

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE  
EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA

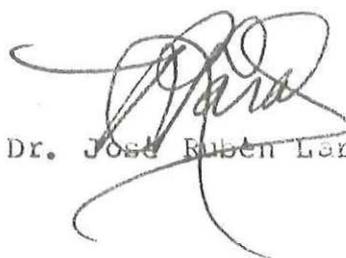
CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DEL ZOO-  
PLANCTON DEL GOLFO DE CALIFORNIA DU-  
RANTE EL FENOMENO EL NINO (1982-83)

T E S I S  
MAESTRIA EN CIENCIAS

Luis C. Jiménez Pérez

RESUMEN de la tesis que presenta el Oc. Luis Clemente Jiménez Pérez, para cubrir parcialmente los requisitos para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Ecología Marina.

Resumen aprobado por:



Dr. José Rubén Lara Lara

CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DEL ZOOPLANCTON DEL GOLFO DE CALIFORNIA DURANTE EL FENOMENO EL NIÑO (1982-1983).

El desarrollo de condiciones climáticas anómalas en la región tropical oriental del Océano Pacífico desde mayo de 1982, indicaron el comienzo de un fuerte episodio del fenómeno "El Niño".

Para caracterizar los efectos de este fenómeno en la biomasa y estructura de la comunidad del zooplancton del Golfo de California, durante marzo de 1983, se hicieron 22 arrastres oblicuos utilizando un muestreador bongo simple.

Los valores de biomasa total del zooplancton fueron relativamente altos, (promediando 385 ml.1000 m<sup>3</sup>), particularmente en la región central-oriental, en comparación con los valores reportados para la Corriente de California y las costas de sudamérica. Se encontró una correlación negativa entre los valores de la biomasa del zooplancton y la temperatura superficial del agua, así como una correlación positiva significativa entre los valores de biomasa de zooplancton y la salinidad del agua superficial.

A nivel de grandes grupos taxonómicos, se encontró que la estructura general del complejo faunístico fue similar en toda la zona muestreada, con una clara dominancia de los grupos taxonómicos de copépodos y cladoceros. Entre los copépodos se registró una mayor abundancia de copépodos ciclopoideos del género *Oithona*, mientras que entre los cladoceros se detectó una dominancia casi total de la especie *Penilia avirostris*.

En términos de abundancia numérica total, las poblaciones de copépodos calanoides de mayor importancia en el ecosistema fueron: *Pleuromma gracilis*, *Eucalanus subtenuis*, *Eucalanus pileatus*, *Acartia tonsa* y *Clausocalanus arcuicornis*, pero en la región central oriental del Golfo, las poblaciones de

*Calanus pacificus* y *Rhincalanus nasutus* también presentaron valores de abundancia altos.

Estimaciones de diferentes parámetros estructurales, dentro de la fauna copépoda calanoide, indicaron que la estructura del complejo faunístico fue similar en todas las estaciones muestreadas. Sin embargo, los resultados del análisis de grupos (técnica de agrupación por pares promediados) mostraron la presencia de al menos dos grandes unidades faunísticas.

En general, se registró la presencia de 78 especies de copépodos, de las cuales 60 fueron calanoides, 16 ciclopoideas y 2 harpacticoides. En términos de abundancia numérica total se encontró que las especies de afinidad tropical alcanzaron el 69% de los copépodos calanoides, mientras que las especies de afinidad oceánica y templada solo alcanzaron valores de 17 y 14%, respectivamente. Dentro de las especies de afinidad tropical, el 78% correspondió a especies oceánicas.

Los efectos del evento de "El Niño" en la biomasa del zooplancton, al menos en la región central, parecen estar enmascarados por los procesos locales de corrientes de marea y surgencias, los cuales enriquecen

el área. Sin embargo, la estructura de la comunidad si parece haber sido afectada.

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE EDUCACION  
SUPERIOR DE ENSENADA.

DIVISION DE OCEANOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA MARINA

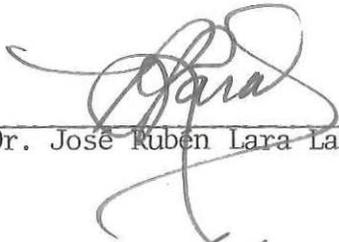
CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DEL ZOOPLANCTON DEL  
GOLFO DE CALIFORNIA DURANTE EL FENOMENO EL NIÑO  
(1982-1983).

TESIS que como requisito parcial para obtener  
el título de Maestro en Ciencias presenta:

LUIS CLEMENTE JIMENEZ PEREZ

Ensenada Baja Calif., Febrero de 1987.

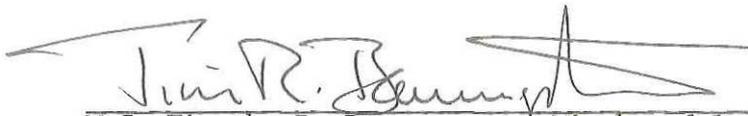
TESIS APROBADA PARA SU DEFENSA POR:



Dr. José Rubén Lara Lara, Director del Comité



M.C. Gilberto Gaxiola Castro, Miembro del Comité



M.C. Timothy R. Baumgartner, Miembro del Comité



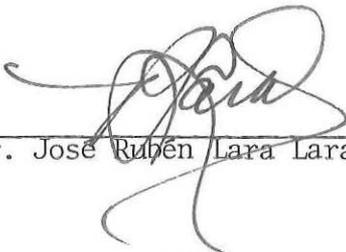
M.C. José María Robles Pacheco, Miembro del Comité



M.C. Jaime Sánchez García, Miembro del Comité



M.C. Gregory Hammann, Jefe del Departamento de Ecología Marina



Dr. José Rubén Lara Lara, Director Interino de la División de Oceanología



M.C. Cuauhtémoc Nava Button, Director Académico Interino

Tesis aprobada en Febrero 20, 1987.

DEDICATORIA

Con especial cariño a mis pequeños  
Diana, Luis y Blanquita.

Con gratitud al Oc. Mario Torres S. y  
Lic. Roberto Castro S.

Con cariño y admiración para los Doctores  
Angeles Alvarino, Rubén Lara, Mark Huntley y  
Demetrio Boltovskoy.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento al CONACYT por su apoyo financiero durante mis estudios de maestría y al proyecto "Estudio de los efectos del fenómeno El Niño en el Golfo de California", Clave PCPCEBNA-021265 dentro del cual se desarrolló esta tesis.

También al Dr. J. Rubén Lara Lara, Director de esta tesis, por su valiosa amistad y guía, por haber apoyado la realización de esta investigación, así como su presentación parcial en diferentes foros nacionales e internacionales.

Al Dr. Andy Soutar, al Oc. Joaquín García y al Téc. Carlos Flores por su valiosa colaboración en las etapas de muestreo. Al Oc. Daniel Loya por su ayuda en el procesamiento de datos, así como al Dr. E. Brinton por haber facilitado el equipo de muestreo.

A todos mis profesores de CICESE, Instituto de Oceanografía de Scripps y del Southwest Fisheries Center, a quienes siempre agradeceré sus enseñanzas.

A los miembros de mi comité de tesis, M. en C. Gilberto Gaxiola Castro, M. en C. Timothy Baumgartner, M. en C. José María Robles y M. en C. Jaime Sánchez por sus valiosas observaciones y sugerencias en la redacción del escrito final.

A María Elena Corona por su valiosa ayuda en la mecanografía del escrito final.

A los dibujantes Gabriel López y Francisco Madero de la Estación Oceanográfica de la Secretaría de Marina en Ensenada.

## CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION	1
Objetivos	7
Antecedentes	8
Area de estudio	14
II. MATERIALES Y METODOS	16
Muestreo	16
Análisis de laboratorio	19
Análisis de la estructura de la comunidad	22
III. RESULTADOS	25
Distribución espacial de temperatura y salinidad	25
Distribución de la biomasa del zooplancton mixto	30
Diferencias día-noche en la biomasa del zooplancton	37
Abundancia por grupos taxonómicos	39
Estructura puntual del complejo zooplanctónico	44
Parámetros estructurales de la fauna copepoda calanoide	61
Relaciones entre las variables	82
IV. DISCUSIONES	87
V. CONCLUSIONES	103
VI. LITERATURA CITADA	105

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Estaciones de muestreo de zooplancton en el Golfo de California durante marzo de 1983.	17
2. Distribución espacial de la temperatura superficial (°C) de las aguas del Golfo de California durante marzo de 1983.	26
3. Distribución espacial de la salinidad (S‰) superficial del Golfo de California durante marzo de 1983.	27
4. Distribuciones verticales de la salinidad (S‰) del Golfo de California durante marzo de 1983.	29
5. Biomasa (ml/1,000 m <sup>3</sup> ) del zooplancton global en el Golfo de California durante marzo de 1983.	32
6. Biomasa (mg/m <sup>3</sup> ) de zooplancton global en el Golfo de California durante marzo de 1983.	34
7. Biomasa (mg/ m <sup>3</sup> ) del zooplancton en el Golfo de California durante marzo de 1983.	36
8. Distribuciones de frecuencia de la biomasa diurna y nocturna del zooplancton global en el Golfo de California, durante marzo de 1983.	38
9. Abundancia de los principales componentes del zooplancton del Golfo de California (Estación 14).	45
10. Abundancia de los principales componentes del zooplancton del Golfo de California (Estaciones 18 y 20).	47
11. Abundancia de los principales componentes del zooplancton del Golfo de California (Estaciones 34 y 36).	50
12. Abundancia de los principales componentes del zooplancton del Golfo de California (Estación 38).	52
13. Abundancia de los principales componentes del	

Continua lista de figuras

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
zooplancton del Golfo de California (Estación 49).	54
14. Abundancia de los principales componentes del zooplancton del Golfo de California (Estación 53).	56
15. Abundancia de los principales componentes del zooplancton del Golfo de California (Estaciones 68 y 70).	58
16. Abundancia de los principales componentes del zooplancton del Golfo de California (Estación 75).	60
17. (a) Porcentajes de abundancia relativa de los copépodos totales por grupos taxonómicos y (b) afinidad biogeográfica de los copépodos calanoides.	64
18. Porcentajes de abundancia relativa de los copépodos calanoides por su tipo de hábitat.	66
19. Parámetros estructurales de la fauna copépoda calanoide del Golfo de California durante marzo de 1983.	67
20. Dendrograma de afinidad entre estaciones de la fauna copépoda calanoide del Golfo de California durante marzo de 1983.	77
21. Asociaciones faunísticas del Golfo de California durante marzo de 1983.	78

LISTA DE TABLAS

<u>Tabla</u>	<u>Página</u>
I. Localización de las estaciones de muestreo durante el crucero 8303.	18
II. Biomasa del zooplancton expresada en volumen desplazado ( $\text{ml}/1\ 000\ \text{m}^3$ ), peso húmedo ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) y peso seco ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) del Golfo de California durante marzo de 1983.	33
III. Abundancia numérica ( $\text{ind.}/\text{m}^3$ ) de los principales grupos taxonómicos del zooplancton del Golfo de California durante marzo de 1983.	40
IV. Abundancias totales de los principales grupos taxonómicos del zooplancton del Golfo de California durante marzo de 1983.	43
V. Lista general de especies de copépodos para el Golfo de California durante marzo de 1983.	62
VI. Abundancia relativa de los copépodos calanoides en las submuestras de zooplancton del Golfo de California durante marzo de 1983.	69
VII. Análisis de varianza entre el número de especies de copépodos calanoides de las regiones central y sur del Golfo de California, durante marzo de 1983.	73
VIII. Abundancias totales y relativas de las principales poblaciones de copépodos calanoides del Golfo de California durante marzo, 1983.	74
IX. Índices de valor biológico en las principales poblaciones de copépodos calanoide del Golfo de California durante marzo de 1983.	76
X. Matriz de similitud entre estaciones de	

Cont. lista de tablas

<u>Tabla</u>	<u>Página</u>
	la fauna copépoda calanoide del Golfo de California, durante marzo de 1983. 79
XI.	Principales poblaciones de copépodos calanoides en la región central del Golfo de California. 80
XII.	Principales poblaciones de copépodos calanoides en la región sur del Golfo de California. 81
XIII.	Coeficientes de correlación (r) entre los datos transformados (log) de la biomasa del zooplancton y los valores de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto del agua superficial durante marzo, 1983. 84
XIV.	Coeficientes de correlación (r) entre los datos transformados (log) de la biomasa del zooplancton y los valores de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto del agua de 100 metros de profundidad durante marzo, 1983. 85
XV.	Coeficientes de correlación (r) entre los parámetros estructurales de la fauna copépoda calanoide y las variables ambientales en aguas superficiales del Golfo de California durante marzo, 1983. 86
XVI.	Volumenes de zooplancton en el Golfo de California durante marzo de 1983, en comparación con datos históricos del Golfo y sistemas adyacentes. 90
XVII.	Biomasa del zooplancton del Golfo de California (peso húmedo) durante marzo de 1983, en comparación con datos de la zona costera de la región de la Corriente de California durante un evento de surgencia. 92
XVIII.	Abundancia del zooplancton del Golfo de California durante marzo de 1983, en

comparación con datos de otros sistemas.

94

## INTRODUCCION

El término genérico El Niño ha sido utilizado tradicionalmente para referir la presencia de aguas anormalmente cálidas fuera de las costas del Perú. Sin embargo, desde fines de la década de los 60s se reconoce que este término debería tener aplicación a un fenómeno de impacto mundial que está acoplado al fenómeno de circulación atmosférica zonal conocido como la Oscilación Austral (Berlage, 1966; Philander, 1983). La teoría central que explica la conexión entre El Niño y la Oscilación Austral fue proporcionada por Bjerknes (1969), quien al describir el mecanismo de funcionamiento de la Oscilación Austral, hipotetizó la existencia de una celda de circulación, que identificó como el eslabón básico entre este fenómeno y los eventos de El Niño.

Se ha sugerido que el evento de El Niño es un fenómeno cíclico más o menos regular que se presenta cada 5-7 años, pero la realidad es que el fenómeno no es tan predecible. Pues en las fechas de ocurrencia de estos eventos durante el presente siglo (Quinn *et al.*, 1978), se puede observar que en ocasiones el tiempo de separación entre dos eventos es de dos o tres años, mientras que en otras tarda más de una década en volver a presentarse. La persistencia del evento también ha sido muy

variable.

El desarrollo de condiciones climáticas anómalas en el Pacífico tropical oriental durante 1982, indicó la presencia de un evento de El Niño, que fue catalogado como uno de los más fuertes de este siglo (Cane, 1983; Rasmusson, 1984). Durante agosto de 1982, se reportaron anomalías de temperatura de hasta + 5°C y del nivel del mar de + 22 centímetros en la región de las Islas Galápagos (Halpern et al., 1983).

En la región de la Corriente de California, Simpson (1983) detectó anomalías térmicas superficiales y subsuperficiales en el agua de mar durante 1982 en relación a un promedio de 30 años, siendo mucho más grandes las anomalías subsuperficiales (+ 3 a + 4°C). Este mismo investigador reportó la presencia de importantes anomalías en el nivel del mar en esa zona, a partir de febrero de 1982, que alcanzaron sus valores más altos durante septiembre y noviembre del mismo año.

La respuesta y acoplamiento del Golfo de California a las perturbaciones ecuatoriales fue descrita por Alvarez-Borrego y Schwartzlose (1979), Marinone y Robles-Pacheco (1985) y Baumgartner y Christensen (1985).

Alvarez Borrego y Schwartzlose (1979) presentaron las primeras evidencias de la influencia del fenómeno El Niño en el

Golfo de California, al indicar que durante el verano de 1957, un año en el que ocurrió un fuerte evento de El Niño, hubo una invasión de masas de agua del Pacífico Tropical Oriental, mas fuerte que la ocurrida durante el verano de 1974, un año en que no ocurrió este evento; pero fueron las recientes investigaciones de Baumgartner y Christensen (op. cit.) y Robles Pacheco y Marinone (op. cit.) las que permitieron una mejor comprensión del comportamiento hidrográfico del Golfo de California bajo la influencia de un evento de El Niño.

Baumgartner y Christensen (op. cit.) investigaron el acoplamiento del Golfo de California a la variabilidad climática de gran escala en el Océano Pacífico, encontrando indicaciones de que el 52 % de la variabilidad interanual del nivel del mar en el Golfo, podía ser explicado en términos de los cambios de intensidad en la circulación ecuatorial, y presentan un modelo conceptual del patrón de circulación de las aguas en la región durante el evento. De acuerdo con este modelo, al intensificarse el giro ciclónico norecuatorial del Pacífico Tropical Oriental, se incrementan los fenómenos de advección de la Corriente de Costa Rica hacia el norte, penetrando en el Golfo de California a medida que la Corriente de California se aleja de la entrada del Golfo.

Robles Pacheco y Marinone (op. cit.) al investigar las escalas de variación hidrográfica estacional e interanual en la

región de la Cuenca de Guaymas, utilizando datos de 17 cruceros realizados entre 1939 y 1983, lograron caracterizar los efectos del evento El Niño 1982-83 en la estructura hidrográfica del Golfo. Estos investigadores no encontraron evidencias de la existencia de un ciclo estacional claro.

Dentro de los efectos biológicos que se han atribuidos a este fenómeno en las costas de América destacan: a) drástica reducción en la productividad biológica, b) redistribución en los patrones de distribución geográfica de las especies tropicales y subtropicales, c) reducción en la abundancia y/o disponibilidad de los bancos de peces, y d) cambios en algunos aspectos reproductivos de algunas especies de peces (Idyll, 1973; Wooster y Guillén, 1974; Barber y Chavez, 1983; Fiedler, 1984).

Idyll (1973) señaló que este fenómeno lleva poblaciones depredadoras de anchoveta hacia la zona de la Corriente de Perú, y reduce a tal grado el funcionamiento de los ecosistemas de surgencias costeras de esa zona, que en ocasiones puede llegar a detener el suministro de nutrientes, ocasionando que las poblaciones fitoplanctónicas y los siguientes eslabones reduzcan sus abundancias.

En la región de la Corriente de California, los estudios realizados por Chelton (1981), Bernal (1979, 1981) y Chelton et

al., (1982) han mostrado que la abundancia de zooplancton está fuertemente influenciada por la variabilidad interanual del flujo de la Corriente de California. En esta misma región Fiedler (1984) observó que el evento de El Niño de 1982-83 empezó justo antes de la época de desove de la anchoveta norteña (*Engraulis mordax*) y encontró la existencia de una extensión en el rango de desove. Los desovadores fueron relativamente más pequeños y se registró una rápida maduración de huevos, mismos que aunque fueron de tamaño similar a los producidos en épocas normales, desarrollaron individuos de menor talla. El investigador explicó este fenómeno en función de una disminución en la disponibilidad de alimento a lo largo del año.

Con la intención de evaluar los efectos de este evento oceanográfico sobre las comunidades marinas del Golfo de California, el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) desarrolla desde 1983 un proyecto de investigación interdisciplinaria dentro del cual se han venido monitoreando diferentes aspectos ecológicos y oceanográficos del sistema.

Los resultados preliminares obtenidos dentro del proyecto denominado "Estudio de los efectos del fenómeno El Niño en el Golfo de California" han mostrado que durante marzo de 1983, la región epipelágica del Golfo estuvo formada por aguas de origen

tropical y ecuatorial (Robles-Pacheco y Christensen, 1982, Robles-Pacheco y Marinone, en prensa), con altas tasas de productividad orgánica primaria y valores relativamente altos de clorofila  $a$  y biomasa de zooplancton (Lara Lara et al., 1984).

El Golfo de California ha sido descrito por Zeitschel (1969) como un sistema de una gran fertilidad, el cual tiene una gran importancia para la economía del país debido principalmente a que en sus aguas se desarrollan dos de las pesquerías más importantes, como lo son: las pesquerías del camarón (varias especies) y de la sardina (principalmente sardina Monterrey *Sardinops sagax caerulea* y sardina crinuda *Ophistonema libertate*).

La presente investigación es el primer trabajo sobre las características estructurales de las poblaciones zooplanctónicas del Golfo de California, bajo la influencia de un evento de El Niño.

## Objetivos

El principal objetivo de esta investigación es describir la distribución espacial de la biomasa, así como los principales rasgos estructurales de las poblaciones zooplanctónicas del Golfo de California, bajo la influencia del fenómeno El Niño 1982-1983. Como objetivo secundario se pretende determinar el grado de asociación entre la biomasa y los rasgos estructurales del complejo zooplanctónico y las fluctuaciones de algunos factores ambientales. Se pretende establecer el elenco de especies de copépodos durante el evento, con el fin de comparar con estudios posteriores durante etapas de maduración, decaimiento y épocas normales en el Golfo.

### Antecedentes

Las primeras estimaciones de biomasa del zooplancton en el Golfo de California fueron hechas por Farrán (1973), quien describió los patrones de distribución espacial anual, al norte de la latitud de  $31^{\circ} 15'$  N. Los datos de biomasa fueron expresados como peso seco para toda la columna de agua desde los 50 metros de profundidad. Los valores reportados por esta investigadora presentaron un rango de  $> 5 \text{ mg/m}^3$  a  $> 400 \text{ mg/m}^3$ , con valores mayores de  $100 \text{ mg/m}^3$  hacia el margen occidental del Golfo durante enero. Los valores de biomasa del zooplancton fueron bajos durante el mes de marzo, seguidos de un periodo (abril-octubre) en el cual los valores máximos se detectaron en la región de la desembocadura del Río Colorado.

Cummings (1977) estudió la variabilidad espacio-temporal de la biomasa del zooplancton (expresada en unidades de volumen desplazado) al norte de la latitud de  $31^{\circ}$  N del Golfo. Este autor encontró que la biomasa de la zona más al norte del Golfo puede variar desde similar, hasta el doble de la biomasa en aguas templadas; siendo de 3.5 a 7 veces mayor que los valores reportados para regiones neríticas tropicales y subtropicales. Los volúmenes de zooplancton registrados por Cummings fueron mayores durante el invierno (13 a  $25 \text{ ml/m}^3$  en enero), siendo

alrededor del doble que los reportados para áreas de surgencia. Los máximos de biomasa estuvieron correlacionados con los períodos de máxima surgencia en el Golfo.

Griffiths (1968) describió la distribución de la biomasa del zooplancton (expresada en unidades de volumen desplazado) desde 0 a 300 metros, en transectos ubicados en la boca del Golfo de California y la región sur de la Península de Baja California durante la primavera de 1960. Los resultados mostraron valores de 50-200 ml/1,000m<sup>3</sup> distribuidos erráticamente por toda la zona muestreada, con valores relativamente altos (mayores de 200 ml/1,000 m<sup>3</sup>) al sur de Bahía Magdalena y frente a Cabo Corrientes, en el Estado de Jalisco.

Brinton *et al.*, (1986) presentaron distribuciones de biomasa de zooplancton (expresada en unidades de volumen desplazado) de los cruceros realizados por CalCOFI (California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations) durante febrero, abril y diciembre de 1956 y de febrero, abril, junio y agosto de 1957. Ellos observaron que los valores de biomasa más altos generalmente se registraron a lo largo del margen oriental del Golfo; aunque, durante el mes de abril, se registraron 5 estaciones con valores mayores de 1,000 ml/ 1,000 m<sup>3</sup> en la región occidental. En esta serie de estudios se observó que los meses de abril de ambos años presentaron los valores de

biomasa mas altos; pero los valores de febrero y abril de 1956 fueron mas bajos que los registrados en febrero y abril de 1957.

Gil Zurita (1981) describi6 la distribuci6n de la biomasa del zooplancton (expresada en peso seco) del Golfo durante el 26 de marzo al 9 de abril de 1978; sin embargo, los valores que report6 fueron extremadamente bajos ( $< 3 \text{ mg/m}^3$ ); no obstante, este investigador logr6 diferenciar tres zonas geogrificas con valores de biomasa relativamente alta: a) Frente a Puerto Peñasco, Son., b) frente a Cabo Tepoca, Son., localizado en la regi6n de las Islas Tibur6n y San Esteban y c) entre la Bahía de Topolobampo, Sin. y la Isla Altamura, Sin., ubicada un poco al sur de Bahía Topolobampo.

Stevenson (1970) report6 que la abundancia del zooplancton al sur de la boca del Golfo se increment6 de abril a agosto, con valores relativamente altos cerca de Cabo San Lucas y alrededor de las Islas Marias.

Brinton *et al.*, (1986) señalan que el principal taxa del Golfo es el de los crustáceos, grupo planct6nico que casi siempre est6 dominado por los copépodos y eufásidos en aguas profundas, y cladoceros y misidaceos abundando en las partes más someras de la zona nerítica.

Aldrege y King (1980) estudiaron los patrones de las migraciones verticales del zooplancton demersal, durante julio y agosto de 1977 y 1978 de la Isla Danzante en Baja California Sur ( $25^{\circ} 45'$  de latitud norte y  $111^{\circ} 12'$  de longitud oeste), localizada ligeramente al norte de la Bahía de La Paz. Ellos establecieron la importancia de copépodos harpacticoides, cumáceos y misidáceos en el zooplancton de esa zona, particularmente durante los lances nocturnos, pues aunque estos organismos son bentónicos durante el día, emigran a la columna de agua durante la noche.

Manrique (1977) estudió el zooplancton en una estación costera cerca de la Bahía de Guaymas, Sonora, y reportó la abundancia relativa de los principales grupos taxonómicos así como sus cambios temporales a través de un ciclo anual. En esta investigación se encontró que los copépodos fueron el grupo dominante a lo largo del ciclo muestreado.

Alvariño (1962, 1963) realizó estudios sistemáticos sobre el grupo de los quetognatos en el Golfo, dando descripción de las diferentes especies. Mundhenke (1969) reportó la distribución geográfica del grupo de los euráusidos, encontrando muy baja correlación con las masas de agua del Golfo. Brinton y Townsend (1980) encontraron 9 especies de euráusidos habitando regularmente el Golfo. Durante su estudio de 4 campañas de CALCOFI (febrero a agosto de 1957).

*Nematoscelis difficilis* y *Nictiphanes simplex* presentaron los rangos de distribución más amplios en el Golfo; estas especies son muy comunes en la región de la Corriente de California. *Euphausia eximia* la cual presenta altas densidades en las zonas marginales del Pacífico Tropical oriental, en el Golfo ocupó consistentemente la parte sur, con poca variación durante el período de estudio. *Nematoscelis gracilis* mostró un rango de distribución complementario a *N. difficilis*, coexistiendo en la región sur del Golfo.

Los estudios taxonómicos sobre la fauna copépoda son aún más escasos, pues no se tiene información sobre su estructura, ni sobre sus variaciones espacio-temporales, ya que los estudios realizados hasta la fecha solo han incluido zonas muy localizadas y han sido realizados muy esporádicamente.

Los primeros estudios sobre los copépodos del Golfo de California se realizaron durante la expedición del Buque Norteamericano Albatros. Giesbrecht (1892, según Brinton *et al.*, 1986) reportó la presencia de 9 especies de copépodos en dos estaciones del Golfo. Posteriormente, Wilson (1950) confirmó la presencia de 3 de las 9 especies identificadas por Giesbrecht y registró otras 32 especies adicionales.

Recientemente Turcot Dolores (1972) estudió la composición del zooplancton de la Laguna de Yavaros, Sonora, y encontró una

dominancia de *Acartia lillieborgii*, que era seguida por otras especies de los géneros *Acartia* y *Pseudocalanus*.

Frost y Fleminger (1968) y Fleminger y Hulseman (1974) estudiaron la distribución geográfica de las diferentes especies de los géneros *Clausocalanus* y *Pontellina* en todo el Océano Pacífico y reportaron la presencia de algunas especies de esos géneros en la zona del Golfo de California.

Fleminger (1975) reportó la distribución y polimorfismo de las especies del género *Labidocera*, y señaló que *Labidocera kolpos* se extiende desde la parte más norteña del Golfo hasta los 25° N a lo largo de la costa oriental durante el invierno, mientras que *Labidocera diandra* aparece en forma esporádica, pero presenta una mayor frecuencia de capturas entre Cabo Corrientes y el Golfo de Tehuantepec. Ambas especies tienden a estar asociadas con aguas oligotróficas, mientras que *L. johnsoni* está presente en la parte norte del Golfo y se extiende hacia el sur a lo largo de la costa oriental del Golfo. Esta especie es considerada por Fleminger (op. cit.) como de afinidad eutrófica. Este mismo autor reporta que es posible encontrar otras 3 especies de este género dentro del Golfo.

Manrique (1977) reportó porcentajes de abundancia relativa de 37 especies de copépodos en al región cercana a la Bahía de

Guaymas, Sonora, relacionando sus cambios temporales con las fluctuaciones de la temperatura del agua.

#### Area de estudio

El Golfo de California es un cuerpo de agua de forma elongada que se extiende desde los  $32^{\circ}$  N, hasta los  $23^{\circ} 27'$  N, aproximadamente. La longitud aproximada del sistema es de cerca de 1,400 km y la anchura promedio de aproximadamente 150 km.

Desde el punto de vista geológico, el Golfo es aparentemente una extensión del complejo surgimiento estructural del Pacífico oriental. Está limitado al oeste por la península de Baja California, y al este por los estados de Sonora y Sinaloa, México.

El efecto moderador del Océano Pacífico es reducido grandemente por las cadenas montañosas de la Península de Baja California, por lo que el clima del Golfo es más continental que oceánico (Alvarez Borrego, 1983), lo cual contribuye a que los rangos anuales y diarios de la temperatura del aire sean

amplios (Hernández, 1923, citado por Roden, 1964). Los rangos de temperatura media anual del aire son de 6° C en la región cercana a Cabo Corrientes y de 18° C en la región del norte del Golfo (Alvarez Borrego, 1983).

Posiblemente el aspecto más relevantes de la meteorología del Golfo sea el predominio de los vientos del noroeste durante los meses de noviembre a mayo, y de los vientos del sureste durante el resto del año. Los vientos del noroeste ocasionan surgencias a lo largo de la costa oriental y los del sureste pueden provocar este fenómeno a lo largo de la costa occidental (Roden, 1964; Badan Dangon et al., 1985).

La precipitación pluvial anual en la región norte es menor a los 10 cm/año, pero en la región sureste aumenta cerca de los 100 cm/año (Alvarez Borrego, 1983).

Para una mayor descripción del ecosistema pelágico del Golfo de California ver a Alvarez Borrego (1983) y Alvarez Borrego y Lara Lara (en revisión).

## MATERIALES Y METODOS

### Muestreo

Las muestras de zooplancton fueron colectadas en 22 estaciones (Fig. 1) durante el crucero CICESE 8303, abordo del B/O "El Puma", del 11 al 23 de marzo de 1983. Se hicieron arrastres oblicuos utilizando una red bongo con una luz de malla de 0.333 mm, equipada con un contador de flujo. Las profundidades de muestreo oscilaron entre los 68 y 259 metros (Tabla I). Las técnicas de muestreo y preservación fueron similares a las utilizadas en el programa CalCOFI (descritas en Smith y Richardson, 1979).

Para investigar posibles cambios diurnos tanto en la biomasa como en los parámetros estructurales del complejo zooplanctónico, se diseñó un programa de muestreo semi-diurno, en el cual las muestras fueron colectadas cerca del mediodía y la medianoche. En total 10 estaciones fueron muestreadas durante el mediodía, 10 durante la medianoche, 1 al atardecer y 1 cerca del amanecer (Tabla I).

Los datos de temperatura, salinidad y contenido de oxígeno disuelto fueron facilitados por el grupo de estudios

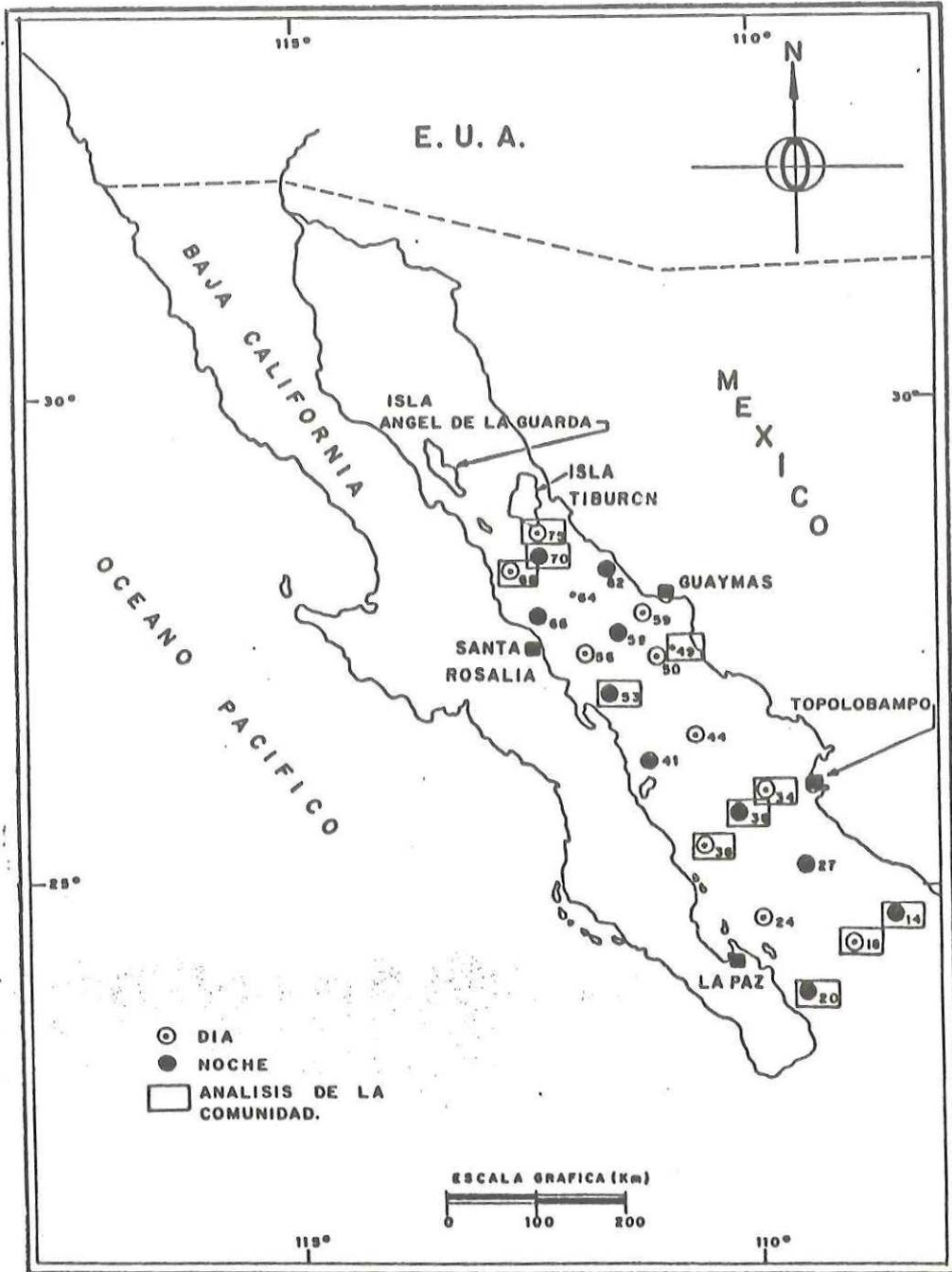


FIG. 1.- ESTACIONES DE MUESTREO DE ZOOPLANCTON EN EL GOLFO DE CALIFORNIA DURANTE MARZO DE 1963.

Tabla I. Localización de las estaciones de muestreo durante el crucero 8303.

Estación	Latitud	Longitud	Profundidad (m)	Profundidad muestreada (m)	Fecha	Hora
14	24°52.0	108°22.7	260	212	830312	01:54
18	24°27.5	108°59.2	1,960	229	830312	13:04
20	24°04.0	109°27.8	1,200	259	830312	23:02
24	24°48.3	110°02.8	1,080	200	830313	13:44
27	25°08.8	109°30.2	2,100	208	830314	00:10
34	25°58.0	109°47.6	900	212	830314	17:04
36	25°44.6	110°10.4	2,100	212	830315	00:50
38	25°27.0	110°38.0	920	212	830315	11:44
41	26°15.4	110°56.8	1,080	200	830316	00:15
44	26°37.4	110°21.2	1,220	184	830316	11:35
49	27°22.5	110°46.6	870	251	830317	06:16
50	27°22.6	110°55.3	1,450	212	830317	12:15
53	26°57.2	111°27.3	1,900	180	830318	01:12
56	27°20.3	111°44.6	1,550	212	830318	12:20
58	27°37.1	111°17.6	950	219	830318	23:43
59	27°43.0	111°08.5	600	172	830319	14:10
62	28°07.6	111°23.9	96	68	830320	00:07
64	27°58.5	111°38.0	550	212	830320	19:20
66	27°41.3	112°06.3	1,425	212	830321	01:05
68	27°56.2	112°40.5	350	189	830321	12:05
70	28°08.0	112°18.8	850	204	830321	23:40
75	28°40.5	112°19.6	170	160	830322	11:50

micrográficos del proyecto "Estudio de los efectos del fenómeno El Niño en el Golfo de California" del CICESE.

#### Análisis de laboratorio.

El análisis de las muestras de zooplancton empezó con las mediciones de biomasa por volumen desplazado, utilizando la técnica descrita por Kramer *et al.*, (1972), después de remover los organismos más grandes (por ejem. ctenóforos, langostillas, camarones, etc.). Posteriormente las muestras fueron divididas con la ayuda de un separador Folsom, para efectuar estimaciones de biomasa por métodos gravimétricos.

Se utilizaron fracciones de 1/4 de la muestra original, para hacer estimaciones de biomasa por peso húmedo y peso seco. El material de cada fracción fue filtrado en un tamiz de 0.200 mm de luz de malla y depositado en cápsulas de porcelana previamente pesadas. Cada cápsula con material planctónico fue pesada y secada en una estufa a una temperatura de 60 °C durante un tiempo variable, dependiendo de la cantidad de material biológico. Posteriormente, las cápsulas con el plancton seco fueron puestas en un desecador y pesadas en una balanza analítica. Para eliminar el efecto del agua

intersticial en las mediciones de volumen desplazado y peso húmedo, los valores medidos fueron reducidos un 35% de su valor original siguiendo las sugerencias de Anstrom y Traillkill (1953).

Para obtener información sobre los valores de densidad del zooplancton mixto y de los principales grupos taxonómicos, así como datos de utilidad para las estimaciones de los parámetros estructurales de la fauna copépoda, se seleccionaron once estaciones de las 22 en total, con el fin de reducir el tiempo de análisis.

Para las identificaciones y conteos se tomaron submuestras con un separador Folsom. El nivel de submuestreo fue variable, dependiendo de la cantidad de material planctónico en las muestras. Las estimaciones de la densidad del zooplancton fueron calculadas por medio de la ecuación:

$$N = 2^m C ,$$

en la cual N es el total de individuos en la muestra, el exponente m representa el número de divisiones realizadas con el separador Folsom, y C es el número de individuos contados en la submuestra.

Durante el análisis cuantitativo, el material biológico fue depositado en cajas de petri reticuladas y el total de individuos fue identificado y contado a nivel de grandes grupos taxonómicos (cladoceros, copépodos, quetognatos, etc.). La fauna copépoda fue separada de las muestras y posteriormente se procedió a realizar la identificación y el conteo de las diferentes especies y/o géneros de copépodos.

Para la identificación de los géneros y especies de copépodos se hicieron disecciones siguiendo la técnica de Rose (1933) y utilizando diferentes llaves de identificación y trabajos de referencia. Fueron particularmente útiles los trabajos de Grice (1961), Alameda de la Mora (1980), Frost y Fleminger (1968), Silas y Pillai (1973), Rose (1933), y Dawson y Knatz (1980) para la identificación de los copépodos calanoides, y los trabajos de Nishida, Tanaka y Omori (1977), Motoda (1963), Cervigón (1964) y Dawson y Knatz (1980) para la identificación de los copépodos ciclopoideos. Las disecciones se hicieron utilizando un microscopio estereoscópico Wild M5A, y posteriormente se utilizó un microscopio compuesto para observar las particularidades de los apéndices torácicos y cefálicos de los copépodos.

Análisis de la estructura de la comunidad.

Con el objeto de determinar la significancia de la variabilidad espacial de los valores de biomasa y abundancia del zooplancton, se hicieron análisis de varianza de una vía.

Como parámetros indicadores de la estructura del complejo raunístico formado por los copépodos calanoides, se utilizaron los índices de Shannon-Weaver (1949) y 1-lambda de Simpson (Pielou, 1975).

El índice de Shannon-Weaver se define como:

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \log P_i ,$$

donde H representa la diversidad en decits/individuo,  $P_i$  representa la proporción de individuos de cada especie respecto al total.

En el índice 1-lambda de Simpson, la función lambda ( $\lambda$ ) representa la probabilidad de que cualquiera de dos individuos escogidos independientemente y al azar pertenezcan a la misma especie (Pielou, 1975), y ha sido definido como:

$$\lambda = \sum P_i$$

Para investigar los cambios espaciales de los parámetros estructurales de la fauna copépoda calanoide, el área de estudio se dividió en dos regiones geográficas: la región central (Estaciones 49, 53, 68, 70 y 75, ver Tabla I) y la región sur (Estaciones 14, 18, 20, 34, 36, y 38, ver Tabla I). Esta subdivisión geográfica alrededor de los 27° N fue propuesta anteriormente (Allen, 1937; Cupp y Allen, 1938; Gilbert y Allen, 1943) con base en la distribución de las poblaciones de fitoplancton. Estos autores a su vez propusieron una zona caracterizada por las más bajas abundancias en las poblaciones de fitoplancton del Golfo (al sur de 25°N), y una zona (25° a 27° N) más rica en poblaciones de diatomeas, pero relativamente pobre en comparación con la región norte del Golfo, esto es, en la Cuenca de Guaymas y la zona somera al norte de las islas Ángel de la Guarda y Tiburón.

Los valores de los parámetros medidos fueron comparados mediante pruebas "t" de student. Este mismo método fue utilizado para probar la significancia de las diferencias entre las biomásas de los lances diurnos y nocturnos.

Las relaciones entre las estimaciones de la biomasa del zooplancton mixto y los parámetros estructurales de la fauna copépoda calanoide con las fluctuaciones de las variables ambientales como temperatura y salinidad del agua, se investigaron mediante análisis de correlación lineal.

Con el objeto de investigar la presencia de asociaciones faunísticas en el sistema pelágico, se hizo un análisis de grupos mediante la técnica de agrupación por pares promediados (Davis, 1973), con base en las estimaciones de los índices de similitud de Jaccard. El cálculo de los índices de similitud y diversidad de especies se hicieron mediante los programas de la librería para ecología (LIPREC) del Centro de Cómputo del CICESE. La importancia de las diferentes especies de copépodos calanoides en el Golfo, se evaluaron mediante cálculos de abundancia total y del índice de valor biológico (Sanders, 1960).

## RESULTADOS

### Distribución espacial de temperatura y salinidad.

En la Fig. 2 se muestra la distribución espacial de la temperatura del agua superficial del Golfo registrada durante marzo, 1983. En general, la temperatura varió de valores de 17.93 a 25.45 °C, observándose la existencia de un gradiente norte-sur que se caracterizó por presentar valores relativamente altos en la región cercana a la boca del Golfo y una disminución gradual hacia la parte norte.

La zona ubicada al norte de la Cuenca de Guaymas presentó los valores más bajos de toda el área estudiada, registrándose el valor mínimo al sur de las Islas Tiburón y San Estéban, mientras que en la zona de la Cuenca de Guaymas se registró una prolongación de la isoterma de los 21.5 °C, formando una especie de lengua de agua relativamente cálida que se extendía hacia el norte, con una leve tendencia de giro hacia el margen continental del Golfo (Fig. 2).

La salinidad de las aguas superficiales del Golfo presentó un patrón similar al mostrado por los valores de temperatura, aunque en sentido contrario. En la Fig. 3 se muestra la presencia de aguas de baja salinidad en la región cercana a la

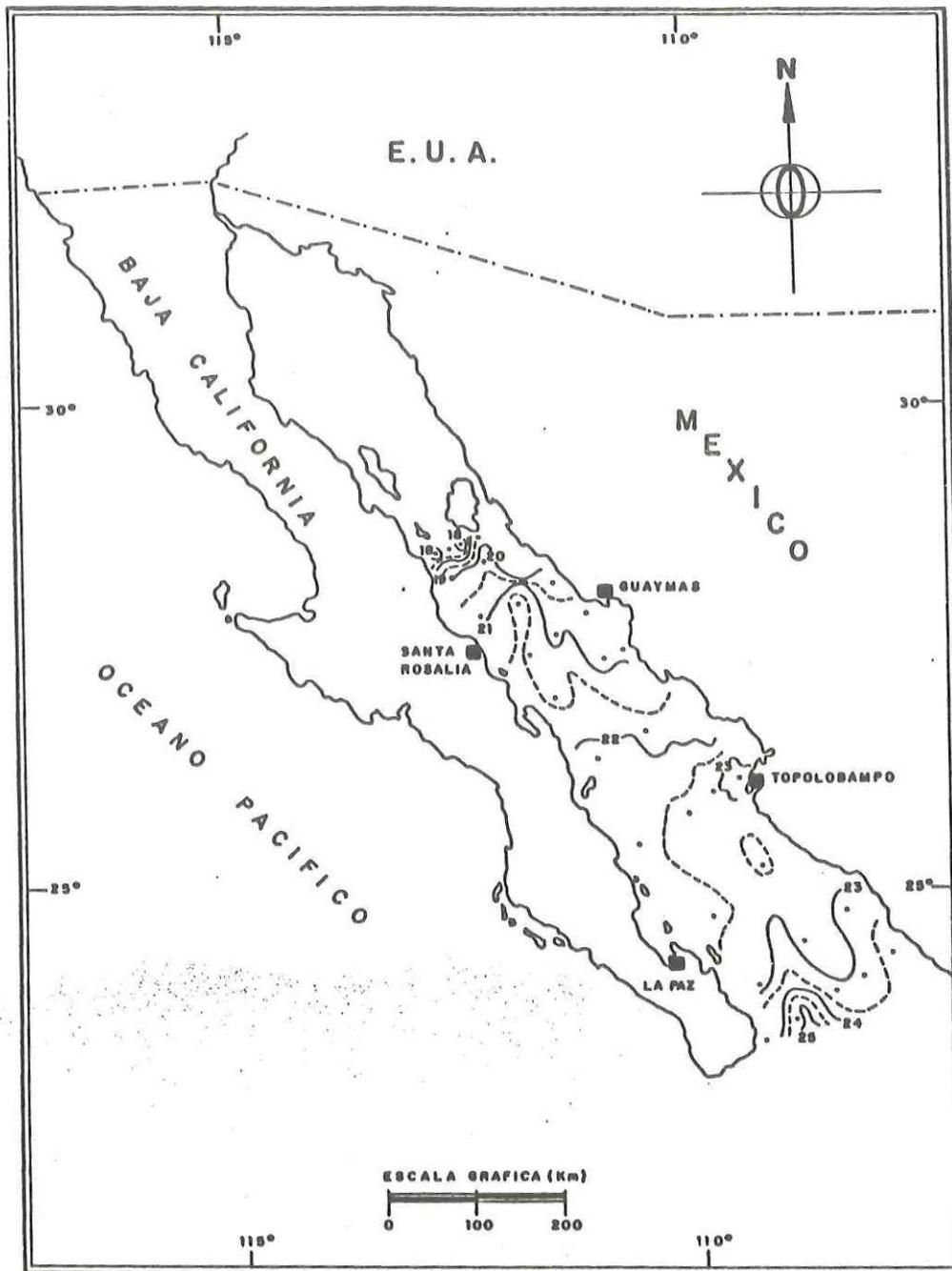


FIG. 2.- DISTRIBUCION ESPACIAL DE LA TEMPERATURA ( $^{\circ}\text{C}$ ) SUPERFICIAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA DURANTE MARZO DE 1983.

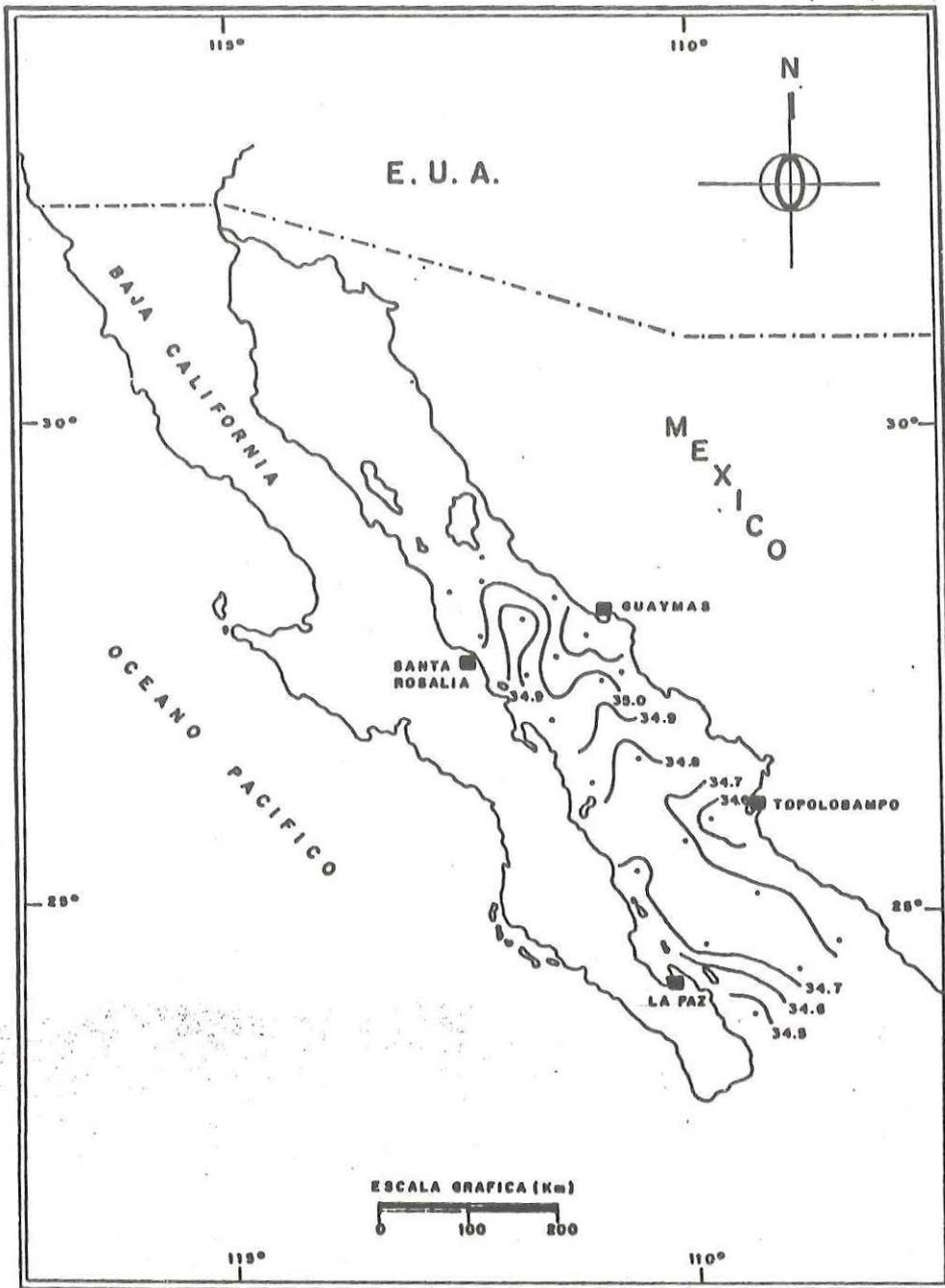


FIG. 3.- DISTRIBUCION ESPACIAL DE LA SALINIDAD (‰) SUPERFICIAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA, DURANTE MARZO DE 1983.

boca del Golfo y aguas con valores de salinidad relativamente altos en la región central. El rango de salinidad registrado fue de 34.43(S‰) a 35.22(S‰), en la región de la Cuenca de Guaymas los valores de salinidad también mostraron la existencia de una lengua de agua con características diferentes a las de las aguas adyacentes, pues los valores fueron más bajos en esa área.

La distribución vertical de la salinidad del agua del Golfo, fue diferente dependiendo de la localización geográfica. Al sur de las Islas Tiburón y San Esteban (Figs. 4a y 4b) la salinidad del agua cambió muy poco con la profundidad en los primeros 200 metros y los valores siempre fueron iguales o mayores de 35(S‰), con una mayor estratificación en la sección B. En el transecto ubicado sobre la Cuenca de Guaymas (Fig. 4c) se observó la presencia de un núcleo de agua de alta salinidad (mayor de 35‰) en la región central del Golfo y a una profundidad de 100 a 150 metros. La capa superficial (aproximadamente 25 metros de amplitud) mostró valores menores de 34.9‰ y mayores de 34.8‰ (Fig. 4c).

En el transecto ubicado entre la costa oriental de la península de Baja California y la Bahía de Topolobampo, Sinaloa (Fig. 4d), se observó una estructura vertical ligeramente más compleja, aunque similar a la mostrada en la sección anterior. En esta zona la capa superficial de aguas de salinidades

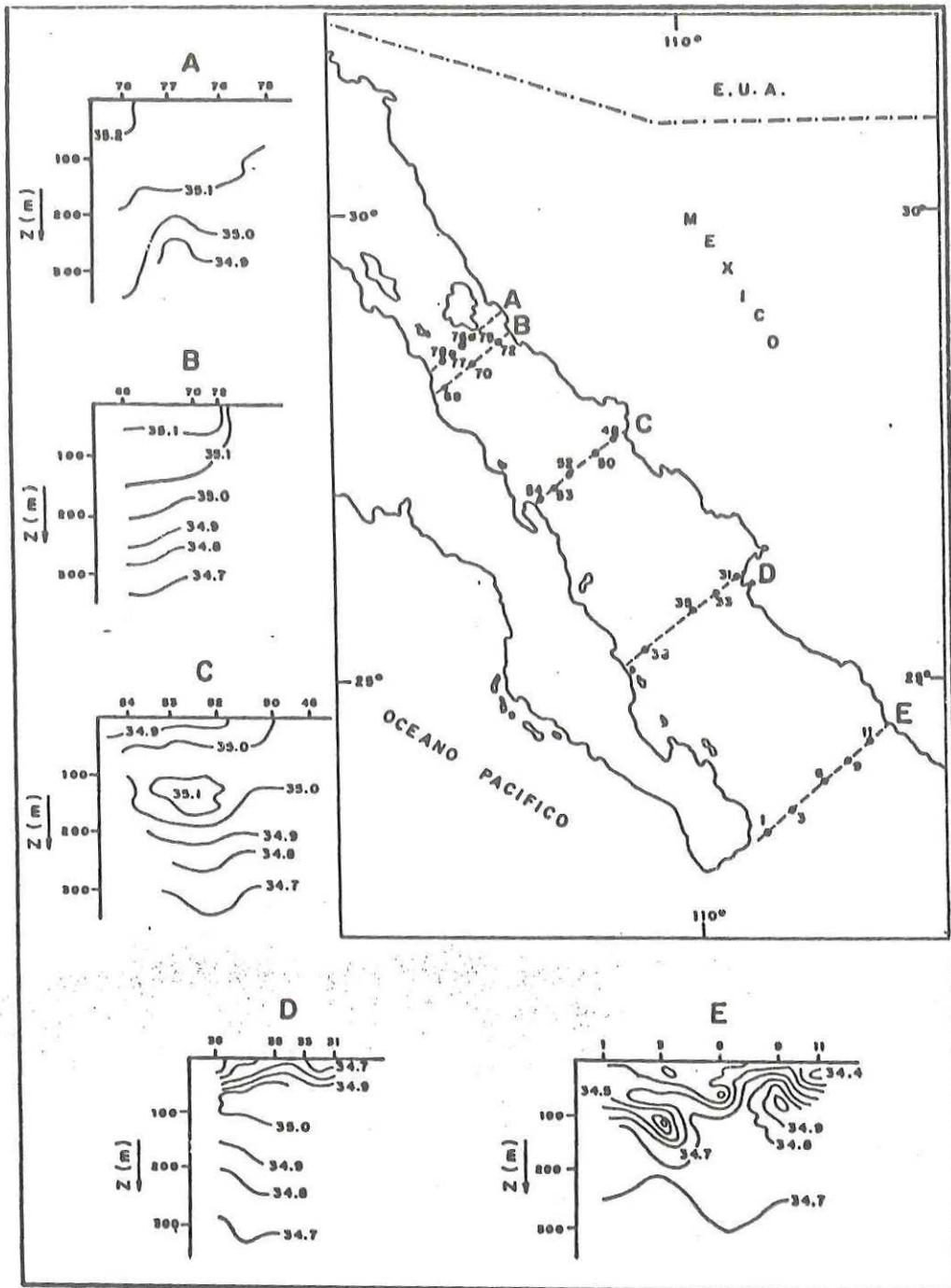


FIG. 4.- DISTRIBUCION VERTICAL DE LA SALINIDAD (‰) DEL GOLFO DE CALIFORNIA, DURANTE MARZO DE 1963.

intermedias fue más amplia (aproximadamente 50 metros) y presentó valores aún más bajos. El núcleo de aguas de alta salinidad (mayores de 35‰) se presentó entre los 50 y 125 metros de profundidad.

En la región de la boca del Golfo (Fig. 4e) se observó la presencia de complejas estructuras subsuperficiales, las cuales se manifestaron en forma de núcleos de alta y baja salinidad, separados entre sí por aguas de salinidades intermedias. Se localizaron dos núcleos de aguas de baja salinidad cerca de la costa Bajacaliforniana, el primero de ellos entre la superficie y los 50 metros de profundidad y el segundo entre los 100 y 150 metros de profundidad. La salinidad de las aguas que separaban estos cuerpos de agua salada fue de 34.6 a 34.7 ‰. En la zona costera del extremo opuesto del transecto, también se observó la presencia de un núcleo de aguas de baja salinidad cerca de la superficie, sin embargo, la estructura más notable en esta zona fue un núcleo de agua con salinidades relativamente altas, ubicado entre los 50 y 150 metros de profundidad (Fig. 4e).

#### Distribución de la biomasa del zooplancton mixto

Los valores de la biomasa del zooplancton mixto, estimada

en volumen desplazado, presentaron un promedio de 385 ml/1,000 m<sup>3</sup>, con un rango de valores de 123.4 a 1,841.4 ml/1,000 m<sup>3</sup>, mientras que las estimaciones de biomasa del zooplancton expresada como peso húmedo y peso seco presentaron promedios de 315.3 y 29.01 mg/m<sup>3</sup>, respectivamente, con rangos de 64.9 a 1,402.1 y de 7.99 a 103.00 mg/m<sup>3</sup>, respectivamente (Tabla II).

En la Fig. 5 se observa que, en general, los volúmenes de zooplancton presentaron valores relativamente altos hacia la región central oriental del Golfo (entre la Bahía de Guaymas, y las Islas Tiburón y San Estéban), mientras que en la región Sur del Golfo, los valores fueron en general bajos. El promedio de biomasa de zooplancton en la región central fue de 532.3 ml/1,000 m<sup>3</sup>, mientras que en la región sur fue de 209.6 ml/1,000 m<sup>3</sup> (Tabla II).

El patrón de distribución de la biomasa del zooplancton, estimada como peso húmedo (Fig. 6), fue muy similar al observado en el patrón de distribución de los valores de volumen desplazado, con la diferencia de que en estas estimaciones no se registraron los valores relativamente altos en la región occidental de la boca del Golfo. Los promedios de la biomasa del zooplancton (peso húmedo) fueron de 454.3 y 148.7 mg/m<sup>3</sup>, para la región central y sur del Golfo, respectivamente (Tabla II).

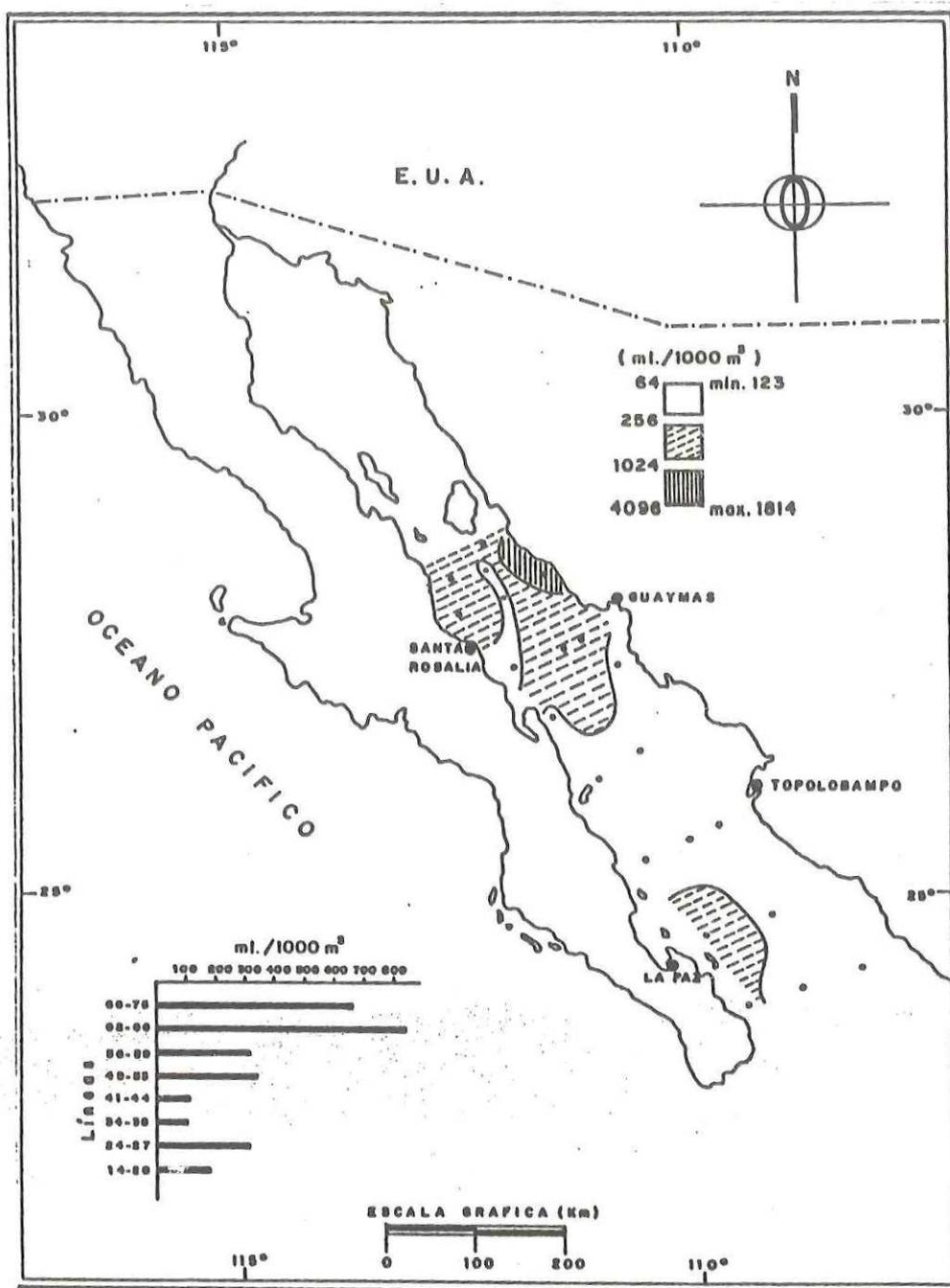


FIG. 5.- BIOMASA (ml./1000 m<sup>3</sup>) DEL ZOOPLANCTON GLOBAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA, DURANTE MARZO DE 1983.

Tabla II. Biomasa del zooplancton expresada como volumen desplazado ( $\text{ml} \cdot 10^{-3} \text{m}^{-3}$ ), peso húmedo ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) y peso seco ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) del Golfo de California durante marzo de 1983.

Estación	Volúmenes	Peso Húmedo	Peso Seco	
Región sur	14	221.7	172.8	22.07
	18	141.2	94.2	12.17
	20	314.2	239.2	27.02
	24	352.4	201.7	25.99
	27	250.1	209.8	31.28
	34	123.4	64.9	7.96
	36	194.0	165.8	22.95
	38	170.2	87.2	9.63
	41	154.4	133.9	15.33
	44	174.9	117.5	15.07
$\bar{X}$	209.6	148.7	18.95	
s	75.5	58.3	7.99	
Región central	49	257.4	230.9	26.85
	50	446.2	330.3	32.31
	53	289.1	260.1	28.50
	56	239.6	172.7	18.90
	58	266.6	244.2	26.30
	59	440.9	316.5	27.90
	62	1841.4	1402.1	103.00
	64	252.8	211.2	23.10
	66	350.5	343.4	32.20
	68	943.2	611.0	37.00
70	141.9	156.7	13.70	
75	918.0	1173.0	78.60	
$\bar{X}$	532.3	454.3	33.36	
s	486.0	410.0	26.20	
$\bar{X}$ total	385.0	315.3	29.01	
s total	392.0	337.0	21.80	

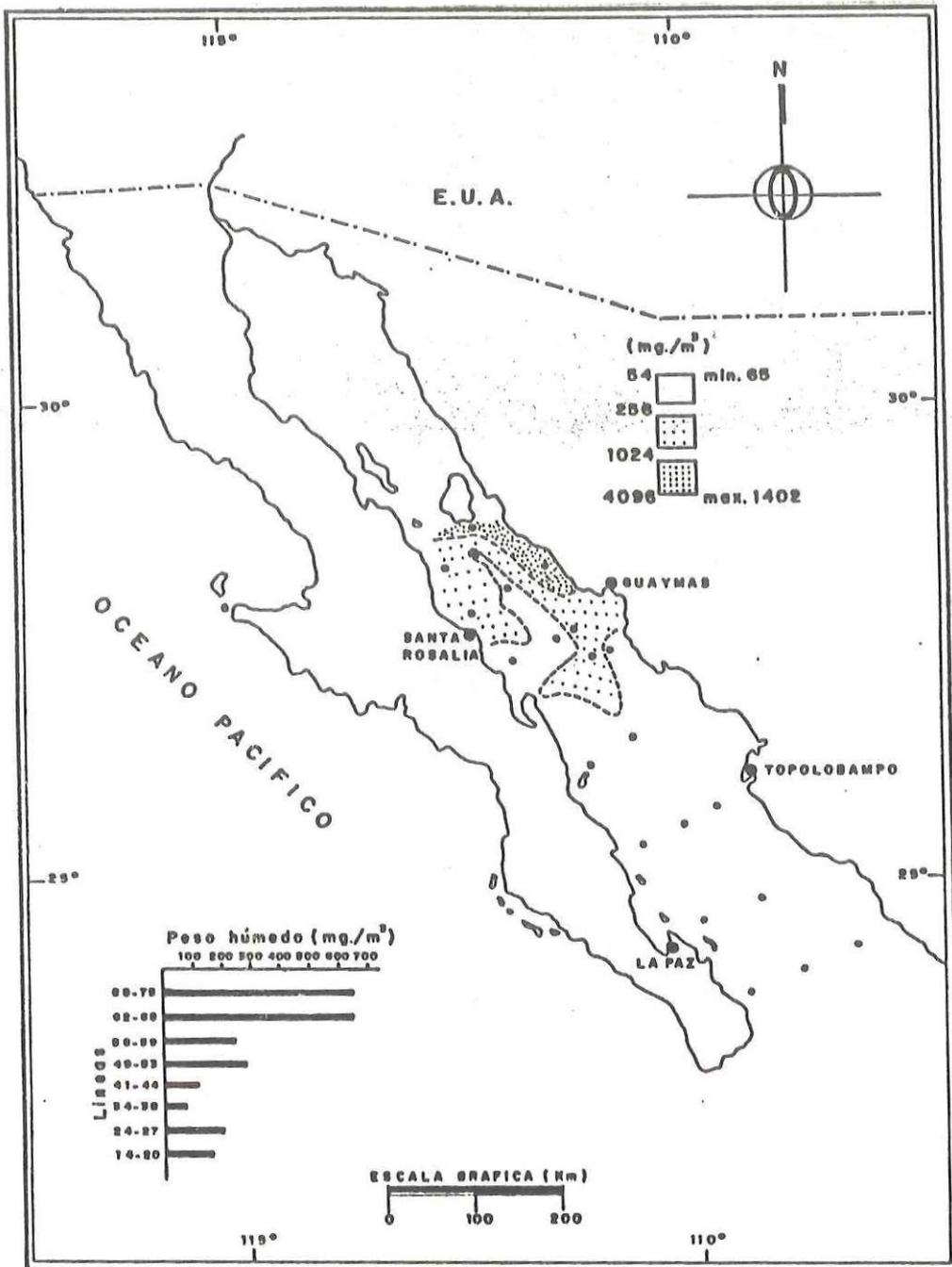


FIG. 6.- BIOMASA (PESEO HUMEDO, mg./m<sup>3</sup>) DEL ZOOPLANCTON GLOBAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA, DURANTE MARZO DE 1983.

En la Figura 7 se muestra el patrón de distribución de la biomasa de zooplancton (expresado como peso seco) similar al presentado en las Figuras 5 y 6, pero con la presencia de una zona de muy baja abundancia en la región de transición de las zonas central y sur del Golfo. Las estimaciones de biomasa del zooplancton expresadas en peso seco, presentaron promedios de 33.36 y 18.95 mg/m<sup>3</sup> para las regiones central y sur del Golfo, respectivamente (Tabla II). En concordancia con las Figuras 5 y 6, se observa la presencia de una lengüeta de aguas ricas en biomasa de zooplancton al norte de la Cuenca de Guaymas.

Los resultados del análisis comparativo de los promedios de la biomasa del zooplancton en las regiones central y sur del Golfo indicaron que en los tres casos la biomasa promedio de la región central fue significativamente mayor que en la región sur ( $p < 0.05$ ).

Los valores de biomasa del zooplancton registrados entre las estaciones neríticas (profundidad < 200 metros) fueron casi cuatro veces más altos que los de estaciones de aguas oceánicas (profundidad > 200 metros). Las estaciones de la zona nerítica promediaron 988 ml/1,000 m<sup>3</sup> (rango de 222 a 1,814), mientras que las estaciones de la zona oceánica presentaron un promedio de 295 ml/ 1,000 m<sup>3</sup> (rango de 123 a 943). La biomasa del zooplancton (peso húmedo) en la zona nerítica promedió 915 mg/m<sup>3</sup> (rango de 172 a 1,402) y en la zona oceánica 215 mg/m<sup>3</sup>

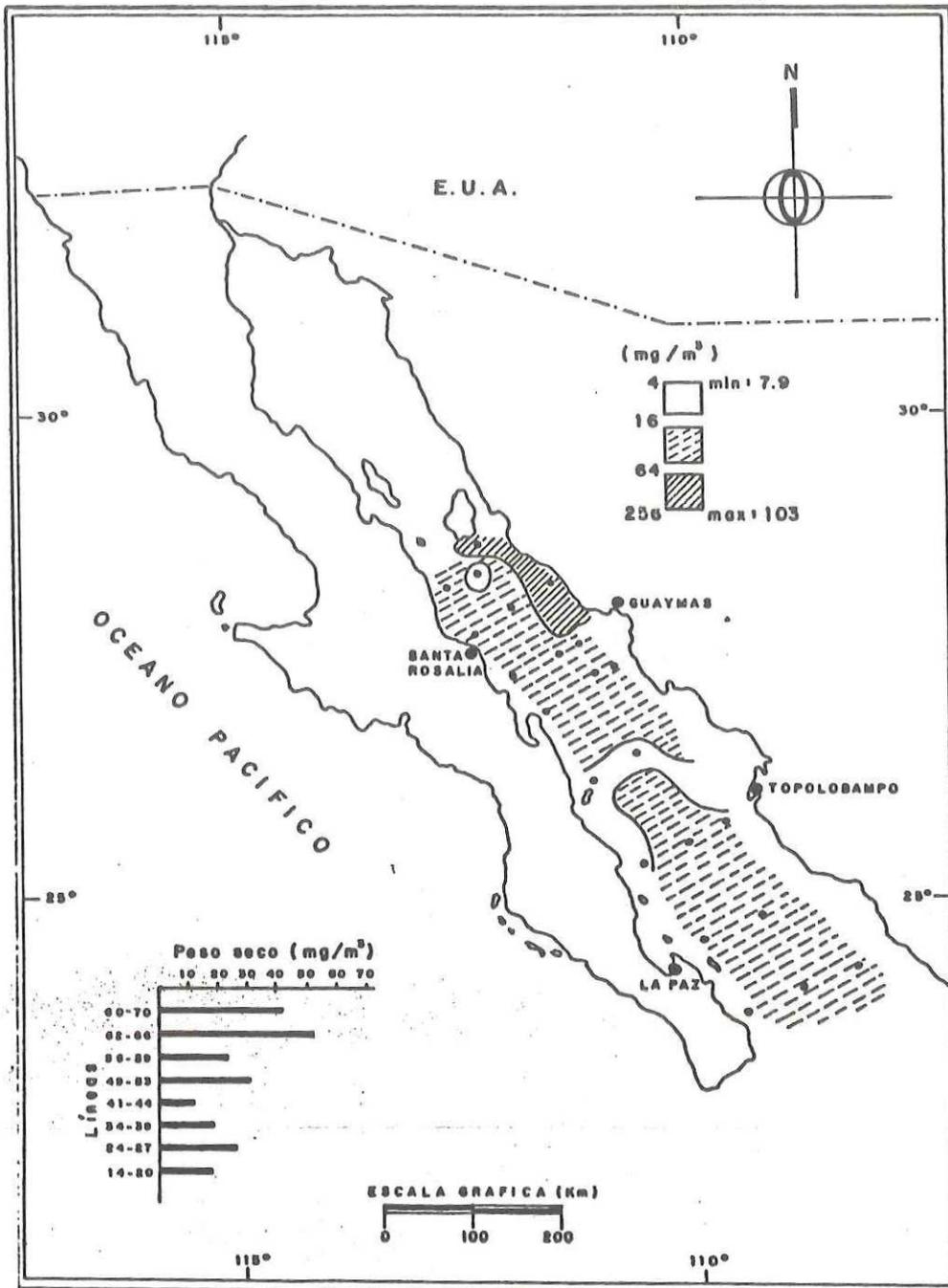


FIG. 7.- BIOMASA (mg/m<sup>3</sup>, PESO SECO) DEL ZOOPLANCTON GLOBAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA, DURANTE MARZO DE 1983.

(rango de 65 a 611) ; mientras que los valores de peso seco mostraron promedios de  $67.9 \text{ mg/m}^3$  (rango de 22.0 a 103.0 ) en la la primera zona y de  $22.8 \text{ mg/m}^3$  (rango de 7.9 a 37.0) en la segunda.

#### Diferencias día-noche en la biomasa del zooplancton

Los valores de biomasa del zooplancton (volumen desplazado) de los lances nocturnos fueron ligeramente mayores en todas las estaciones, pues mientras los valores de biomasa de los lances diurnos presentaron un promedio de  $378 \text{ ml/l,000 m}^3$  , el promedio nocturno fue de  $383 \text{ ml/l,000 m}^3$  (Fig. 8). Las biomásas del zooplancton por peso húmedo, durante los lances diurnos y nocturnos promediaron  $307.0$  y  $314.0 \text{ mg/m}^3$  , respectivamente (Fig. 8); mientras que las mediciones por peso seco mostraron promedios de  $27.0 \text{ mg/m}^3$  para las muestras diurnas y de  $31.0 \text{ mg/m}^3$  para los lances nocturnos (Fig. 8). Sin embargo, los resultados obtenidos mediante las pruebas "t" de student indicaron que estas diferencias no fueron significativas ( $p < 0.05$ ).

En la Figura 8 se muestran las distribuciones de frecuencia de las estimaciones de biomasa del zooplancton con los diferentes métodos utilizados. En general, se observa que

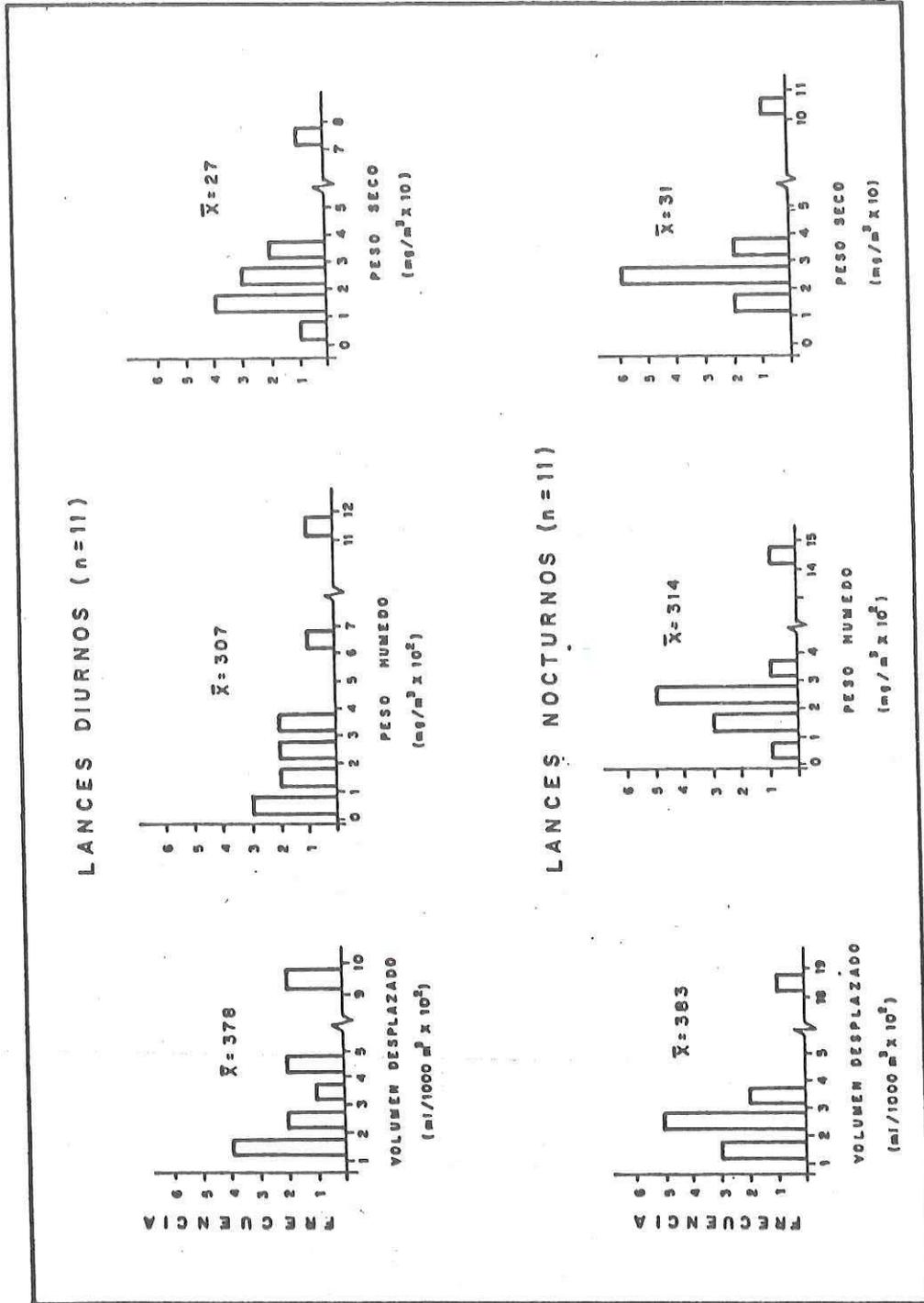


FIG. 8.- DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA DE LA BIOMASA DIURNA Y NOCTURNA DEL ZOOPLANCTON GLOBAL EN EL GOLFO DE CALIFORNIA, DURANTE MARZO DE 1983.

aunque existen algunas diferencias en las tendencias de cada estimación, en promedio los valores diurnos y nocturnos fueron muy similares.

#### Abundancia por grupos taxonómicos

La abundancia del zooplancton al nivel de grandes grupos taxonómicos, promedió 767 individuos/m<sup>3</sup> (rango de 222 a 1,460) para el zooplancton mixto, registrándose los valores más altos en la zona nerítica de la región central-oriental del Golfo, entre la Bahía de Guaymas y las Islas Tiburón y San Estéban (Estaciones 53 y 75, Tabla III).

El promedio de abundancia de los sifonóforos fue de 10 ind./m<sup>3</sup>, siendo más abundantes en la región central y en las estaciones 53 y 75, donde alcanzaron valores máximos de 34 y 22 ind./m<sup>3</sup>, respectivamente (Tabla III).

Los quetognatos presentaron una densidad promedio de 52 ind./m<sup>3</sup>, y presentaron una distribución homogénea en todas las estaciones muestreadas (Tabla III); mientras que las medusas fueron más abundantes en la región central con un promedio de abundancia de solo 4 ind./m<sup>3</sup>, siendo la estación 49 donde se registró el valor máximo (Tabla III).

Tabla III. Abundancia numérica (ind.m-<sup>3</sup>) de los principales grupos taxonómicos del zoo-plancton del Golfo de California en once estaciones seleccionadas durante marzo de 1983.

GRUPO TAXONOMICO	ESTACIONES											X̄
	Sur						Central					
	14	18	20	34	36	38	49	53	68	70	75	
SIFONOFOROS	2	4	17	-	5	7	14	34	6	15	22	10
QUETOGNATOS	33	47	68	34	84	47	54	73	48	30	85	52
MEDUSAS	-	2	4	-	-	2	22	-	1	6	6	4
COPEPODOS	155	87	391	292	297	342	429	550	231	214	710	336
EUFASIDOS	6	1	2	2	3	-	1	-	-	3	21	4
ANFIPODOS	4	1	11	-	3	-	-	-	-	1	4	2
CLADOCEROS	240	7	31	90	243	153	421	614	240	155	359	231
OSTRACODOS	35	49	42	46	134	61	53	67	26	30	22	51
HUEVOS DE PECES	-	-	-	-	-	-	8	1	1	-	-	1
LARVAS DE PECES	2	1	4	-	3	3	2	2	2	-	-	2
TUNICADOS	3	7	21	2	-	16	13	12	27	25	10	12
LARVAS DE LANGOSTILLA	12	-	1	20	110	7	2	-	-	-	4	14
LARVAS DE EUFASIDOS.	-	-	-	-	-	-	10	7	14	36	120	17
OTROS	13	16	28	7	19	10	30	42	20	3	97	-
ABUNDANCIA TOTAL	505	222	620	493	901	648	1050	1402	616	518	1460	767

(-) valores menores de 1 ind.m-<sup>3</sup>

Los copépodos alcanzaron un promedio de abundancia de 336 ind./m<sup>3</sup>, siendo el grupo más abundante durante el muestreo (Tabla III). Dentro de este grupo se registraron valores de densidad particularmente altos en las estaciones 75 y 53, en las cuales alcanzaron valores de 710 y 550 ind./m<sup>3</sup>, respectivamente.

La abundancia de los eufásidos adultos fue muy baja, con un promedio de solo 4 ind./m<sup>3</sup>; sin embargo sus estadios larvarios fueron muy abundantes en la región central del Golfo; particularmente en las estaciones 70 y 75, donde se registraron valores de 36 y 120 larvas/m<sup>3</sup>, respectivamente (Tabla III). Los anfípodos dominaron en la región sur, donde alcanzaron un valor promedio de 2 ind./m<sup>3</sup>; mientras que los cladoceros registraron un promedio de 231 ind./m<sup>3</sup>, con un rango de 7 a 624 ind./m<sup>3</sup> (Tabla III), con una distribución bastante homogénea, representando el segundo grupo más abundante. Este grupo presentó valores particularmente altos (614 y 421 ind./m<sup>3</sup>) en las estaciones 53 y 49 respectivamente.

Los ostrácodos presentaron una distribución homogénea a través de las estaciones muestreadas (Tabla III). El promedio de densidad de los organismos de este grupo fue de 51 ind./m<sup>3</sup>, el valor máximo (134 ind./m<sup>3</sup>) se registró en la estación 36 (Tabla III).

La abundancia de huevos y larvas de peces fue muy baja en comparación con la de los demás grupos taxonómicos (Tabla III), pues en promedio solo se registraron 1 huevo y 2 larvas/m<sup>3</sup>, solamente en la estación 49 (situada al sur de la Bahía de Guaymas) se obtuvo un valor relativamente alto de 8 huevos de peces/m<sup>3</sup>.

Los tunicados, constituidos principalmente por apendicularias presentaron un promedio de 12 ind./m<sup>3</sup>, mientras que las larvas de la langostilla (*Pleuromcodes planipes*) alcanzaron un promedio de 14 ind./m<sup>3</sup>, con un valor máximo de 110 larvas/m<sup>3</sup> en la estación 36 (Tabla III).

En términos de abundancia relativa total por grupos taxonómicos, los copépodos fueron el grupo más importante con un porcentaje de 44.36 % del zooplancton total. Le siguieron en orden de abundancia, los cladoceros, quetognatos y ostrácodos con porcentajes de 30.51, 7.22 y 6.56%, respectivamente; mientras que el resto de los grupos planctónicos alcanzaron valores de abundancia relativa total menores del 3% del zooplancton mixto (Tabla IV).

Tabla IV. Abundancias totales de los principales grupos taxonómicos del zooplankton del Golfo de California durante marzo de 1983.

GRUPO PLANCTONICO	Abundancia total	Abundancia relativa (%)	Abundancia acumulativa (%)
COPEPODOS	3,698	44.362	44.362
CLADOCEROS	2,544	30.518	74.880
QUETOGNATOS	605	7.223	82.114
OSTRACODOS	547	6.562	88.676
LARVAS DE EUFASIDOS	170	2.039	90.715
LARVAS DE LANGOSTILLA	156	1.871	92.586
TUNICADOS	136	1.631	94.217
SIFONOFOROS	126	1.512	95.729
EUFASIDOS	39	0.468	96.197
MEDUSAS	37	0.444	96.641
ANFIPODOS	20	0.400	97.040
LARVAS DE PECES	19	0.228	97.269
HUEVOS DE PECES	10	0.132	97.401
OTROS	230	2.743	100.000

## Estructura puntual del complejo zooplanctónico

### Estación 14

En general, los cladoceros fueron el grupo más abundante del zooplancton registrado en esta estación (Tabla III), con una densidad de 240 ind./m<sup>3</sup>, de los cuales el 100% correspondió a los individuos de la especie Penilia avirostris. El segundo grupo en orden de abundancia fue el de los copépodos, que alcanzaron una densidad de 155 ind./m<sup>3</sup>, a los cuales siguieron ostrácodos y quetognatos con valores de 35 y 33 ind./m<sup>3</sup>, respectivamente. Las larvas de langostilla (Pleuromcodes planipes) tuvieron una densidad de 12 larvas/m<sup>3</sup>. La abundancia total del zooplancton mixto en esta estación fue de 505 ind./m<sup>3</sup>, siendo las poblaciones de Oithona sp las más abundantes (Fig. 9b) y siguiendo en orden de abundancia Eucalanus pileatus, Pleurommana gracilis, Rhincalanus nasutus, Paracalanus parvus y Scolecithrix danae entre otros.

### Estación 18

En las figuras 10a y 10b se muestran los principales

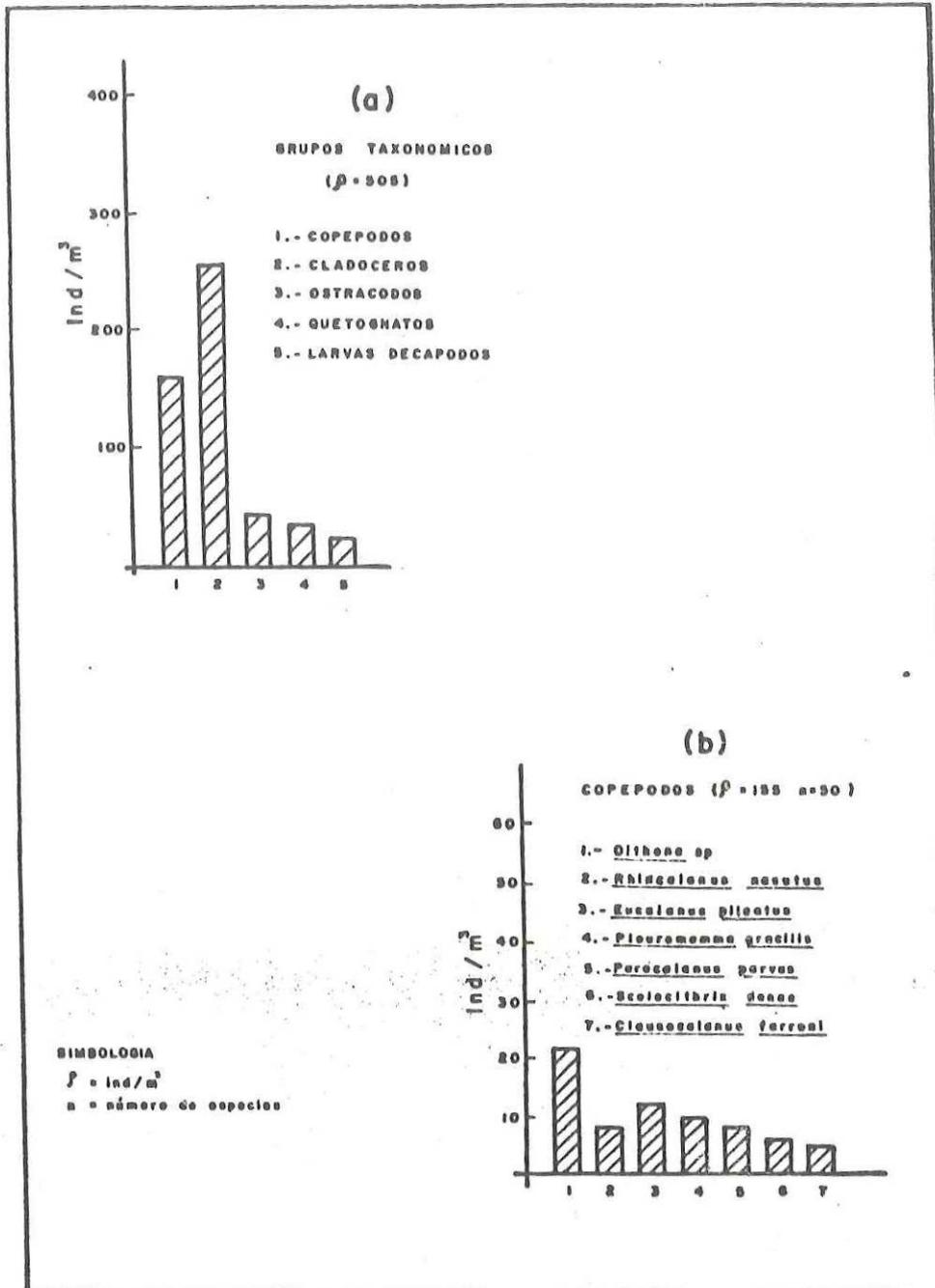


Fig. 9.-Abundancia de los principales componentes del zooplancton del Golfo de California ( Estación 14, Crucero 8303)

componentes taxonómicos de esta estación. En general, se encontró que el nivel de abundancia del zooplancton mixto fue de 222 ind./m<sup>3</sup> y que el grupo taxonómico más abundante fue el de los copépodos con una densidad de 87 ind./m<sup>3</sup> seguido por los ostrácodos y quetognatos que presentaron valores de 49 y 47 ind./m<sup>3</sup> respectivamente, (Tabla III). En esta estación la abundancia de cladoceros fue de solo 7 ind./m<sup>3</sup>, todos ellos de la especie *Penilia avirostris*.

Las principales poblaciones de copépodos de la estación 18 (Fig. 10b) fueron las de *Oithona* sp, con un valor ligeramente superior a los 10 ind./m<sup>3</sup>, seguido de *E. pileatus*, *P. parvus*, *E. subtenuis*, *P. gracilis* entre otros.

#### Estación 20

Los máximos niveles de abundancia de los principales componentes taxonómicos del zooplancton se registraron en la estación 20, ubicada en la región de la boca del Golfo, frente a las costas de la Península de Baja California con 620 ind./m<sup>3</sup> (Fig. 10c). El grupo taxonómico más abundante fue el de los copépodos con un valor de 391 ind./m<sup>3</sup>, y le siguieron en orden de abundancia quetognatos y ostrácodos con valores de 68 y 42 ind./m<sup>3</sup>, respectivamente. El grupo de los cladoceros

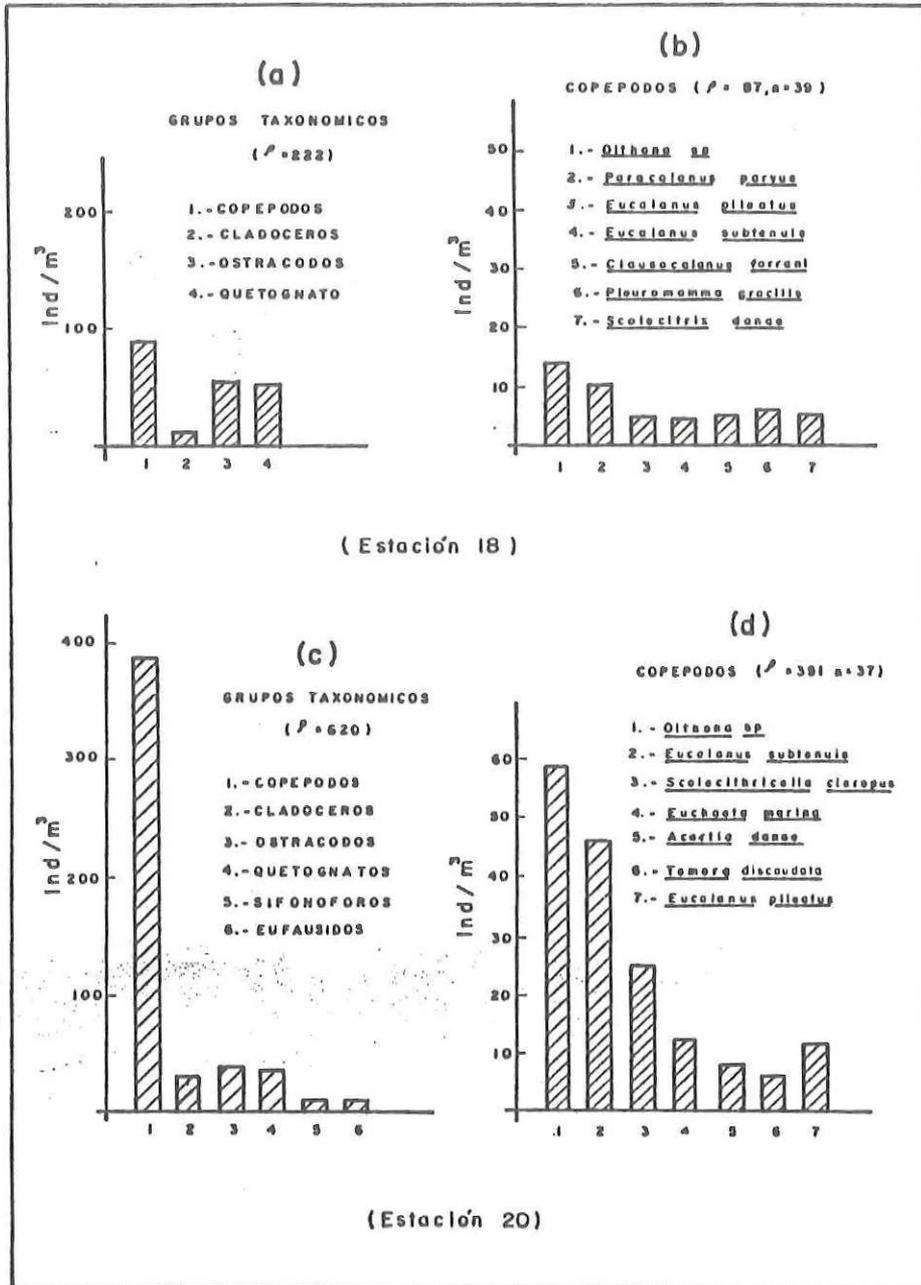


Fig.10.-Abundancia de los principales componentes del zooplancton del Golfo de California (crucero 8303).

presentó un valor relativamente bajo de solo 31 ind./m<sup>3</sup>, con una dominancia total de la especie *Penilia avirostris* dentro del grupo.

Las principales poblaciones de copépodos de esta estación fueron *Oithona* sp con un valor de 60 ind./m<sup>3</sup>, *Eucalanus subtenuis* con un valor de aproximadamente 45 ind./m<sup>3</sup>, *S. ctenopus* con una densidad ligeramente mayor a los 20 ind./m<sup>3</sup>, y con valores cercanos a los 10 ind./m<sup>3</sup> *Acartia danae*, *Temora discaudata*, *Euchaeta marina* y *Eucalanus pileatus* (Fig. 10d).

#### Estación 34

En este sitio de muestreo la abundancia del zooplancton mixto fue estimada en 493 ind./m<sup>3</sup> y nuevamente fueron los copépodos el grupo taxonómico más abundante, con un valor de 292 ind./m<sup>3</sup> (Tabla III). El segundo grupo en abundancia fue el de los cladoceros (90 ind./m<sup>3</sup>), y posteriormente le siguieron ostrácodos (46 ind./m<sup>3</sup>) y quetognatos (34 ind./m<sup>3</sup>) en orden de abundancia. Dentro de los cladoceros *Penilia avirostris* contribuyó en 93.3 %. En esta estación las larvas de langostilla *Pleuromcodes planipes* alcanzaron una densidad de 20 ind./m<sup>3</sup> (Tabla III).

Las poblaciones del copépodo ciclopoide *Oithona* sp también dominaron en esta estación (Fig. 11b). Otras poblaciones de relativa importancia, fueron *Pleuromma gracilis*, *S. marginata* y *Acartia danae*.

#### Estación 36

En esta estación se registró una densidad de zooplancton total de 901 ind/m<sup>3</sup>, siendo los grupos más abundantes copépodos y cladoceros con valores de 297 y 243 ind/m<sup>3</sup>, respectivamente (Tabla III). Otros grupos que mostraron valores altos en relación con las estaciones anteriores fueron los ostrácodos y las larvas de la langostilla (*Pleuromcodes planipes*), con valores de densidad de 134 y 110 ind/m<sup>3</sup>, respectivamente. El grupo de los quetognatos alcanzó un valor de 84 ind/m<sup>3</sup>, representando el quinto grupo en orden de abundancia (Fig. 11c).

Las principales poblaciones de copépodos fueron *Oithona* sp con un valor de 53 ind/m<sup>3</sup>, *Eucalanus pileatus*, *Canthocalanus pauper* y *C. arcuicornis* con valores de densidad que oscilaron entre 10 y 20 ind/m<sup>3</sup>, *Pleuromma gracilis*, *Paracalanus parvus* y *Temora discaudata* con valores cercanos a los 10 ind/m<sup>3</sup> (Figura 11d).

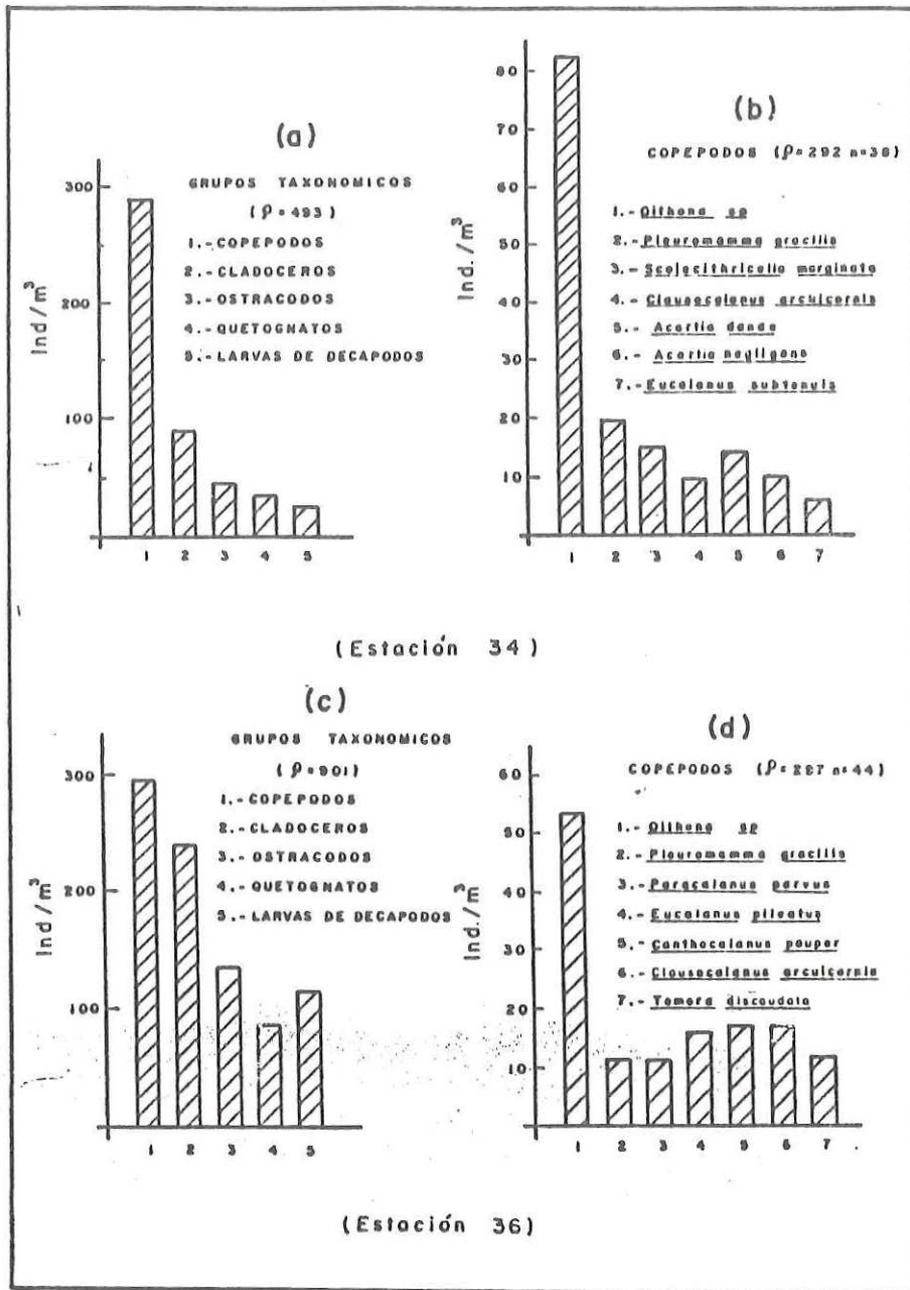


Fig. 11.- Abundancia de los principales componentes del Zooplankton del Golfo de California , ( Crucero 8303 ).

## Estación 38.

La abundancia del zooplancton total fue de 648 ind/m<sup>3</sup>, siendo los copépodos el grupo taxonómico más abundante con un valor de 342 ind/m<sup>3</sup>. Los cladoceros alcanzaron un valor de 153 ind/m<sup>3</sup> de los cuales el 97.4% correspondió a *Penilia avirostris* (mismo porcentaje de la estación anterior), mientras que los ostracodos, quetognatos y apendicularias (tunicados) alcanzaron valores de 61, 47 y 16 ind/m<sup>3</sup>, respectivamente (Fig. 12a). *Oithona* sp continuó siendo la especie más abundante (Fig. 12b), con valores de abundancia relativamente altos de *Pleuromma gracilis*, *Clausocalanus arcuicornis*, *Eucalanus pilcatus*, *Canthocalanus pauper*, *Paracalanus parvus* y *Temora discaudata*.

## Estación 49.

La densidad del zooplancton mixto de esta estación, ubicada un poco al sur de la Bahía de Guaymas, Sonora, fue de 1050 ind/m<sup>3</sup>, con copépodos y cladoceros como grupos más abundantes con valores de 429 y 412 ind/m<sup>3</sup>, respectivamente

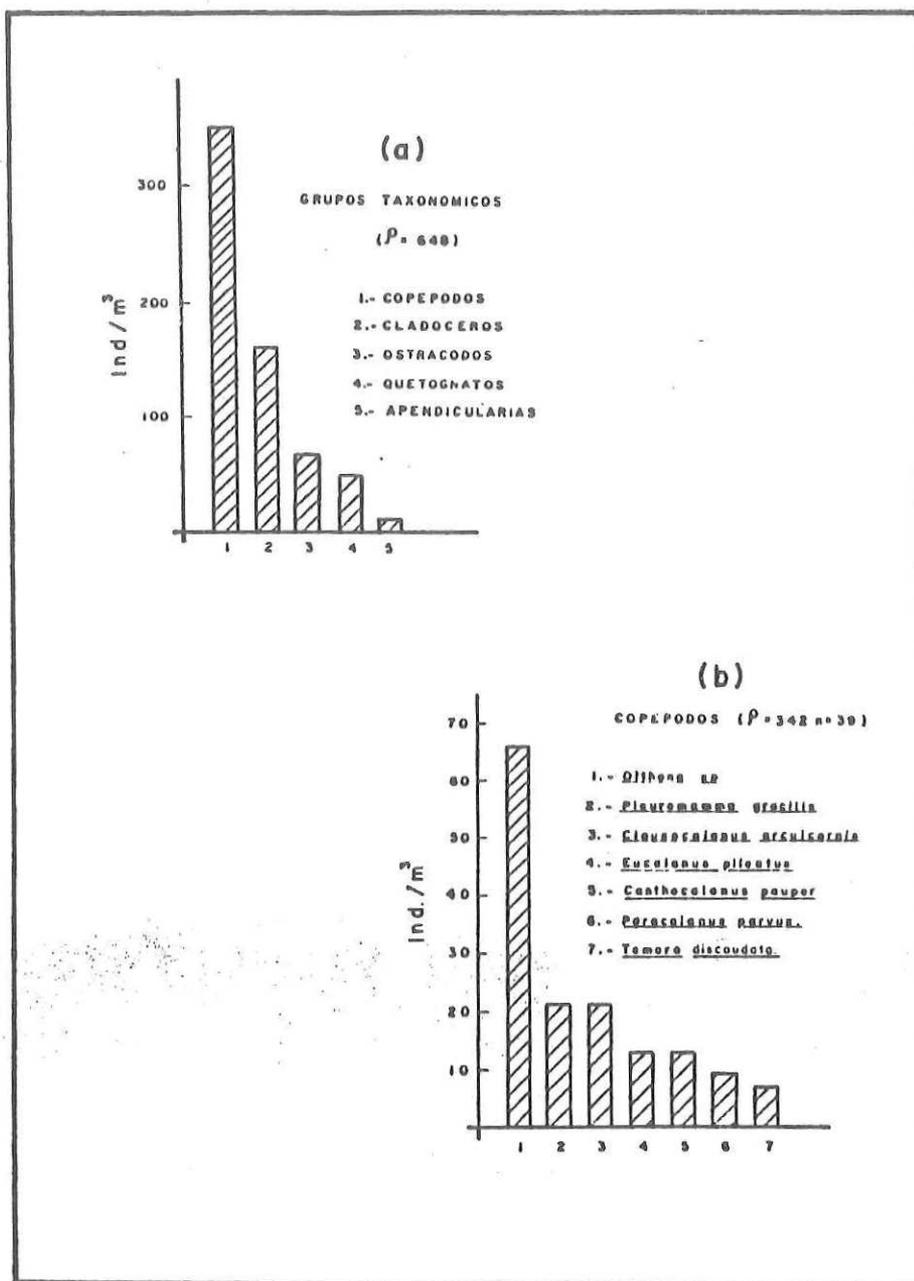


Fig. 12.- Abundancia de los principales componentes del zooplancton del Golfo de California ( Estación 38; Crucero 8303 ).

(Fig. 13a). De los individuos de los cladoceros el 98.55% correspondió a Penilia avirostris y el resto (2.45%) a individuos del género Eyaone. Ostracodos y quetognatos presentaron valores de 53 y 54 ind/m<sup>3</sup>, respectivamente, y sifonóforos y medusas registraron entre 19 y 22 ind/m<sup>3</sup>.

En la figura 13b se muestran los niveles de abundancia de las principales poblaciones de copépodos, entre los cuales se observa la misma estructura relativa que en las estaciones anteriores; sin embargo, aparecen otras especies con valores de abundancia relativamente altos, tales como Calanus pacificus, Acartia tonsa, Scolecithricella abyssalis y un incremento en las abundancias de Rhincalanus nasutus.

#### Estación 53

En esta estación se registró el segundo valor más alto en la densidad del zooplancton mixto con 1,402 ind/m<sup>3</sup>, siendo el grupo de los cladoceros el más abundante con un valor de 614 ind/m<sup>3</sup>, de los cuales el 97.66% correspondió a Penilia avirostris. Como segundo grupo en orden de abundancia se detectó al grupo de los copépodos con una densidad de 550 ind/m<sup>3</sup>, siguiendo en orden de abundancia quetognatos, ostracodos y sifonóforos con valores de 73, 67 y 34 ind/m<sup>3</sup>,

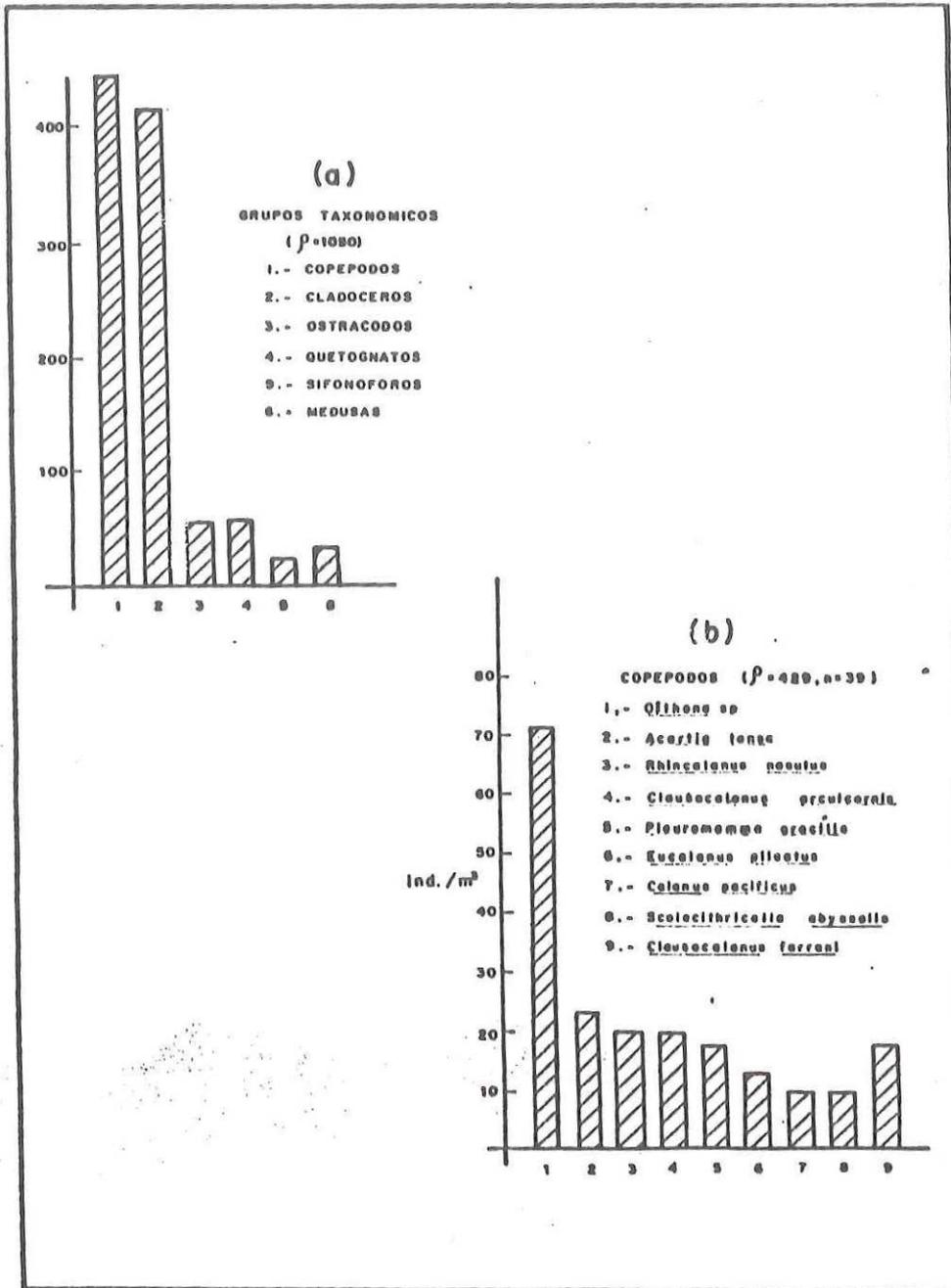


Fig. 13.- Abundancia de los principales componentes del zooplancton del Golfo de California (Estacion 49, Crucero 8303)

respectivamente (Figura 14a).

En esta estación se detectó el valor máximo de densidad de *Oithona* sp con 219 ind/m<sup>3</sup>. Otras poblaciones de copépodos de relativa abundancia fueron *Eucalanus pileatus*, *Clausocalanus jcebi*, *Clausocalanus arcuicornis*, *Pleuromma gracilis*, y en menor abundancia en relación a las anteriores, pero con valores de densidad relativamente altos, se presentó *Centropages furcatus*, *Acartia tonsa*, *Rhincalanus nasutus* y *Scolecithricella abyssalis* (Fig. 14b).

#### Estación 68.

La densidad global del zooplancton mixto fue de 616 ind/m<sup>3</sup>, y fueron los copépodos y cladoceros los que continuaron siendo los principales grupos taxonómicos en orden de abundancia, con valores de 231 y 240 ind/m<sup>3</sup>, respectivamente. En la Figura 15a se muestra que los grupos de los quetognatos, ostracodos y apendicularias también presentaron valores de abundancia de relativa importancia.

Dentro de las poblaciones de copépodos (Fig. 15b) *Oithona* sp fue la más abundante como en las estaciones anteriores, en

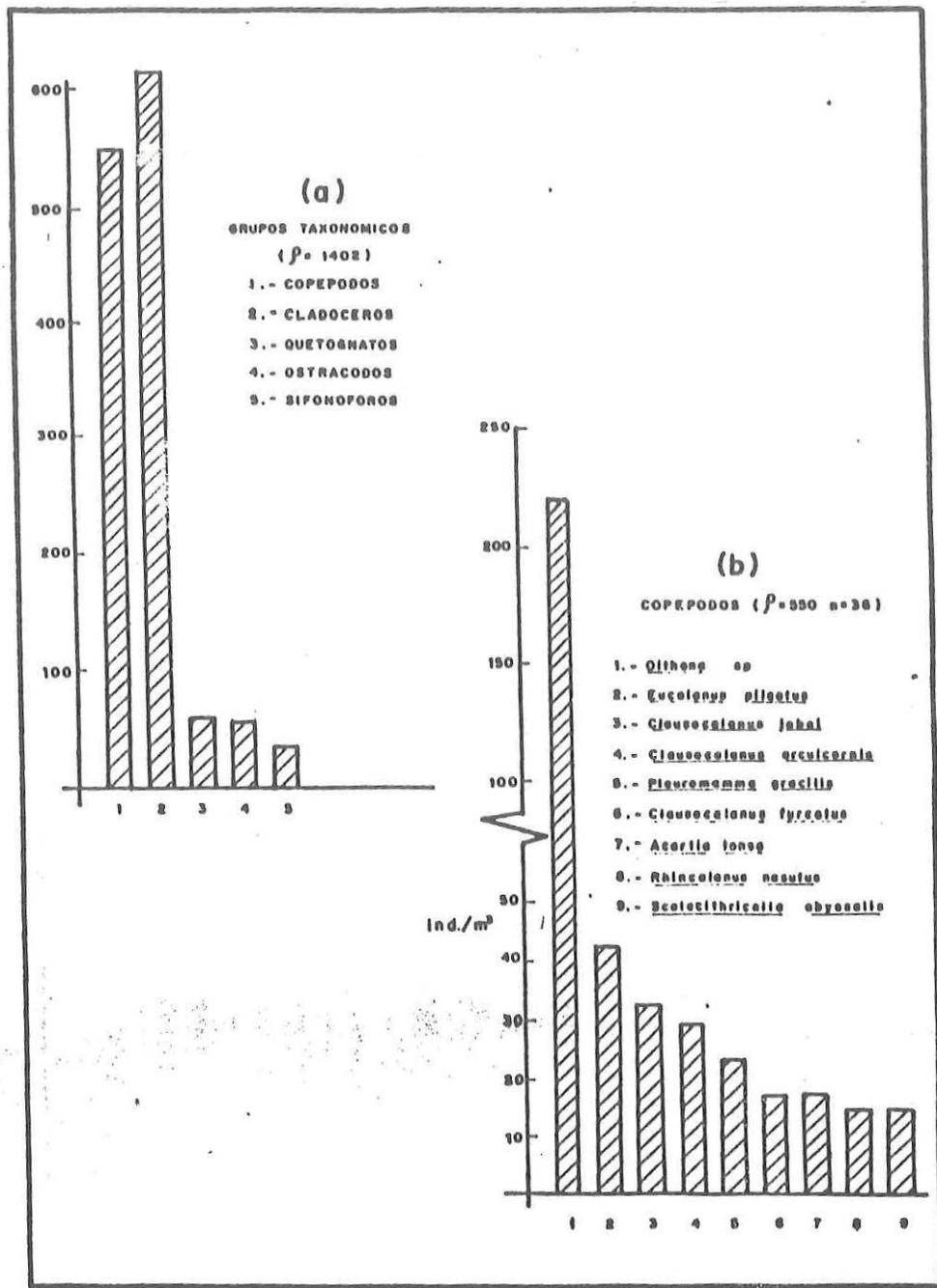


Fig.14.- Abundancia de los principales componentes del zooplancton del Golfo de California (Estacion 53, Crucero 8303)

esta ocasión con un valor de densidad de 43 ind/m<sup>3</sup>. Otras poblaciones con valores de abundancia relativamente altos fueron el copépodo ciclopoide *Corycaeus flaccus* (12 ind/m<sup>3</sup>), *Clausocalanus jobei* (5 ind/m<sup>3</sup>), *Pleurommama gracilis* (9 ind/m<sup>3</sup>) y *Acartia tonsa* y *Rhincalanus nasutus* (6 ind/m<sup>3</sup>).

#### Estación 70.

La densidad global del zooplancton (Fig. 15c) fue de 518 ind/m<sup>3</sup>, con los copépodos como grupo más abundante con una densidad de 214 ind/m<sup>3</sup>. Los cladoceros presentaron un valor de 155 ind/m<sup>3</sup>, mientras que los ostrácodos y quetognatos alcanzaron valores de 30 ind/m<sup>3</sup>, en ambos grupos. En esta estación los individuos de *Penilia avirostris* alcanzaron un 96.73% de los cladoceros totales. Otro de los grupos taxonómicos que presentaron valores de densidad relativamente altos fue el de los eufásidos, con un valor de 36 larvas y 3 adultos/m<sup>3</sup>.

Los resultados del análisis taxonómico de la fracción de los copépodos mostraron por primera vez la dominancia de otra especie diferente de *Oithona*, siendo *Pleurommama gracilis* el copépodo más abundante con un valor de 65 ind/m<sup>3</sup>, mientras que

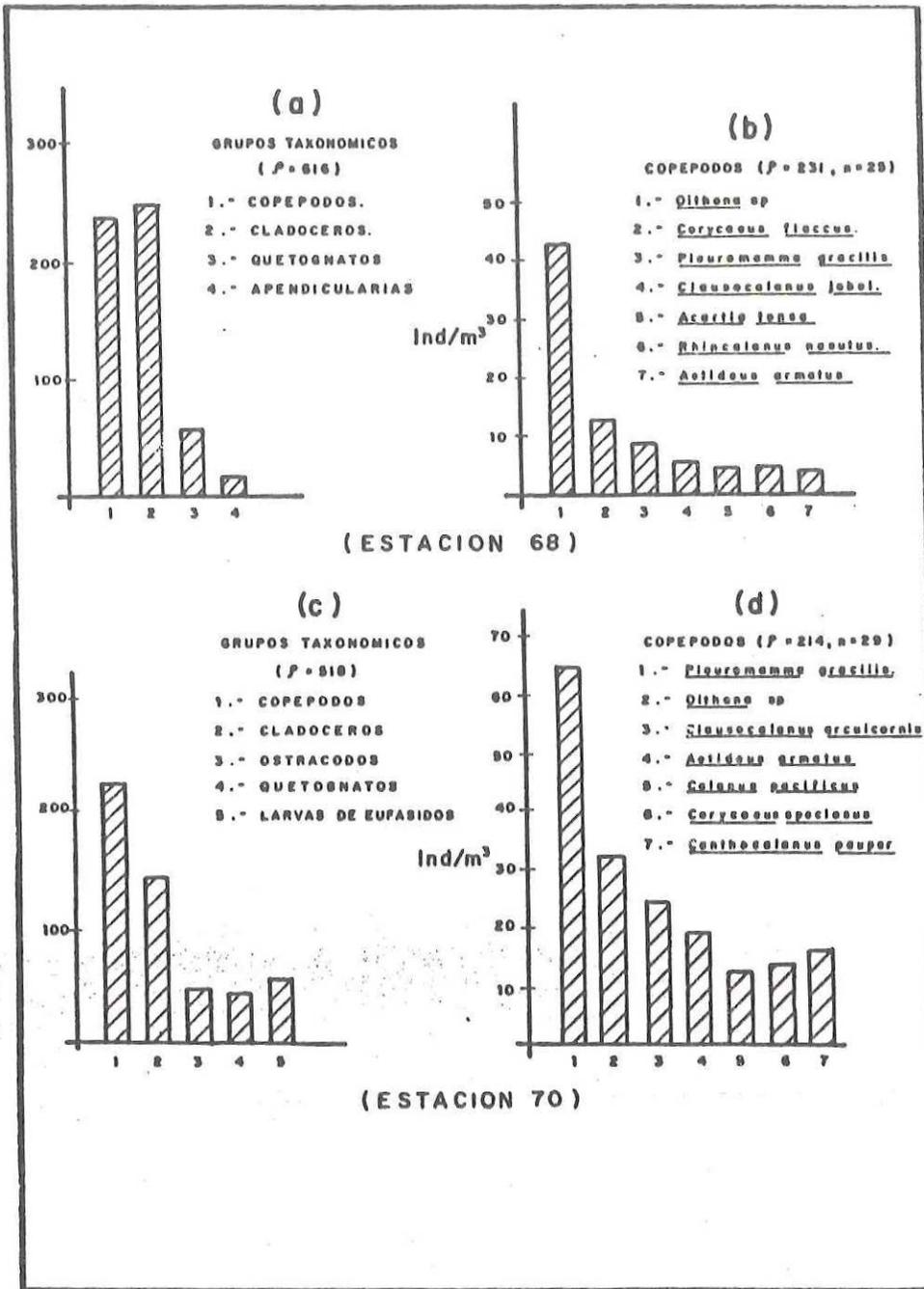


Fig.15.- Principales componentes del Zooplancton del Golfo de California (Crucero 8303)

los individuos el género *Oithona* ocuparon el segundo sitio en orden de abundancia con 32 ind/m<sup>3</sup>. Otras especies con valores de importancia numérica fueron: *Aetideus armatus*, *C. arcuicornis* y *Calanus pacificus*, y en menor abundancia en relación a las anteriores, *Corycaeus speciosus* *Canthocalanus pauper* (Figura 15d).

#### Estación 75.

La densidad del zooplancton global de esta zona fue la más alta de toda el área muestreada, con un valor de 1,460 ind/m<sup>3</sup>. El grupo dominante, los copepodos también presentaron su más alto valor de densidad con 710 ind/m<sup>3</sup>, mientras que cladoceros y eurásidos alcanzaron valores de 359 y 141 ind/m<sup>3</sup>, respectivamente (Fig. 16a). Dentro de este último grupo solo el 17% fueron formas adultas y el resto (83%) estuvieron constituidos principalmente por larvas. El 84.41% de los cladoceros correspondieron a *Penilia avirostris*, *Evadne* spp alcanzó un porcentaje de 15.59% de los cladoceros totales, el más alto en la zona muestreada.

En esta estación se registró el valor más alto de *Pleuromma gracilis*, al igual que en la estación 70, fue la

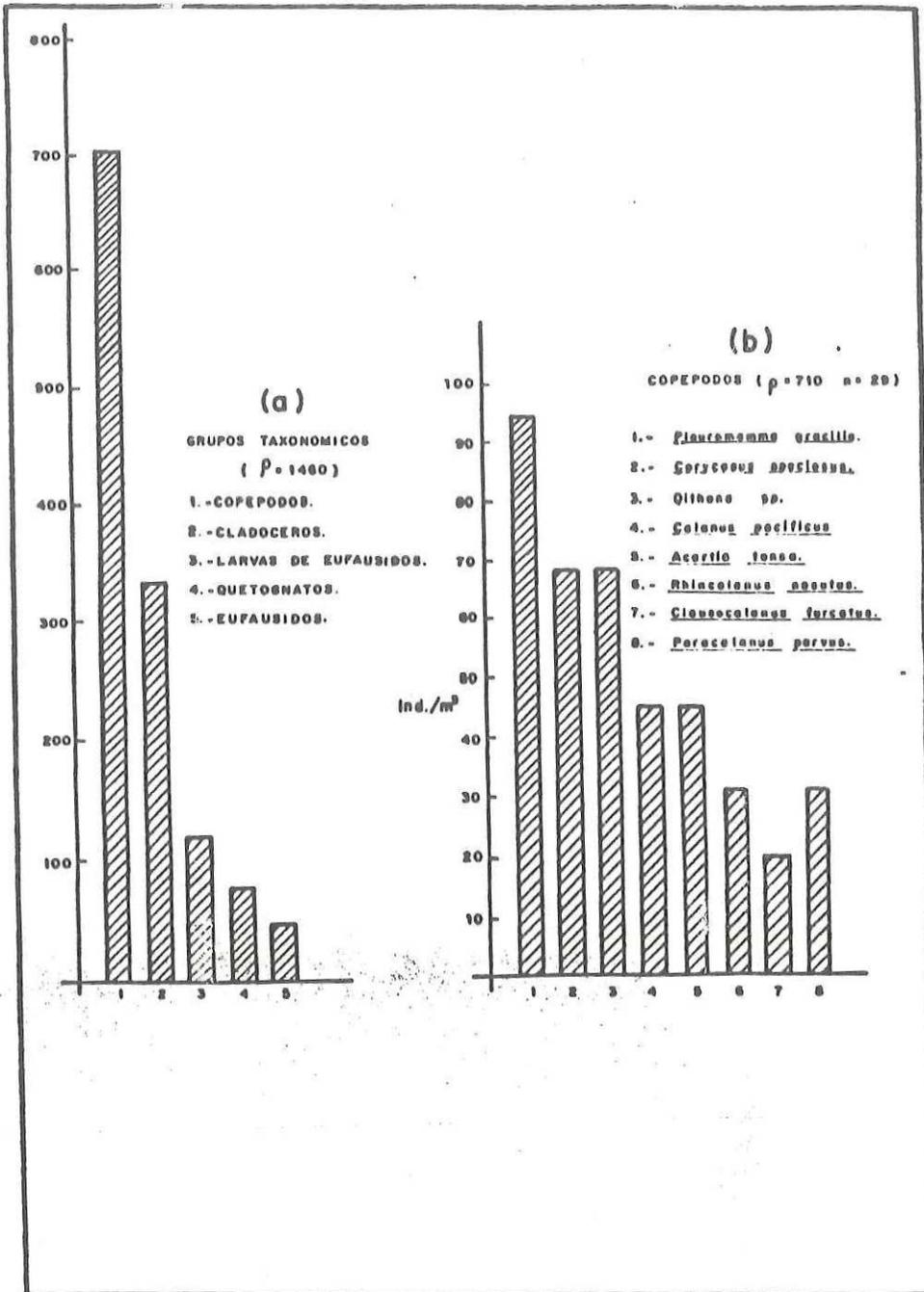


Fig.16.- Abundancia de los principales componentes del zoo-plancton del Golfo de California (Estacion 75, Crucero 8303.)

más abundante dentro de los copepodos con una densidad de 94 ind/m<sup>3</sup>. Otras especies con valores de densidad altos fueron *Corycaeus speciosus* y *Oithona* sp con valores de 67 y 66 ind/m<sup>3</sup>. *Calanus pacificus* y *Acartia tonsa* alcanzaron valores de 44 y 45 individuos/m<sup>3</sup>, mientras que *Centropages furcatus*, *Rhinocalanus nasutus* y *Paracalanus parvus* registraron valores que oscilaron entre 20 y 30 individuos/m<sup>3</sup> (Fig. 16b).

#### Parámetros estructurales de la fauna copepoda calanoide

En total se registró la presencia de 78 especies de copepodos, de los cuales 60 fueron calanoides, 16 ciclopoideas y 2 harpacticoides (Tabla V). El número de especies de los lances nocturnos no fue significativamente diferente del registrado en los lances diurnos ( $t = 0.616$ ;  $p < 0.05$ ).

En términos de abundancia total, los copepodos calanoides alcanzaron el 73% de los copepodos totales, mientras que los ciclopoideas el 26.8% y los harpacticoides solo el 0.2% (Fig. 17a).

Siguiendo el criterio utilizado por Brinton et al., (1986) para la clasificación de los copepodos por afinidad

Familia: CALANIDAE

Calanus pacificus  
Calanus tenuicornis  
Nannocalanus minor  
Canthocalanus pauper  
Undinula darwinii  
Undinula vulgaris

Familia: EUCALANIDAE

Eucalanus subtenuis  
Eucalanus pileatus  
Eucalanus inermis  
Eucalanus subcrassus  
Eucalanus attenuatus  
Eucalanus mucronatus  
Rhincalanus nasutus  
Rhincalanus cornutus

Familia: PARACALANIDAE

Paracalanus parvus  
Acrocalanus longicornis  
Calocalanus pavo  
Calocalanus plumulosus  
Ischnocalanus tenuis

Familia: PSEUDOCALANIDAE

Clausocalanus mastigophorus  
Clausocalanus jobei  
Clausocalanus furcatus  
Clausocalanus arcuicornis  
Clausocalanus farrani  
Clausocalanus lividus  
Spinocalanus sp.

Familia: CENTROPAGIDAE

Centropages furcatus  
Centropages sp.

Familia: AETIDEIDAE

Aetideus armatus  
Euaetideus bradyi  
Euaetideus giesbrechti  
Euchirella sp.

Familia: EUCHAETIDAE

Euchaeta acuta  
Euchaeta marina  
Euchaeta media  
Euchaeta longicornis

Familia: PHAENIDAE

Phaenna spinifera  
Xantocalanus sp.

Familia: SCOLECITHRIDAE

Scolecithrix bradyi  
Scolecithrix danae  
Scolecithricella ctenopus  
Scolecithricella marginata  
Scolecithricella abyssalis  
Scolecithricella tenuiserrata

Familia: TEMORIDAE

Temora discaudata

Familia: METRIDIIDAE

Pleuromamma gracilis  
Pleuromamma abdominalis/  
typica  
Pleuromamma abdominalis/  
edentata

Familia: LUCICUTIDAE

Lucicutia flavicornis

Familia: CANDACIIDAE

Candacia curta

Candacia catula

Candacia simplex

Candacia varicans

Candacia pachydactyla

Candacia aethiopica

Familia: PONTELLIIDAE

Labidocera diandra

Labidocera actua

Pontellina plumata

Pontellopsis sp.

Familia: ACARTIIDAE

Acartia danae

Acartia tonsa

Acartia negligens

Familia: OITHONIDAE

Oithona sp.

Familia: SAPPHIRINIDAE

Sapphirina darwini

Sapphirina nigromaculata

Copilia mirabilis

Familia: CORYCAEIDAE

Corycaeus robustus

Corycaeus flaccus

Corycaeus speciosus

Corycaeus clausi

Corycaeus lautus

Corycaeus latus

Corycaeus ovalis

Corycaeus brehmi

Familia: CLYTEMNESTRIDAE

Clytemnestra sp.

Familia: ECTINOSMIDAE

Microstella morvegica

Familia: ONCAEIDAE

Oncaea venusta

Oncaea media

---

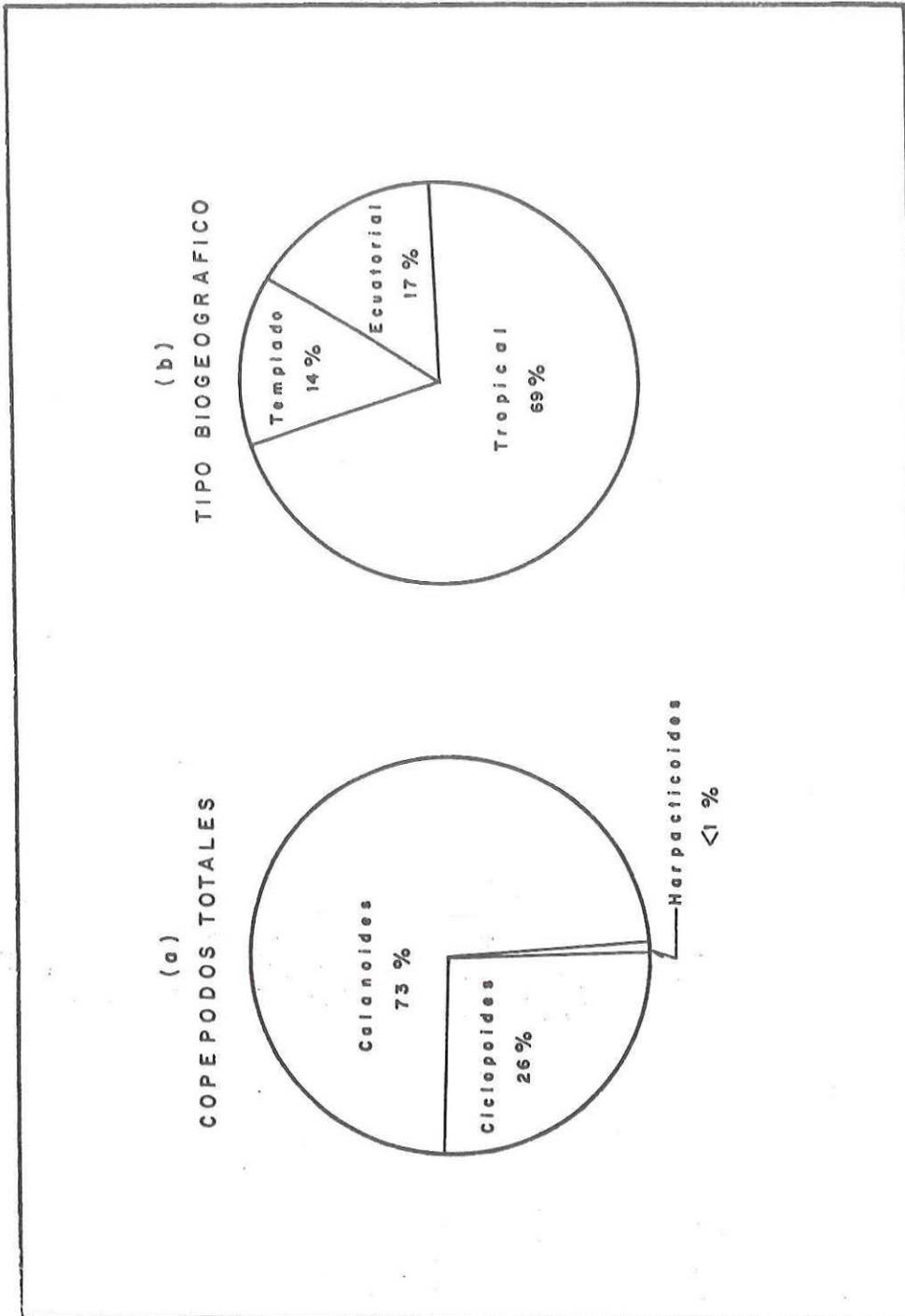


FIG. 17.- PORCENTAJE DE ABUNDANCIA RELATIVA DE LOS COPEPODOS TOTALES POR GRUPOS TAXONOMICOS (a) Y DE AFINIDAD BIOGEOGRAFICA DE LOS COPEPODOS CALANOIDES (b).

biogeográfica y por su tipo de hábitat, se encontró que las especies de afinidad tropical alcanzaron un 69%, mientras que las ecuatoriales el 17% y las especies templadas solo el 14.0% (Fig. 17b).

Con base en el tipo de hábitat de los copépodos calanoides tropicales encontrados durante este crucero, se encontró que el 78% de los organismos fueron especies con tendencia de distribución oceánica, el 10% fueron especies neríticas y el 12% especies costeras (Fig. 18a); mientras que dentro de las especies ecuatoriales las poblaciones de especies neríticas y costeras aumentaron ligeramente sus abundancias alcanzando valores de 25 y 17%, respectivamente (Fig. 18b). Dentro de esta misma clasificación, las especies oceánicas también fueron las más abundantes (58%) dentro de de las especies ecuatoriales totales (Fig. 18b). Entre las especies de afinidad templada se encontró que el 45% fueron individuos de especies costeras, el 37% fueron especies neríticas y solo el 18% fueron especies oceánicas (Fig. 18c).

En la Figura 19 se muestran los valores de los diferentes índices de diversidad utilizados. En general, se encontró que los dos índices (Shannon y Simpson) siguieron la misma tendencia, al presentar valores bajos en la región cercana a las islas Tiburón y San Esteban y valores relativamente altos en la región sur del Golfo. Sin embargo, también se observa

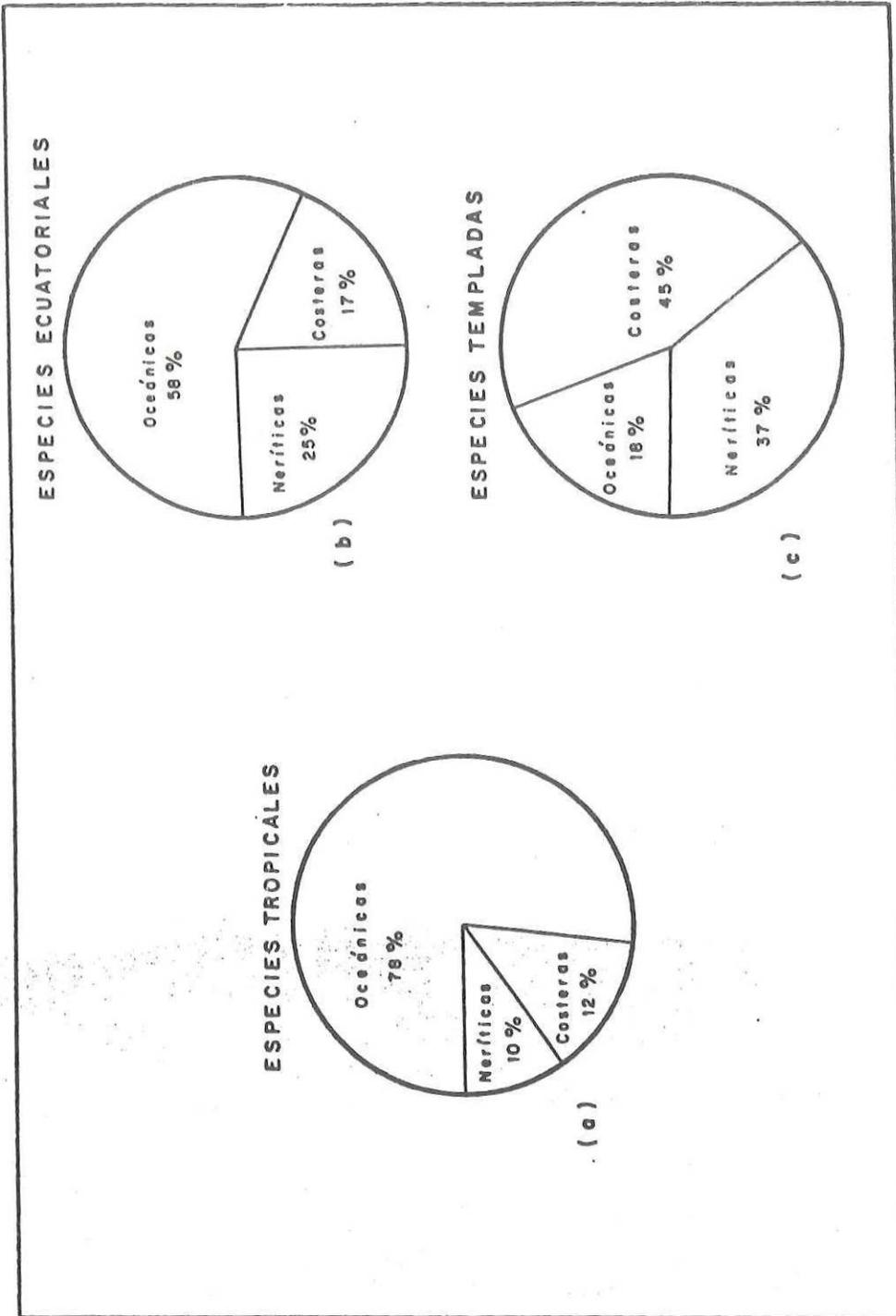


FIG. 18.- PORCENTAJE DE ABUNDANCIA RELATIVA DE LOS COPEPODOS CALANOIDES POR SU TIPO DE HABITAT.

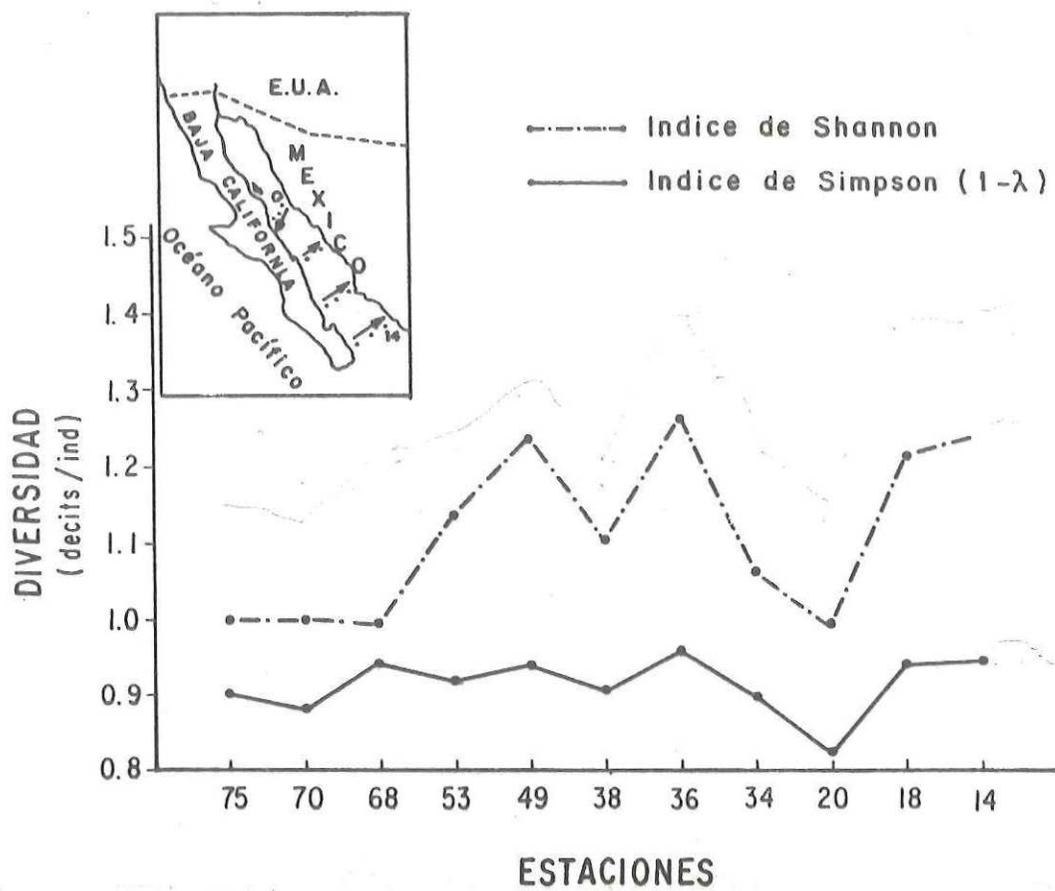


Fig. 19.- Parámetros estructurales de la fauna copépoda calanoide del Golfo de California durante marzo de 1983.

que las estaciones mas cercanas a la costa presentaron valores mas bajos que las estaciones oceánicas del transecto ubicado frente a la Bahía de Topolobampo y estación 20 del transecto localizado en la boca del Golfo, cerca de la costa Bajacaliforniana. Los valores del índice de Shannon oscilaron dentro de un rango de valores de 0.981 a 1.035 decits/ind. correspondiendo el valor mas alto a la estación 36 y el mas bajo a la estación 20. Los valores del índice de Simpson mostraron una situación similar, con un rango de valores de 0.849 a 0.982 decits/ind.

La Tabla VI muestra el número de individuos de las especies de copépodos calanoides registrados en cada estación contada. En general, se observa que 27 especies fueron encontradas con mucha frecuencia (en más de 5 estaciones), de las cuales Eucalanus subtennis (dominante en la estación 20) y Pleuronamma gracilis (dominante en la estación 34) presentaron los valores de abundancia más altos. Clausocalanus arcuicornis, Acartia tonsa, Euchaeta marina y Rhincalanus nasutus también mostraron valores relativamente altos en algunas estaciones (Tabla VI).

En relación con el número de especies de copépodos calanoides del sistema, se encontró que las estaciones de la región sur del Golfo presentaron un mayor número de especies (29 a 37 especies) que la región central (18 a 30 especies)

Tabla VI. Abundancia relativa de los copépodos calanoides del Golfo de California durante marzo de 1983.

TAXA	ESTACIONES													
	Sur							Central						
	14	18	20	34	36	38	49	53	68	70	75			
<u>Calanus pacificus</u>	2	-	-	5	-	-	15	6	2	10	11			
<u>Calanus tenuicornis</u>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-			
<u>Nannocalanus minor</u>	6	4	8	7	7	2	9	4	1	-	1			
<u>Canthocalanus pauper</u>	-	-	4	-	16	21	-	-	-	13	3			
<u>Undinula darwini</u>	1	-	-	10	5	5	-	-	-	6	-			
<u>Undinula vulgaris</u>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-			
<u>Eucalanus subtenuis</u>	4	16	148	37	5	-	29	1	-	-	-			
<u>Eucalanus pileatus</u>	18	18	37	3	15	21	19	35	1	5	4			
<u>Eucalanus inermis</u>	2	1	7	-	-	-	-	-	-	-	-			
<u>Eucalanus subcrassus</u>	2	3	3	-	-	-	-	-	-	2	-			
<u>Eucalanus attenuatus</u>	2	2	8	3	-	-	-	1	-	-	-			
<u>Eucalanus mucronatus</u>	-	-	-	1	-	1	-	2	1	-	-			
<u>Rhincalanus nasutus</u>	12	5	6	-	1	-	29	12	4	3	1			
<u>Rhincalanus cornutus</u>	2	2	4	15	11	4	5	-	2	5	6			
<u>Paracalanus parvus</u>	12	6	-	-	11	15	-	-	2	5	5			
<u>Acrocalanus longicornis</u>	-	1	-	2	-	-	1	-	2	-	-			
<u>Calocalanus pavo</u>	2	-	2	1	3	1	-	-	-	-	-			
<u>Calocalanus plumulosus</u>	-	1	-	-	-	4	5	4	1	1	-			
<u>Ischnocalanus tenuis</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1			
<u>Clausocalanus jobei</u>	3	1	2	-	-	-	2	27	5	-	3			
<u>C. arcuicornis</u>	2	1	10	25	10	35	29	25	4	19	1			
<u>C. mastigophorus</u>	-	-	-	2	-	-	5	-	-	-	-			
<u>Clausocalanus furcatus</u>	3	3	2	20	5	-	3	15	3	2	5			
<u>Clausocalanus farrani</u>	-	1	1	15	2	-	29	3	-	4	-			
<u>Clausocalanus lividus</u>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-			
<u>Spinocalanus sp.</u>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-			

Cont. Tabla VI

<u>Actideus armatus</u>	2	-	3	4	4	4	1	-	4	15	-
<u>Euaetideus bradyi</u>	-	-	3	-	2	-	9	-	-	-	1
<u>Euaetideus giesbrechti</u>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Euchirella sp.</u>	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Euchaeta acuta</u>	2	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Euchaeta marina</u>	2	5	18	5	9	-	9	-	-	1	-
<u>Euchaeta media</u>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Euchaeta longicornis</u>	1	2	-	-	-	-	15	-	2	-	-
<u>Phaera spinifera</u>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Xantocalanus sp.</u>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Scolecithrix bradyi</u>	-	1	-	2	-	-	-	-	1	-	-
<u>Scolecithrix danae</u>	10	6	8	3	6	-	5	-	1	-	3
<u>Scolecithricella ctenopus</u>	4	8	-	1	-	-	-	3	-	-	-
<u>Scolecithricella marginata</u>	8	3	8	11	7	-	15	3	-	-	-
<u>Scolecithricella abyssalis</u>	1	-	1	2	6	-	15	12	-	6	2
<u>Scolecithricella tenuiserrata</u>	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Temora discaudata</u>	8	3	20	12	12	-	9	3	1	-	2
<u>Pleuromamma gracilis</u>	16	3	3	125	11	35	24	20	7	52	21
<u>Pleuromamma abdominalis</u>	2	1	5	6	-	-	1	1	1	-	-
<u>Centropages furcatus</u>	-	2	-	18	2	3	5	9	1	2	-
<u>Centropages sp.</u>	-	2	-	-	-	-	15	8	1	-	-
<u>Lucicutia flavicornis</u>	2	1	-	4	7	9	-	-	1	-	-
<u>Candacia curta</u>	2	-	-	3	1	4	-	-	-	-	-
<u>Candacia catula</u>	2	2	5	15	2	1	-	-	-	1	-
<u>Candacia pachydactyla</u>	2	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-
<u>Candacia simplex</u>	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Candacia aethiopica</u>	-	-	-	2	-	-	-	3	-	-	-
<u>Labidocera diandra</u>	2	2	-	-	6	-	-	-	-	-	-
<u>Labidocera acuta</u>	2	2	-	2	2	-	-	-	-	-	-
<u>Pontellina plumata</u>	-	-	-	2	2	1	-	-	-	-	-
<u>Pontellopsis sp.</u>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Acartia danae</u>	4	2	26	30	8	1	5	3	4	15	7
<u>Acartia tonsa</u>	3	-	-	93	4	-	34	15	4	-	-
<u>Acartia negligens</u>	-	-	4	63	-	-	-	-	-	-	-

Cont. Tabla VI

Abundancia	151	121	384	601	183	213	343	229	48	182	87
No identificados	49	53	119	46	29	146	128	42	11	81	36
Calanoides totales	200	174	503	647	212	362	471	271	59	263	123
Volumen de agua filtrado (m )	208	315	206	207	244	212	185	209	200	204	114
No. de especies identificadas	37	37	29	33	33	36	29	27	18	23	30

(Tabla VI). Resultados del análisis de varianza (Tabla VII) entre el número de especies de ambas zonas, mostraron que las diferencias en el número de especies fueron significativas ( $p < 0.05$ ), lo que nos sugiere la existencia de un posible complejo faunístico diferente en cada región.

En general, la abundancia de copépodos calanoides osciló dentro de un rango de 71 a 552 ind/m<sup>3</sup>, localizándose el valor máximo en la estación 75 y el mínimo en la estación 18 (Tabla VI).

En términos de abundancias relativas a través de las muestras analizadas, se encontró que la especie *Pleurommana gracilis* fue la más importante con un valor de 12.5% de los copépodos calanoides totales. *Eucalanus subtenuis* fue segundo en el orden de importancia con un valor de 9.4%, y le siguieron en orden de abundancia las poblaciones de *Eucalanus pileatus*, *Acartia tonsa* y *Clausocalanus arcuicornis* con valores de 6.89%, 6.86% y 6.31%, respectivamente (Tabla VIII).

La especie más importante dentro de los copépodos fue *Pleurommana gracilis* con un valor de 393 (Tabla IX), mientras que *Eucalanus pileatus*, *Clausocalanus arcuicornis*, *S. marginata* y *Temora discaudata* le siguieron en orden de importancia con valores de 379, 373, 360, y 325, respectivamente. *Eucalanus subtenuis* y *Acartia tonsa*, especies

Tabla VII. Análisis de varianza entre el número de especies de copépodos calanoides de las regiones central y sur del Golfo de California, durante marzo de 1983.

Fuente de Variación	G.L.	S.S.	M.S.	F
Entre	3	369	123	7.36*
Dentro	8	134	16.7	
Total	11	503		

\* . significativa al 95% de confianza.

Tabla VIII. Abundancias totales y relativas de las principales poblaciones de copépodos calanoides del conjunto de las 11 estaciones analizadas del Golfo de California durante marzo de 1983 (n=11).

Orden	Abundancia total	Abundancia relativa (%)	Abundancia acumulativa	Especies
1	319	12.50	12.50	<u>Pleuromamma gracilis</u>
2	240	9.40	21.90	<u>Eucalanus subtenuis</u>
3	176	6.89	28.80	<u>Eucalanus pileatus</u>
4	175	6.86	35.66	<u>Acartia tonsa</u>
5	161	6.31	41.97	<u>Clausocalanus arcuicornis</u>
6	92	3.60	45.57	<u>S. marginata</u>
7	91	3.57	49.14	<u>Euchaeta marina</u>
8	86	3.37	52.51	<u>Acartia danae</u>
9	83	3.25	55.76	<u>Temora discaudata</u>
10	73	2.86	58.62	<u>Rhincalanus nasutus</u>
11	67	2.62	61.24	<u>Acartia negligens</u>
12	61	2.39	63.64	<u>Clausocalanus furcatus</u>
13	60	2.35	65.98	<u>Scolecithrix danae</u>
14	58	2.27	68.26	<u>Canthocalanus pauper</u>
15	56	2.19	70.45	<u>Paracalanus parvus</u>
16	55	2.16	71.61	<u>Clausocalanus farrani</u>
17	54	2.12	74.72	<u>Rhincalanus cornutus</u>
18	53	2.08	76.80	<u>Limnicutia flavicornis</u>
19	51	1.99	78.80	<u>Calanus pacificus</u>
20	49	1.92	80.72	<u>Nannocalanus minor</u>
21	49	1.92	82.64	<u>S. abyssalis</u>
22	44	1.72	84.36	<u>Centropages furcatus</u>
23	43	1.69	86.05	<u>Clausocalanus jobei</u>
24	36	1.41	87.46	<u>Aetideus armatus</u>
25	31	1.22	88.67	<u>Candacia aethiopica</u>
26	27	1.06	89.72	<u>Candacia catula</u>
27	27	1.06	90.78	<u>Undinula garwinni</u>

que ocuparon el segundo y cuarto sitio en el orden de abundancia total, apenas alcanzaron los lugares 18 y 13 en los valores del IVB (Tabla IX).

Las estimaciones de afinidad, calculadas con el índice de Jaccard entre las estaciones de la fauna copépoda calanoide, mostraron la presencia de valores bajos de similitud, pues solamente tres pares de estaciones mostraron valores de similitud mayores de 0.6, siendo los pares 14-18, 34-49 y 49-53; sin embargo, varias estaciones presentaron valores mayores de 0.5 (Tabla X).

Las figuras 20 y 21 muestran la afinidad entre las estaciones en forma de dendrograma y su representación espacial en el Golfo. Se observa la presencia de dos grandes zonas con diferentes agrupaciones faunísticas: la zona central, ubicada entre la zona de las islas Tiburón y San Estéban y la región de la Cuenca de Guaymas; y la zona sur, entre la Cuenca de Guaymas y la boca del Golfo. Ambas zonas geográficas presentaron diferencias importantes en el orden de abundancia de las principales poblaciones de copépodos (Tablas XI y XII).

Tabla IX. Indices de valor biológico (IVB) de las principales poblaciones de copépodos calanoides del Golfo de California durante marzo de 1983.

Orden	Especie	IVB
1	<u>Pleuromamma gracilis</u>	393
2	<u>Eucalanus pileatus</u>	379
3	<u>Clausocalanus arcuicornis</u>	373
4	<u>Scolecithricella marginata</u>	360
5	<u>Temora discaudata</u>	325
6	<u>Clausocalanus furcatus</u>	313
7	<u>Lucicutia flavicornis</u>	309
8	<u>Nannocalanus minor</u>	308
9	<u>Rhincalanus nasutus</u>	291
10	<u>Euchaeta marina</u>	284
11	<u>Scolecithrix danae</u>	282
12	<u>Rhincalanus cornutus</u>	282
13	<u>Acartia tonsa</u>	277
14	<u>Centropages furcatus</u>	275
15	<u>Scolecithricella abyssalis</u>	266
16	<u>Paracalanus parvus</u>	242
17	<u>Aetideus armatus</u>	238
18	<u>Eucalanus subtenuis</u>	235
19	<u>Acartia danae</u>	229
20	<u>Calanus pacificus</u>	223
21	<u>Clausocalanus jobei</u>	222
22	<u>Clausocalanus farrani</u>	207
23	<u>Canthocalanus pauper</u>	202
24	<u>Candacia aethiopica</u>	186
25	<u>Euchaeta longicornis</u>	185
26	<u>Calocalanus plumulosus</u>	182
27	<u>Candacia catula</u>	173
28	<u>Pleuromamma abdominalis</u>	168
29	<u>Undinula darwinii</u>	150
30	<u>Eucalanus attenuatus</u>	140

No. de archivos procesados:	11
Puntaje máximo asignado:	38
Porcentaje usado:	95%

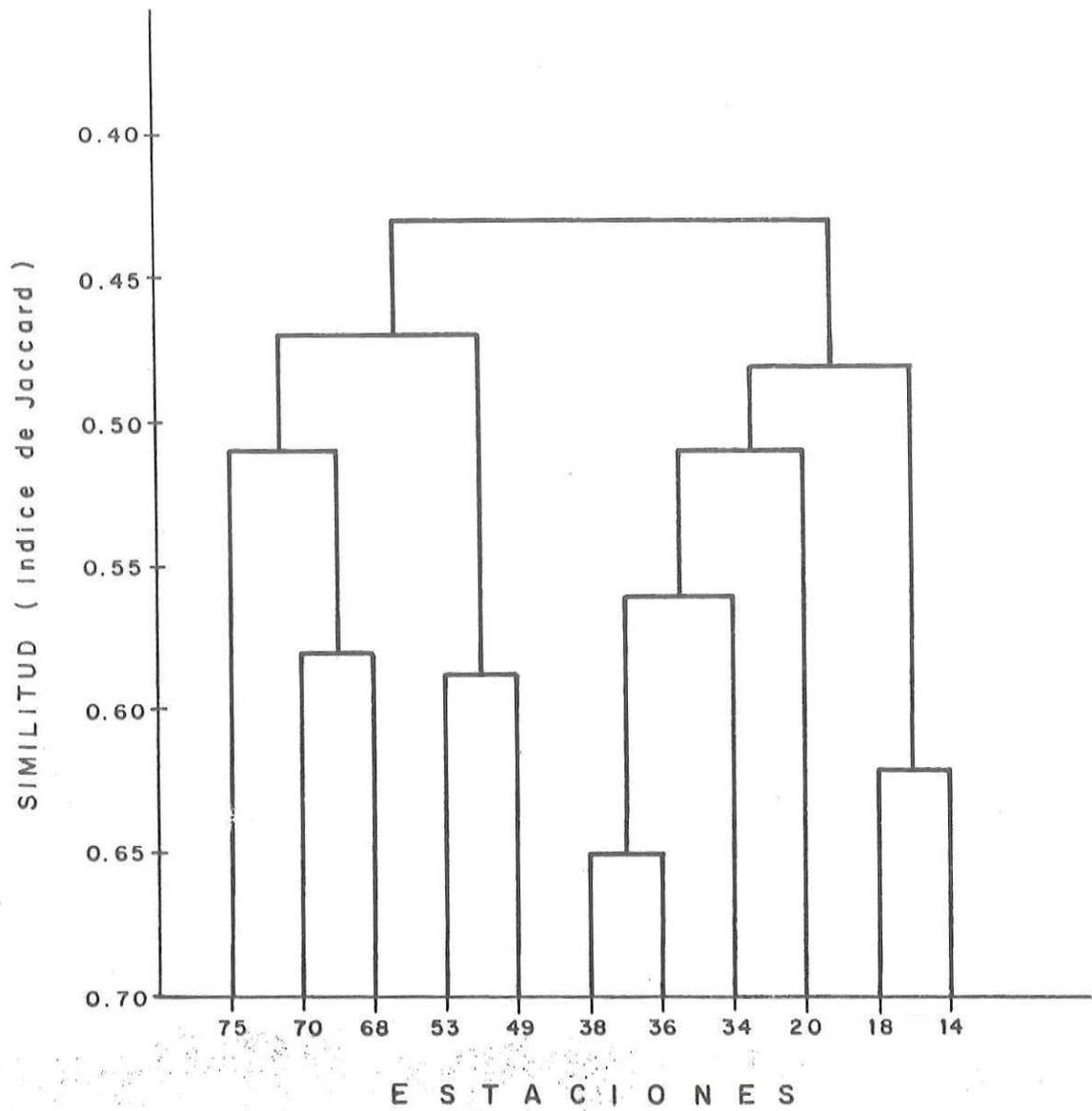


Figura 20.- Dendrograma de afinidad entre estaciones de la fauna copepoda calanoide del Golfo de California durante Marzo de 1983

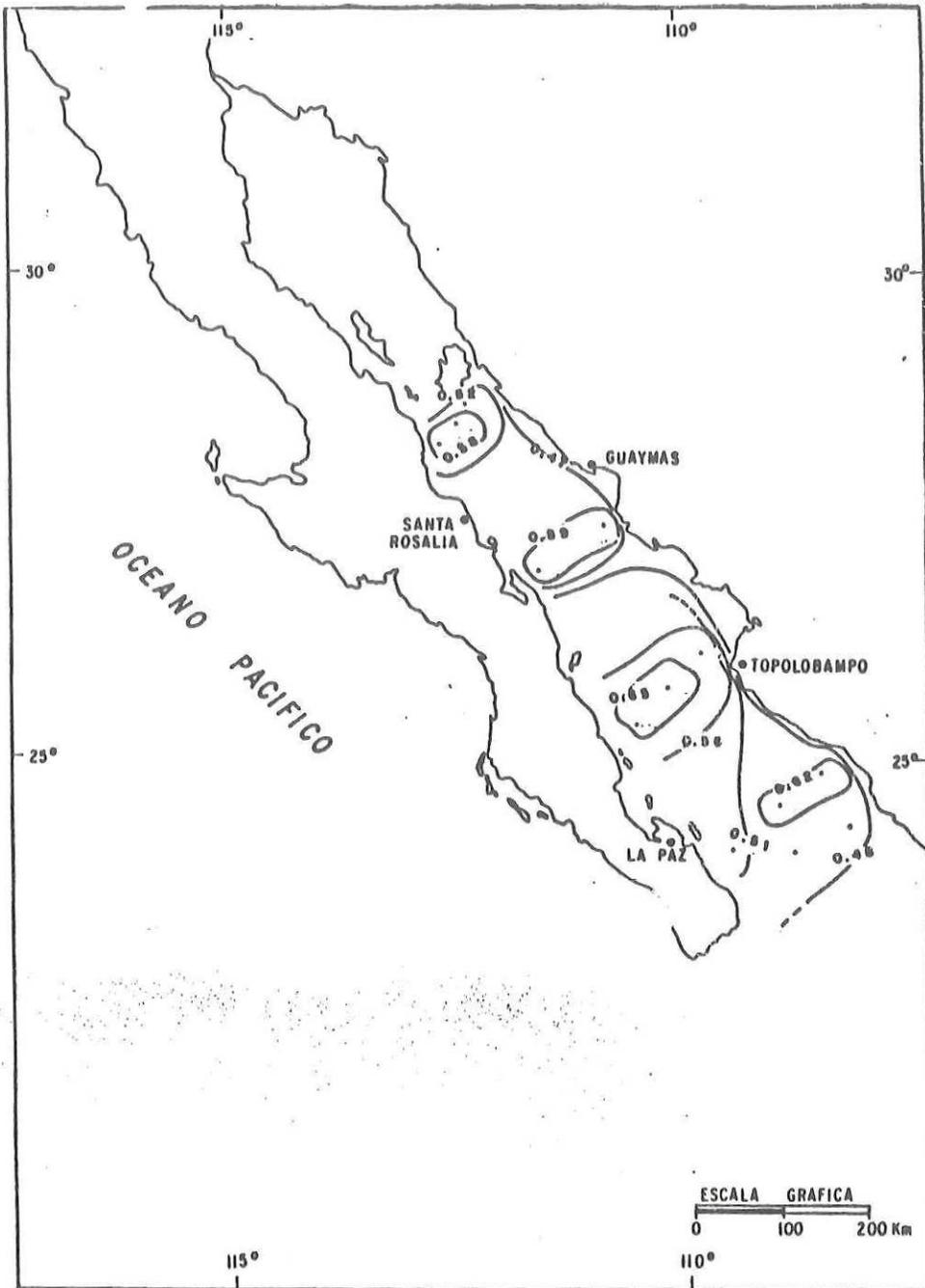


Fig. 21.- Asociaciones faunísticas del Golfo de California durante marzo de 1983.

Tabla X. Matriz de similitud (basada en el índice de Jaccard) entre estaciones de la fauna copépoda del Golfo de California, durante marzo de 1983.

		Estaciones									
		14	18	20	34	36	38	49	53	68	70
18	0.62										
20	0.52	0.48									
34	0.55	0.41	0.54								
36	0.55	0.47	0.50	0.52							
38	0.39	0.32	0.43	0.50	0.58						
49	0.48	0.50	0.54	0.61	0.49	0.46					
53	0.47	0.45	0.41	0.51	0.40	0.33	0.65				
68	0.37	0.36	0.30	0.37	0.37	0.41	0.53	0.52			
70	0.43	0.39	0.41	0.44	0.51	0.48	0.56	0.42	0.52		
75	0.39	0.35	0.40	0.36	0.47	0.48	0.56	0.45	0.58	0.50	

Estaciones

Tabla XI. Principales poblaciones de copépodos calánoideos de la región central del Golfo de California.

Orden	Conteos	Abundancia relativa (%)	Abundancia acumulativa (%)	Especies
1	124	14.01	14.01	<u>Pleuromamma gracilis</u>
2	78	8.81	22.82	<u>Clausocalanus arcuicornis</u>
3	75	8.48	31.30	<u>Acartia tonsa</u> *
4	49	5.54	36.84	<u>Rhincalanus nasutus</u> *
5	44	4.97	41.91	<u>Calanus pacificus</u> *
6	37	4.18	46.09	<u>Clausocalanus jobei</u> *
7	36	4.07	50.16	<u>Clausocalanus farrani</u>

\* especies de afinidad templada.

Tabla XII. Principales poblaciones de copépodos calanoides de la región sur del Golfo de California.

Orden	Conteos	Abundancia relativa (%)	Abundancia acumulativa (%)	Especies
1	210	12.76	12.76	<u>Eucalanus subtenuis</u>
2	190	11.54	24.30	<u>Pleuromamma gracilis</u>
3	112	6.80	31.10	<u>Eucalanus pileatus</u>
4	100	6.07	37.17	<u>Acartia tonsa</u> *
5	83	5.04	42.21	<u>Clausocalanus arcuicornis</u>
6	79	4.80	47.01	<u>Euchaeta marina</u>
7	71	4.31	51.32	<u>Acartia danae</u>
8	68	4.13	55.45	<u>Temora stylifera</u>

\* especies de afinidad templada.

### Relaciones entre las variables

Los resultados de los análisis de correlación lineal entre las variables, indicaron la existencia de correlaciones negativas altamente significativas entre la temperatura superficial del agua y los datos transformados (log) de la biomasa del zooplancton expresada como peso húmedo ( $r = -0.72$ ;  $p < 0.01$ ), y peso seco ( $r = -0.56$ ;  $p < 0.05$ ). Sin embargo, no se encontró ninguna correlación entre los datos transformados de las diferentes estimaciones de la biomasa del zooplancton y los valores de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto del agua de 100 metros de profundidad (Tabla XIV).

Los valores de temperatura y salinidad de las aguas superficiales mostraron una correlación negativa entre sí (Tabla XIII).

La Tabla XV muestra los valores de los coeficientes de correlación lineal entre los diferentes parámetros estructurales de la fauna copépoda calanoide y los datos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto de las aguas superficiales del Golfo. Se obtuvieron correlaciones positiva entre la riqueza de especies y la temperatura del agua ( $r = 0.83$ ;  $p < 0.01$ ) y negativa entre la salinidad del agua y la riqueza de especies (Tabla XV). Sin embargo, no se obtuvo

ninguna correlación significativa entre los índices de diversidad de especies y las variables ambientales (Tabla XV).

Tabla XIII. Coeficientes de correlación (r) entre los datos transformados (log) de la biomasa del zooplancton, y los valores de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto del agua superficial, durante marzo de 1983. (n = 22 estaciones).

	Volumen (log)	Phum (log)	Psec (log)	T (°C)	S (‰)
Phum (log)	0.601*				
Psec (log)	0.599*	0.919**			
T (°C)	-0.347	-0.721**	-0.568*		
S (‰)	0.326	0.609	0.502*	-0.889**	
O <sub>2</sub> (ml/l)	0.010	0.214	0.252	-0.056	0.169

\* P < 0.05

\*\* P < 0.01

Tabla XIV. Coeficientes de correlación (r) entre los datos transformados (log) de la biomasa de zooplancton y los valores de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto del agua de 100 metros de profundidad, durante marzo de 1983 (n = 22 estaciones).

	Volumen (log)	Phum (log)	Psec (log)	T (°C)	S (‰)
Phum (log)	0.601*				
Psec (log)	0.599*	0.919**			
T (°C)	-0.215	-0.368	-0.412		
S (‰)	0.246	0.311	0.258	-0.312	
O <sub>2</sub> (ml/l)	0.025	0.080	0.003	0.676**	0.175

\* P < 0.05

\*\* P < 0.01

Tabla XV. Coeficientes de correlación (r) entre los parámetros estructurales de la fauna copépoda calanoide y las variables ambientales de aguas superficiales del Golfo de California, durante marzo de 1983. (n = 11 estaciones).

	S	Shannon	Brillouin	Simpson	T (°C)	S (‰)
Shannon	0.657					
Brillouin	0.793	0.900				
Simpson	0.108	0.761	0.603			
T (°C)	0.831**	0.294	0.443	-0.155		
S (‰)	-0.632**	0.019	-0.155	0.414	-0.938**	
O <sub>2</sub> (ml/l)	0.180	-0.101	0.039	0.078	0.574	0.613

S = riqueza de especies

\*\* p < 0.01

## DISCUSIONES

La distribución de temperatura y salinidad del agua a través del Golfo, mostró claramente la invasión de Agua Tropical superficial hasta el Golfo central, con la formación de un frente termohalino complejo en la región de la boca (Robles Pacheco y Marinone, en prensa).

Griffiths (1968) describió la configuración hidrográfica superficial del Golfo durante la primavera de 1960, un año de condiciones anti El Niño, encontrando la presencia de un frente termohalino bien definido. Dicho frente estaba representado por un gradiente muy marcado de las isohalinas 34.4 S‰ y 35.0 S‰. Comparando el patrón de distribución de la salinidad superficial detectado por Griffiths (1968), con los resultados obtenidos en esta investigación (Fig. 3), se puede establecer que la distribución superficial de la salinidad fue completamente diferente durante marzo de 1983, pues en lugar de presentarse un frente oceanográfico bien definido, se detectó un cambio gradual hacia la parte norte del Golfo, con la presencia de una lengua superficial de Agua Tropical (con salinidades entre 34.6 y 34.8 S‰) en la región central el Golfo. Estas aguas llegaron a registrarse hasta la región sur de la Cuenca de Guaymas (Robles Pacheco y Marinone, en prensa).

Alvarez Borrego y Schwartzlose (1979) y Gaxiola Castro *et al.*, (1978) presentaron perfiles longitudinales de salinidad en el Golfo en condiciones de primavera de los años 1973 y 1974. En ambos perfiles se muestra la presencia de aguas de alta salinidad en los primeros 100 metros de profundidad en todas las estaciones de muestreo. Alvarez Borrego y Schwartzlose (1979) también analizaron la influencia de las diferentes masas de agua en el Golfo en condiciones de invierno (invierno y principios de primavera) y verano (finales de primavera, verano y otoño), encontrando que durante el verano y otoño, aguas superficiales de salinidades intermedias de origen tropical, invaden prácticamente toda la región del Golfo al sur de Isla Angel de la Guarda, mientras que durante el invierno y principios de primavera esta agua tropical solo se detecta en la región de la boca del Golfo.

Al comparar los datos hidrográficos obtenidos durante la presente investigación con los de Alvarez Borrego y Schwartzlose (*op. cit.*), se encuentra que la situación detectada durante marzo de 1983, se asemeja más a las condiciones prevalecientes en condiciones de verano y otoño de épocas normales.

Debido a la falta de estandarización de las técnicas de muestreo del zooplancton y al tamaño de luz de malla en las redes utilizadas, es muy difícil establecer comparaciones

estrictamente válidas entre nuestras estimaciones y los estudios anteriores del zooplancton del Golfo y sistemas adyacentes; sin embargo, aún con esta limitación se pueden hacer observaciones útiles, al menos con algunos datos.

En base a los efectos catastróficos que el fenómeno El Niño causa sobre la comunidad planctónica y las pesquerías del Perú (Guillen, 1971; Barber y Chavez, 1983; Chávez *et al.*, 1984), así como en la abundancia del zooplancton total del sistema de la Corriente de California (Bernal, 1981; McGowan, 1983, 1984), se esperaba que los valores de biomasa del zooplancton del Golfo fueran bajos durante este período, como resultado de una posible disminución en la productividad biológica. Sin embargo, esta disminución al parecer no ocurrió. En la Tabla XVI se observa que los volúmenes de zooplancton registrados en esta campaña fueron en promedio tres veces más altos que los reportados por Blackburn *et al.*, (1970) para el Pacífico Tropical, y por Smith (1971) para la región de la Corriente de California durante el período de 1951 a 1966; y del mismo orden de magnitud que los promedios reportados por Brinton *et al.*, (1986) para el Golfo de California durante las campañas realizadas por CalCOFI durante 1956 y 1957.

Los valores de biomasa de zooplancton (peso húmedo) de estaciones neríticas (de profundidad menor de 200 metros) del Golfo, fueron comparables con los valores reportados por Walsh

Tabla XVI. Comparación de volúmenes promedios de zooplancton del Golfo de California durante marzo de 1983, con datos históricos del Golfo y sistemas adyacentes.

Area geográfica	Volúmenes (ml.m <sup>-3</sup> )	Fecha	Luz de malla (mm)	Referencias
<u>Corriente de California</u>				
Zona costera	0.130	primavera (1955-66)	0.505	Smith (1971)
Zona oceánica	0.080	"	"	"
<u>Pacífico Tropical Oriental</u>				
Zona oceánica	0.110	anual	0.300	Blackburn <u>et al</u> , (1970)
<u>Golfo de California</u>				
Zona costera y oceánica	0.171	febrero (1956)	0.600	Brinton <u>et al</u> , (1986)
Zona costera y oceánica	0.355	febrero (1957)	"	"
Zona costera y oceánica	0.408	abril (1956)	"	"
Zona costera y oceánica	0.490	abril (1957)	"	"
Zonas central y sur	0.380	marzo (1983)	0.333	Este estudio
Zona central	0.532	marzo (1983)	"	"
Zona sur	0.209	marzo	"	"

et al., (1977) durante la primavera de 1972 y 1973 en una zona de surgencia en el margen occidental de la Península de Baja California (Tabla XVII), a pesar de que estos investigadores utilizaron redes de zooplancton con una luz de malla mas fina que la utilizada en este trabajo. La Tabla XVII también muestra que los valores de biomasa (peso húmedo) de zooplancton registrados en las estaciones neríticas del Golfo, fueron casi cuatro veces mas altos que los determinados en las estaciones oceánicas (con influencia del Agua Tropical Superficial) mostrando la gran riqueza de la franja costera.

Datos de biomasa de zooplancton expresada en peso seco son aún más escasos en la literatura, por lo que las mediciones realizadas en esta campaña no pudieron ser comparadas con datos del Golfo o sistemas adyacentes; sin embargo, se encontró que los valores detectados en las estaciones de la región central-oriental del Golfo fueron de una magnitud similar a la de los valores reportados por Peterson, et. al., (1979) durante un evento de surgencias en la región costera de Oregon, E. U. A.

Los valores de densidad del zooplancton total y del grupo de los copépodos registrados en este estudio, fueron mas altos que los valores reportados por Hida y King (1955) en el Pacífico ecuatorial, y también mas altos que los valores reportados por Nair et al., (1981) durante junio de 1978 para

Tabla XVII. Comparación de la biomasa promedio del zooplancton del Golfo de California (peso húmedo) durante marzo de 1983, con datos de la zona costera de la región de la Corriente de California, durante un evento de surgencia.

Area geográfica	peso húmedo (mg.m <sup>-3</sup> )	Fecha	Luz de malla (mm)	Referencias
<u>Corriente de California</u>				
Zona costera	600.00	marzo (1972)	0.212	Walsh et al. (1977)
Zona costera	1,150.00	marzo (1973)	0.212	"
<u>Golfo de California</u>				
Zona nerítica	915.00	marzo (1983)	0.333	Este estudio
Zona oceánica	215.00	marzo (1983)	0.333	Este estudio

la Bahía de Bengala, India. En este estudio se puede observar que los valores reportados para la zona costera del océano Indico son similares a los registrados en la región central del Golfo (Tabla XVIII), que incluye datos de estaciones someras y profundas.

Estudios mas recientes sobre los efectos del evento El Niño 1982-83 en la región de la Corriente de California indicaron que durante este evento, la abundancia del zooplancton disminuyó hasta 20 veces por debajo del promedio registrado durante el periodo de 1949 a 1966 (McGowan, 1983, 1984). En la región del Norte de Chile, la biomasa del zooplancton de esa zona alcanzó un valor promedio de 110.4 ml. 1000 m<sup>3</sup> (rango de 17.6 a 611.0) durante el periodo del 19 de febrero al 25 de marzo de 1983 (Instituto de Fomento Pesquero, 1984).

Una posible explicación a la presencia de valores relativamente altos de biomasa del zooplancton en el Golfo de California durante el evento de El Niño 1982-1983, podría ser que aunque este evento fue uno de los mas fuertes de este siglo (Cane, 1983), no afectó el funcionamiento de las surgencias costeras que generalmente ocurren en esta época del año en la región central-oriental (Roden y Groves, 1959).

Baumgartner et al. (1985) analizando la abundancia de

Tabla XVIII. Comparación de la abundancia promedio del zooplancton del Golfo de California durante marzo de 1983, con otros sistemas.

Area geográfica	Zooplancton total (ind·m <sup>-3</sup> )	Copéodos (ind·m <sup>-3</sup> )	Referencias
<u>Pacífico ecuatorial</u>			
Zona oceánica (día)	320	194	Hida y King (1955)
Zona oceánica (noche)	411	178	"
<u>Golfo de Tehuantepec</u>			
	-	117	Alameda de la Mora (1980)
<u>Océano Indico</u>			
Zona costera	668	532	Nair et al. (1981)
Zona oceánica	134	111	"
<u>Golfo de California</u>			
Región central y sur	767	336	Este estudio
Región central	1,009	427	"
Región sur	565	261	"

diatomeas fósiles en los sedimentos de las cuencas anóxicas de la región central del Golfo, recolectadas en el periodo de 1953 a 1972, encontraron indicaciones de una clara señal de respuesta a la variabilidad climática interanual del Golfo, que indicó que la productividad de diatomeas se incrementa durante los periodos de El Niño. Esta indicación fue apoyada fuertemente por Lara Lara *et al.* (1984), quienes encontraron que las tasas de productividad primaria en el Golfo, fueron mas altas bajo condiciones de El Niño, que las reportadas en épocas normales. Estos investigadores interpretaron sus resultados sugiriendo que el Golfo de California, a diferencia de otros sistemas, se vio enriquecido durante el pasado evento de El Niño.

Con base en la dominancia de estadios copepoditos de *Oithona* sp y otras especies no herbívoras detectada en esta investigación, Lara Lara *et al.* (en prep.) han hipotetizado que la biomasa fitoplanctónica se incrementó durante el evento debido a una disminución en la presión por pastoreo. Lavaniegos Espejo (en prep.) encontró un incremento en la biomasa del zooplancton durante la primavera de 1984 en comparación con 1983, mientras que Millán Núñez (1986) registró un correspondiente decremento en la abundancia del microfitoplancton, lo cual sugiere una presión selectiva sobre la fracción del microfitoplancton durante 1984. También en la región Central durante marzo 1983, cuando se alcanzaron las

máximas tasas de producción, las razones P/B fueron menores que 8.0 y usualmente entre 2.0 y 5.0, esto indica que durante este período hubo un exceso de biomasa fotosintetizando, pero las razones de asimilación no se incrementaron (Lara Lara *et al.*, en prep.).

También Lara Lara *et al.*, (en prep.) han sugerido que debido a la configuración del Golfo como mar semi-cerrado, agua y organismos transportados hacia el Golfo pueden permanecer períodos más largos que en un sistema abierto; dentro del Golfo las óptimas condiciones de nutrientes e irradiación pueden soportar altas tasas de producción planctónica. Sin embargo, debido a la escasa información existente al presente, estas hipótesis están por probarse. Lo que sí está claro es que al menos durante el evento de El Niño de 1982-83, las comunidades planctónicas del Golfo no fueron afectadas tan drásticamente como ocurre en las costas del Perú, hecho que no necesariamente tendrá que reflejarse en las pesquerías pelágicas del Golfo, pues el rendimiento de una pesquería no depende solo de la productividad primaria, sino principalmente del número de eslabones tróficos en la cadena alimenticia del sistema y de la eficiencia en los procesos de transferencia de energía entre cada eslabón. Ryther (1969) demostró que una de las razones por las cuales las zonas de surgencias son tan productivas en relación con el mar abierto, era que mientras en el mar abierto se establecen comunidades pelágicas de hasta 5

niveles trópicos, en las zonas de surgencias usualmente son de solo dos o tres niveles.

La ausencia de diferencias significativas entre las estimaciones de biomasa de los lances diurno y nocturnos sugiere que durante los muestreos no se presentaron problemas de evasión en los lances diurnos, ni señales de migraciones verticales importantes que pudieran afectar las estimaciones de la biomasa del zooplancton en los diferentes tiempos de muestreo.

Los altos índices de correlación encontrados entre las estimaciones de biomasa de zooplancton y los valores de temperatura y salinidad de las aguas superficiales y la ausencia de correlaciones significativas entre las estimaciones de biomasa y la temperatura y salinidad del agua de 100 metros de profundidad, sugiere que la abundancia del zooplancton de Golfo de California estuvo asociada con los patrones de distribución de la temperatura y salinidad de las aguas superficiales, y podría indicar el efecto del fenómeno El Niño, de los eventos de surgencias costeras o de ambos. Bernal (1981) encontró una situación similar al analizar la variabilidad de un período de 21 años de la biomasa del zooplancton en la Corriente de California, y para diferenciar entre los dos mecanismos causales (advección horizontal o surgencias), correlacionó la abundancia del zooplancton con los

Indices de surgencia y advección horizontal de la Corriente de California. Los estudios sobre la variabilidad interanual del Golfo de California apenas empiezan, por lo que las causas de las correlaciones encontradas en este estudio no pueden ser establecidas en forma categórica. Sin embargo, la presencia de valores de biomasa altos en la región central-oriental del Golfo parece indicar que los fenómenos de surgencia, o los procesos de mezcla vertical (Badán *et al.*, 1984), son importantes procesos reguladores de la abundancia del zooplancton del Golfo de California, y que ocurren aún bajo condiciones de El Niño.

La clara dominancia de copépodos del género *Oithona* y de los cladoceros *Penilia avirostris* en todo el sistema, indica una fuerte influencia de las comunidades planctónicas de la zona costera, y podría estar relacionado con los patrones de circulación de las aguas costeras, y con el tamaño de partícula alimenticia disponible, al igual que el aumento de la abundancia de las poblaciones de *Calanus pacificus*, *Pleuromma gracilis* y otras formas robustas en la región central-oriental del Golfo.

Estudios experimentales de Gore (1980) y Poulet (1978) mostraron que tanto *Penilia avirostris* como los individuos del género *Oithona* son organismos que se alimentan principalmente de partículas de tamaño pequeño (nanofitoplancton), mientras

que estudios de Frost (1972) han mostrado que *Calanus pacificus* es una especie altamente selectiva que prefiere alimentarse de células grandes o cadenas (diatomeas). De acuerdo con los resultados de los estudios del fitoplancton del Golfo (Valdéz Holguín, 1986), durante el período de esta investigación, el nanofitoplancton (células  $< 20 \mu\text{m}$ ) contribuyó más del 90% a la biomasa y productividad primaria del área sur del Golfo, mientras que en la región central las células del microfitoplancton alcanzaron hasta el 50% de la biomasa y productividad fitoplanctónica. Esta división del Golfo en dos áreas de composición fitoplanctónica diferente, concuerda con la presencia de dos asociaciones faunísticas determinadas en base al análisis de los parámetros estructurales de la fauna copépoda y el análisis de asociación (Fig. 21).

En este estudio, el análisis de los parámetros estructurales de la fauna copepoda calanoide, presenta en forma gráfica los cambios espaciales en la estructura del complejo faunístico. Los valores bajos de los diferentes índices en las estaciones 20, 70 y 75 indican importantes cambios en la estructura del zooplancton, al parecer originados por fenómenos de surgencia de la región central del Golfo (Estaciones 70 y 75) y por una intrusión de aguas de baja salinidad de la Corriente de California en la región de la boca (Estación 20).

La diversidad específica decreció de la boca hacia el

interior del Golfo. Sin embargo, los valores de diversidad no pudieron ser comparados con datos históricos del sistema o de sistemas adyacentes debido a que no existe información sobre la estructura de la fauna copépoda del Golfo. Los estudios realizados en otros sistemas presentan diferentes niveles de detección de estos rasgos estructurales, pues mientras algunos investigadores analizan la diversidad de la comunidad zooplanctónica completa (Nair *et al.*, 1981), de las especies de varios grupos taxonómicos (Timonin, 1971) o de los copépodos totales (Gueredrat, 1971), nuestro estudio solo trata los rasgos estructurales de la fracción calanoide de los copépodos totales. El principal interés en presentar estas estimaciones es el de generar información sobre los copépodos calanoides del Golfo bajo condiciones de El Niño, que sirvan de base para comparar con estudios posteriores durante etapas de maduración, decaimiento y épocas normales en el Golfo, lo que permitirá determinar posibles cambios en la estructura del zooplancton bajo condiciones anómalas de este ecosistema.

En relación con la clasificación de la fauna copépoda por su afinidad biogeográfica, se esperaba que las fracciones de especies oceánicas tropicales y ecuatoriales presentaran mayores abundancias en relación a las reportadas en la literatura. Sin embargo, se encontró que los porcentajes de la fracción más abundante, la compuesta por las especies de afinidad tropical, presentó valores de abundancia similares a

los reportados por Manrique (no publ.) para el Golfo; aunque como se esperaba, el porcentaje de las especies oceánicas de aguas ecuatoriales aumentó a un poco más del doble del porcentaje reportado para el mismo sistema por el mismo autor.

Los resultados del análisis de grupos entre estaciones indican la ocurrencia de grupos multiespecíficos durante el evento de El Niño. En esta investigación se detectó la presencia de al menos dos grupos faunísticos, pero es evidente que el número de grupos y su composición específica podría cambiar, dependiendo del número de estaciones muestreadas.

En general, la dominancia de especies de afinidad tropical en la región sur del Golfo sugiere la posible influencia del evento El Niño; mientras que la mayor abundancia de especies de afinidad templada en la región central podría significar la influencia de la Corriente de California. La ausencia de un flujo o núcleo de aguas típicas de la Corriente de California en el Golfo durante esta investigación (Robles Pacheco y Marinone, En prensa), sugiere que esta influencia no es directa, pero puede ser explicada en términos de un posible cambio en las características hidrológicas originales debido al calentamiento, evaporación y procesos de mezcla que ocurren en la zona. Así, estas poblaciones típicas de la Corriente de California, pudieron ser acarreadas hacia la parte interna del Golfo al iniciarse la invasión de aguas tropicales o antes, y

establecerse donde las condiciones hidrológicas y bióticas les  
fueron favorables.

## CONCLUSIONES

La biomasa del zooplancton presentó valores altos en la región central-oriental del Golfo y relativamente bajos en la región sur.

Los altos valores de biomasa y abundancia numérica de zooplancters detectados en esta investigación, sugieren que los efectos del evento El Niño 1982-83, sobre la abundancia de zooplancton del Golfo de California fueron mínimos en comparación con los reportados para la región de la Corriente de California y para el Norte de Chile; sobre todo en la región central. Sin embargo, es posible que la menor biomasa de la región sur si refleje un leve efecto de la invasión de Agua Tropical superficial.

En términos de abundancia numérica total, los copépodos y cladoceros fueron los grupos taxonómicos más abundantes. Dentro de los copépodos la mayor abundancia y el mayor número de especies correspondió al grupo de los calanoides, mientras que dentro de grupo de los ciclopoides (segundo en orden de abundancia), se registró una clara dominancia de *Oithona* sp. El grupo de los cladoceros mostró una clara dominancia de *Penilia avirostris*.

De los parámetros estructurales analizados, solo la riqueza de especies mostró una clara correlación con la salinidad del agua superficial. Esta correlación parece indicar un posible efecto del Agua Oceánica Tropical en la estructura del zooplancton del Golfo. Ningún parámetro estructural mostró correlación con los valores de temperatura.

El porcentaje de abundancia de los copépodos calanoides oceánicos de afinidad ecuatorial fue mucho más alto que el reportado para el sistema en épocas normales.

## LITERATURA CITADA

Ahlstrom, H.E. y J. Trailkill, 1963. Plankton volume loss with time of preservation. Calif. Cooperative Ocean Fish. Invest., Rep. 9:57-73.

Alameda De la Mora, G., 1980. Sistemática y Distribución de los copépodos (Crustácea) del Golfo de Tehuantepec (México). Tesis Profesional, Fac. Ciencias, Univ. Nal. Aut. de México. 121 pp.

Aldredge, A.L. y J.M. King, 1980. Effects of moonlight on vertical migration patterns of demersal zooplankton. J. exp. mar. Biol. Ecol., 44:133-156.

Allen, W.E., 1937. Plankton diatoms of the Gulf of California obtained by the Allan Hancock Expedition of the Hancock Pac. Exped., Univ. S. Calif., 3: 47-59

Alvarez Borrego, S., 1983. Gulf of California. p. 427-449. En: Estuaries and Enclosed Seas (B.H. Ketchum, ed.). Elsevier Sc. Publ. Co. Amsterdam.

Alvarez Borrego, S. y J.R. Lara Lara. En rev. The Gulf and peninsular provinces of the Californias. The pelagic

ecosystem of the Gulf of California. Sometido a: Memoirs of the Workshop sponsored by the American Association of Petroleum Geologists.

Alvarez Borrego, S. y R.A. Schwartzlose, 1979. Masas de agua del Golfo de California. Ciencias Marinas 6(1-2):75-88.

Alvariño, A., 1962. Zoogeografía de los quetognatos en el Pacífico, especialmente en la región de California. En: Congreso sobre biogeografía de los organismos marinos, UNESCO, Mar del Plata, Oct., 1982.

Alvariño, A., 1963. Quetognatos epiplanctónicos del Mar de Cortes. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 24: 97-203.

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

Barber, R.T. y F.P. Chavez, 1983. Biological consequences of El Niño. Science 22: 1203-1210.

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

- Baumgartner, T., V. Ferreira Bartrina, H. Schrader y A. Soutar, 1985. A 20-year varve record of siliceous phytoplankton variations in the Central Gulf of California. *Marine Geology* 64:113-129.
- Bjerknes, J., 1969. Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific. *Mon. Weath. Rev.* 43: 163-172.
- Blackburn, M., R.M. Laurs, R.W. Owen y B. Zeitzchel, 1970. Seasonal and aereal changes in standing stocks of phytoplankton, zooplankton and micronekton in the eastern tropical Pacific. *Mar. Biol.* 7:14-31.
- Berlage, H.P., 1966. The southern oscillation and world weather. *Medeel Verhandel., Ned. Meteor. Inst.* 88:152 pp.
- Bernal, P.A., 1979. Large-scale biological events in the California Current. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest.* 20:89-101.
- Bernal, P.A., 1981. A review of the low-frequency response of the pelagic ecosystem in the California Current. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.* 22:49-62.
- Brinton, E. y A.W. Townsend, 1980. Euphausiids in the Gulf

of California the 1957 cruises. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 21: 211-236.

Brinton, E., A. Fleminger y D. Siegel-Causey, 1986. The temperate and tropical planktonic biotas of the Gulf of California. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 27:1-39.

Cane, A.M., 1983. Oceanographic events during El Niño. Science 222(4629):1189-1195.

Cervigón, F., 1964. Los Corycaeidae del Caribe sur-oriental (Copepoda, Cyclopoida). Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle, Tomo 24, No. 68:163-201.

Chávez, F., R.T. Barber, J.E. Kogelschatz, V.G. Thayer y B. Cai. 1984. "El Niño" and primary productivity: Potential effects on atmospheric carbon dioxide and fish production. Trop. Oc. Atm. Newsletter, 28:1-2.

Chelton, D.B., 1981. Interannual variability of the California Current-Physical factors. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 22:34-48.

Chelton, D.B., P. A. Bernal y J.A. McGowan, 1982. Large-Scale interannual physical and biological

interactions in the California Current. J. Mar. Res.  
40(4):1095-1125.

Cummings, J. A., 1977. Seasonal and aereal variations of the  
zooplankton standing stocks in the northern Gulf of  
California. Tesis de Maestria. Univ de Arizona, E. U. A.,  
61 pp.

Cupp, E. E. y W. E. Allen, 1938. Plankton diatoms of the Gulf  
of California obtained by the Allan Hancock Pacific  
Expedition of 1937. Hancock Pac. Exped., Univ. S.  
Calif. Publ., 3: 61-74.

Davis, E. C., 1973. Statistics and data analisis in geology.  
John Wiley & Sons, Inc. New York. 500 pp.

Dawson, K. J. y G. Knatz, 1980. Illustrated key to planktonic  
copepods of San Pedro Bay California. Tech. Rep. Allan  
Hancock Found. No. 2. 125 pp.

Farián, B. C., 1973. Estimaciones de biomasa de zooplancton en  
la zona norte del Golfo de California. En: Estudio  
químico sobre la contaminación por insecticidas en la  
desembocadura del Río Colorado. Reporte Final a la Dir.  
de Acuacultura de la Sec. de Recursos Hidráulicos. UABC,  
Unidad de Ciencias Marinas, Tomo II:339-364.

Fiedler, P. C., 1984. Some effects of El Niño 1983 on the northern anchovy. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 25:53-58.

Fleminger, A., 1967. Taxonomy, distribution and polymorphism in the *Labidocera jollae* group with remarks on evolution within the group (Copepoda: Calanoida). Proc. U.S. Nat'l. Mus., 120(3567):1-61.

Fleminger, A., 1975. Geographical distribution and morphological divergence in American Coastal-zone planktonic copepods of the genus *Labidocera*. En: Estuarine Research, Vol. I, Academic Press, New York, p. 392-419.

Fleminger, A. y K. Hulsemann, 1974. Systematics and distribution of the four sibling species comprising the genus *Pontellina* Dana (Copepoda). Fish. Bull. 72(1):63-120.

Frost, B., 1972. Some effects of size and concentration of food particles on feeding behavior of the marine planktonic copepod *Calanus pacificus*. Limnol. Oceanogr. 17(6):805-816.

Frost, B. y A. Fleminger, 1968. A revision of the genus

Clausocalanus (Copepoda: Calanoida) with remarks on distributional patterns in diagnostic characters. Bull. Scripps Inst. Oceanogr., 12:1-235.

Gaxiola Castro, G., S. Alvarez Borrego y R.A. Schwartzlose, 1978. Sistema del bixido de carbono en el Golfo de California. Ciencias Marinas 5(2):25-40.

Gil Zurita, A., 1981. Contribución al conocimiento del zooplancton del Golfo de California, México. Inv. Ocean/B-81-03. Dir. Gral. Oceanogr. Naval, Sec. Marina. 38 pp.

Gilbert, J.Y., y W.E. Allen, 1943. The phytoplankton of the Gulf of California obtained by the E. W. Scripps in 1939 and 1940. J. Mar. Res., 5(2): 89-110.

Guillén, O. 1974. The "El Niño" phenomenon in 1965 and its relation with the productivity in coastal waters. En: J.D. Costlow (ed). Fertility of the Sea. Gordon and Breach. Vol. 1:187-196.

Gore, G., 1980. Feeding experiments on Penilia avirostris Dana (Cladocer: Crustacea). J. exp. mar. Biol. Ecol., 44:253-260.

- Grice, G., 1961. Calanoid copepods from equatorial waters of the Pacific Ocean. Fish. Bull., 61:171-246.
- Griffiths, R.C., 1968. Physical, Chemical and Biological oceanography at the entrance to the Gulf of California, spring of 196. U.S. Fish Wild. Serv., Spec. Sci. Rep. Fisheries No. 573:1-47.
- Guerzo, E.A., 1971. Evolution d' une population de copepodes dans le systeme des courants equatoriaux de L' Ocean Pacifique. Zoogeographie, Ecologie et diversite specifique. Mar. Biol. 9:300-314.
- Halpern, D., S.P. Hayes, A. Leetma, D.V. Hansen y S.G.H. Philader. 1983. Oceanographic observations of the 1982 warning of the eastern tropical Pacific. Science 221:1173-1174.
- Hida, T.S. y J.E. King, 1955. Vertical distribution of zooplankton in central equatorial Pacific, july-august 1952. U.S. Fish Wild. Serv., Spec. Sci. Rep. Fisheries No. 144:1-22.
- Holtchmidt, K.H., 1978. Pesca de sardina (*Sardinops sagax caerulea* y *Ophistonema libertate*) en Guaymas, Sonora (México) y su relación con factores ambientales.

Resúmenes IV Congr. Nal. Oceanogr., 10-13 abril,  
Ensenada, B.C.

Ióyll, C.P., 1973. The anchovy crisis. Sci. Amer.  
228(6):22-29.

Instituto de Fomento Pesquero, 1984. Estudio del zooplancton  
del Norte de Chile durante febrero y marzo de 1983. Rev.  
Com. Perm. Pacifico Sur, 15 : 263-267.

Kramer, D., M.J. Kalin, E. G. Stevens, J.R. Thraillkill,  
J.R. Zweifel, 1972. Collecting and procesing data on  
fish eggs and larvae in the California Current. NOAA  
Tech. Rep. NMFS Circ. 370:1-38.

Lara Lara, J.R., E. Valdéz Holguín y L.C. Jiménez Pérez,  
1984. Plankton studies in the Gulf of California during  
the 1982-1983 El Niño. Tropical Ocean-atmosphere  
Newsletter 28:16-17.

Lara Lara, J.R., E. Valdéz Holguín, C. Bazán Guzmán y J.L.  
Lara Osorio, En rev. Primary productivity in the Gulf of  
California during 1983-1985: The ENSO effects. sometido  
a Journal of Geophysical Research.

Lavaniegos Espejo, B., En prep. Distribución de biomasa y

estructura de la comunidad zooplanctónica del Golfo de California durante 1984. Tesis de Maestría, CICESE.

Manrique, F.A. (no publ.). Plancton del Golfo de California. Esc. Sup. de Ciencias Marinas, I.T.E.S.M., Guaymas, Sonora, México (manuscrito).

Marinone, S.G. y J.M. Robles Pacheco, 1985. Hydrographic variability across the Guaymas Basin in the Gulf of California. Resúmenes de la Unión Geofísica Mexicana del 10 al 16 de Noviembre de 1985, Oaxaca, Oax., 48-51.

Millán Nuñez, E., 1986. Distribución y abundancia del fitoplancton en el Golfo de California, durante 1982-1984. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Ensenada B.C., México. 65 p.

McGowan, J.A., 1983. "El Niño" and biological production in the California Current. Trop. Oc. Atm. Newsletter, 21:23.

McGowan, J. A., 1984. The California El Niño. Oceanus 27(2): 48-51.

Motoda, S., 1963. Corycaeus and Farranula (Copepoda:

Ciclopoida) in Hawaiian waters. Publ. Seto Mar. Biol. Lab. XI(2):39-93.

Mundhenke, D.J., 1969. The relationships between water masses and euphausiids in the Gulf of California and the Eastern Tropical Pacific. Thesis, Naval Post-Graduate School, Monterey Calif., E.U., 114 pp.

Nair, S.S.R., V.R. Nair, C.T. Achuthankutty y M. Madhupratap, 1981. Zooplankton composition and diversity in western Bay of Bengala. J. Plankton Res. 3(4):

Nishida, Sh., O. Tanaka y M. Omori, 1977. Ciclopoid copepods of the family Oithonidae in Surunga Bay and adjacent waters. Bull. Plankton Soc. Japan 24(2):43-158.

Peterson, T.W., C. B. Miller y A. Hutchinson, 1979. Zonation and maintenance of copepod populations in the Oregon upwelling zone. Deep Sea Res. 26A:467-494.

Pielou, E.C., 1975. Ecological diversity. John Wiley & Sons, Inc., New York. 165 pp.

Philander, S.G.H., 1983. El Niño Southern Oscillation phenomena. Nature 302: 295-301.

- Poulet, S. A., 1978. Comparison between five coexisting species of marine copepods feeding on natural occurring particulate matter. *Limnol. Oceanogr.* 23(6):1126-1143.
- Quinn, H. W., D. O. Zopf, S. Short, R. T. W. Kuo Yang, 1978. Historical trends and statistics of the Southern oscillation El Niño and Indonesian droughts. *Fish. Bull.* 76(3):663-678.
- Rasmusson, E. M., 1984. El Niño: The Ocean/Atmosphere Connection. *Oceanus* 27(2): 5-12.
- Robles Pacheco, J. M. y S. G. Marinone, En prensa. Seasonal and interannual thermo-haline variability in the Guaymas Basin of the Gulf of California. *Continental Shelf Res.*
- Roden, G. I., 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. In: *Marine geology of the Gulf of California*. Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 3: 20-38.
- Roden, G. I. y G. W. Groves, 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. *J. Mar. Res.* 18: 10-35.
- Rose, M., 1933. Copepodes pelagiques. *Fauna de France* 26:1-374.

- Ryther, J.M., 1969. Photosynthesis and fish production in the sea. *Science* 166:72-76.
- Sanders, H.L., 1960. Benthic studies in Buzzards Bay III, the structure of soft-bottom communities. *Limnol. Oceanog.* 5:138-153.
- Shannon, C.E., y W. Weaver, 1949. The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois. Urbana.
- Silas, E.G. y P.P. Pillai, 1973. The calanoid copepod family Pontellidae from th Indian ocean. *J. mar. biol. Ass. India* 15(2):771-858.
- Simpson, J.J., 1983. Large-scale thermal anomalies in the California Current during the 1982-1983 El Niño. *Geophys. Res. Letters* 10:937-940.
- Smith, E.P., 1971. Distributional Atlas of zooplankton volume in the California Current region, 1951 through 1966. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Atlas No.* 13:1-144.
- Smith, E.P., y S. Richardson, 1979. Técnicas de modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. *FAO, Doc. Tec. de pesca No.* 175:1-107.

- Stevenson, M. R., 1970. On the physical and biological oceanography near the entrance to the Gulf of California, October 1966-August 1967. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull.*, 4(3): 389-504.
- Timonin, A.G., 1971. The structure of plankton communities in the Indian ocean. *Mar. Biol.* 9:281-289.
- Turcot Dolores, V., 1972. Contribución a la ecología de algunos copépodos (Crustacea: Copepoda) de la Laguna de Yavaros, Sonora, México. Tesis Profesional. Univ. Nal. Aut. México, Fac. de Ciencias. 69 p.
- Valdéz Holguín, J.E., 1986. distribución de la biomasa y productividad del fitoplancton en el Golfo de California durante el evento de El Niño 1982-1983. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación de Ensenada, Ensenada, B. C., México. 92 pp.
- Walsh, J.J., T.E. Whitley, J.C. Kelley, S.A. Huntsman y R.D. Pillsbury, 1977. Further transition states of the Baja California upwelling ecosystem. *Limnol. Oceanogr.* 22(2):264-279.
- Wilson, C.B., 1950. Copepods gathered by the U.S. Fisheries steamer Albatros from 1887 to 1909, Chiefly in the Pacific

ocean. Bull. U.S. Nat'l Mus., 100(4):141-441.

Wooster, W., O. Guillen, 1974. Characteristics of El Niño  
1972. Journal of Mar. Res. 32(3):387-403.

Zeitschel, B. 1969. Primary productivity in the Gulf of  
California. Mar. Biol. 3:201-207.