



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL 
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS CICIMAR

DEPARTAMENTO DE PLANCTON Y ECOLOGIA MARINA

**ESTRUCTURA DE LA TAXOCENOSIS DE
QUETOGNATOS EN LA REGION CENTRAL
DEL GOLFO DE CALIFORNIA**

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

CON ESPECIALIDAD EN CIENCIAS MARINAS

CENTRO
BIBLIOTECA
DONATIVO

PRESENTA

MARÍA DEL CARMEN FRANCO GORDO

LA PAZ, B.C.S.

OCTUBRE 1997

INDICE

GLOSARIO	I
RELACIÓN DE TABLAS Y FIGURAS.....*	IV
RELACIÓN DEL ANEXO.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES.....	2
JUSTIFICACIÓN	4
OBJETIVOS Y METAS ESPECIFICAS.....	5
ÁREA DE ESTUDIO.....	6
MATERIAL Y MÉTODOS.....	9
RESULTADOS..	14
Condiciones hidrológicas. Junio 1986..	15
Biomasa zoopláctica.....	16
Composición específica..	16
Distribución y abundancia de quetognatos..	17
Diversidad..	19
Análisis de agrupamiento. Junio 1986..	20
Condiciones hidrológicas. Septiembre 1987.....	22
Biomasa zoopláctica.....	23
Composición específica..	23
Distribución y abundancia de quetognatos..	24
Diversidad	26
Análisis de agrupamiento. Septiembre 1987..	27
ANÁLISIS.....	29
CONCLUSIONES	46
BIBLIOGRAFÍA.....	47

GLOSARIO

Afloramiento. Proceso por medio del cual el agua asciende hacia capas superiores del océano, usualmente como resultado de divergencias y de corrientes oceánicas. El afloramiento es más importante donde vientos persistentes soplan paralelos a la línea de costa, de modo que, las corrientes resultantes controladas por el viento fluyen hacia afuera de la costa.

Alisios. Sistema de vientos que ocupa a la mayoría de los trópicos y que sopla desde los centros de alta presión hasta la baja presión ecuatorial; un componente principal de la circulación de la atmosfera. Los vientos son nororientales en el Hemisferio Norte y surorientales en el Hemisferio Sur.

Análisis multivariado. Método para el estudio de la relación entre asociaciones de diferentes variables, existiendo intercorrelación entre los datos (James y Mc. Culloch, 1990).

Análisis de Componentes Principales. Técnica de ordenación que transforma las variables correlacionadas originales en variables nuevas mediante una transformación a otro sistema ortogonal, de manera que el primer punto coincida con el eje de máxima variancia de los datos y los siguientes coincidan progresivamente con los otros ejes de variación. Los nuevos ejes coordenados reciben el nombre de **componentes** (Pielou, 1984; Gould *et al.*, 1986). Uno de los objetivos de esta técnica es agrupar o asociar las observaciones e identificar las relaciones entre las variables (Morrison, 1976).

Biomasa. Cantidad de materia viva por unidad de superficie o de volumen de agua.

Convergencia. Zona a lo largo de la cual, aguas de orígenes diferentes se juntan, algunas veces llamada línea de convergencia. En dichas líneas, el agua mas densa, de un lado se hunde por debajo del agua más liviana del otro lado.

Corriente de Perú. (Corriente de Humboldt) corriente oceánica fria que fluye hacia el norte a lo largo de la costa de Chile y Perú. La Corriente del Perú se origina a partir del Viento de Deriva Occidental en el Océano Pacífico Subantártico. El límite norte de la corriente puede ser colocado un poco al sur del ecuador, donde vira hacia el occidente, uniéndose a la Corriente Surecuatorial.

Corriente El Niño. Corriente cálida en el Hemisferio Austral que fluye hacia el sur, esta corriente modera las bajas temperaturas del mar frente a las costas de Ecuador y Perú (Philander, 1992).

Diagrama T-S. (diagrama de temperatura-salinidad), gráfica de datos de temperatura contra salinidad de una columna de agua. El resultado es un diagrama con el que se puede identificar las masas de agua, ya sea en una columna de agua o en una región.

Efecto de Coriolis. El movimiento de cualquier objeto sobre la superficie de la tierra sufre una distorsión aparente con respecto a la dirección inicial. En el Hemisferio Norte esta “distorsión” es hacia la derecha y en el Hemisferio Sur hacia la izquierda.

El Niño. Variación interanual oceánica que se sucede cuando se presenta cierto comportamiento anómalo del sistema que regula el clima del Pacífico Tropical. El evento completo (componente oceánico y atmosférico) se denomina El Niño y la Oscilación del Sur (ENSO por sus siglas en inglés).

Especie indicadora. En este trabajo, Individuo del plancton, que es característico de una masa de agua particular, su presencia abundante puede indicar el origen y movimiento de ésta (Johnson y Brinton, 1963, Alvariño, 1966).

Espiral de Ekman. Representación teórica del efecto que causaría un viento que soplara constantemente sobre un océano de profundidad y extensión ilimitadas y de viscosidad uniforme. El efecto teórico en la capa superficial sería generar un flujo en un ángulo de 45° a la derecha de la dirección del viento en el Hemisferio Norte y hacia la izquierda en el sur. El agua en las profundidades subsiguientes tendría a derivar en direcciones más a la derecha (o a la izquierda) hasta que a cierta profundidad, se llegaría a mover en dirección opuesta a la del viento generador. Dicha profundidad es cercana a los 100 m y se llama **profundidad de Ekman**.

Flujo geostrofico. Movimiento de agua en el océano en respuesta combinada del efecto de Coriolis y de fuerzas gravitacionales creadas por una distribución heterogénea del campo de densidad, que causan corrientes perpendiculares al gradiente de densidad, de manera que el agua más ligera queda a la derecha de la corriente.

Isoterma. Línea en un mapa que conecta todos los puntos de temperatura igual 0 constante.

Matriz ortogonal. Una matriz cuadrada, que cuando es utilizada como matriz de transformación y es aplicada a una matriz de datos ocasiona una rotación rígida de la matriz de datos alrededor del origen de coordenadas (Pielou, 1984).

Nerítico. Porción de la división pelágica que se extiende desde el nivel de la bajamar hasta el extremo aproximado de la plataforma continental.

Oscilación Austral u Oscilación del Sur. Inversión en el gradiente de presión atmosférica que existe sobre el Pacífico Tropical, la situación común o “normal” corresponde a una mayor presión en el lado oriental (Philander, 1983).

Plánctico Término propuesto por Suárez, (1993) para referirse correctamente a los componentes del plancton, basado en la derivación griega de **planctos** (πλαγκτος) que significa florante o suspendido.

Quetognato. (gusano saeta), miembro del phylum Chaetognatha, pequeños animales pelágicos de forma alargada (vermiforme) y transparentes, los cuales existen en todos los mares desde la superficie hasta grandes profundidades. Son abundantes y pueden multiplicarse rápidamente para formar enormes agrupaciones. Algunas especies, especialmente las del género **Sagitta**, han sido identificadas como indicadoras de masas de agua.

Termoclina. Superficie que se encuentra a una profundidad en donde la temperatura tiene un cambio máximo en su decrecimiento con respecto a la profundidad, el cual es más evidente en un perfil vertical de la columna de agua (Pickard & Emery, 1982).

RELACIÓN DE TABLAS Y FIGURAS

- Tabla 1** Abundancia relativa de las especies de quetognatos registradas durante junio de 1986.
- Tabla 2** Abundancia relativa de las especies de quetognatos registradas durante septiembre de 1997.
- Figura 1** Toponimia del Golfo de California.
- Figura 2** a) Localización de las estaciones de muestreo en junio de 1986. b) Localización de las estaciones en septiembre de 1987.
- Figura 3** a) Isotermas (°C) y b) Oxígeno disuelto (ml/l) registrado a 10 m de profundidad en el Golfo de California. Junio de 1987.
- Figura 4** Biomasa zoopláctica (ml/1000m³) registrada en el Golfo de California. Junio de 1986.
- Figura 5** Distribución y abundancia de a) *Sagitta enflata* y b) *Sagitta euneritica* en el Golfo de California.
- Figura 6** Distribución y abundancia de a) *Sagitta minima* y b) *Sagitta hexapfera* en el Golfo de California. Junio de 1986
- Figura 7** Distribución y abundancia de a) *Sagitta bedoti* y b) *Sagitta bierii* en el Golfo de California. Junio de 1986.
- Figura 8** Distribución y abundancia de a) *Sagitta decipiens* y b) *Sagitta pacifica* en el Golfo de California. Junio de 1986.
- Figura 9** Distribución y abundancia de a) *Sagitta regularis* y b) *Krohniffa pacifica* en el Golfo de California. Junio de 1986.
- Figura 10** Distribución y abundancia de *Sagitta pseudoserrafodenfafa* en el Golfo de California. Junio de 1986.
- Figura II** Agrupación de especies en el ACP. Junio de 1986.
- Figura 12** Agrupación de estaciones en el ACP. Junio de 1986.

- Figura 13** Agrupación de las estaciones en el área de muestreo según el ACP. Junio de 1986.
- Figura 14** Agrupación de estaciones y especies de quetognatos en el Golfo de California. Junio de 1986.
- Figura 15** Densidad promedio de ***S. enflata*** en los cuatro grupos de estaciones formados por el ACP y su relación con la temperatura promedio.
- Figura 16** Correlación entre la abundancia de cada especie y la temperatura a 10 m de profundidad.
- Figura 17** a) isotermas (°C), b) Isohalinas (ppm) registradas en el Golfo de California a 25 m de profundidad. Septiembre de 1987.
- Figura 18** Oxígeno disuelto (ml/l) registrado a 25 m de profundidad. Septiembre de 1987.
- Figura 19** Biomasa zoopláctica (ml/1000m³) registrada en el Golfo de California. Septiembre de 1987.
- Figura 20** Distribución y abundancia de a) ***Sagiffa enflata*** y b) ***Sagiffa minima*** en el Golfo de California. Septiembre de 1987.
- Figura 21** Distribución y abundancia de a) ***Sagiffa hexaptera*** y b) ***Sagiffa bedoti*** en el Golfo de California. Septiembre de 1987.
- Figura 22** Distribución y abundancia de a) ***Sagiffa euneritica*** y b) ***Sagiffa regularis*** en el Golfo de California. Septiembre de 1987.
- Figura 23** Distribución y abundancia de a) ***Sagiffa bierii*** y b) ***Sagiffa decipiens*** en el Golfo de California. Septiembre de 1987.
- Figura 24** Distribución y abundancia de a) ***Krohnitta pacifica*** y b) ***Sagiffa neglecta*** en el Golfo de California. Septiembre de 1987.
- Figura 25** Distribución y abundancia de a) ***Sagitta pseudoserratodentata*** y b) ***Sagiffa pacifica*** en el Golfo de California. Septiembre de 1987.
- Figura 26** Agrupación de las especies en el ACP. Septiembre de 1987.
- Figura 27** Agrupación de las estaciones en el ACP. Septiembre de 1987.
- Figura 28** Agrupación de las estaciones en el área de muestreo según el ACP. Septiembre de 1987.

- Figura 29** Densidad promedio de las 6 especies más abundantes en los diferentes sitios definidos por el ACP. Septiembre de 1987.
- Figura 30** Relación entre la abundancia de cada especie y la temperatura a 25 m de profundidad en cada estación. Septiembre de 1987.
- Figura 31** Agrupación de estaciones y especies de quetognatos en el Golfo de California. Septiembre de 1987.
- Figura 32** Masas de agua en el Golfo de California. Tomado de Baumgartner **et al. (en prensa)**.
- Figura 33** Tipos de agua en el Golfo de California durante septiembre de 1987, determinados según el criterio de Baumgartner **et al. (en prensa)**.
- Figura 34** Relación entre las concentraciones de biomasa zoopláctica (ml/l) y la temperatura (°C) de cada estación **a)** junio de 1986; **b)** septiembre de 1987.

ANEXO

- TABLA A1** Localización de las estaciones muestreadas en junio de 1986 (GOLCA-8606). Temperatura (°C), oxígeno disuelto (mlll) a 10 m de profundidad y biomasa zoopláctica (ml/1000m³).
- TABLA A2** Habitat y afinidad biogeográfica de los quetognatos identificados en el Golfo de California en junio de 1986 y septiembre de 1987.
- TABLA A3** Densidad de quetognatos por especie en cada estación analizada. (individuos en 1000m³). Junio de 1986.
- TABLA A4** Valores de riqueza específica y diversidad de los índices de Shannon-Wiener (H'), Simpson, Redundancia y Equitatividad (J-Pielou). Junio de 1986.
- TABLA A5** Localización de las estaciones muestreadas en septiembre de 1987 (GOLCA-8709) indicando la profundidad de arrastre (m), Temperatura (°C), salinidad (ppm), oxígeno disuelto (mlll) a 25 m de profundidad y biomasa zoopláctica (ml/1000m³).
- TABLA A6** Densidad de quetognatos por especie en cada estación analizada (individuos en 1000m³). Septiembre de 1987.
- TABLA A7** Valores de riqueza específica y diversidad de los índices de Shannon-Wiener (H'), Simpson, Redundancia y Equitatividad (J-Pielou). Septiembre de 1987.
- TABLA A8** Varianzas de los Componentes Principales. Golfo de California . Junio de 1986.
- TABLA A9** Varianzas de los Componentes Principales. Golfo de California. Septiembre de 1987.
- TABLA A10** Grupos de estaciones formados por el ACP y su promedio de temperatura (°C) oxígeno disuelto (mlll) y abundancias las especies dominantes. Junio de 1986.
- TABLA A11** Grupos de estaciones formados por el ACP y su promedio de temperatura (°C), salinidad (ppm), oxígeno disuelto (mlll) y abundancias de las especies dominantes. Septiembre de 1987.

ESTRUCTURA DE LA TAXOCENOSIS DE QUETOGNATOS EN LA REGION CENTRAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA

RESUMEN

Se analiza la distribución y abundancia de 12 especies de quetognatos identificados en muestras obtenidas en los cruceros oceanográficos GOLCA-8606 y GOLCA-8709, realizados en junio de 1986 y septiembre de 1987, respectivamente. Las muestras de zooplancton fueron recolectadas mediante arrastres oblicuos de una red bongo. Las especies más abundantes en ambos cruceros fueron ***Sagitta enflata*, *S. minima*, *S. hexaptera*, *S. euneritica* y *S. bedoti***. Los valores de temperatura en el periodo de estudio indicaron elevaciones "anómalas" que van de 1.2 a 2.1 °C, características de periodos de calentamiento que se presentan durante el evento conocido como El Niño Oscilación del Sur (ENSO). La característica hidrológica más importante en septiembre de 1987, es la presencia de **Agua Tropical superficial** en la zona de las grandes islas y **Agua Ecuatorial Superficial (Agua Tropical Superficial Modificada)** en el resto del área estudiada. Se descarta un efecto de tropicalización en la taxocenosis de los quetognatos debido a que la composición específica de la comunidad de quetognatos coincide con la que ha sido reportada por otros autores tanto en periodos "normales" como en periodos con eventos ENSO. Coincide también con las afinidades biogeográficas de los organismos plácticos del golfo, que son subtropicales y tropicales de la provincia panámica. Sin embargo, se observó una variación en su densidad y distribución asociada a la posible influencia del ENSO 1986-1987. De manera general se registró una baja diversidad y máximos valores de dominancia en zonas de mezcla. El componente principal en las asociaciones de quetognatos y unidades de muestreo identificadas por el análisis de componentes principales fué un componente latitudinal relacionado con la influencia de aguas del Pacífico Tropical, el segundo componente se relacionó con un gradiente de temperatura entre la costa oriental y occidental del golfo, ambos influyeron en la abundancia relativa de cada especie en cada unidad de muestreo.

ESTRUCTURE OF THE TAXOCENOSIS OF CHAETHOGNATHS IN THE CENTRAL REGION OF GULF OF CALIFORNIA

ABSTRACT

The abundance and distribution of 12 species of chaethognaths were analyzed. The samples were taken in oceanographic cruisers (GOLCA-8606 and GOLCA-8709) during June 1986 and September 1987, respectively, by means of oblique trawls with a bongo net. The most abundant species were *Sagitta enflata*, *S. minima*, *S. hexaptera*, *S. euneritica* and *S. bedoti*. The temperature values indicated anomal elevations of 1.2 -2.1 °C characteristic of ENSO or El Niño period. The main hydrological characteristic in September 1987 was the presence of **surface tropical water** near the Grandes Islas and **surface equatorial water (modified surface tropical water)** in the rest of the study area. The species composition found here coincided with that reported for "normal" periods. Thus a tropicalization effect on the taxocenosis of the chaetognaths was ruled out. The species composition also coincided with the biogeographical affinities of the zooplanktonic organism of the gulf which are tropical and subtropical of the Panamic Province. However, a variation in density and distribution was observed, which possibly could be attributed to the influence of El Niño (ENSO) of 1986-1987. In general, slight diversity was recorded, with highest dominant values in mixed areas. The main components was a latitudinal component related to the influence of Tropical Pacific waters. The second component was related to the temperature gradient between the east and west coasts of the gulf. Both influenced the relative abundance of each species in each sample.

INTRODUCCIÓN

La región central del Golfo de California y en particular la zona de las Grandes Islas se caracteriza por ser un sistema persistentemente frío, con alta renovación de nutrientes y por ende una alta productividad (Brinton **et al.**, 1986), lo que le confiere a esta zona un particular interés para el estudio de las comunidades pláncticas, mientras que en la región sur de las Grandes Islas presenta una dinámica de intrusión periódica de masas de aguas tropicales (Thunell 1994; Sancetta, 1995), que afecta los niveles y la distribución de la productividad primaria (Bray, 1988) y propicia la constante recomposición de las comunidades zoopláncticas.

Es bien sabido que las condiciones oceanográficas influyen de manera importante sobre las comunidades zoopláncticas; a este respecto en el Golfo de California se han efectuado investigaciones que tratan de determinar los efectos de las variaciones ambientales sobre la abundancia y distribución espacio temporal de los organismos pláncticos, en escalas estacionales e interanuales, como es el caso de los eventos de calentamiento conocidos como fenómeno El Niño. Al parecer este tipo de fenómeno en el golfo se ha relacionado con el aumento en la producción primaria y biomasa zooplánctica, aunque sería arriesgado generalizarlo, debido a que las condiciones ambientales locales pudieran influir de manera distinta sobre las comunidades pláncticas.

En este trabajo se enfatiza en la influencia de factores ambientales sobre la composición específica y distribución de los quetognatos, que han sido señalados como un componente importante en la comunidad del zooplancton, debido a la presión

por depredación que ejercen sobre buena parte de sus integrantes; es por ello que, como primer punto en este trabajo, se realiza una comparación de la composición específica de los quetognatos y su preferencia de hábitat, en donde se esperaría encontrar un componente tropical dominante, debido a que en éste período la influencia del agua tropical hacia el interior del golfo es más acentuada (veranos de 1986 y 1987), además de haberse presentado un calentamiento moderado en los años 1986-1 987. Se abordan los cambios en la abundancia y distribución, relacionadas con la dinámica de corrientes y masas de agua características del período de verano.

ANTECEDENTES

La distribución de Los organismos pláncnicos está relacionada de manera general con las diferentes masas de agua, mismas que se encuentran identificadas por sus valores de temperatura y salinidad. Alvariño (1992), mencionó que los quetognatos recolectados de la costa occidental de Baja California pertenecen a varias categorías ecológicas y batimétricas: especies neríticas, ***Sagitta euneritica***, ***S. bierii*** (característica de la plataforma continental de California); especies de amplia distribución oceánica, ***Krohnitta subtilis***, ***S. enflata*** y ***S. minima***; especies típicas del Pacífico Central, ***Pterosagitta draco***, ***S. bipunctata***, ***S. hexapfera***; del Pacífico Norte Oriental, ***S. pseudoserrafodenfafa***; especies tropicales, ***S. pacífica***, ***S. neglecta*** (la primera se distribuye hacia las aguas templadas adyacentes y la segunda está restringida a las aguas cálidas tropicales). Las especies mesopelágicas, algunas de ellas también habitan los estratos batipelágicos contiguos, ***Eukrohnia bathyantartica***, ***E. hamafa***, ***S. macrocephala***, ***S. maxima***, y ***S. zefesios***; indicadoras de la corriente de California, ***S. scrippsae*** y la especie mesopelágica ***S. decipiens*** (indicadora de surgencias).

El Golfo de California es una zona de gran interés biológico, sin embargo, el conocimiento sobre la variación estacional y sobre la composición de su fauna y flora pláncicas es aún limitado (Brinton et *al.*, 1986; Manrique, 1987). La mayor parte de los estudios zoopláncicos incluyen aspectos de la distribución de algunas especies en relación a parámetros ambientales como la temperatura y la salinidad entre ellos se puede mencionar el de Manrique (1977), quien analiza las variaciones estacionales del zooplancton, el de Brinton y Townsend (1980), sobre eufáusidos, el de Jiménez y Lara-Lara (1988) acerca de las biomásas zoopláncicas y los copépodos, el de Esquivel (1990) y el de Gasca y Suárez (1991) sobre los sifonóforos, y el de Fernández-Alamo (1991) sobre poliquetos pelágicos,

Los pocos estudios sobre quetognatos en el Golfo de California analizan aspectos como composición específica, distribución y abundancia. Alvariño (1963) presentó un estudio de los quetognatos epipláncicos del Mar de Cortés, Laguarda-Figueras (1965), analizó muestras de la zona nerítica de Sinaloa recolectadas entre mayo y diciembre de 1957 y encontró sólo 3 especies: ***Sagitta enflata***, ***S. euneritica***, y ***S. neglecta***, definió a las dos primeras como eurihalinas ya que fueron encontradas en zonas de muy baja salinidad, las bajas densidades de *S. neglecta* fueron relacionadas con la baja salinidad.

Alvariño (1969) abordó la distribución y abundancia de los quetognatos durante dos épocas distintas (febrero y abril de 1956 y marzo-abril de 1959); mencionó que no se observaron especies típicas del Mar de Cortés, pues las especies identificadas son trópico-ecuatoriales.

Medina (1979) analizó la distribución horizontal del zooplancton recolectado en el centro y sur del Golfo de California durante 1956, con referencia especial en la

distribución y abundancia de los quetognatos. Brinton et **al.** (1986) registraron 17 especies de quetognatos y definieron a **Sagitta enflata**, **S. minima**, y **S. euneritica** como las más abundantes.

Fernández-Alamo (1989) analizó la distribución y abundancia de ocho grupos de organismos holoplácticos (entre ellos los quetognatos) dominantes en el Golfo de California, encontró ocho especies quetognatos, de las cuales **Sagitta enflata** y **S. decipiens** fueron las más comunes.

JUSTIFICACIÓN

El efecto de las condiciones ambientales sobre organismos marinos es muy complejo, debido a que interactúan diferentes factores en distintas escalas de tiempo y espacio; éstas interacciones son difíciles de establecer ya que las variaciones ambientales influyen parcial o totalmente sobre diferentes especies en su ciclo de vida (Johnson & Brinton, 1963 en: Gómez et **al.**, 1995). Los estudios sobre la distribución específica en una región en distintas épocas, muestran variaciones en el número de especies que se presentan además de la variabilidad en la abundancia relativa y distribución de las especies, este tipo de estudios pueden ayudar a esclarecer la influencia que tiene la dinámica hidrológica, sus variaciones y alteraciones en las comunidades de quetognatos.

Es relevante destacar que en ocasiones los quetognatos constituyen una de las fracciones dominantes en las biomásas zooplácticas (Reeve, 1970; Vinogradov & Tseitlin 1983 Toda et **al.**, 1993 en: Terazaki, 1996), llegando a constituir más del 40% del plancton total en términos de peso (Kotori, 1972). Esto cobra más importancia si se considera el carácter carnívoro de este grupo y su papel como depredador activo y/o

competidor de larvas de peces y de otros zoopláncteres de importancia comercial. Debido a su gran abundancia y amplia distribución, y a su carácter depredador, las poblaciones de quetognatos desempeñan en la trama alimentaria un papel preponderante en las comunidades pelágicas (Alvariño, 1985).

En este trabajo se analiza la estructura de la taxocenosis de los quetognatos y sus cambios espacio-temporales en función de los posibles factores que determinan tal variación en la parte central del Golfo de California durante dos épocas en que las condiciones hidrológicas que prevalecieron sugieren un calentamiento de naturaleza moderada (Almeyda, 1987; Cole y Mc. Lain, 1989). La información encontrada será contrastada con la de otros trabajos que se han realizado en el golfo (Alvariño, 1963, 1969; Laguarda-Figuera, 1965; Medina, 1979)

OBJETIVO

Analizar las variaciones en la distribución y abundancia de la taxocenosis de quetognatos en el Golfo de California durante el verano de 1986 y 1987, en relación con la dinámica hidrológica local.

METAS ESPECÍFICAS

Estimar la biomasa zoopláctica y la composición de la taxocenosis de quetognatos recolectados en el Golfo de California durante junio de 1986 y septiembre de 1987.

Estimar las posibles asociaciones interespecíficas, los patrones de distribución, abundancia y diversidad de la comunidad de quetognatos y su relación con las variaciones del ambiente.

ÁREA DE ESTUDIO

Fisiografía

El Golfo de California se extiende desde los 32°N hasta los 23°27'N, es un mar marginal de aproximadamente 1100 kilómetros de largo, de 135 kilómetros de ancho, y está separado del Océano Pacífico por la angosta península de Baja California (Baumgartner y Christensen, 1985; Roden y Emilsson, 1980) (Fig. 1). Se encuentra dentro de un ambiente árido caracterizado por grandes cambios de temperatura diurnos y estacionales, baja humedad, alta evaporación e intensa radiación solar (Brinton et al. 1986).

Se divide en dos grandes provincias fisiográficas separadas por una constricción entre punta San Francisquito y la isla Tiburón. La parte alta del golfo se encuentra al norte de la isla Ángel de la Guarda, la cual se extiende a lo largo del canal de Ballenas en el margen de Baja California, casi todo el Alto Golfo es poco profundo (Roden y Groves, 1959). Hacia el sur de las Grandes Islas, el "Bajo Golfo", está formado por una serie de cuencas cuyas profundidades van desde unos 3000 m en la entrada, hasta 1600 m en el norte del golfo (Rusnak et al., 1964).

Hidrología

La circulación superficial de las aguas y el clima del Golfo de California, están influenciados estacionalmente por cambios en los vientos (Thunell, 1994). Desde

finales de otoño y principios de primavera los vientos son fuertes y provienen del norte por lo que el transporte de las aguas superficiales es hacia fuera del golfo. En verano y principios de otoño los vientos dominantes son los provenientes del sur, y llevan agua superficial del Pacífico Tropical al interior del golfo (Thunell, 1994). La variación térmica estacional en el estrato superficial es extrema en la parte norte, con temperaturas entre 14°C en febrero y 30°C en agosto; en la parte sur estos valores son de 20°C y 30°C, respectivamente (Brinton *et al.* 1986).

De manera general, en el golfo se observa una clara estratificación (Roden, 1964) debida a la alta irradiación que existe en el verano (Bray, 1988) en este período (de mayo a octubre, cuando los vientos que prevalecen, provienen del sur), las aguas están térmicamente estratificadas y con limitación de nutrientes (Thunell, 1994; Sancetta, 1995).

La gran longitud y el enclaustramiento del golfo, ocasionan un aumento apreciable de los gradientes climáticos. El más tropical, en la región sur del golfo, está dado por un clima árido. Existe un ambiente subtropical, localizado en el extremo norte, donde la evaporación juega un papel importante en la formación de agua local del golfo (Roden y Groves, 1959).

Por otro lado, en la parte central del golfo se ha encontrado una zona de convergencia durante la primavera y el verano entre isla del Carmen y el río Mayo; se desconoce aún si esta convergencia se mantiene estacionaria o si sufre desplazamientos y cambios estacionales (Emilsson y Alatorre, 1980). Se conoce también un núcleo de agua fría permanente en el canal de Ballenas, producido por fuertes corrientes de marea. (Robinson, 1973; Roden y Emilsson, 1980; Badan-Dangon *et al.*, 1985).

Roden y Emilsson (1980) dividieron al golfo, desde el punto de vista hidrográfico, en cuatro provincias:

1) Golfo Superior: de la desembocadura del río Colorado a la isla Tiburón; es somero y se caracteriza por una fuerte mezcla ocasionada por las mareas; en ésta zona existen grandes variaciones anuales de temperatura así como un movimiento convectivo en el invierno que produce una masa de agua de alta densidad.

2) Canal de Ballenas: situadas entre las islas Angel de la Guarda y las islas San Lorenzo, notable por sus singulares condiciones oceanográficas a todas las profundidades y la fuerte mezcla por mareas, llamada también región de las **grandes islas**.

3) Golfo Inferior: delimitado entre la isla Tiburón al norte y una línea imaginaria que une a cabo San Lucas con Mazatlán; está caracterizada por su libre comunicación, salinidades de superficie relativamente altas y la presencia de una fuerte corriente hacia el sur, cerca de sus límites occidentales.

4) Entrada del Golfo: definida como el área triangular limitada por la costa de México entre Mazatlán y cabo Corrientes y por dos líneas imaginarias tendidas desde cabo San Lucas hasta estos puntos, respectivamente. Esta provincia es conocida por una estructura termohalina muy complicada, caracterizada por frentes, remolinos e intrusiones que pueden estar ligadas a la confluencia de tres distintas corrientes: la corriente de California, fría y de baja salinidad (34.60 ppm); agua superficial del Pacífico Tropical Oriental con salinidades intermedias (34.65 - 34.85 ppm) y aguas del Golfo de California que comúnmente son calientes y de salinidades mayores de 34.9 ppm. (Álvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979; Robles y Marinone, 1987; Bray, 1988).

Afloramientos

Los afloramientos están determinados por la divergencia del transporte de Ekman, que es muy fuerte a lo largo del lado este del golfo (Badan-Dangon et al., 1985); estos afloramientos o surgencias ocurren durante todo el año y son causados por el patrón de vientos dominantes: de noviembre a mayo provienen del noroeste y son los más fuertes durante el ciclo estacional, originando surgencias en la costa este del golfo durante invierno-primavera, mientras que los vientos de junio a octubre provienen del sureste y es posible definir regiones de surgencias que ocurren generalmente en la costa de la península (Fernández-Barajas **et al.**, 1994). De manera general la producción primaria en la parte central del golfo es baja, cuando los vientos soplan del sureste, llevan agua tropical superficial hacia adentro del golfo, esto tiene claramente un efecto en la temperatura y en la concentración de pigmentos. El calentamiento de las aguas superficiales durante el verano es el resultado de la alta estratificación de la columna de agua en la parte central del golfo (Thunell, 1994).

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de muestreo abarcó desde la zona de las Grandes Islas del Golfo de California, hasta la zona comprendida entre punta Concepción, en la costa peninsular, y Huatabampo en la costa continental (Fig. 1).

Se utilizó material zoopláctico obtenido en dos cruceros oceanográficos efectuados por el CICIMAR en el Golfo de California en junio de 1986 (GOLCA-8606) y agosto-septiembre de 1987 (GOLCA-8709), a bordo del Barco de la Armada de

México “Ignacio de la Llave” y del B/O “El Puma”, de la Universidad Nacional Autónoma de México. El número de estaciones en el crucero de junio de 1986 fue 22 (Fig. 2), mientras que el crucero de septiembre de 1987 fueron 37 (Fig. 3).

Las muestras de zooplancton fueron obtenidas mediante arrastres oblicuos de una red tipo “bongo”, con mangas de 333 y 505 micras de luz de malla, 3.0 m de longitud y 60 cm de diámetro en la boca. Ambas redes estuvieron provistas de un flujómetro digital para medir el volumen de agua filtrado, de acuerdo a la metodología propuesta por Smith y Richardson (1979). El material recolectado fue fijado con formol al 4% neutralizado con una solución saturada de borato de sodio.

En el laboratorio se procedió a calcular la biomasa zoopláctica, por el método de volumen desplazado (Beers, 1976), normalizada en mililitros/1000 m³ de agua filtrada (Smith y Richardson, 1979).

Las muestras analizadas para éste trabajo corresponden al material recolectado en la manga de 505 micras; la separación, recuento e identificación de los quetognatos se llevó a cabo en el Departamento de Plancton del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

Las muestras con biomasa zoopláctica entre 10 y 40 ml fueron analizadas en su totalidad, mientras que las muestras con volúmenes mayores se fraccionaron de acuerdo al criterio de Fleminger (1967), ésto permitió fraccionar la muestra madre desde 1/2 hasta 118.

Las especies de quetognatos fueron identificadas según las descripciones de Alvariño (1961, 1963, 1967) y Tokioka (1965). La abundancia total por muestra se estimó mediante la siguiente fórmula:

$$N = m * C$$

donde:

N = número de organismos en la muestra

C = número de organismos contados en la muestra

m = fracción analizada del total de la muestra

La abundancia de quetognatos por muestra fue normalizada a un número de organismos en mil metros cúbicos de agua filtrada utilizando la siguiente fórmula:

$$N/1000 = 1000(Nm/Vf)$$

donde:

N/1000 = número de individuos en 1000 metros cúbicos

Nm = número de organismos en la muestra analizada

Vf = volumen filtrado por la red en metros cúbicos

Una vez obtenidos los valores de abundancia transformados a 1000 m³ para cada una de las especies, se elaboraron mapas de su distribución y abundancia y se determinaron cuatro categorías de abundancia: “escasa” (1-39 org./1000m³), “media” (40-399 org./1000m³), “alta” (400-3999 org./1000m³) y “muy alta” (4000-39999 org./1000m³) mientras que los valores máximos de abundancia (más de 4000 org./1000m³) fueron señalados en las zonas correspondientes.

Los datos de temperatura y salinidad fueron obtenidos con un CTD marca General Oceanics por el personal del Laboratorio de Química y de los Departamentos de Plancton y Oceanología del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR).

Los valores de temperatura (°C) y oxígeno disuelto (ml/l), en junio de 1986, corresponden a los observados a 10 m de profundidad. En agosto-septiembre de 1987, la temperatura (°C), salinidad (ppm) y oxígeno disuelto (ml/l) corresponden a los detectados a 25 m de profundidad ya que para este crucero solamente existen cuatro registros de temperatura a 10 m.

Para el análisis de la estructura de la comunidad, a partir de los datos normalizados de abundancia por especie y estación de cada crucero, se utilizó el índice ecológico Shannon-Wiener (H') (Peet, 1974; Brower y Zar, 1979) y de Simpson (Brower y Zar, 1979). Para determinar el grado de uniformidad y de distribución de los individuos entre las diferentes especies, se calculó la Equitabilidad (J') (Pielou, 1979) y la redundancia como una medida de dominancia.

El índice de Shannon-Wiener asume que todas las especies están representadas en la muestra. Se calcula a partir de la ecuación:

$$H' = -\sum P_i \log P_i$$

donde:

H' = contenido de información de la muestra (bits/individuo)

P_i = proporción de individuos halladas en la especie i ésima.

El índice de Simpson (1-x) (Brower y Zar, 1979) está ponderado según la abundancia de las especies más comunes y no a partir de la riqueza de especies (Southwood, 1978).

Para calcular el índice de forma apropiada para una comunidad finita se utiliza:

$$D = \sum n_i (n_i - 1) / N(N - 1)$$

donde:

n_i = número de individuos de la i-ésima especie

N = número total de individuos en una población o comunidad

La Equitabilidad (J'), utilizada como una diversidad ponderada para permitir la mejor comparación con otros estudios (Pielou, 1969), se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$J' = H' / \ln(S)$$

donde:

H' = Contenido de información de la muestra

\ln = Logaritmo natural

S = Número de especies

Se realizó un análisis de correlación por rangos de Spearman (Ludwing & Reynolds, 1988) para observar la relación de las concentraciones de biomasa zoopláncica y la abundancia de cada especie con los valores de temperatura registrados en cada estación de muestreo.

Se utilizó la técnica multivariada denominada Análisis de Componentes Principales (ACP) (Legendre & Legendre, 1983) con el fin de obtener las agrupaciones de las especies identificadas así como de las estaciones; para ello se utilizó una matriz combinando los datos de abundancia de especies por estación.

Se utilizaron las matrices originales (Tablas A3 y A6) de la abundancia en cada localidad sobre un análisis de Componentes Principales tipo Q; éste análisis fue realizado utilizando una matriz de varianza-covarianza y los datos originales fueron transformados a logaritmos (ln+1) (Legendre & Legendre, 1983).

RESULTADOS

En el presente estudio se identificaron 12 especies de quetognatos, de las cuales 11 corresponden al género *Sagitta* y 1 al género *Krohnitta*, todos los quetognatos se determinaron a nivel específico de acuerdo a las descripciones de Alvaríño (1961, 1963, 1967) y Tokioka (1965). La posición sistemática de las especies recolectadas durante junio de 1986 y septiembre de 1987, de acuerdo con Alvaríño (1965) y Michel (1984) son las siguientes:

- Phylum Chaetognatha** (Leuckart)
- Clase Sagittoidea**, Claus y Grobben, 1905
- Orden Aphragmophora**, Tokioka, 1965a
- Familia Sagittidae**, Claus y Grobben, 1905
- Género Sagitta** Slabber, 1778
 - Sagitta enflata* Grassi, 1881
 - S. euneritica* Alvaríño, 1961
 - S. minima* Grassi, 1881
 - S. hexaptera* d'Orbigny, 1843
 - S. bedoti* Béranek, 1895
 - S. bierii* Alvaríño, 1961
 - S. decipiens* Fowler, 1905

S. pacifica Tokioka, 1940
S. regularis Aida, 1897
S. pseudoserratodentata Tokioka, 1939
S. neglecta Aida, 1897
Krohnitta pacifica (Aida, 1897)

JUNIO 1986 (GOLCA-8606)

Condiciones Hidrológicas

La temperatura promedio en este mes fue 26.06%. De forma general se encontró una zona fría (22.5°C-24°C) en las cercanías de isla Angel de la Guarda, canal Salsipuedes e isla Tiburón detectándose en esta área las isotermas más bajas; en la parte sur de las grandes islas se evidenció un marcado gradiente ascendente de los valores de temperaturas, con isotermas de 25°C a 27°C (Fig. **3a**). El valor más alto de temperatura fue 29.0°C en la estación 9, cercana a punta Baja, en la costa continental; y el mínimo fue de 21.7°C, en la estación 6 localizada al sur de isla Ángel de la Guarda (en la zona fría). Las temperaturas más bajas se localizaron en la costa peninsular del golfo (Tabla A1).

Las concentraciones promedio de oxígeno disuelto en este periodo fueron de 4.1 ml/l. A 10 m de profundidad, el oxígeno disuelto (Tabla A1) registró su valor más alto (5.4 ml/l) en la estación 17, situada entre Guaymas y Punta Chivato; tuvo un mínimo de 1.05 ml/l en la estación 10, en la parte media del área de estudio (Fig. **3b**). De manera general las isolíneas de oxígeno más bajas (1.0-3.5 ml/l) se observaron en la parte media del área de estudio, al sudoeste de la isla Tiburón y las máximas (4.5 ml/l) en los tres transectos más meridionales.

Biomasa zoopláncica. Junio 1986

La biomasa zoopláncica presentó valores variables; el más alto (828.8 ml/1000 m³) se localizó en la estación 13 en la parte media del área de estudio y el mínimo (036.6 ml/1000 m³) fue registrado en la estación 6 al sur de isla Angel de la Guarda. En general se observaron valores de biomasa entre los intervalos de 100 y 500 ml/1000 m³, con un promedio de 276 ml/1000 m³ (Fig. 4).

Composición específica. Junio 1986

Los quetognatos identificados en este mes corresponden en general a especies epipláncicas, con excepción de ***S. decipiens*** que es mesopelágica; la mayoría presenta una afinidad biogeográfica tropical y subtropical (Tabla A2).

Se identificaron 11 especies correspondientes a los géneros ***Sagitta*** y ***Krohnitta***, siendo ***Sagitta*** el más diverso. Las especies identificadas en orden descendente de acuerdo a su abundancia relativa se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Abundancia relativa de las especies de quetognatos registradas durante junio de 1986.

ESPECIE	Abundancia relativa (%)
<i>Sagitta enflata</i> Grassi, 1881	52.04
<i>Sagitta euneritica</i> Alvariño, 1961	26.04
<i>Sagitta minima</i> Grassi, 1881	6.85
<i>Sagitta hexaptera</i> d'Orbigny 1843	5.84
<i>Sagitta bedoti</i> Béranek, 1895	4.06
<i>Sagitta bierii</i> Alvariño, 1961	2.06
<i>Sagitta decipiens</i> Fowler, 1905	2.06
<i>Sagitta Pacifica</i> Tokioka, 1940	0.45
<i>Sagitta regular-k</i> Aida, 1897	0.25
<i>Sagitta pseudoserratodentata</i> Tokioka, 1939	0.010
<i>Krohnitta pacifica</i> (Aida, 1897)	0.004

Distribución y abundancia de quetognatos. Junio 1986

***Sagitta enflata*.** Especie cosmopolita, presente en el 100% de las estaciones con densidades de 574 hasta 41930 org/1000 m³; en la costa continental alcanzó densidades muy altas, mientras que en la costa peninsular sólo densidades altas (Fig. 5a).

***Sagitta euneritica*.** En el 100% de las localidades de muestreo, generalmente con densidades altas. Esta especie tropical-subtropical, se presentó en mayores densidades en la zona este de la isla Ángel de la Guarda y en una estación al sureste

de isla Tiburón. Las menores densidades se presentaron en una estación cercana a Guaymas y otra en cercanías de cabo Vírgenes, en la costa peninsular (Fig. 5b).

Sagitta minima. En el 81% de las localidades, en general con densidades medias. Esta especie tropical-subtropical característica de zonas de mezcla o surgencias, estuvo ausente en tres localidades de la zona sur de isla Ángel de la Guarda, región que se caracterizó por presentar temperaturas bajas, y que ha sido definida como una zona de mezcla (Fig. 6a).

Sagitta hexaptera. Esta especie tropical-subtropical estuvo presente en el 95% de las localidades; en general con densidades medias y altas y dos núcleos con densidades muy altas en la parte norte del área de estudio. Esta especie no se presentó en la estación 12 en la costa peninsular (Fig. 6b).

Sagitta bedoti. Especie con afinidad tropical, presente en el 72% de las estaciones de todo el eje central del Golfo, con densidades medias y altas principalmente en el eje central del área de estudio. Especie ausente en seis estaciones, tanto de la costa continental como de la peninsular (Fig. 7a).

Sagitta bierii. Especie tropical presente en el 90 % de las estaciones analizadas; en general, con densidades medias y tres núcleos de densidades altas. Ausente en dos localidades de la costa peninsular (Fíg. 7b).

Sagitta decipiens. Registrada únicamente en el 55% de las localidades en el área muestreada, especie tropical- subtropical; en general con densidades altas y medias. Ausente alrededor de las grandes islas hacia la costa peninsular, en Guaymas y en otra localidad de la costa continental (Fig. Ba).

Sagitta pacífica. Especie tropical presente en el 50% de las localidades en el área, generalmente con densidades escasas y medias y sólo frente a Guaymas (est. 15) con densidades altas. Ausente al norte y en la parte central del área de estudio (Fig. 8b).

Sagitta regularis. Especie tropical registrada en el 54% de las localidades en el área muestreada en densidades escasas y medias. Ausente al sur de isla Angel de la Guarda y en el área central de estudio (Fig. 9a).

Krohnitta pacífica. Especie tropical que solamente se encontró en la estación 19, con densidad escasa (Fig. 9b).

Sagitta pseudoserratodentata. Especie tropical que se encontró en la estación 12, con densidad media (Fig. 10).

Diversidad específica. Junio 1986

La mayor estimación de diversidad se registró al norte y al sur de las islas Tiburón y Ángel de la Guarda (2.1-2.5 bits/ind.). Los valores de diversidad entre 0.5 a 1 bits/ind. se localizaron en el área nororiental y en la zona cercana a punta Baja y cabo Vírgenes en la costa peninsular. Los valores de diversidad (Tabla A4) variaron de 0.537 a 2.287 bit/ind. con un promedio general de 1.520 bits/ind. En el 83% del área analizada se obtuvieron valores entre 1 .1 y 2.0 bits/ind.

El valor más alto de dominancia (0.7638) se registró en la estación 1 (Tabla A4), en las cercanías de isla Ángel de la Guarda, mientras que el valor mínimo (0.1491) se encontró en la estación 15, cercana a Guaymas. En general, los valores altos de

dominancia corresponden a los núcleos de altas abundancias de: ***Sagitta enflata***, ***S. euneritica***, ***S. hexapfera***, y ***S. decipiens*** lo que se ve reflejado en la equidad (J'), los mayores valores se observaron en las localidades con valores más altos de diversidad (H'), y en los mínimos de redundancia.

Análisis de agrupamiento. Junio 1986

El análisis de componentes principales resume en los dos primeros componentes el 70.48% de la varianza total (Tabla A8), siendo el 49.54% para el componente I y el 20.93% para el componente II.

La conformación de grupos de especies se presentó de la siguiente manera (Fig. II): un grupo formado por dos especies de afinidad tropical-subtropical (***Sagitta minima***, ***S. decipiens***), y por una especie tropical (***S. bedoti***); presentaron sus mayores abundancias en regiones con temperaturas entre 24.6 y 26.8°C.

Otra agrupación fue la constituida por cuatro especies con distinta afinidad biogeográfica: de distribución cosmopolita, transicional-tropical, tropical, y tropical-subtropical que son respectivamente: ***S. enflata***, ***S. euneritica***, ***S. bierii*** y ***S. hexapfera***. En general fueron las especies que presentaron sus mayores densidades en todo el golfo y en regiones con temperaturas promedio 26.9°C.

S. pacifica y ***S. regularis*** formaron una tercera agrupación, dada por especies de afinidad tropical con densidades escasas en la mayor parte del área de estudio. Finalmente ***S. pseudoserratodentata***, ***K. pacifica*** no conformaron ninguna agrupación debido a que únicamente se registraron en una estación cada una y con densidades mínimas.

Empleando el mismo ACP en la agrupación de las estaciones (Fig. 12), de acuerdo a la distribución de los valores de temperatura se obtuvieron cuatro conjuntos; el primero constituido por dos estaciones (15 y 9) que se encuentran frente a la costa continental (Fig. 13), con los valores de temperatura entre 28.5 y 29°C.

La segunda agrupación con las estaciones 1,2,3,4, (temperaturas entre 25.2 a 26.7°C) 10, 13, 14, 16, 19, 20 y 21 (temperaturas entre 26.4 a 28.4°C) se ubicó en casi el 50% del área estudiada en el eje central del Golfo (Fig. 13).

Un tercer grupo de estaciones (11, 17, 18, 8) presentó valores de temperaturas de 22 a 26°C, y se localizaron en dos regiones: en la porción central y sur del área estudiada y en el sureste de la isla Tiburón (Fig. 13).

El cuarto grupo (estaciones 12, 7, 6, 5) estuvo formado por localidades con los menores valores de temperatura (entre 21.7 hasta 26.9°C). Se localizó en la zona de las Grandes Islas extendiéndose a lo largo de la costa peninsular hasta el norte de Santa Rosalía.

El patrón de agrupación de estaciones definió al primer componente como el factor latitudinal, relacionado con la influencia de aguas del Pacífico Tropical, el segundo componente fue definido como el gradiente de temperatura entre la costa oriental y occidental del golfo, estos dos componentes pueden estar influenciando la distribución de las especies de quetognatos, ya que ambos caracterizan las diferentes zonas geográficas en el golfo y por ende la variación en los factores hidrológicos.

La relación entre las agrupaciones, tanto de especies como de estaciones (Fig. 14) indica que los vectores de *S. pseudoserratodentata*, *S. pacifica* y *S. regularis*

estuvieron asociados principalmente en los grupos de estaciones I y IV, mismos que se caracterizaron por temperaturas de 21.7 y de 29°C, respectivamente. La mayor parte de los vectores estuvieron asociados con los grupos de estaciones II y III, con temperaturas desde 22 hasta 28.4°C.

Intentando esclarecer la relación entre **grupos** de especies y **grupos** de estaciones, se calcularon los promedios de densidad de *S. enflata*, *S. euneritica*, *S. minima*, *S. hexaptera*, *S. bedoti* y *S. bierii* (6 especies más abundantes) y los promedios de los valores de temperatura (°C) y oxígeno disuelto (ml/l) en cada **grupo** formado en el ACP (Fig. A10). Se observó de manera general que al aumentar la temperatura se incrementó la densidad de *S. enflata*, es decir, que podría existir una relación directa entre la abundancia de *S. enflata* y la formación de grupos de estaciones (Fig. 15). El análisis de correlación de Spearman entre la abundancia de cada especie y la temperatura (Fig. 16) mostró que se acepta la hipótesis alterna es decir, que no existe una relación entre la abundancia de las especies y los valores de temperatura, con excepción de *S. enflata* ($r=0.6760$) y *S. regularis* ($r=0.7056$).

SEPTIEMBRE 1987 (GOLCA 8709)

Condiciones hidrológicas

La temperatura promedio fue 27.9°C. El valor más alto de temperatura fue de 29.7°C en la estación 28 (Tabla A5) cercana a Guaymas y el mínimo fue de 26°C registrada en la estación 17. De manera general las menores temperaturas estuvieron asociadas a la región adyacente a la costa peninsular, observándose un núcleo de agua fría (26°C) en la parte media del área de estudio (Fig. 17a).

Con respecto a la salinidad, el valor más alto fue de 34.4 ppm y el mínimo de 33.8 ppm, con un promedio de 33.89 ppm. En la región de las Grandes Islas se

observaron núcleos con las salinidades más altas (34.2 ppm) (Fig. 17b), mientras que hacia el sur de las Grandes Islas las isotermas presentaron salinidades entre 33.6 y 33.9 ppm.

El valor más alto de oxígeno disuelto fue de 4.64 ml/l en la estación 28 y el mínimo de 1.251 ml/l en la estación 27, con un promedio de 3.98 ml/l. En la región de las Grandes Islas se observaron valores mayores de oxígeno a 4 ml/litro mientras que el resto del área de estudio presentó valores entre 3.5 a 4.5 ml/litro, con excepción de un núcleo cercano a morro Colorado **con** 2.5 ml/l (Fig. 18)

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA
I.P.N.
DONATIVO

Biomasa zoopláncica. Septiembre 1987

Con respecto a la biomasa zoopláncica, se obtuvieron valores inferiores a los encontrados en el mes de junio de 1986; el mayor fue 801.7 ml/1000 m³, localizado en la parte sur de isla Tiburón y el menor de 30.3 ml/1000 m³ en la parte central del golfo, entre Guaymas y Santa Rosalía. Sin embargo, al igual que el mes de junio, se obtuvieron en general biomásas entre 1 00 y 500 ml/1000 m³ (Fig. 19).

Composición específica. Septiembre 1987

Los quetognatos identificados en este mes corresponden, al igual que en el mes de junio, a especies epipláncicas; con excepción de *S. decipiens* que es mesopelágica, la mayoría de ellas son tropicales-subtropicales (Tabla A2).

Se identificaron 12 especies de quetognatos correspondientes a los géneros ***Sagitta*** y ***Krohnitta***, de éstos el más diverso fue ***Sagitta***. Las especies identificadas en orden descendente según su abundancia y frecuencia relativa se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2. Abundancia relativa de las especies de quetognatos registradas en el Golfo de California en septiembre de 1987.

ESPECIES	Abundancia relativa (%)
<i>Sagitta enflata</i> Grassi, 1881	66.5
<i>Sagitta minima</i> Grassi, 1881	12.04
<i>Sagitta hexaptera</i> d'Orbigny, 1843	8.64
<i>Sagitta eunerifica</i> Alvariño, 1961	4.62
<i>Sagitta bedoti</i> Béranek, 1895	3.89
<i>Sagitta regularis</i> Aida, 1897	2.84
<i>Sagitta bierii</i> Alvariño, 1964	0.47
<i>Sagitta decipiens</i> Fowler, 1905	0.46
<i>Krohnitta pacifica</i> Aida, 1897	0.36
<i>Sagitta neglecta</i> Aida, 1897	0.080
<i>Sagitta pseudoserrafodenfafa</i> Tokioka, 1939	0.001
<i>Sagitta pacifica</i> Tokioka, 1940	0.001

Distribución y abundancia de quetognatos. Septiembre 1987

***Sagitta enflata*.** Especie cosmopolita, presente en el 100% de las localidades en general con densidades muy altas y dos núcleos con densidades altas en la zona centro y sur del área de estudio. (Fig. **20a**).

***Sagitta minima*.** Especie tropical-subtropical se observó en el 89% de las localidades con densidades altas y tres núcleos de densidades muy altas cercanos a la zona de las Grandes Islas. En la parte sur del área de estudio fueron evidentes las

menores densidades así como la ausencia de esta especie en tres localidades (Fig. 20b).

Sagitta hexaptera. Especie tropical-subtropical estuvo presente en el 100% de las localidades y en su mayoría presentaron densidades altas y en una sola estación cercana al estera Tastiota con densidades muy altas. Las menores densidades se registraron en la parte sur del área estudiada (Fig. 21a).

Sagitta bedoti. Especie de afinidad tropical que se observó en el 100% de las localidades con densidades altas en la mayor parte del golfo, con excepción de zonas alternadas desde las Grandes Islas hasta el sur del área de muestreo, en donde se registraron densidades medias (Fig. 21 b).

Sagitta euneritica. En el 94% de las estaciones en las que se observaron las cuatro categorías de abundancia (escasa, media alta y muy alta) alternadas en toda el área de estudio. Esta especie tropical-subtropical, presentó sus menores densidades en la parte sur. Ausente en dos estaciones: una al norte de canal de Ballenas y otra al sur del área de muestreo (Fig. 22a).

Sagitta regularis. Especie tropical distribuida en el 97% de las estaciones, en la mayor parte se detectaron densidades medias y altas alternadas en toda el área de estudio. Especie ausente en la estación cercana a punta Concepción (Fíg. 22b).

Sagitta bierii. Especie tropical, se presentó el 70% de las localidades, la mayor parte con densidades medias y con densidades altas en dos estaciones adyacentes a cabo Vírgenes hacia el sureste. Las densidades escasas se registraron al sur de canal de Ballenas. Ausente en general hacia el norte del área de estudio. (Fig. 23a).

Sagitfa decipiens. **Se** distribuyó en el 59% de las estaciones, esta especie tropical-subtropical; se presentó en general con densidades medias en la parte centro-sur y ausente en la mayor parte de la zona centro-norte (Fig. **23b**).

Krohnitta pacifica. Especie tropical que se encontró en el 56% de las estaciones, en general con densidades medias. En una sola estación cercana a las Islas San Lorenzo se observaron densidades altas. Especie ausente al sur de isla Tiburón y en los tres últimos transectos sur del área de estudio (Fig. **24a**).

Sagitfa neglecta. Especie tropical-subtropical, se encontró principalmente en los cinco transectos hacia el sur, que forman casi el 43% de las estaciones muestreadas con densidades medias y escasas. Ausente en la parte centro-norte (con excepción de la estación 4) y en las localidades adyacentes a punta Concepción (Fig. **24b**).

Sagitfa pseudoserratodentata. Especie tropical que se registró únicamente en una estación localizada al norte del canal Salsipuedes, con densidad escasa (Fig. **25a**).

Sagitfa pacifica. Especie tropical presente solamente en una estación al sur del área de estudio (Fig. **25b**).

Diversidad Específica. Septiembre 1987

La mayor estimación de diversidad (H') fue de 2.5 bits/ind. en la estación 37 (tabla A7) y el valor menor (0.9917 bits/ind.) en la zona adyacente a punta Concepción. Se detectaron cuatro núcleos con los máximos valores de diversidad

alternados en toda el área de estudio. De manera general en la mayor parte del área de estudio se registraron valores de diversidad entre 1.1 a 2.0 bit/ind. Los valores de dominancia variaron desde 0.2927 hasta 0.760, los valores mínimos coincidieron con las más bajas diversidades (H'), mismas que estuvieron relacionadas no solamente a la baja riqueza específica, sino también a la dominancia de algunas especies, reflejándose principalmente en la equitabilidad y en el índice de redundancia.

Análisis de agrupamiento. Septiembre 1987

El análisis de componentes principales mostró que los dos primeros componentes explican el 66.29% de la varianza total, siendo el 47.09% para el componente I y el 19.19% para el componente II (Tabla A9).

La conformación de grupos de especies (Fig. 26) se presentó de la siguiente manera: el primer grupo estuvo conformado por las seis más abundantes en la región norte del área de muestreo: (*S. enflata*, *S. mínima*, *S. hexaptera*, *S. euneritica*, *S. bedoti* y *S. regularis*), grupo II conformado por las especies que presentaron mayores densidades en la región sur del área de muestreo *S. pacifica*, *S. pseudoserratodentata*, *S. neglecta*, *S. decipiens*, *S. bierii*, y *K. pacifica* fueron las especies menos abundantes y no estuvieron conformadas en ninguna agrupación sin embargo por su ubicación en el gráfico podrían ser parte de los grupos sur y norte respectivamente.

Con respecto a las estaciones (Fig. 27) se obtuvieron tres grupos que dividen el área de estudio latitudinalmente en tres zonas: norte, centro y sur (Fig. 28).

El grupo más septentrional, constituido por las estaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 y 11, presentó temperaturas promedio de 27.7°C, los mayores valores de salinidad

(34.1 ppm) y los valores más altos de riqueza específica. En esta agrupación se observó que las especies *S. enflata* y *S. hexapfera* son las que dominaron en el grupo **norte**.

El segundo grupo, con estaciones de la zona centro del área de estudio (estaciones 14, 21, 15, 12, 17, 24, 9, 13, 18, 19, 16, 25, 23, 22, y 20) presentó los valores promedio más bajos de temperatura y salinidad (27.2°C y 33.7 ppm). En el grupo **centro** dominaron especies con distintas afinidades biogeográficas como lo son: tropical (*S. bedoti* y *S. regularis*); tropical-subtropical, (*S. minima*), y transicional-tropical (*S. eunerifica*).

El tercer grupo es el que se localizó más al sur de los tres (26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37) con valores promedio de temperatura más altos (28.9°C) y salinidades de 33.8 ppm. En este grupo **sur** fue evidente la baja densidad de las seis especies más abundantes (*S. enflata*, *S. minima*, *S. hexapfera*, *S. eunerifica*, *S. bedofi* y *S. decipiens*).

Para cada uno de los grupos de estaciones conformados se obtuvo la densidad promedio de las seis especies más abundantes en este mes (Fig. 29) observándose que *S. enflata*, *S. minima* y *S. hexapfera* fueron siempre las más abundantes en el grupo norte, mientras que en el grupo sur las seis especies disminuyeron considerablemente.

Los vectores de *S. minima*, *S. bedofi* y *S. eunerifica* (X+ Y+) fueron los más importantes en el grupo centro por ser los más abundantes, mientras que los vectores de *S. decipiens* (X+ Y-), *S. neglecta* y *S. bierii* (X- Y+) fueron los más importantes en la conformación del grupo sur. Cabe mencionar que la abundancia relativa de estas

especies empieza a ser mayor en las estaciones situadas al centro y al sur del área analizada.

El análisis de correlación entre la abundancia de cada especie y la temperatura en su mayoría no presentaron una relación significativa con excepción de *S. minima* ($r=0.6192$) (Fig. 30).

La relación de las agrupaciones entre localidades ó estaciones y vectores ó especies (Fig. 31) mostró que los vectores están dirigidos principalmente hacia los sitios I y II (Norte y Centro), en donde los vectores de *S. enflata* y *S. hexaptera* muestran un gran “peso” en el grupo norte, aquí es importante mencionar que el vector de *K. pacifica* se encontró también relacionado con este grupo por ser en estas estaciones en donde su frecuencia de aparición fue mayor.

El patrón de agrupación de estaciones definió al primer componente nuevamente como el factor latitudinal, relacionado con la influencia de aguas del Pacífico Tropical, el segundo componente fue definido como el gradiente de temperatura entre la costa oriental y occidental del Golfo.

ANÁLISIS

Aspectos hidrológicos

De acuerdo con Roden y Groves (1959), el área estudiada se ubica en la región centro-norte del golfo de California y desde el punto de vista oceanográfico comprende dos regiones: la zona de las grandes islas (región norte) caracterizada por presentar una masa de agua puramente local y una fuerte mezcla. La otra región (sur) está

influenciada por agua del Pacífico, que es modificada por la evaporación, lo que le confiere características más salinas.

En este trabajo han sido comparados únicamente los valores de temperatura de junio de 1986 registrados a 10m de profundidad y la temperatura y salinidad a 25m de profundidad para septiembre de 1987. Aunque no se pudo confirmar en el momento de los muestreos que la columna de agua estaba estratificada, se consideró como homogéneo el estrato 0-50m en las épocas analizadas. Se ha mencionado que durante el verano el golfo presenta una clara estratificación (Roden, 1964) debida a la alta irradiación que existe en el verano (Bray, 1988). Para septiembre de 1987, Bustillos (1990) mencionó que en la región de las Grandes Islas, la capa de mezcla y la termoclina fueron identificadas cerca de los 50m; es por ello que en este trabajo se consideró uniforme el estrato 0-50m.

Las temperaturas registradas a 10 m en junio de 1986 indican que este mes tuvo un mayor intervalo de variación (7.3°C) en comparación con las temperaturas a 25 m de septiembre de 1987 que sólo variaron 3.7°C , a pesar de que en este mes se registraron de manera general las temperaturas más elevadas.

Comparando los valores de la temperatura de la parte este y oeste del Golfo en ambos muestreos, se observó que al igual que en el estudio realizado por CICIMAR (1988), la costa peninsular presentó las menores temperaturas. Esto coincide con el patrón de surgencias propuesto por Roden y Emilsson (1989) y Badan-Dangon et al. (1985), quienes mencionaron que en verano las temperaturas bajas se localizan a lo largo del litoral peninsular, mientras que en invierno y primavera las temperaturas bajas están en la costa continental. En la zona de las Grandes Islas se observaron las más bajas temperaturas, efecto que se relaciona con la mezcla debida a fuertes corrientes de marea, combinadas con los efectos de la topografía (Roden y Emilsson,

1980). La región de las Grandes Islas, en la mayor parte del año, es más fría que la zona sur, con temperaturas entre 15 y 16°C en enero y de 27 a 31°C en el verano (Roden, 1958). De hecho, Bustillos (1990) encontró durante septiembre de 1987 que el agua superficial (relativamente fría) del canal de Ballenas, se extendía hacia el sur de la isla San Lorenzo, y que agua de la región central (más caliente) invade toda la zona este. Este autor detectó un frente originado por aguas provenientes del canal de Ballenas y de la región central del golfo. Es importante el hecho de que Badan-Dangon et *al.* (1985) ubicaron este sistema frontal sobre el umbral de Salsipuedes en el sur, y sobre la zona norte de isla Tiburón hacia el norte del golfo. Bustillos (1990) lo encontró más al norte de la posición descrita por Badan-Dangon et *al.* (1985); esto pudiera indicar la **invasión de aguas calientes de origen tropical** hacia el golfo durante los períodos del fenómeno ENSO, como fue mencionado por Baumgartner et *al.* (**en prensa**), Badan-Dangon et *al.* (1985) y Bray (1988).

Robinson (1973) analizó mensualmente las temperaturas superficiales, desde 1945 hasta 1968, en el Golfo de California; encontró que en las Grandes Islas las isotermas en junio promediaron 22 a 23.8%. En el presente estudio, esa zona tuvo isotermas de 22.5 y 25.5°C. Para septiembre de 1987 se observaron isotermas de 27.5 y 28.5°C en el mismo sitio, lo que coincide con el intervalo registrado por Robinson (1973). A pesar de que solo se estudió un pequeño estrato de la columna de agua, se observó un incremento en la temperatura, reportado también para la costa occidental de Baja California, cuando la Corriente de California se debilitó (Gómez, 1992); estas variaciones pudieran deberse, a la invasión de aguas cálidas de origen tropical hacia el golfo.

La salinidad únicamente fue registrada en el mes de septiembre de 1987, por lo que su análisis estará enfocado únicamente a este mes. La salinidad superficial en septiembre de 1987 presentó valores más bajos (33.05 a 34.429 ppm) que los

reportados en general por diferentes autores. Los valores más altos estuvieron en la zona norte (Grandes Islas), decreciendo hacia el sur. Se ha mencionado que en el Golfo de California la salinidad depende de la masa de agua que domine; en general los valores superficiales típicos son superiores a 35 ppm en años normales, mientras que en años cálidos (años influenciados por eventos ENSO), la salinidad es menor a 35 ppm (Robles y Marinone, 1987).

Según Roden y Emilsson (1980), la variación “**normal**” o característica de la salinidad superficial del golfo va de 34.8 a 35.8 ppm y aumenta en un gradiente hacia el norte. Valores bajos de salinidad en la superficie del golfo fueron detectados durante El Niño 1982-1983 por Lavaniegos et al. (1989), quienes encontraron salinidades superficiales menores de 35 ppm en marzo de 1983 (periodo de máxima intensidad de El Niño), que son valores característicos de la masa de agua tropical que invadió el golfo en la primavera de 1983. En el presente trabajo la mayor parte del área estudiada tuvo salinidades menores a 35 ppm (Fig. 17b).

Wyrcki (1967) señaló que el agua tropical del Pacífico Oriental tiene una temperatura entre 25 y 28°C y salinidad de 33 a 34 ppm, mientras que el agua ecuatorial superficial, que en realidad es agua tropical modificada por evaporación (Jacobs, 1951 en: Martínez, 1993), tiene temperaturas entre 20 y 28°C y salinidades de 34 a 35 ppm. De acuerdo con el diagrama T-S de Baumgartner et *al. (en prensa)* y al criterio de Wyrcki (1967), el tipo de agua encontrado en la región de las grandes islas en septiembre de 1987 es Tropical Superficial (**ATS**) y Ecuatorial Superficial (**AES**) en la región restante del área estudiada (Fig.32).

Considerando que la clasificación de Wyrcki (1967) está dada para aguas del Pacífico Oriental Ecuatorial y que las masas de agua que influyen en el golfo son modificadas por procesos de mezcla y evaporación, entonces el esquema de

clasificación de Wyrski (1967), se aplica de manera parcial. Baumgartner **et al.** (**en prensa**) señalan que los puntos que se caracterizan como Agua Ecuatorial Superficial en su diagrama T-S, solamente se encuentran en el ecuador, limitada al norte por Agua Tropical Superficial; por lo tanto debe de ser **Agua Tropical Superficial Modificada**. Así, los valores de salinidad encontrados en septiembre (33-34.4 ppm.) caen en el diagrama de Baumgartner et al. (**en prensa**) dentro de las masas de agua Tropical Superficial y Ecuatorial Superficial (Fig. 32 y 33). De acuerdo a lo postulado anteriormente es considerado como agua Agua Tropical Superficial Modificada.

Debido a los escasos datos hidrológicos registrados en junio no se pudo determinar claramente la estructura hidrológica de este mes; sin embargo, existen algunos aspectos importantes que pudieran evidenciar que en este mes existió una gran dinámica hidrológica, creando condiciones de mezcla en la mayor parte del área. Un aspecto importante en este sentido es la presencia de especies indicadoras de mezcla (***Sagitta decipiens* y *S. minima***) en la mayor parte del área de muestreo en junio, principalmente en el eje central. Esquivel (1990) mencionó la penetración de sifonóforos tropicales durante junio de 1986, que fue pobre y de menor intensidad que en otros cruceros analizados, lo que coincide con la mayor intensidad de la Corriente de California (Gómez, 1992). El patrón de temperaturas superficiales en junio de 1986 muestra valores relativamente elevados en todo el mar de Cortés.

Sverdrup **et al.** (1942) mencionaron que es durante mayo y junio cuando se presenta la mayor influencia de la corriente de California, mientras que Cole y McLain (1989) establecieron que durante el segundo trimestre de 1986 comenzó a manifestarse un fenómeno El Niño aunque con menor intensidad que el de 1982-1983. Esto podría explicar la variabilidad encontrada en las asociaciones de las estaciones, quizás relacionadas con las amplias variaciones de temperatura en el golfo.

La característica hidrológica más importante en septiembre de 1987 es la presencia de **Agua Tropical Superficial Modificada** en toda el área estudiada. Es también evidente un frente térmico en la región sur de las Grandes Islas, originado por el choque del agua del canal de Ballenas y de la región central del golfo. Esto provoca una clara estratificación en el área de las Grandes Islas (Bustillos, 1990) con una termocliha estacional durante el verano, bien desarrollada en el canal de Ballenas y en todo el golfo (Roden, 1964).

Interrelación de la composición específica de los quetognatos y las condiciones ambientales

Aparentemente, las variaciones observadas en temperatura y salinidad indican una **anomalía íteranual** que se presentó durante 1986-1987 como un **calentamiento** moderado. Mostró características de un fenómeno de El Niño (ENSO), alcanzando una intensidad maxima de **2°C** mayor a lo normal (Almeyda, 1987; Cole y McLain, 1989; Avaria et al. 1989). Específicamente en el Golfo de California, Lachica (1987) detectó un incremento en el nivel medio del mar en los años 1986 y 1987.

La intrusión periódica de masas de agua cálidas podría favorecer el desarrollo de comunidades de afinidad tropical (Badan-Dangon et al. 1985). En el área de estudio el avance de las especies tropicales en primavera y verano de 1986 ha sido detectado por diferentes autores y para diferentes grupos del zooplancton. En CICIMAR (1988) se registró a **Bentosema panamense** como la larva de pez más abundante en junio de 1986; de acuerdo con Moser et *al.* (1974) esta especie se presenta cuando existe un incremento en la temperatura superficial del mar. Todas las especies de larvas de la familia Myctophidae registradas para el Golfo de California son de ambientes subtropicales y tropicales del Pacífico Oriental Tropical (CICIMAR, 1988).

Estas anomalías interanuales se manifiestan en cambios apreciables en las comunidades biológicas; por ejemplo, al interior del golfo, Gárate (1988) observó que este calentamiento se reflejó en el predominio de una comunidad fitopláncica tropical, poco común en el otoño. González (1990) reportó para septiembre de 1987 el avance de aguas cálidas, así como la presencia de especies fitopláncicas tropicales, mientras que Gendron (1990) registró la presencia de eufáusidos tropicales (ecuatoriales) durante 1986-1 987.

Esta influencia tropical ha sido detectada también por Gárate et *al.* (1990) para los dinoflagelados, por Hernández y Esquivel (1990) para copépodos y quetognatos, por Esquivel (1990) en sifonóforos y por Aceves (1992) en larvas de peces pleuronectiformes. Gómez (1992) registró, en julio de 1987, la presencia de eufáusidos mesopelágicos y de afinidad central-ecuatorial del Océano Pacífico (***Stylocheiron elongatum***, ***Thysanopoda astylata*** y ***T. orientalis***) en la costa occidental de la península. Gasca y Suárez (1992) observaron en la zona sudoccidental de la península de Baja California en invierno y verano de “El Niño” 1983, altas densidades del sifonóforo ***Chelophyes contorta***, especie que ha sido considerada como un buen indicador de la presencia aguas cálidas.

La composición faunística de los quetognatos en los períodos analizados muestra un acentuado predominio de especies tropicales y subtropicales (Tabla II), así como a *S. enflata* (cosmopolita) y *S. euneritica* (transicional-tropical) según la clasificación de Alvaríño (1964, 1969, 1974).

La localización geográfica del golfo, su origen y fisiografía hacen pensar en la existencia de una fauna pláncica característica. De acuerdo con Brusca (1980), el Golfo de California está dentro de la región zoogeográfica del Pacífico Oriental (que

corresponde a la Provincia Panámica de otros autores), la cual se extiende desde la parte superior del Golfo de California hasta el sur del Golfo de Guayaquil. Briggs (1974) concluyó que el Golfo es una provincia separada a la que denomina Provincia de Cortés, con base al alto grado de endemismo de su fauna demersal. El alto endemismo también ha sido reconocido por Brusca (1980), para el bentos; sin embargo, Brinton et *al.* (1986) mencionaron que se ignora si esta tendencia se presenta también en la fauna pelágica. Alvaríño (1969) encontró sólo formas comunes de la región de California o a la zona trópico-ecuatorial inmediata.

La composición específica de la comunidad de quetognatos encontrada durante el presente trabajo coincide con la observada por Alvaríño (1969, 1963, 1964, 1966), Medina (1979), Fernández (1989), y Hernández y Esquivel (1990). Un aspecto importante del trabajo de Alvaríño (1969), es que reporta resultados del epiplancton recolectado en el período 1955-1956, mismo que constituye uno de los lapsos con **temperaturas más bajas** de la serie temporal de CalCOFI (CalCOFI, 1963 en: Esquivel, 1990). A pesar de que durante el período 1986-1987 se reportaron variaciones o anomalías positivas (incrementos) de temperatura de hasta 2°C, se observa una composición específica semejante. Esto pudiera evidenciar lo que mencionó Alvaríño (1969) en el sentido de que no existen especies pláncnicas típicas del golfo, donde la mayoría son de afinidad trópico-ecuatorial.

En este trabajo fue evidente la presencia de quetognatos con afinidades tropicales y subtropicales, tanto en junio como en septiembre, los organismos de afinidad **templado-tropical** aparecen a finales de primavera y principios de verano (Baumgartner, et *al.*, **en prensa**), cuando los vientos provienen del sur y llevan agua tropical superficial al interior del golfo (Thunell et *al.*, 1994, 1996).

En resumen, la composición faunística de los quetognatos encontrada en este estudio es la que ha sido reportada por otros autores; se puede decir que no se vio afectada por un proceso de tropicalización. Ello coincide con lo reportado para los sifonóforos por Esquivel(1990), quien atribuye al libre intercambio entre las poblaciones del golfo y de las masas de agua que confluyen en la boca. Esta composición faunística coincide también con lo que se sabe de las afinidades de los organismos pláncnicos en el golfo: la mayoría de las comunidades pláncnicas que lo habitan son subtropicales y tropicales de la Provincia Panámica (Brusca, 1980; Brinton et al., 1986).

Biomasa pláncnica, distribución y abundancia de quetognatos y su relación con las condiciones hidrológicas.

Los cambios en la distribución y abundancia de las especies pláncnicas generalmente sugieren interacciones entre las especies y cambios en las condiciones ambientales (Brinton, 1981). Las condiciones hidrológicas que prevalecieron en 1986-1987 están asociadas a un período de calentamiento débil como el registrado para los mismos años en la costa occidental de Baja California y del Pacífico sur (Almeyda, 1987; Cole y McLain, 1989; Lander, 1989; McPhander et al., 1990).

El período de calentamiento que ha sido estudiado con más detalle por diferentes autores es el ocurrido durante 1982-1983; las investigaciones realizadas por Baumgartner et al. (**en prensa**), Valdéz y Lara (1987), Lara y Valdéz (1988), Lavaniegos et al. (1989), Esquivel (1990) y Gasca y Suárez (1992), analizan los efectos de este fenómeno sobre las comunidades pláncnicas del golfo y han encontrado comportamientos distintos a los que se han detectado frente a California. Al respecto Haury **et al.** (1978) mencionaron que determinar los efectos de la variación de las condiciones ambientales sobre los organismos es una tarea muy compleja y la

mayor parte de las veces involucra diferentes factores que interactúan en diferentes escalas de tiempo y espacio.

El ENSO 1986-1987 fue detectado en el Pacífico Tropical Oriental por Almeyda (1987), Cole y McLain (1989), Lander (1989) y McPhader et al. (1990). Existen algunas investigaciones que analizan la influencia de este evento, en las comunidades pláncticas del Golfo de California: Esquivel (1990), Gendron (1990) y Aceves (1992) indicaron que esta anomalía interanual influyó principalmente en la distribución y abundancia de distintas especies de sifonóforos, eufáusidos y pleuronectiformes. Aparentemente, “El Niño” 1986-1987 no tuvo un efecto sobre la calidad y cantidad de materia orgánica particulada (Bustillos, 1990).

Esquivel (1990) obtuvo valores diferentes de biomasa en el golfo durante la primavera de 1984 y la primavera de 1985, atribuyendo estas diferencias a la influencia de aguas cálidas del Pacífico Tropical en 1984. En otras localidades fuera del golfo, Gárate (1992) determinó que el evento de calentamiento El Niño 1982-1984 provocó una caída drástica de la abundancia fitoplántica en el sistema lagunar de Bahía Magdalena y Martínez (1992) estableció que durante el período de El Niño 1982-83 existió un proceso de tropicalización del fitoplancton en la costa occidental de Baja California Sur.

Los eventos biológicos que ocurren en condiciones de El Niño, varían geográficamente, y no pueden generalizarse (Martínez, 1992), ya que las condiciones ambientales locales influyen de manera diferencial en distintas especies y en una misma especie a lo largo de su ciclo de vida (Johnson y Brinton, 1963 en: Gómez 1992). Por ejemplo: en la zona marina inmediata a las costas de California y Baja California este fenómeno ocasiona la disminución de la biomasa zooplánctica, aunque

en las porciones más próximas a la costa el efecto es “amortiguado” por procesos debidos al viento y las mareas (Petersen et *al.*, 1986). .

Baumgartner *et al. (en prensa)* han mencionado que una particularidad del golfo de California es que las variaciones de productividad son el resultado de la interacción entre las surgencias de una masa de agua característica del mar de Cortés y la afluencia de aguas superficiales tropicales, las cuales son pobres en nutrientes y fluyen al interior del Golfo por el lado occidental. Según estos autores, el incremento en el flujo de las aguas subtropicales subsuperficiales ocasiona un enriquecimiento en nutrientes en las masas de agua del golfo de California.

Una de las consecuencias de El Niño 1982-1983 fue un aumento en la producción pláncica (Baumgartner et *al., en prensa*; Valdéz y Lara, 1987). Esto ha sido confirmado por Jiménez y Lara (1988), quienes encontraron altos volúmenes de zooplancton en 1982-1983 (Valdéz y Lara, 1987). En el período marzo-abril de 1984, Lara y Valdéz (1988) encontraron valores normales de producción primaria después del aumento experimentado durante El Niño 1982-1983. De manera general el fenómeno El Niño en el golfo, se relaciona con el aumento en la producción primaria y en la biomasa pláncica y en esto se diferencia de los efectos en la región costera del Pacífico de Baja California y California, donde se produce el hundimiento de la nutriclina (Barber et *al.*, 1985).

En lo concerniente a la biomasa pláncica, tanto en junio como en septiembre se obtuvieron biomásas entre 100 y 500 ml/1000m³. Algunos autores han encontrado una relación entre la biomasa pláncica y la temperatura. Aceves (1992) reportó en la misma área, la mayor biomasa (1.8106 ml/m³) durante los meses más fríos del período 1984-1986. Este aspecto fue también mencionado por Esquivel (1990), quien detectó de forma general una correlación negativa entre la temperatura superficial y la

biomasa pláncica, añadiendo que esta correlación fue más intensa durante abril de 1984. En cuanto al fitoplancton en el golfo de California, Gárate (1988) y Gárate et *al.* (1990), señalaron la existencia de una relación directa entre la temperatura del agua y la biomasa fitopláncica, donde en presencia de aguas cálidas disminuye la biomasa fitopláncica, mientras que en aguas frías de la costa oriental del golfo se registraron las mayores concentraciones de células/l. En el presente trabajo, tanto en junio como en septiembre no se observó una correlación significativa entre la temperatura y la biomasa zoopláncica ($r=0.3633$ en junio y $r=0.0827$ en septiembre) (Fig. 34).

Estos resultados hacen suponer que el calentamiento moderado 1986-1987 no repercutió directamente sobre la biomasa pláncica. Sin embargo a nivel global, la presencia de agua tropical superficial modificada (ATS) en el área de estudio provoca que la biomasa sea relativamente baja dentro del golfo. Así, Baumgartner et *al.* (**en prensa**) asociaron una baja producción primaria fitopláncica en el golfo con la presencia de ATS, y sugirieron que la falta de vientos a nivel global ocasiona una disminución en el acarreo de aguas subsuperficiales localizadas abajo del ATS, de manera que la producción primaria fitopláncica permanece baja. Bustillos (1990), reportó bajas concentraciones de proteínas, carbohidratos y clorofila en las grandes islas durante septiembre de 1987 atribuyéndolo a la presencia de agua tropical superficial.

Por otro lado, en las asociaciones del ACP se deduce que, tanto las agrupaciones de las estaciones de muestreo y de las especies obedecen principalmente a dos componentes: la densidad de los quetognatos y la distribución de los valores de temperatura. Durante junio de 1986 se detectaron diferencias de hasta 4.6% entre los conjuntos de estaciones; se observó una relación directa entre *S. enflata* y la formación de los grupos de estaciones. Un aspecto importante es que con

excepción de *K. pacifica* y *S. pseudoserratodentata*, todas las especies identificadas estuvieron presentes en los grupos formados por el ACP.

Este comportamiento es evidente en los dos períodos de muestreo; en la formación de los **grupos de estaciones** por análisis de componentes principales, los 4 grupos formados durante junio y los tres formados durante septiembre (Tablas A12 y A13) obedecen a las variaciones de densidad de las especies dominantes y a la variación en la temperatura. Estos cambios se presentaron a lo largo del área de estudio, por ello se deduce que en ambos cruceros los componentes principales que definieron las agrupaciones, fueron: un factor latitudinal, caracterizado por las diferentes zonas fisiográficas del golfo, que se encuentra influenciado por aguas del Pacífico Tropical (Bustillos, 1990) y un gradiente de temperatura entre la costa oriental y occidental del Golfo.

A pesar que no se observaron correlaciones significativas entre la temperatura y la densidad de las diferentes especies de quetognatos, es evidente que existe cierta influencia del factor temperatura en relación con la distribución de los quetognatos. Por ejemplo; en septiembre la correspondencia entre temperatura y la densidad de quetognatos fue inversa al muestreo de junio, ya que la parte más meridional del área de estudio presentó las densidades más bajas de la mayoría de las especies asociadas a los valores más altos de temperaturas (29°C) (ver mapas de distribución y abundancia). En el análisis de agrupamiento, los tres grupos: Norte, Centro y Sur corresponden a los intervalos de temperatura (escalados de menor a mayor) así como a las diferentes densidades de los quetognatos. Esto hace pensar que las variaciones en la temperatura sí influyeron en las densidades de los quetognatos y por consiguiente en su distribución.

En este trabajo no se detectaron, como lo hicieron Hernández y Esquivel (1990), núcleos de mayor densidad de quetognatos en la costa oriental del Golfo. Una posible razón es que en el presente estudio los muestreos fueron realizados prevaleciendo los vientos del sureste, que causan afloramientos en la costa occidental del Golfo (Badan-Dangon et al., 1985; Roden y Emilsson, 1980). Por otro lado, en junio, que es un mes de transición entre los patrones de circulación del viento de primavera y el del verano (Badan-Dangon et al., 1985), las surgencias originadas en la parte occidental son aun de baja intensidad.

Se ha mencionado en este trabajo que la costa peninsular presentó aguas de menor temperatura, lo cual aparentemente es característico de ésta área y del período del año. En el canal de ballenas y en sus zonas adyacentes se detectaron los menores valores de temperatura. Este fenómeno se ha asociado a fenómenos de surgencia así, la zona de mezcla es característica del canal de Ballenas, y es provocada por fuertes corrientes de marea que proporcionan una mayor concentración de nutrientes en la zona fótica, con el consecuente incremento en la producción primaria (Zeitzschel, 1969 en: Bustillos, 1990) y por lo tanto de biomasa (Baumgartner et al., en prensa). Esto no se reflejó en los datos de biomasa de este trabajo ya que durante junio de 1986 los valores más bajos de biomasa fueron localizados a lo largo del canal de ballenas y en el sistema frontal definido por Bustillos (1990). De manera general no parece haber relación con los factores abióticos identificados y la distribución de la biomasa. Tampoco se observó una relación entre los valores de diversidad y los volúmenes pláncnicos.

Las áreas con menores biomásas estuvieron ubicadas en zonas cercanas a la región de las Grandes Islas, particularmente en el canal Salsipuedes y canal de Ballenas hasta las islas San Lorenzo, regiones que han sido descritas para septiembre de 1987 por Bustillos (1990) como una zona de mezcla y como parte de un sistema

frontal. Posiblemente los bajos valores de biomasa fueron resultado de las fuertes corrientes de marea que caracterizan a esta zona (Roden y Emilsson, 1980), mismas que no permitirían la acumulación de organismos pláncnicos.

Por otro lado, si se postula que los sistemas frontales mantienen una producción primaria sostenida y concentra la actividad biológica en virtud de la reducida difusión vertical y horizontal (Harris, 1986), entonces es posible suponer que existe una relación con las zonas de mezcla-sistemas frontales y densidades de quetognatos (ver mapas de distribución y abundancia). Existen dos aspectos importantes en este sentido: el primero es que los quetognatos más abundantes de este estudio (*S. enflata*, *S. euneritica*, *S. minima* y *S. hexaptera*) fueron muy frecuentes en esta área de mezcla-afloramiento (canal de Ballenas, y canal Salsipuedes). En particular, *S. minima*, que ha sido descrita por Alvaríño (1969) como una especie indicadora de zonas de mezcla o surgencias; su presencia podría estar relacionada con este fenómeno en el área.

En lo que concierne a la abundancia relativa de los quetognatos en ambos muestreos, se encontró que *Sagitta enflata* tuvo sus mayores abundancias asociadas a las temperaturas promedio más altas (28.3°C) durante junio. En septiembre su abundancia descendió conforme aumentó la temperatura, de manera que sus mayores densidades correspondieron con los valores promedio de temperatura más bajos (27.7°C). Aunque las diferencias de la temperatura son mínimas (0.6%) en el ACP se observó este comportamiento contrastante: aumentó su abundancia durante junio al aumentar la temperatura y en septiembre al disminuir la temperatura. Cabe mencionar que esta especie ha sido reportada como muy abundante en el golfo (Alvaríño 1963, 1966, 1969), así como en otras áreas del Pacífico (Alvaríño 1961, 1964, 1965, 1967, 1992), y también en el Pacífico Central Ecuatorial (Toda et al., 1993; en Terazaky, 1996) en las costas de Jalisco, Colima y

Nayarit (Bernache, 1993; Arciniega, 1994) y en el océano Atlántico (Duró *et al.*, 1994; Resgalla y Montú, 1995).

Alvariño (1969) y Esquivel (1990) reportaron a ***S. minima*** y ***S. decipiens*** con densidades muy altas en la región de las Grandes Islas, canal de Ballenas y canal Salsipuedes; mencionaron que la presencia de estas especies indica condiciones de mezcla en la columna de agua, debido a la turbulencia generada por las mareas así como a las surgencias que se presentan entre las islas (Roden y Groves, 1959; Roden y Emilsson, 1980).

Sagitta eunerifica se encuentra distribuida en toda el área de estudio; en la costa continental se registraron algunos valores altos de densidad, coincidiendo con lo reportado por Medina (1979), quien atribuyó su presencia en la costa continental al avance de la Corriente de California y su penetración al golfo por el lado Este (Brinton *et al.*, 1986; Roden y Emilsson, 1980; Baumgartner *et al.*, *en prensa*). En marzo-abril de 1985, Hernández y Esquivel (1989) identificaron a ***Sagitta eunerifica*** con baja frecuencia y ausente en la mayor parte de las estaciones profundas y costeras; es en este período cuando la Corriente de California tiene su mayor intensidad; en el golfo presenta densidades como las describe Brinton *et al.* (1986). Coincidiendo con estos autores, esta especie fue muy frecuente en el período estudiado a lo largo del golfo, aunque las densidades altas están usualmente al norte.

Por otro lado, Alvariño (1969) determinó que la distribución de ***Krohnitta pacifica***, al igual que la de ***Sagitta bedoti*** y de ***S. neglecta*** (Alvariño, 1964) están restringidas a la parte sur del golfo. En este trabajo, al igual que *en el* de Fernández (1989) fueron registradas en la región media e interior del golfo. Otra especie tropical fue ***Sagitta regularis*** que se encontró con altas densidades en toda el área estudiada, aunque también con densidades bajas en la zona de las Grandes Islas. Esquivel

(1990) detectó que la densidad de *S. regularis* y de *K. pacifica* aumenta hacia el sur del golfo infiriendo que la región de las Grandes Islas constituye una barrera para el avance de especies tropicales.

Finalmente, en otras áreas del Pacífico se ha encontrado una fauna de quetognatos semejante a la de este estudio. Alvariño (1992), mencionó que las especies procedentes del Pacífico Central fueron más abundantes en zonas más meridionales de la región de California y Baja California y concluyó que los quetognatos colectados en la costa occidental de Baja California corresponden a varias categorías ecológicas y batimétricas: especies neríticas: *Sagitta euneritica*; *S. bierii* (característica de la plataforma continental de California), especies de amplia distribución oceánica: *Krohnitta subtilis*, *S. enflata* y *S. minima*; especies típicas del Pacífico Central: *Pterosagitta draco*, *S. bipunctata*, *S. hexaptera*; característica del Pacífico Norte Oriental *S. pseudoserratodentata*; especies tropicales: *S. pacifica*, *S. neglecta* (la primera extendiendo su distribución también hacia las aguas templadas adyacentes y la segunda restringida a las aguas cálidas tropicales). Las especies mesopelágicas, algunas de ellas también habitan los estratos batipelágicos contiguos *Eukrohnia bathyanfarfica*, *E. hamata*, *S. macrocephala*, *S. maxima*, y *S. zetosis*; indicadora de la corriente de California *S. scrippsae* y la especie mesopelágica *S. decipiens* (indicadora de surgencias). Aunque no todas las especies que menciona Alvariño (1992) fueron registradas en este trabajo, debido a que la metodología de muestreo fue diferente, se observa que la composición específica de estos organismos fue muy similar.

CONCLUSIONES

- 1.- Las condiciones hidrológicas de septiembre de 1987 muestran la presencia de aguas cálidas en el Golfo de California. Se encontró agua tropical superficial en las Grandes Islas y agua tropical superficial modificada en el resto del área estudiada. En junio de 1986, debido a que no fue posible determinar la salinidad no se pudo detectar las masas de agua que estaban influenciando al Golfo de California, aunque se infiere la presencia indirecta de una fase de mezcla.
- 2.- La estructura de la comunidad de quetognatos durante junio de 1986 estuvo dominada por ***Sagitta enflata*** y ***Sagitta euneritica***, mientras que en el mes de septiembre de 1987 por ***Sagitta enflata*** y ***Sagitta*** mínima.
- 3.- En ambos meses, se presentó un mayor número de especies de afinidad biogeográfica tropical-subtropical y tropical.
- 4.- En este trabajo la composición específica de la comunidad de quetognatos fue muy semejante a la que ha sido reportada para el golfo en distintas épocas y no se observó la presencia de quetognatos exclusivos del golfo; por lo que no se observaron efectos del **ENSO** 1986-1987, sobre la composición faunística de quetognatos.
- 5.- La presencia de /as especies indicadoras de mezcla (***Sagitta decipiens*** y ***S. minima***) en la mayor parte del área de estudio así como la conformación de las agrupaciones de las unidades de muestreo, pudieran indicar procesos de mezcla en el Golfo de California.

6.- Las asociaciones de quetognatos estuvieron influenciadas por un componente latitudinal relacionado con la influencia de aguas del Pacífico Tropical y por un gradiente de temperatura entre la costa oriental y occidental del golfo.

BIBLIOGRAFÍA

Aceves, M. G. 1992. Análisis espacio temporal de la distribución y abundancia de las larvas de pleuronectiformes en el Golfo de California, periodo 1984-1986. Tesis de maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. 62 p.

Almeyda, M.G. 1987. Características térmicas temporales y espaciales del fenómeno EL NIÑO 1986/1987. CPPS. Boletín ERFEN No. 23:19-21.

Alvarez-Borrego, S. y R. A. Schwartzlose. 1979. Masas de agua del Golfo de California. Cien. Mar. (6):43-63.

Alvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California, México. In B.H. Ketchum (ed.) Ecosystems of the World. Estuaries and Enclosed Seas. 26:427-449.

Alvariño, A. 1961. Two new chaetognaths from the Pacific. Pac. Sci. 15(1):67-77.

Alvariño, A. 1963. Quetognatos epiplanctónicos del Mar de Cortés. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 34:97-203.

Alvariño, A. 1964. Zoogeografía de los quetoganatos especialmente de la región de California. Cien. Mex. 23 (2):51-74.

Alvariño, A. 1965. Distributional atlas of Chaetognatha in the California Current region. CalCOFI. Atlas No.3 291 p.

Alvariño, A. 1966. Zoogeografía de California: quetognatos. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 27:199-243.

Alvariño, A. 1967. Bathymetric distribution of chaetognatha, siphonophorae, medusae and ctenophorae off San Diego, California. Pac. Sci. 21(4):473-485.

Alvariño, A. 1969. Zoogeografía del mar de Cortés: quetognatos, sifonóforos y medusas. An. Inst. Biol. UNAM. Ser.Cienc. del mar y Limnol. 1:11-54.

Alvariño, A. 1978. El alimento en los quetognatos. Memorias del VI Congreso nacional de oceanografía. Ensenada, B.C.

Alvariño, A. 1985. Distribución batimétrica de especies del género ***Lensia*** en las aguas de California y Baja California (Diphyidae, Siphonophorae, Coelenterata). Inv. Mar. CICIMAR-IPN 2(1):59-1 02.

Alvariño, A. 1992. Distribución batimétrica, diurna y nocturna de diez y siete especies de quetognatos, durante las cuatro estaciones del año 1969, en aguas de California y Baja California. Inv. Mar. CICIMAR 7 Número Especial (1):1-169.

Arciniega-Flores, J. 1994. Distribución y abundancia de los quetognatos de la costa de Jalisco. Septiembre de 1990. Tesis de licenciatura. Univ. de Guadalajara. Fac. de Ciencias Biológicas. Guad. Jalisco. 26 p.

Avaria, S., M. Braun, S. Carrasco, O. Gómez, P. Muños y F. Rodríguez. 1989. Condiciones biológicas a los niveles tróficos primarios y secundarios durante 1987-1988. CPPS. Boletín ERFEN No. 29:3-6.

Badan-Dangon, A.C. J. Koblínsky and T. Baumgartner, 1985. Spring and Sumer in the Gulf of California: observations of surface thermal patterns. Oceanol. Acta, 8(1):13-22.

Barber, R.T., J. E. Kogelschatz and F.P. Chávez, 1985. Origin of productivity anomalies during the 1982-1 983 EL NIÑO. CalCOFI Rep. 26:65-71.

Baumgartner, T., J. M. Robles, E. Valdéz, V. Ferreira and J. L. Lara, en prensa Regulation of primary productivity in the Gulf of California by interaction of large scale and Local ocean processes.

Baumgartner, T.R. and N.Jr. Christensen, 1985. Coupling of the Gulf of California to large-scale interannual climatic variability. J. of Mar. Res. 43:825-848.

Beers, J. R. 1976. Volumetric methods. En: Steedmann, H.F. (ed). zooplankton, fixation and preservation. Monographs on ocean. method. No. 4. UNESCO Press París :56-60.

Bernache-Jiménez, L. 1993. Quetognatos de la plataforma continental de Jalisco y Colima. Agosto de 1988. Tesis de licenciatura. Univ. de Guadalajara. Fac. de Ciencias Biológicas. Guad. Jal. 57 p.

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA
I. P. N.
DONATIVO

Bieri, R. 1974. First record of the chaetognath genus *Kronittella* in the Pacific and description of a new species. Wassmann j. Biol. 32(2):297-301.

Boesch, D.F. 1977. Application of numerical classification in ecological investigations of water pollution. EPA-600/3-77-033. U.S. Environmental protection agency, Corvallis, O.R.

Bray, N. A. 1988. Water mass formation in the Gulf of California. J. of Geophys. Res. 93(8):9223-9240.

Bray, J.R. and J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. Ecological Monographs. 27:325-349.

Briggs, J.C. 1974. Marine zoogeography Mc. Graw-Hill Book Co. N.Y. 475 p.

Brinton, E., A.W. Townsend, 1980. Euphausiids in the Gulf of California - the 1957 cruises. CalCOFI Rep. 21:228-266.

Brinton, E., A. Fleminger and D. Siegel-Causey. 1986. The temperate and tropical planktonic biotas of the Gulf of California. CalCOFI Rep. 27:228-266.

Brower, J.E. & J.H. Zar. 1979. Field and laboratory methods for the general ecology. Wm C. Brown Co. Pub. Dubuque, Iowa. 194 p.

Bustillos, G.J. 1990. Biomasa proteica, de carbohidratos y clorofila de las fracciones de nanopartículas y micropartículas de la región de las Grandes Islas y Central del golfo de California. Tesis de maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. 96 p.

Brusca, R.C. 1980. Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. Ed. Arizona. Second Edition. 513 P.

Candela, J.A. Badan-Dangon and C.D. Winant, 1984. Spatial distribution of lower atmospheric physical variables over the Gulf of California. A Data Report. VOL 1. Summer 1983. SIO Reference Series No. 84-33.

Casanova, J.-P. 1986. Quatre nouveaux chaetognathes atlantiques abyssaux (genre *Heterokrohnia*). Description, remarques éthologiques et biogéographiques. Ocean. Acta 9(4):469-477.

CICIMAR, 1988. Investigaciones ecológicas del plancton del noroeste de México. Informe anual **CICIMAR**, La Paz, B.C.S. 453 p.

- Cole, A. D. y D.R. McLain, 1989.** Interannual variability of temperature in the upper layer of the North Pacific Eastern boundary region, 1971-1987. NOAA Tech Mem SWFC-10.
- Duró, A. J.P. Gili & P. Andreu. 1994.** Influence of the pycnocline on the vertical migration of chaetognaths in the northern Benguela. Journal of Plankton Res. 16(9): 1149-1 165.
- Esquivel, H.A. 1990.** Caracterización de las comunidades de sifonóforos en el golfo de California 1984, 1986. Tesis de maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. 89 p.
- Emilsson, I. y M. A. Alatorre. 1980.** Investigaciones recientes sobre la circulación de la parte exterior del golfo de California. Contr. (210) Cent. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM: 1-27.
- Fernández, A. M. 1989.** Una aportación al conocimiento del zooplancton en el golfo de California. Memorias VII Simposium Internacional Biol. Mar. :117-121.
- Fernández-Barajas M.E., M.A. Monreal-Gómez y Molina-Cruz A. 1994.** Estructura termohalina y flujo geostrofico, en el Golfo de California durante 1992. Cien. Mar. 20(2):267-286.
- Fleminger, A. 1967.** Distributional atlas of calanoid copepods in the California Current region. Part. II. CalCOFI. Atlas No. 7. 213 p.
- Gárate, L.I. 1988.** Un Análisis de la estructura de las asociaciones microfitoroplanctónicas de la región central del Golfo de California y su distribución espacial en el otoño de 1986. Tesis profesional. **UABCS.** La Paz, B.C.S. 120 p.
- Gárate L.I., D.A. Siqueiros, y D.D. Lechuga. 1990.** Estructura de las asociaciones microfitoroplanctónicas de la región central del golfo de California en el otoño de 1986. Cien. Mar. 16(3):131-1 53.
- Gárate, L.I. 1992.** Variación espacio temporal de la abundancia fitoplanctónica y de la estructura de las asociaciones microfitoroplanctónica en el sistema lagunar Magdalena-Almejas durante 1984-1986. Tesis de maestría **CICIMAR-IPN.** La Paz. B.C.S. 84 p.
- Gasca, R., y Suárez, E. 1991.** Nota sobre los sifonóforos (CNIDARIA:SIPHONOPHORA) del Golfo de California (agosto-septiembre, 1977). Cienc. Pesq. INP. Sria. de Pesca. México (8):119-1 25.

Gasca, R., y Suárez, E. 1992. Sifonóforos (CNIDARIA:SIPHONOPHORA) de la zona sudoccidental de la península de Baja California en invierno y verano durante "El Niño" 1983. Rev. Inv. Cient. 3(1)37-46.

Gauch, H. G. Jr. 1981. Multivariate analysis. Community ecology. Studies in ecology. Cambridge. 80 p.

Gendron, L.D. 1990. Relación entre la abundancia de eufáusidos y ballenas azules (*Balaenoptera musculus*) en el Golfo de California. Tesis de maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. México. 64 p.

González, L. I. 1990. Estructura de las asociaciones del fitoplancton del norte del golfo de California en septiembre de 1987. Memorias de Resúmenes del VIII Simposium Internacional sobre Biología Marina. Ensenada, B.C. México, (Resumen):31

Gómez, G.J. 1992. Efecto de las condiciones ambientales sobre la abundancia de las poblaciones de eufáusidos (Crustácea) en la costa occidental de Baja California, durante mayo de 1986, julio de 1987 y 1988. Tesis de maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. 128 P.

Gómez, G.J.,R. Palomares & D. Gendron. 1995. Community structure of the euphausiid populations along the west coast of Baja California, México, during the weak ENSO 1986-1987. Mar. Ecol. (120):41-51.

Gould, R. W. Jr., E.R. Balmori and G.A. Fryxell, 1986. Multivariate Statistics Applied to Phytoplankton Data From Two Gulf Stream Warm Core Rings. Limnol. Oceanog. 31(5). pp 581-968.

Haro, G. M. y H.A. Esquivel, 1988. Programa ODI.FTN. CICIMAR-IPN. Depto. de Plancton. 7 p.

Harris, H.P. 1986. Phytoplankton ecology, structure, function and fluctuation. Univ. Press. Cambridge. 384 p.

Haury, L.R., J.A. McGowan, y P.H. Weibe. 1978. Patterns and processes in the time-space scales of plankton communities. Plenum, New York. :227-327.

Hernández, T.S.; A. Esquivel y R. Saldierna. 1987. Biomasa Zoopláctica en la costa oeste de Baja California Sur. (1982-1985). Memorias del simposio sobre investigación en biología y oceanografía pesquera en México, CICIMAR. La Paz, B.C.S.: 161-169.

- Hernández, T.S. y A. Esquivel. 1989.** Los copépodos y quetognatos del golfo de California en la primavera de 1985. Inv. Mar. CICIMAR 4(2): 151-163.
- James, F.C. and Ch. E. Mc. Culloch, 1990.** Multivariate analysis in ecology and systematics: panacea or pandora's box. Annu. Rev. Ecol. Syst. 21:129-164.
- Jiménez, P.L.C. and J.R.L. Lara, 1988.** Zooplanktonic biomass and copepod community structure in the Gulf of California during the 1982-1983 EL NIÑO Event. CalCOFI Rep. 29: 122-128.
- Johnson, M.W., y E. Brinton. 1963.** Biological species, water masses and currents. In: The Seas, M.N. Hill ed. New York: John Wiley, Interscience 2:381-414.
- Kotori, M. 1972.** Vertical distribution of chaetognaths of the northern North-Pacific ocean and Bering sea. Biological oceanography of the northern North Pacific Ocean, (A.Y. Takenouti, ed.) Idemitsu Shoten, Tokio. 309-331.
- Lachica, B.F. 1990.** El nivel medio del mar como un indicador del fenómeno EL NIÑO en el Pacífico Mexicano. Memorias de Resúmenes del VIII Simposium Internacional Sobre Biología Marina. Ensenada B.C. México (Resumen) :35.
- Laguarda-Figueras F.A. 1965.** Contribución al conocimiento de los quetognatos de Sinaloa. Inst. Biol. XXXVI. 215-228.
- Lander, M.A. 1989.** A comparative analysis of the 1987 ENSO event. Trop. Ocean Atmos. Newslet 49:3-6.
- Lara-Lara, R.J. y J.E. Valdéz-Holguin. 1988.** Biomasa y productividad primaria en el Golfo de California por fracción de tamaño durante primavera de 1984. Cienc. Mar. 14(1):1-14.
- Lavaniegos, W.B. y J.L. Lara and E. Brinton, 1989.** Effects of the 1982-83 EL NIÑO event on the euphasiid populations of the Gulf of California. CalCOFI Rep. 30:73-85.
- Lebour; M.V. 1922.** The food of plankton organisms. J. Mar. Biol. Ass U.K. 12:644-677.
- Lebour, M.V. 1923.** The food of plankton organisms II. J. Mar. Biol. Ass U.K. 13:70-72.
- Legendre, L. and P. Legendre 1983.** Numerical ecology. Elsevier, New York. 190 p.

Longhurst, A.R., A.W. Bedo, W.G. Harrison, E.J. Head and D.D. Sameoto. 1990. Vertical Flux of respiratory carbon by oceanic diel migrant biota. Deep Sea Res. 37:685-694.

Ludwig, A.J. and J.F. Reynolds. 1988. Statistical ecology. A primer on methods and computing. John Wiley & Sons. 337 p.

Manrique, F.A. 1977. Variación estacional del zooplancton de la región de Guaymas (Golfo de California). En: Mem. V Congr. Nal. de Oceanogr. Guaymas, Son. México. 1974:359-368.

Manrique, F.A. 1987. Plancton del golfo de California. En: Gómez A.S. y Arenas-Fuentes, V. Contribuciones en Hidrobiología. Mem. de la Reunión "Alexandro Villalobos". U.N.A.M.:235-257.

McPhander, M.J., Hayes, S.P., Mangum, L.J. 1990. Variability in the western Equatorial Pacific Ocean during the 1986-1987 El Niño/Southern Oscillation event. J. phys. oceanogr. 20:190-208.

Martínez, L.A. 1992. Distribución espacial del fitoplancton asociada con frentes en la costa occidental de Baja California Sur. Inv. Mar. CICIMAR 8 (2):71-86.

Martínez, L.A. 1993. Efectos del evento "El Niño" 1982-1983 en la estructura del fitoplancton en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis de Maestría CICIMAR-IPN La Paz, B.C.S. 52 p.

Medina, M.D. 1979, Análisis Sobre la distribución horizontal de organismos planctónicos en el sur del golfo de California, con referencia especial al Phylum Chaetognatha. Tesis Profesional CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. 76 p.

Michel, H.B. 1984 Chaetognatha of the Caribbean sea and adjacent areas. NOAA Technical Report. NMFS 15 Department of commerce. United States of America. 33 p.

Morrison, F.D. 1976. Multivariate Statistical Methods. 2^o Ed. Mc. Graw-Hill Int. Book Co. pp 266-301.

Moser, H.G.; E.H. Ahlstrom; D. Kramer y E.G. Stevens. 1974. Distribution and abundance of fish eggs and larvae in the Gulf of California. CalCOFI Rep. 17:122-128

Petersen, J.H.; A.E. Jahn; R.J. Lavenberg; G.E. Mc. Gowen y R.S. Grove. 1986. Physical-chemical characteristics and zooplankton biomass on the continental shelf off Southern California. CalCOFI Rep. 27:36-52.

- Peet, P.K. 1974.** The Measurement of species diversity. Annual Review of Ecology and Systematics. 15:285-307.
- Pickard, G.L. & W.J. Emery 1982.** Descriptive Physical Oceanography An Introduction. Pergamon Press 4th (SI) Edition. 249 p.
- Philander, S.G. 1983.** El NIÑO Southern Oscillation Phenomena. Nature. 302 (5906):295-301.
- Philander, S. G. 1992.** EL NIÑO. Oceanus 35(2): 56-51.
- Pielou, E.C. 1984.** The interpretation of ecological data. Ed. John Wiley & Sons. U.S.A. 263 p.
- Reeve, M.R. 1970.** The biology of chaetognatha 1. Quantitative aspects of growth and egg production in **Sagitta hispida** p. 168-189. In: J.H. Steel (ed.) Marine food chains. Oliver and Boyd.
- Resgalla Jr. C. & M. Montú. 1995.** Quetognatos de la plataforma continental del sur de Brasil. Inv. Mar. CICIMAR 10(1-2):32-41.
- Robinson, M.K. 1973.** Atlas of monthly mean sea surface and subsurface temperatures in the Gulf of California, México. San Dieao Soc. of Nat. Hist. Memoir 5:5-19.
- Robles, P. J. M. and G. Marinone 1987.** Seasonal and interannual Thermo-haline variability in the Guaymas basin of the Gulf of California. Cont. Shelf Res. 7:715-733.
- Roden, G. I. 1958.** Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California. Pac. Sci. 12(1):21-45.
- Roden, G.I. and G.W. Groves, 1959.** Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. J. Mar. Res. 18:1 O-35.
- Roden, G.I. 1964.** Oceanographic aspects of Gulf of California. In: T.J. H. Van Andel and G.G. Shor (eds), Marine geology of the Gulf of California. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 3:30-58.
- Roden, G.I. 1971.** Aspects of the transition zone in the Northeast Pacific. J. Geophys. Res. 76:3462-3475.

- Roden, G.I. and Emilsson, 1980.** Oceanografía física del golfo de California. Contr. Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. México (209):1-69
- Rusnak, G.A., R.L. Fisher and F.P. Shepard. 1964.** Bathymetry and faults of the Gulf of California, In: T.J. H. Van Andel and G.G. Shor Jr. eds. Marine geology of the Gulf of California, Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 3:59-75
- Sancetta, C. 1995.** Diatoms in the Gulf of California: Seasonal flux patterns and the sediment record for the last 15,000 years. Paleoceanography. 19(1):67-68.
- Smith, P.E. y Richardson S.L. 1979.** Standard techniques for pelagic fish and larvae surveys. FAO Fish tech. 175: I-I 07.
- Southwood, T.R.E. 1978.** Ecological methods. Chapman and Hall, London 290 p.
- Suárez, M.E. 1993.** Lo. usual Vs lo correcto: planctónico o pláncico?. Planctología Mexicana. Bol. inform. de la Soc. Mex. de Planctología A.C. No. 2. Mayo 1993 30 p.
- Sverdrup, H.U., M.W. Johnson y R.H. Fleming.- 1942.** The oceans. Their physics, chemistry and general biology. Prentice Hall. New York. I-1087.
- Terazaki, M. 1996.** Vertical distribution of pelagic chaetognaths and feeding of **Sagitta enflata** in the Central Equatorial Pacific. Journal of Plankton Res. 18(5):673-682.
- Tokioka, T. 1939.** Three new chaetognaths from Japanese waters. Mem. Imp. Mar. Obs. 129-1 3 9 .
- Tokioka, T. 1965.** The Taxonomical outline of chaetognatha. Pub. of Mar. Biol. Lab. XII(5):1-23.
- Thunell R.C., C.J. Pride y E. Tappa 1994.** Biogenic silica fluxes and accumulation rates in the Gulf of California. Geology. 22:303-306.
- Thunell R.C., C.Pride, P. Ziveri, F.Muller-Karger, C.Sancetta and D.Murray. 1996.** Planckton response to physical forcing in the Gulf of California. Journal of Plankton Research. 18:(11) 2017-2026.
- Valdéz Holguin J.E. y Lara-Lara R. 1987.** Productividad primaria en el golfo de California. Efectos de El Niño 1982. 1983. Cienc. Mar, 13(2):34-50.
- Vinogradov, M.E. and V.B. Tseitlin. 1983.** Deep sea pelagic domain (aspects of bioenergetics), p.123-166. In: G.T. Rowe (ed), Deep-Sea Biology. Wiley.

Wyrtky, H.K. 1967. Circulation and water masses in the Eastern Equatorial Pacific ocean. Int.J. Oceanol. Limnol. 1 :117-147.

FIGURAS

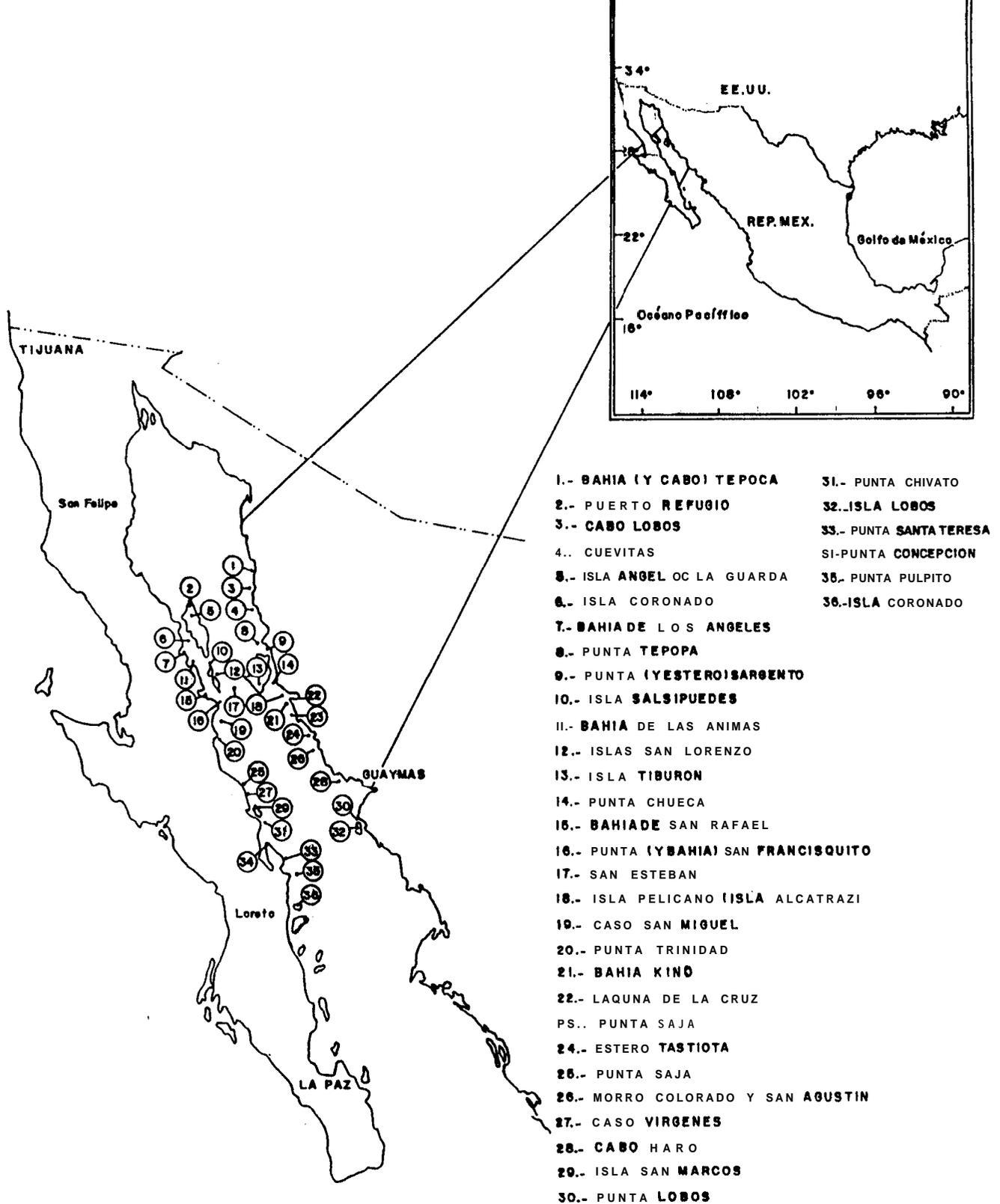


Figura 1 Toponimia del Golfo de California.

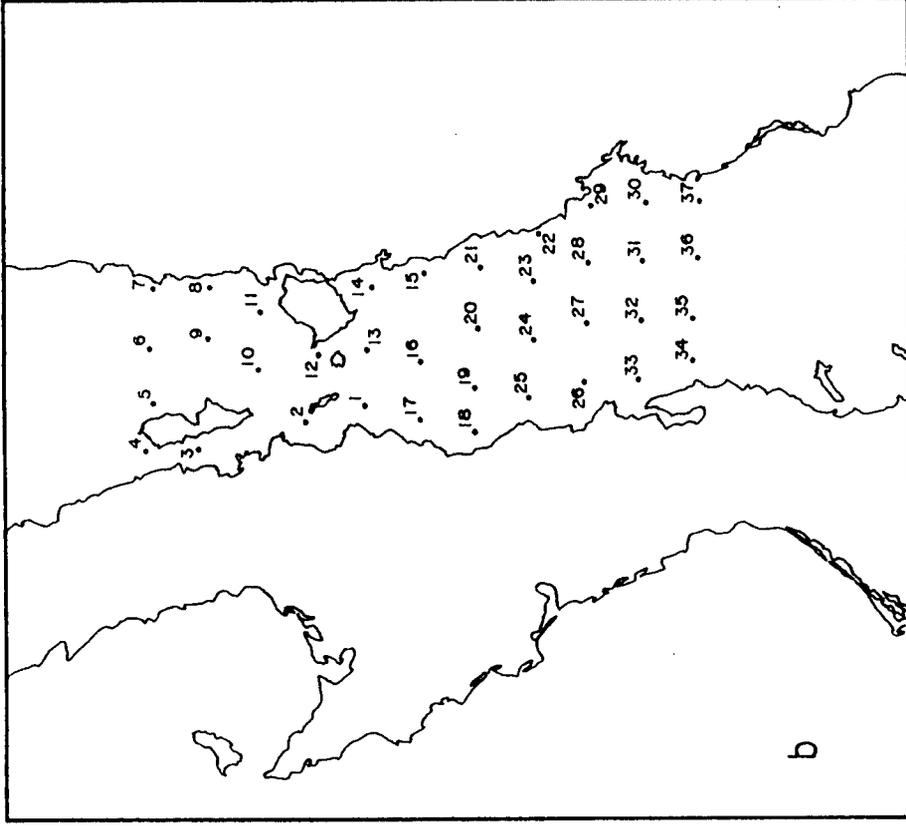
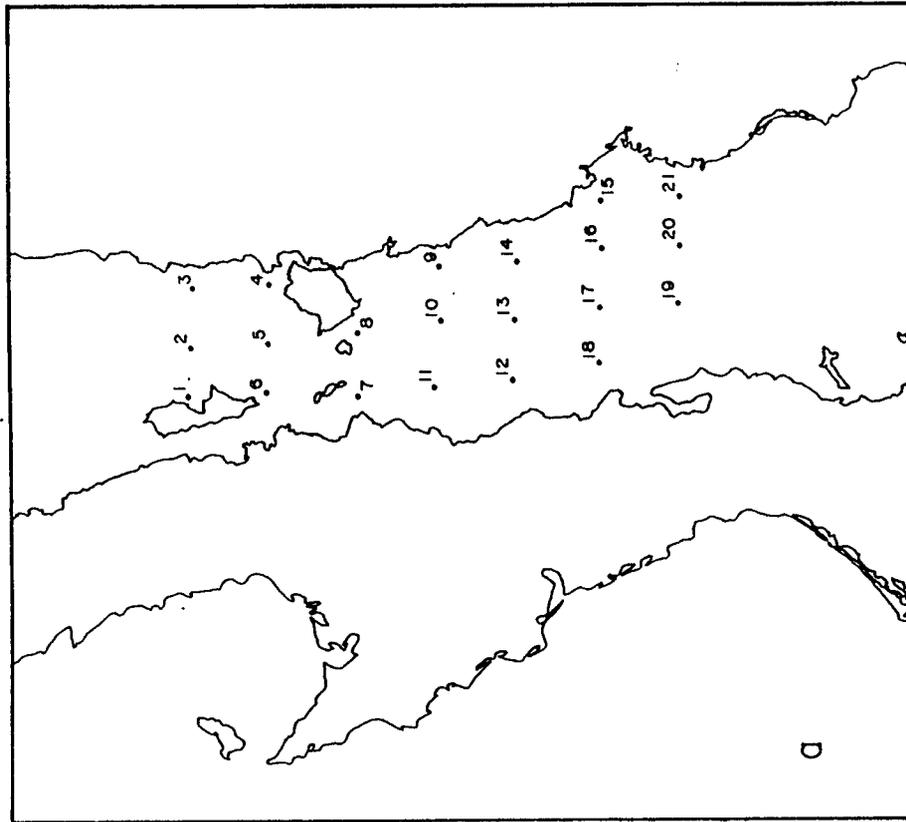


Figura 2 a) Localización de las estaciones de muestreo en junio de 1986. b) Localización de las estaciones en septiembre de 1987.

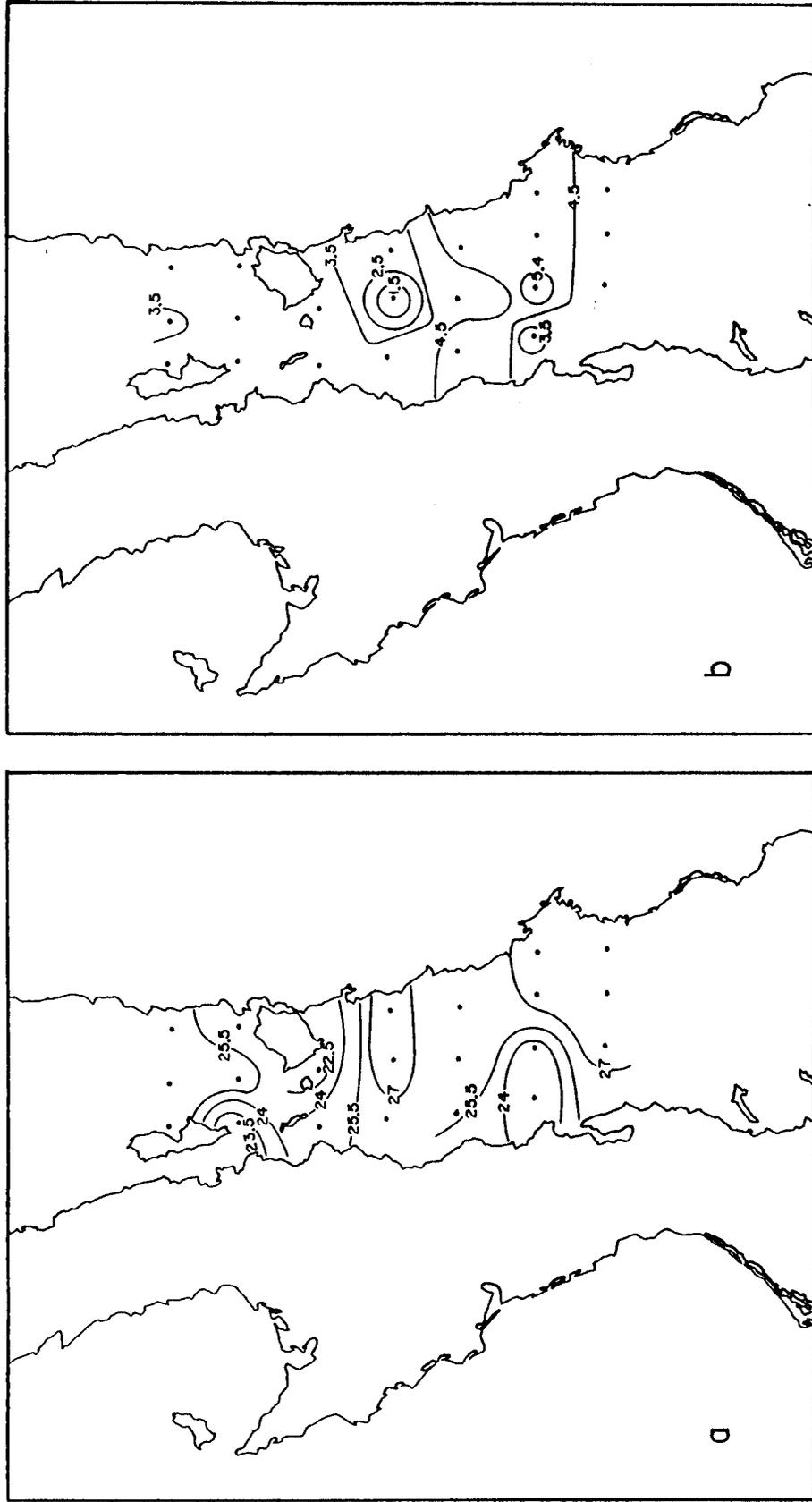


Figura 3 a) Isotermas ($^{\circ}\text{C}$) y b) Oxígeno disuelto (m/l) registrado a 10 m de profundidad en el Golfo de California. Junio de 1987.

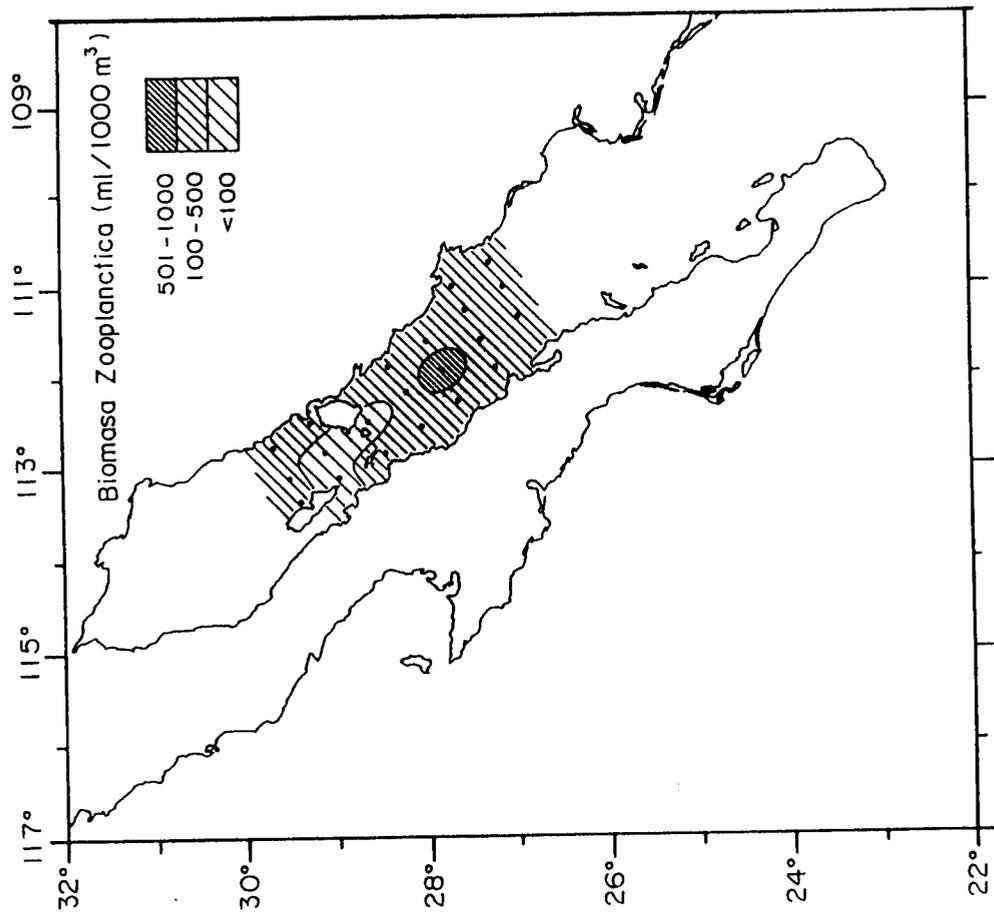


Figura 4 Biomasa zooplánctica (ml/1000m³) registrada en el Golfo de California. Junio de 1986.

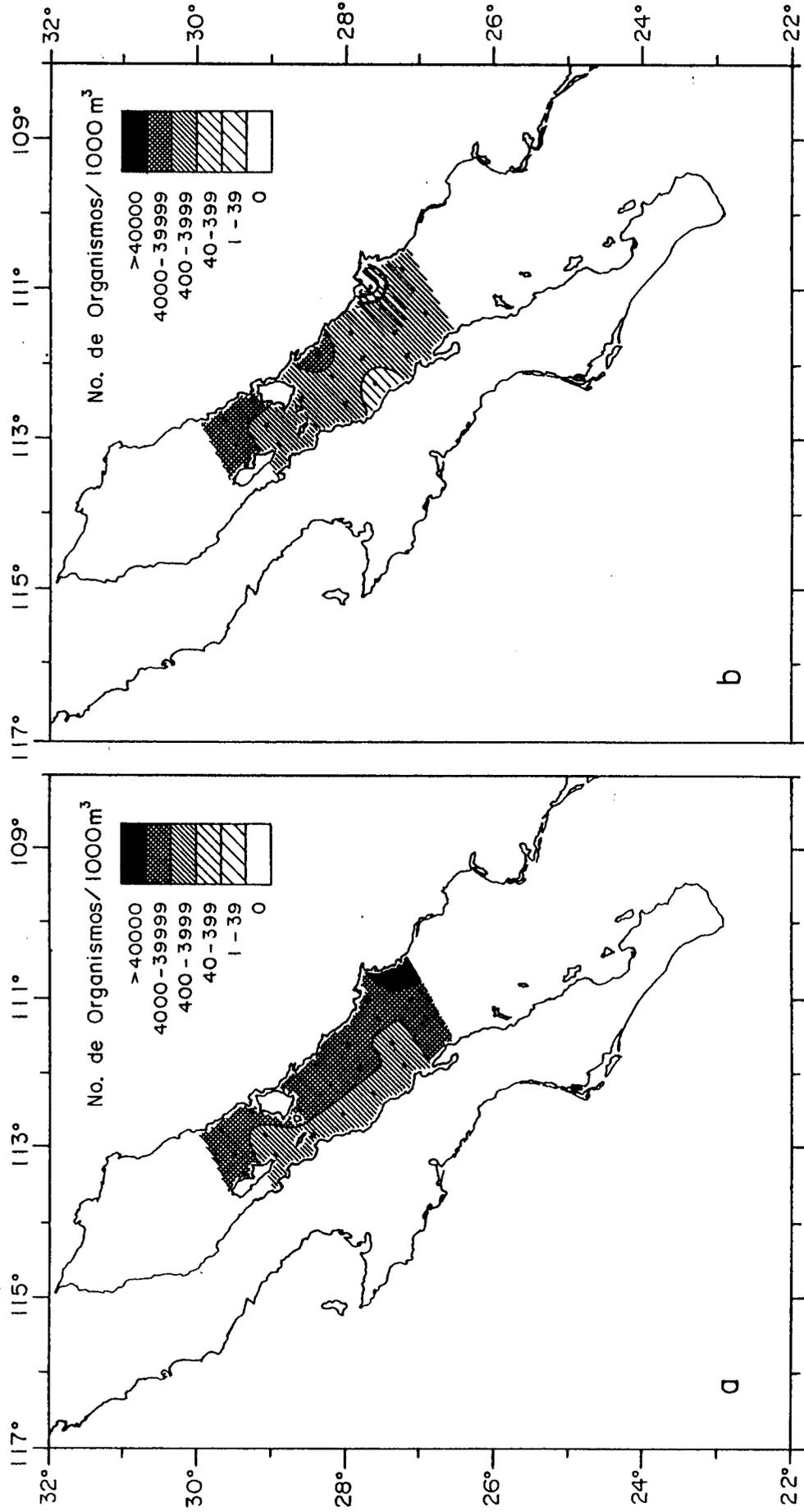


Figura 5 Distribución y abundancia de a) *Sagitta enflata* y b) *Sagitta euneritica* en el Golfo de California.

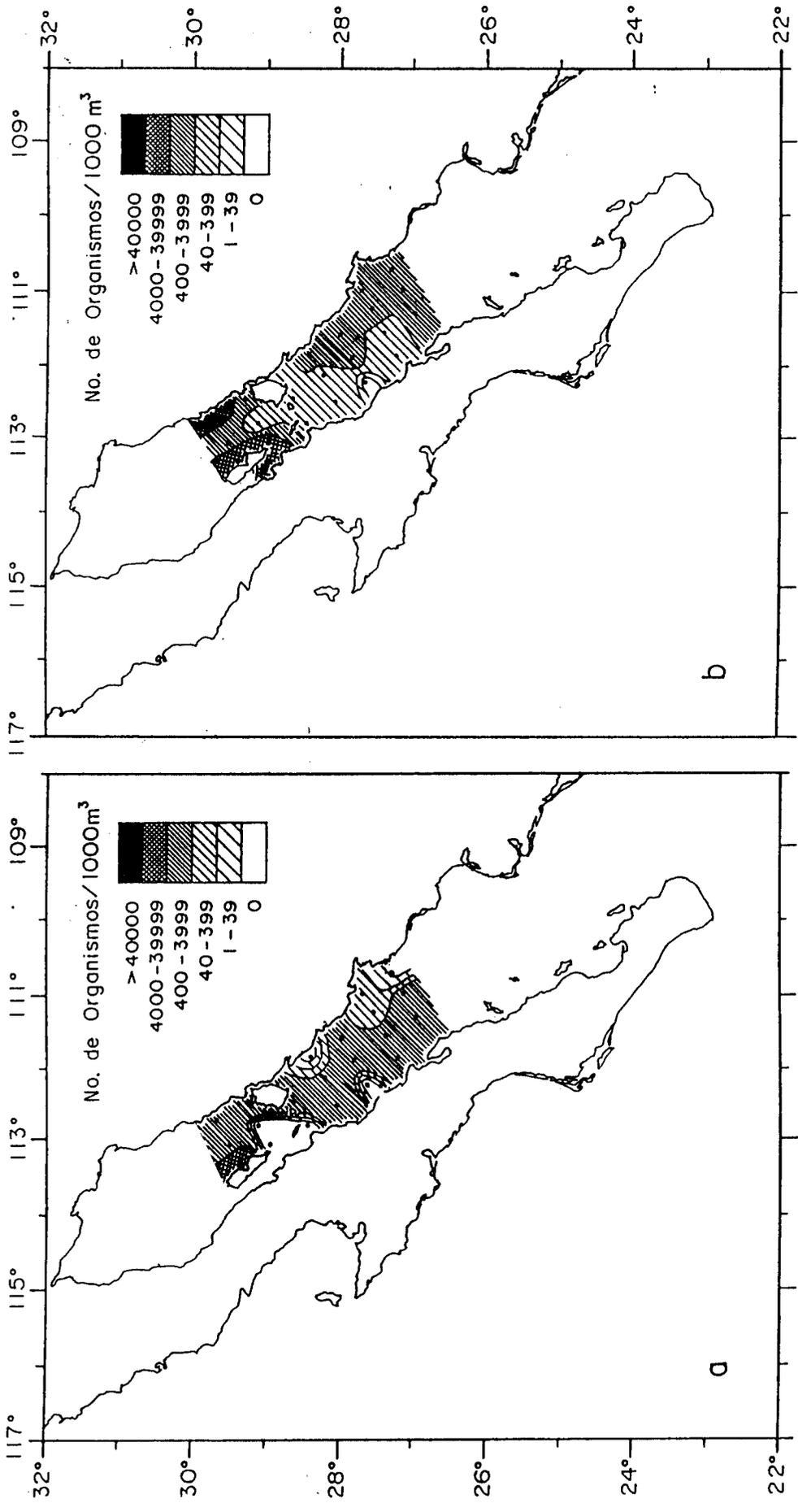


Figura 6 Distribución y abundancia de a) *Sagitta minima* y b) *Sagitta hexaptera* en el Golfo de California. Junio de 1986

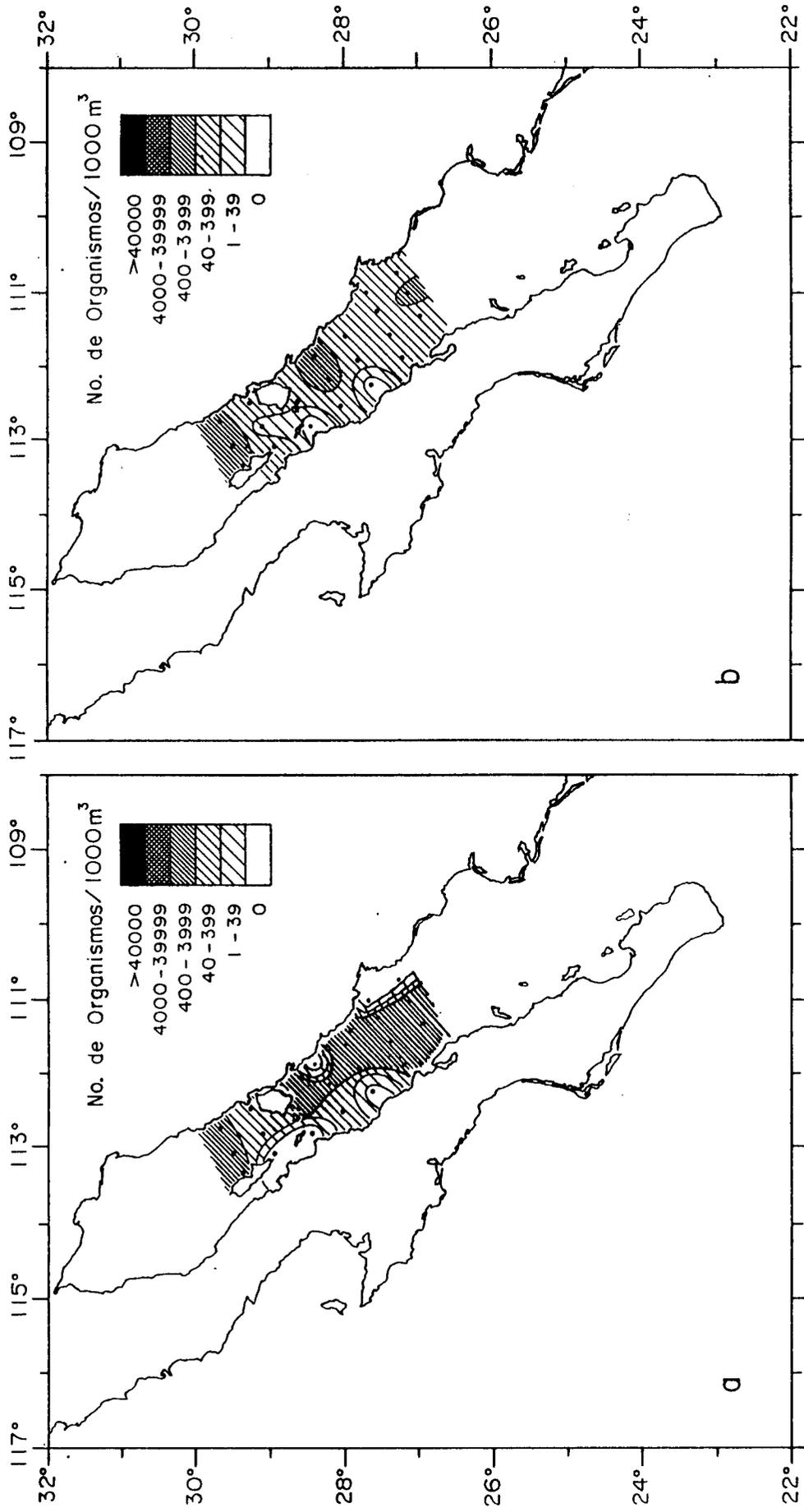


Figura 7 Distribución y abundancia de a) *Sagitta bedoti* y b) *Sagitta bierii* en el Golfo de California. Junio de 1986.

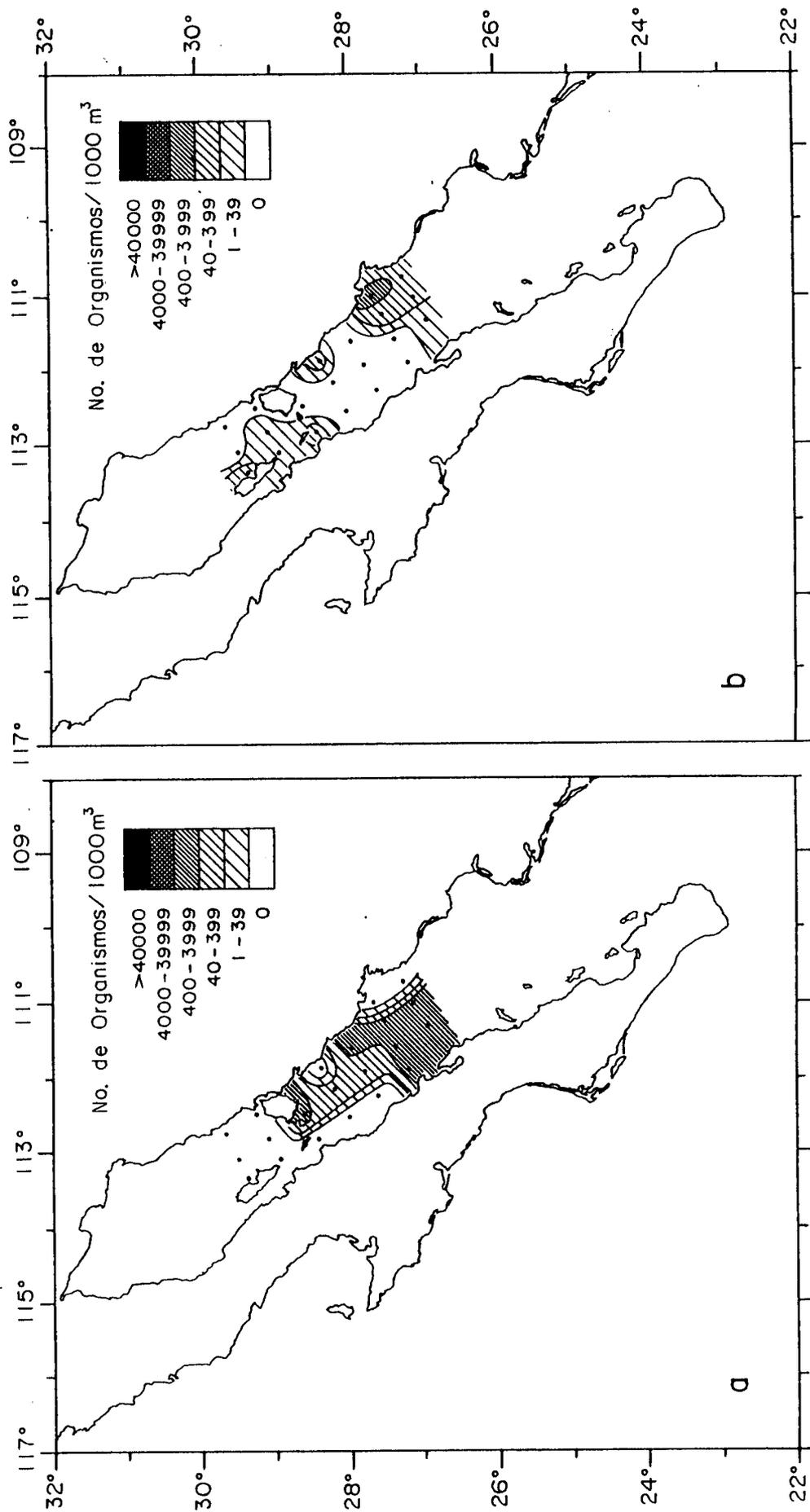


Figura 8 Distribución y abundancia de a) *Sagitta pacifica* y b) *Sagitta decipiens* en el Golfo de California. Junio de 1986.

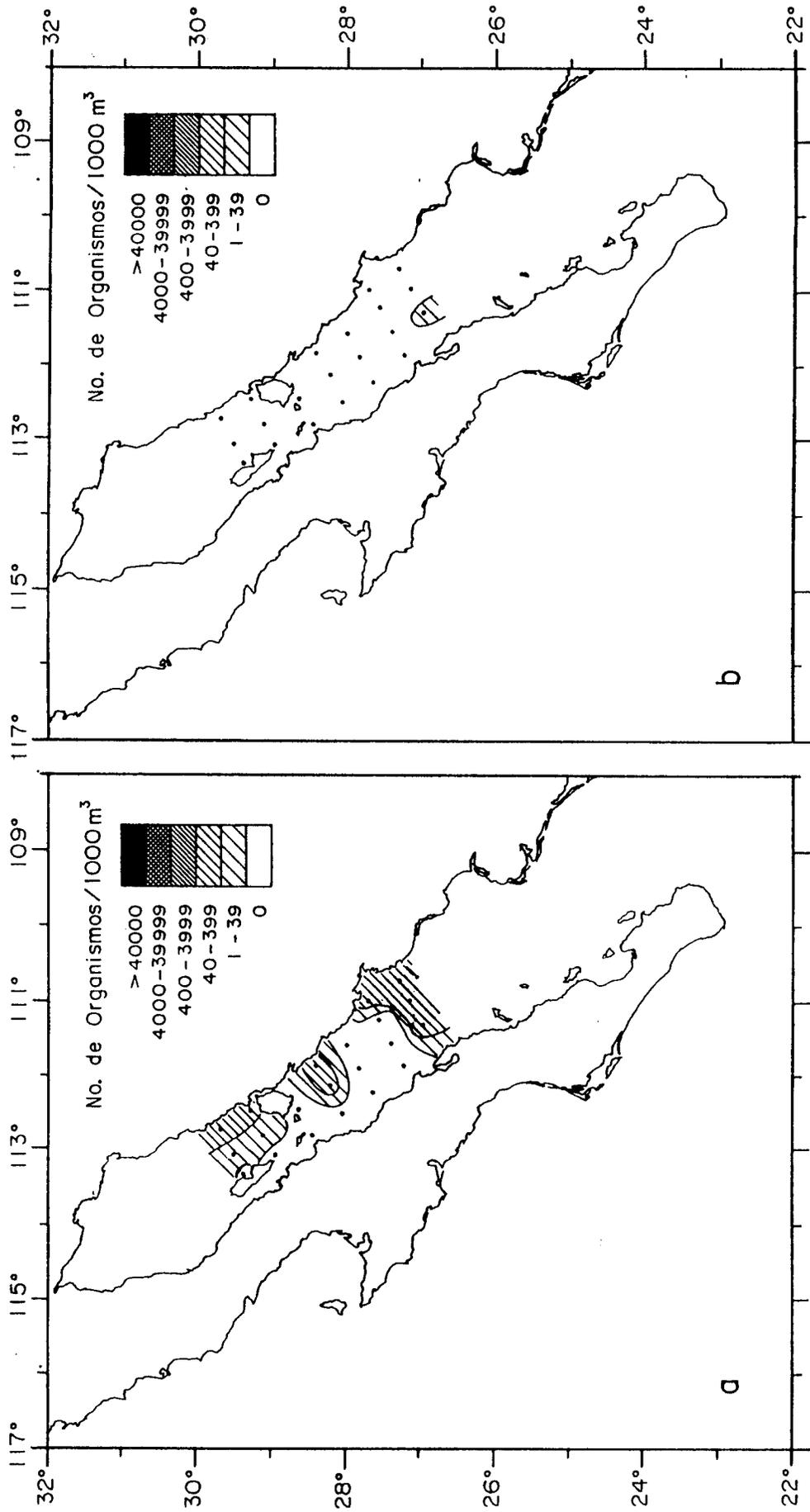


Figura 9 Distribución y abundancia de a) *Sagitta regularis* y b) *Krohnitta pacifica* en el Golfo de California. Junio de 1986.

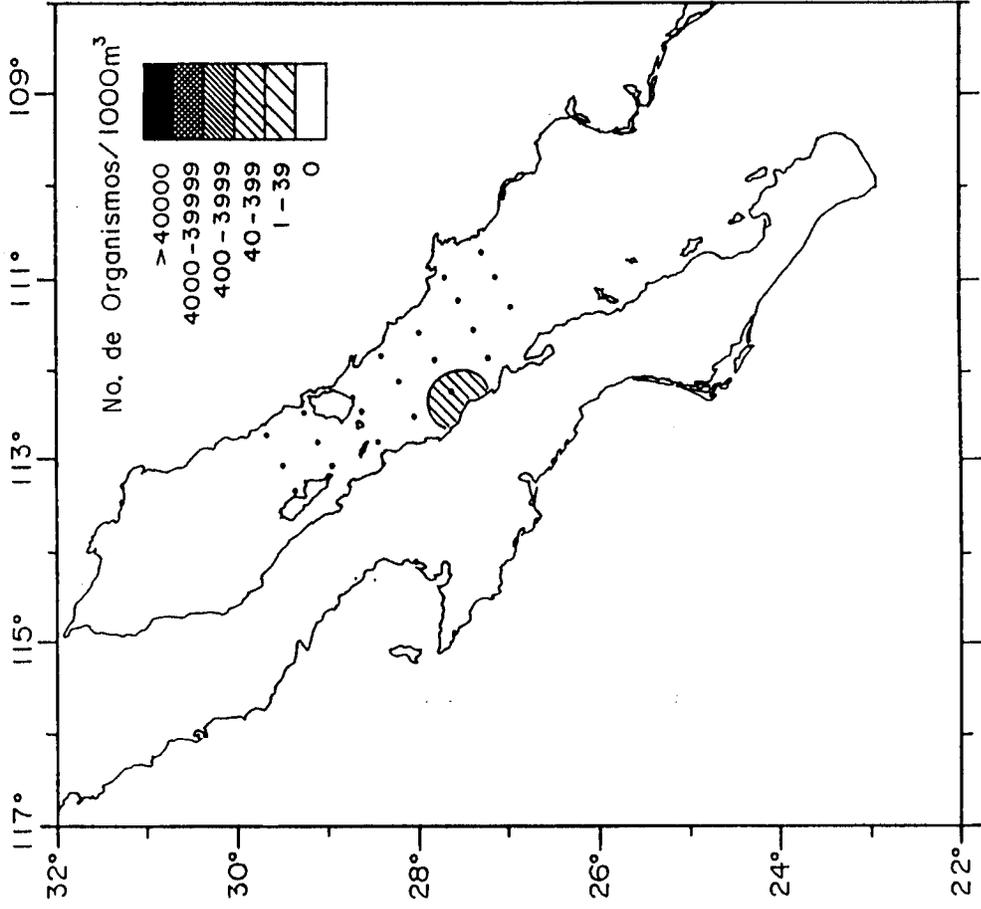


FIGURA 10 Distribución y abundancia de *Sagitta pseudoserratodentata* en el Golfo de California. Junio de 1996.

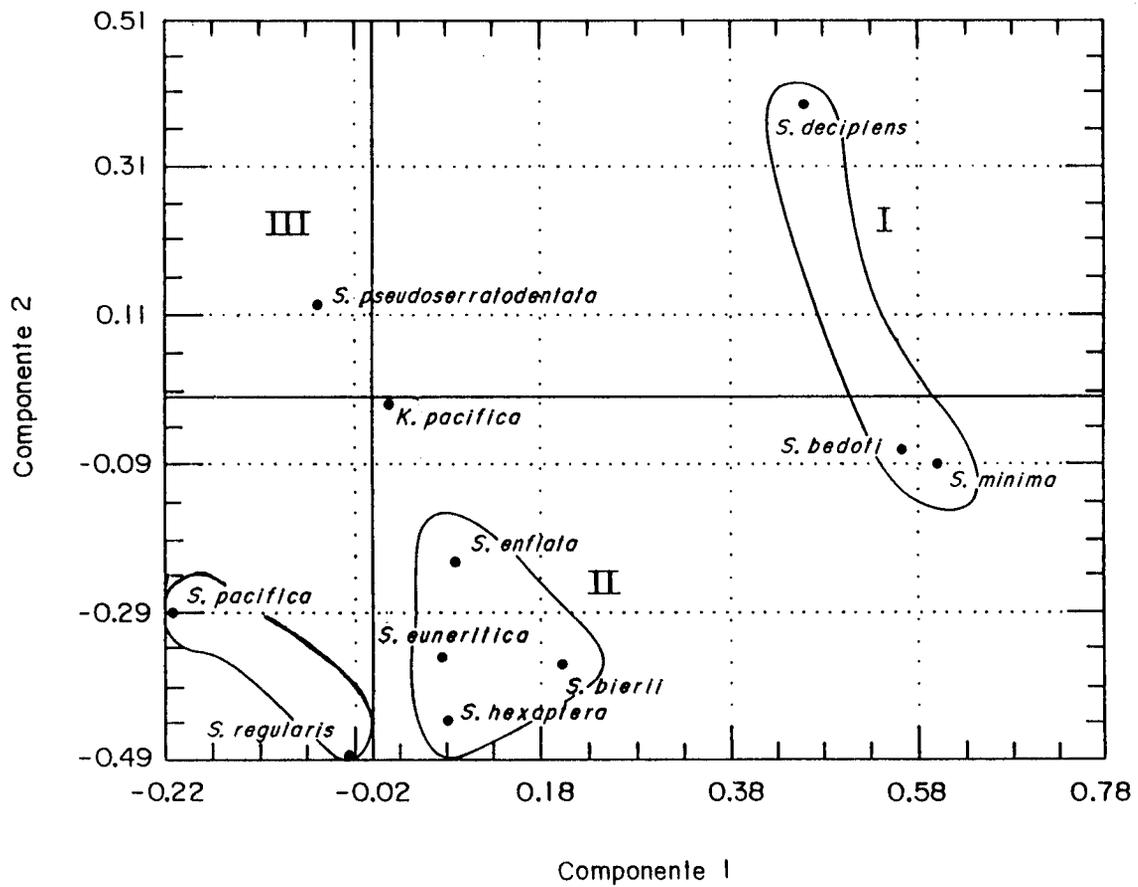


Figura 11 Agrupación de especies en el ACP. Junio de 1986.

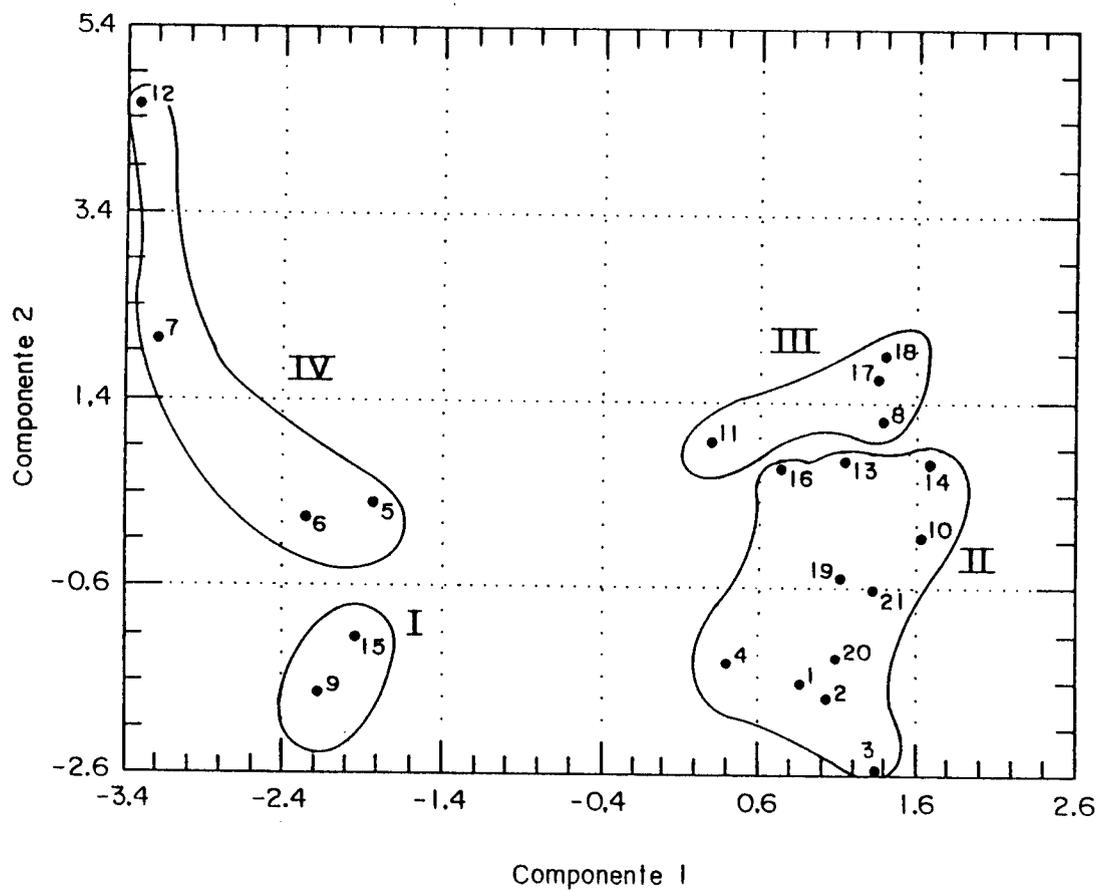


Figura 12 Agrupación de estaciones en el ACP. Junio de 1986.

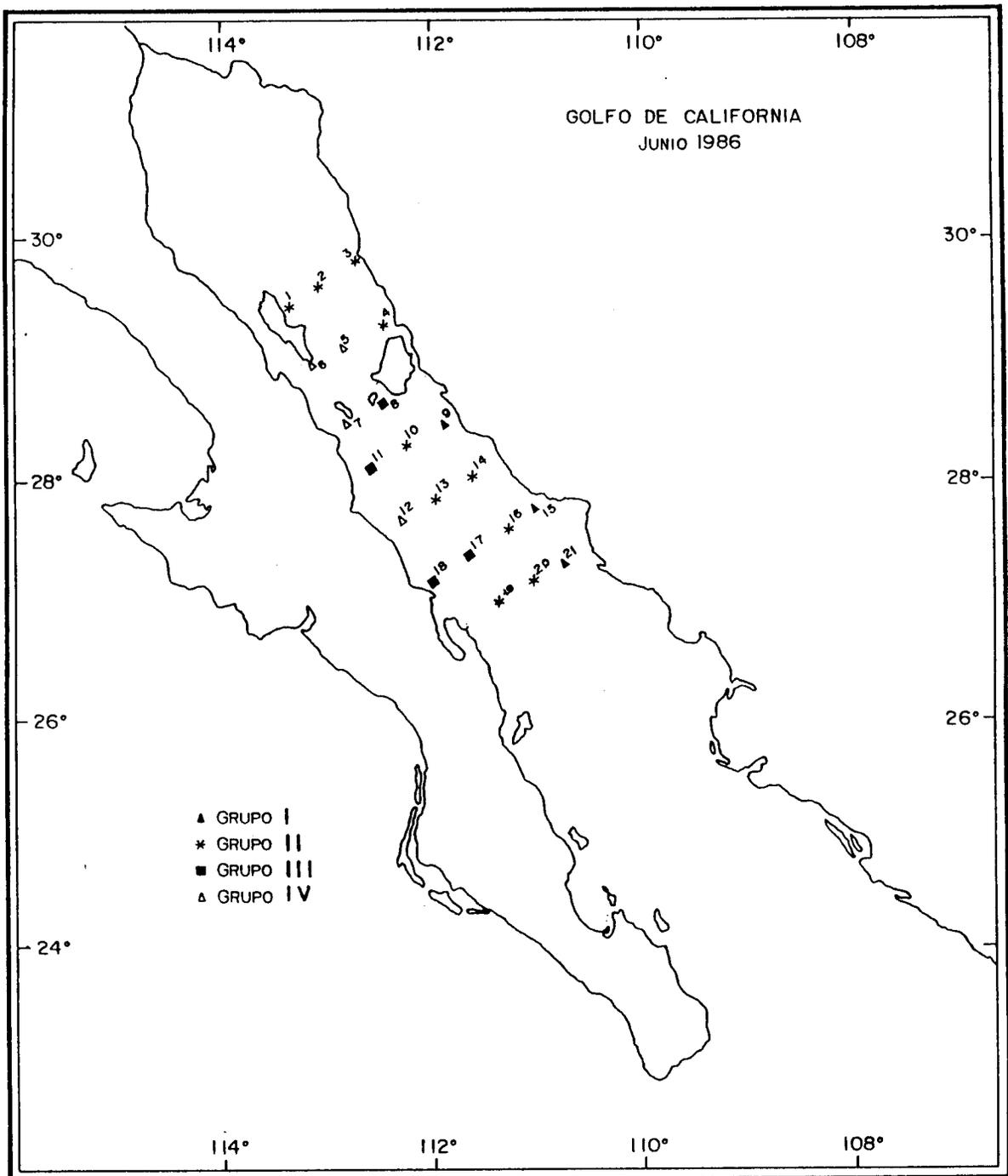


Figura 13 Agrupación de las estaciones en el área de muestreo según el ACP. Junio de 1986.

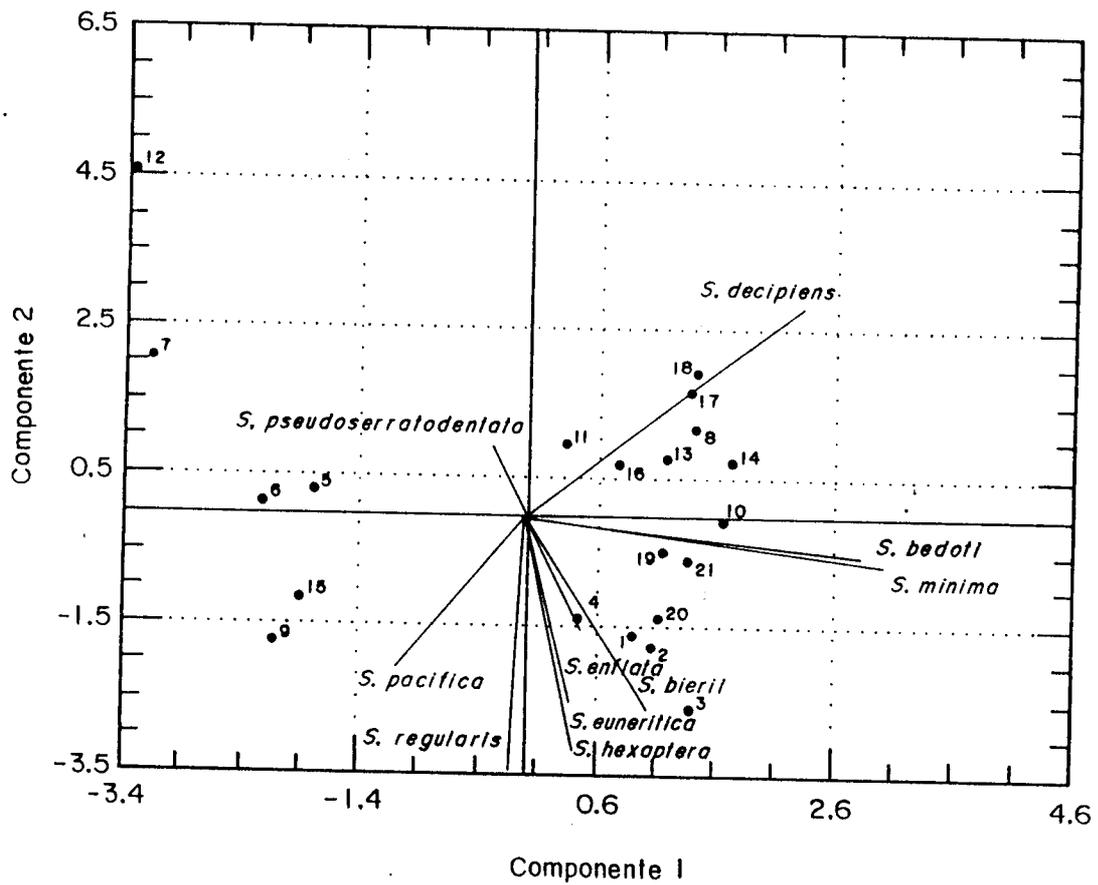


Figura 14 Agrupación de estaciones y especies de quetognatos en el Golfo de California. Junio de 1986.

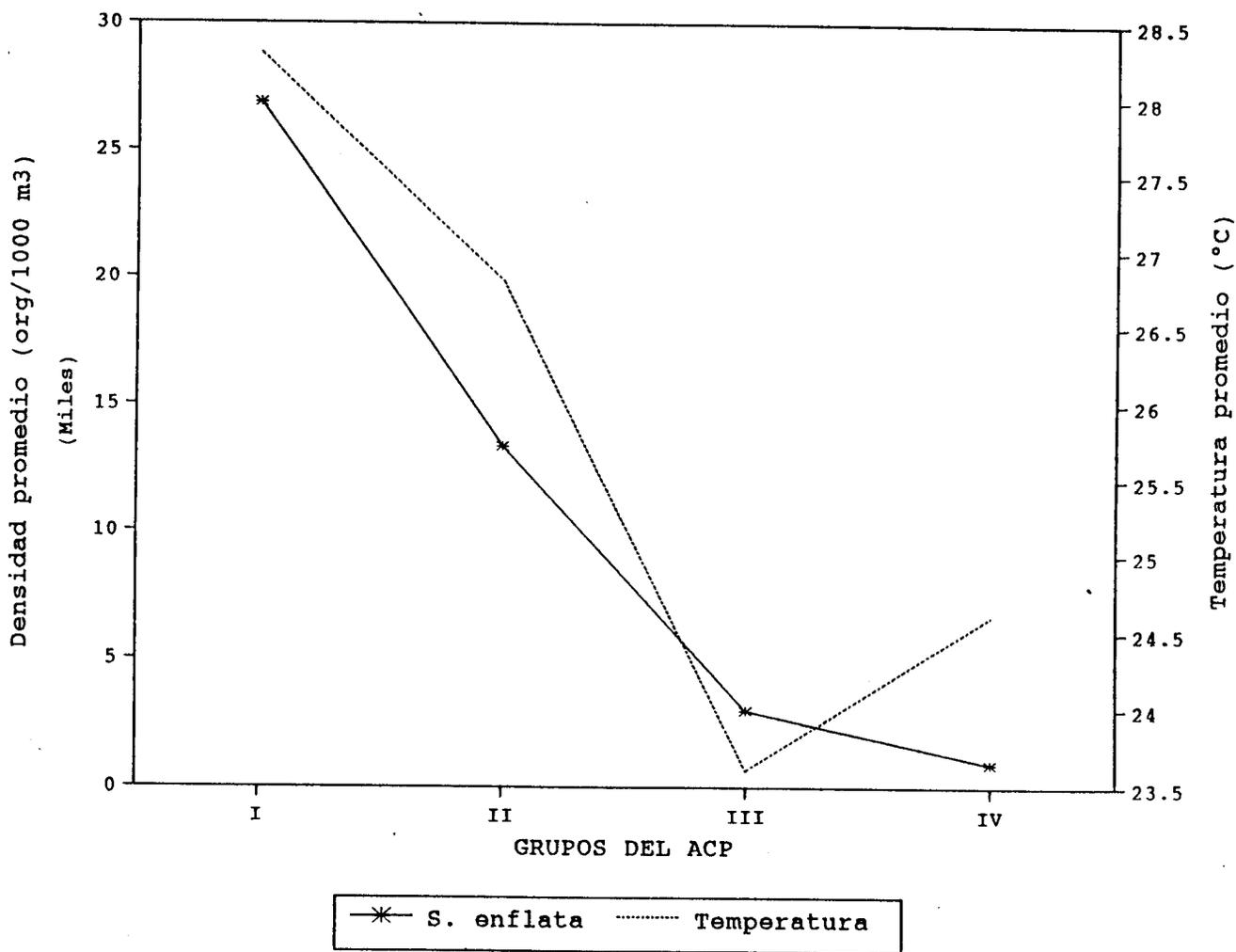


Figura 15 Densidad promedio de *S. enflata* en los cuatro grupos de estaciones formados por el ACP y su relación con la temperatura promedio.

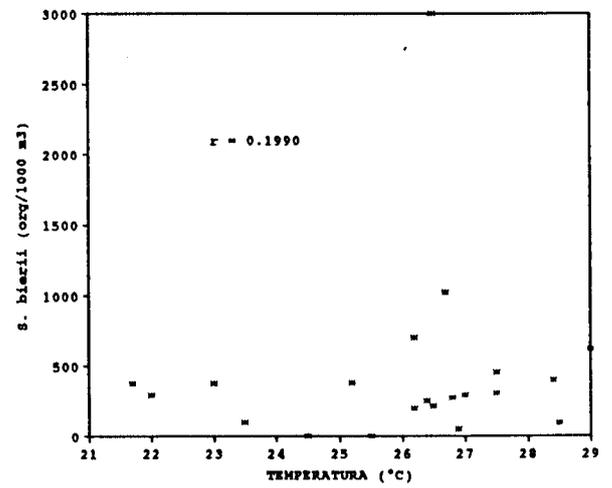
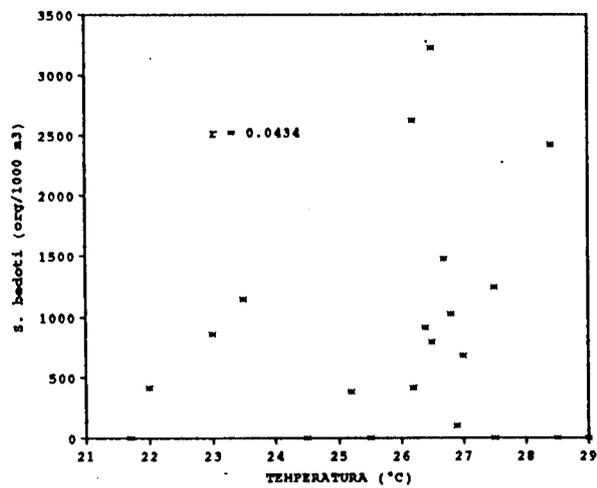
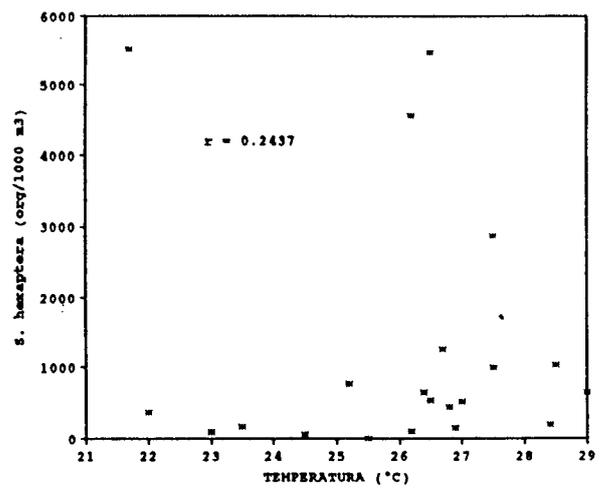
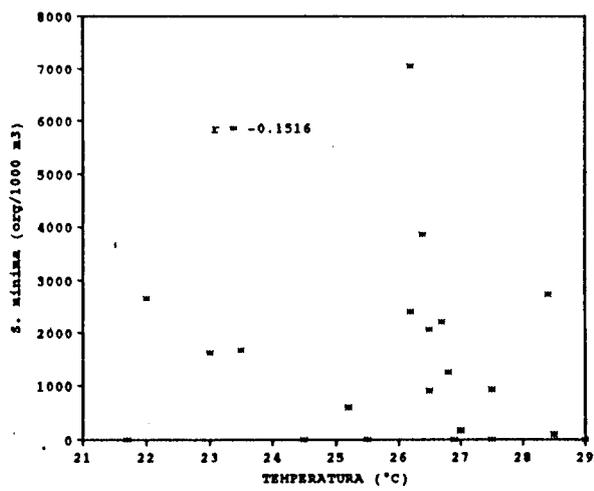
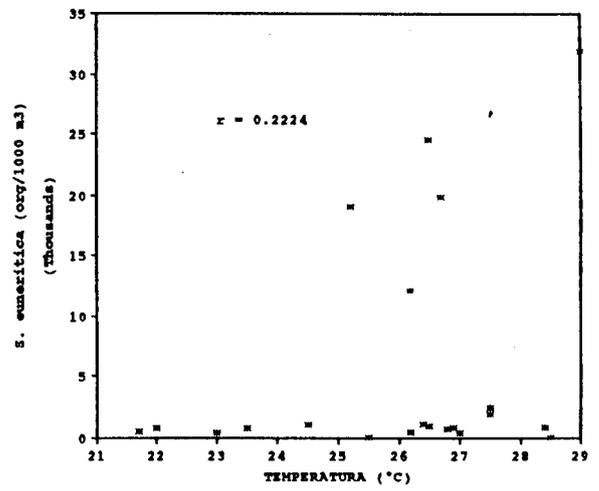
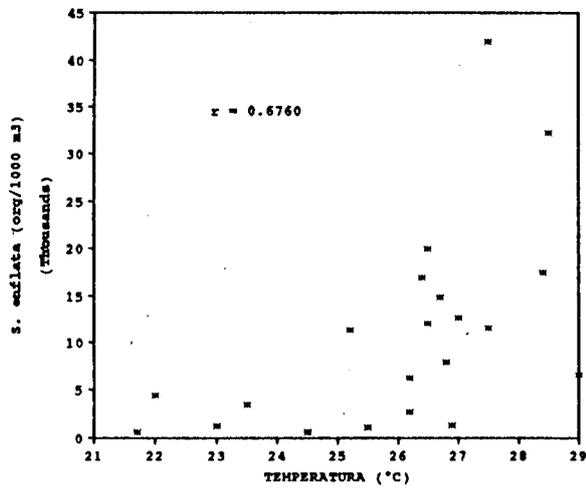


Figura 16. Correlación entre la abundancia de cada especie y la temperatura a 10 m de profundidad.

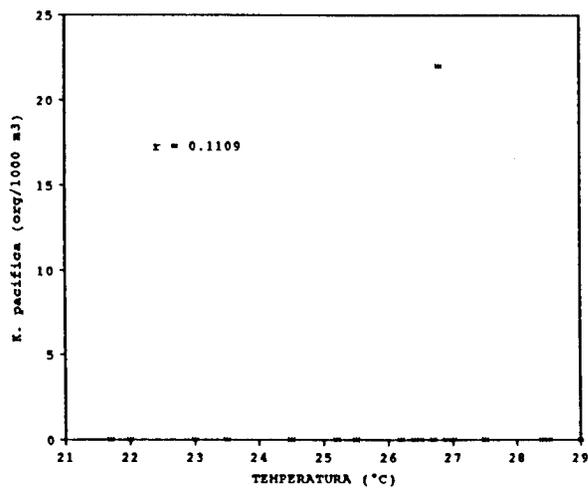
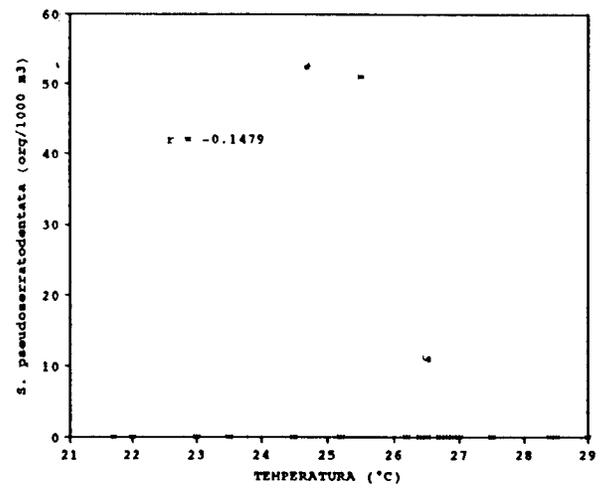
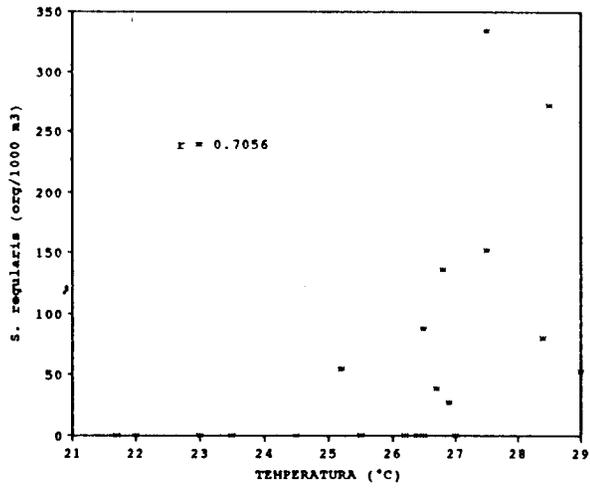
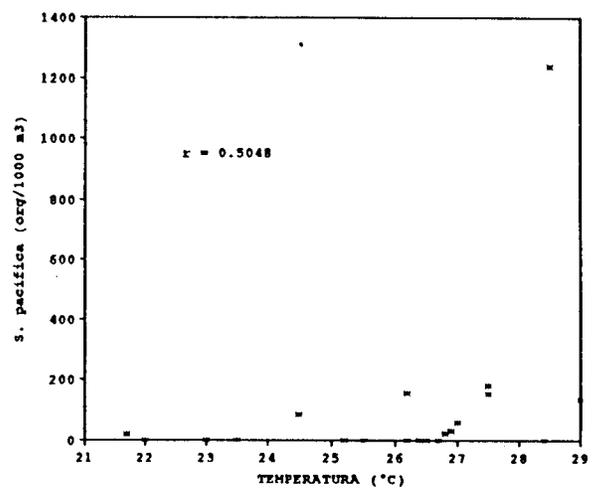
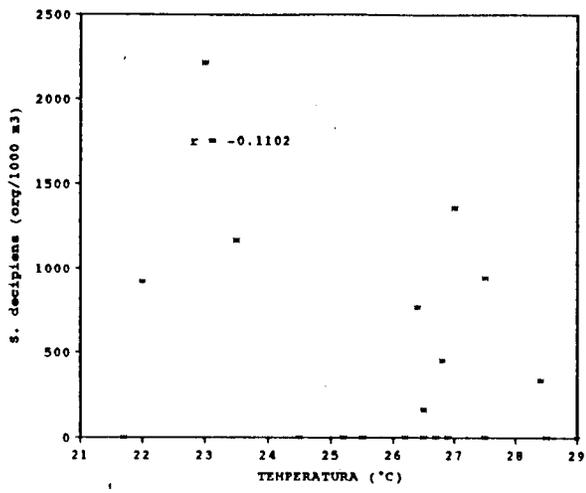


Figura 16. Continuación.

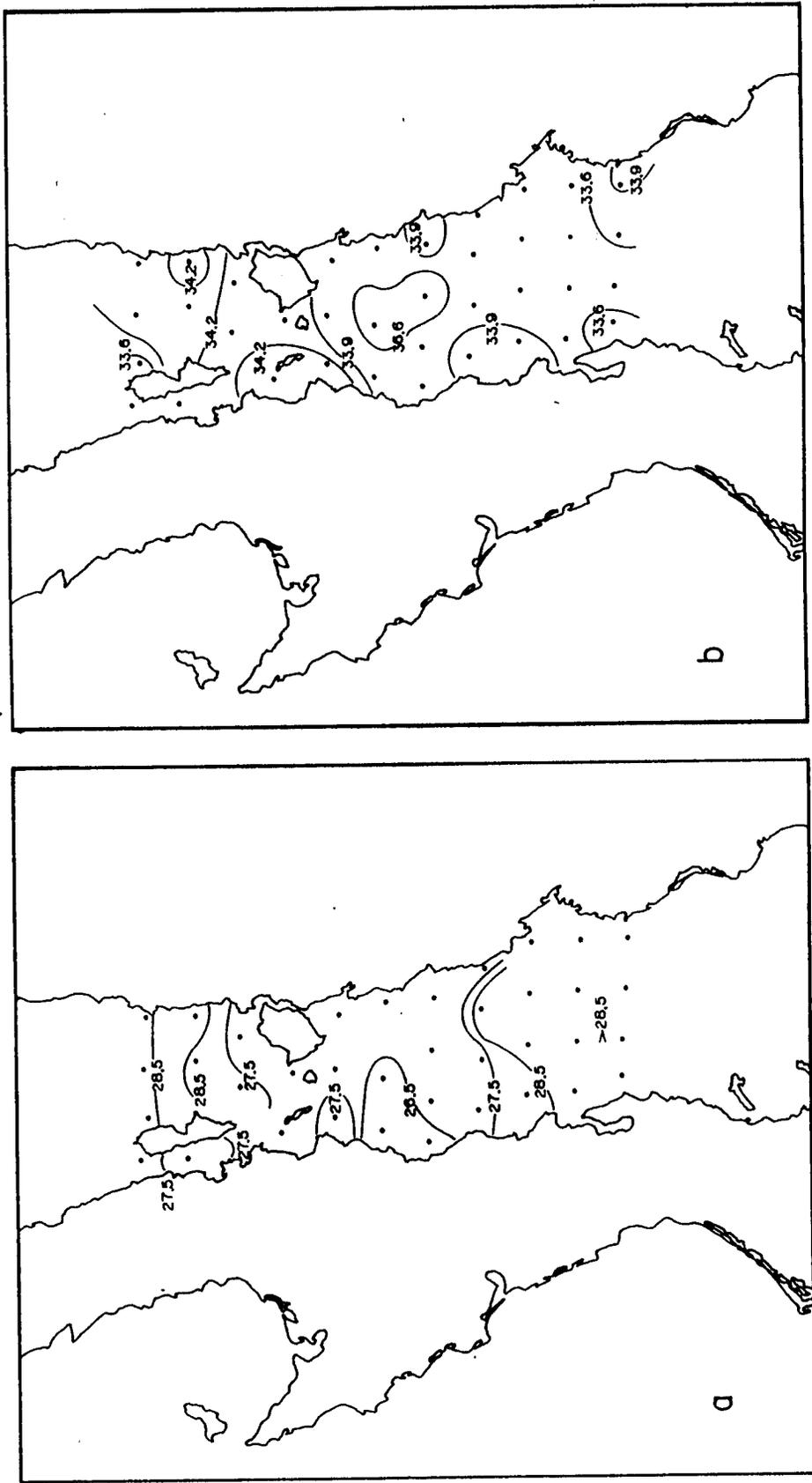


Figura 17 a) isotermas ($^{\circ}\text{C}$), b) Isohalinas (ppm) registradas en el Golfo de California a 25 m de profundidad. Septiembre de 1987.

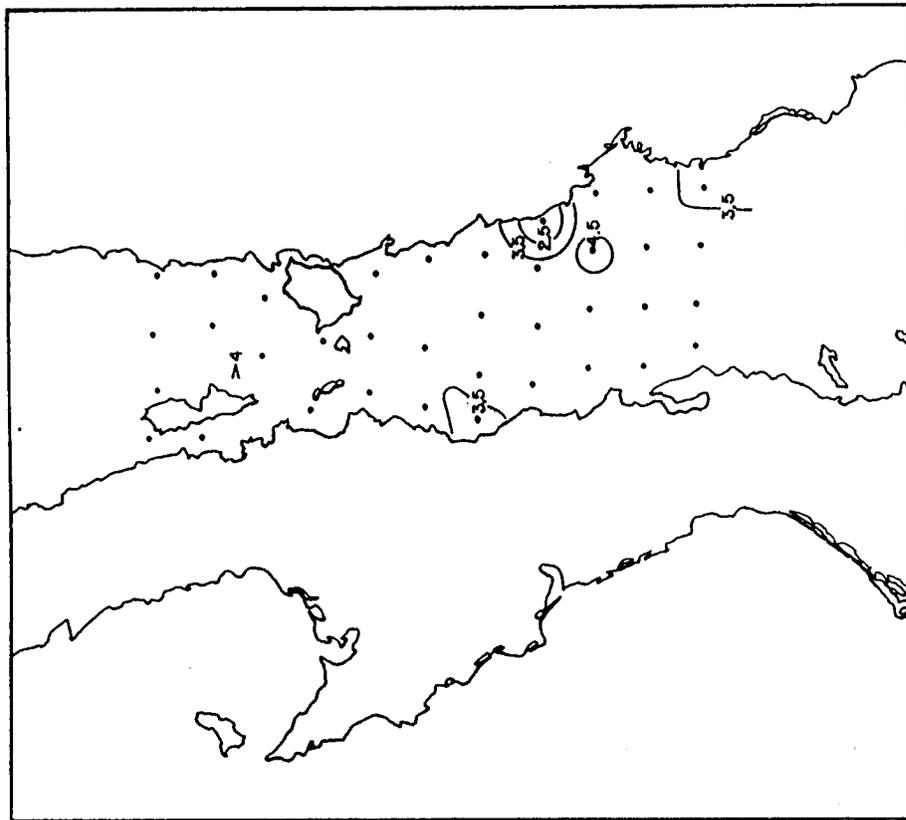


FIGURA 18 Oxígeno disuelto (m/l) registrado a 25 m de profundidad. Septiembre de 1987.

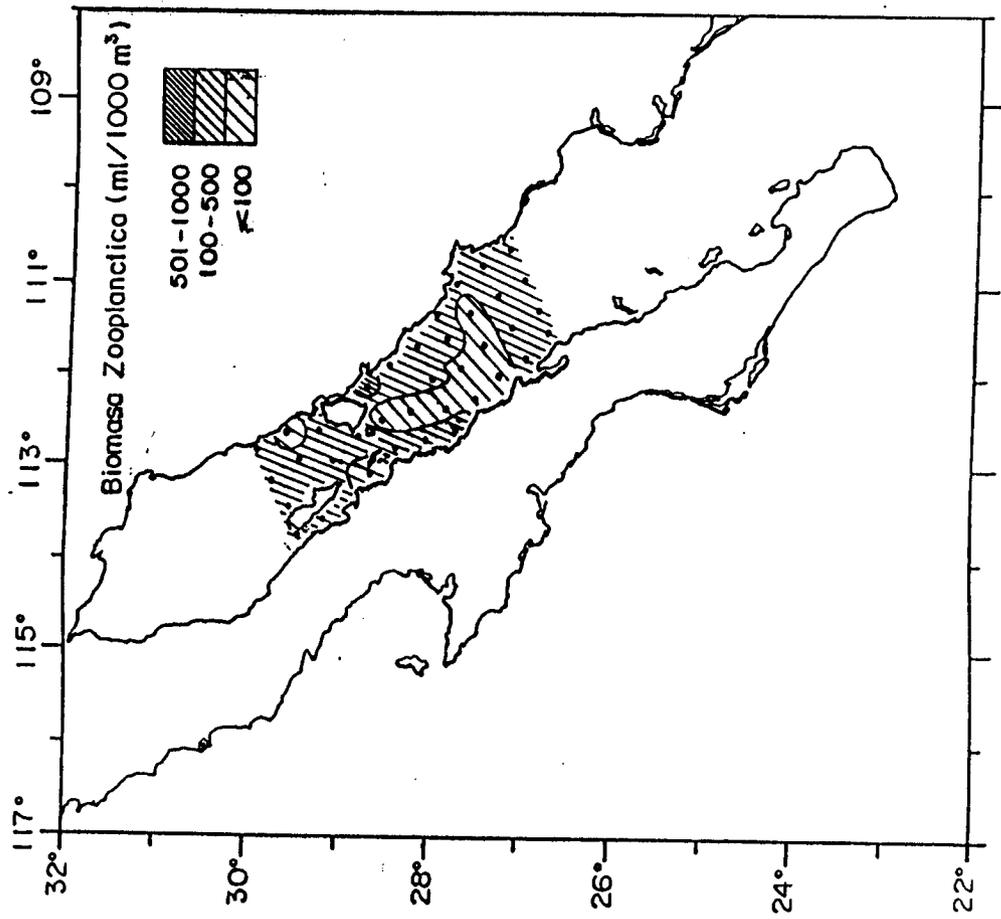


Figura 19 Biomasa zoopláncica (ml/1000m³) registrada en el Golfo de California. Septiembre de 1987.

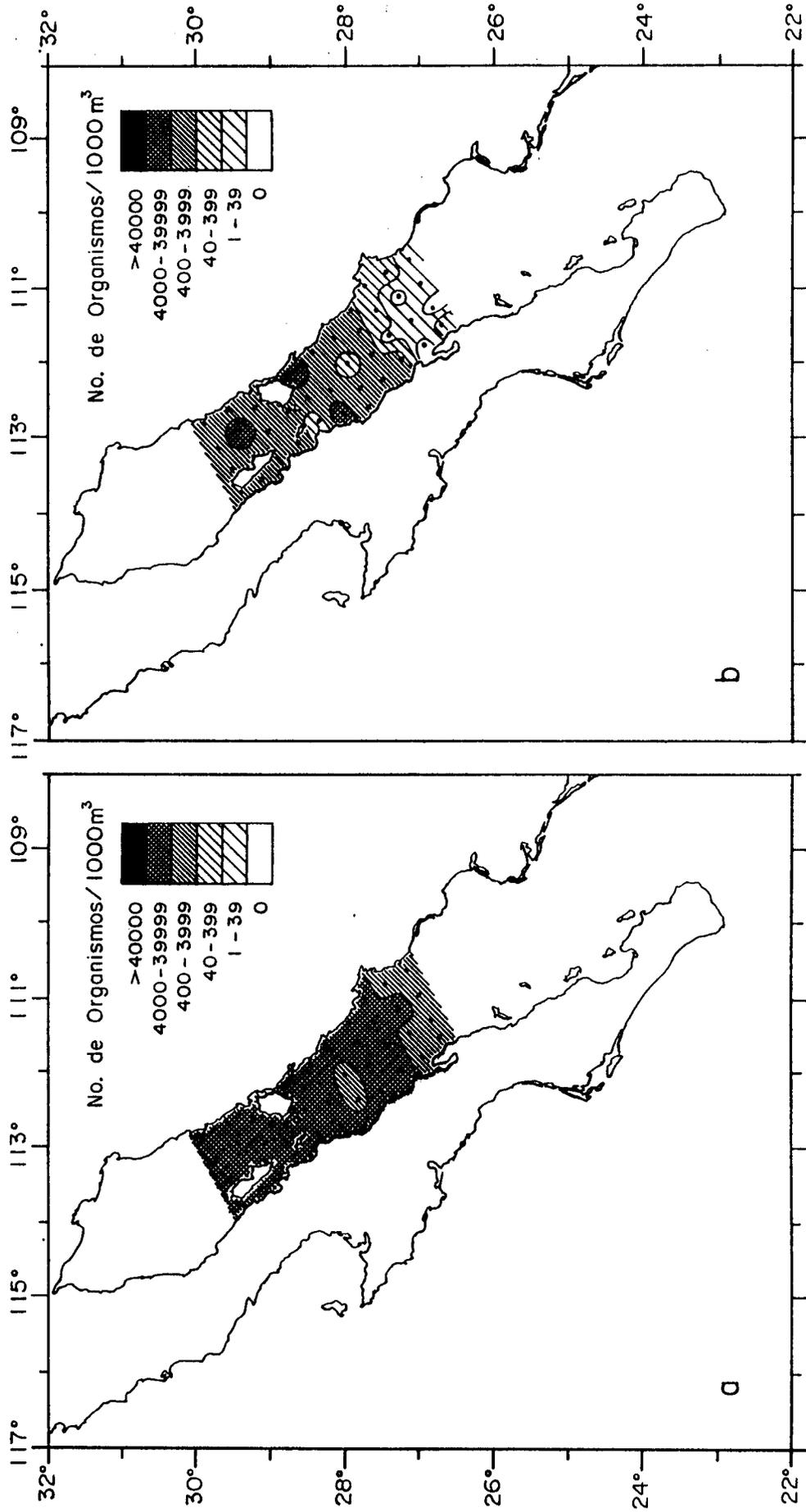


Figura 20 Distribución y abundancia de a) *Sagitta inflata* y b) *Sagitta minima* en el Golfo de California. Septiembre de 1987.

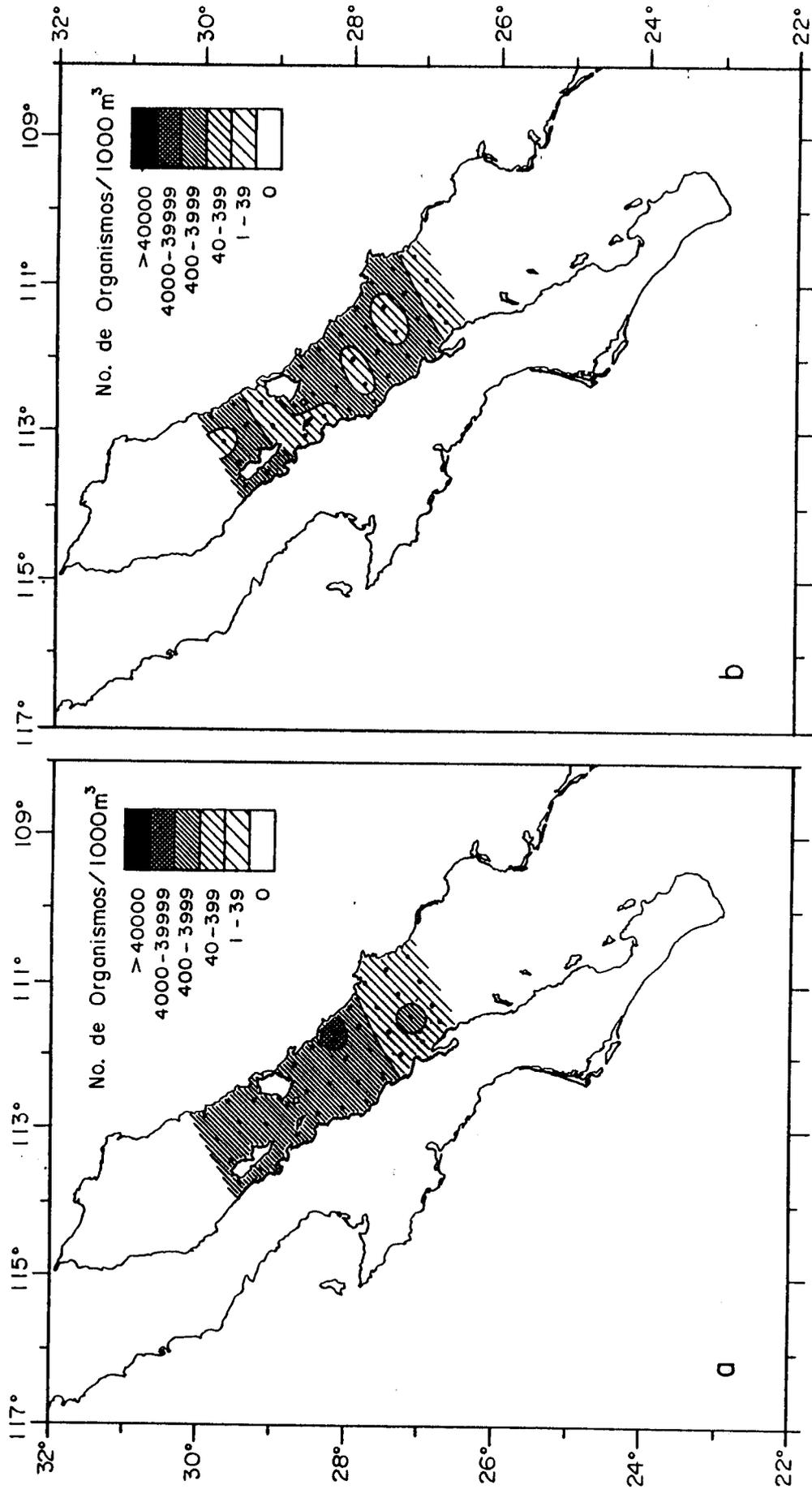


Figura 21 Distribución y abundancia de a) *Sagitta hexaptera* y b) *Sagitta bedoti* en el Golfo de California. Septiembre de 1987.

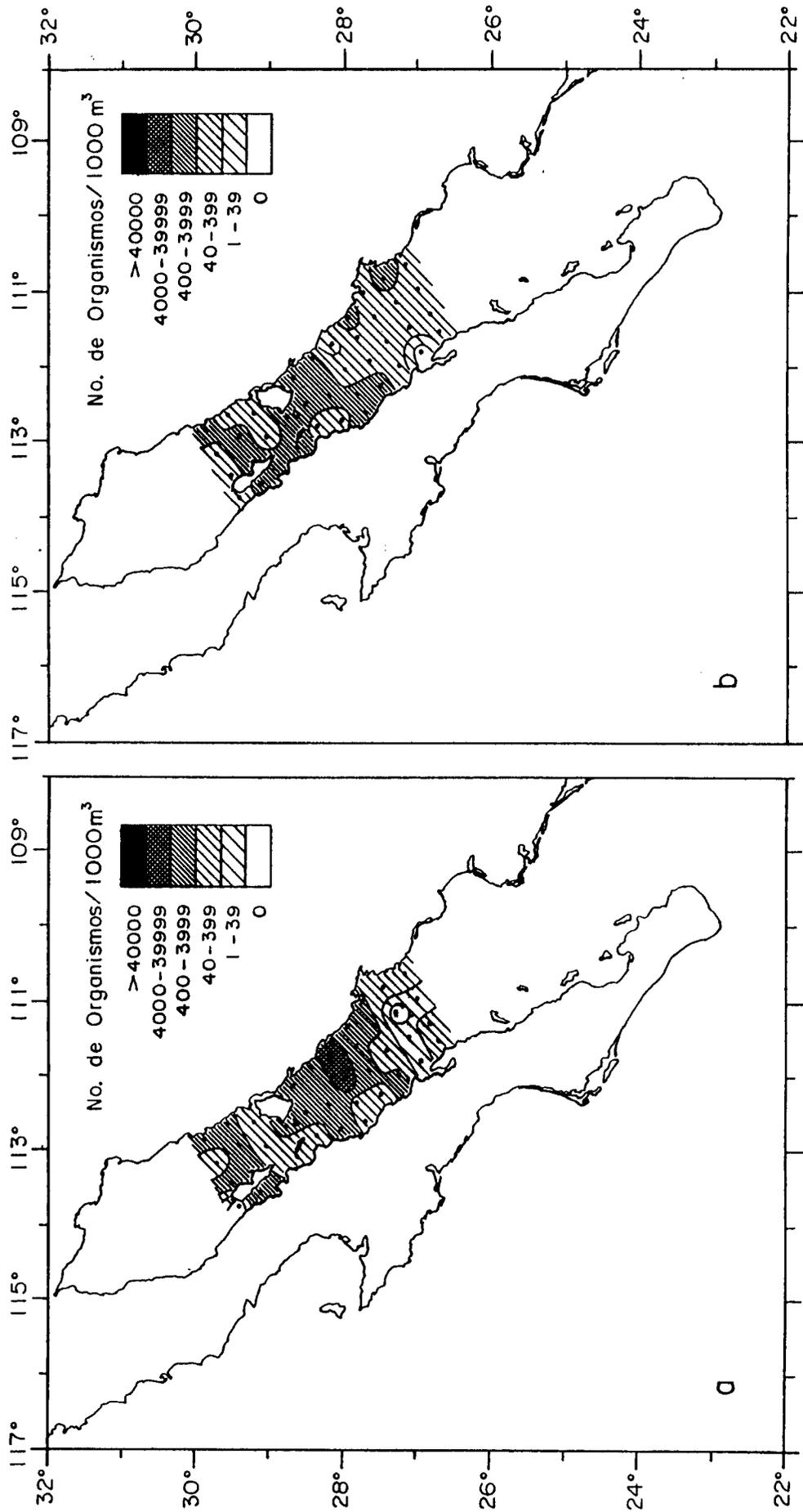


Figura 22 Distribución y abundancia de a) *Sagitta euneritica* y b) *Sagitta regularis* en el Golfo de California. Septiembre de 1987.

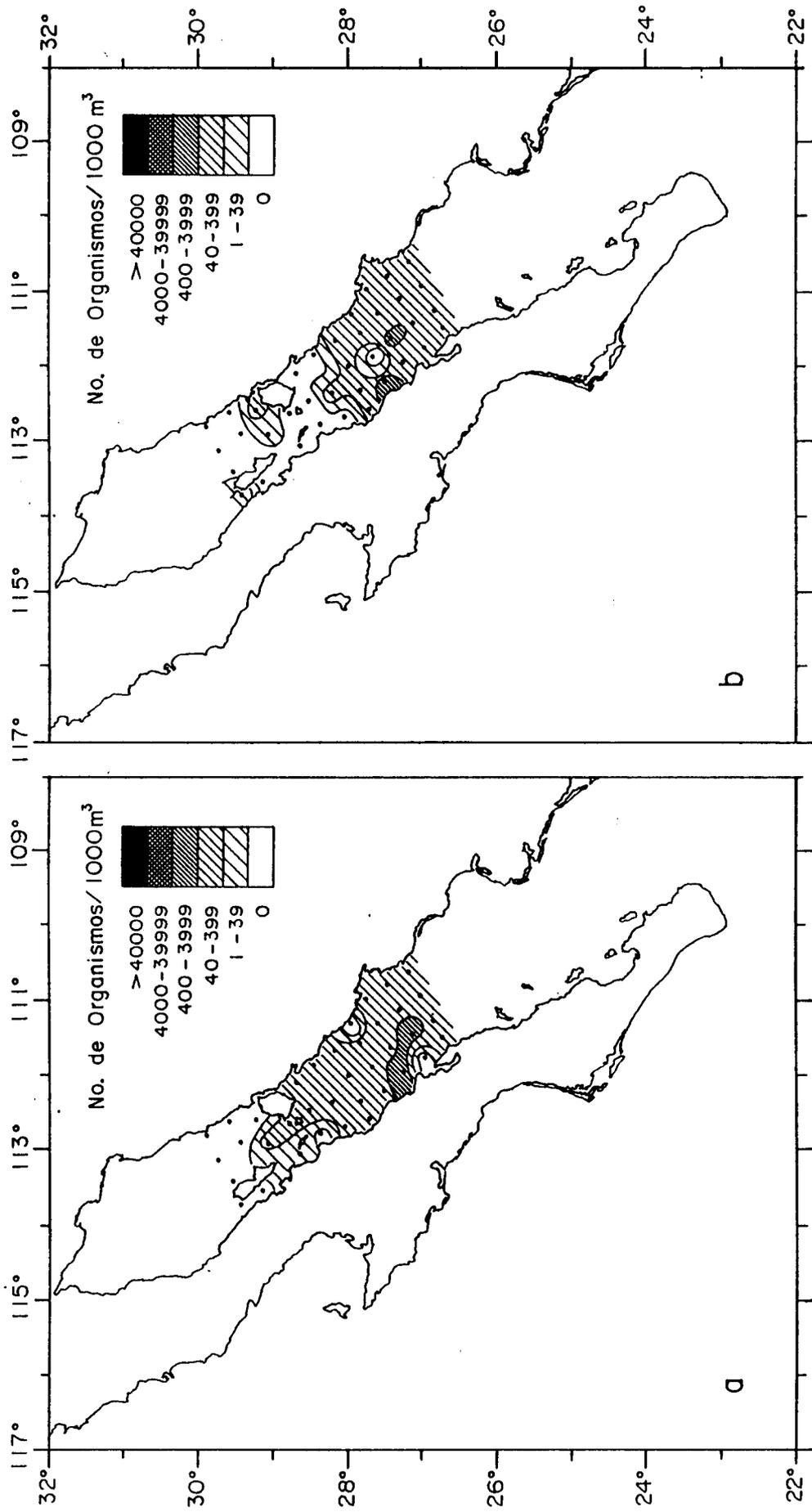


Figura 23 Distribución y abundancia de a) *Sagitta bierii* y b) *Sagitta decipiens* en el Golfo de California. Septiembre de 1987.

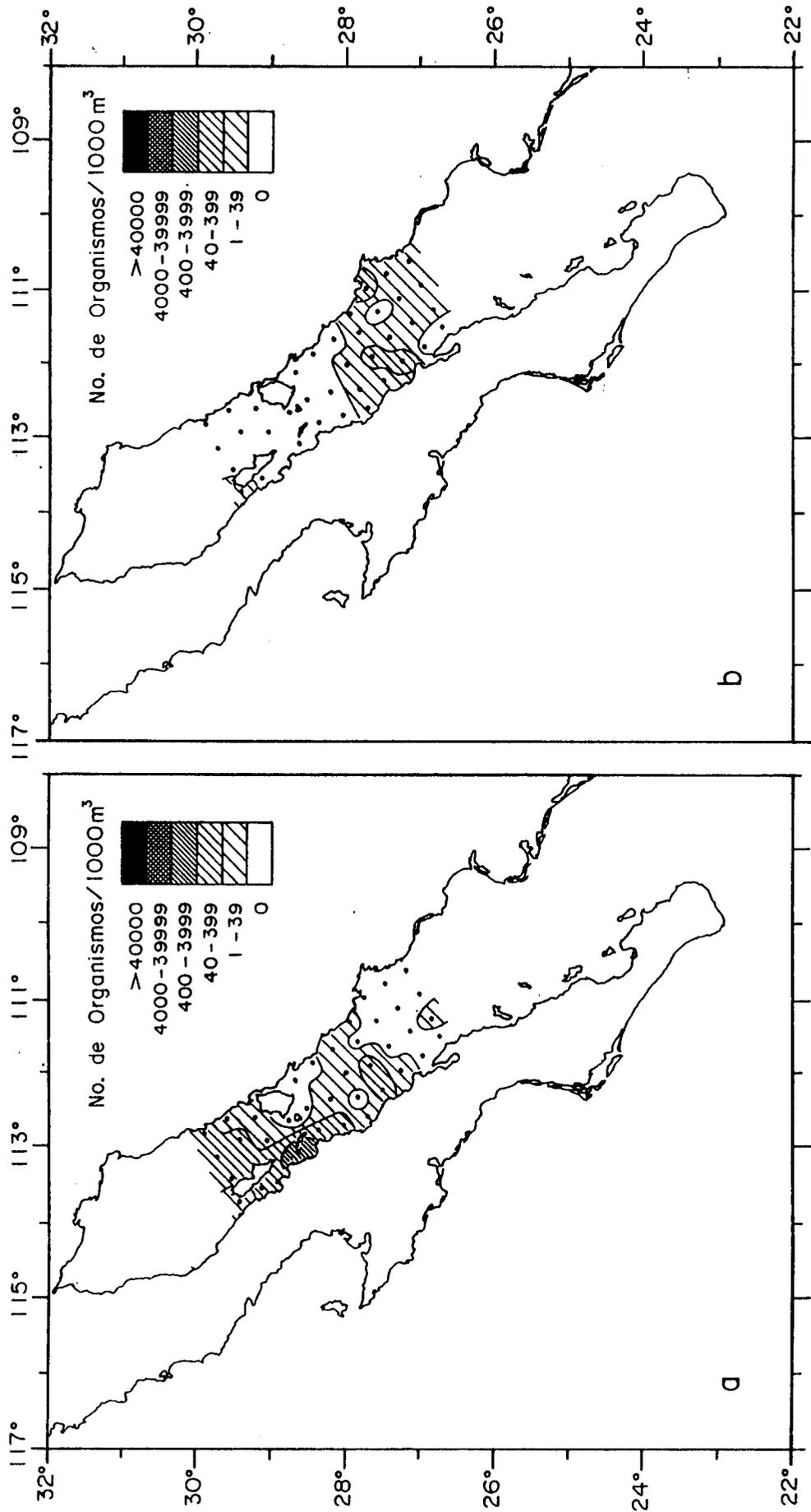


Figura 24 Distribución y abundancia de a) *Krohnitta pacifica* y b) *Sagitta neglecta* en el Golfo de California. Septiembre de 1987.

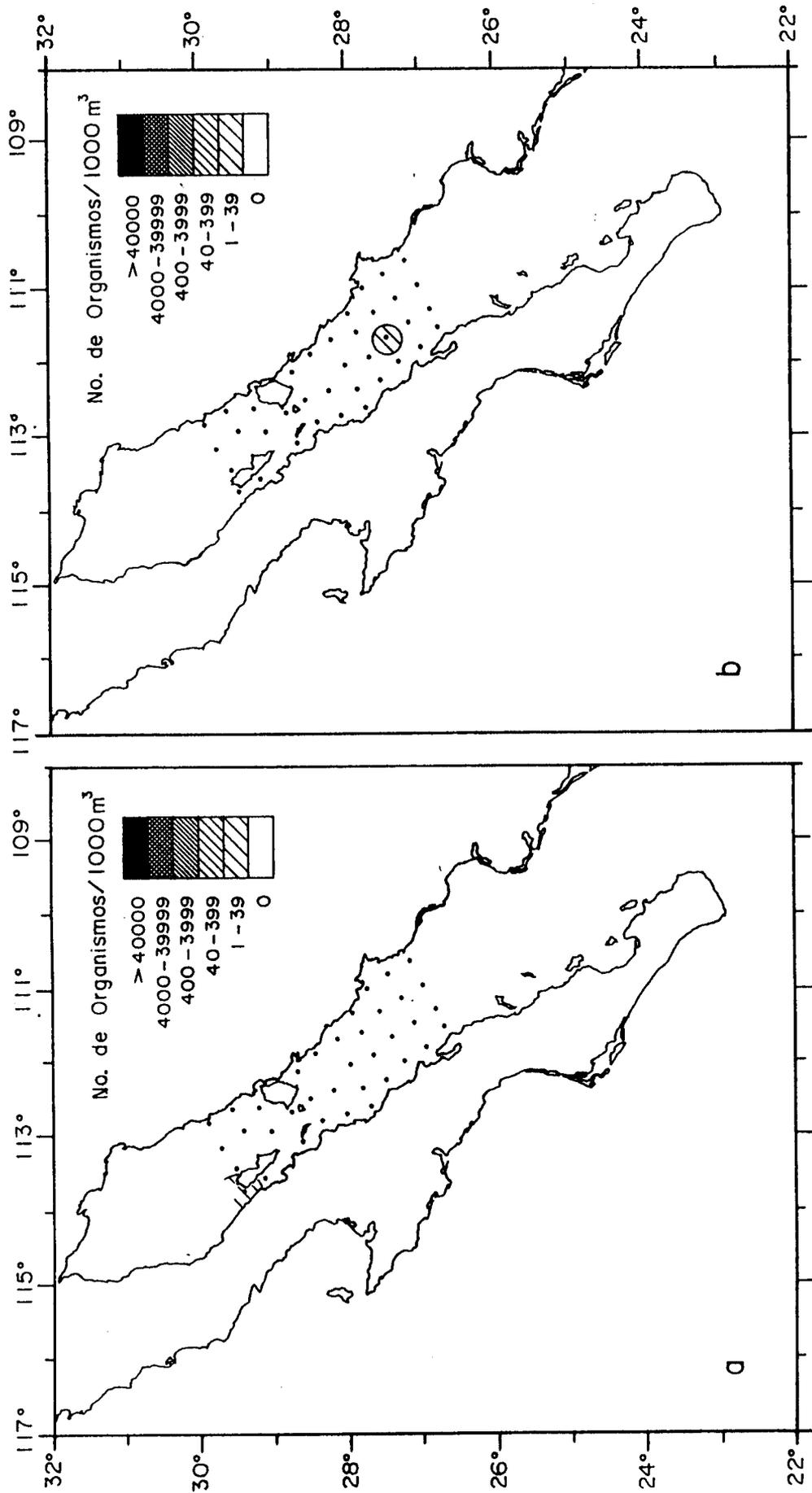


Figura 25 Distribución y abundancia de a) *Sagitta pseudoserratodentata* y b) *Sagitta pacifica* en el Golfo de California. Septiembre de 1987.

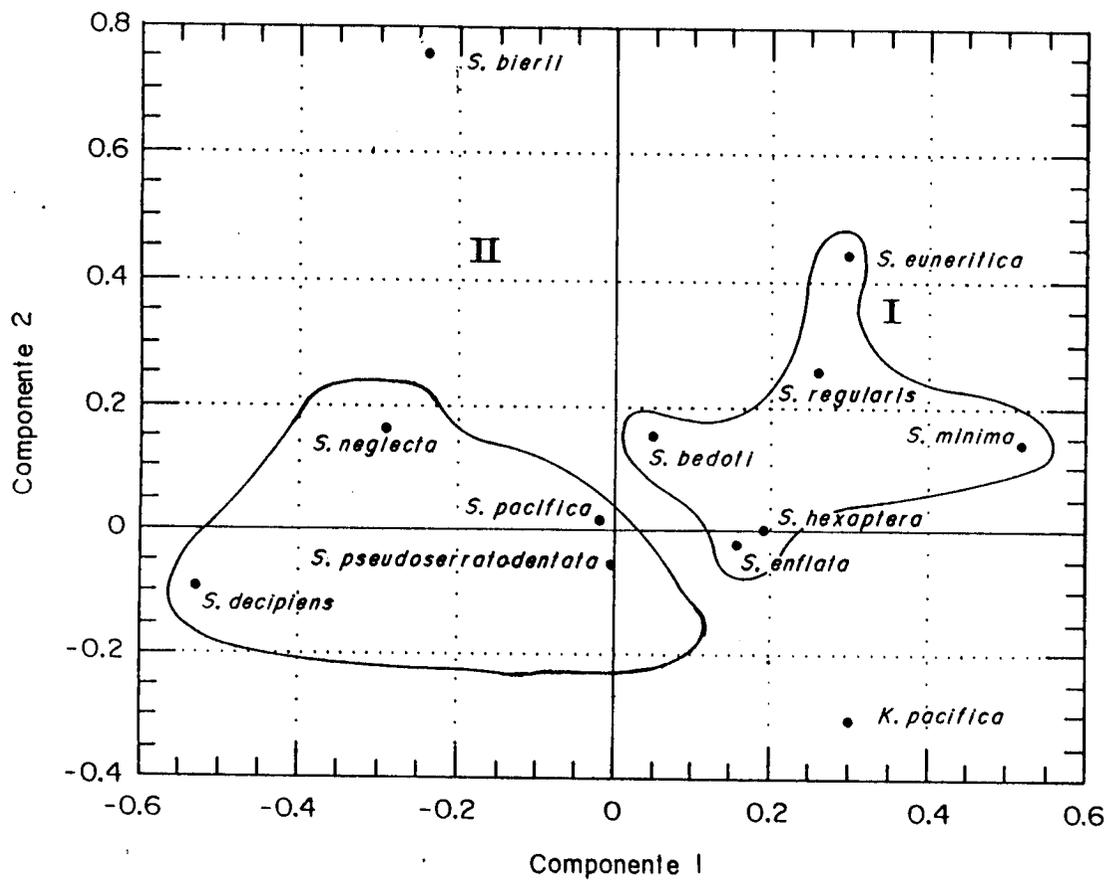


Figura 26 Agrupación de las especies en el ACP. Septiembre de 1987.

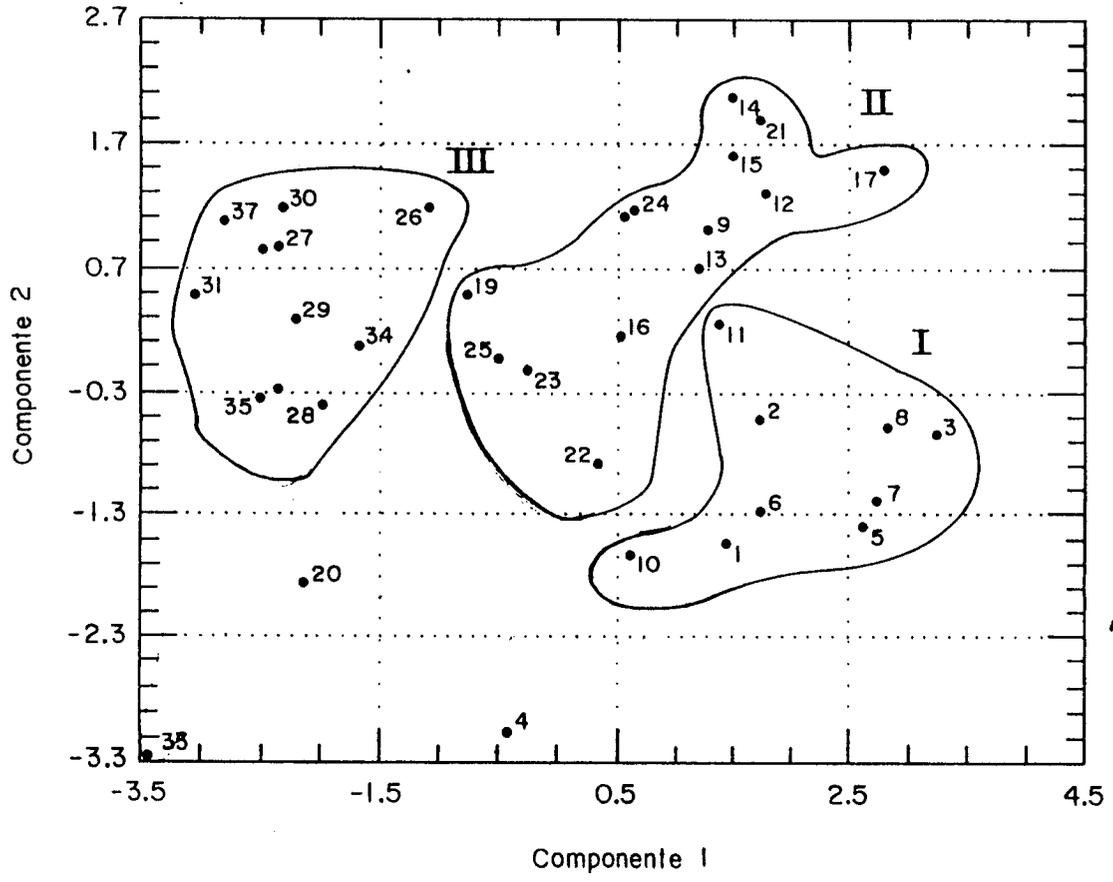


Figura 27 Agrupación de las estaciones en el ACP. Septiembre de 1987.

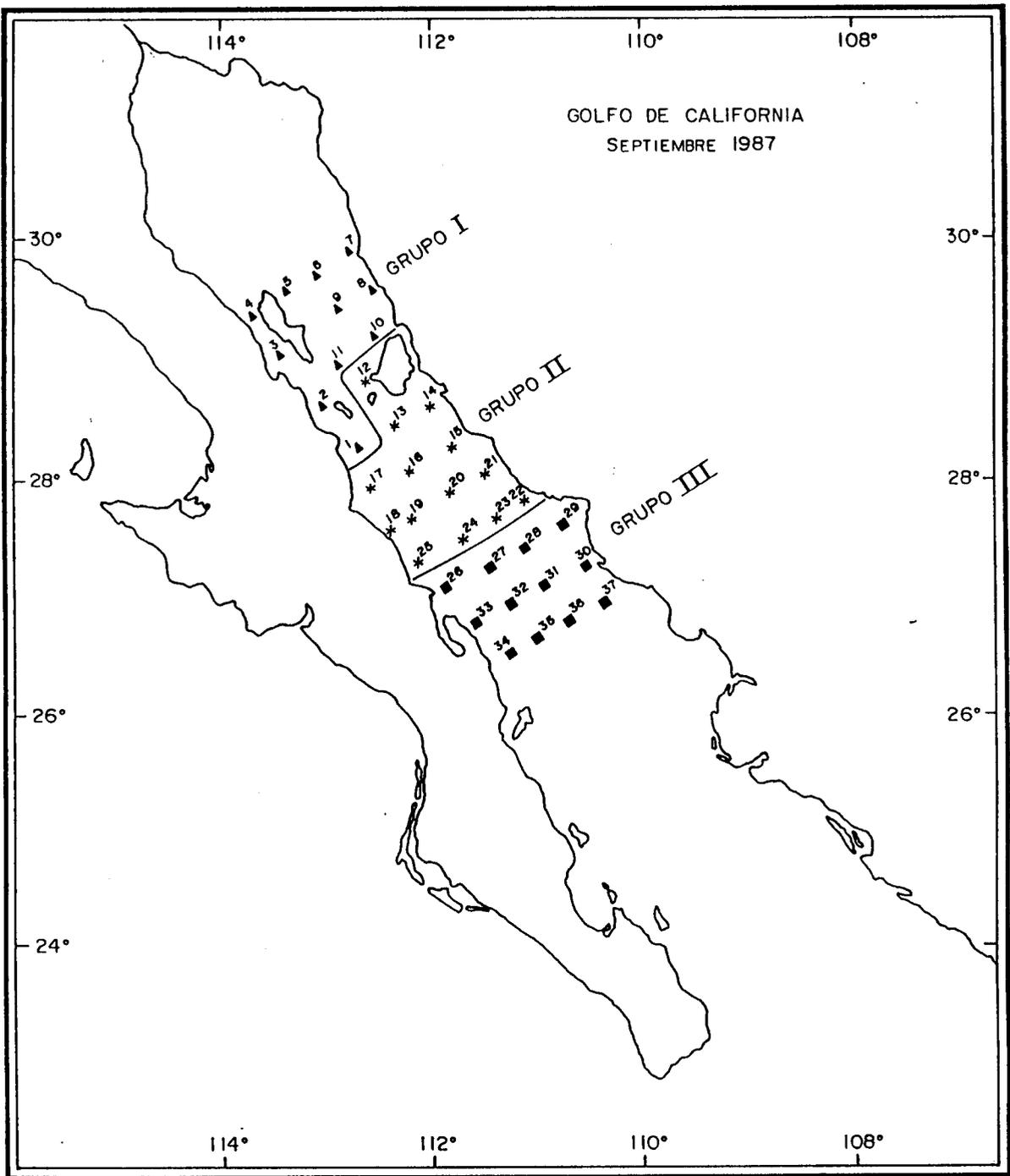


Figura 28 Agrupación de las estaciones en el área de muestreo según el ACP. Septiembre de 1987.

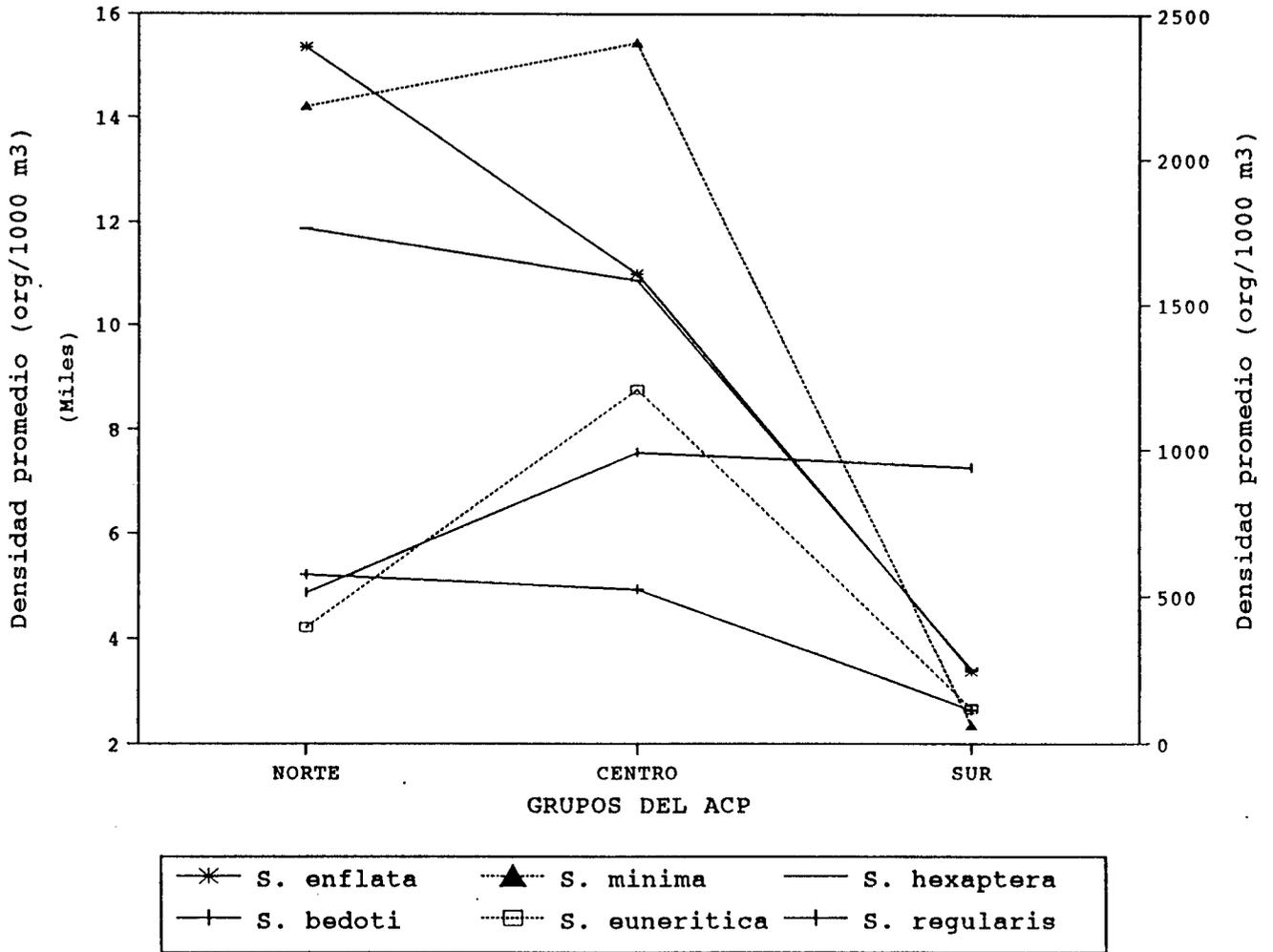


Figura 29 Densidad promedio de las 6 especies más abundantes en los diferentes sitios definidos por el ACP. Septiembre de 1987.

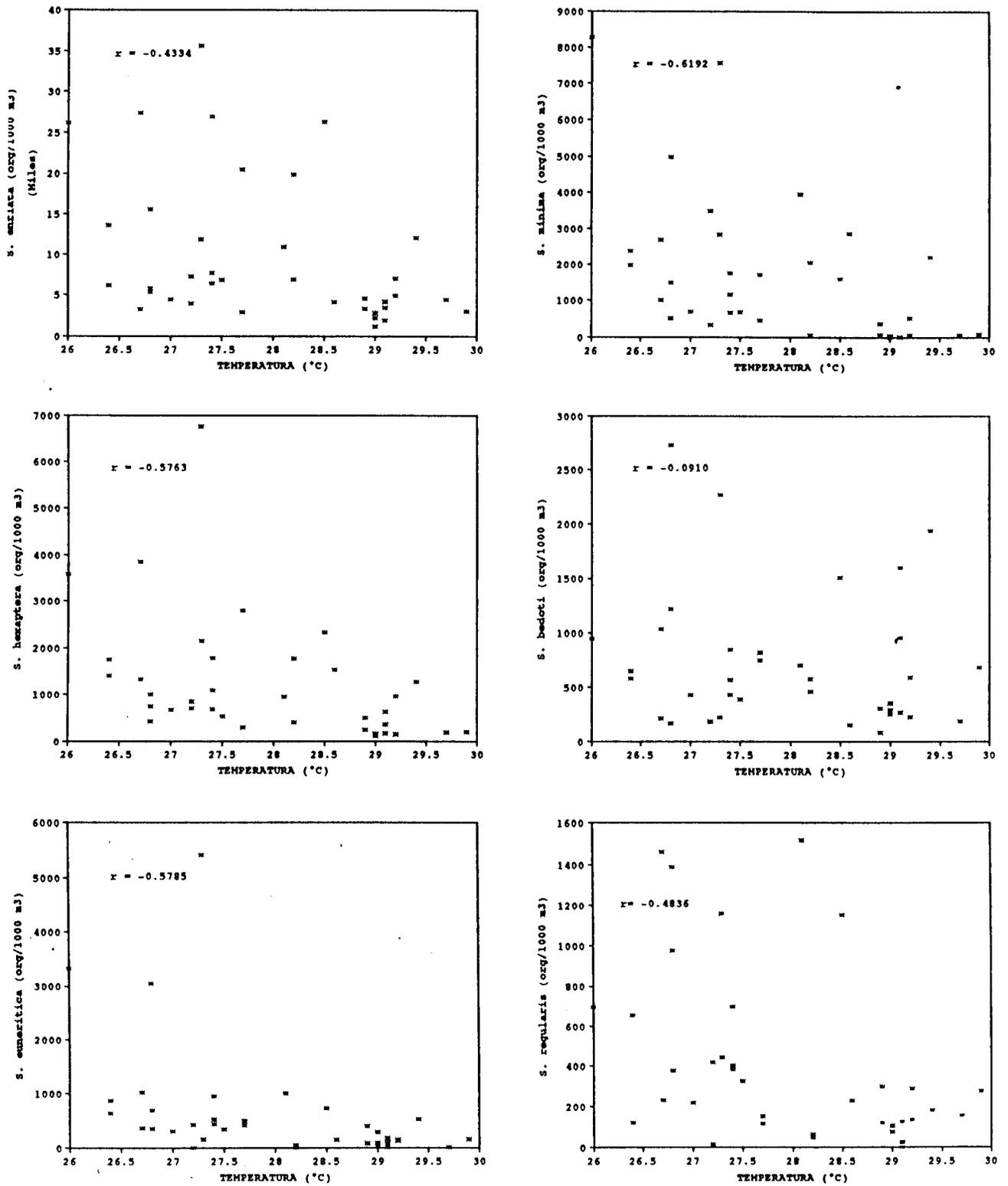


Figura 30 Relación entre la abundancia de cada especie y la temperatura a 25 m de profundidad en cada estación. Septiembre de 1987.

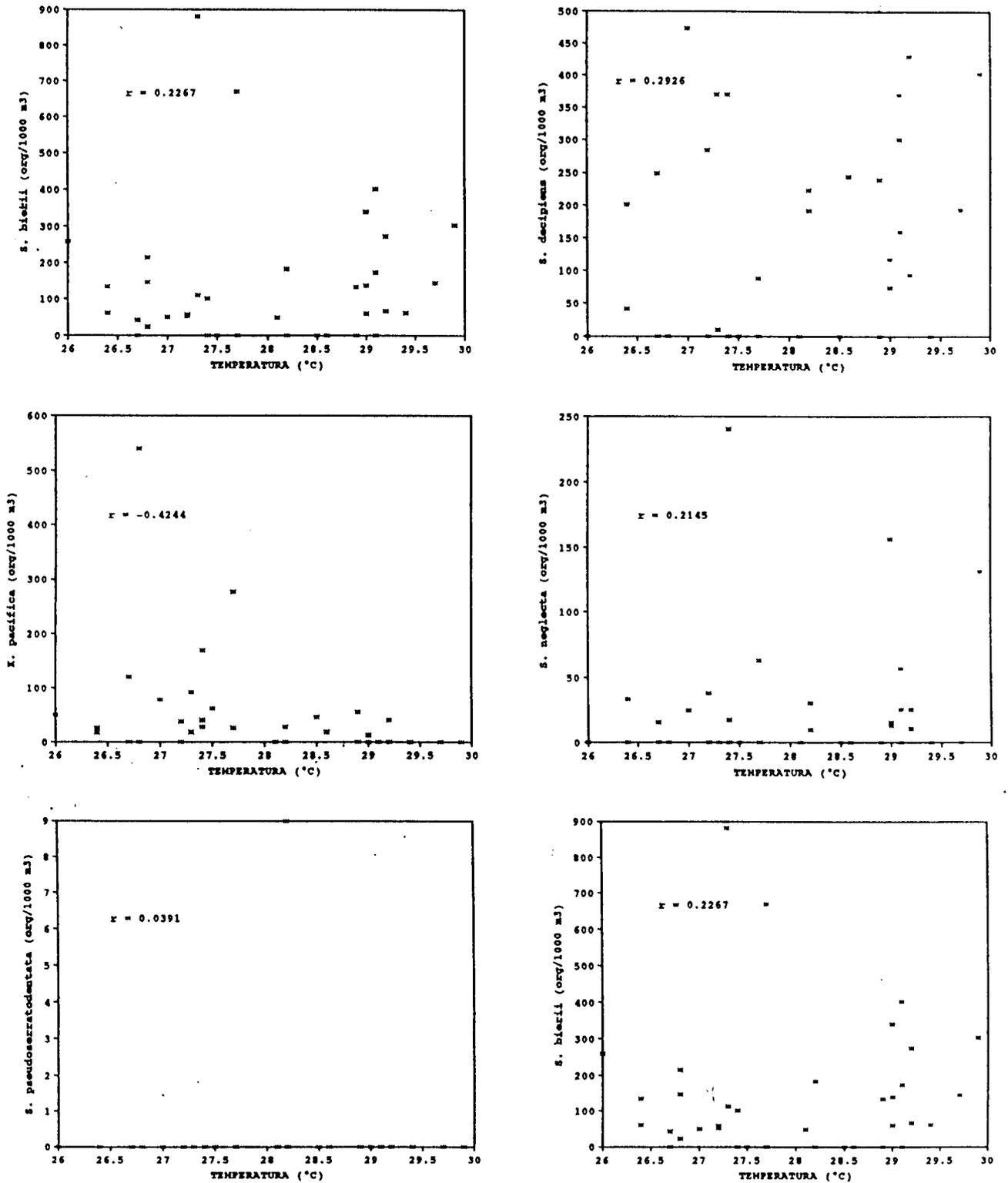


Figura 30 Continuación.

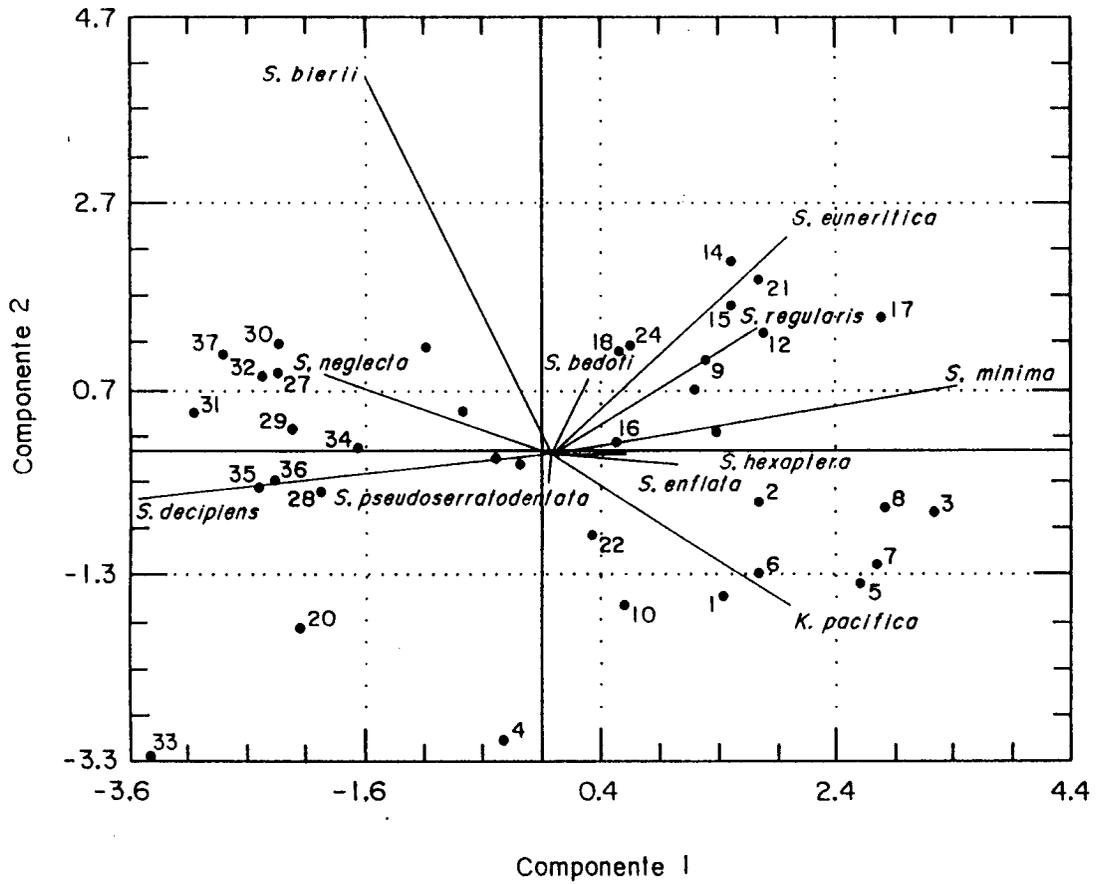


Figura 31 Agrupación de estaciones y especies de quetognatos en el Golfo de California. Septiembre de 1987.

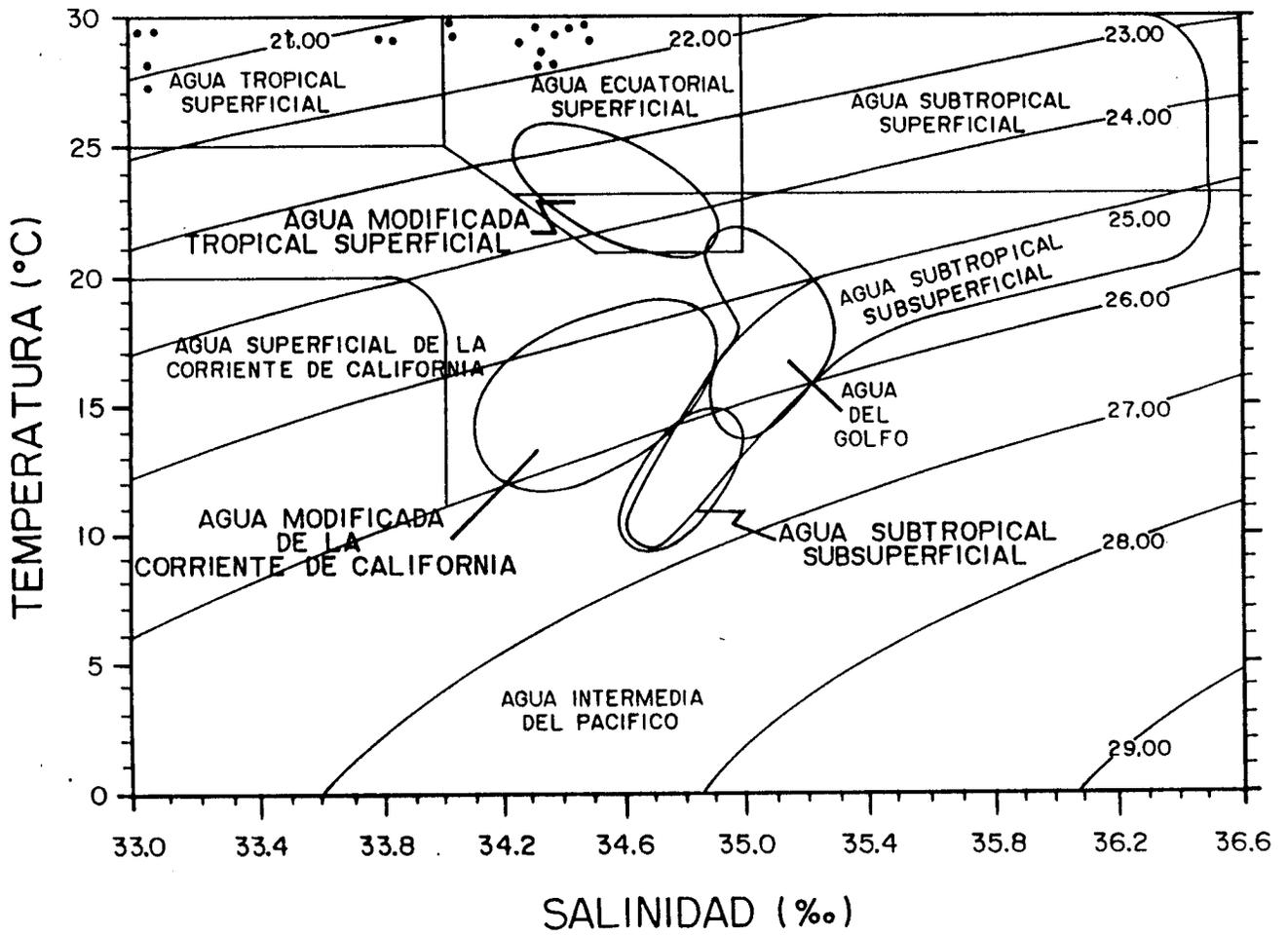


Figura 32 Masas de agua en el Golfo de California. Tomado de Baumgartner et al. (*en prensa*).

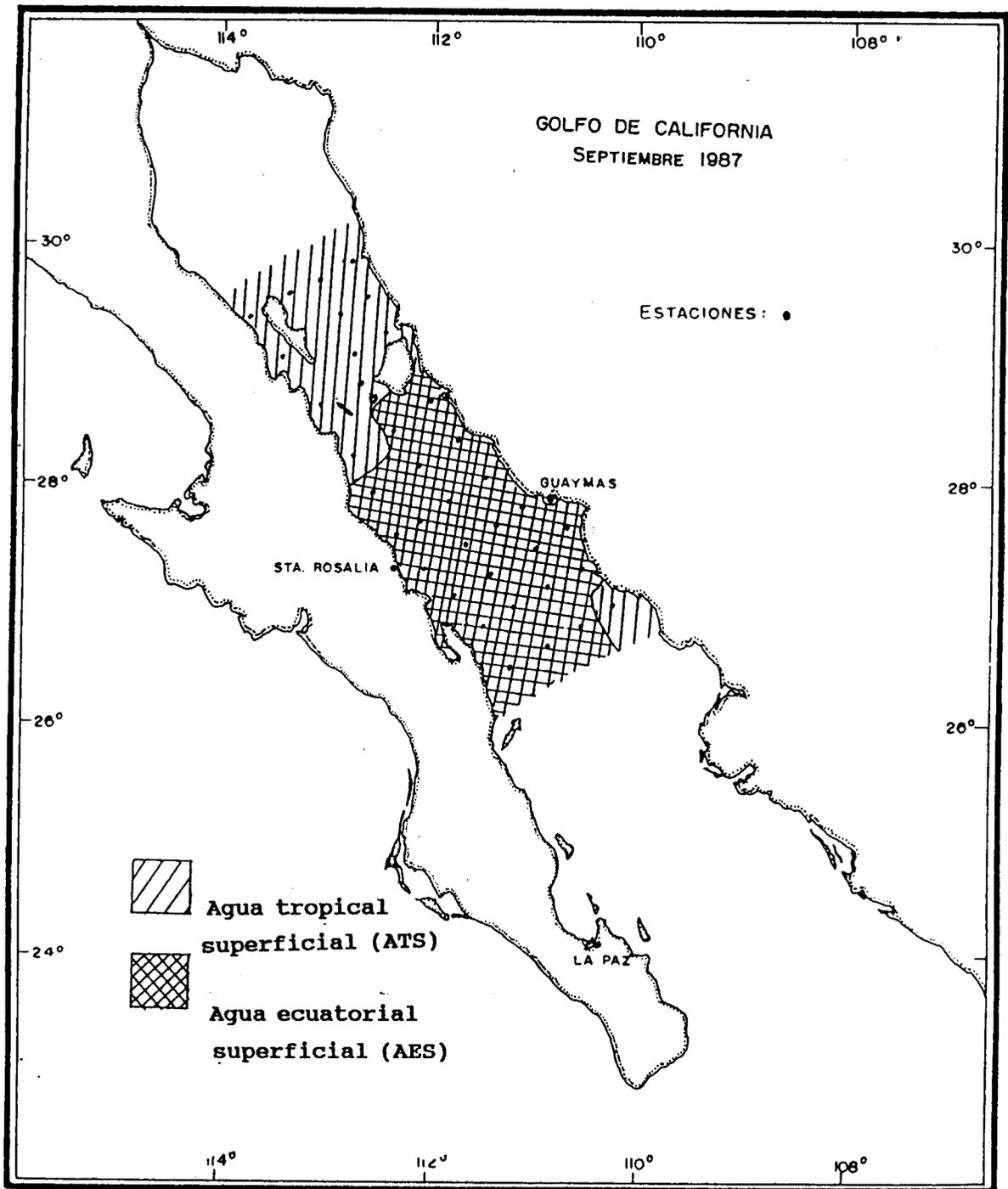
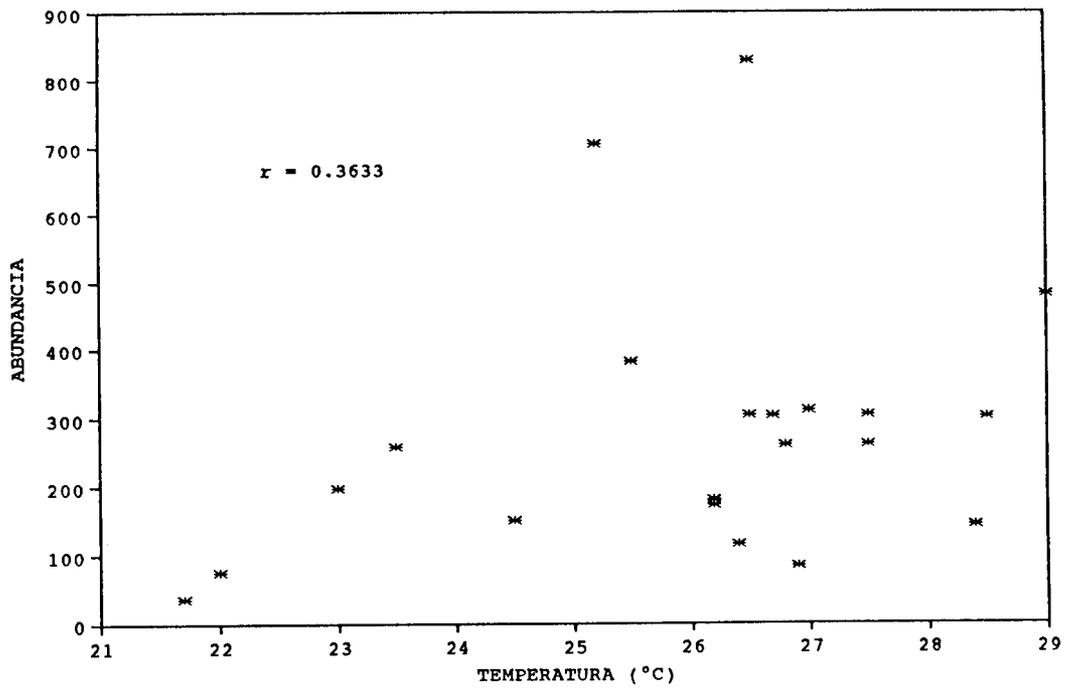
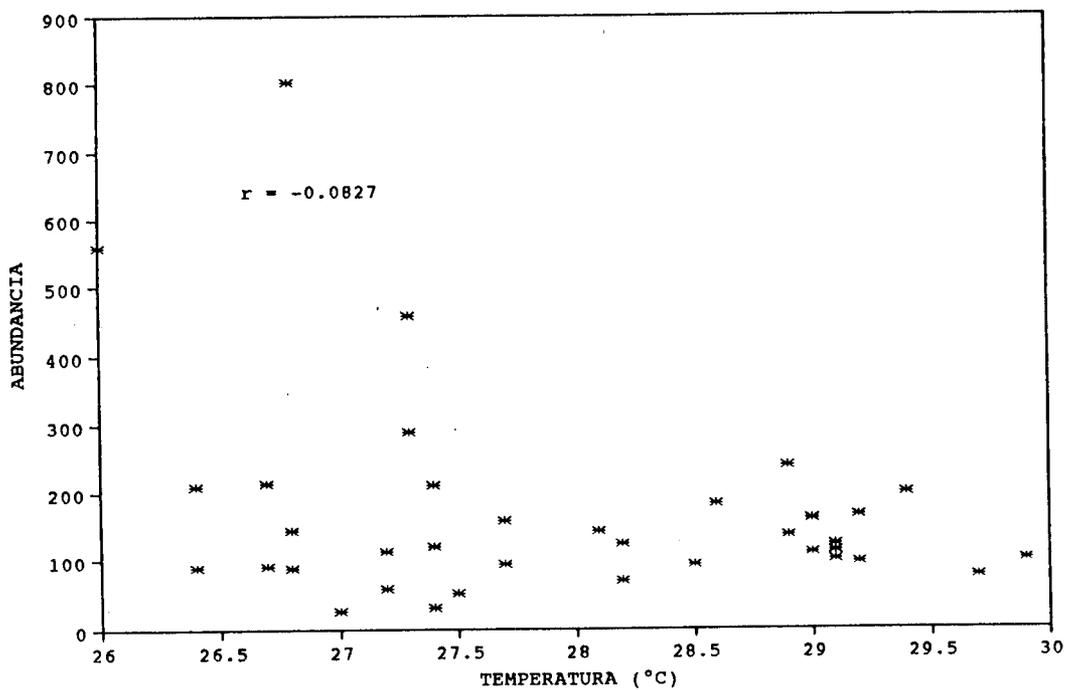


Figura 33 Tipos de agua en el Golfo de California durante septiembre de 1987, determinados según el criterio de Baumgartner et al. (*en prensa*).



a



b

Figura 34 Relación entre las concentraciones de biomasa zoopláncica (ml/l) y la temperatura (°C) de cada estación **a)** junio de 1986; **b)** septiembre de 1987.

ANEXO

Tabla A1 Localización de las estaciones muestreadas en junio de 1986 (GOLCA-8606). Temperatura (°C), oxígeno disuelto (ml/l) a 10 m de profundidad y biomasa zoopláncica (ml/1000m³).

ESTACION	LATITUD	LONGITUD	PROFUNDIDAD	TEMPERATURA	OXIG. DISUELTO	BIOMASA
1	29°22'00"	113°21'00"	43.61	26.2	4.15	180.30
2	29°30'00"	113°05'00"	66.83	26.7	3.46	302.70
3	29°40'05"	112°45'00"	46.22	26.5	3.77	305.30
4	29°16'00"	112°29'05"	24.96	25.2	3.93	704.20
5	29°06'00"	112°49'00"	104.50	26.9	4.11	084.30
6	28°57'00"	113°05'00"	55.23	21.7	3.97	036.60
7	28°26'05"	112°49'00"	174.66	24.5	4.93	150.80
8	28°38'00"	112°28'05"	142.65	22.0	3.98	074.10
9	28°24'00"	111°52'00"	17.67	29.0	3.18	481.10
10	28°13'00"	111°14'00"	152.15	28.4	1.05	144.10
11	25°03'00"	112°32'00"	123.98	26.2	3.52	173.40
12	27°38'05"	111°25'00"	178.67	25.5	4.12	382.20
13	27°49'00"	111°55'00"	116.39	26.5	4.34	828.80
14	27°59'00"	111°36'00"	106.40	26.4	5.04	115.30
15	27°45'00"	110°53'00"	24.34	28.5	4.02	302.00
16	27°33'00"	111°15'00"	181.65	27.0	4.79	311.10
17	27°23'00"	111°34'06"	156.47	23.5	5.44	259.00
18	27°00'00"	110°50'00"	186.59	23.0	2.98	198.10
19	26°49'00"	111°36'00"	145.39	26.8	9.24	259.70
20	26°58'00"	111°19'00"	150.14	27.5	4.09	262.00
21	27°17'00"	111°43'00"	18.79	27.5	3.74	304.4

TABLA A2 Habitat y afinidad biogeográfica de los quetognatos identificados en el Golfo de California en junio de 1986 y septiembre de 1987.

ESPECIE	HABITAT	AFINIDAD		FUENTE
		BIOGEOGRAFICA	BIOGEOGRAFICA	
<i>Sagitta enflata</i> *	EPIPELAGICA	COSMOPOLITA		Huntsman, 1919; Michael, 1919; Alvarino, 1964a; Furnestín, 1962b; Owre, 1960
<i>Sagitta euneritica</i> *	EPIPELAGICA	TRANSICIONAL-TROPICAL		Michael, 1911, 1913a; Alvarino 1964a
<i>Sagitta minima</i> *	EPIPELAGICA	TROPICAL-SUBTROPICAL		Michael, 1919; Alvarino 1964; Furuhashi, 1961a; Owre, 1960
<i>Sagitta hexaptera</i> *	EPIPELAGICA	TROPICAL-SUBTROPICAL		Alvarino, 1957b; Furnestín, 1962b; Baldasseroni, 1913, 1914; Moore, 1949; Michael 1911, 1919
<i>Sagitta bedoti</i> *	EPIPELAGICA	TROPICAL		Alvarino 1964a; Michael 1919; Furuhashi, 1953
<i>Sagitta bierii</i> *	EPIPELAGICA	TROPICAL		Alvarino, 1964a; Sound, 1961b
<i>Sagitta decipiens</i> *	MESOPELAGICA	TROPICAL-SUBTROPICAL		Furnestín, 1962a; Hamon, 1950; Hurs, 1965; Owre, 1964; Alvarino, 1964a; Furuhashi 1961a
<i>Sagitta pacifica</i> *	EPIPELAGICA	TROPICAL		Alvarino, 1964a; Furuhashi, 1961a, 1953
<i>Sagitta regularis</i> *	EPIPELAGICA	TROPICAL		Yamazi, 1953; Furuhashi, 1953; Alvarino 1964a Sound 1961b
<i>Krohnitta pacifica</i> *	EPIPELAGICA	TROPICAL		Owre, 1960; Furnestín, 1964b; Alvarino 1964a Sound, 1961b
<i>Sagitta pseudoseriatodentata</i> *	EPIPELAGICA	TROPICAL		Legare and Zoppi, 1961; Owre, 1960; Alvarino 1964a; Sound 1961b
<i>Sagitta neglecta</i> **	EPIPELAGICA	TROPICAL-SUBTROPICAL		Furuhashi, 1953; Michael, 1919; Alvarino 1964a

* Junio de 1986 y septiembre de 1987

** Septiembre de 1987

TABLA A3 Densidad de quetognatos por especie en cada estación analizada. (individuos en 1000m³). Junio de 1986.

ESPECIES	ESTACIONES										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
S.enflata	6209	14834	19891	11321	1302	574	603	4370	6548	17432	
S.euneritica	12160	19868	24514	19067	796	510	1024	734	31884	800	
S.minima	7033	2195	2065	596	0	0	0	2660	0	2737	
S.hexaptera	4560	1249	5467	758	134	5519	49	364	641	192	
S.bedoti	2627	1476	3228	379	96	0	0	414	0	2433	
S.bierii	696	1022	2995	379	50	373	0	290	615	400	
S.decipiens	0	0	0	0	0	0	0	920	0	336	
S.pacifica	155	0	0	0	31	18	84	0	134	0	
S.regularis	0	38	87	54	27	0	0	0	53	80	
S.pseudoserratodentata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
K.pacifica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<hr/>											
II	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
S.enflata	2675	1018	11998	16898	32163	12620	3448	1211	7784	11558	41930
S.euneritica	428	45	902	1115	30	389	728	389	715	2445	1888
S.minima	2401	0	902	3863	91	155	1667	1615	1235	926	0
S.hexaptera	100	0	530	640	1027	506	162	90	437	987	2862
S.bedoti	414	0	796	909	0	681	1149	852	1024	1245	0
S.bierii	193	0	212	247	91	292	97	374	275	456	305
S.decipiens	0	0	159	764	0	1361	1165	2213	452	942	0
S.pacifica	0	0	0	0	1238	58	0	0	23	182	152
S.regularis	0	0	0	0	272	0	0	0	136	334	152
S.pseudoserratodentata	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K.pacifica	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0

TABLA A4 Valores de riqueza específica y diversidad de los índices de Shannon-Wiener (H'), Simpson, Redundancia y Equitatividad (J-Pielou). Junio de 1986.

ESTACION	RIQUEZA	H'	SIMPSON	REDUNDANCIA	J-PIELOU
1	7	2.2873	0.7638	0.1854	0.815
2	7	1.7337	0.6227	0.3828	0.618
3	7	2.0115	0.6905	0.2837	0.716
4	7	1.3788	0.5349	0.5094	0.491
5	7	1.6916	0.6023	0.4019	0.603
6	5	1.0888	0.3624	0.5329	0.469
7	4	1.3374	0.5411	0.3348	0.669
8	7	2.1538	0.7061	0.2336	0.767
8	6	0.9149	0.3332	0.6466	0.354
10	8	1.4584	0.4659	0.5147	0.486
11	6	1.8314	0.6547	0.2928	0.708
12	3	0.5095	0.1612	0.6875	0.321
13	7	1.3025	0.3899	0.5372	0.464
14	7	1.5295	0.4926	0.4558	0.545
15	7	0.5376	0.1491	0.8093	0.192
16	8	1.2546	0.3717	0.5831	0.418
17	7	2.2666	0.7471	0.1933	0.807
18	7	1.9034	0.6278	0.3229	0.853
19	10	1.8688	0.562	0.4389	0.562
20	9	2.0178	0.6039	0.3642	0.636
21	6	0.6844	0.2085	0.7356	0.265

Tabla A5 Localización de las estaciones muestreadas en septiembre de 1987 (GOLCA-8709). Temperatura (°C), oxígeno disuelto (ml/l) a 25 m de profundidad y biomasa zoopláctica (ml/1000m³).

ESTACION	LATITUD	LONGITUD	PROFUNDIDAD	TEMPERATURA	SALINIDAD	OXIG. DISUELTO	BIOMASA
1	28°22'34"	112°45'00"	127.05	28.9	34.331	4.231	240.7
2	28°38'77"	113°02'84"	210.27	26.8	34.368	4.377	088.1
3	29°09'04"	113°32'00"	212.58	26.7	34.375	4.085	214.5
4	29°26'46"	113°42'58"	209.04	28.2	34.118	4.344	069.7
5	29°32'27"	113°25'03"	101.37	27.7	34.363	4.417	159.3
6	29°46'05"	113°08'50"	105.53	27.5	34.264	4.137	051.1
7	29°53'95"	112°48'12"	55.79	27.4	34.171	4.231	211.3
8	29°26'03"	112°53'90"	74.12	28.5	34.025	4.031	093.1
9	29°35'56"	112°36'90"	59.16	29.4	34.429	4.324	200.1
10	29°04'33"	112°54'22"	210.91	28.6	33.766	4.258	183.1
11	29°14'26"	112°35'45"	104.37	27.6	33.880	4.377	458.4
12	28°47'26"	112°38'26"	147.44	28.1	33.928	3.991	143.2
13	28°32'14"	112°27'65"	118.22	27.2	33.780	3.872	056.9
14	28°42'00"	112°06'20"	13.48	26.8	33.805	4.061	801.7
15	28°22'80"	112°01'70"	29.72	26.8	33.831	4.250	145.9
16	28°12'42"	112°21'15"	205.83	26.4	33.065	3.765	090.1
17	28°02'32"	112°40'58"	69.51	26.0	33.774	3.739	558.1
18	27°42'50"	112°34'50"	185.68	26.4	33.878	3.486	209.5
19	27°42'00"	112°34'00"	215.014	26.7	33.717	4.058	090.9
20	28°00'01"	112°00'40"	211.61	27.2	33.545	3.965	113.3
21	28°10'10"	111°39'72"	49.16	27.3	33.913	4.018	289.6
22	27°57'60"	111°17'70"	215.89	27.4	33.706	1.251	119.9
23	27°50'20"	111°34'00"	202.69	29.2	33.819	4.258	167.3
24	27°39'70"	111°52'93"	141.97	27.4	33.742	3.659	030.3
25	27°30'59"	112°12'69"	209.60	27.0	33.920	3.885	025.0
26	27°15'40"	111°56'90"	206.25	27.7	33.940	4.284	094.8
27	27°25'41"	111°17'80"	215.58	29.2	33.618	4.031	097.4
28	27°35'64"	111°17'80"	210.91	29.7	33.622	4.564	076.4
29	27°45'32"	110°58'38"	213.38	28.2	33.868	4.085	125.5
30	27°27'90"	110°41'30"	213.76	29.4	33.897	4.151	100.4
31	27°17'96"	110°06'77"	210.55	29.1	33.635	4.031	114.6
32	27°07'66"	111°26'10"	211.84	29.1	33.700	3.739	100.2
33	26°57'90"	111°45'70"	219.77	29.1	33.864	4.231	123.3
34	29°43'72"	111°29'41"	210.99	28.9	33.584	4.311	137.7
35	26°50'72"	111°15'34"	210.93	29.0	33.670	3.991	111.3
36	27°00'50"	110°55'80"	213.39	29.0	34.042	3.858	160.6
37	27°10'44"	110°36'50"	207.92	29.0	34.201	3.286	162.7

TABLA A7 Valores de riqueza específica y diversidad de los índices de Shannon-Wiener (H'), Simpson, Redundancia y Equitatividad (J-Pielou). Septiembre de 1987.

ESTACION	RIQUEZA	H'	SIMPSON	REDUNDANCIA	J-PIELOU
1	7	1.4742	0.4552	0.4772	0.525
2	8	1.7660	0.5430	0.4130	0.589
3	7	1.4346	0.4499	0.4895	0.511
4	9	1.0246	0.3281	0.6779	0.323
5	7	1.2461	0.3923	0.5569	0.444
6	7	1.4259	0.4318	0.4938	0.508
7	7	0.9988	0.2927	0.6449	0.356
8	7	1.2534	0.3788	0.5541	0.447
8	7	1.6176	0.5323	0.4245	0.576
10	8	1.9416	0.6792	0.3541	0.647
11	9	1.6128	0.6002	0.4921	0.509
12	7	1.8548	0.6163	0.3399	0.661
13	7	1.6805	0.5889	0.4024	0.599
14	7	2.2912	0.7674	0.1842	0.816
15	7	1.5059	0.4596	0.4643	0.537
16	9	1.4297	0.4452	0.5502	0.451
17	8	1.7494	0.5852	0.4172	0.583
18	10	2.1905	0.6993	0.3417	0.659
19	9	2.1787	0.6975	0.3144	0.687
20	9	1.5368	0.4797	0.5185	0.485
21	9	1.7920	0.5574	0.4350	0.565
22	9	1.9507	0.6010	0.3860	0.615
23	10	1.4653	0.4455	0.5612	0.441
24	9	1.8146	0.5420	0.4290	0.573
25	10	2.0534	0.6109	0.3839	0.618
26	10	2.3416	0.7077	0.2971	0.705
27	10	1.4590	0.4175	0.5642	0.439
28	8	1.0990	0.3092	0.6376	0.366
29	9	1.1127	0.3227	0.6518	0.351
30	9	2.2056	0.6601	0.3062	0.676
31	8	1.6338	0.5337	0.4577	0.544
32	9	2.2923	0.7350	0.2790	0.723
33	5	0.9917	0.3294	0.5761	0.427
34	8	1.5250	0.4470	0.4952	0.508
35	9	1.3482	0.3921	0.5801	0.426
36	9	1.3557	0.3936	0.5790	0.428
37	9	2.5272	0.7602	0.2053	0.797

TABLA A8 Varianza de los Componentes Principales. Golfo de California . Junio de 1986.

COMPONENTES	VARIANCIA (%)	PORCENTAJE ACUMULATIVO
1	49.54890	45.54890
2	20.93121	70.48011
3	12.79188	83.27198
4	5.83719	89.10918
5	4.43625	93.54543
6	3.05514	96.60056
7	1.45643	98.05699
8	0.85752	98.91451
9	0.65180	99.56632
10	0.35255	99.91886
11	0.08114	100

TABLA A9 Varianza de los Componentes Principales. Golfo de California. Septiembre de 1987.

COMPONENTE	VARIANCIA (%)	PORCENTAJE ACUMULATIVO
1	47.0944	47.0944
2	19.1970	66.9914
3	11.8122	78.1036
4	7.8848	85.9884
5	4.7688	90.7568
6	4.0307	94.7874
7	2.5534	97.3408
8	1.3810	98.7219
9	0.4826	99.2045
10	0.4556	99.6601
11	0.1902	99.8502
12	0.1498	100

TABLA A10 Grupos de estaciones formados por el ACP y su promedio de temperatura (°C) oxígeno disuelto (ml/l) y abundancias las especies dominantes. Junio de 1986.

GRUPO	°C	ml/l	S. enflata	S. euneritica	S. minima	S. hexaptera	S. bedoti	S. bierii
I	28.3	3.84	26880	11267	30	1510	0	337
II	26.8	3.88	13321	7663	2134	1482	1442	558
III	23.6	3.98	2926	570	2086	179	707	238
IV	24.6	4.43	874	593	0	1425	24	105

TABLA A11 Grupos de estaciones formados por el ACP y su promedio de temperatura (°C), salinidad (ppm), oxígeno disuelto (ml/l) y abundancias de las especies dominantes. Septiembre de 1987.

GRUPO	°C	ppm	ml/l	S. enflata	S. minima	S. hexaptera	S. bedoti	S. euneritica	S. regularis
NORTE	27.7	34.16	4.24	15351	2178	1761	515	398	575
CENTRO	27.2	33.72	3.77	10995	2399	1581	992	1209	524
SUR	28.9	33.81	4.04	3380	62	250	939	120	117