en el área norte, tanto en superficie como en profundidad. En aguas subsuperficiales la mayor concentración (>20%), se encontró al sur de la Isla Isabela, al oeste de las Islas Galápagos y en el extremo norte del área, meridiano 81° W ((Figura 6 a,b). Fue escasa (< 10%), en las estaciones muestreadas en febrero de 1992 y entre 10 – 20% en abril del mismo año. *G. ruber* se encontró abundante entre 1993 a 1998 en la estación fija de Salinas, disminuyó su porcentaje en 1996 y 1997 (Figura 12), situándose durante El Niño 1997 – 1998 en segundo lugar en abundancia después de *Globigerinoides sacculifer*.

***Globigerinoides sacculifer* (Brady)**

G. sacculifer distribuye sus máximas concentraciones en las aguas oceánicas más cálidas, provenientes de la Cuenca de Panamá, en la parte norte del mar ecuatoriano durante épocas normales. Según diagrama T-S, los mayores valores de esta especie, correspondieron al desplazamiento de las aguas tropicales superficiales provenientes de la cuenca de Panamá (Luzuriaga, 1992). En marzo de 1988, *G. sacculifer* siguió el mismo patrón de distribución que *G. ruber*, limitada a la parte

norte del mar y al sur de la Isla Isabela en las Islas Galápagos (Figura 6). En 1992, se presentaron valores entre el 20% y el 50% de ejemplares pertenecientes a *G. sacculifer*, siendo su mayor abundancia en abril de 1992 (Figuras 10c y 11c).

En la estación fija “La Libertad”, *G. sacculifer* no se encontró desde enero de 1993 hasta agosto de 1994 y desde mayo hasta agosto de 1996, se presentó otra vez en noviembre de 1996 y a partir de marzo de 1997 hasta 1998 (Figura 7). Los porcentajes de *G. sacculifer* se incrementaron a partir de marzo de 1997 en forma continua, con un máximo en enero de 1998, cerca de un 100%, bajando hasta abril del mismo año en alrededor de un 15% e incrementándose a partir de mayo y bajar otra vez a 10% en octubre de 1998, lo que coincide con un incremento de *G. ruber* en la estación fija de Salinas. El comportamiento de *G. sacculifer*, marcó el nivel de “anomalías” acontecidas en el mar ecuatoriano, señalando la rigurosidad del Evento El Niño 1997 –1998.

***Globorotalia menardii* (d' Orbigny)**

Globorotalia menardii se localizó en mayor porcentaje en las aguas cálidas procedentes de la corriente de Colombia, en el área costera u oceánica. En marzo de 1988, *G. menardii* fué encontrada en arrastres oblicuos, dos parches, entre 3% al 7% se hallaron al oeste de la Isla Isabela y extremo norte del área de estudio, en el meridiano 82° W, respectivamente (Figura 8b). No se encontró en aguas superficiales durante esta época.

En 1992, cuando estaba presente el Fenómeno "El Niño", se obtuvieron entre 20% y 50% de ejemplares de esta especie en el meridiano 82°W a la altura del Golfo de Guayaquil (Figuras 10b y 11b). *G. menardii* se la observó tipificando “anomalías” del ecosistema en la estación fija “La Libertad” durante 1993, de octubre de 1994 a marzo de 1996, en noviembre de 1996 y desde junio de 1997 hasta octubre del mismo año, apareciendo otra vez en abril de 1998. En el período de mayo a octubre de 1998, esta especie

no se encontró en aguas superficiales del área costera de Salinas (Figura 12). Según Miró (1971a) esta especie es propia de aguas tropicales y subsuperficiales.

***Globigerina bulloides* d'Orbigny**

Esta especie es traída por las aguas frías y ricas en nutrientes de la Corriente de Humboldt procedentes del sur (Luzuriaga 1992). En marzo de 1988, *G. bulloides* presentó porcentajes mayores al 40% (en aguas superficiales) y 20 % (en aguas subsuperficiales) en el área oceánica del Golfo de Guayaquil, en los meridianos 85° W y 92° W, respectivamente (Figura. 7). La mayor densidad se halló en el extremo norte del área, en el meridiano 92°W al oeste de las Islas Galápagos en aguas superficiales, siendo este lugar y el área central del área, en el meridiano 85°W, potenciales áreas de afloramiento. En 1992 se reportó > 20% de *G. bulloides*, en la parte sur del área de muestreo lo cual indica el grado de influencia de aguas de la Corriente de Humboldt durante los meses de estudio (Figuras 10d y 11d.).

De 1993 a 1998, en la estación fija, *G. bulloides* se ha comportado como la especie que ha señala el debilitamiento de las “anomalías positivas” ocurridas durante el período de 1993 a 1998, indicando la intrusión de aguas frías en determinadas épocas en el área de Santa Elena. Numerosos ejemplares correspondientes a esta especie se encontraron en 1994 y 1996, años considerados por oceanógrafos físicos como normal y frío, respectivamente (Figura 12). En octubre de 1998, en la estación fija “La Libertad” ocurrió la mayor influencia de aguas frías, (28% de *G. bulloides*), desde que se inició el Evento El Niño en 1997.

***Orbulina universa* d'Orbigny**

Estuvo presente en casi todas las épocas en forma aislada. En marzo de 1988 se distribuyó regularmente, aunque en un porcentaje menor al 7 %, el mismo que fué localizado en aguas subsuperficiales en el meridiano 82° W frente a Manta ((Figura 9a).). En febrero de 1992 esta

especie representó el 1% de la fauna de foraminíferos en el meridiano 82° W frente a la Puntilla de Santa Elena.

Fuó observada en la estación fija de Salinas (Figura 1c), en agosto de 1993, octubre de 1994, octubre de 1997, febrero y mayo de 1998 en porcentajes menores al 4 %. Tan sólo en febrero de 1998, el porcentaje de esta especie llegó al 25 %. La forma de *Orbulina universa* cf. *Globigerina bulloides* fue encontrada durante los tres últimos meses mencionados.

***Globigerinoides conglobatus* (Brady)**

En el área oceánica, durante el mes de marzo de 1988 y en el área de la Península de Santa Elena, se encontró tan sólo el 2% en la estación 11, al oeste de las Islas Galápagos, con temperaturas de 25.9° C y 35.07 ppm de salinidad (Figura 1 a). En 1992, menos del 6% de ejemplares pertenecientes a *G. conglobatus* se distribuyeron en las estaciones 12 y 14 en febrero y en las estaciones 31 y 14 en abril (Figura 1 b-c). Todos de caparazón hispido, de frágil apariencia. En la estación fija de “La Libertad” esta especie se encontró en julio y septiembre de 1993, junio y octubre de 1994, febrero y octubre de 1995, junio, octubre y noviembre de 1997, junio de 1998, siempre en porcentajes menores al 3% a excepción de los meses de febrero y octubre de 1995 cuando se hallaron porcentajes de 7% y 8%, respectivamente.

La presencia de *G. conglobatus* se la relaciona con condiciones de “anomalías” térmicas en el mar.

***Globigerinella aequilateralis* (Brady)**

Se distribuyó regularmente en marzo de 1988, con un máximo del 15% del total de foraminíferos, frente a costas de Manabí (Figura 9b). En aguas superficiales se presentó en parches en las dos estaciones extremas frente a costas de Esmeraldas (< 8%), y al norte de la Isla Isabela, 11%. En febrero y abril de 1992 se halló entre 1% y 5% en las estaciones

muestreadas en el meridiano 82° W, un máximo de 7% correspondió a la estación localizada a la altura de Ayangue en dicho meridiano. En la estación fija "La Libertad" ocupó el quinto lugar en abundancia, menos del 10% y estuvo presente en la mayoría de los muestreos, siendo frecuente desde marzo de 1997 hasta octubre de 1998, el mayor porcentaje, cerca del 50% correspondió al mes de junio de 1997 (Figura 12).

***Globigerina falconensis* Blow**

Globigerina falconensis, ha sido muy escasa en los muestreos realizados en el mar ecuatoriano. En marzo de 1988, se distribuyó en forma aislada y escasa en el mar, entre 1 y 2%, en las estaciones 5, 7, 9, 12 y 15 en aguas subsuperficiales y en la estación 7 en aguas superficiales (Figura 1a). Llegó al 9% al oeste de las Islas Galápagos. *G. falconensis* no fue encontrada en las estaciones estudiadas en 1992. En la estación fija de "La Libertad" se halló en los meses de mayo de 1995, junio, septiembre y octubre de 1997 y agosto de 1998, en un 14, 2, 6, 0.5 y 4 %, respectivamente. Por su distribución, *G. falconensis* se relaciona con la distribución de *G. bulloides*.

***Globigerina calida* Parker**

Bradshaw (1959) encontró esta especie en el Océano Pacífico Tropical. En aguas ecuatorianas *G. calida* es muy escasa y de irregular distribución. En marzo de 1988, no se la encontró en aguas superficiales, pero sí en profundidad, con mayores valores en la parte central del área de estudio, en los meridianos 82° W y 85° W, 8% y 3% respectivamente. En febrero de 1992 se la encontró en la estación 8 en un 1% (Figura 1b). En la estación fija de Santa Elena fue identificada en junio de 1993, julio de 1995, y en diciembre de 1997, en un 1%, 3% y 0.5% del total de la población de foraminíferos encontrados en cada mes.

***Globigerina rubescens* Hofker**

En marzo de 1988, *G. rubescens* se encontró en aguas subsuperficiales, en Lat. 01°N - Long.

85°W y en Lat. 01° 59' S - Long. 91° 45' W en un 1% y 2%, respectivamente (Figura 1 a). En febrero de 1992 se encontró un 1% frente al Golfo de Guayaquil. En la estación fija de "La Libertad" también se presentó entre 1% y 2% en los meses de julio y agosto de 1993, octubre de 1994 y en julio de 1997. Su distribución aunque escasa, muestra preferencia por las aguas cálidas.

***Globigerinita glutinata* (Egger)**

G. glutinata prefirió aguas subsuperficiales, fue encontrada en porcentajes menores al 15% en marzo de 1988. Los mayores porcentajes de 14%, 13% se dieron hacia el extremo noreste, frente a la Provincia de Esmeraldas y al sur de la Isla Isabela, respectivamente (Figura 8a). En aguas superficiales, se encontró en las estaciones 5 y 7, en un 2% y 5% (Figura 1 a). En febrero y abril de 1992 esta especie presentó porcentajes menores al 5% en el área de estudio. De 1993 a 1998, en la estación fija "La Libertad" *G. glutinata* ocupó el 7° lugar en abundancia, con un promedio anual menor al 5% del total de foraminíferos. Su distribución estaría relacionada a la de *G. aequilateralis*. Presentó mayores concentraciones del 20 % al 40 % en febrero, marzo, abril y en octubre de 1995 (Figura 12).

***Pulleniatina obliquiloculata* (Parker y Jones)**

Pulleniatina obliquiloculata ha sido escasa en el mar ecuatoriano. Ausente en marzo de 1988. Durante 1992, en el meridiano 82° W se halló *P. obliquiloculata* cf. *G. inflata* en un 3%, en Lat. 03° 25' S durante el mes de febrero y *Pulleniatina obliquiloculata*, 1%, en Lat. 01° 44' S durante el mes de abril. En la estación fija de Santa Elena, *P. obliquilocula* se presentó de octubre a diciembre de 1994 y junio de 1995. El porcentaje de esta especie respecto al total de foraminíferos capturados en las épocas mencionadas, correspondió al 17% en el mes de octubre y menos del 1% en los meses restantes. La forma *P. obliquiloculata* cf. *G. inflata* se encontró tan sólo en octubre de 1997, en menos del 1%.

***Globorotalia inflata* (d' Orbigny)**

En aguas ecuatorianas estas formas se presentaron aisladamente. La aparición de formas intermedias revelaría la influencia de aguas de mezcla en la fauna. *G. inflata* se encontró en la estación fija "La Libertad" en el mes de septiembre de 1996, en un 2% y en noviembre del mismo año se hallaron formas intermedias con *P. obliquiloculata*, 3 org/10m³, correspondientes al 1% de la población total de foraminíferos. A esta última forma de ejemplares se denominó *Globorotalia inflata* cf. *Pulleniatina obliquiloculata*.

***Hastigerina pelágica* (d' Orbigny)**

Hastigerina pelágica aunque escasa, se distribuyó regularmente en el mar ecuatoriano durante el mes de marzo de 1988. En aguas superficiales presentó los mayores valores en el meridiano 82° W, de 30% a 50%, disminuyendo hacia áreas más oceánicas (Figura 5a). En aguas subsuperficiales, se observó también regular distribución (< 8%), en los lugares de muestreo situados en los meridianos 82° W y 85° W. Los mayores porcentajes, entre 5 y 8% se localizaron en las estaciones 3 y 8, situadas en la Lat. 01° S en los puntos de intersección con los mencionados paralelos (Figura 5b). También estuvo presente en la estación 11 al sur de las Islas Galápagos. En 1992, *H. pelágica* presentó los mayores porcentajes, de 17% a 50% del total de la población de foraminíferos, en las estaciones 4 y 6 del mes de febrero, y de 27% y 32% en las estaciones 10 y 12 en el mes de abril. Estas estaciones estuvieron localizadas en y frente al Golfo de Guayaquil (Figura 1 b-c).

En la estación fija de "La Libertad" *H. pelágica* no es frecuente en aguas superficiales, se encontró menos del 2%, en noviembre y diciembre de 1994, octubre y diciembre de 1997. Porcentajes mayores de esta especie, 27% y 100% fueron encontrados en julio de 1995 y abril de 1997, respectivamente. En este trabajo, la especie mostró tendencia a predominar en aguas provenientes del sur y relacionadas con posible mezcla vertical de las aguas el Golfo de

Guayaquil durante "El Niño" de 1992.

***Globigerina quinqueloba* Natland**

En marzo de 1988, pocos ejemplares de *G. quinqueloba* se localizaron en aguas subsuperficiales, estaciones 1, 7, 13 y 15 (Figura 1 a). En aguas superficiales, tan sólo se encontró en la estación 1, frente al Golfo de Guayaquil, donde su porcentaje representó el 52 % de la población en ese lugar, y el 7% en aguas subsuperficiales. La temperatura y salinidad superficial de la estación 1 fué de 20.39°C y 34.85 ppm. Ausente en la estación fija de "La Libertad".

***Globorotalia hirsuta* (d' Orbigny)**

En marzo de 1988, se encontró el 3% en la estación 9, en aguas subsuperficiales (Figura 1 a). No ha sido reportada en 1992 ni en el área de Santa Elena, en la estación fija de "La Libertad". Bé (1967) considera a *G. hirsuta* como especie de aguas subtropicales

***Globorotalia scitula* (Brady)**

Esta especie es característica de aguas templadas, vive en las profundidades de la zona tropical, asciende a la superficie en las latitudes medianas y desaparece en las frías subantárticas (Boltovskoy, 1966). En el mar ecuatoriano, se encontraron ejemplares aislados de *Globorotalia scitula*. En marzo de 1988 se encontró en aguas subsuperficiales en las estaciones 7 (<1%) y 15 (2%). No se halló en aguas superficiales durante los períodos de estudio desde 1992 a 1998.

***Globigerinita bradyi* Weissner**

Esta especie fué localizada en las estaciones 1 (3%), 7 (<1%) y 15 (1%) en aguas subsuperficiales durante el mes de marzo de 1988 (Fig. 1 a) y en la estación fija de "La Libertad" (8%) en octubre de 1995. Bé (1967) dice que *G. bradyi* habita en aguas subpolares, frías-templadas.

Relaciones de abundancia entre las especies

Durante el mes de marzo de 1988, dominaron *G. bulloides* (33 %) y *H. pelágica* (20%) en aguas superficiales y *G. dutertrei* (52%) y *G. bulloides* (20%) en aguas subsuperficiales. En febrero y abril de 1992 predominó *Globorotalia menardii* (63%) y en la estación fija "La Libertad" *Globigerinoides ruber* (40%) y según la variación de las condiciones ambientales, *G. bulloides* en 1996 y *G. sacculifer* en 1997.

En general, las especies *G. sacculifer*, *G. bulloides*, *G. ruber*, *G. dutertrei*, *G. menardii* y *G. aequilateralis* han sido las especies dominantes en la estación fija "La Libertad", desde 1993 a 1998 y las mas importantes

indicadoras de la variabilidad de las condiciones ambientales en el mar ecuatoriano (Figura 12).

G. glutinata fué escasa en el área de Santa Elena de 1993 a 1998. En el Golfo de Guayaquil ha sido importante la presencia de *G. ruber* y *G. bulloides*, aún en épocas anteriores y posteriores a eventos "anómalos" del mar, *G. ruber* mantuvo dominancia en casi todas las épocas estacionales en la estación costera de "La Libertad" y en todo el mar ecuatoriano durante los meses de febrero y mayo de 1998 (ERFEN 1998). (Figura 12). Los mayores porcentajes de las principales especies encontradas en el mar ecuatoriano durante el mes de marzo de 1988, se localizaron de la siguiente manera:

Long. 82° W

Altura del Golfo de Guayaquil

G. dutertrei
G. quinqueloba
G. brady
G. bulloides

Altura de Manta

G. aequilateralis
O. universa
H. pelágica
G. cálida

Altura de Esmeraldas

G. ruber
G. sacculifer
G. menardii
G. glutinata

Long. 92° W

Oeste de las Islas Galápagos

G. ruber
G. sacculifer
G. glutinata
G. bulloides

Long. 85° W

G. bulloides

La mayoría de las especies descritas en este trabajo se encontraron tanto en superficie como en los niveles subsuperficiales. Las especies encontradas en profundidad y nó en superficie durante los cruceros de marzo de 1988 y febrero y abril de 1992, fueron: *Globigerinita bradyi* Weissner, *Globorotalia hirsuta* (d'Orbigny) y *Globorotalia scitula* (Brady).

Relación entre especies y factores ambientales

Observando las áreas de mayor abundancia de los foraminíferos planctónicos, tenemos que *G. bulloides*, durante el mes de marzo de 1998, prefirió áreas del Golfo de Guayaquil, parte central del mar, en el meridiano 85° W y oeste

de las Islas Galápagos (Figura 7), lugares de elevada productividad primaria y secundaria. La cantidad de clorofila en los puntos mencionados fueron los más elevados de la época. La biomasa zooplanctónica representada por quetognatos, eufásidos, copépodos, entre otros, tuvo sus mayores concentraciones en estas zonas tanto en aguas superficiales como subsuperficiales (Clase 8 según Frontier 1969). Estos núcleos de mayor densidad de *G. bulloides* se ubicaron en rangos de temperatura $<22^{\circ}\text{C}$ y >35 ppm de salinidad localizadas en el meridiano 85°W y en Islas Galápagos, y con temperatura $< 22^{\circ}\text{C}$ y <35 ppm de salinidad a la altura del Golfo de Guayaquil (Figura 2). Según clasificación de masas de agua realizadas por Enfield (1976) en Strub et al (1997), estos núcleos corresponderían a aguas ecuatoriales superficiales en mezcla con aguas de la Corriente de Humboldt en el extremo sur oriental del área de estudio y con aguas subtropicales superficiales hacia las Islas Galápagos (Figura 2).

La afinidad de *G. bulloides* con áreas productivas del océano se evidenció durante crucero de mayo 1973, cuando las mayores concentraciones de esta especie indicaron zonas de afloramiento oceánico localizado en el meridiano 86°W y en una zona rica en clorofila y productividad primaria frente al Golfo de Guayaquil (Jiménez 1978, Luzuriaga 1980, 1992). Durante El Niño 1972 *G. bulloides* fue sumamente escasa, ausente cerca de la costa y presente en mayor porcentaje, del 10- 20% en el Golfo de Guayaquil (Luzuriaga 1976).

A más de ser un buen indicador de aguas frías, ricas en nutrientes y zonas de surgencia, *G. bulloides* se perfila como indicadora de áreas de puesta de huevos y desarrollo de larvas de peces (Luzuriaga 2009).

Respecto a Globigerinoides sacculifer y *G. ruber*, estas especies presentaron en marzo de 1988, porcentajes mayores al 8% y 20%, respectivamente, en áreas donde *G. bulloides* fue escasa o ausente (Figura 6), así se observa al analizar la distribución de estas especies al norte

del área en el meridiano 82°W , tanto en aguas superficiales como en subsuperficiales, también en la Lat. 02°S y Long. 92°W al oeste de las Islas Galápagos en aguas subsuperficiales. La temperatura y salinidad en este último punto fue $> 24^{\circ}\text{C}$ y > 35 ppm en aguas superficiales (Figura 2 a-b).

Globigerinita glutinata y *Globorotalia menardii* tuvieron el mismo patrón de distribución que *G. sacculifer* y *G. ruber*, relacionada con masas de agua ecuatoriales superficiales al norte del área, y aguas subtropicales superficiales al sur de las Islas Galápagos. (Figura 8). *Orbulina universa*, *Globigerinella aequilateralis* y *Hastigerina pelágica* que se distribuyeron en casi toda el área de estudio en aguas subsuperficiales, presentaron las máximas densidades frente a las costas de Manta (Figuras 5 y 9). La dominancia en aguas subsuperficiales de *G. dutertrei*, reflejaría el estado de mezcla de las aguas, y la localización de las mayores densidades de esta especie se situarían en lugares de mayor convergencia.

Durante eventos El Niño 1972 y durante épocas normales del mar en 1973 se encontró significativas correlaciones entre *G. ruber*, *G. sacculifer* y *G. bulloides* con la temperatura y salinidad. *G. ruber* y *G. sacculifer* tuvieron un alto índice de correlación positiva con la temperatura, mientras que *G. bulloides* tuvo un alto índice de correlación negativa con la temperatura y positiva con la salinidad (Luzuriaga 1980, 1992). Se señaló hábitat de especies de foraminíferos planctónicos relacionadas a masas de aguas superficiales ecuatorianas y correlaciones con nutrientes y clorofila a.

Durante el mes de febrero de 1992, cuando estaba presente el fenómeno “El Niño”, se observaron porcentajes de 20% - 30% de *G. sacculifer*, *G. menardii* y *G. bulloides* frente a costas de la Provincia del Guayas y Golfo de Guayaquil (Figura 10). *G. sacculifer* y *G. menardii* desplazaron estos porcentajes mas al sur en el mes de abril, igual *G. bulloides*. *G. dutertrei* se halló en $> 70\%$ en el Golfo de

Guayaquil durante el mes de febrero, lo cual indica la mezcla de aguas frías de la Corriente de Humboldt con las aguas tropicales desplazadas por toda la costa ecuatoriana. La temperatura en el área de estudio durante los meses de febrero y abril de 1992 osciló entre 26° C y 29° (Figura 3).

En la estación fija de "La Libertad", de las 35 especies identificadas, 7 especies fueron dominantes durante los muestreos realizados desde 1993 a 1998 (Figura 12). *G. ruber* parece ser especie endémica del lugar, la variación estacional de su abundancia se relaciona con las variaciones estacionales del zooplancton, cuya biomasa baja durante los períodos de estación lluviosa (primer trimestre del año) y se eleva durante la estación seca (Luzuriaga, datos no publicados). Este "ritmo" afecta a toda la población de foraminíferos, que se altera o cambia según las condiciones del medio marino lo cual permite evaluar el ecosistema en base al análisis del comportamiento de cada especie en relación con las condiciones bióticas y abióticas del ecosistema.

El monitoreo continuo de plancton en la estación fija de "La Libertad" permitió observar que *G. sacculifer* estuvo presente en forma continua durante el período de "anomalías" oceánicas del mar ocurridos en 1993 y entre agosto de 1994 a abril de 1996, volviendo a aparecer en octubre y noviembre de 1996 en porcentajes siempre menores al 20%, y, desde marzo de 1997 su presencia fue constante y número de ejemplares en aumento hasta representar un máximo de 94% de la población total de foraminíferos en enero de 1998. Desde esa fecha empezó a bajar su porcentaje paulatinamente hasta abril de 1998 y se elevó otra vez en los meses subsiguientes para bajar a menos de un 10% en octubre de 1998 (Figura 12).

Estos cambios fueron acompañados de la presencia de otras especies como *G. bulloides* relacionada con la intrusión de aguas frías y de mayor productividad, cuyo porcentaje se elevó en determinados períodos de 1993 a 1996 (Figura 12), coincidiendo con bajas de *G.*

sacculifer. *G. bulloides* osciló entre 0% y 16% del total de la población en los diferentes meses durante El Niño 1997 – 1998, correspondiendo el mayor valor, 28%, al mes de octubre de 1998, señalando tendencia a la normalización de las condiciones de El Niño. La especie *G. ruber* cedió su primer lugar de abundancia en el área de Salinas a *G. sacculifer* durante el año 1997. *G. aequilateralis* fue escasa pero constante durante El Niño 1997 - 98, presentando, junto con *G. menardii*, el más importante pico de abundancia en junio de 1997 (Figura 12). Miró (1971 a) señaló a *G. sacculifer* como especie indicadora de aguas oceánicas pobres en nutrientes y a *G. bulloides* como especie indicadora de aguas frías ricas en nutrientes.

Los núcleos de mayor abundancia de *G. dutertrei* en mar abierto, picos de abundancia en la estación fija "La Libertad" estarían asociados a zonas de mayor mezcla de masas de agua y a cambios del ecosistema. Igualmente las anomalías de los capzones de ciertas especies de foraminíferos planctónicos, especialmente de *G. dutertrei* y *G. ruber* serían también consecuencia de drásticos cambios en el ecosistema.

Para una mejor comprensión de las condiciones del ecosistema, es necesario observar el comportamiento de la población de foraminíferos planctónicos, pues los cambios ambientales son advertidos en la sucesión temporal y espacial de las especies. En la figura 12 es importante analizar la composición de foraminíferos en abril de 1996, cuando *G. sacculifer* representó cerca del 20% de la población, a pesar de la dominancia de *G. bulloides*, y, en noviembre de 1996 el aumento del porcentaje de *G. menardii* en presencia de *G. aequilateralis*, *G. dutertrei*, *G. sacculifer* en la proporción que se observa en dicho gráfico, observaciones que, unidos a otros parámetros, en corroboración con análisis de muestras tomadas en aguas subsuperficiales, nos llevaría a considerar avisos tempranos de eventos oceánicos y en este caso de El Niño 1997 - 1998.

En aguas ecuatorianas, la decisión de utilizar un

organismo como indicador biológico no es tan sencilla como en países de altas latitudes, donde quizá la sola presencia de una especie de clima tropical en sus aguas ya es indicio del advenimiento no común de aguas de otras latitudes. En el mar ecuatoriano, por el hecho de ser una zona de mezcla, debemos discernir entre varios parámetros, tales como las variaciones temporales y espaciales de la abundancia y el conocimiento pleno del comportamiento y taxonomía de la especie en relación a las demás especies de su población por lo que es de desear conocer cuáles son las características propias de la especie en áreas de origen para ser capaz de evaluar su presencia en zonas de convergencia o avance de aguas típicas de otras áreas geográficas. Es obvio que tan solo el monitoreo continuo de plancton y parámetros físico-químicos en estaciones fijas, permitirían llegar a conclusiones respecto a indicadores biológicos de la calidad del ecosistema. Es necesario, según Miró (1971), analizar la población de foraminíferos planctónicos en su conjunto, en relación con el conjunto de factores ambientales, pues el comportamiento de las especies es el resultado de la interacción de varios factores ambientales, no de un solo parámetro en particular.

CONCLUSIONES

Las especies dominantes de foraminíferos planctónicos en el mar ecuatoriano reflejan las condiciones ambientales de cada época. El predominio de *Globigerina bulloides* en marzo de 1988 fué indicativo de la normalización de condiciones ambientales en esa época. El predominio de *Globorotalia menardii* en febrero y marzo de 1992 reflejaron el grado de “anomalías” presentes durante El Niño 1992 en la zona de estudio, y la dominancia de *Globigerinoides ruber* en la estación fija “La Libertad” desde 1993 a 1998, la ubica como especie típica del área de la Península de Santa Elena, constituyendo su variación estacional, en concordancia con el comportamiento de otras especies de foraminíferos planctónicos, la herramienta útil en la interpretación de condiciones ambientales del mar.

Globigerinoides sacculifer dominante en 1997, y segunda en abundancia después de *G. ruber* en la estación fija “La Libertad”, fue la más importante especie indicadora del Evento El Niño 1997 -1998, en su etapa madura.

Globigerinoides sacculifer, *G. ruber*, *Globorotalia menardii* evidenciaron el desplazamiento de masas de agua tropicales superficiales, hacia el mar ecuatoriano, predominando en el área norte durante épocas normales y a lo largo de toda la costa durante Eventos “El Niño”.

Globigerina bulloides indicó el avance de aguas frías de la Corriente de Humboldt, productivas y ricas en nutrientes. Su dominancia ha tipificado áreas oceánicas del Golfo de Guayaquil, área central del mar ecuatoriano en el meridiano 85° W, y área oeste de las Isla Galápagos como potenciales zonas de alta productividad, alta diversidad y surgencias. En la Estación Fija “La Libertad” la presencia de *G. bulloides* indicó el grado de intrusión de aguas de la Corriente de Humboldt en el área marina de la Península de Santa Elena, en las diferentes épocas del año y señaló el debilitamiento de las “anomalías” oceánicas asociadas al Evento El Niño.

El hallazgo de organismos con cámaras adicionales, espinas en caparazones de *G. dutertrei*, aparición de formas inusuales de *Orbulina*, e interrelación de especies encontradas en el presente trabajo, se las relaciona con las características propias de zona de transición del mar ecuatoriano, asociadas con el grado de rigurosidad de “anomalías” inherentes a cambios climáticos y eventos “El Niño” 1992 y 1997 – 1998.

AGRADECIMIENTO

Deseo agradecer a los Directivos del Instituto Nacional de Pesca por el apoyo brindado a la realización de este trabajo, especialmente al Dr. Mario Cobo, ExDirectores del INP, al Dr. Franklin Ormaza, por el incentivo dado a la investigación científica. Al Convenio de Cooperación Científica INP -

INOCAR, gracias al cual fue posible el monitoreo continuo de zooplancton en la estación fija "La Libertad". Al Biol. Eduardo Zambrano por la lectura del manuscrito y sus valiosas sugerencias. Al Dr. Manuel Cruz, por las importantes sugerencias y apoyo brindado al trabajo.

BIBLIOGRAFIA

Be, A. W. H., 1959. - A method for rapid sorting of foraminifera from marine plankton samples. *Journal of Paleontology*, vol.33 nº5, p. 846-848, pl. 118, 2 text-figs: New York.

_____, 1967.- Foraminífera. Families: Globigerinidae and Globorotalidae. Cons. Perm. Internat. *Expl. Mer, Fiches – Ident. Zooplancton*. Sheet 108. Contr. 982, pp. 2-9, text-Figs., New York.

Boltovskoy, E., 1963 .- Foraminíferos y sus relaciones con el medio – Mus. Argent. Cienc. Nat., *Rev. Hidrobiol.* , Tomo I, nº2, pp. 21-110.

_____, 1964.- Distribución de los foraminíferos planctónicos vivos en el Atlántico Ecuatorial, parte oeste. *Serv. Hidro. Nav. H.* 639, pp. 1-54, lam. I-IV. Argentina.

_____, 1965.- Los Foraminíferos recientes. EUDEBA, Argentina.

_____, 1966.- Zonación en las altitudes altas del Pacífico Sur según los Foraminíferos planctónicos vivos. *Rev. Hidr. Mus. Argentino Cienc. Nat.* Tomo II, nº1. Argentina.

_____, 1968.- Hidrología de las aguas superficiales en la parte Occidental del Atlántico Sur. *Rev. Hidr. Mus. Argentino – Cienc. Nat.* Tomo II, nº6. Argentina.

_____, 1970.- Masa de Agua (Característica, Distribución, Movimientos) en la Superficie del Atlántico Sudoeste, según indicadores biológicos-Foraminíferos. *Serv. Hidr. Nav. H.* 643. Argentina.

_____, 1974a.- Foraminíferos Planctónicos espipelágicos de la Parte Este del Pacífico Tropical, *Rev. Hidr. Mus. Argentino Cienc. Nat.* , Tomo IV, nº3. Argentina.

_____, 1974b.- *Globorotalia hirsuta eastropacia* N. Subsp.- Planktonic subspecies (Foraminiférida) from the tropical Pacific Ocean. *Rev. Española Micropaleont.* , vol. VI, nº1, pp. 127-133.

_____, 1976a.- Ejemplares patológicos en los Foraminíferos Planctónicos. *Rev. Hidr. Mus. Argentino Cienc. Nat.* Argentina Tomo V, nº2

_____, 1976b.- Distribution of Recent Foraminifera of the South American Región Foraminífera. Vol. 2. Academic Press London.

Boltovskoy, D. 1981.- Atlas del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo del zooplancton marino. Pub. INIDEP. Mar del Plata- Argentina. 936 p

Boltovskoy, E. Y S. Watanabe, 1975.- Foraminíferos planctónicos en Sedimentos del Pacífico entre la Isla de Pascua y los 52° S. Tomo I, nº 8. Argentina.

Bradshaw, John, 1959.- Ecology of Living Planktonic Foraminifera in the North and Ecuatorial Pacific Ocean. *Contr. Cushman. Found. Foram. Res.*, vol. X, part. 2. California.

Enfield, D. B., 1975. - Oceanografía de la región norte del Frente Ecuatorial: Aspectos Físicos. Publicación INOCAR-IOA-201-75,55 pp. Guayaquil-Ecuador.

Enfield D. E., 1976.- Oceanography of the region north of the equatorial front, physical aspects. *FAO Fish. Rep.* 185, 299-344.

ERFEN 1998.- Informe inter-regional de países ribereños del Pacífico Sur respecto a “El Niño” 1997 – 1998 – Aspectos Biológicos – CPPS- Taller - Hotel Ramada Guayaquil-Ecuador

Gajardo Nathalia, González H., Marchant M. 2013. Caracterización de El Niño, La Niña y condiciones normales a través de foraminíferos planctónicos (2006-2007) en el Pacífico suroriental. *Ciencias Marinas*, 39(3): 253-264

Jimenez, R., 1978 .- Mise en Evidence de L'upwelling Equatorial a L'est des Galapagos. Cash. O.R.S.T.O.M., Ser. Oceanogra. Vol. XVI, N°2, 137-155.

Luzuriaga de Cruz, M., 1976 .- Foraminíferos planctónicos vivos en aguas superficiales ecuatorianas durante El Niño de 1972. Publicación INOCAR- CM-IOA-CM-BIO-09. 30 pp., Guayaquil – Ecuador.

_____, 1977 .- Biomasa del zooplancton y anotaciones ecológicas en base a indicadores biológicos, foraminíferos planctónicos al oeste de las Islas Galápagos. Bol. ERFEN. 1(2). Chile.

_____, 1980 .- Ecología y distribución de los foraminíferos planctónicos vivos en el mar ecuatoriano. Tesis Doctoral. Universidad de Guayaquil – Ecuador.

_____, 1992.- Notas hidrológicas en aguas superficiales ecuatorianas según indicadores biológicos: foraminíferos planctónicos. *Acta Oceanográfica del Pacífico* INOCAR. Ecuador 7(1) 29-39 pp.

_____, 1993.- Foraminíferos planctónicos vivos: Distribución y abundancia y su importancia como indicadores biológicos. Res. Curso Taller Ind. Biol. CPPS. Cali Colombia.

Luzuriaga de cruz, M., D. Ortega Y E. Elías 1998 .- Aspectos Bioecológicos del ictioplancton en la Estación Fija "La Libertad" durante 1997. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, INOCAR, Ecuador, 9(1), 1998 p 145 - 151.

Luzuriaga de Cruz Maria 2009.- Distribución espacio- temporal del ictioplancton y

zooplancton marino en las Islas Galápagos, Ecuador (1988 -2001). *Acta Oceanográfica del Pacífico*. Vol.15, N° 1

Miro, M. D., de, 1971a.- Los foraminíferos planctónicos vivos y sedimentados del margen continental de Venezuela. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona (manuscrito) 322 pp., lám. I – V.

_____, 1971b.- Los foraminíferos planctónicos vivos y sedimentados del margen continental de Venezuela (resumen). *Acta Geológica Hispánica*, t. VI. n°4, pags. 102-108.

_____, 1973.- Foraminíferos planctónicos vivos de las aguas superficiales de la región de afloramiento del noroeste africano. Res. Exp. Cient. B/O Cornide,. Vol, 2, pags. 95 – 108.

Miro, M. D. de y M. Luzuriaga, 1974 .- Foraminíferos planctónicos vivos en aguas superficiales ecuatorianas. Publicación INOCAR-CM-BIO- 3-74. 14 pp., Guayaquil – Ecuador.

PARKER, F. L. 1960.- Living Planktonic Foraminifera from the Equatorial and Southeast Pacific. Science Reports of Tohoku University, Japan, 2nd Ser. (Geol.) Vol., n° 4, pp –71 - 82, 20 text-Figs.

_____, 1962.- Planktonic foraminiferal species in Pacific sediments. *Micropaleontology*, vol. 8, n° 2, pp. 219-254, pls. 1-10.

_____, 1971.- Distribution of Planktonic foraminifera in Recent Deep-Sea sediments. *Micropaleontology of Oceans*. Cambridge University Press, pp. 289 – 307.
Strub, P., Mesias J., Montecino V., Rutland J., Salinas S., 1997 .- Coastal Ocean Circulation off Western South America. Deep Sea Research. Vol.13

Todd, R, 1965. - The foraminifera of the

Tropical Pacific collections of the “Albatros”, 1899-1900. Foraminifera of the Tropical Pacific Collections of the “Albatros”, pp. 58-120 y Láms.

Wyrtky, K., 1966.- Oceanography of the eastern equatorial Pacific Ocean *Oceanog. Mar. Biol. Ann. Rev.* (4):33-68

Zambrano E. 1998.- Un análisis de la Estructura Termal de la Estación Costera "La Libertad" y su relación con los Eventos ENOS. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, INOCAR, Ecuador, 9(1), 1998 p 129 –144

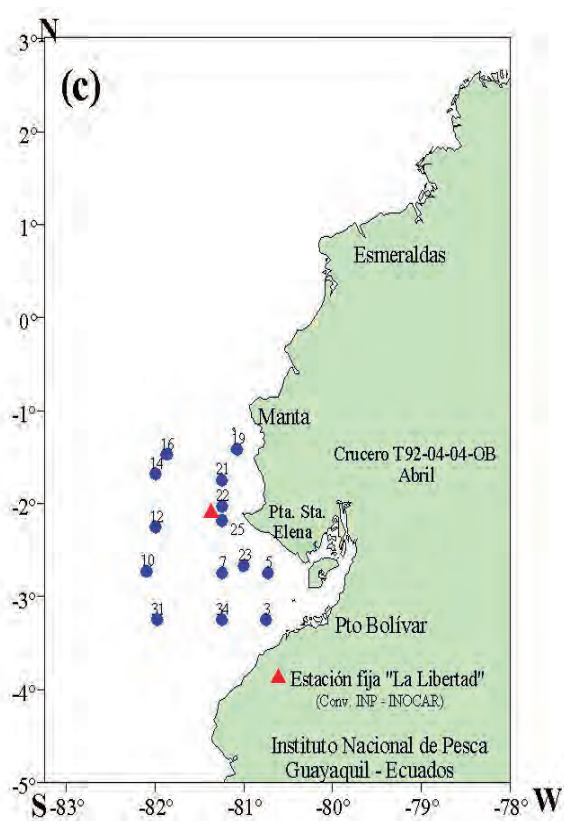
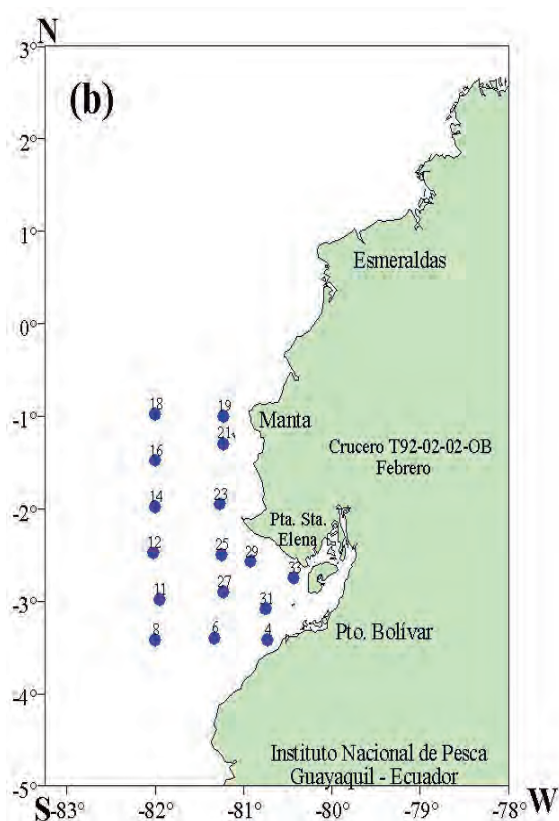
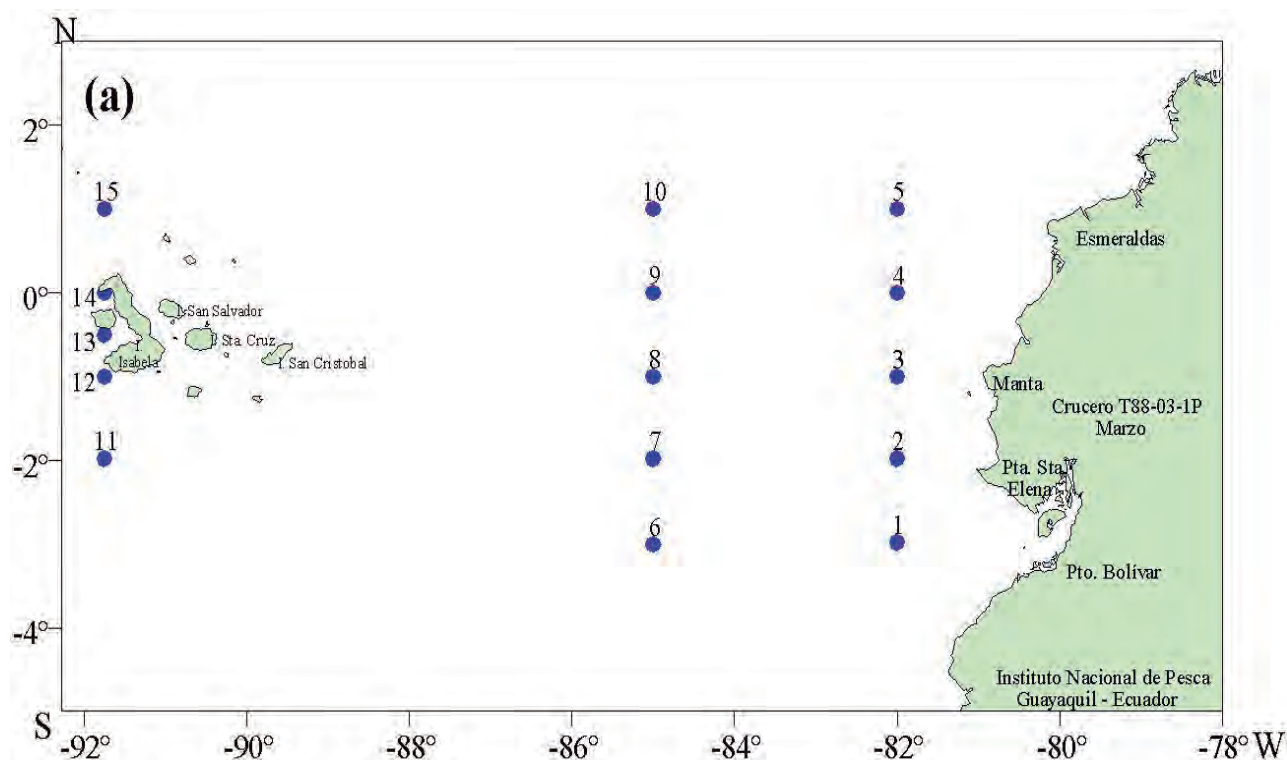


Figura 1.- Localización de las estaciones biológicas durante crucero oceanográfico B/I TOHALLI en. (a) marzo 1988, (b) febrero 1992, (c) abril 1992. (▲) Estación fija "La Libertad" 1993 - 1998.

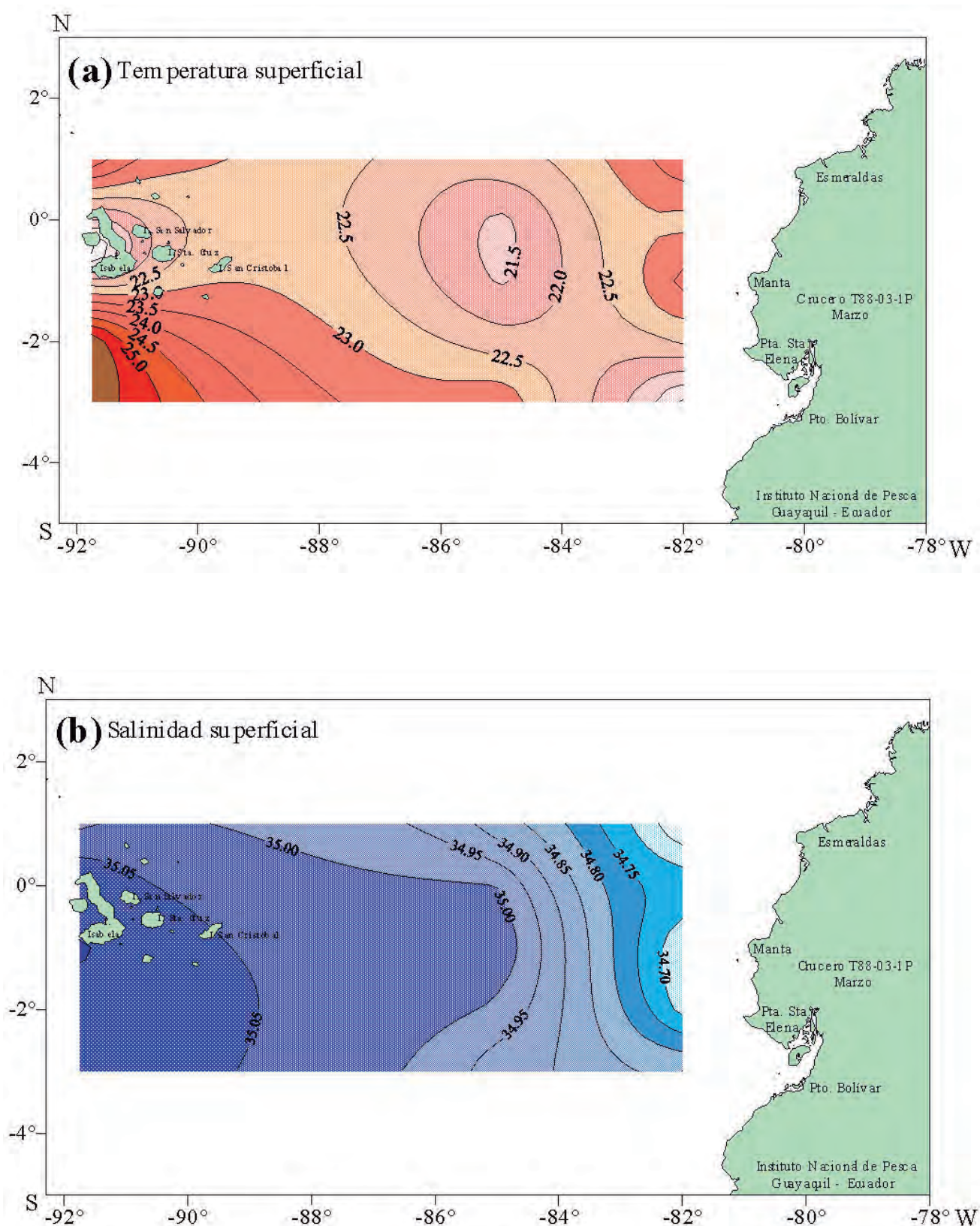


Figura 2.- (a) Temperatura y (b) salinidad superficial durante marzo de 1988

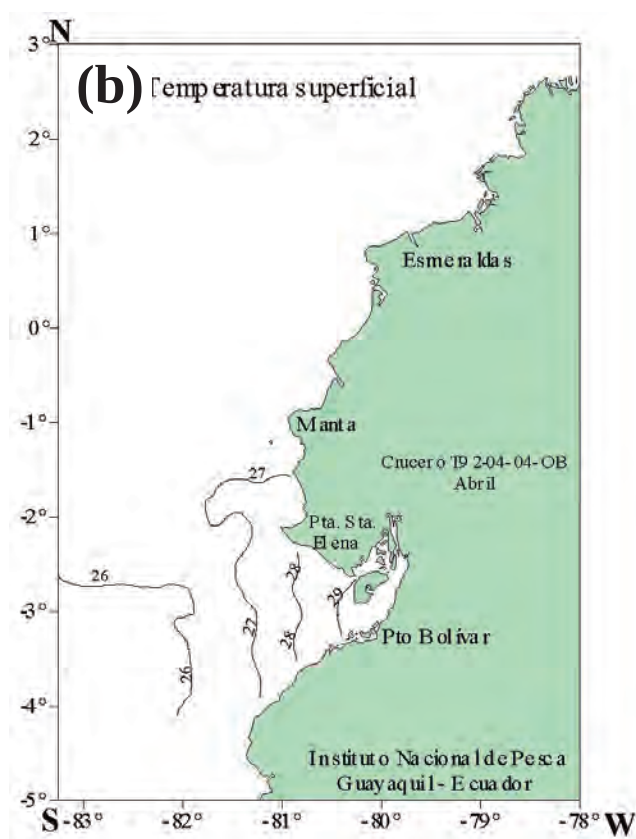
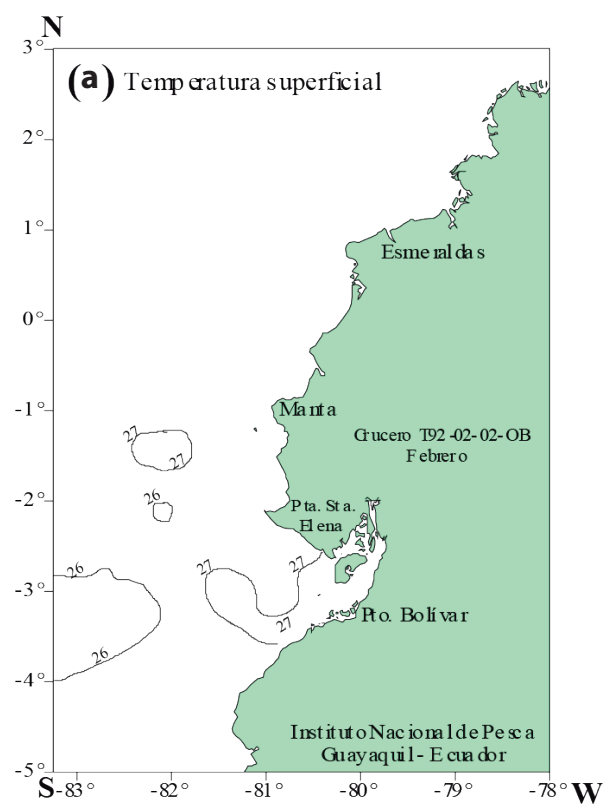


Figura 3. Temperatura superficial durante (a) febrero y (b) abril de 1992.

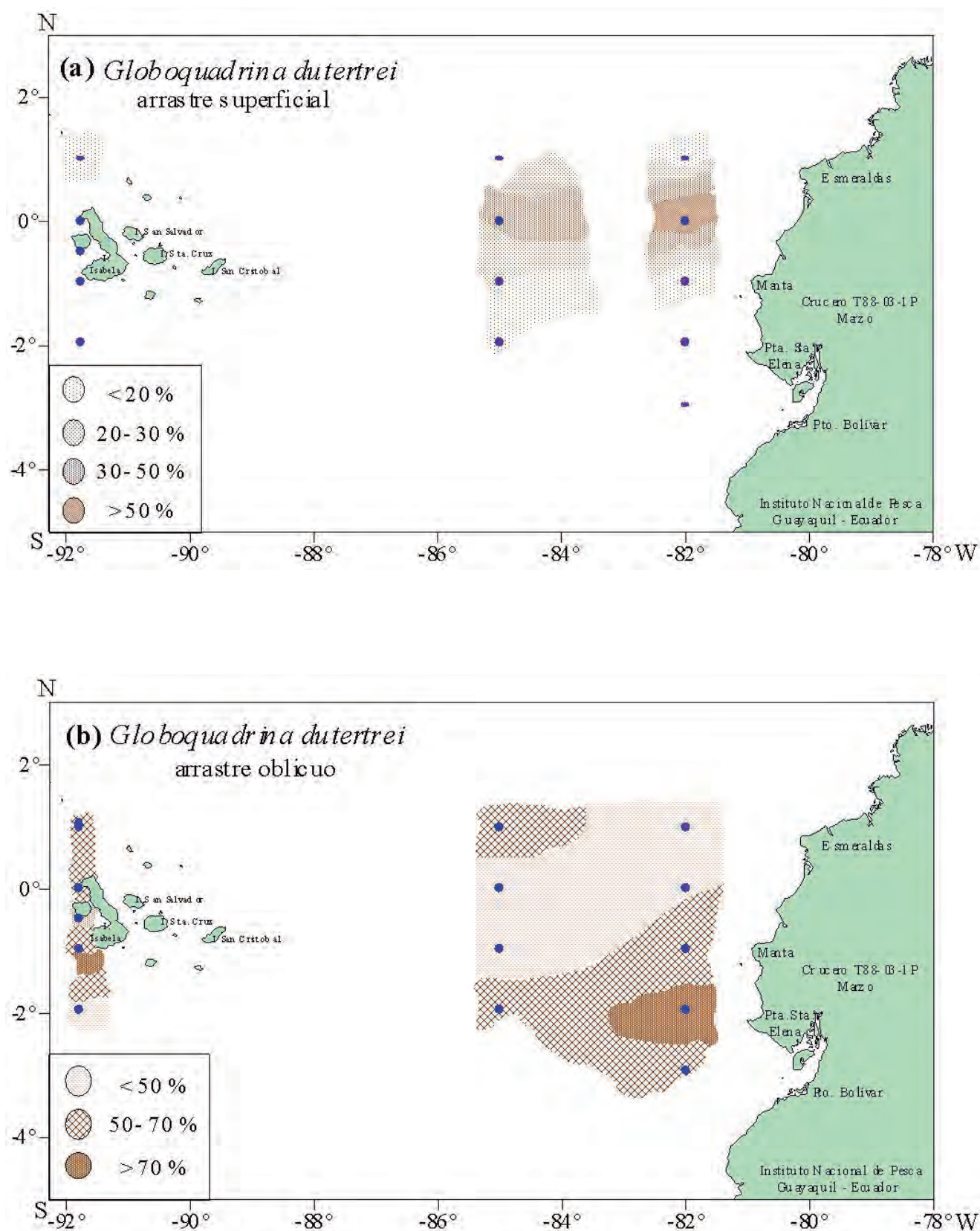


Figura 4.- Distribución de *Globoquadrina dutertrei* en arrastre: (a) superficial y (b) oblicuo durante C.O. marzo 1988.

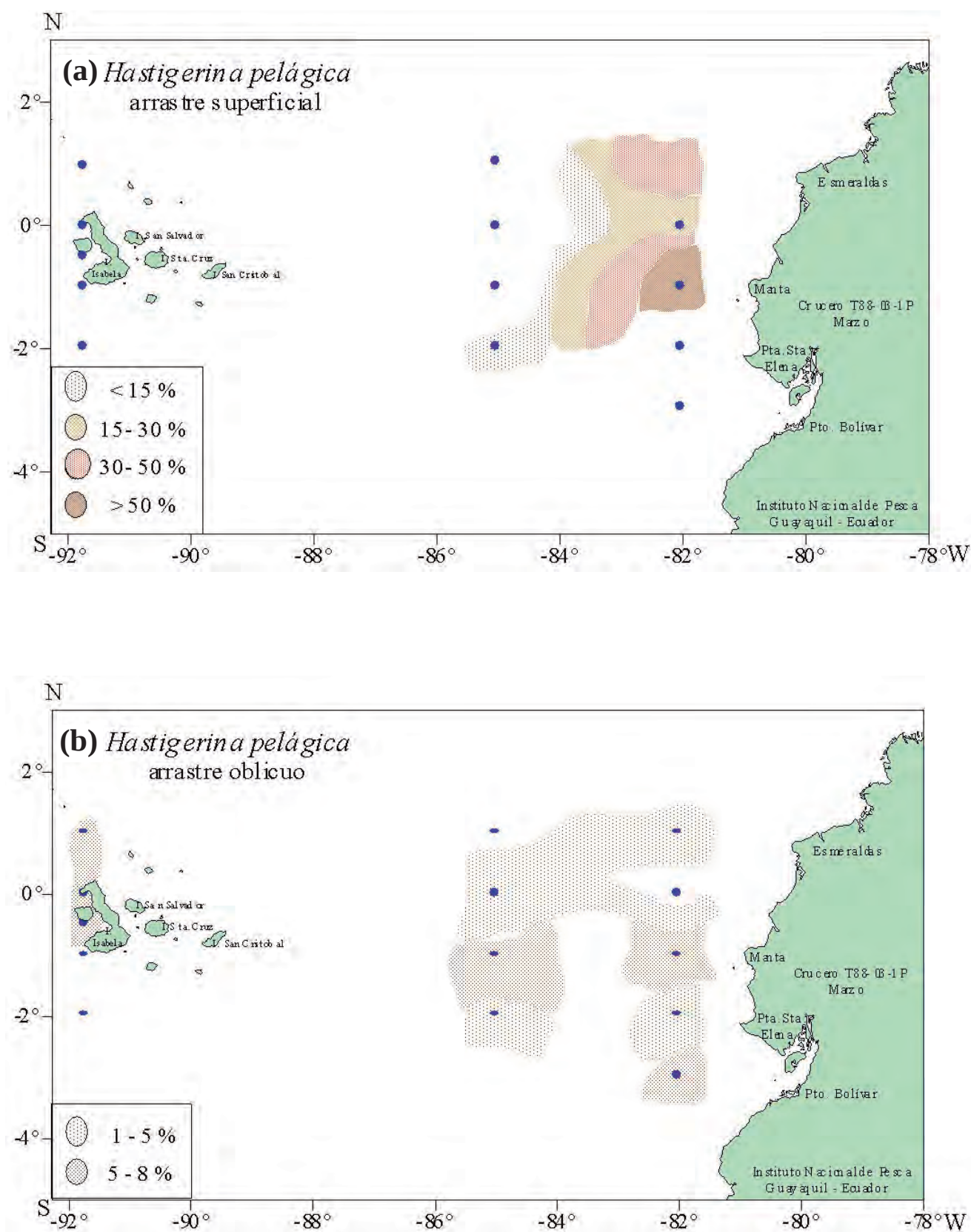


Figura 5.- Distribución de *Hastigerina pelagica* en. (a) arrastre superficial y (b) oblicuo durante C.O. marzo 1988.

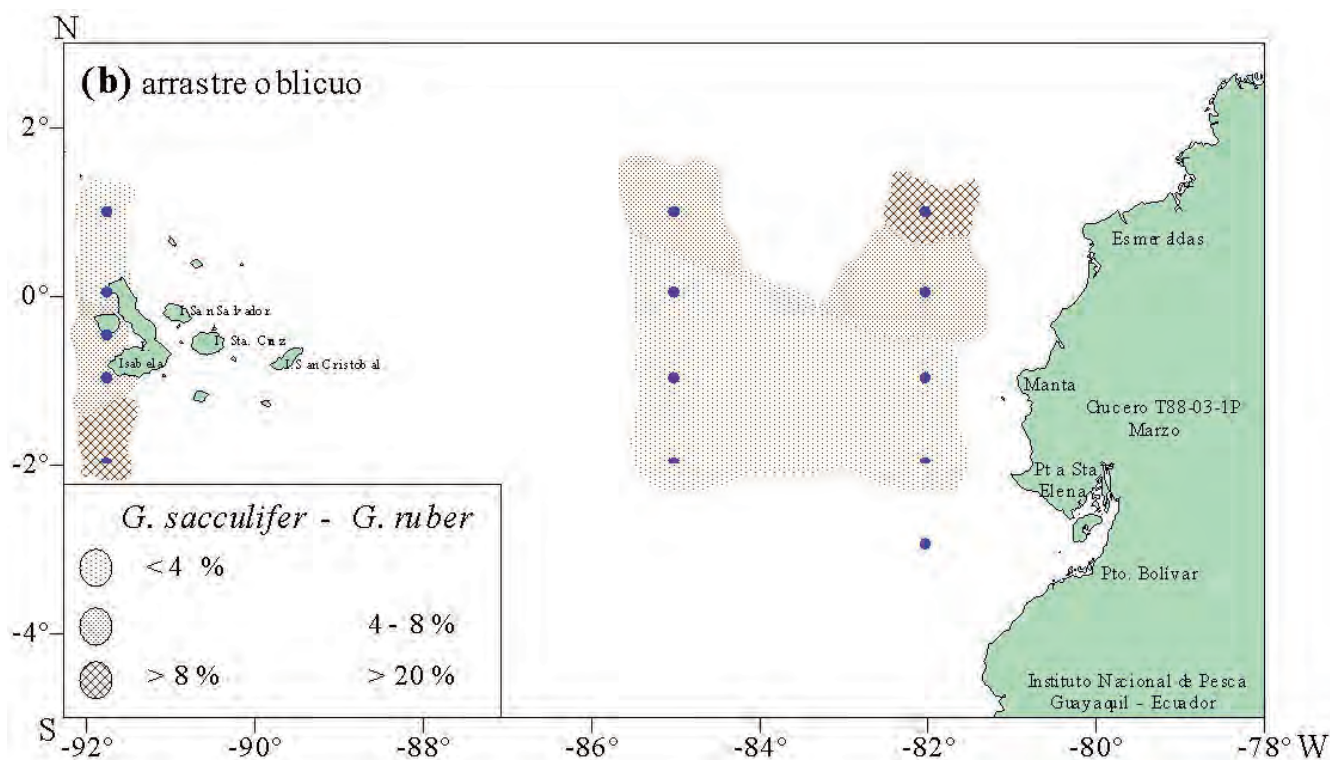
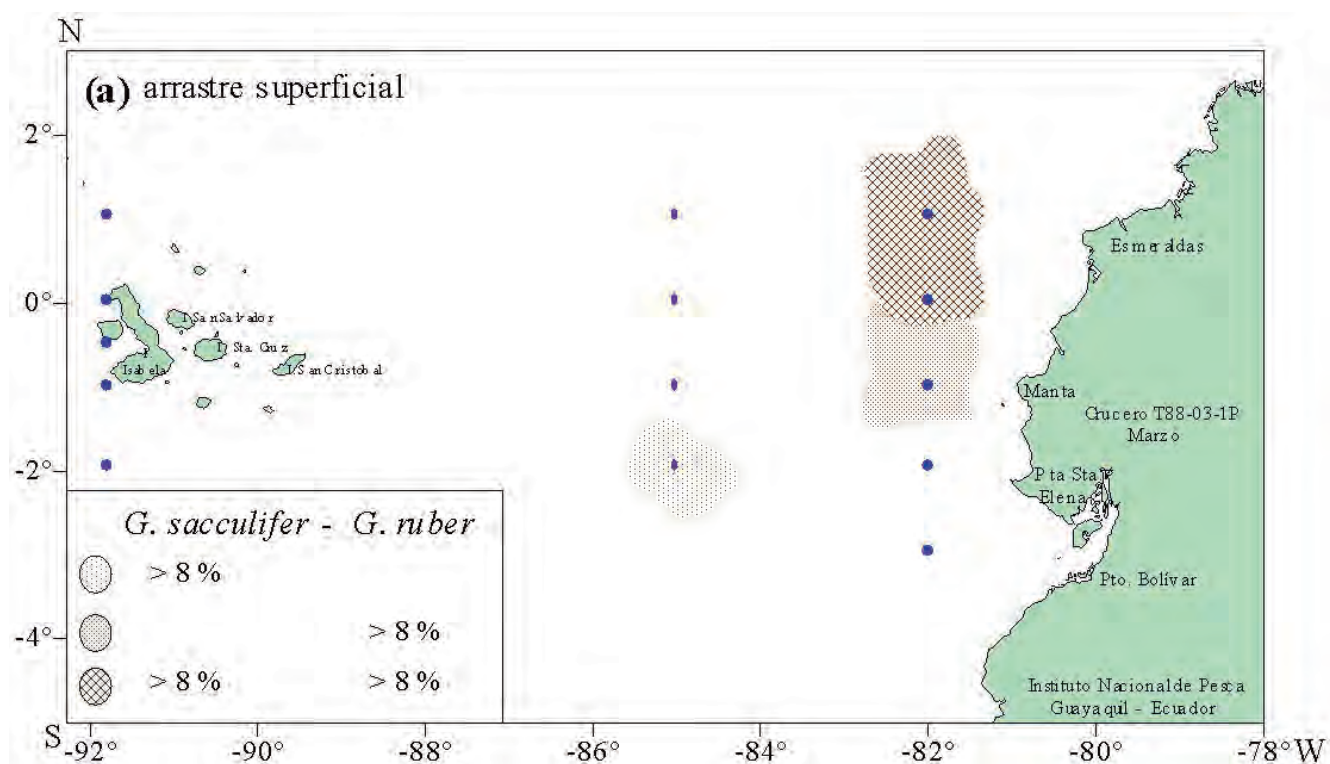


Figura 6.- Distribución de *Globigerinoides sacculifer* y *G. ruber* en arrastre: (a) superficial y (b) oblicuo de C.O. marzo 1988.

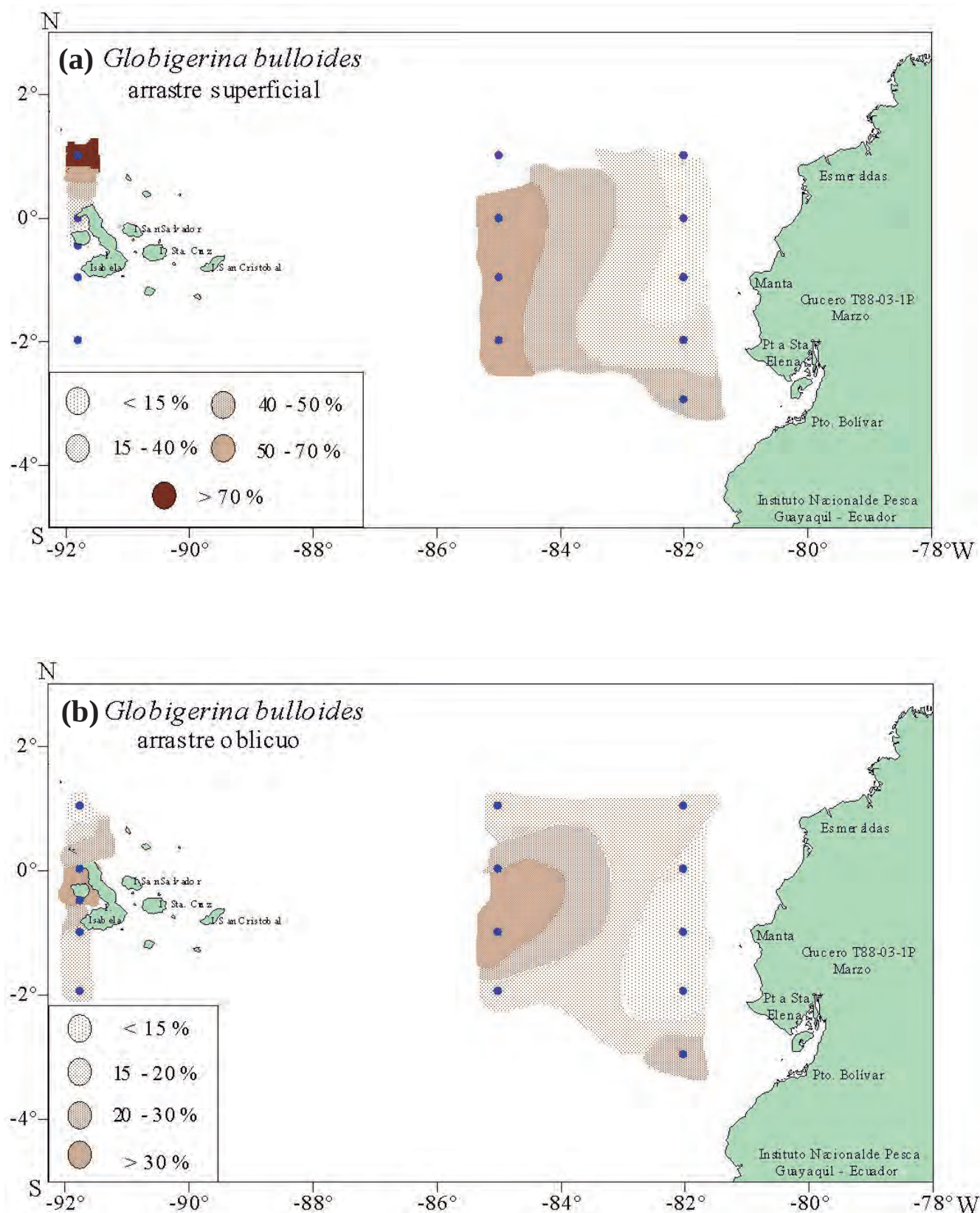


Figura 7.- Distribución de *Globigerina bulloides* en arrastre: (a) superficial y (b) oblicuo de C.O. marzo 1988.

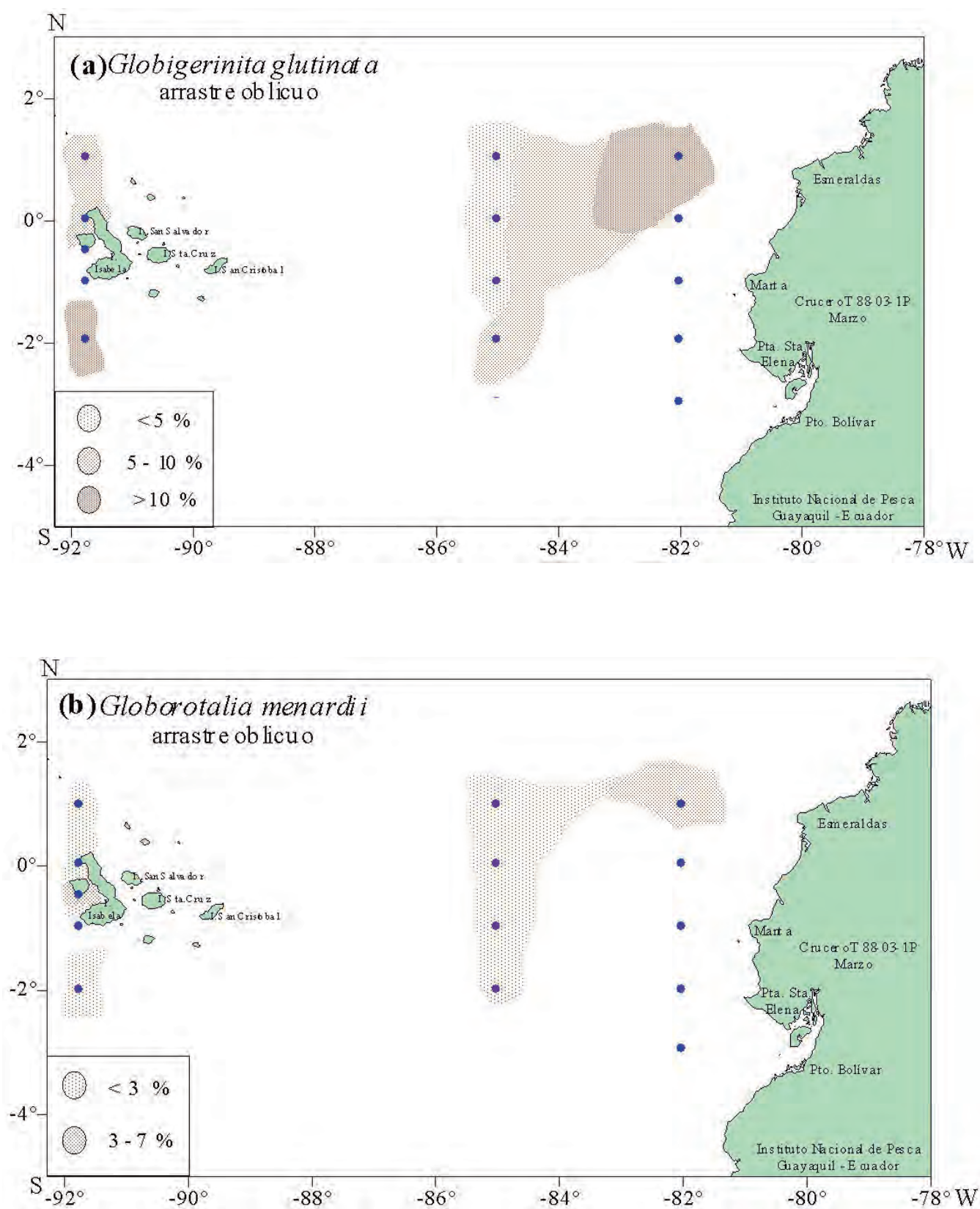


Figura 8.- Distribución de: (a) *Globigerinita glutinata* y (b) *Globorotalia menardii*, en arrastre oblicuo durante C.O. marzo 1988.

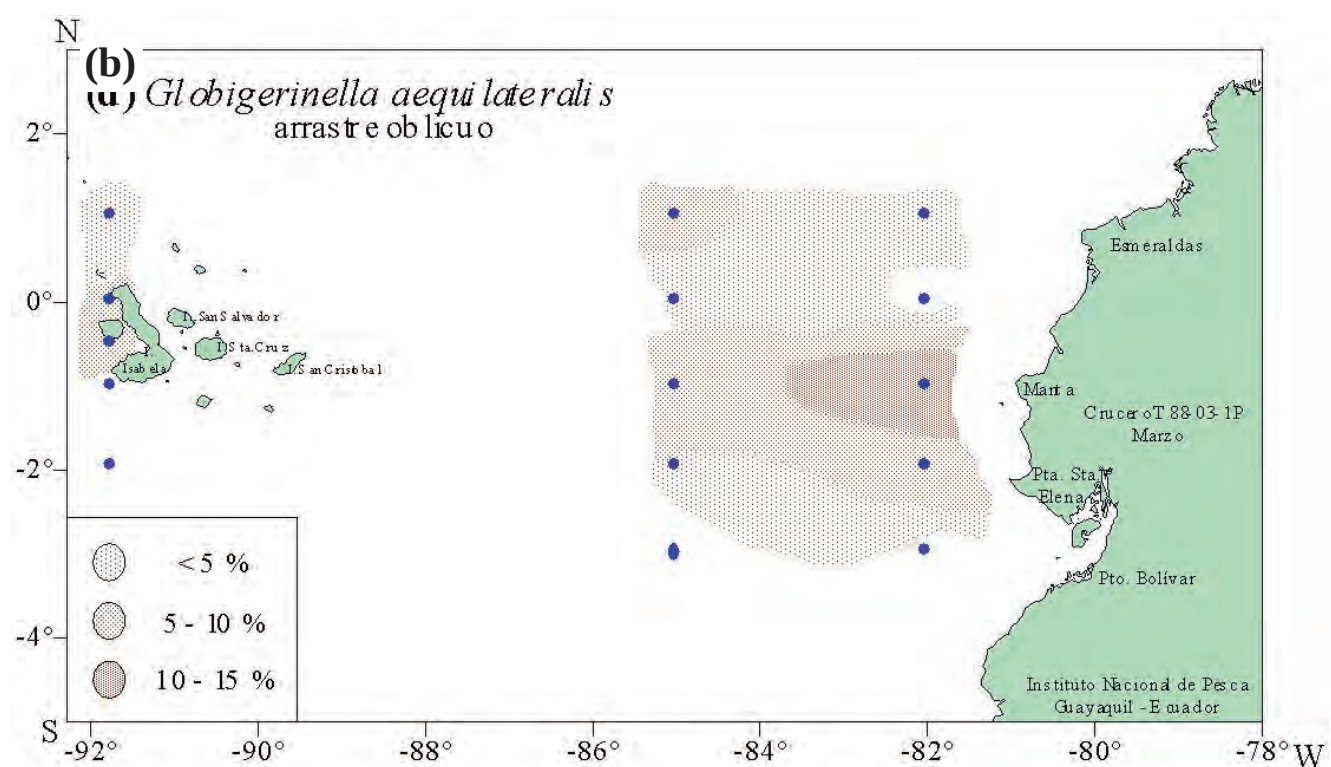
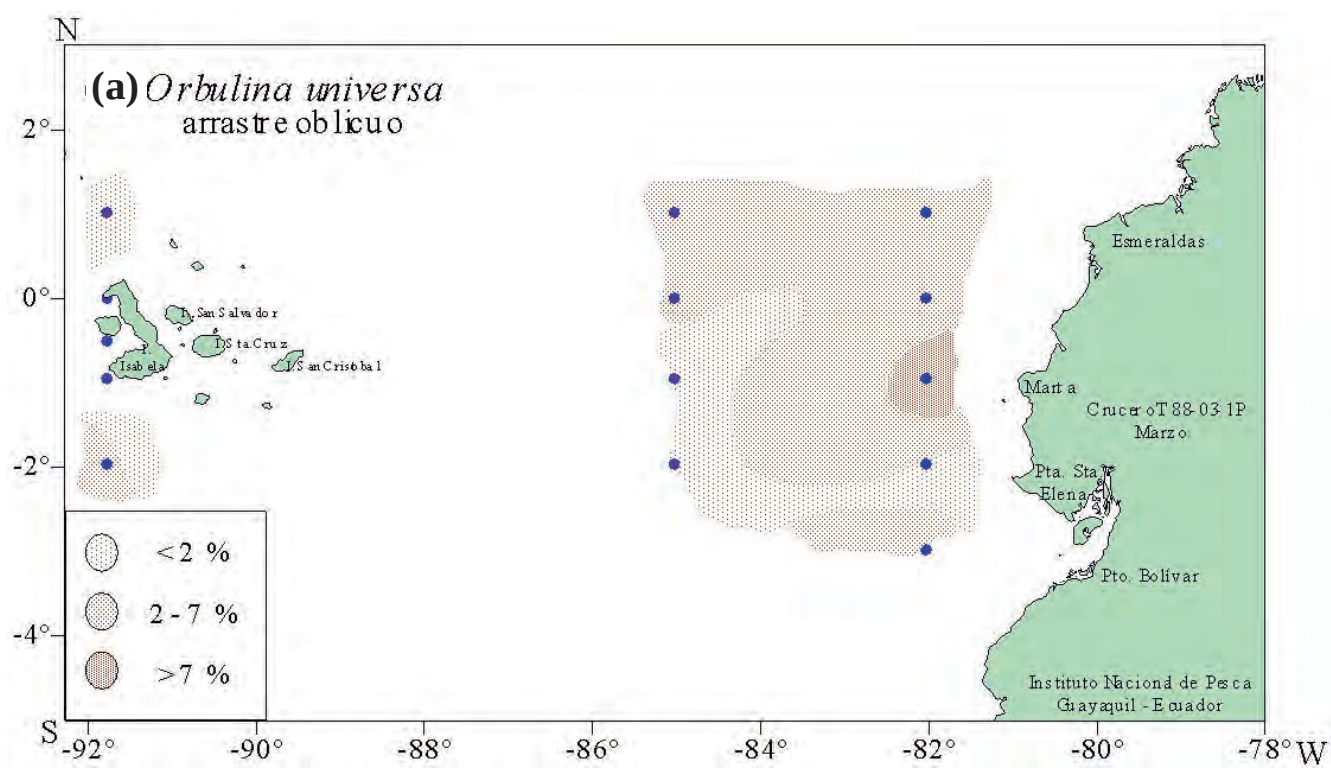


Figura 9.- Distribución de: (a) *Orbulina universa* y (b) *Globigerinella aequilateralis* en arrastre oblicuo durante C.O. marzo 1988.

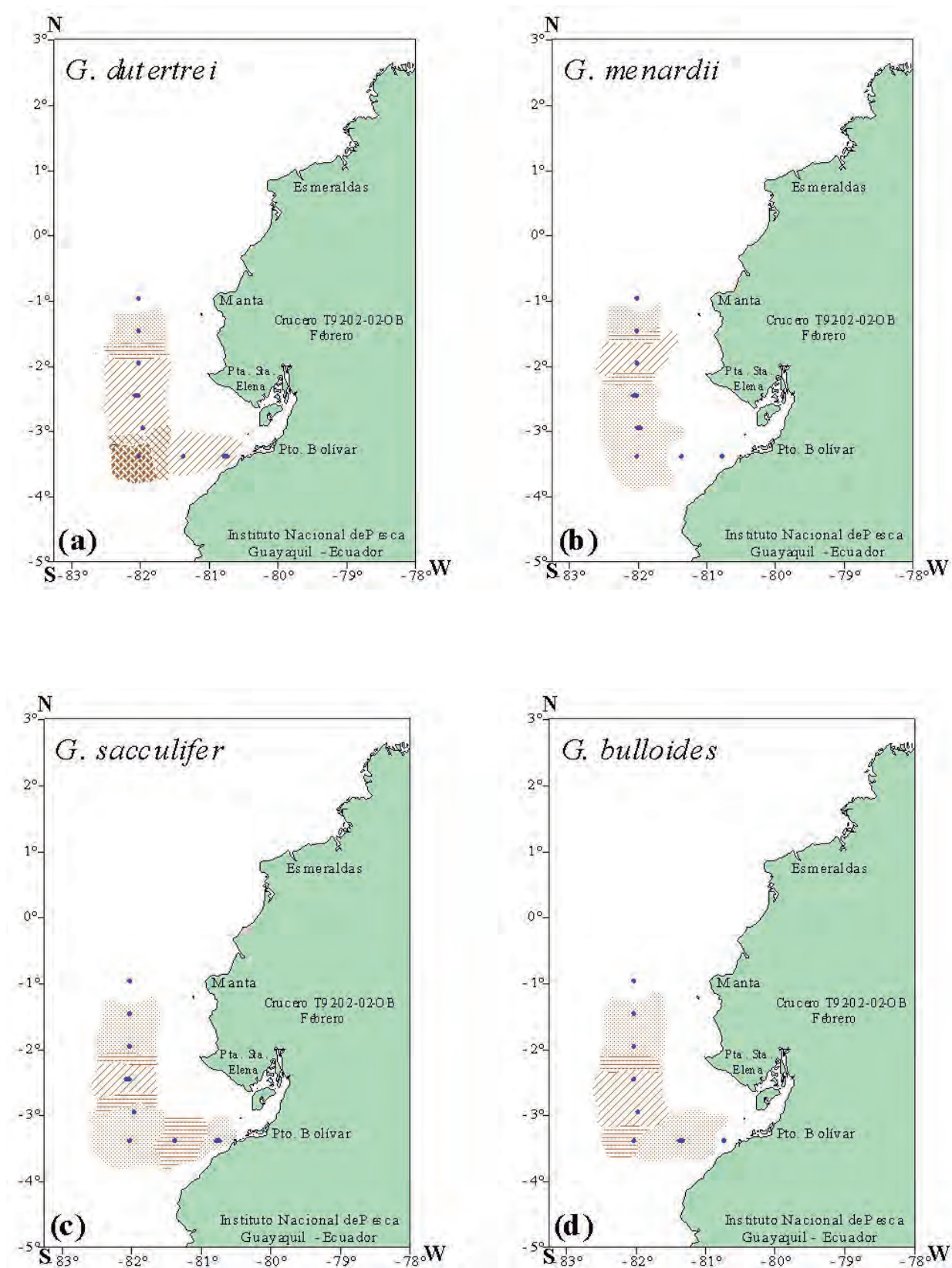


Figura 10.- Distribución de: (a) *G. dutertrei*, (b) *G. menardii*, (c) *G. sacculifer* y (d) *G. bulloides* en arrastre superficial durante febrero 1992.

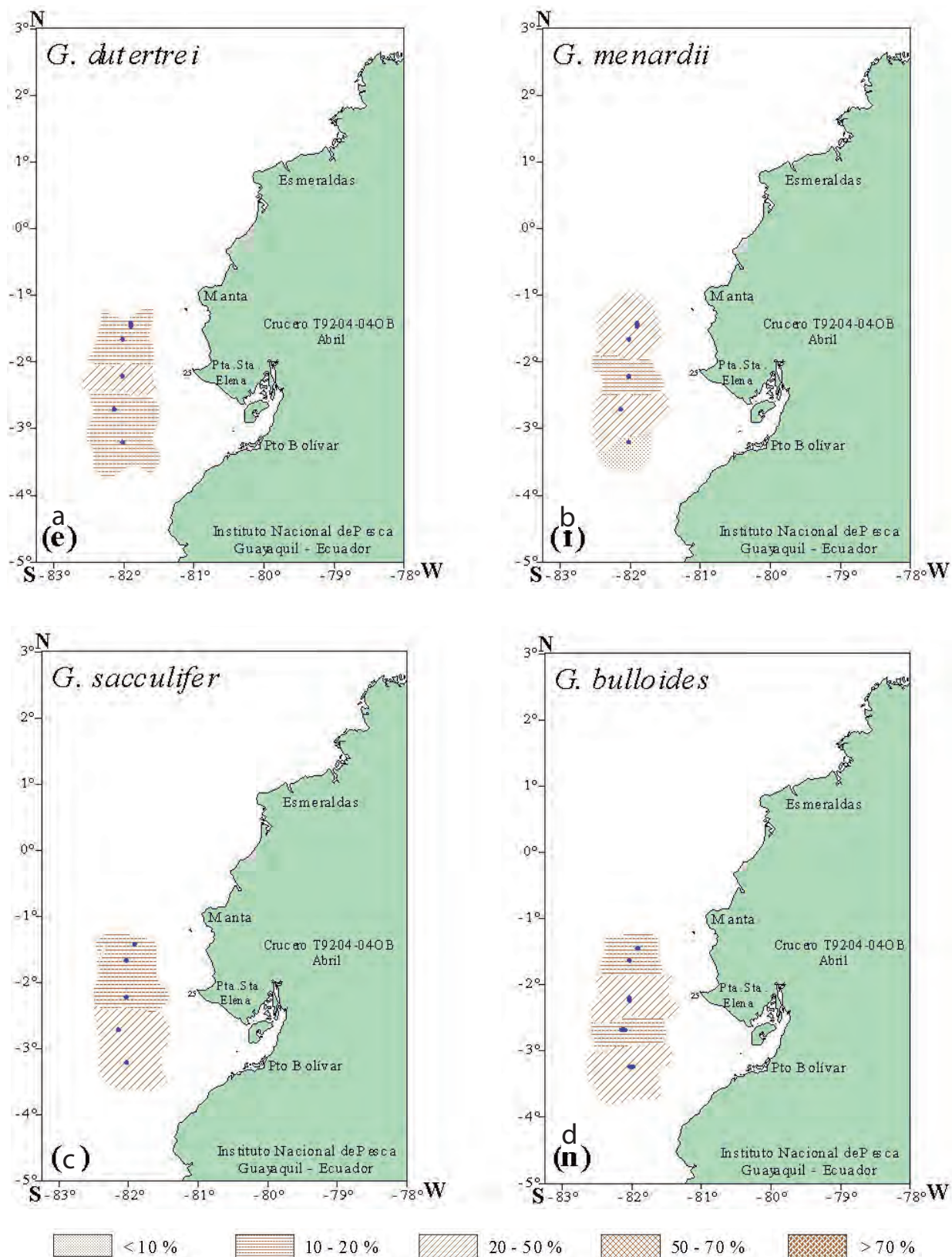


Figura 11.- Distribución de: (a) *G. dutertrei*, (b) *G. menardii*, (c) *G. sacculifer* y (d) *G. bulloides*, en arrastre superficial durante abril 1992.

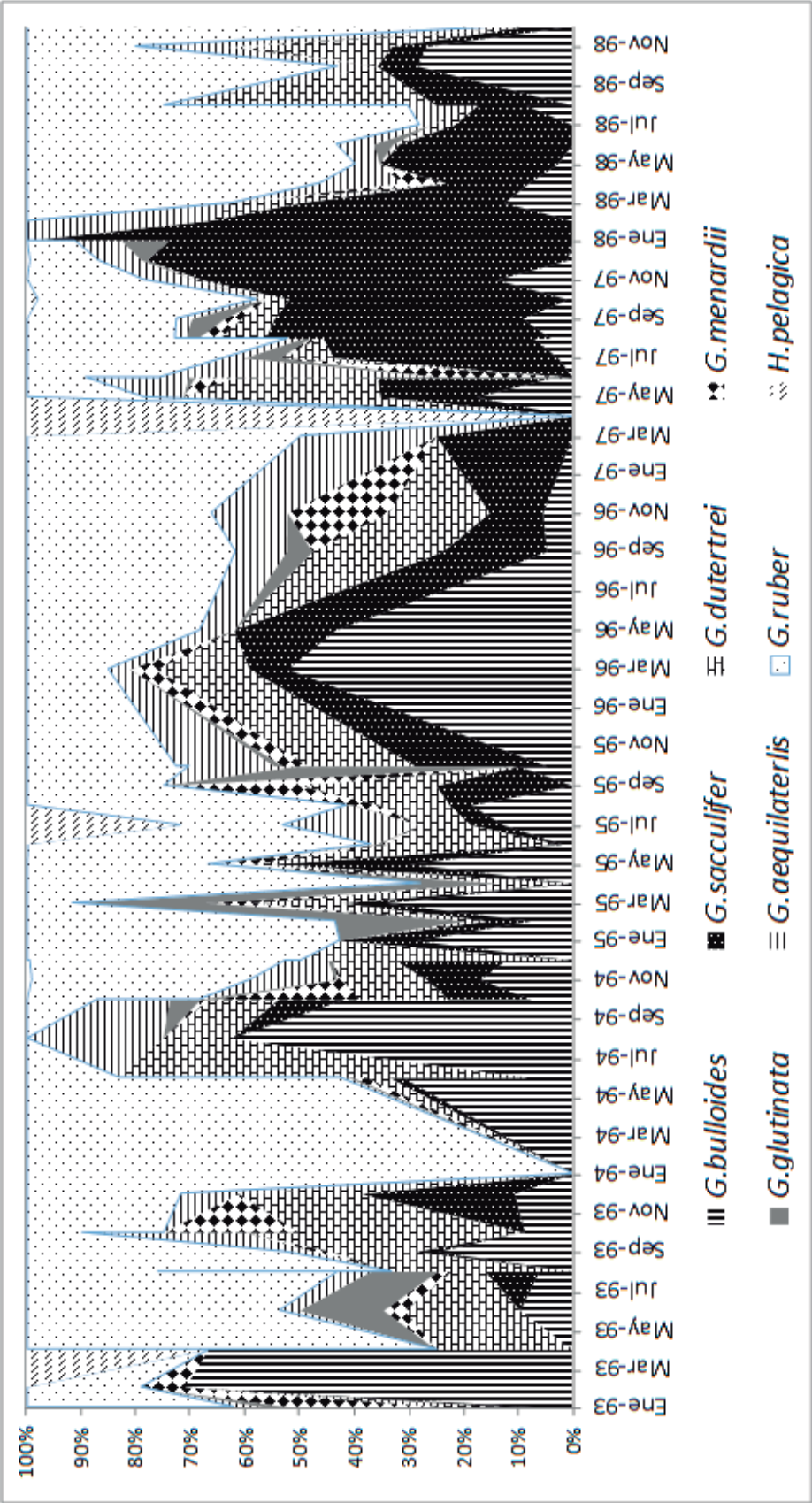


Figura 12.- Foraminíferos planctónicos vivos en la estación fija “La Libertad” en aguas superficiales - período 1993-1998.

