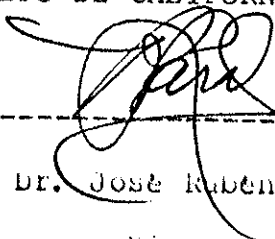


RESUMEN de la tesis de Bertna Eugenia Lavaniegos Espejo, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO en CIENCIAS en OCEANOGRAFIA con opción en ECOLOGIA MARINA, Ensenada, Baja California, Mexico, Septiembre de 1987.

EFFECTOS DEL EVENTO DE EL NIÑO 1982-83 SOBRE LAS POBLACIONES DE EUFAUSIDOS DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Resumen aprobado por:



Dr. José Rubén Lara Lara

Director de Tesis

Con el fin de evaluar la influencia del evento de "El Niño" 1982-83 sobre las poblaciones de eufausidos del Golfo de California, se identificaron y contaron muestras de dos cruceros: 17 en la temporada primaveral de 1983 (del 12 al 22 de marzo) durante el pico del evento y 16 para la primavera de 1984 (del 23 de marzo al 7 de abril) cuando el evento entró en su fase de relajamiento.

La abundancia total de eufausidos se triplicó en 1984 respecto al año anterior. Con excepción de dos estaciones de muestreo, una al sur de Isla Tiburón ( $29^{\circ}\text{N}$ ,  $112^{\circ}30'\text{W}$ ) y otra frente a Pta. San Ignacio ( $26^{\circ}\text{N}$ ,  $109^{\circ}30'\text{W}$ ), la densidad del grupo fue menor de 25,000 org/1000  $\text{m}^3$  en 1983; en cambio,

durante 1984 más de la mitad de las estaciones registraron una abundancia mayor a 50,000 org/1000 m<sup>3</sup>. Tan notable incremento obedeció a la recuperación de la especie dominante *Nyctiphanes simplex* de un promedio de 17,647 org/1000 m<sup>3</sup> en 1983 a 62,857 org/1000 m<sup>3</sup> en 1984. Dicha especie es costera, tiene afinidad templado-cálida y es común al Golfo y corriente de California. En conjunto las especies templadas representaron más del 95 % de la abundancia total. Sin embargo, aunque las especies tropicales no mostraron un incremento sustancial durante el pico del evento, algunas de ellas, típicas del Pacífico oriental tropical, ampliaron su distribución hasta el Golfo central.

Se sugiere que el calentamiento superficial del agua fue el agente causal del impacto provocado, limitando la reproducción de *Nyctiphanes simplex* por un lado, y promoviendo la reproducción de *Euphausia distinguenda* y de *E. tenera*, ambas arínes a la capa deficiente de oxígeno, siendo la primera endémica ecuatorial oriental y la segunda de distribución amplia en aguas oceánicas.

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y EDUCACION  
SUPERIOR DE ENSENADA

DIVISION DE OCEANOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA MARITIMA

EFFECTOS DEL EVENTO DE EL NIÑO 1982-83 SOBRE LAS  
POBLACIONES DE EUPAUSIDOS DEL GOLFO DE CALIFORNIA

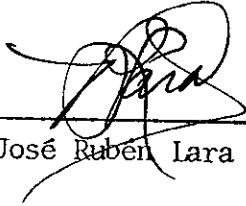
TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios  
para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS, presenta:

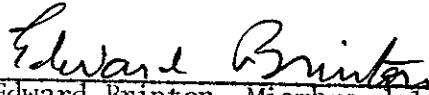
BERTHA EUGENIA LAVANIEGOS ESPEJO

Ensenada, Baja California. Octubre de 1987.

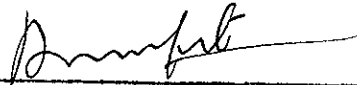
TESIS APROBADA PARA SU DEFENSA POR:



Dr. José Rubén Lara Lara, Director del Comité



Dr. Edward Brinton, Miembro del Comité



M.C. Anamaría Escofet Giansone, Miembro del Comité



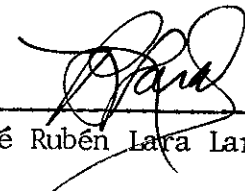
M.C. Gilberto Gaxiola Castro, Miembro del Comité



M.C. Francisco Suárez Vidal, Miembro del Comité



M.C. Gilberto Gaxiola Castro, Jefe del Departamento de Ecología Marina



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



M.C. Cuauhtémoc Nava Button, Director Académico

Tesis presentada en Octubre 20, 1987.

Navegando hacia el noreste de las islas Crozet, penetramos de pronto en vastas praderas de Lili, conglomerado de minúsculos animalículos marinos que constituyen el principal alimento de la ballena propiamente dicha, y que se extendía, enulante, por leguas y leguas a nuestro alrededor, al punto de que nos parecía navegar por entre campos ilimitados de trigo maduro y dorado. Un día después, distinguimos numerosas ballenas que, seguras de que el riesgo, destinado a la caza de cachalotes, no las atacaría, nadaban perezosamente, abiertas las quijadas, en medio del Lili que se adhería a los lieros vellucos de esas maravillosas colonias de sus local, separándolos así del agua que escurría a lo largo de sus labios.

("Holy Dick", Herman Melville)

Al Franch, a Vladi y a papá

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco especialmente al Dr. José Rubén Lara Lara por su guía y apoyo económico a través del Proyecto "Estudio de los efectos del fenómeno El Niño en el Golfo de California" PCEQNA-021265, y por su interés en dar a conocer el resultado de esta investigación en otros sitios del territorio nacional y en el extranjero. Igualmente al Dr. Edward Brinton, que es un investigador incansable, cuya obra sobre los curatsidos del Pacífico es una pieza clave de la biogeografía marina; asimismo, a su colaboradora Annie W. Townsend. Ambos me auxiliaron en la identificación de los organismos y me facilitaron una buena porción de la bibliografía utilizada en mi tesis.

A los demás miembros de mi Comité de Tesis, M. en C. Anamaria Escobet, M. en C. Gilberto Gaxiola Castro y M. en C. Francisco Suárez Vidal, por su valiosa asesoría. El diseño y colecta de muestras estuvieron a cargo de el M. en C. Clemente Jiménez Pérez.

También quiero agradecer la dedicación de Rafael Rodríguez Amor y de Israel Vázquez León, quienes realizaron su servicio social separando plancton de las muestras que sustentan la

presente tesis. Quiero dejar sentado mi más profundo pesar por la reciente muerte de Karael, mientras estudiaba el comportamiento de los lobos marinos que era su tema de interés.

Muchas otras personas colaboraron directa o indirectamente en el desarrollo de esta tesis. En particular quisiera hacer mención de Sila Najera, quien me brindo acceso al laboratorio de Lagunas Costeras y Mares Adyacentes, a Martha Cisneros y a María Elena Corona por su apoyo como secretarías de la División de Oceanología del CICESE y a Roberto Márquez, laboratorista de la Sección de Ecología Marina. Rubén Ríos me facilitó anejas entomológicas y Tito Corona bambú para sujetarlas, así como muchos otros detalles que facilitaron mi trabajo.

Sin embargo, la persona que más contribuyó con el desarrollo de esta tesis fue mi esposo Errain Mendoza López, quien cuidó durante tardes enteras de nuestro pequeño Vladimir, obstinándose en que llevara a término mis estudios de maestría.

## CONTENIDO

	PÁGINA
I. INTRODUCCION	1
I.1. Objetivos	7
II. AREA DE ESTUDIO	9
III. MATERIALES Y METODOS	15
III.1. Muestreo	15
III.2. Identificación y conteo de euratsidos	19
III.3. Análisis de datos	20
IV. RESULTADOS	25
IV.1. Condiciones ambientales	25
IV.1.1. Salinidad	25
IV.1.2. Temperatura	27
IV.1.3. Oxígeno disuelto	30
IV.2. Especies encontradas	32
IV.2.1. Generalidades	32
IV.2.2. Abundancia y distribución de las especies templado-cálidas	40
IV.2.2.1. <i>Ixctiphanes simplex</i>	40
IV.2.2.2. <i>Nematoscelis vitricollis</i>	42
IV.2.3. Abundancia y distribución de las especies tropicales	45
IV.2.3.1. <i>Euphausia olinguena</i>	46
IV.2.3.2. <i>Euphausia eximia</i>	47
IV.2.3.3. <i>Euphausia gnomocoe</i>	49
IV.2.3.4. <i>Nematoscelis gracilis</i>	49
IV.2.3.5. <i>Euphausia lamelligera</i>	49
IV.2.4. Abundancia y distribución de las especies cosmopolitas de aguas tropicales y subtropicales	50



CONTENIDO (Continuación)

	Página
IV.2.4.1. <i>Euphausia tenera</i>	50
IV.2.4.2. <i>Sylocheiron setiger</i>	52
IV.2.4.3. <i>Remaneobryopsis rickia</i>	52
IV.2.4.4. <i>Sylocheiron carinatum</i>	52
IV.3. Diferencia entre muestreos diurnos y nocturnos	52
IV.4. Diversidad de especies	54
IV.5. Afinidad entre estaciones de muestreo	57
IV.5.1. Afinidad espacial en la primavera de 1983	57
IV.5.2. Afinidad espacial en la primavera de 1984	58
IV.5.3. Afinidad temporal entre estaciones de 1983 y 1984	61
V. DISCUSION	66
VI. CONCLUSIONES	95
LITERATURA CITADA	97
ANEXOS	110

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Área de estudio: Golfo de California, México (la línea punteada indica el límite de la plataforma continental)	10
2. Esquema de las corrientes del Pacífico oriental tropical en su patrón de flujo de primavera (abril) y de otoño (octubre). CC: corriente de California; CNE: corriente Norecuatorial; CCNE: contracorriente Norecuatorial y CSE: corriente Surecuatorial. La línea punteada indica el límite de influencia de la CC y de la CCNE (modificado de Wirgin, 1966)	12
3. Estaciones de muestreo de zooplankton durante los cruceros CICESE 8303 y 8403/04 al Golfo de California (O, son lances diurnos y O, nocturnos)	16
4. Distribución de la salinidad (‰) en la superficie en las primaveras de 1983 y 1984	24
5. Distribución vertical de salinidad (‰) en dos transectos próximos a la entrada del Golfo de California en las primaveras de 1983 y 1984	26
6. Distribución de temperatura (°C) en la superficie en las primaveras de 1983 y 1984	28
7. Distribución de temperatura (°C) a 30 m de profundidad en las primaveras de 1983 y 1984	29
8. Distribución de temperatura (°C) a 100 m de profundidad en las primaveras de 1983 y 1984	31
9. Profundidad (m) de la concentración de oxígeno disuelto de 1.5 ml/l en la primavera de 1983	33
10. Distribución del total de euratisicos en las primaveras de 1983 y 1984	38
11. Abundancia de euratisicos por fases de desarrollo en las primaveras de 1983 y 1984. A: abundancia media (org/1000 m <sup>3</sup> ) y B: abundancia relativa (%)	39
12. Distribución de <i>NYCTIPHONES SIMPLEX</i> en las primaveras de 1983 y 1984	41

LISTA DE FIGURAS (Continuación)

FIGURA	Página
13. Abundancia media (org/1000 m <sup>3</sup> ) de calíptopis en función de la temperatura superficial (°C)	43
14. Distribución de <i>Planorbis orbiculus</i> en las primaveras de 1983 y 1984	44
15. Distribución de <i>Euhadra orbiculus</i> en las primaveras de 1983 y 1984	46
16. Distribución de <i>Euhadra eximia</i> en las primaveras de 1983 y 1984	46
17. Distribución de <i>Euhadra leana</i> en las primaveras de 1983 y 1984	51
18. Distribución de <i>Seylocheiron aling</i> en las primaveras de 1983 y 1984	53
19. Diversidad de enatisidos en las primaveras 1983 y 1984, expresada por el índice de Simpson	56
20. Dendograma de asociación entre estaciones de muestreo de la primavera 1983, por el índice de Morisita (A-D, indican grupos de asociación independientes)	60
21. Dendograma de asociación entre estaciones de muestreo de la primavera 1984, por el índice de Morisita (A-C, indican grupos de asociación independientes)	63
22. Asociaciones taxísticas en las primaveras de 1983 y 1984, por el índice de Morisita (A-D, indican grupos de asociación independientes, definidos en los dendogramas de las Figs. 20 y 21)	64
23. Dendograma de asociación entre estaciones de muestreo de ambas temporadas combinadas, por el índice de Morisita (*, indica las estaciones de 1984)	66

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
I. Localización de las estaciones de muestreo durante el crucero CICESE 8303 al Golfo de California	17
II. Localización de las estaciones de muestreo durante el crucero CICESE 8403/84 al Golfo de California	18
III. Abundancia de las especies de euratisidos (org/1000 m <sup>3</sup> ) en cada estación de muestreo durante la primavera de 1983	35
IV. Abundancia de las especies de euratisidos (org/1000 m <sup>3</sup> ) en cada estación de muestreo durante la primavera de 1984	38
V. Probabilidad de aceptar que sean iguales las abundancias entre colectas diurnas y nocturnas por fases de desarrollo de cada especie, según la prueba de Mann-Whitney (en 1983; No. muestras nocturnas = 6 y No. muestras diurnas = 9; en 1984 el No. de muestras es 7 en ambos casos)	55
VI. Afinidad entre las estaciones de muestreo de la primavera 1983 por el índice de Morisita	58
VII. Afinidad entre las estaciones de muestreo de la primavera 1984 por el índice de Morisita	62
VIII. Afinidad entre estaciones de muestreo de las dos temporadas combinadas, por el índice de Morisita (eje vertical: ests. de 1983; eje horizontal: ests. de 1984)	65
IX. Comparación de los promedios de abundancia (org/1000 m <sup>3</sup> ) de las especies templadas del Golfo de California en sus fases de Lurcilla y postlarva (sin considerar el área al norte de las islas Tiburón y Ángel de la Guarda)	75
X. Abundancia por fases de desarrollo de las especies de euratisidos (org/1000 m <sup>3</sup> ) durante la primavera de 1983	110
XI. Abundancia por fases de desarrollo de las especies de euratisidos (org/1000 m <sup>3</sup> ) durante la primavera de 1984	112

EFFECTOS DEL EVENTO DE EL NIÑO 1982-83 SOBRE LAS  
POBLACIONES DE EUFAUSIDOS DEL GOLFO DE CALIFORNIA

I. INTRODUCCION

Los eufausidos son de los principales componentes del zooplancton marino. De apariencia semejante al camarón, los eufausidos suelen ocurrir en vastos enjambres, los cuales reciben el nombre genérico de "krill". A pesar de su gran abundancia, forman un conjunto relativamente pequeño de 85 especies exclusivamente marinas (Hauchline y Fisher, 1969) agrupadas en el orden Euphausiacea, perteneciente a la clase Crustacea. La mayoría son formas oceánicas, aunque algunas pocas, como *Myctiphanes* y *Pseudoeuphausia* están asociadas con aguas costeras.

Los eufausidos son de un tamaño relativamente grande comparado con otros zooplácteres; la longitud corporal de varias especies es del orden de 15 a 20 mm, aunque algunas como *Euphausia superba* pueden alcanzar mayores tallas. Su gran tamaño y la abundancia que presentan en ciertas zonas, los convierte en un aporte de biomasa de enorme importancia en las cadenas tróficas. Ponamareva (1966) estimó que la biomasa de eufausidos a nivel mundial asciende a 26 millones de toneladas,

aunque ésta parece ser una estimación conservadora.

Dentro de las cadenas tróficas, los euratsidos son alimento básico de gran número de especies de cetáceos y pinípedos como la foca y el lobo rino antártico *Aerocetes* (Aguayo, 1977). Muchos peces, como el arenque, el robalo, macarela, sargo, cazones, salmones y truchas consumen euratsidos en forma directa, lo que a su vez los coloca como intermediarios en la trama alimenticia de peces de mayor tamaño e importancia económica como la merluza del Atlántico Norte *Merluccius merluccius* (Mauchline y Fisher, 1969) y el atún aleta amarilla y la albacora del Pacífico tropical (Koger y Grandperrin, 1976). Un gran conjunto de aves marinas, como gaviotas, golondrinas marinas, lobo, el alca, el petrel y pingüinos (Mauchline y Fisher, 1969), consumen euratsidos cuando ardean hacia la superficie del agua.

La contribución a la producción secundaria por concepto de nuevos y exuvias puede ser significativa debido a que mudan con frecuencia durante todo su ciclo vital. Lasler (1966) por ejemplo, ha propuesto que las exuvias de *Euphausia pacifica* pueden representar hasta siete veces la biomasa anual en peso seco de este euratsido.

Para su alimentación los euratsidos dependen de plancton y de materia orgánica particulada. Aunque son omnívoros, la

proporción que representa el fitoplancton en la dieta de las diferentes especies es variable. Por ejemplo, ha sido sugerido que *Eurytemora affinis* se alimenta exclusivamente de fitoplancton, en especial de diatomeas, durante cierta época del año (Kato et al., 1962). En otras especies casi no existen estudios detallados sobre el tipo de alimentación. No se les ha observado alimentándose en su medio natural y más bien se ha especulado acerca de su alimentación por análisis de contenidos estomacales y la funcionalidad de sus partes bucales. Así por ejemplo, aquellos géneros que poseen setas fuertes y el primer par de apéndices torácicos modificados, como *Rematiocella*, *Rematiocella* y *Stylocneiron*, se sugiere que son predominantemente carnívoros, mientras que los restantes serían omnívoros (Hauchime y Fisher, 1969). Por otro lado, la dieta de los euratisidos varía con la época del año y con el nivel de desarrollo alcanzado por el organismo.

Los euratisidos pasan a través de cuatro fases de desarrollo antes de alcanzar la fase juvenil. Nauplio, metanauplio, caliptopis y rucilia; cada una de las cuales contiene a su vez cierto número de estadios. Para ciertas especies del Golfo de California la fase caliptopis podría durar alrededor de 10-12 días y la fase rucilia, 18-24 días (Brinton y Townsend, 1960). La fase juvenil de *Eurytemora affinis* dura de tres a cinco meses desde la salida del Sur de California (Brinton, 1976). Al alcanzar la madurez sexual,

Los euratsidos entran en su fase adulta, durante la cual, no obstante, el crecimiento continúa. En total el ciclo de vida puede durar un año y medio en *Euphausia pacifica* y en altas latitudes se han llegado a encontrar enjambres de individuos de tres años de edad pertenecientes a la especie *Euphausia superba* (Brinton y Antezana, 1984). Se desconoce la duración del ciclo vital en las especies tropicales.

Johnson y Brinton (1963) han discutido la relación existente entre las masas de agua a las cuales están adaptadas determinadas especies de euratsidos, así como de otros grupos zooplanctónicos, y la circulación oceánica. Para el océano Pacífico, en particular, Brinton (1962) ha reunido información procedente de muy diversas expediciones oceanográficas que han permitido establecer la distribución geográfica de los euratsidos por su afinidad a determinadas corrientes. En la medida en que estas no son estáticas, sino que fluctúan en su extensión y fuerza inducidas por la variabilidad climática, los límites de distribución de las especies también experimentan cambios. Una de las variaciones climáticas que ha causado un gran interés en las últimas décadas, debido al impacto económico que tiene sobre ciertas pesquerías, es el evento de "El Niño".

Considerado inicialmente como un evento local en la corriente del Perú, que se manifiesta por un calentamiento del



agua superficial durante el verano austral, el evento de "El Niño" era explicado por una falla en el mecanismo de las surgencias costeras, que conducía a un abatimiento de la productividad (Igll, 1973). Sin embargo, desde 1966, Bjerknes había observado la conexión entre el calentamiento anómalo de la superficie del agua y los cambios en la presión atmosférica del Pacífico ecuatorial, conocidos como la "Oscilación del Sur". Más tarde, Wyrtki (1975) desarrolló una teoría sobre "El Niño", considerándolo un evento a gran escala en el Pacífico ecuatorial, desencadenado por el fortalecimiento de los vientos alisios en el Pacífico Central, lo que a su vez fortalece la corriente surecuatorial, acumulándose agua en el Pacífico ecuatorial occidental. Tan pronto como la intensidad de los vientos alisios se relaja, el agua acumulada tiende a regresar hacia el este, probablemente como una onda interna de Kelvin, elevando el nivel del mar y deprimiendo, al mismo tiempo, la termoclina frente a Ecuador y Perú. El sistema de surgencias puede continuar, pero dado que la nutriclina es profunda, la productividad biológica baja (Wyrtki, 1975).

El modelo propuesto por Wyrtki respondía en gran parte al desarrollo del evento ocurrido en 1972-73, y durante el desarrollo de eventos posteriores, la fuerza de los vientos alisios como un predictor, no ha funcionado como se esperaba. Aunque existen ciertos elementos comunes en los diferentes "El Niño", ninguno de ellos es precisamente igual a otro, ni en

amplitud, punto de iniciación y características espaciales, ni en las consecuencias biológicas que produce (Cane, 1963; Ramage, 1966).

Esta falta de uniformidad entre los diferentes eventos, unida a la necesidad económica de poder predecirlos, despertó el interés de científicos de muy diversos campos y países, por analizar con todo detalle el evento de 1982-83, que a la fecha es considerado el más pronunciado del presente siglo. El primer reporte de una respuesta biológica durante dicho evento fue el fracaso reproductivo de la comunidad de aves de la Isla Navidad en el Pacífico central (2°N, 157°W) por abandono de los polluelos (Schreiber y Schreiber, 1983). Posteriormente han aparecido numerosas publicaciones que dan testimonio del impacto negativo en la productividad primaria (Barber y Chavez, 1983 y 1986), en las capturas de peces de importancia comercial (Valdivia et al., 1983) y en poblaciones de mamíferos marinos (Linenberg et al., 1983) en el área de las Islas Galápagos y frente a las costas de Sudamérica.

Para la corriente de California se ha constatado una disminución de la productividad y de la abundancia de macrozooplancton (McGowan, 1984 y 1985). Los reportes de ocurrencia de especies tropicales en altas latitudes, cambios de abundancia y alteraciones en los límites de distribución de numerosas especies zooplanctónicas y nectónicas son copiosos y

confusos; incluyen a la corriente de California en toda su extensión (cf. las contribuciones de Bailey e Ince, Miller et al., Pearcy et al., Fulton y Lebrasseur, y Karinen et al.; en Wooster y Flunarty (eds.), 1985). Sólo citaremos aquí, la invasión del euratsido ~~EXCIPIENTES SIMPLIS~~ fuera de su límite usual frente a California central, hasta la frontera con Washington (Miller et al., 1985; Brodeur, 1986).

En el Golfo de California las investigaciones recientes sobre el evento de "El Niño" 1982-83, han mostrado una respuesta biológica muy diferente, ya que la productividad primaria y la concentración de clorofila *a* se incrementó durante el evento (Lara Lara et al., 1984; Valdez Holguín, 1986 y Valdez Holguín y Lara Lara, en prensa), así mismo aumentó la abundancia total de fitoplancton (Millán Muñoz, 1986). La biomasa del zooplancton también mostró valores altos, semejantes a los encontrados en zonas de surgencias en la corriente de California (Jiménez Pérez, 1987).

### 1. Objetivos

La presente investigación tiene por objeto evaluar la distribución y abundancia de las diferentes especies de euratsidos en el Golfo de California durante dos primaveras sucesivas: en 1983, cuando el evento de "El Niño" 1982-83 se

manifestaba en toda su intensidad, y en 1984, cuando el sistema se encontraba en una etapa de transición hacia condiciones típicas del Golfo.

## II. AREA DE ESTUDIO

El Golfo de California (Fig. 1) es el resultado del desplazamiento de placas tectónicas a lo largo de fallas transformadas orientadas de NW a SE, las cuales han dado origen a una serie longitudinal de cuencas profundas (van Alben, 1964). Se localiza entre las latitudes  $23^{\circ}27'$  y  $32^{\circ}N$  y las longitudes  $108^{\circ}$  y  $115^{\circ}W$ . Su longitud es de 1000 km aproximadamente, y su anchura promedio de 150 km, con una profundidad media de 813 m.

Dos grandes islas: Angel de la Guarda ( $29^{\circ}15'N$ ) y Tiburón ( $29^{\circ}N$ ), separan al Golfo en dos regiones. Al norte, el Golfo es somero a excepción de la cuenca Bellin, y los depósitos aluviales procedentes del río Colorado han producido un piso ligeramente cóncavo, lo cual contrasta fuertemente con la batimetría en el resto del área (van Alben, 1964). Las cuencas presentes al sur de las islas mencionadas constituyen centros de dispersión y aumentan su profundidad progresivamente hacia el sur. Kushak et al. (1964) señalan que existen dos tipos de elevaciones, aquellas que dan lugar a islas y bancos de granito a lo largo del margen occidental y aquellas de ubicación central que no alcanzan la superficie y contienen roca volcánica. La plataforma continental es muy angosta o

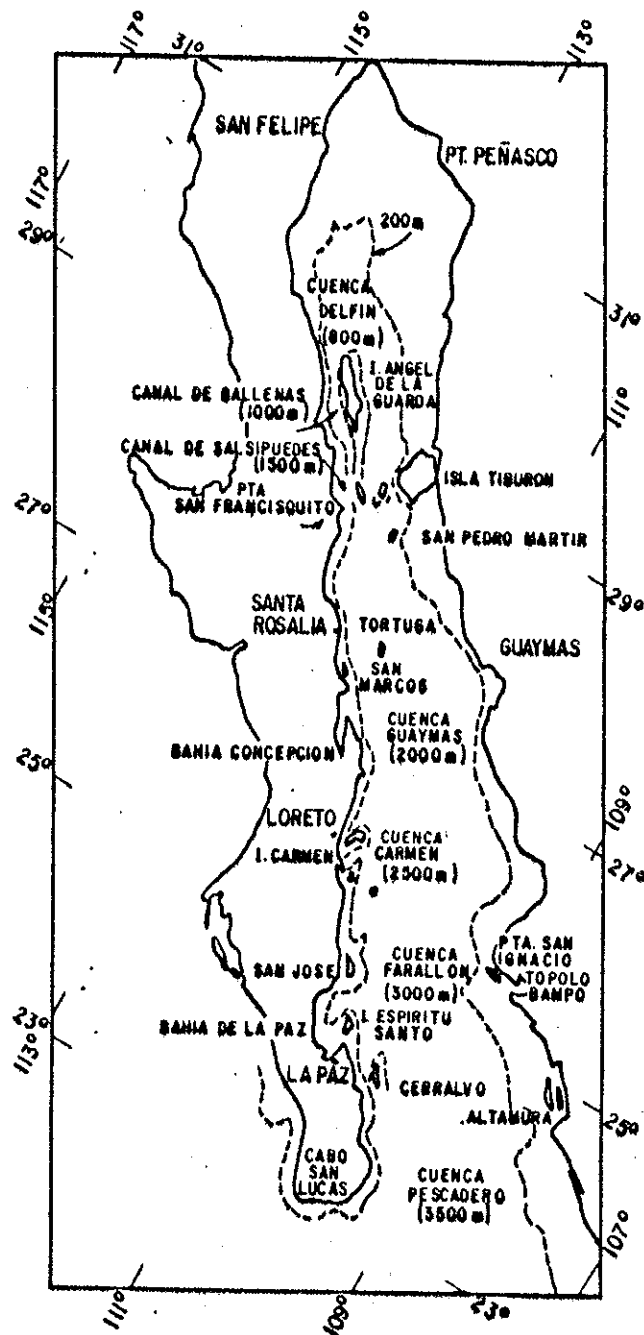


Figura 1. Área de estudio: Golfo de California, México (La línea punteada indica el límite de la plataforma continental).

inexistente frente a la costa occidental, pero ancha en el este y de carácter sedimentario (Fig. 1).

El régimen hidrográfico del Golfo también muestra una separación en dos zonas, estando el alto Golfo sometido a una variación estacional muy amplia en la temperatura superficial del agua y a una evaporación muy intensa que da lugar a la formación de una masa de agua tibia y muy salina (Koen, 1964; Alvarez Borrego y Schwartzlose, 1979). El agua del bajo Golfo, por su parte, es básicamente la del Pacífico tropical oriental, modificada en la superficie por un exceso de evaporación (Koen, 1964; Wyrcki, 1967).

La circulación en el Golfo de California está influenciada por la fuerza y dirección de los vientos dominantes, que de noviembre a mayo se dejan sentir procedentes del NW, y suelen ser muy intensos en invierno y primavera, dando lugar a surgencias a lo largo de la costa oriental (Koen y Groves, 1959; Badan-Dangon et al., 1985). El agua circula de norte a sur durante estos meses, pero, en junio la inversión de los vientos produce una respuesta similar en el patrón de flujo.

En función de las corrientes oceánicas que inciden en el Golfo de California, Wyrcki (1966) describió dos patrones de circulación (Fig. 2): 1) el patrón primaveral, con influencia máxima en marzo-abril; cuando el giro del Pacífico Norte es

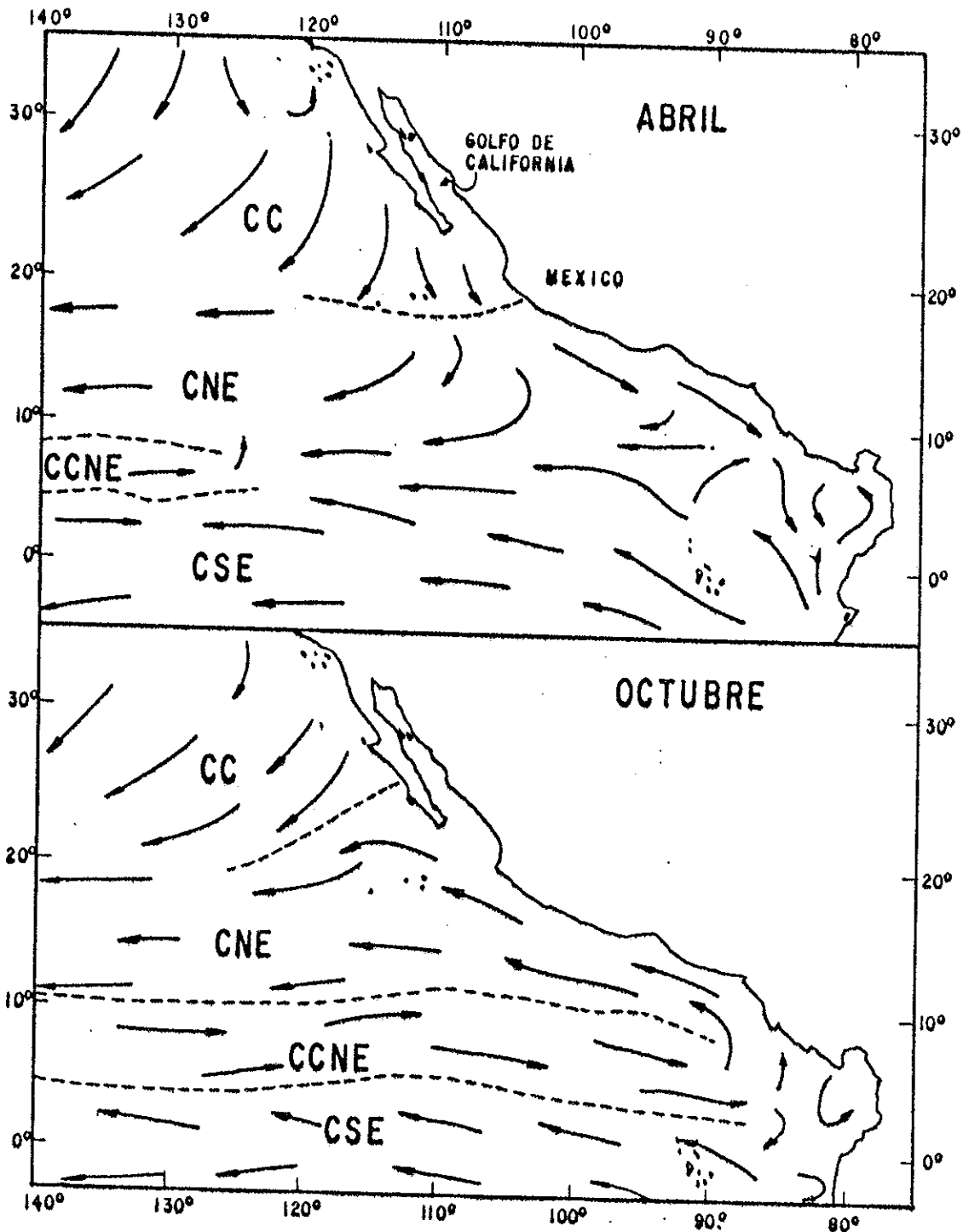


Figura 2. Esquema de las corrientes del Pacífico oriental tropical en su patrón de flujo de primavera (abril) y de otoño (octubre). CC: corriente de California; CNE: corriente Norecuatorial; CCNE: contracorriente norecuatorial y CSE: corriente Surecuatorial. La línea punteada indica el límite de influencia de la CC y de la CCNE. (modificado de Wyrtki, 1966).



fuerte y acarrea agua de la Corriente de California a la entrada del Golfo, estando el sistema ecuatorial relativamente debilitado y 2) el patrón otoñal, con pico en septiembre-octubre, que muestra un giro del Pacífico norte débil en contraste con una contracorriente boreoeccuatorial fortalecida y el desarrollo de la corriente de Costa Rica extendiéndose hacia el norte a la entrada del Golfo.

En función de este modelo, Baumgartner y Christensen (1965) han interpretado la ocurrencia de eventos interanuales tipo "El Niño" con la prolongación anómala durante todo el año del patrón de circulación que normalmente se limita al otoño.

En relación a la biota planctónica, aunque hay un mayor número de especies tropicales, las especies templado-cálidas las superan grandemente en abundancia. Cuatro zonas fitogeográficas fueron propuestas por Gilbert y Allen (1945) en base a la dominancia de una especie fitoplanctónica particular, sin embargo, puede haber cambios sustanciales estacionales e interanuales en la distribución de especies y en la productividad local (Round, 1967). Brinton et al. (1966) hicieron una revisión de los estudios sobre la flora y la fauna planctónicas del Golfo, llegando a concluir que existen: 1) una zona al norte de las islas Tiburón y Ángel de la Guarda donde predominan especies neríticas y 2) una zona sureña en la boca del Golfo y particularmente hacia el oeste, en la cual, la

mayoría de los planctones están dispersos, a excepción de los foraminíferos, y donde las especies tropicales ocurren regularmente. Entre estas dos zonas hay una región de flujo estacional, mostrando las especies templadas, durante el verano, una tendencia a sumergirse por debajo de la capa superficial que experimenta un calentamiento y un descenso en la productividad progresivos; o bien, una disminución en abundancia con un reemplazo de especies tropicales.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 1. Muestreo

Las muestras fueron colectadas a bordo del Buque Oceanográfico "El Puma" perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México, durante dos primaveras consecutivas: del 12 al 22 de marzo de 1983 y del 23 de marzo al 7 de abril de 1984, obteniéndose un total de 17 y 16 muestras respectivamente para cada temporada (Fig. 3). Se muestreo el área al sur de las Islas Tiburón, San Lorenzo y San Esteban por medio de arrastres oblicuos con red Bongo de .60 m de diametro y .333 m de luz de malla, desde una profundidad media de 200 m en 1983 y de 180 m en 1984; siguiendo los procedimientos de Kramer et al. (1972). Para medir la cantidad de agua filtrada por la red se usó un riujómetro TKS. La hora de muestreo fué en torno al mediodía y a la medianoche, lo cual determinó la posición de las estaciones de muestreo (tablas I y II). Inmediatamente después de su colecta las muestras se preservaron con formaldehído al 4 % neutralizado con borato de sodio para su posterior análisis en el laboratorio.

Los datos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto fueron facilitados por el grupo "Oceanografía Regional" de la División de Oceanología del CICESE. La temperatura y la

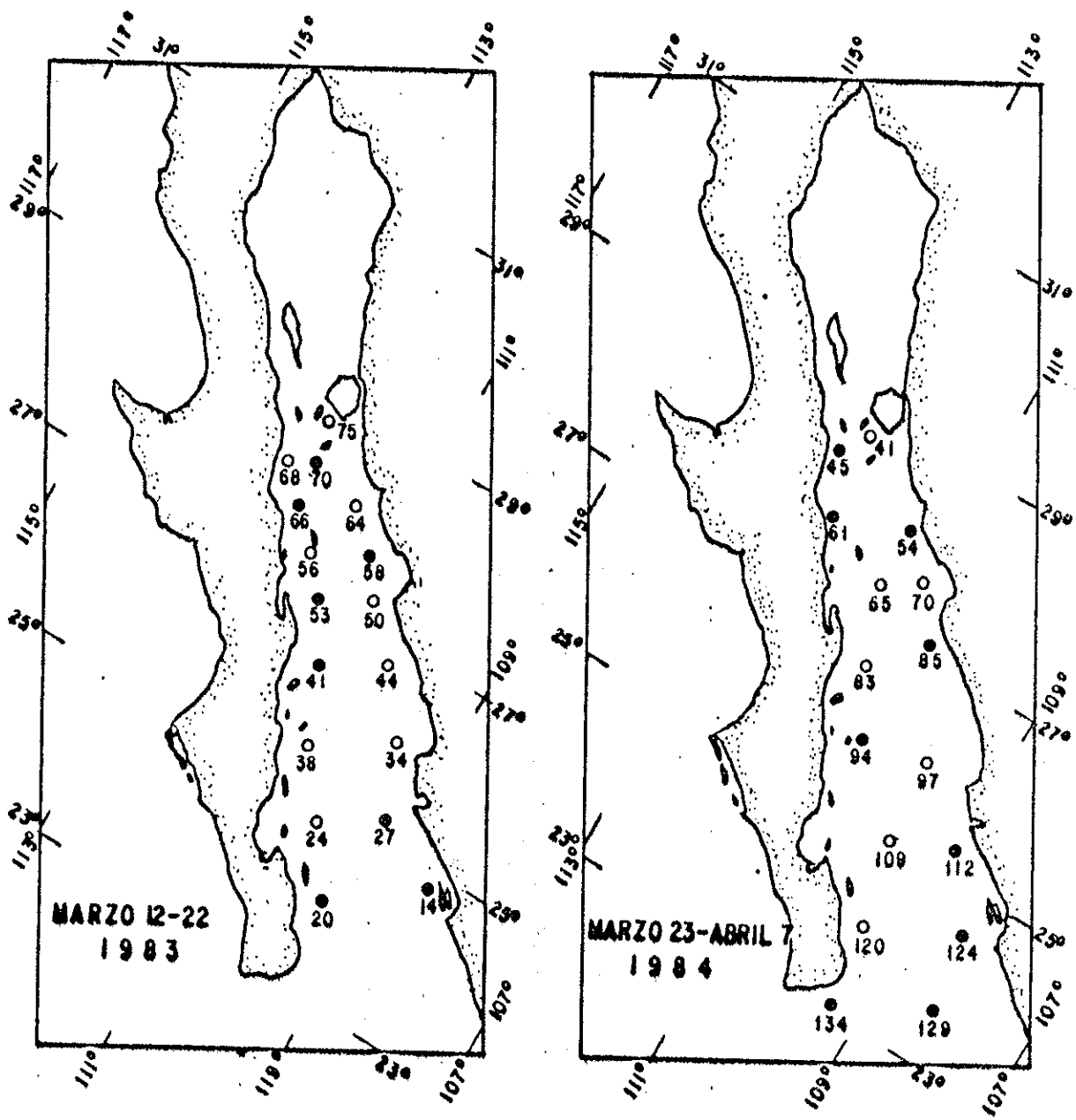


Figura 3. Estaciones de muestreo de zooplancton durante los cruceros CICESE 8303 y 8403/04 al Golfo de California (o, son lances diurnos y ●, nocturnos).

Tabla 1. Localización de las estaciones de muestreo durante el crucero CICESE 8303 al Golfo de California.

EST.	LATITUD °N	LONGITUD °W	PROF. EST. (m)	FECHA	HORA	PROF. ARRAS. (m)	VOLUMEN H <sub>2</sub> O FIL. (m <sup>3</sup> )
75	28°40.5'	112°19.6'	170	322	11:50	160	113.87
70	28° 8.0'	112°18.8'	850	321	23:40	204	204.55
64	27°58.5'	111°38.0'	550	320	19:20	212	203.45
68	27°56.2'	112°40.5'	350	321	12:05	189	200.14
66	27°41.3'	112° 6.3'	1425	321	1:05	212	221.20
58	27°37.1'	111°17.6'	950	318	23:43	219	193.20
50	27°22.6'	110°55.3'	1450	317	12:15	212	220.36
56	27°20.3'	111°44.6'	1550	318	12:20	212	225.64
53	26°57.2'	111°27.3'	1900	318	1:12	180	209.88
44	26°37.4'	110°21.2'	1220	316	11:35	184	254.72
41	26°15.4'	110°56.8'	1080	316	0:15	200	213.92
34	25°58.0'	109°47.6'	900	314	17:04	212	207.49
38	25°27.0'	110°38.0'	920	315	11:44	212	211.90
27	25° 8.8'	109°30.2'	2100	314	0:10	208	321.81
14	24°52.0'	108°22.7'	260	312	1:54	212	208.08
24	24°48.3'	110° 2.8'	1080	313	13:44	200	247.74
20	24° 4.0'	109°27.8'	1200	312	23:02	259	206.00

Tabla II. Localización de las estaciones de muestreo durante el  
cruce CICESE 8403/04 al Golfo de California

EST.	LATITUD °N	LONGITUD °W	PROF. EST. (m)	FECHA	HORA	PROF. ARRAS. (m)	VOLUMEN H <sub>2</sub> O FIL. (m <sup>3</sup> )
41	28°42.7'	112°27.1'	500	323	14:52	208	243.43
45	28°29.5'	112°46.9'	600	324	1:43	201	272.20
54	28° 4.8'	111°28.3'	270	325	1:49	212	251.04
70	27°47.9'	110°50.1'	75	327	11:11	75	113.99
61	27°38.3'	112°21.8'	630	326	0:34	206	227.75
65	27°25.0'	111°18.7'	2100	326	15:29	216	247.93
85	27° 9.7'	110°25.7'	62	330	22:40	43	47.15
83	26°43.5'	110°45.8'	1600	330	14:51	213	179.27
97	26° 6.0'	109°44.1'	365	331	11:18	214	238.32
94	25°45.3'	110°31.8'	880	331	23:52	201	240.42
112	25°18.0'	109° 2.9'	35	403	23:11	14	23.90
109	24°59.8'	109°38.6'	1600	403	11:51	215	237.41
124	24°32.0'	108°18.0'	920	405	23:30	209	231.61
120	24° 4.5'	109°21.0'	1380	405	10:26	214	209.67
129	23°47.1'	108° 3.1'	1170	406	0:04	211	232.86
134	23° 5.1'	109°21.1'	850	407	21:49	212	236.52

salinidad se midió usando un CTD modelo Bissett-Berman. Para el oxígeno disuelto se usó el método MicroWinkler.

## 2. Identificación y conteo de euratsidos

Únicamente una de las muestras del pal colectado se destinó para esta investigación. Dicha muestra se dividió en fracciones de 1/32 mediante un separador Folsom, de acuerdo al método descrito por McEwen et al. (1934).

Todos los euratsidos en una fracción de 1/32 se contaron e identificaron hasta especie, separándolos en tres fases de desarrollo: caliptopis, turgilia y postlarva (adultos y juveniles). Cuando se encontraba una densidad menor a tres individuos en las etapas de turgilia o postlarva de alguna especie, se procedía a revisar una nueva alícuota, y así sucesivamente hasta completar 1/8 de muestra, en la misma forma seguida por Brinton (1979).

La fase naupliar no se tomó en cuenta debido a que las hembras de las especies con mayor actividad reproductiva en el Golfo (Myctiphanes simplex y Nematoscelis difficilis) acarrean sus nuevecillos en un saco unido a la porción ventral del cefalotorax y al primer par de pleópodos, siendo liberados al medio cuando alcanzan la fase de metanauplio (Gopalakrishnan,

1975). Esta fase es seguida por la fase calíptopis, en la cual da comienzo la alimentación. El número de calíptopis será considerado como una medida del reclutamiento para las poblaciones de las especies consideradas residentes, en forma similar a como lo hicieron Brinton y Townsend (1980).

Para la identificación se usó como base la clave para los euratsidos del Pacífico Norte (Boden et al., 1955), así como otras claves generales (Mouchline, 1971a y b; Brinton, 1975) y trabajos específicos para determinar las fases de desarrollo de ciertas especies (Boden, 1951; Lewis, 1955; Gopalakrishnan, 1973 y Knight, 1980).

### 3. ANÁLISIS DE CUANTOS

La abundancia total por muestra se estimó del conteo de organismos en cada alicuota, mediante la fórmula:

$$N = 2^m C$$

donde,  $N$  es el número de organismos en la muestra;  $C$ , el número de organismos contados en la submuestra y  $m$ , el número de divisiones practicadas con el separador Folsom.

A continuación, se estandarizaron los valores resultantes



a número de organismos/1000 m<sup>3</sup> con la fórmula siguiente:

$$P' = \frac{N}{V} (1000)$$

donde, P' es el número de organismos/1000 m<sup>3</sup> y V el volumen de agua filtrada.

Con el fin de evaluar efectos por migración vertical, en combinación con una posible evitación de la red, se llevaron a cabo comparaciones entre abundancias de colectas nocturnas y diurnas usando para ello la prueba U de Mann-Whitney, que se basa en la asignación de intervalos, para evitar la suposición de normalidad y dado que el tamaño de muestra fue pequeño. Dicho estadístico se aproximó a la normal en la forma descrita por Siegel (1980).

Para calcular la diversidad de las poblaciones de eufáusidos se usó el índice de Simpson:

$$DS = 1 - \lambda \quad \text{y} \quad \lambda = \frac{\sum n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$$

donde, DS es el índice de diversidad de Simpson;  $\lambda$ , el índice de dominancia de Simpson;  $n_i$ , el número de individuos de la especie i (i = 1, 2, ..., k; k = número de especies) y N es el número total de individuos en la comunidad. El índice de diversidad de Simpson indica una diversidad máxima cuando su

valor es igual a la unidad, mientras que su valor mínimo es cero.

La afinidad entre estaciones de muestreo se estimó mediante el índice de Morisita:

$$I_{m} = \frac{2 \sum x_i y_i}{(\lambda_1 + \lambda_2) N_1 N_2}$$

donde,  $I_m$  es el índice de Morisita;  $x_i$ , el número de individuos de la especie  $i$  en la comunidad 1;  $y_i$ , el número de individuos de la especie  $i$  en la comunidad 2;  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$ , son los índices de dominancia de las comunidades 1 y 2, y  $N_1$  y  $N_2$ , el número total de individuos en las respectivas comunidades. El índice de Morisita también oscila entre cero y uno. Los valores  $>.5$  serán considerados como indicativos de afinidad entre comunidades; mientras que aquellos  $<.5$ , como de no afinidad.

#### IV. RESULTADOS

##### 1. Condiciones ambientales

En esta sección se describen a grandes rasgos las características físicas existentes durante las temporadas de muestreo a que estuvieron sujetas las comunidades zooplanctónicas.

##### 1.1. Salinidad

La distribución de salinidad superficial durante la temporada primaveral de 1963 presentó un intervalo de valores de 34.5 a 35.2‰ (Fig. 4). Las salinidades más altas (34.9-35.2‰) se localizaron al sur de la isla Tiburón (29° N) y en la porción central oriental; descendiendo gradualmente hacia el sur, hasta llegar a 34.5 y 34.6 ‰ en la boca del Golfo.

En la primavera del año siguiente el agua fue, en general, más salina (34.9-35.2‰). La mayor parte del área mostró salinidades de 35.1 y 35.2 ‰ y únicamente entre las islas Tiburón, San Lorenzo y San Esteban (29° N), así como en la parte occidental de la boca del Golfo hubieron valores <35.1‰.

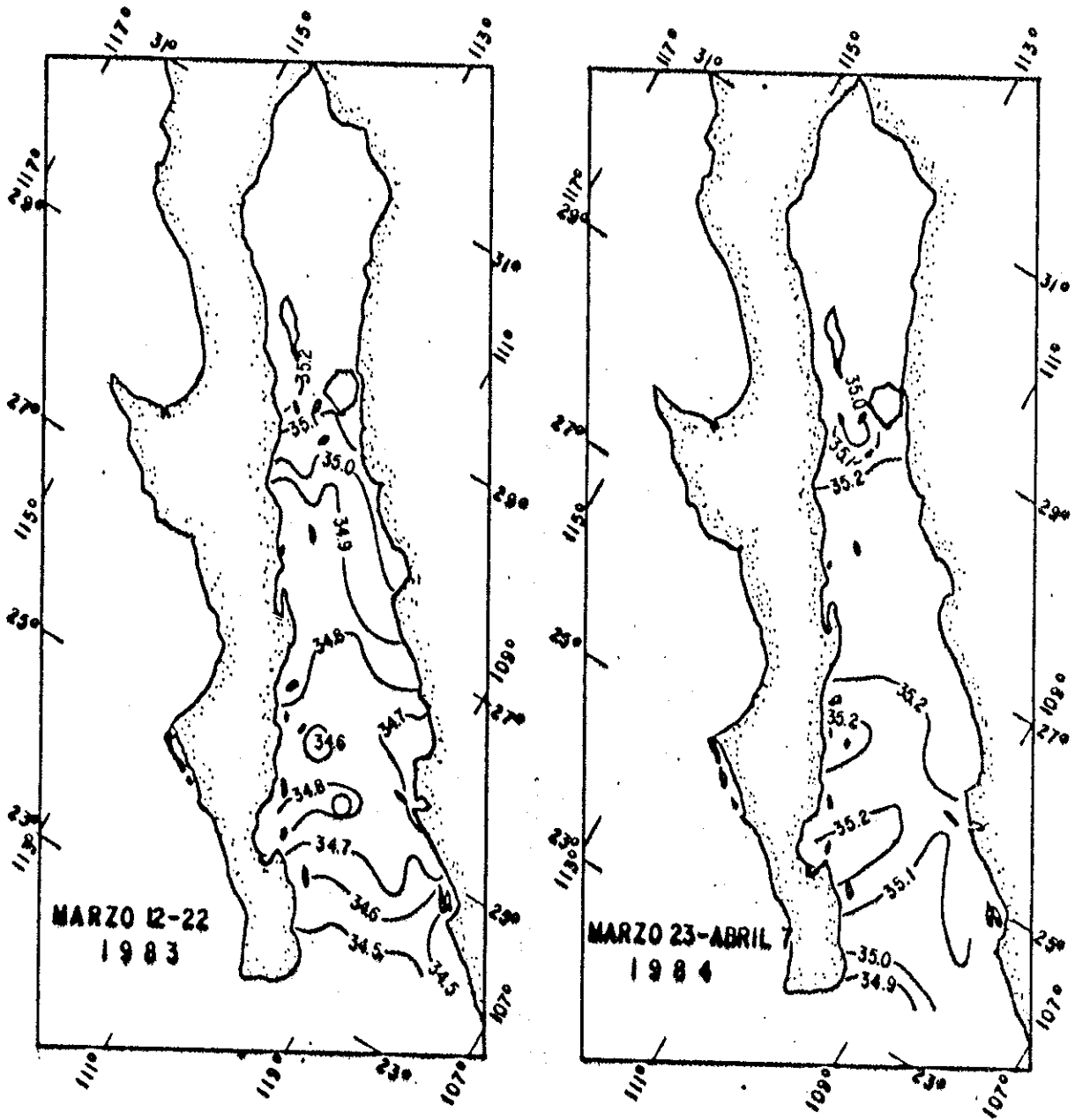


Figura 4. Distribución de la salinidad (‰) en la superficie en las primaveras de 1983 y 1984.

La distribución vertical de salinidad en los primeros 250 m en un transecto a través de la boca del Golfo, indica, para 1983, que la capa de agua poco salina ( $<34.6\text{‰}$ ) es bastante profunda, sobre todo hacia el oeste, donde llegó a medir 175 m de espesor (Fig. 5b), haciéndose más somera hacia la costa oriental (25-50 m). Por debajo de dicha capa la salinidad estuvo entre los 34.65 y 34.85‰, aunque subsuperficialmente se observaron dos núcleos de agua muy salina ( $>34.9\text{‰}$ ) hacia el este.

En un transecto situado aproximadamente 1.5 km más al norte (Fig. 5a) la capa de agua poco salina ( $<34.6\text{‰}$ ) casi había desaparecido y sólo en las estaciones próximas a la costa de Baja California Sur se presentó en los primeros 25 m. En la mitad oriental del transecto se extiende subsuperficialmente una lengua de agua muy salina ( $>34.9\text{‰}$ ) con un espesor de 50 a 125 m.

Durante la primavera de 1984, en el transecto de la boca del Golfo, la distribución vertical de salinidad (Fig. 5a) manifestó dos núcleos de agua muy salina ( $>34.9\text{‰}$ ) separados por otros dos núcleos de agua poco salina ( $<34.6\text{‰}$ ), entre los 25 y 100 m de profundidad. A excepción de estos y de una capa superficial muy salina de aproximadamente 50 m de espesor en la mitad oriental, el resto del agua mantiene salinidades entre los 34.65 y 34.85‰.

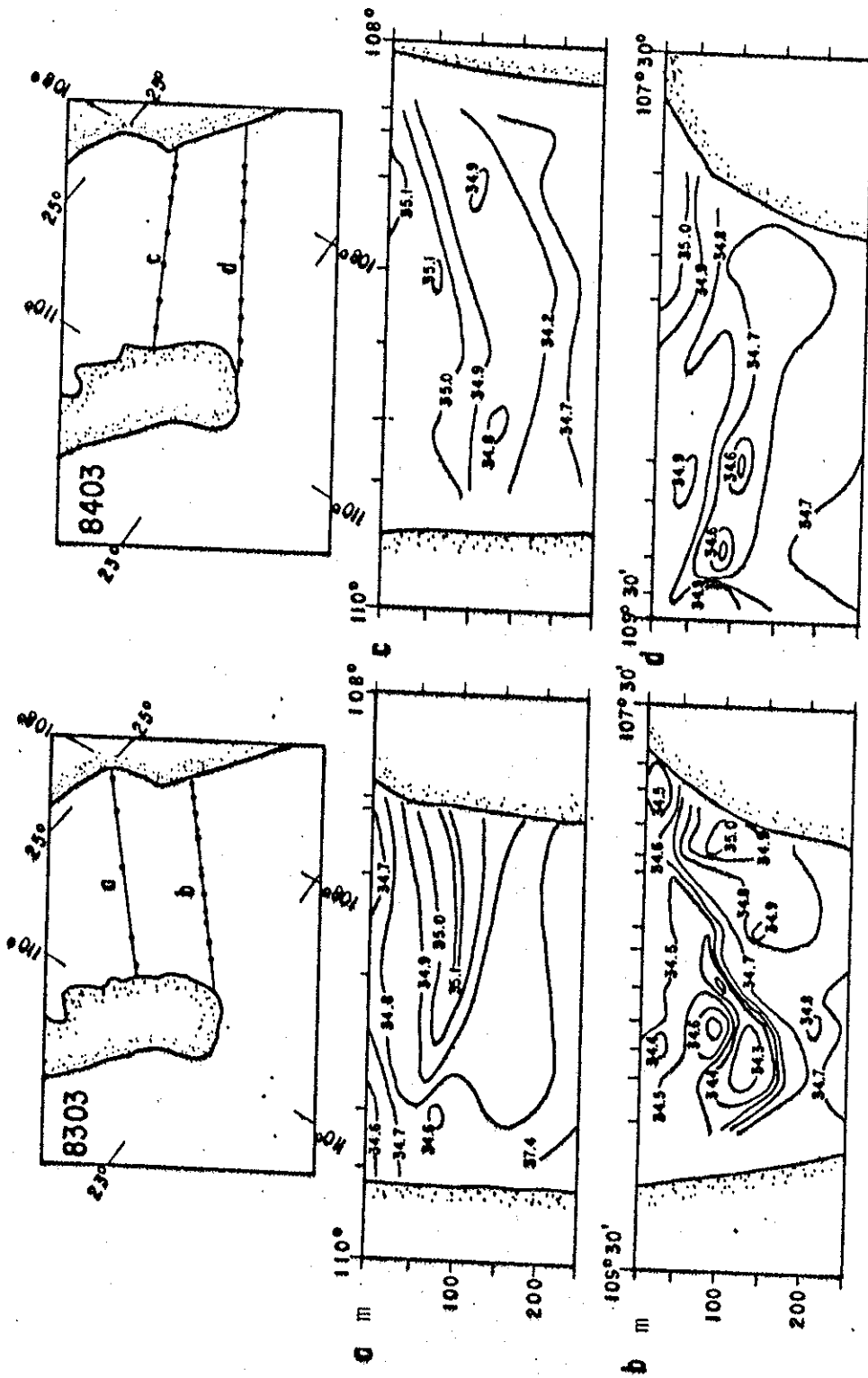


Figura 5. Distribución vertical de salinidad (%) en dos transectos próximos a la entrada del Golfo de California en las primavera de 1983 y 1984.

Un poco más al norte (Fig. 5c) el perfil vertical de salinidad muestra una capa superficial muy salina ( $>34.9\text{‰}$ ) de espesor comprendido entre los 50 y los 200 m; siendo el agua subyacente, de salinidad intermedia ( $34.65\text{--}34.85\text{‰}$ ).

## 1.2. Temperatura

La temperatura superficial del agua mostró un gradiente descendente de norte a sur. En 1983, osciló entre  $16$  y  $25.5^{\circ}\text{C}$ ; mientras que en 1984, el intervalo de temperatura estuvo entre  $15.6^{\circ}$  y  $23.8^{\circ}\text{C}$  (Fig. 6). Al norte de la línea que va de Sta. Rosalia a Guaymas ( $27.5^{\circ}\text{N}$ ), la diferencia entre ambos años fue de  $2^{\circ}$  a  $3^{\circ}\text{C}$ . En el resto de la región central, la temperatura fue ligeramente más fría hacia la costa oriental que hacia la occidental, durante 1983. Al año siguiente la situación fue inversa, pero en general, las temperaturas fueron  $1^{\circ}$  o  $2^{\circ}\text{C}$  más bajas respecto a 1983. Para dicho año, la región sur mantuvo temperaturas entre  $22^{\circ}$  y  $23^{\circ}\text{C}$ , menos en la parte occidental de la boca, donde llegó a los  $25.5^{\circ}\text{C}$ . La temperatura de la región sur, en 1984, estuvo entre  $21^{\circ}$  y  $23^{\circ}\text{C}$ , con una pequeña proyección de agua fría al este de isla Altamura ( $25^{\circ}\text{N}$ ).

La distribución de temperatura a 30 m de profundidad es muy semejante a la superficial en la primavera de 1983, mostrando un decremento de  $1^{\circ}\text{C}$  a 30 m (Fig. 7). Para 1984, se

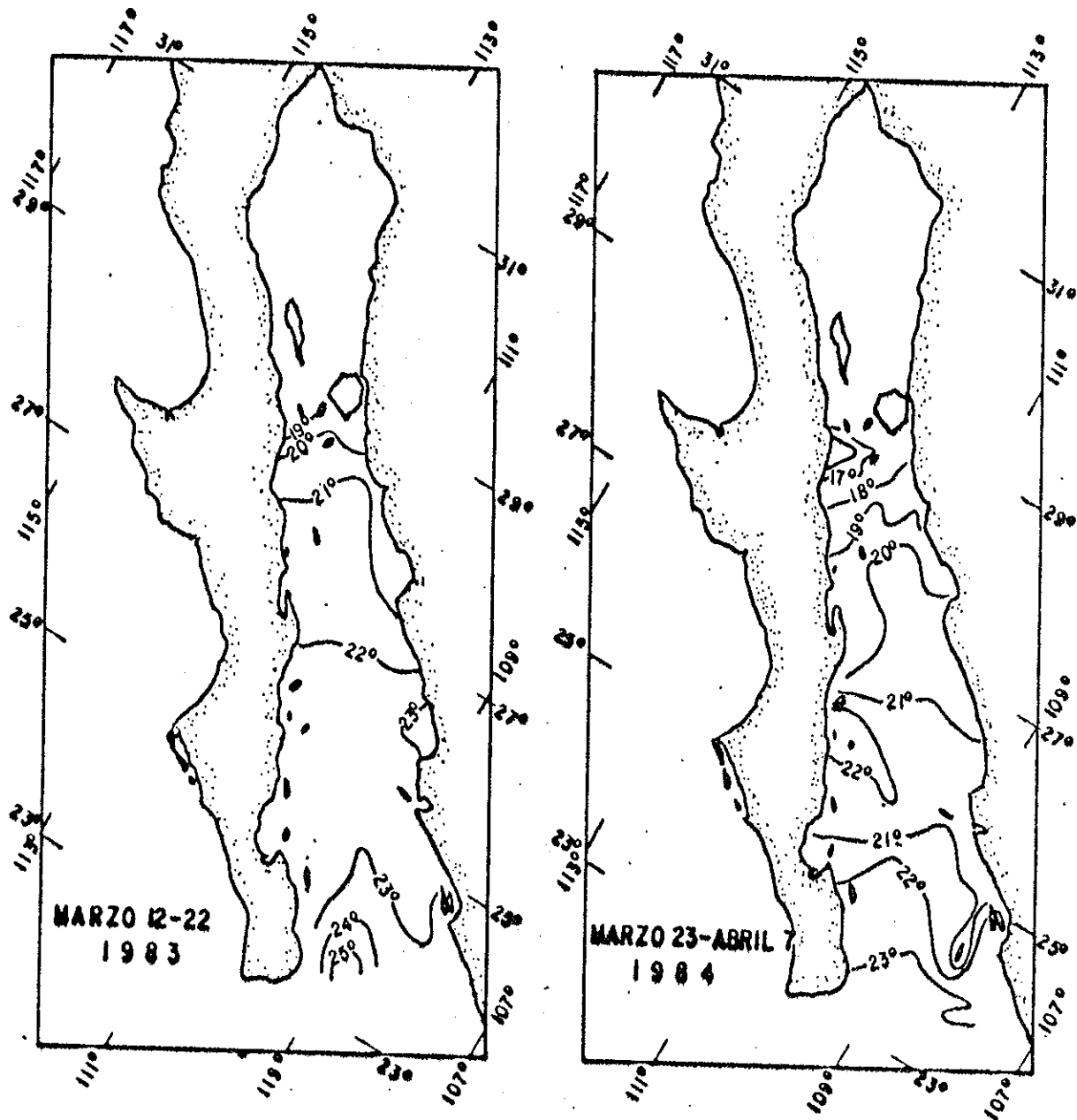


Figura 6. Distribución de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) en la superficie en las primaveras de 1983 y 1984.



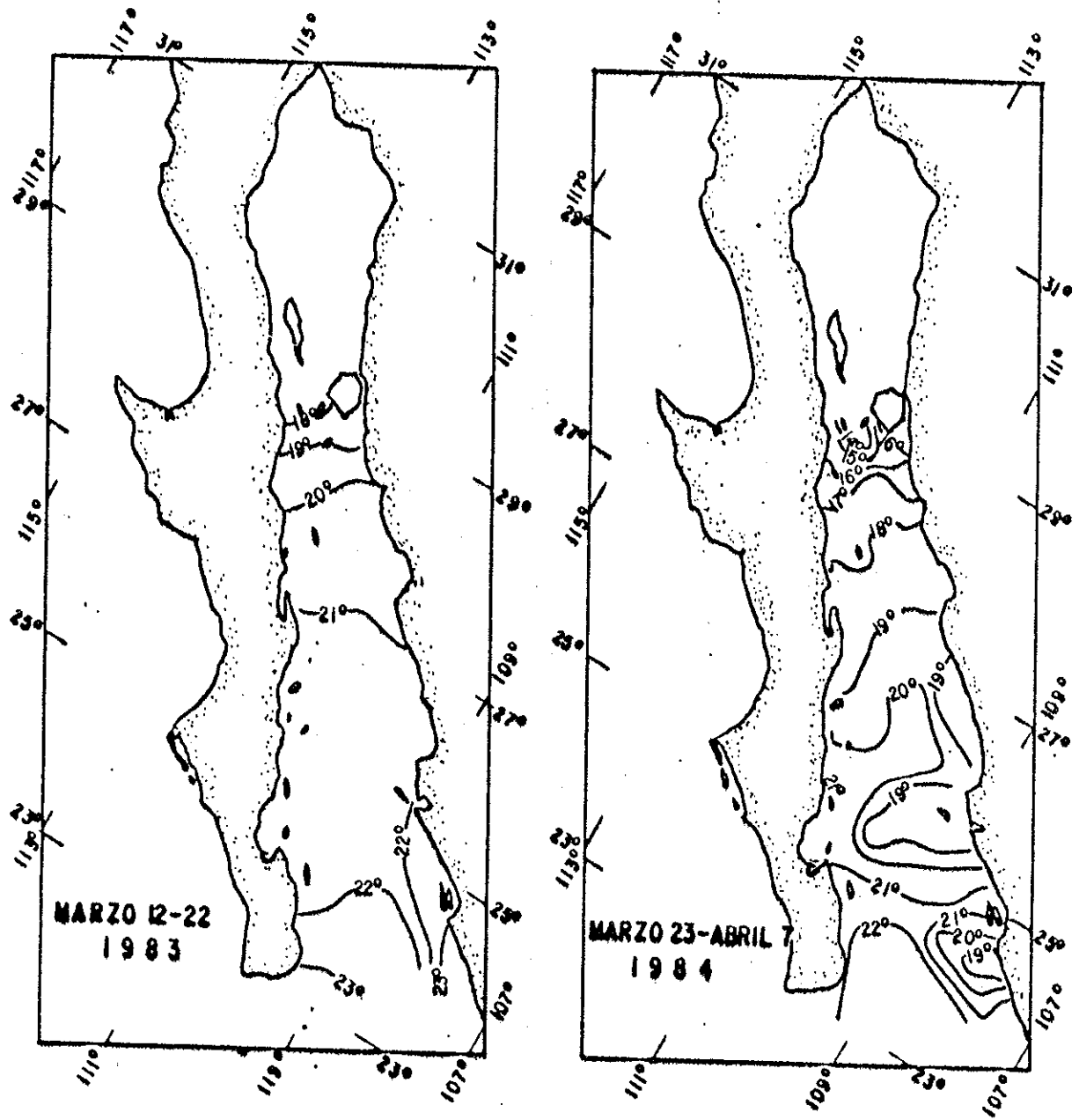


Figura 7. Distribución de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) a 30 m de profundidad en las primaveras de 1983 y 1984.

observó una mayor distorsión de las isotermas a esa profundidad, respecto a la superficie, con un descenso particularmente fuerte ( $2-3^{\circ}\text{C}$ ) al sur del umbral de islas ( $29^{\circ}\text{N}$ ). La diferencia entre costas fue de  $1^{\circ}\text{C}$  en la región central, con temperatura más fría hacia la costa bajacaliforniana; mientras que, en la región sur, la diferencia entre costas llega a alcanzar los  $3^{\circ}\text{C}$ , siendo más fría en las costas de Sinaloa.

La diferencia de temperatura entre ambos años se mantuvo aún a 100 m de profundidad (Fig. 8), con  $2^{\circ}\text{C}$  más caliente en 1983. Entonces, la isoterma de  $18^{\circ}\text{C}$  aparece en buena parte de la región central y la de  $17^{\circ}\text{C}$ , en el resto del área; a excepción del umbral de islas ( $29^{\circ}\text{N}$ ) y en puntos de la boca del Golfo, donde se registraron  $16^{\circ}\text{C}$ . En contraparte, en 1984, la isoterma característica fue la de  $15^{\circ}\text{C}$ . En la zona de boca, hacia la costa bajacaliforniana, se registró una masa de agua caliente, con temperaturas de hasta  $19^{\circ}\text{C}$ ; mientras que, hacia la otra costa, fue tan baja como  $14^{\circ}\text{C}$ .

### 1.3. OXÍGENO DISUELTO

Solo se encontraron datos de oxígeno disuelto disponibles para la primavera de 1983. La concentración de oxígeno de 1.5 ml/l en 1983, que es una concentración relativamente baja, se encontró a mayores profundidades hacia el norte, siendo en

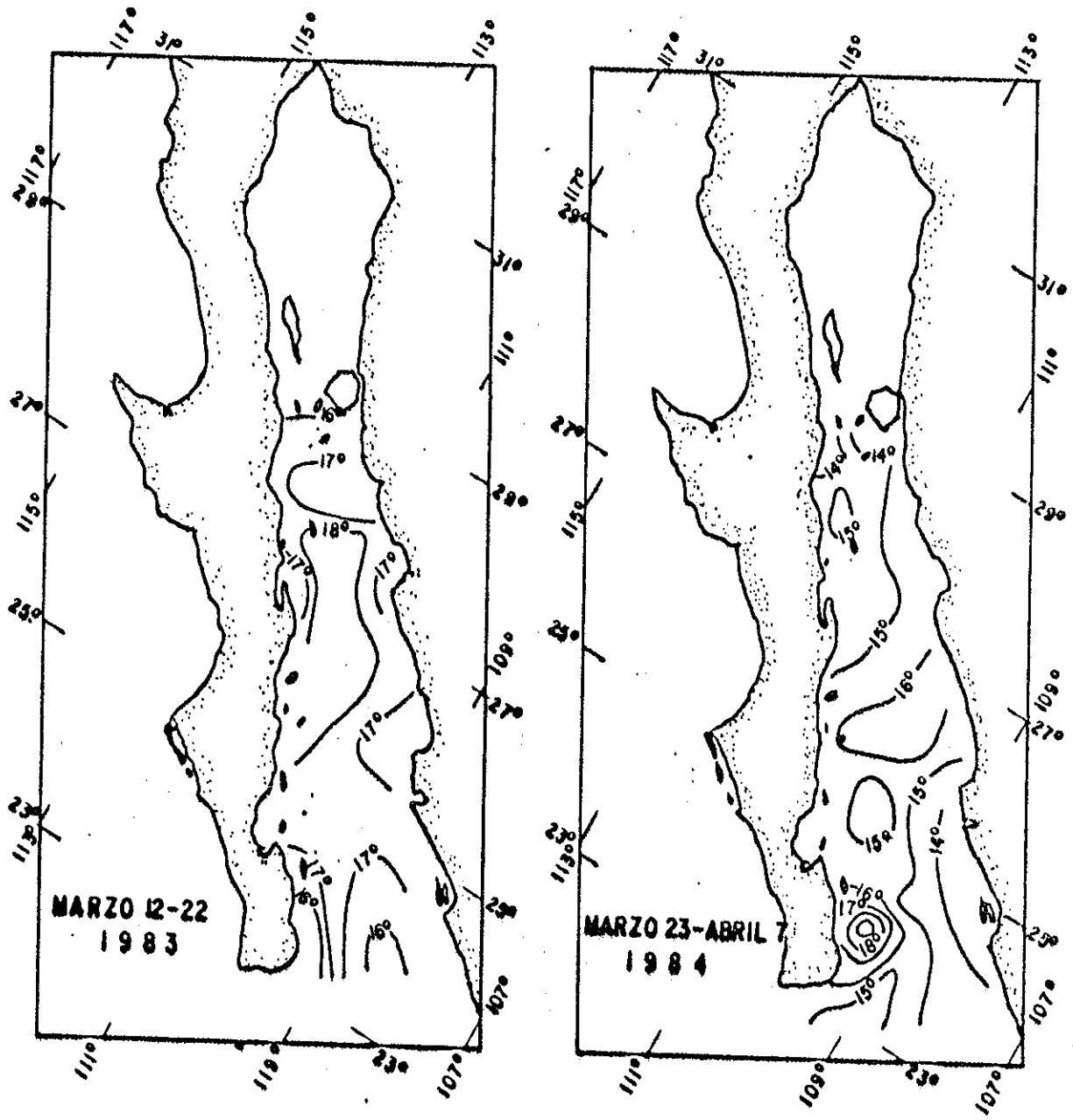


Figura 8. Distribución de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) a 100 m de profundidad en las primaveras de 1983 y 1984.

canal de ballenas (26 30'N) superior a 300 m. En el resto de la región central fue alrededor de 200 m. En la región sur se vuelve progresivamente más somera, hasta alcanzar valores inferiores a 100 m cerca de la boca, y particularmente, hacia la costa occidental (Fig. 9).

## 2. Especies encontradas

### 2.1. Generalidades

Se obtuvieron un total de 11 especies epipelágicas repartidas en cinco géneros:

- Nyctiphanes simplex* Hansen
- Euphausia diomedea* Ortmann
- Euphausia calina* Hansen
- Euphausia tenera* Hansen
- Euphausia distinguenda* Hansen
- Euphausia lamelligera* Hansen
- Nematoscelis cirrillalis* Hansen
- Nematoscelis gracilis* Hansen
- Nematophracium flexipes* (Ortmann) Calman
- Stylocheiron carinatum* G. O. Sars
- Stylocheiron affine* Hansen

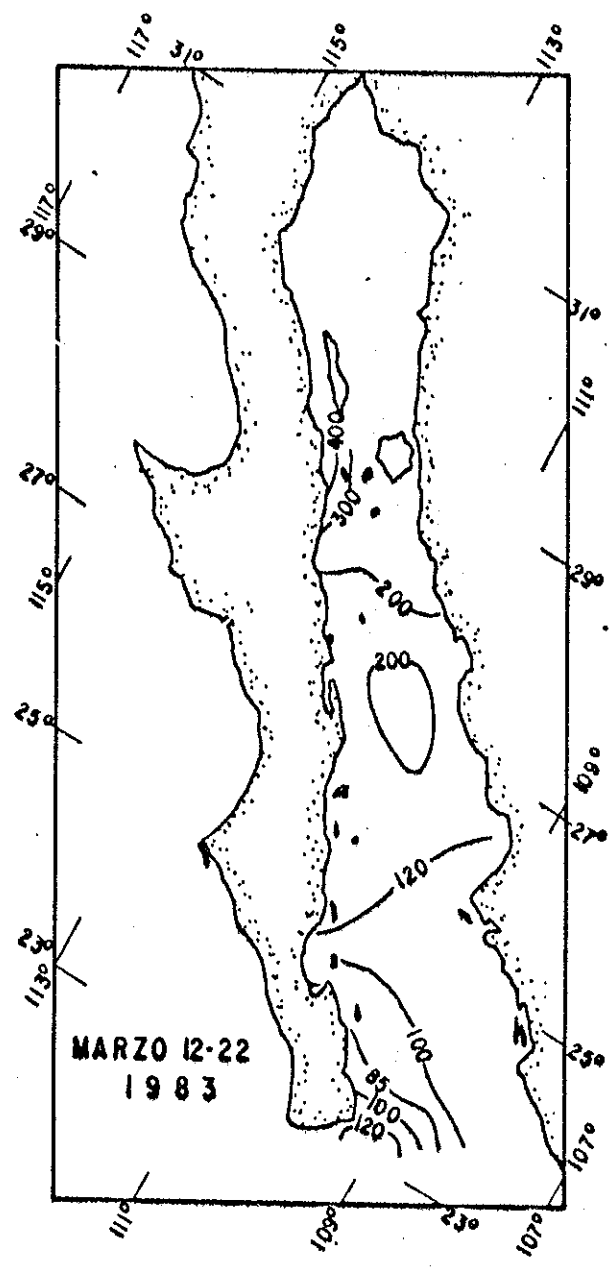


Figura 9. Profundidad (m) de la concentración de oxígeno disuelto de 1.5 ml/l en la primavera de 1983.

Considerando su distribución mundial, las especies de climas templado-cálida son *Nyclicoponea simplex* y *Nematocelis villosus*. Las especies tropicales son *Euphania glaucosa*, *E. variis*, *E. distinguenda* y *Nematocelis gracilis*. Las especies restantes son cosmopolitas de aguas tropicales y subtropicales.

La abundancia de las diferentes especies por estación de muestreo que se observa en las Tablas III y IV, comprende al total de la población. Para cada especie se separaron las siguientes fases de desarrollo: calíptopis, tucilia y poslarva. La abundancia por fases de desarrollo se presenta en las Tablas X y XI (ANEXO). Para la temporada de 1964, el muestreo se extendió un poco más al sur, por lo que las estaciones 129 y 134, ubicadas en la boca del Golfo, no se tomaron en cuenta para estimar los promedios de abundancia por especie, con la finalidad de que la comparación interanual se base en un área equivalente.

Considerando al conjunto de especies, primeramente, observamos un incremento al triple de su valor en los promedios de abundancia de un año a otro, ya que de ser 22,337 org/1000 m<sup>3</sup> el promedio de eurásicos en 1963, en 1964 el promedio fue de 66,040 org/1000 m<sup>3</sup>. Esto refleja claramente, la abundancia de la especie dominante *Nyclicoponea simplex*. En la zona de la boca del Golfo para este último año, el promedio fue diez veces

Tabla III. Abundancia de las especies de eufáusidos (org/1000 m<sup>3</sup>) en cada estación de muestreo durante la primavera de 1983.

EST.	<u>Nytiphan.</u> <u>simplex</u>	<u>Nematos.</u> <u>diffici.</u>	<u>Euphausia</u> <u>disting.</u>	<u>E.</u> <u>eximia</u>	<u>E. Styloche.</u> <u>tenera</u>	<u>affine</u>	<u>diome.</u>	<u>E. Nematob.</u> <u>graci.</u>	<u>E.</u> <u>flexi.</u>	<u>E.</u> <u>lamel.</u>	<u>S.</u> <u>carin.</u>	TOTAL
75	132,362	1,546	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133,908
70	4,106	3,911	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,017
64	8,494	4,875	39	39	0	0	0	0	0	0	0	13,447
68	9,113	3,918	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,031
66	16,998	3,110	0	72	72	0	108	0	0	0	0	20,360
58	4,057	3,602	41	83	166	0	0	0	0	0	0	7,949
50	7,370	10,093	109	36	36	0	0	0	0	0	0	17,644
56	4,326	3,439	142	35	177	0	0	0	0	0	0	8,119
53	1,296	7,623	183	76	0	0	0	0	0	0	0	9,178
44	2,261	848	189	157	0	63	63	0	0	0	0	3,581
41	4,488	7,480	561	112	225	0	0	0	0	0	37	12,903
34	1,388	847	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,235
38	831	2,605	457	227	0	0	0	0	38	0	0	4,158
27	98,642	2,884	1,790	348	99	572	25	0	25	0	0	104,385
14	385	1,999	1,000	769	0	0	0	0	0	38	0	4,191
24	2,519	3,876	453	0	0	0	32	0	32	0	0	6,912
20	1,359	78	3,961	1,631	1,632	583	234	156	39	0	39	9,712
$\bar{x}$	17,647	3,690	525	211	142	72	27	9	6	4	4	22,337
%	79.0	16.5	2.4	.9	.6	.3	.1	.04	.03	.02	.02	100

Tabla IV. Abundancia de las especies de eufáusidos (org/1000 m<sup>3</sup>) en cada estación de muestreo durante la primavera de 1984.

EST.	Nyctiphan. simplex	Nematos. diffici.	Euphausia eximia	E. Styloche. disti.	E. affine tenera	E. diome.	E. Nematob. graci.	E. Nematob. lamel. flexi.	S. carin.	TOTAL
41	144,469	3,155	0	0	0	0	0	0	0	147,624
45	38,089	5,054	0	0	0	0	0	0	0	43,143
54	146,718	3,824	0	0	0	0	0	0	0	150,542
70	127,450	14,879	0	0	0	0	0	0	0	142,329
61	15,372	10,380	36	144	0	0	0	0	0	25,932
65	48,917	17,069	0	0	0	0	0	0	0	65,986
85	135,059	0	0	0	0	0	0	0	0	135,059
83	18,207	3,392	0	45	0	0	0	0	0	21,644
97	1,678	1,243	168	437	67	0	0	0	0	3,593
94	53,906	1,472	183	698	100	67	66	33	0	56,558
112	149,958	2,008	0	0	335	0	0	0	0	152,301
109	0	202	34	0	68	0	0	0	0	304
124	173	311	1,727	967	380	242	173	0	0	4,077
120	0	38	1,602	76	915	687	229	0	0	3,547
129	6,647	17	189	1,495	309	292	121	481	17	9,568
134	102	85	1,150	626	220	321	34	136	68	2,776
$\bar{x}$	55,422	3,946	318	281	128	121	39	10	7	60,352
%	91.8	6.5	.5	.5	.2	.2	.1	.02	.01	.002
$\bar{x}^*$	62,857	4,502	268	169	109	95	33	5	7	68,046
%*	92.4	6.6	.4	.2	.2	.1	.1	.01	.01	.002

\* Sin incluir a las estaciones 129 y 134, de la boca del Golfo.



menor que en el resto del área (Tablas III y IV).

Geográficamente, la distribución del orden Supraustacea (Fig. 10) muestra que una porción norte, abarcando la mitad del área de estudio, es muy densa, con valores superiores a los 5,000 org/1000 m<sup>3</sup> en 1963 y más densa aún en 1964, sobrepasando los 50,000 org/1000 m<sup>3</sup>. En contraste, la porción sur del área, es pobre en 1964, con valores inferiores a los 5,000 org/1000 m<sup>3</sup>, aunque en estaciones situadas en la plataforma continental pueden registrarse picos de abundancia, como ocurre cerca de Pta. San Ignacio (est. 112). En 1963, la porción surera, a su vez exhibe una zona de bajas densidades y otra más cercana a la boca con valores semejantes a la parte norteña; también aquí ocurrió un máximo cerca de Pta. San Ignacio (est. 27).

En cuanto a la composición por fases de desarrollo, todas las fases reportaron un incremento en 1964 respecto al año anterior (Fig. 11), aunque dicho incremento fue proporcionalmente mayor en el renglón de caliptopis (350 %) y poslarvas (455 %), indicando una reproducción más exitosa en la primavera fría; mientras que la sobrevivencia de turcillas parece bastante buena en ambos años. Llama la atención que en la boca del Golfo en 1964, el promedio de poslarvas es similar a su promedio de 1963 para el interior del Golfo.

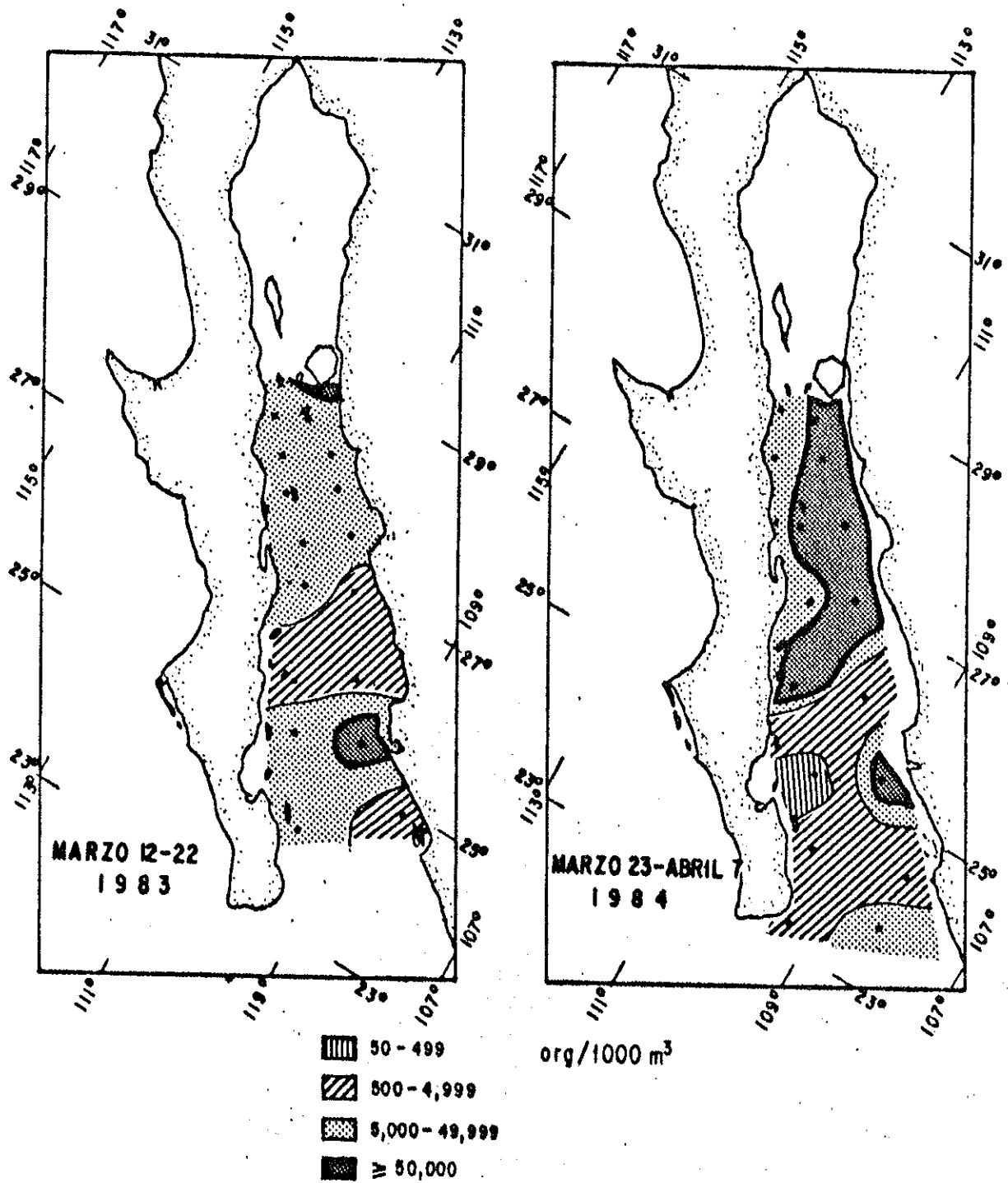


Figura 10. Distribución del total de eufausidos en las primaveras de 1983 y 1984.

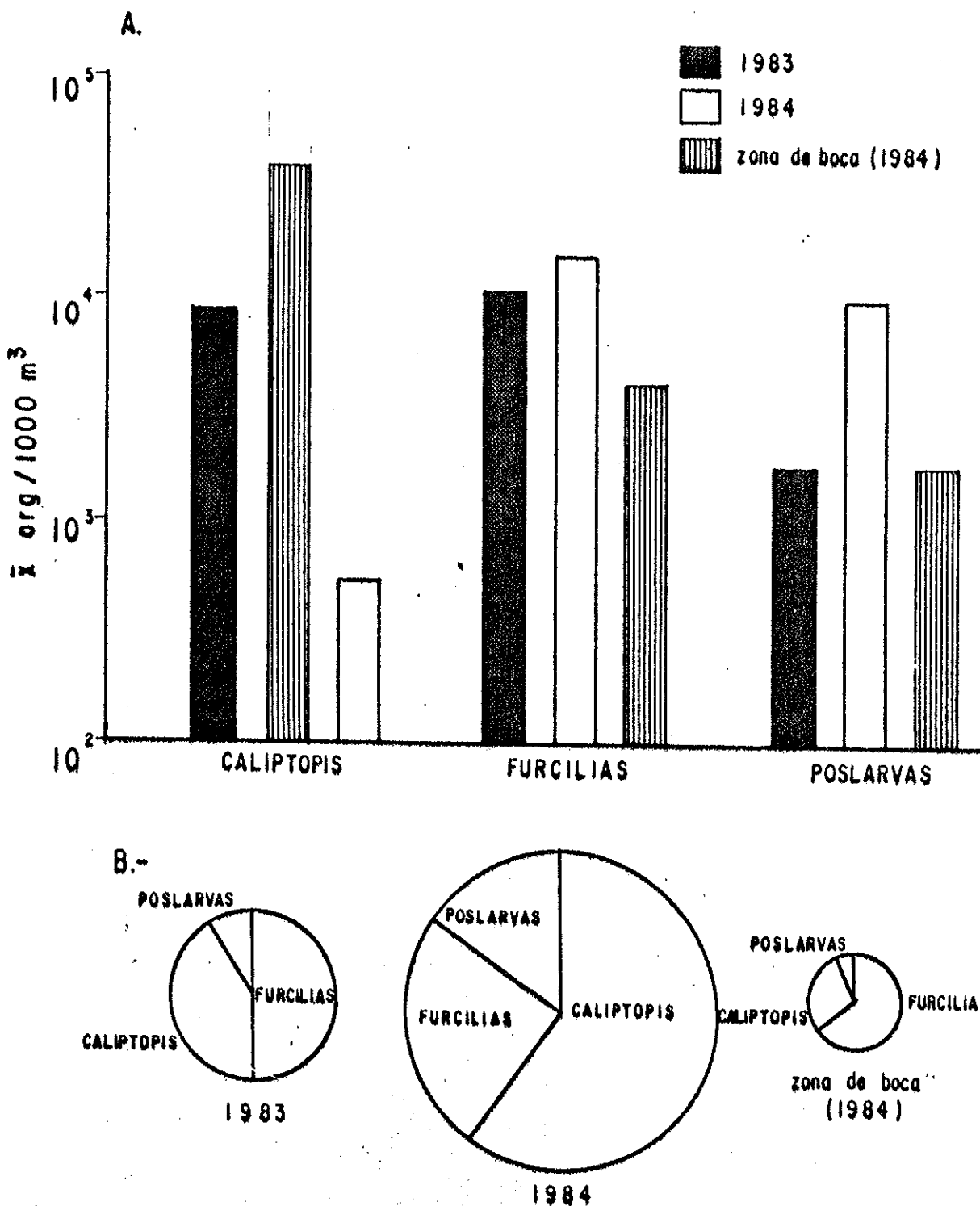


Figura 11. Abundancia de eufáusidos por fases de desarrollo en las primaveras de 1983 y 1984. A: abundancia media (org/1000 m<sup>3</sup>) y B: abundancia relativa (%).

## 2.2. ABUNDANCIA Y COMPOSICIÓN DE LAS ESPECIES TEMPLADO-CÁLIDAS

### 2.2.1. *LYCETIDNAEAE SIMPLEX* (FIG. 12)

La especie costera *lycetidnaeae simplex* no solo fue dominante, sino hegemónica en ambas temporadas de muestreo, como se constata del 72 % ocupado por esta especie en 1983 y el 92 % en 1984. Su promedio de abundancia en ambos años fue un orden de magnitud mayor al de su compañera de afinidad templada *lycetidnaeae difficilis* y hasta dos ordenes de magnitud mayor respecto a las demás especies (Tablas III y IV).

A pesar de que en la primavera cálida no dejó de tener la primacía que le caracteriza, si se observan diferencias importantes en sus valores de abundancia, ya que, en esta temporada, únicamente dos estaciones (una al sur de Isla Tiburón y otra en Pta. San Ignacio), tuvieron abundancias superiores a 50,000 org/1000 m<sup>3</sup>; la composición de la población fue diferente en estas dos estaciones, ya que en la primera predominaron los caliptopis, mientras que en la segunda lo hicieron las rucilias (Tabla X, ANEXO). En contraste, casi todas las estaciones de la región central en la temporada de 1984, tuvieron abundancias superiores a los 50,000 org/1000 m<sup>3</sup> y particularmente hacia la costa oriental, el reclutamiento de caliptopis fue muy alto (Tabla XI, ANEXO). Se observó que las

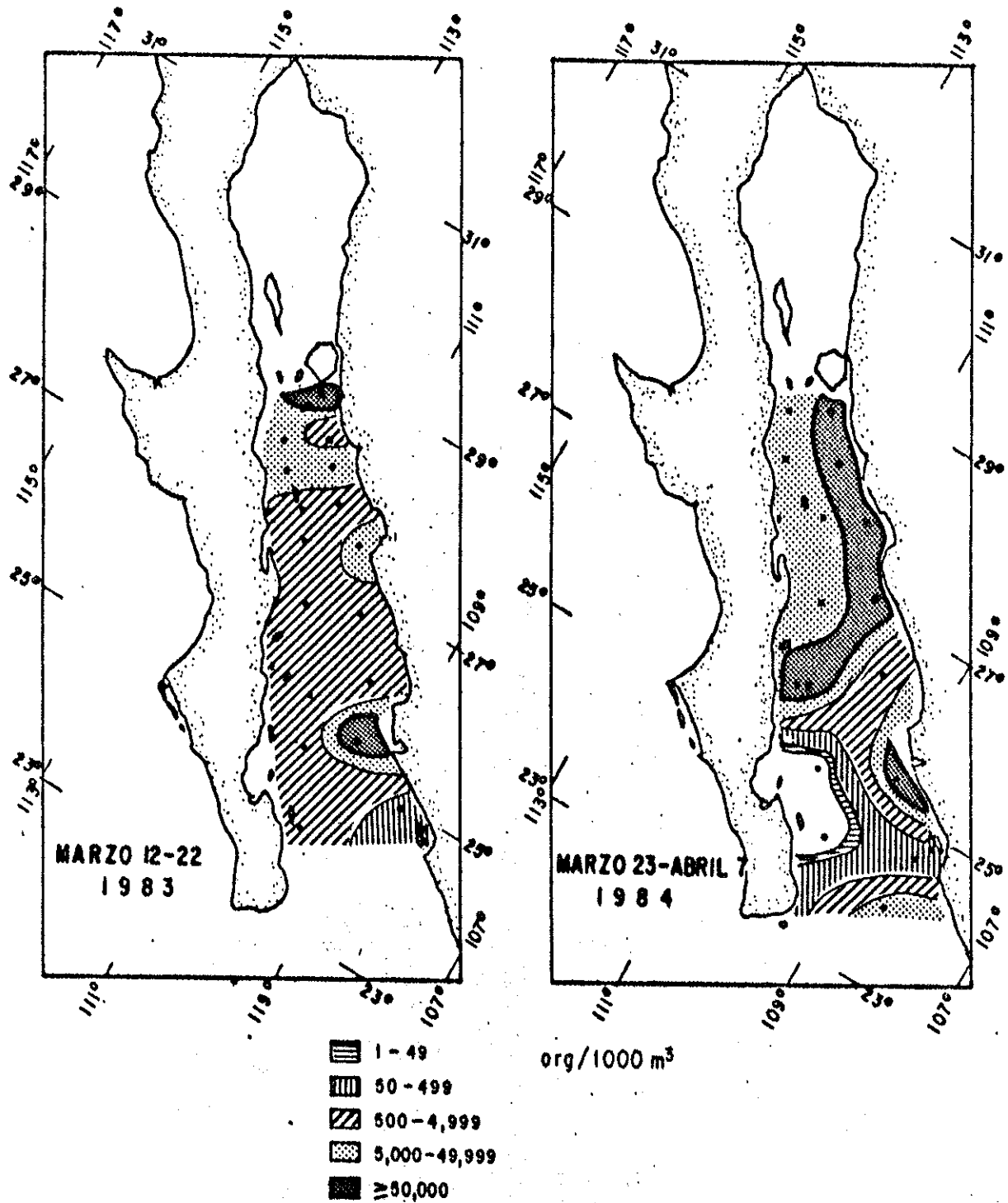


Figura 12. Distribución de *Nyctiphanes simplex* en las primaveras de 1983 y 1984.

altas densidades de cista raras ocurrieron cuando la temperatura superficial mantuvo un valor inferior a  $21^{\circ}\text{C}$  (Fig. 15). También en el caso de las posarvas, se encontró una situación semejante, ya que el número de estas en el periodo caliente fue diez veces menor y la mayoría de ellas estuvieron concentradas cerca de la Isla Tiburón; mientras que en el periodo frío estuvieron bien distribuidas en toda el área.

### 2.2.2. *Nematocelis difficilis* (Fig. 14)

Esta especie fue la segunda más importante en ambos periodos de muestreo. La tendencia en su abundancia promedio, también mostró un ligero incremento en 1984 respecto a 1983, pero en términos relativos su importancia cayó de 17 % que ocupaba en 1983 a 7 % en 1984, debido al fuerte aumento de *Byctidiales simplex*. En total ambas especies conjuntaron más del 95 % de los euratsidos de ambas primaveras (Tablas III y IV).

En 1983 la distribución de *Nematocelis difficilis* fue bastante homogénea cayendo la mayoría de los valores de abundancia dentro del intervalo de 500 a 5,000 org/1000  $\text{m}^3$ , excepto por tres estaciones hacia el centro de la zona, con valores mayores a los 5,000 org/1000  $\text{m}^3$  y en la est. 20 se registraron menos de 100 org/1000  $\text{m}^3$ . En 1984, su distribución fue un poco menos homogénea, con densidades bajas en Buena

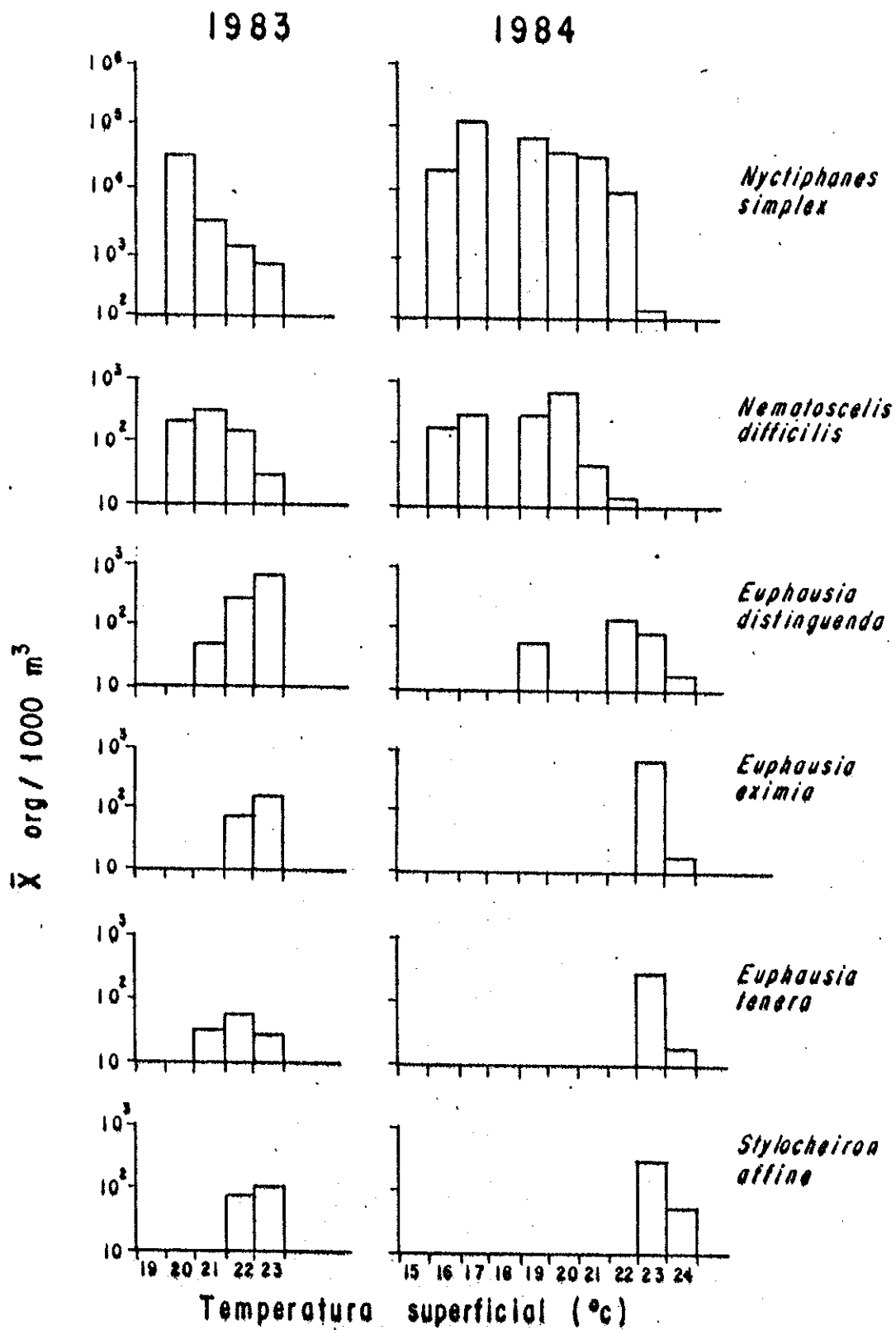


Figura 13. Abundancia media (org/1000 m<sup>3</sup>) de caliptopis en función de la temperatura superficial (°C).

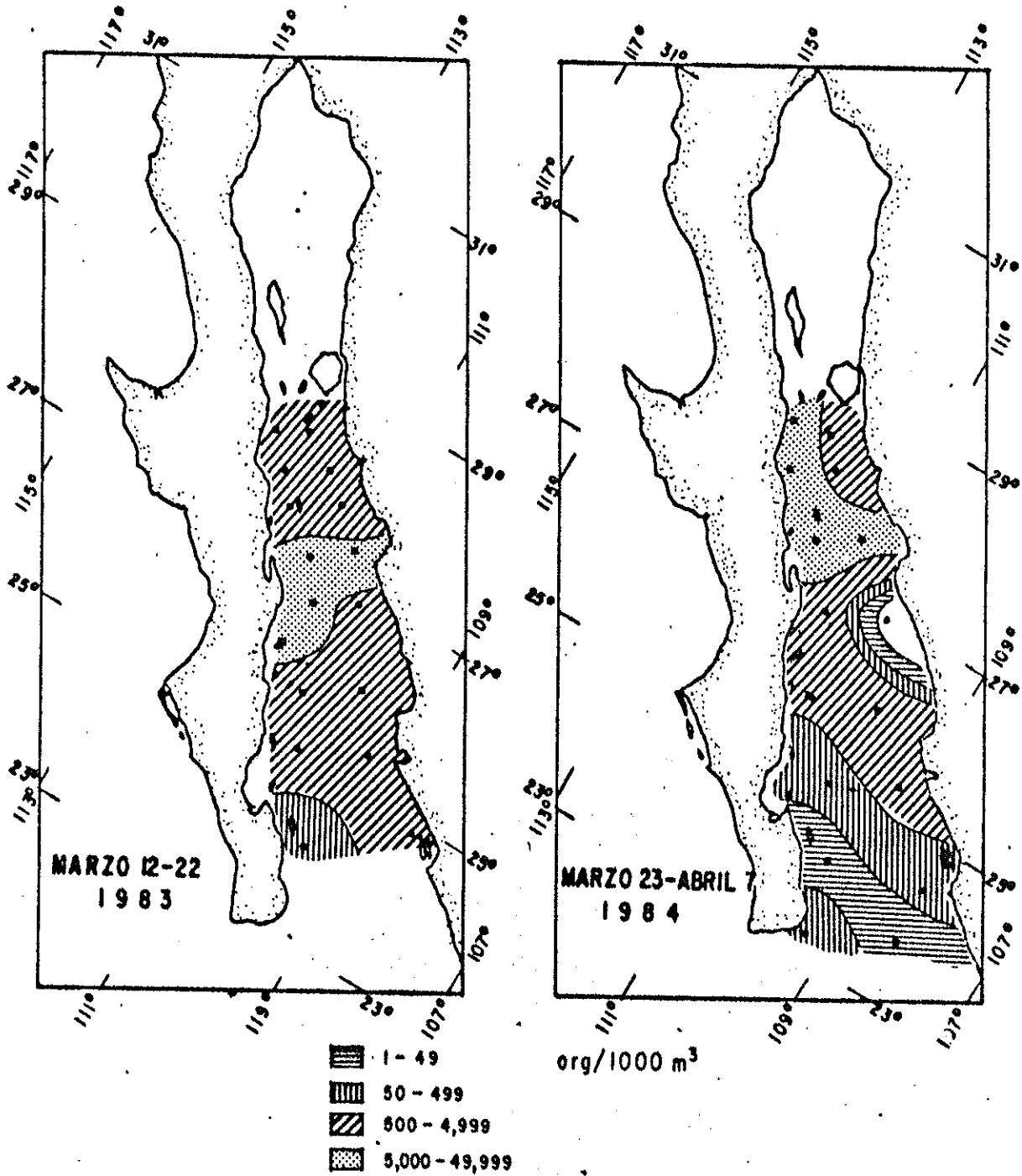


Figura 14. Distribución de *Nematocelis difficilis* en las primaveras de 1983 y 1984.



parte de la región sur y altas en la porción noroccidental. El reclutamiento promedio fue similar en ambos años (Tablas X y XI, ANEXO), pero en 1983 ocurrió en toda el área, mientras que en 1984 estuvo más limitado a la región central, en donde muestra valores un poco mayores respecto al año anterior. Las temperaturas donde se registraron caliptopis fueron similares a las de *MYCETIDIAES SIMPLEX* (Fig. 13). El número de rucillas y postarvas fue semejante en ambos años, con tendencia a ocupar preferentemente la porción occidental del Golfo.

### 2.3. Abundancia y distribución de las especies tropicales

#### 2.3.1. *Euphausia distinguenda* (Fig. 15)

Considerando su abundancia, el promedio de *EUPHAUSIA DISTINGUENDA* fue el triple en 1983 respecto a 1984 (Tablas III y IV), lo que la traslada del tercero al cuarto lugar de importancia, al interior del Golfo, ya que en la entrada del mismo (1984) fue la segunda más importante. Si se excluyen las estaciones de dicha zona, la abundancia media de postarvas es similar en ambos años, por lo que el decremento de esta especie en la temporada fría se registró en el número de larvas: los caliptopis fueron 7 veces menos abundantes en 1984 respecto al año anterior, y las rucillas lo fueron 10 veces (Tablas X y XI, ANEXO). El reclutamiento de caliptopis ocurrió a 22° y

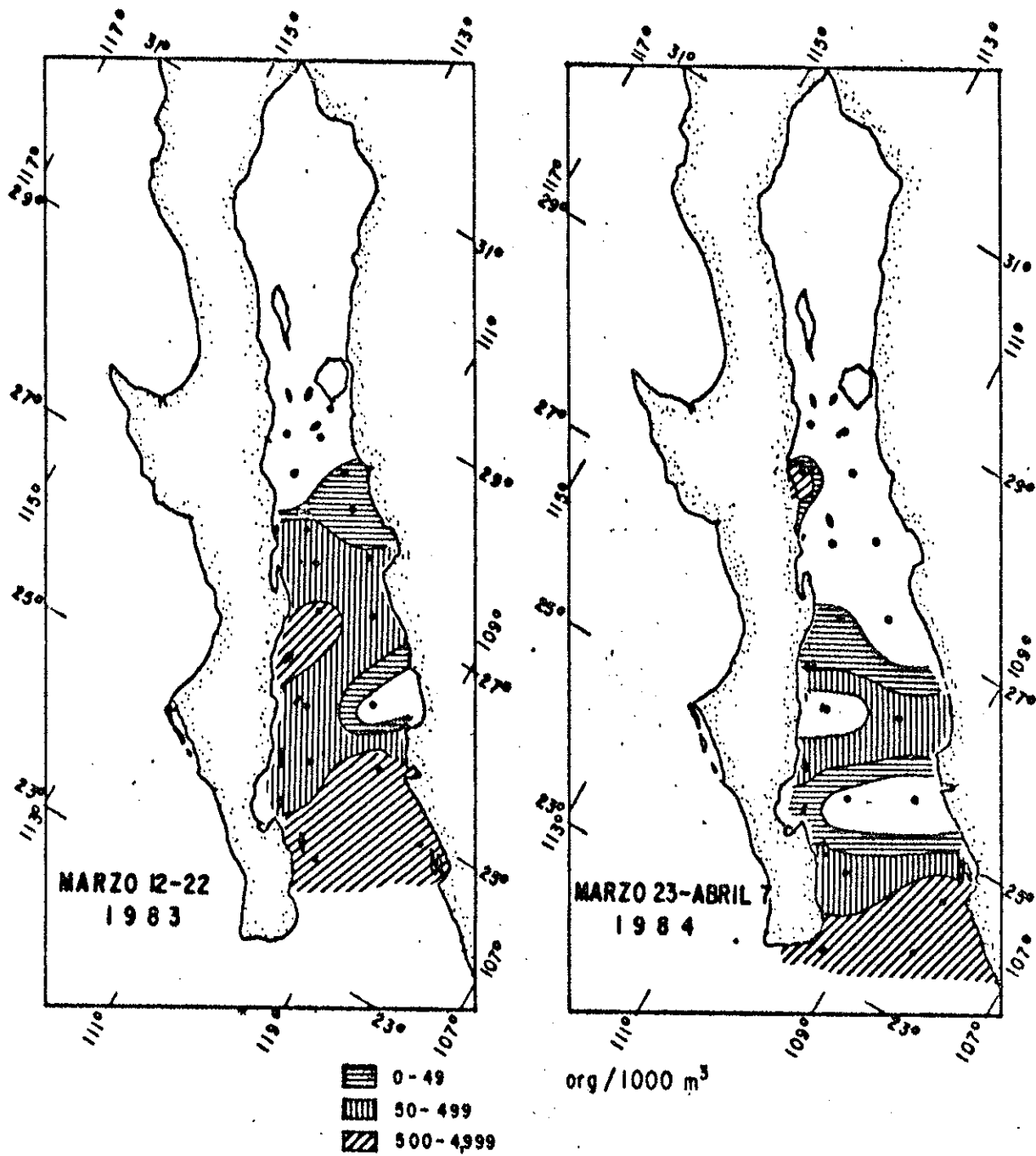


Figura 15. Distribución de *Euphausia distinguenda* en las primaveras de 1983 y 1984.

23°C de temperatura (Fig. 13).

En cuanto a su distribución, esta especie tuvo su límite hacia latitudes más norteñas en 1983, coincidiendo con la isoterma de 21°C y la isosalina de 35.0‰ en la superficie (Figs. 4 y 6). Sin embargo la distribución de densidades superiores a 500 org/1000 m<sup>3</sup> tuvo un desplazamiento más conservador, y su límite coincidió en 1983 con la presencia de concentraciones bajas de oxígeno en capas someras (Fig. 9), donde se encontraron las poslarvas de esta especie (Tabla X, ANEXO).

### 2.3.2. *Euphausia eximia* (Fig. 16)

Esta especie no mostró cambios sustanciales en su abundancia media entre los periodos de muestreo, pero debido al descenso de *E. distinguenda* se elevó su importancia del cuarto al tercer lugar en 1983 y 1984, respectivamente. En 1984 en tres estaciones cercanas a la boca del Golfo, *E. eximia* fue la especie más abundante (Tablas III y IV).

En cuanto a su distribución, mostró también un desplazamiento hacia el norte en la temporada caliente, pero a diferencia de la especie anterior, si se registraron algunas poslarvas en la región central. El reclutamiento sólo ocurrió en la región sur y aunque el número de estaciones en que se

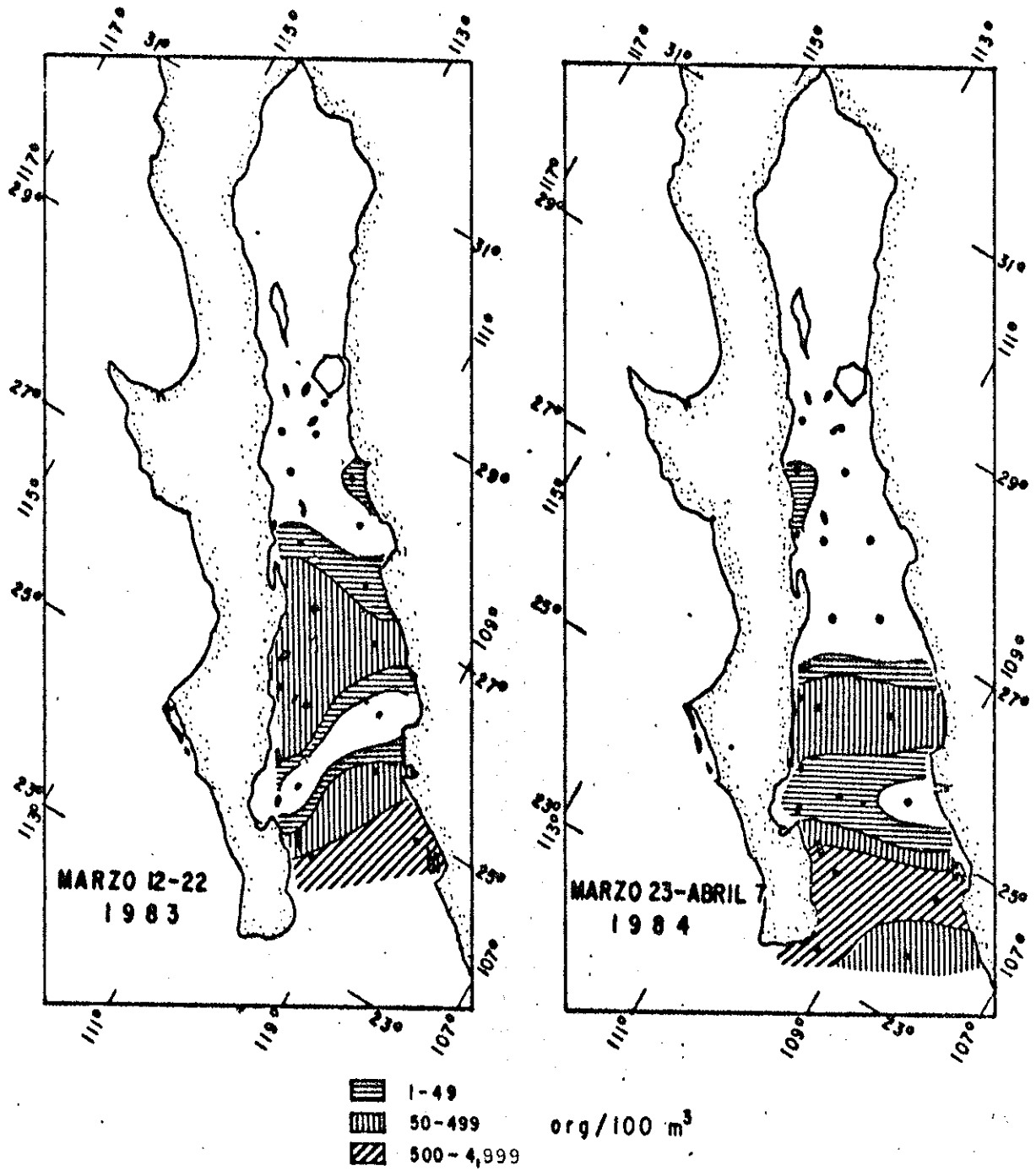


Figura 16. Distribución de *Euphausia eximia* en la primavera de 1983 y 1984.

obtuvieron caliptopis fue menor en 1984, en dichas estaciones fue más intenso y ambas presentaron temperaturas superiores a 25°C (tablas X y XI, ANEXO y Fig. 13).

#### 2.3.3. *Eurytemora affinis*

Fue la séptima en abundancia en ambos años. En 1983 se encontró en cuatro estaciones de la región sur y una en la región central al noroeste de Sta. Rosalía (27°30'N), donde, sin embargo, ocurrieron temperaturas mayores a 17°C a 100 m de profundidad (Fig. 8). En 1984, se encontró solamente en la región sur (tablas III y IV). No se presentaron caliptopis de esta especie (tabla X y XI, ANEXO), lo cual puede indicar que la reproducción toma lugar solo fuera del Golfo.

#### 2.3.4. *Nematoscelus gracilis*

Únicamente se encontró en la estación más sureña (est. 20) de la temporada 1983, con una abundancia relativamente alta (tabla III) donde además existió la profundidad más somera para la capa deficiente en oxígeno (Fig. 9). En 1984, aparece en las dos estaciones de la boca del Golfo, en una de ellas fue la cuarta especie más importante. No encontramos caliptopis de esta especie.

#### 2.3.5. *Eurytemora affinis*

Se encontraron postarvas en 2 estaciones en la primavera de 1963 (a  $25^{\circ} 27'$  y a  $24^{\circ} 52'$  N). Al año siguiente se presentó en las estaciones de la boca del Golfo y dos más ( $25^{\circ} 45'$  y  $24^{\circ} 52'$  N), tanto rurellas como postarvas. Su abundancia fue muy baja (Tablas III y IV).

#### 2.4. ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES COMO POLICELAS DE ESPECIES PROTOZOICAS Y METAZOICAS

##### 2.4.1. *BRACHYURA* (Fig. 17)

Esta especie fue un poco más numerosa en 1963 al interior del Golfo (Tabla III). Su distribución quedó limitada a la región sur en 1964, mientras que en el año anterior se registró la incursión de esta especie en la región central, aunque estuvo ausente en una porción de la región sur.

La proporción de larvas fue similar en ambos años, pero ocuparon una área mucho menor en 1964. Lo inverso ocurrió con las postarvas, que si bien fueron más abundantes en 1963, tuvieron una distribución restringida a la región más sureña en ambos años (Tablas X y XI). El límite de distribución de postarvas coincide con la ocurrencia de bajas concentraciones de oxígeno a profundidades de 120 m o menores (Fig. 9).

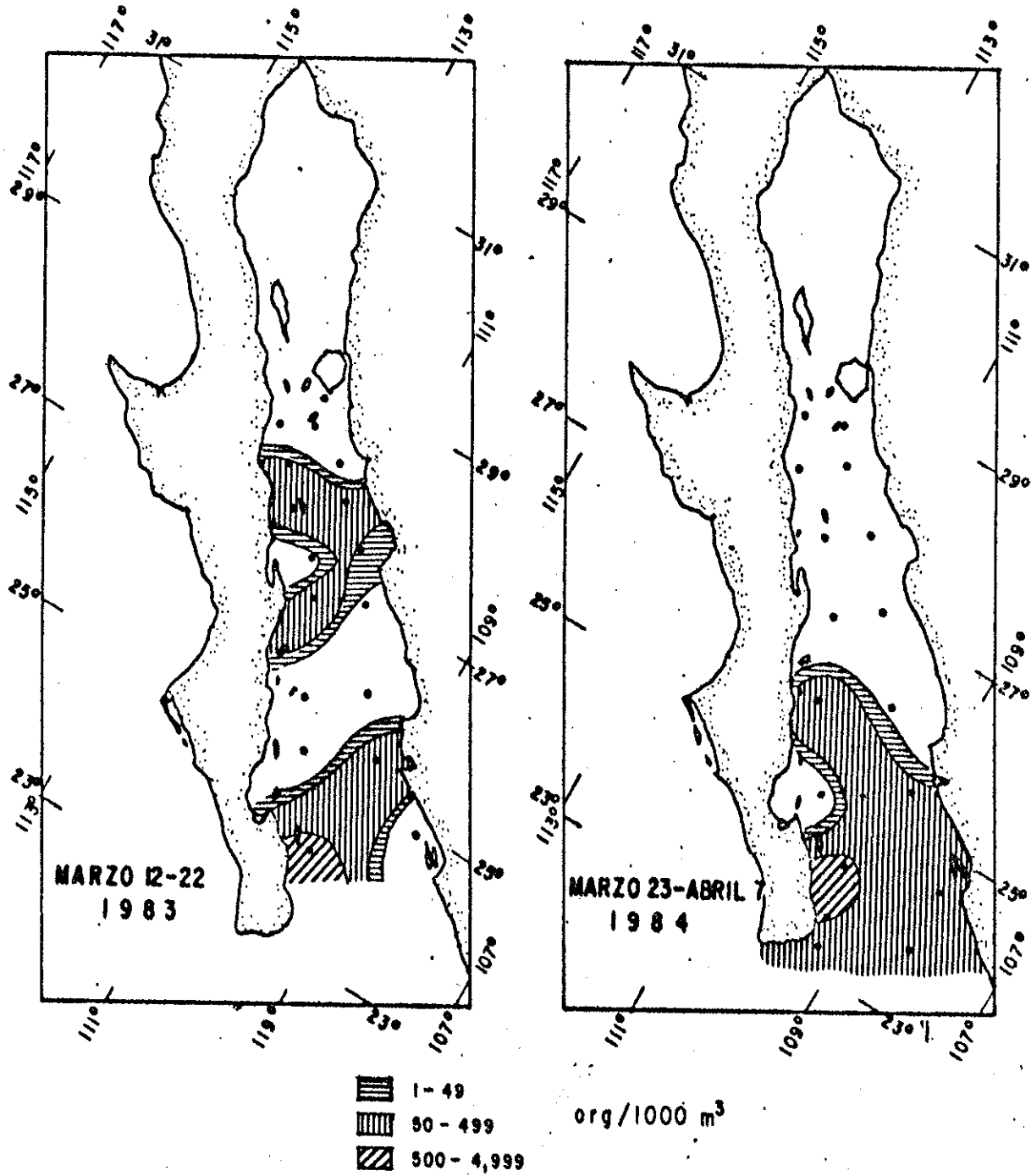


Figura 17. Distribución de *Euphausia tenera* en las primaveras de 1983-y 1984.

#### 2.4.2. Stylocentron affine (Fig. 16)

La distribución de Stylocentron affine fue más amplia y su abundancia mayor en la primavera de 1984, presentándose en casi todas las estaciones de la región sur,; en tanto que, en 1983 solo estuvo en tres de ellas (Tablas III y IV). El reclutamiento de calíptopis en ambos años ocurrió cerca de la boca del Golfo, y fueron las postlarvas las que incursionaron al interior del Golfo (Tablas X y XI; ANEXO).

#### 2.4.3. Remontopora litoralis

Se tienen tres registros de esta especie en ambos años, todos en la porción sureña del Golfo. Todos los organismos encontrados fueron larvicias, a excepción de un espécimen adulto de la estación 134, frente a Cabo San Lucas.

#### 2.4.4. Stylocentron carinarum

Fue la especie menos densa. En 1983 solo dos estaciones (a  $24^{\circ} 4'$  y  $26^{\circ} 15'$  N) tuvieron postlarvas y en 1984 solo la est. 134 ( $23^{\circ} 5'$  N) presentó larvicias.

### 3. Diferencia entre muestreos diurnos y nocturnos



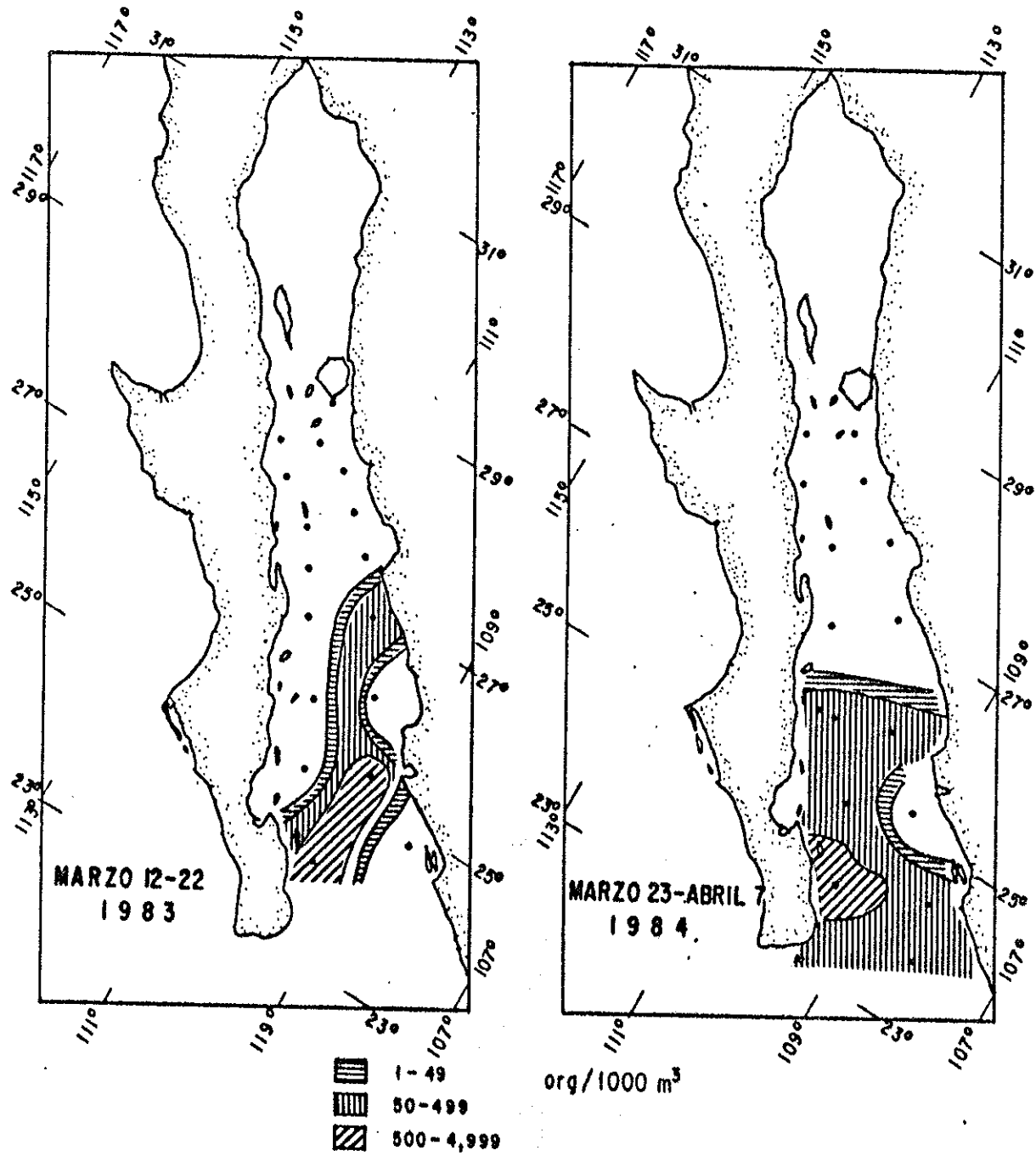


Figura 18. Distribución de Stylocheiron affine en las primaveras de 1983 y 1984.

Únicamente las postlarvas de *lyellianus simplex* y de *hemaphysalis* ~~marginatus~~ del muestreo de primavera-1983 mostraron abundancias significativamente diferentes entre colectas diurnas y nocturnas ( $p=.042$  y  $p=.002$ , respectivamente; ver tabla V); aunque las postlarvas de *hemaphysalis* ~~marginatus~~, *E. distinguenda* y *E. cingulata* se acercaron a un valor significativo ( $.05 < p < .10$ ).

#### 4. Diversidad de especies

De las once especies encontradas durante la primavera de 1983 en el interior del Golfo, solo nueve de ellas se presentaron en 1984, aunque en la boca del mismo en ese mismo año, si se encontraron todas. Si se consideran las proporciones que guardan entre sí las diferentes especies, se observa ligeramente una mayor diversidad en la temporada de 1983, como lo indican los valores calculados para el índice de Simpson ( $D_s$ ), los cuales se muestran en forma de isoclinas en la Figura 19.

Los máximos valores, que indican una mayor diversidad, se obtuvieron a la entrada del Golfo en ambos años ( $D_s = .7$ ). Conforme se avanza hacia el norte la diversidad disminuye, aunque este descenso ocurrió en forma más vertiginosa en 1984, ya que un valor de  $D_s = .5$  se encontró en latitudes de  $25^{\circ} 30' N$

Tabla V. Probabilidad de aceptar que sean iguales las abundancias entre colectas diurnas y nocturnas por fases de desarrollo de cada especie, según la prueba de Mann-Whitney (en 1983: No. muestras nocturnas = 8 y No. muestras diurnas = 9; en 1984 el No. de muestras es 7 en ambos casos).

ESPECIE	PRIMAVERA 1983		PRIMAVERA 1984	
	CALIP. FURCI. POSLA.	CALIP. FURCI. POSLA.	CALIP. FURCI. POSLA.	CALIP. FURCI. POSLA.
<u>Nyctiphanes simplex</u>	.334	.348	.228	.064
<u>Nematoscelis difficilis</u>	.348	.221	.310	.451
<u>Euphausia distinguenda</u>	.081	.316	.228	.500
<u>E. eximia</u>	.334	.075	.191	.500
<u>E. tenera</u>	.281	.206	.500	.500
<u>Stylocheiron affine</u>	.192	.192	.500	.310
<u>E. diomedea</u>	-	.386	-	.500
<u>Nematoscelis gracilis</u>	-	.334	-	-
<u>Nematobrachion flexipes</u>	-	.316	-	.210
<u>E. lamelligera</u>	-	-	-	.355
<u>S. carinatum</u>	-	-	-	-

\* indica un nivel de significancia de  $.01 < p < .05$

\*\* indica un nivel de significancia de  $.001 < p < .01$

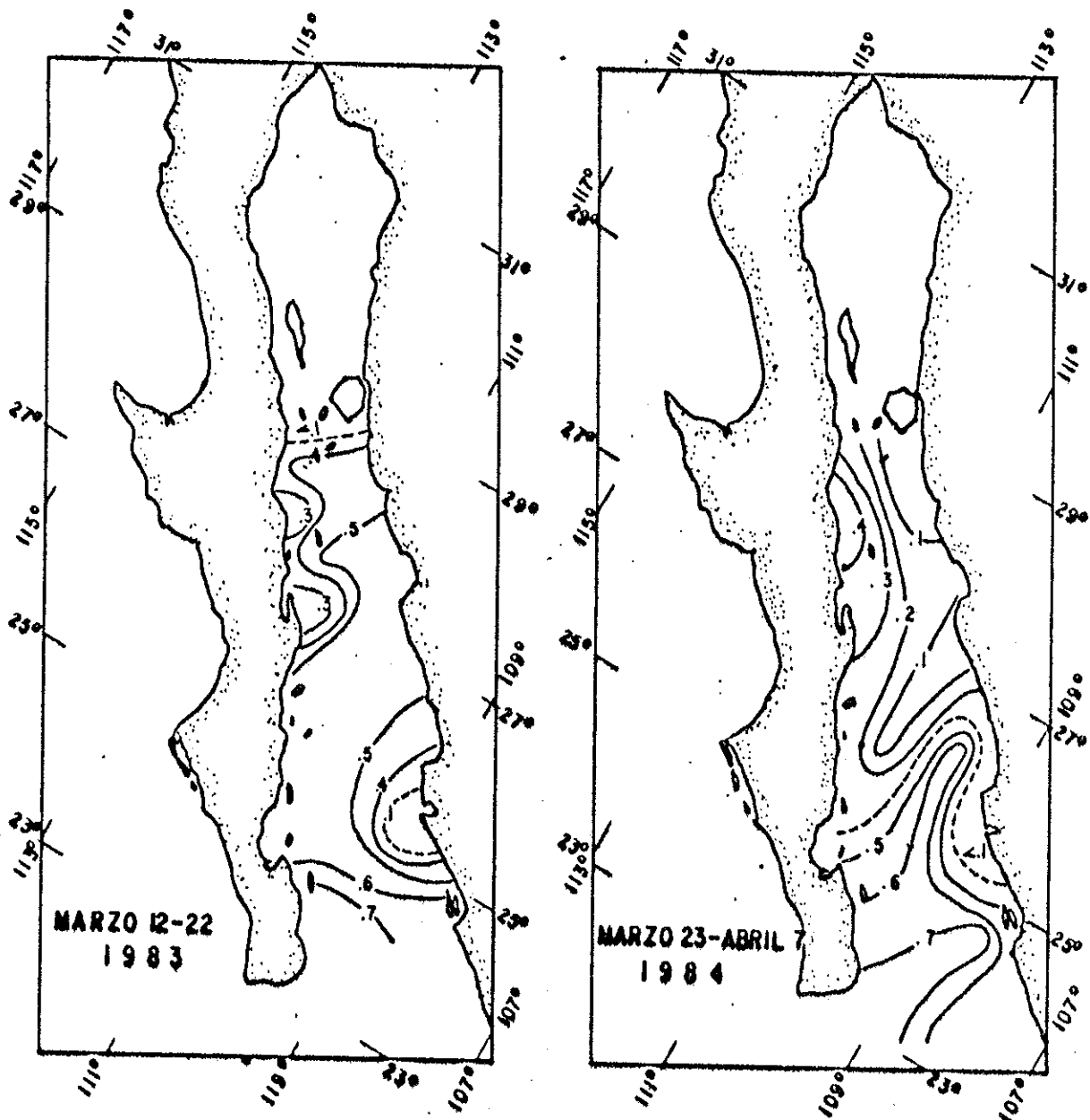


Figura 19. Diversidad de eufausidos en las primaveras de 1983 y 1984, expresada por el índice de Simpson.

nacia Baja California y de  $26^{\circ}30'N$  hacia Sinaloa; mientras que, para 1983, un valor semejante se encontró  $1.5^{\circ}$  latitudinales más al norte.

En la región central, se observó la tendencia a diversidades más altas hacia la porción oriental, en 1983, lo cual contrasta fuertemente con la tendencia a una reducción drástica para esa misma porción en 1984; en tanto que la porción occidental de ambos años mantuvo valores semejantes de entre 0.3 y 0.4.

En Pca. San Ignacio (26 N) se presentó un descenso del índice de diversidad, influenciado por la dominancia de HYCETIDAEAE SIMPLEX.

### 5. Afinidad entre estaciones de muestreo

El análisis se efectuó a dos niveles: 1) afinidad entre estaciones de cada temporada de muestreo por separado y 2) afinidad entre estaciones de ambas temporadas combinadas.

#### 5.1. Afinidad espacial en la primavera de 1983

La afinidad entre 16 de las 17 estaciones muestreadas fue en general alta, con el 90 % de los índices mostrando un valor



superior a .5 (Tabla VI). Solo la estación 20 tuvo valores de no afinidad con las demás estaciones (.075-.341, con un solo valor de .505). En dicha comunidad se presencia un desplazamiento franco de las especies templada por las tropicales, además de ser la comunidad con un mayor número de especies.

En el dendrograma de asociación (Fig. 20), donde se observa la formación de cuatro pares independientes, con valores de afinidad cercanos a uno, pero a excepción del par formado por las est. 56-57 (ubicadas entre Sta. Rosalia y Guaymas, los demás pares no corresponden a estaciones contiguas. En la Fig. 22 se ha intentado plasmar geográficamente el dendrograma mencionado, observándose una diferencia entre las estaciones ubicadas hacia la costa oriental, y aquellas cercanas a la costa occidental. Las primeras tienen índices de Morisita superiores a .990 con estaciones situadas al norte, mientras que las segundas tienen muy bajos índices con estaciones de latitudes semejantes a las suyas y su valor decrece aceleradamente conforme nos acercamos hacia la zona de influencia de la boca del Golfo.

### 5.2. Afinidad espacial en la primavera de 1984

De 120 asociaciones posibles entre 16 estaciones de muestreo de esta temporada, se obtuvieron 9 índices con la

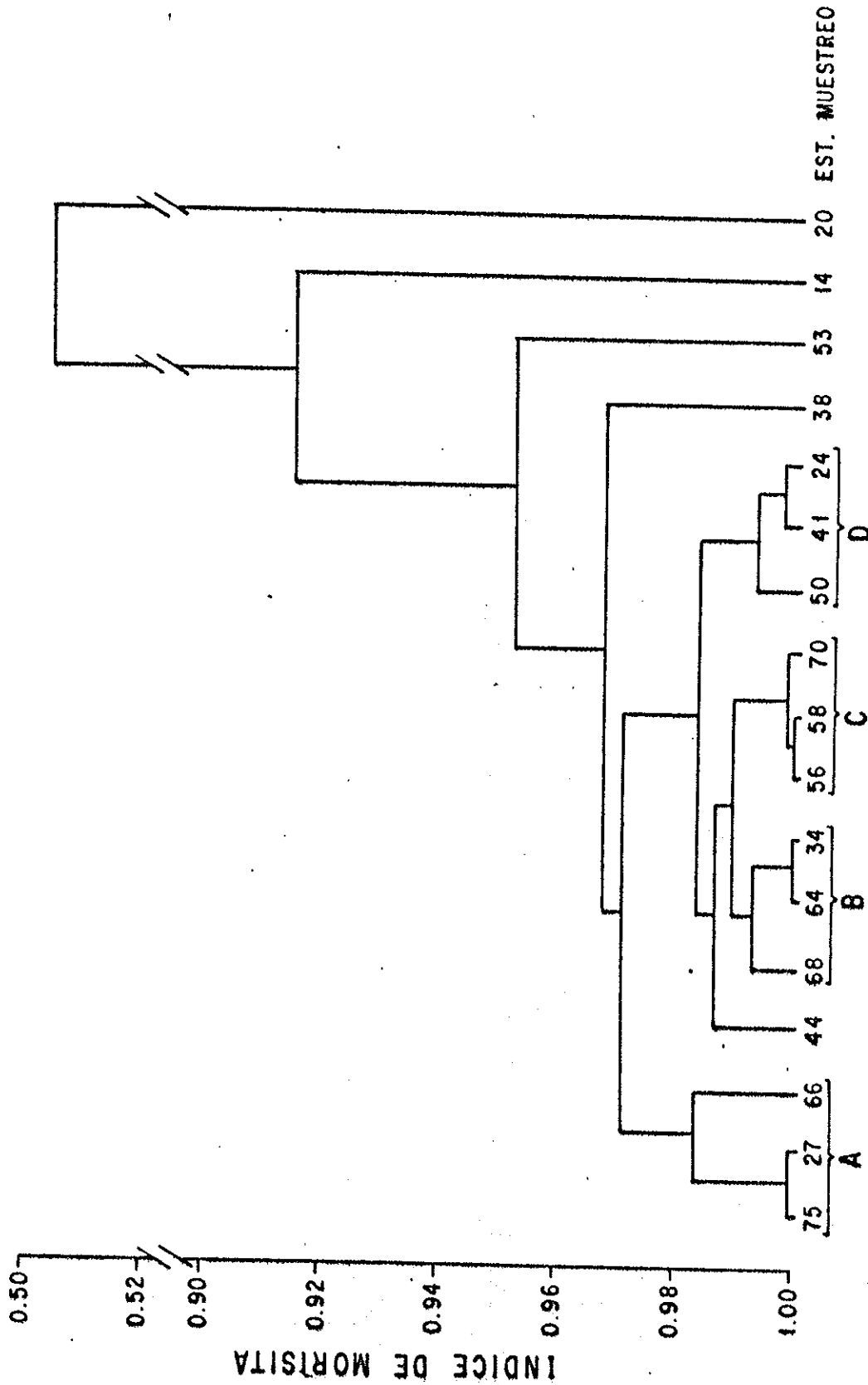


Figura 20. Dendrograma de asociación entre estaciones de muestreo de la primavera 1983, por el índice de Morisita (A-D, indican grupos de asociación independientes).



máxima afinidad, con participación de siete estaciones contiguas (Tabla VII). En el dendograma resultante (Fig. 21), pueden apreciarse a las estaciones de la región central muy unidas entre sí, excluyendo a la est. 61 (frente a Sta. Rosalia). Las estaciones más sureñas forman otro conjunto separado, pero sólo las ests. 124 y 134 tuvieron una afinidad más estrecha entre ellas, estando muy separadas del resto. En la Fig. 22 se aprecia la expresión geográfica del dendograma mencionado.

### 5.3. Afinidad temporal entre estaciones de 1963 y 1964

En este caso interesa contrastar las comunidades entre periodos de muestreo. Siguiendo el mismo procedimiento se calcularon los índices de Morisita correspondientes, los cuales se muestran en la Tabla VIII, y en la Figura 23 el dendograma resultante.

De 33 estaciones, 20 estuvieron asociadas con índices superiores a .986. Al interior de este bloque se aprecia la formación de cuatro subconjuntos independientes, el primero de los cuales, contiene un mayor número de estaciones de la temporada 1964. La composición específica en estas comunidades tiene una fuerte predominancia de *Nyctiphanes simplex*. Así pues, este tipo raunístico ocupa una buena porción de la región central en 1964, mientras que en 1963 está restringido a dos



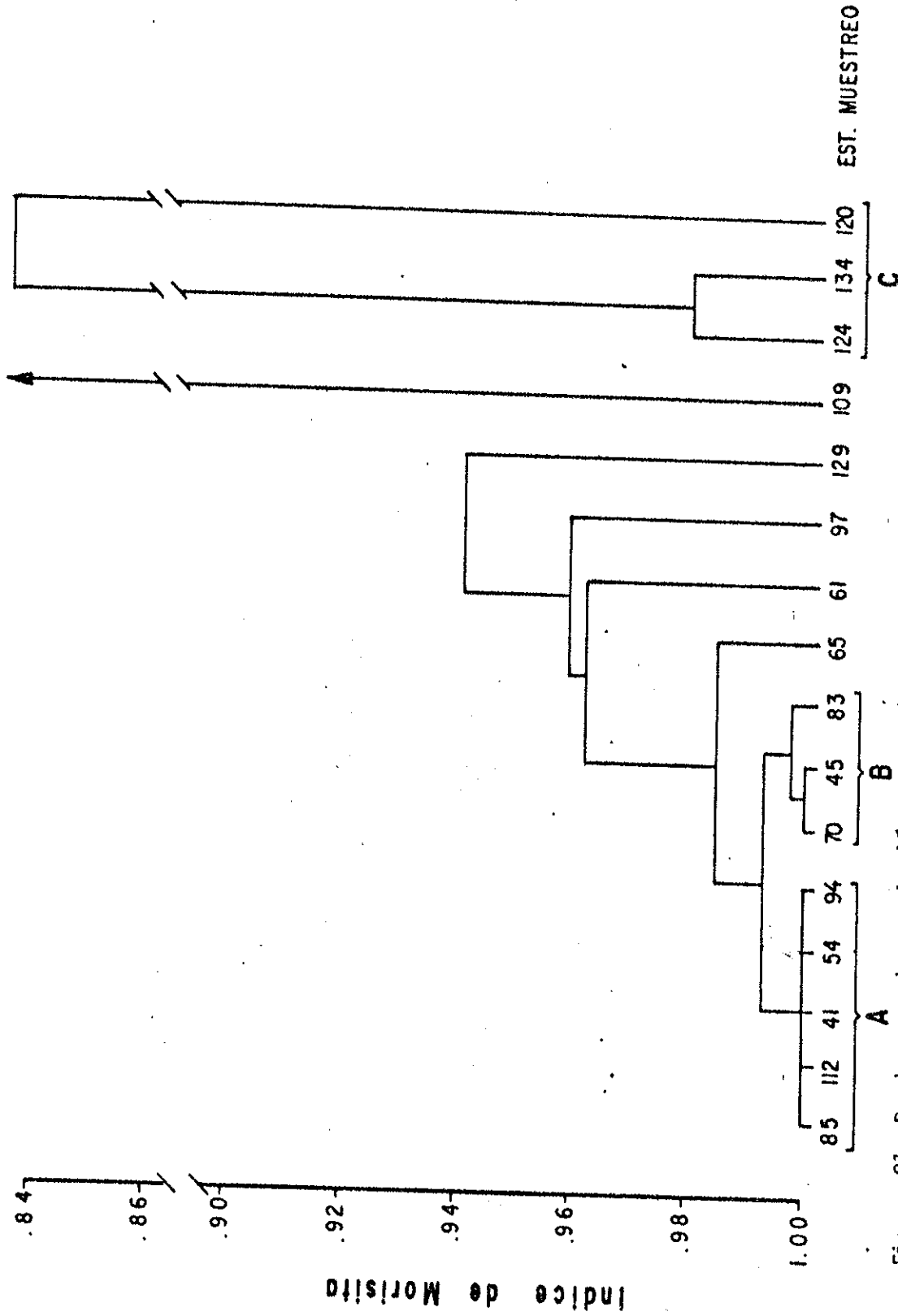


Figura 21. Dendrograma de asociación entre estaciones de muestreo de la primavera 1984, por el índice de Morisita (A-C, indican grupos de asociación independientes).

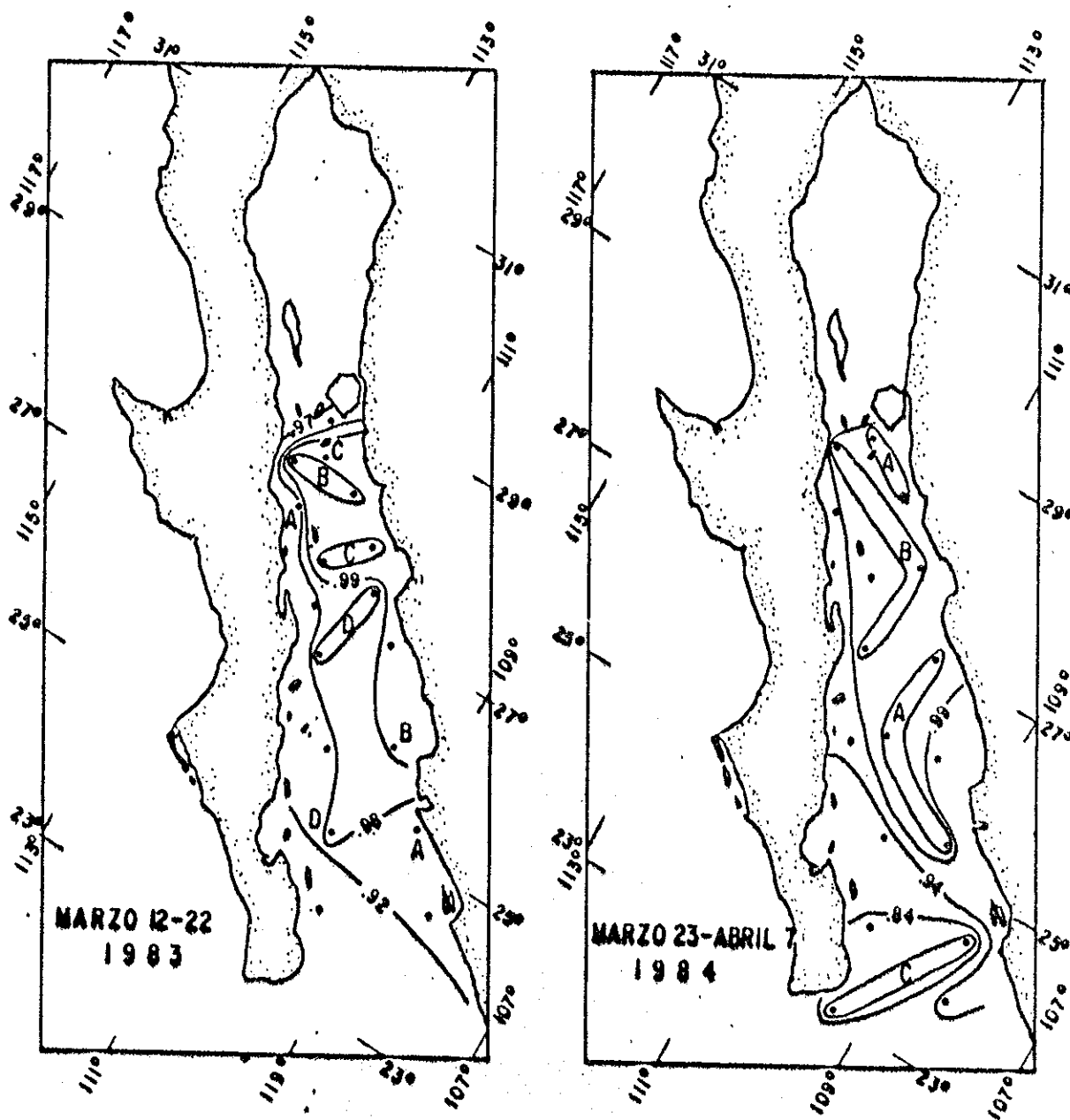


Figura 22. Asociaciones faunísticas en las primaveras de 1983 y 1984, por el índice de Morisita (A-D, indican grupos de asociación independientes, definidos en los dendogramas de las Figs. 20 y 21).

Tabla VIII. Afinidad entre estaciones de muestreo de las dos temporadas combinadas, por el índice de Morisita (eje vertical: ests. de 1983; eje horizontal: ests. de 1984).

EST.	41	45	54	70	61	65	85	83	97	94	112	109	124	120	129	134
75	1.00	.088	1.00	.990	.763	.924	1.00	.975	.699	.999	1.00	.010	.069	0	.922	.060
70	.702	.788	.706	.776	.986	.907	.683	.824	.954	.711	.695	.646	.156	.013	.705	.090
64	.841	.907	.844	.899	.997	.981	.826	.932	.951	.850	.836	.467	.143	.012	.844	.093
68	.899	.951	.902	.945	.981	.998	.886	.969	.922	.906	.894	.369	.126	.007	.892	.084
66	.978	.998	.979	.996	.903	.986	.971	1.00	.824	.982	.975	.166	.100	.008	.942	.077
58	.715	.800	.719	.789	.990	.916	.696	.835	.965	.725	.708	.623	.174	.035	.730	.114
50	.577	.673	.581	.660	.940	.819	.556	.715	.919	.586	.569	.756	.168	.019	.576	.094
56	.746	.827	.750	.817	.995	.934	.728	.861	.971	.756	.740	.583	.172	.029	.767	.115
53	.187	.295	.191	.280	.681	.482	.165	.345	.669	.193	.179	.911	.160	.026	.118	.080
44	.879	.934	.881	.927	.966	.984	.865	.954	.946	.889	.874	.345	.218	.075	.924	.175
41	.498	.599	.502	.585	.903	.759	.477	.644	.906	.508	.490	.802	.206	.037	.515	.130
34	.828	.897	.831	.888	.999	.975	.812	.923	.953	.837	.823	.488	.140	.010	.830	.089
38	.297	.403	.302	.388	.771	.584	.276	.452	.813	.307	.289	.888	.299	.089	.330	.213
27	.999	.993	1.00	.995	.813	.937	.998	.983	.726	1.00	.999	.029	.084	.006	.938	.072
14	.156	.245	.159	.232	.589	.407	.149	.288	.721	.168	.149	.813	.598	.291	.252	.516
24	.523	.622	.527	.609	.915	.778	.502	.667	.922	.533	.515	.780	.209	.020	.549	.130
20	.228	.239	.228	.238	.234	.245	.224	.245	.421	.241	.227	.100	.757	.480	.454	.777

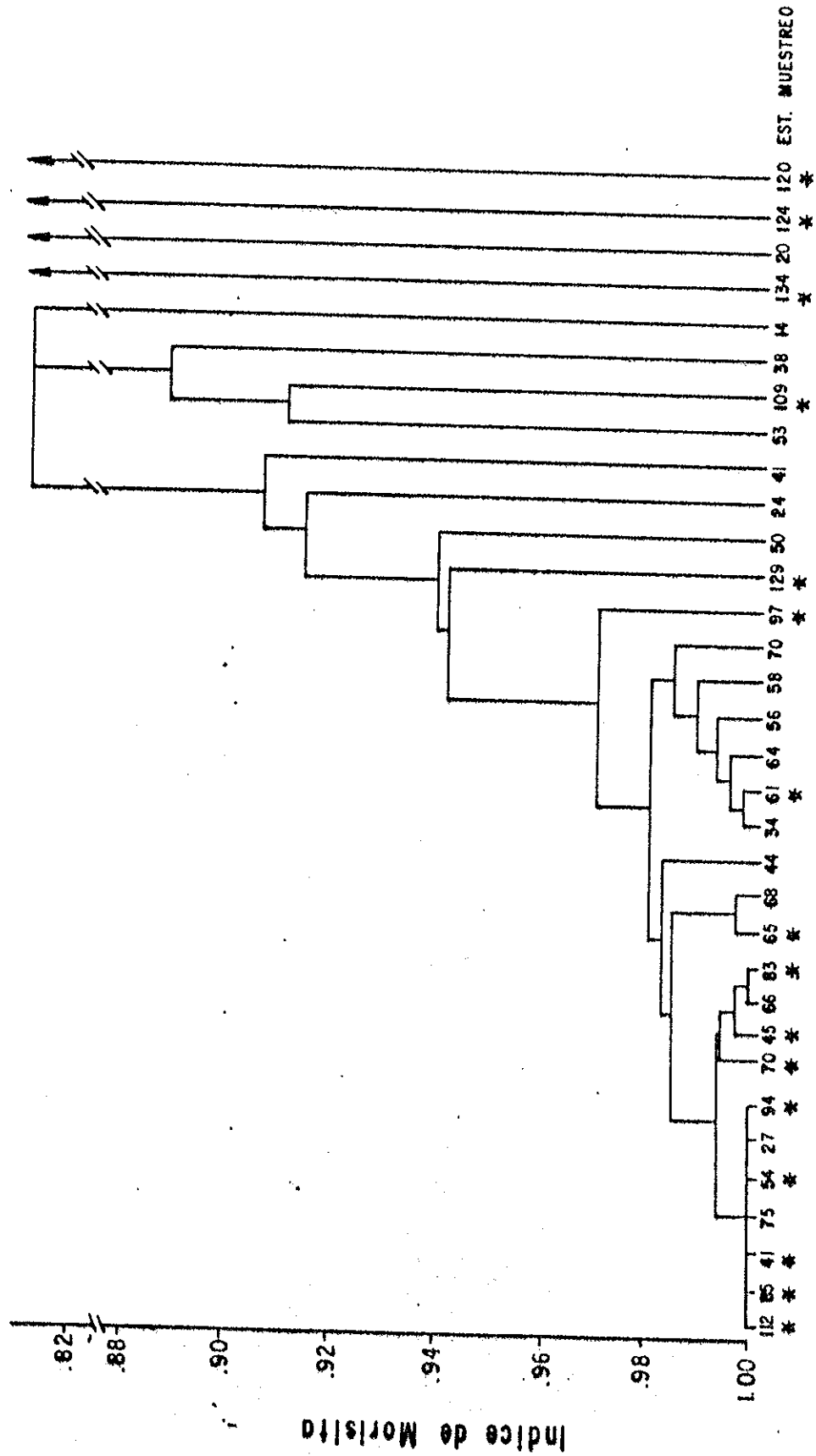


Figura 23. Dendrograma de asociación entre estaciones de muestreo de ambas temporadas combinadas, por el índice de Morisita (\*, indica las estaciones de 1984).

puntos de influencia costera (ests. 75 y 27). En los subconjuntos restantes, las estaciones de 1963 que se asocian con las de 1964, se localizaron siempre muy al norte del área de estudio, cuando no tuvieron una posición cerca de la plataforma continental de la costa oriente.

En la región sur se aprecia más plenamente la diferencia entre costas en la primavera 1963, con una amplia zona intermedia donde los índices de Morisita tuvieron un valor entre .900 y .971, sugiriendo una mayor influencia de las comunicaciones tropicales procedentes de la entrada del Golfo, respecto a 1964.

Iguualmente la posición de las comunicaciones con índices inferiores a .820 respecto a las demás estaciones quedaron más restringidas a la boca del Golfo en 1964, particularmente hacia la parte occidental.

## V. DISCUSION

La descripción de temperatura y salinidad en la superficie del Golfo durante las primaveras de 1983 y 1984, pone de manifiesto la existencia de diferencias climáticas interanuales en estrecha relación con el evento de "El Niño" 1982-83 (Robles Pacheco y Christensen, 1984; Robles Pacheco y Marinone, 1987). Cuando este fenómeno no ocurre, la salinidad superficial sobrepasa las 35.1‰, aún en invierno (Robles Pacheco y Marinone, 1987). Esta masa de agua muy salina, que se forma en la superficie fluye hacia la boca del Golfo, usualmente, por encima de la masa de agua tropical, de salinidad intermedia (34.65-34.85‰), inducida por la fuerza de los vientos del noroeste; los cuales suelen ser muy intensos durante la primavera (Alvarez Borrego y Schwartzlose, 1979; Bagan Daggon et al., 1985). La primavera de 1984 cae dentro de este esquema, pero no sucede lo mismo con la de 1983, cuando la salinidad superficial fue inferior a 34.9‰ en una gran parte del Golfo. Se ha sugerido que la fuente de tan bajas salinidades, debe buscarse en el transporte de agua procedente de la entrada del Golfo, dado que no existe una clara evidencia de una precipitación pluvial abundante (Robles Pacheco y Marinone, 1987). Durante los eventos de "El Niño", agua tropical procedente de la corriente de Costa Rica sería



acarreada hacia la entrada del Golfo, donde se mezclaría con agua aún menos salina de la corriente de California (<54.0‰); y posteriormente, sería transportada por advección al interior del Golfo, al menos hasta la cuenca de Guaymas (27°-28°N) (Robles Pacheco y Marinone, 1987).

Conjuntamente, la temperatura superficial durante marzo de 1983, también se considera anormalmente alta en relación al promedio para esta época del año; así como la elevación del nivel del mar, que durante 1982-83 alcanzó el máximo valor registrado en los últimos 30 años, para la cuenca de Guaymas (Robles Pacheco y Marinone, 1987).

En la medida que los organismos planctónicos, y en particular, los euratsidos están adaptados a la masa de agua que habitan (Johnson y Brinton, 1963), es de esperarse que los cambios en las corrientes marinas, como los acaecidos durante el pasado evento de "El Niño", afectan la distribución y abundancia de las especies. En términos de abundancia promedio, la cantidad de euratsidos encontrada en 1984 fue el triple respecto a 1983; el incremento fue particularmente fuerte en la región central oriental. Dado el alto número de caliptopis, la reproducción fue, al parecer, más intensa. Los cambios registrados en la especie dominante son los responsables de dicho aumento. Era de esperarse que, *Mytilipraxes simplex* fuera la especie más afectada por un

calentamiento de las capas superficiales del agua, ya que, se trata de una especie costera. Esta especie es característica de la "Fauna de Transición" entre las zonas templada y tropical reconocida por Emlah (1953) como una provincia litoral. Dado que proliferaba en zonas de surgencia, las cuales, normalmente son muy intensas en invierno y primavera hacia la costa oriental del Golfo (Brinton y Townsley, 1960; Baden-Bangson et al., 1965), es posible que la temperatura para su reproducción no haya sido la óptima.

La segunda especie más abundante *Megalocelis gillicillis*, también templada, no cambió en forma importante, a pesar de que esta especie está presente en aguas más frías, siendo su ubicación geográfica exclusiva de la zona de transición entre la masa de agua subártica y el Giro Central con extensión hacia el sureste en la Corriente de California. En la parte sur de esta última se traslapa con *Nyctiphanes simplex* pero a diferencia de ella, tiende a evitar las zonas donde la estratificación del agua ha sido rota, como ocurre en los eventos de surgencia (Brinton, 1962).

En cuanto a las especies tropicales y cosmopolitas de aguas tropicales y subtropicales, su respuesta al evento de "El Niño" fue diversa. Ello es debido a que presentan diferentes tipos de adaptaciones a la capa del mínimo de oxígeno característica del Pacífico oriental tropical (POT). Brinton

(1979) definió para la enserada del Golfo, los siguientes grupos biogeográficos: 1) especies endémicas ecuatoriales adaptadas al POZ, que realizan migraciones hacia la capa deficiente en oxígeno (*BRANCHIOSTOMA MONACENSE*, *BRANCHIOSTOMA LACINILE*, *E. VIBRANTE* y *E. TENUICORNE*); 2) especies que proliferan en las márgenes norte y sur del POZ (*E. GIGANTEA* y *BRANCHIOSTOMA LACINILE* y su asociada *BRANCHIOSTOMA LACINILE*); y 3) cosmopolitas de aguas cálidas evitadoras de la capa deficiente de oxígeno (*BRANCHIOSTOMA LACINILE* y *E. CALIFORNIA*). *E. TENUICORNE* también es circunpolar de aguas cálidas, pero tiene sus mayores densidades en la banda ecuatorial y muestra una afinidad por la capa deficiente de oxígeno como las especies endémicas del POZ, pero a diferencia de estas tiene bajos números en la Corriente boreoecuatorial.

Brinton y Tomblene (1980) estudiaron la dinámica de las poblaciones de eufausídeos en el Golfo de California, en base a una serie de cuatro cruceros CALCOFI de 1957, ellos encontraron una variabilidad estacional y regional compleja acorde con los cambios climáticos y de la circulación del agua a lo largo del Golfo. Fue evidente que las especies templadas eran las más exitosas, tanto en densidad, como en la magnitud de su reproducción, la cual tenía lugar a través del Golfo en la temporada fría, y en ciertas zonas, como el Alto Golfo y en torno a las islas Ángel de la Guarda y Tiburón, podía continuar durante toda la primavera y parte del verano, para el caso de

Nyctiphanes simplex. La distribución de las especies templadas se comprimía hacia el norte, en tanto que aquella de las especies tropicales se expandía, cuando el patrón de corrientes se invertía de sur a norte a fines del verano.

En nuestra investigación encontramos una relación muy similar entre el clima y la distribución de las especies de ciliados, en relación al evento de "El Niño" 1982-1983. A continuación se discuten las diferencias interanuales encontradas para la temporada primavera cuando el evento era intenso (1983) y cuando entra en su etapa de relajamiento (1984), a la luz de los resultados obtenidos por los autores mencionados en la temporada correspondiente de 1957, que precedió a otro evento similarmente intenso de "El Niño". Sería necesario extendernos un poco con las especies templadas.

Aunque Nyctiphanes simplex estuvo presente en todo el Golfo durante ambas temporadas de muestreo, considerando las densidades mayores de 5,000 org/1000 m<sup>3</sup>, la distribución de primavera de 1984 se asemeja a la de abril de 1957, cuando la temperatura superficial también fue similar a la encontrada en marzo-abril de 1984 (Figs. 2 y 7 en Brinton y Townsend, 1980). En cambio, la distribución de esta especie en primavera de 1983 es más parecida a los meses de verano de 1957.

En cuanto a la abundancia media de las diferentes fases de

desarrollo, deben tenerse en cuenta las diferencias metodológicas entre nuestros muestreos y aquellos analizados por Brinton y Townsena (1960), ya que estos autores usaron una red de .505 mm de luz de malla, la profundidad de arrastre varió de 140 m y el número de estaciones muestreadas fue mucho mayor. Así pues, sus promedios de calanoides en fase calipropis fueron mucho menores, debido al escape a través de la red. En lo que respecta a las turcillas, también el promedio para el mes de abril de 1957 fue menor que los nuestros. No ocurrió así para el caso de las postarvas, donde los autores encontraron un promedio de 1,766 org/1000 m<sup>3</sup> (Tabla IX), 66 % mayor que el obtenido en la primavera de 1965. Además, el 66 % de las postarvas de dicha temporada se concentran al sur de Isla Tiburón, donde también se registró el 72 % del reclutamiento de calipropis de esta especie. En los meses del verano de 1957 también se observó una tendencia semejante a mayores densidades de esta especie en la zona que Brinton y Townsena (1960) denominan como "canales de islas", donde se mantuvieron las temperaturas más bajas. Dichos autores encontraron que la temperatura óptima para el reclutamiento de *N. simplex* ocurrió a 17° y 18°C. Así pues, la temperatura de las capas superficiales puede considerarse el factor crítico para las fluctuaciones interanuales encontradas en los muestreos que se discuten.

A diferencia de lo que ocurre en las costas del Pacífico

Tabla IX. Comparación de los promedios de abundancia (org/1000 m<sup>3</sup>) de las especies templadas del Golfo de California en sus fases de furcilia y poslarva (sin considerar el área al norte de las islas Tiburón y Angel de la Guarda).

ESPECIE	FASE	$\bar{x}$	n	FECHA	LUZ DE MALLA (mm)	PROFUN. DE MUESTREO (m)	REFERENCIA
<u>Nyctiphanes simplex</u>	FUR	4,599	96	abril (1957)	.505	0-140	Brinton y Townsend (1980)
	POS	1,786					
	FUR	9,568	17	marzo (1983)	.333	0-200	Este estudio
	POS	952					
<u>Nematoscelis difficilis</u>	FUR	13,169	16	mar-abr (1984)	.333	0-200	Este estudio
	POS	8,030					
	FUR	1,107	96	abril (1957)	.505	0-140	Brinton y Townsend (1980)
	POS	679					
<u>Nematoscelis difficilis</u>	FUR	1,320	17	marzo (1983)	.333	0-200	Este estudio
	POS	559					
	FUR	1,110	16	mar-abr (1984)	.333	0-200	Este estudio
	POS	648					

Norte y Sur, en el Golfo no disminuyó la productividad primaria, sino que aumentó durante el pasado evento de "El Niño" (Valdez-Holguín, 1986), por lo que es de suponerse que el alimento estuvo disponible para las larvas. Aunque se desconoce la dieta de *HYALINURUS SIMPLEX*, se sabe que las tasas de desarrollo tempranas de otros ciliados dependen de fitoplancton y material suspendido en el agua, así por ejemplo, Hanchline y Fisher (1969) encontraron diatomeas, algas filamentosas, ciliotagelados y material de fondo en contenidos estomacales de las primeras larvillas de *HYALINURUS SIMPLEX* y *HYALINURUS LASCHI*. Conforme el organismo progresa hacia su fase adulta va incorporando pequeños organismos del zooplancton a su dieta. En ese caso, tampoco el alimento puede considerarse limitante, ya que la biomasa del zooplancton en la primavera de 1983 (Jiménez Pérez, 1987), al menos en la región central, fue muy similar a la que se presentó en la primavera de 1982 (Levaniegos Espejo, en prep.).

Finalmente, las evidencias de fluctuaciones en la amplitud de la distribución de *H. SIMPLEX*, son numerosas para la Corriente de California. Brinton (1960) encontró que esta especie estuvo distribuida al norte de su intervalo usual (al sur de Pta. Concepción, 34° N) en febrero y abril de 1958, en relación a lo observado entre 1949-57. Durante la primavera particularmente caliente de 1958 incursionó, al menos, hasta Cabo Mendocino (40° N), aunque su abundancia disminuyó en los

puntos más cercanos a la costa. Posteriormente, durante el invierno tormentoso de 1977-78, cuando se presentaron anomalías positivas en la temperatura superficial, y los vientos del noroeste fueron inusualmente intensos para esa época del año, esta especie vuelve a incursionar hacia el norte bordeando las costas de San Francisco (36°N) (Brinton, 1981).

Durante el presente evento de "El Niño" 1982-83, aunque menos prolongado que el evento de 1957-59, pero más intenso (McGowan, 1984; Robles Pacheco y Marinone, 1987), esta especie se encontró a latitudes tan altas como 46°N, frente a las costas de Oregon (Broueur, 1986), desplazando a la especie costera *Thysanoessa spinifera*, habitual de la parte norte de la corriente de California.

También en el límite de distribución sureño de *Myxiphanes* ~~simplex~~ ocurrieron cambios durante "El Niño". Ha sido señalada la desaparición de esta especie hacia los 2°20' N (Brinton, 1979) asociada a la emergencia de la oxiclina hacia capas muy someras de la corriente Norecuatorial, junto con temperaturas superiores a 22°C en la capa de mezcla. Dado que la fuerza de la contracorriente Norecuatorial aumenta durante "El Niño" (Baumgartner y Christensen, 1985), es de esperarse que esta especie sea impelida hacia el norte. No se encontró información disponible en cuanto a la distribución de esta especie en aguas del sureste mexicano, aunque un poco más al



norte, frente al complejo lagunar de Bahía Magdalena ( $23^{\circ} 26' 25'' 35'' N$ ), Green Ruiz (1986) reportó ausencia de adultos de *M. simplex* en diciembre de 1982, mientras que en el verano precedente ocurrieron en el 46 % de las capturas y constituyeron el 95 % de los adultos encontrados. Para febrero de 1983 las temperaturas altas persistieron y la población adulta fue incipiente; para esas fechas la reproducción debía estar en su apogeo, y sin embargo, la cantidad de calíptopis tomando a los euratisidos en su conjunto fue la tercera parte de la que hubo en julio del año anterior (Green Ruiz, 1986). Aparentemente, el evento de "El Niño" tuvo un efecto más devastador frente a las costas occidentales de Baja California.

A diferencia de lo ocurrido con *Nyctiphanes simplex*, la población de *Nematostella ocellata* no mostró diferencias entre ambas temporadas de muestreo y al comparar los promedios de larvillas y postlarvas con los de abril de 1987 (Tabla 12), fueron muy semejantes. La falta aparente de respuesta al calentamiento superficial del agua podría explicarse por su ubicación en la columna de agua, ya que tiende a permanecer por debajo de la capa de mezcla (aprox. 50-100 m en verano) aún durante la noche; lo cual es característico del género. Además su distribución vertical es más amplia que la de *M. simplex*. Hay evidencias, aunque inconclusivas, de que se trata de una especie migrante (300 a 400 m en la corriente de California) y que la magnitud de sus migraciones podría estar

en función de las condiciones de oxigenación del agua, reduciéndose grandemente cuando estas son deficientes, como ocurre en la entrada del Golfo (Brinton, 1967 y 1979). También tiende a evitar las zonas donde la estratificación ha sido rota, como ocurre en las surgencias costeras (Brinton y Townsend, 1980).

En este sentido, *Isopodopsis* *gibbosa* pudo haberse dirigido a mayores profundidades, ya que, por ejemplo, en las estaciones situadas en la cuenca de Guaymas, con profundidades superiores a 1000 m, se registraron las mayores abundancias de esta especie en 1963 (Fig. 14). En la región sur del Golfo, también existen cuencas profundas, pero allí las condiciones de oxigenación no fueron tan adecuadas. En esta región, no obstante, fue todavía más escasa en 1964, probablemente debido a un fuerte calentamiento del agua que se observó a 100 m al este de la punta de la península bajacaliforniana (Fig. 8).

En cuanto al reclutamiento de esta especie, es difícil externar alguna conclusión, ya que la temporada reproductiva toca a su fin al inicio de la primavera (Brinton y Townsend, 1980), aunque es probable que se haya visto afectada, pues las larvas ocupan estratos menos profundos (entre 40 y 80 m; Brinton, 1979).

Frente a Bahía Magdalena, cerca del límite sur de su

distribución en la corriente de California, *E. affinis* estuvo ausente en los muestreos que Green Ruiz (1966) efectuó en 1965, salvo por un espécimen registrado en febrero (23 % N); mientras que en julio de 1962 se presentó en varias localidades aunque en bajas densidades. Parece evidente, que existen periodos de tiempo en que la población de *E. affinis* del Golfo está totalmente separada de la población de la corriente de California.

En el evento de 1957-59, en la Corriente de California, esta especie contrajo su distribución de densidades altas ( $>500$  org./1000 m<sup>3</sup>) a un área más reducida en comparación con la ocupada en 1966, que fue un año ríido, sobre todo en invierno (Brinton, 1981). Sin embargo, se observa una contracción semejante en años anormalmente ríos, como el de 1953 (Brinton, 1981).

Dentro de la categoría de especies cuya principal área reproductiva son los márgenes del Pacífico oriental tropical se incluyen *Eurytemora affinis* y *Nematopora flexipes*, aunque esta última tiene en realidad un intervalo geográfico más amplio en océanos del trópico y subtropical, pero en densidades sumamente bajas; se considera una especie marginal del POT dado que se presenta en forma relativamente abundante en la parte terminal de la corriente de California (entre 20 y 25 % N) así como en la extensión de la corriente del Perú, frente a

Ecuador (Brinton, 1962). En el Golfo de California, Brinton y Townsena (1960) encontraron sólo especímenes jóvenes de *E. rigida* en la zona de la boca del Golfo. También en el presente estudio fue escasa, aunque se registró un espécimen adulto en la boca del Golfo y las turcillas encontradas ocurrieron más al norte, que los de aquellos autores, para ambos años (entre  $24^{\circ}$  y  $26^{\circ}$ N).

En lo referente a *E. gaimis*, es la tercera más importante por ser un habitante permanente en la región sur del Golfo, donde se reproduce activamente (Brinton y Townsena, 1960). En abril de 1957 estuvo limitada a la región sur, como ocurrió en la primavera de 1964, pero en el verano de 1957 incursiona en la región central, como sucedió en la primavera de 1963; dado que en esta última, son poslarvas los organismos que ingresaron en dicha región, esto sugiere más bien un acarreo de poslarvas y no una reproducción más intensa, sobre todo si se tiene en cuenta que esta especie no es tan dependiente de bajas concentraciones de oxígeno (Brinton, 1979).

Además del Golfo de California, *E. gaimis* es numerosa en aguas oceánicas de Baja California, en la anticlina termal frente a Costa Rica, en la corriente Surecuatorial a partir de las Islas Galápagos y en la corriente del Perú (Brinton, 1962). Durante el evento de 1982-83, Green Ruiz (1986) la encontró como más abundante en diciembre de 1982 y en febrero y mayo de

1963, habiendo de especímenes adultos, desplazando fuertemente a *Euphausia simplex* que había sido la dominante en el verano anterior. Su abundancia fue particularmente alta en la primavera de "El Niño", con capturas superiores a los 5,000 org/1000 m<sup>3</sup> en dos estaciones.

Hacia el norte de la corriente de California el límite de distribución de esta especie osciló entre 32° y 34° N, en el período comprendido entre 1949 y 1957, mientras que, en el año caliente de 1958 penetró hasta la bahía del Sur de California (36° N), donde se reprodujo activamente (Brinton, 1960 y 1962), en forma similar a lo ocurrido con *E. simplex*.

Entre de las cuatro especies que conforman el grupo endémico del Pacífico oriental tropical, *Euphausia diomedeae* y *Mesopodopsis gracilis* extienden su distribución a través del Pacífico ecuatorial hacia el oeste, ocupando el Océano Índico y los mares del sureste de Asia (Brinton, 1962, 1975, 1979; Gopalakrishnan, 1974), mientras que *Euphausia distibuctus* y *E. taschiroi* están limitadas al ecuador oriental. Todos los miembros de este grupo ocupan la capa más deficiente de oxígeno (Brinton, 1979).

*E. diomedeae* fue escasa en los muestreos de Brinton y Townsend (1980) y estuvo limitada a la boca del Golfo, con un registro aislado en 27° N para agosto-1957. En nuestros

muestreros también fue muy escasa y se tuvo la presencia de poslarvas a  $27^{\circ}41' N$  en primavera-1983.

La respuesta de *E. distinguenda* fue más contundente, llegando a superar en abundancia a *E. eximia* durante el evento. La expansión norteña de su distribución en dicho momento fue semejante (Figs. 14 y 15) al tomar la población en su conjunto, pero entre fases de desarrollo, hay diferencias, notándose que las poslarvas de *E. distinguenda*, las cuales son sumamente dependientes de concentraciones bajas de oxígeno, permanecieron restringidas a la parte más sureña del Golfo. En cambio el reclutamiento de esta especie fue mayor en número de individuos y en áreas sugiriendo condiciones más adecuadas para la reproducción, que en *E. eximia*.

Otra diferencia importante entre *E. eximia* y *E. distinguenda*, es la ausencia de esta última en la corriente de California, siendo su límite de distribución norteña los  $23^{\circ} N$ , según lo observado entre 1949 y 1956 por Brinton (1960). No obstante en ocasiones llega a penetrar en esa zona, indicando transporte de agua hacia el norte, como ocurrió a fines de 1957 al sur de Punta Eugenia, donde también mostró indicios de reproducción. En el invierno 1982-83, *E. distinguenda* fue entre la segunda y tercera especie más abundante cerca de Bahía Magdalena, según el censo de adultos realizado por Green Ruiz (1980).

*E. lamelligera*, ocupa las mismas latitudes que *E. distinguenda* aunque esta restringida más cerca de la costa (Brinton, 1962). En el Golfo ambas especies muestran una oscilación estacional semejante (Brinton y Townsend, 1960). *E. lamelligera* fue inusualmente escasa en nuestros muestreos. Muchos autores señalan que *E. distinguenda* y *E. lamelligera* más que traslaparse, forman un par biogeográfico complementario muy similar al formado por *Hematocelis gracilis* y *Lyellianella simplex*. En este sentido se esperaba que *E. lamelligera* respondiera positivamente al calentamiento superficial del agua, sobre todo, porque es abundante en las costas del suroeste mexicano (Brinton, 1962; Sanchez Osuna y Hendrickx, 1964). Sin embargo, esto no ocurrió así. Por otro lado, en Bahía Magdalena, esta especie, mostró un ligero incremento, paralelo al de *E. distinguenda* (Green Ruiz, 1966). También frente al Perú fue abundante, en enero de 1958, cuando se presentó agua anormalmente caliente ("Downwind expedition", Brinton, 1962).

Finalmente, *Hematocelis gracilis* tampoco amplió su distribución permaneciendo en torno a la boca del Golfo, en forma abundante, en concordancia con lo encontrado por Brinton y Townsend (1960) para esa época del año, aunque en verano si puede llegar a ocupar la región sur. La profundidad de la capa de agua deficiente de oxígeno es determinante en la distribución de esta especie, ya que aún durante la noche

permanece en ella (Brinton, 1979).

Las especies de distribución amplia que evitan la capa deficiente de oxígeno pertenecen al género *Stylocneiron*, altamente especializado y con una distribución extraordinariamente amplia en los mares tropicales y subtropicales, pero con densidades altas en los márgenes del POZ (Brinton, 1962, 1979). Se trata de especies que evitan las concentraciones bajas de oxígeno, manteniéndose en capas muy superficiales. Por lo tanto, se trata de especies no migradoras verticalmente, o cuando migran lo hacen a ciertas distancias, como *S. curvifurca* (Brinton, 1967 y 1979). Así pues, dichas especies están sujetas al flujo superficial del agua, siendo incapaces de aprovechar las contracorrientes que sirven a las especies altamente migradoras a mantener la estabilidad de sus intervalos geográficos (Brinton y Townseno, 1980).

*Stylocneiron carinatum* fue una especie muy escasa en los muestreos de 1957, estando exclusivamente fuera de la entrada del Golfo excepto en agosto que penetró costeramente hasta Bahía de la Paz (Brinton y Townseno, 1980). En 1963 y 1964 su presencia fue virtual, ya que sólo se encontró en dos y una muestra, respectivamente, en bajo número, pero la posición de los registros de 1963 (24°4' y 26°15' N) podría indicar un advección por corrientes ecuatoriales, ya que está ausente en la



corriente de California. Green Ruiz (1966) también la reporta en bajas abundancias frente a Sanía Magdalena durante el evento de 1962-63.

En lo concerniente a *Stylocheirion affine*, la distribución presentada para el año de 1957 indica una incursión por la costa occidental hasta Isla San José ( $25^{\circ}N$   $40^{\circ}W$ ) en febrero (Brinton y Townsend, 1960). En nuestros muestreos fue más abundante y dispersa en 1964, siendo la interpretación de este hecho un asunto complejo, ya que esta especie presenta una variabilidad morfológica muy grande a través de su intervalo, con dos formas para el Pacífico oriental: 'forma corriente de California', con distribución semejante a la de *E. affine* y 'forma ecuatorial oriental', que abunda en la margen oriental de las corrientes ecuatoriales; existiendo, además, formas intermedias entre estas (Brinton, 1962). Por tanto, es difícil establecer la afinidad hacia las masas de agua de los especímenes encontrados.

La especie *Euphausia tenera* también es una especie circunglobal, pero a diferencia de las anteriores está adaptada a migrar hacia las capas deficientes de oxígeno del POT, a pesar de que es escasa en la contracorriente borecuatorial tiene uno de sus centros reproductivos entre los  $0^{\circ}$  y  $10^{\circ}N$  (Brinton, 1979). Como ocurría con *E. distinguenda* esta especie parece proceder del acarreo de corrientes ecuatoriales,

La que encontramos larvas en la región central en primavera-1985. Únicamente en el verano de 1957, Brinton y Tombsen (1960) encontraron un registro aislado de *H. simplex* frente a Graynas, quedando más bien limitada a la región sur. Dichos autores señalan que fue la especie menos común del género *Hydrophilus*. En nuestros muestreos, fue la tercera más importante del género y frente a Bahía Magdalena fue abundante en diciembre de 1982 y escasas en febrero de 1985 (Green Ruiz, 1986).

La hora de colecta puede influir en la magnitud de la captura, encontrándose a menudo, que los muestreos nocturnos arrojan mayores abundancias que los diurnos. Esta diferencia puede explicarse por migración vertical diurna, pero también por la capacidad para evitar la red en horas de iluminación. Un arrastre oblicuo, como el que se practicó en este estudio, no permite diferenciar entre ambos factores. Sin embargo, es probable, que en el caso de *Hydrophilus simplex*, la diferencia encontrada entre abundancias día-noche de sus poslarvas (Tabla V) obedezca a evitación de la red, pues, se ha visto que en la corriente de California migra a cortas distancias (aprox. 150 m), pero muestra una capacidad superior al promedio para evitar la red (Brinton, 1967).

En el caso de *Neantoscelis difficilis*, la situación es muy parecida a la de *H. simplex*, aunque las migraciones de aquella

podrían tener más largo alcance que las de esta (Brinton, 1967). Este punto requiere un estudio más intensivo, ya que se ha visto que en el caso de *Empidonax griseus* (morfológicamente casi indistinguible de *E. difficilis*) la cual ocupa zonas de transición del Pacífico sur y del Atlántico, tampoco existe un patrón migratorio evidente (Ancezar-Soto, 1976; Wiebe y Boyo, 1976).

Para el género *Empidonax* hubo diferencias entre abundancias día-noche en el caso de tres especies (*E. exilis*, *E. distinguendus* y *E. olivaceus*), las cuales, son efectivamente migrantes (Brinton, 1979). Puesto que, solo en 1983 se detectaron dichas diferencias, podría pensarse en una emergencia hacia capas más profundas durante ese periodo; aunque, también es posible que su comportamiento migratorio no haya sido detectado en 1984, debido al bajo número de muestras (tanto diurnas como nocturnas) en que estuvieron presentes las especies tropicales.

Los resultados del índice de diversidad de Simpson no hacen más que confirmar el aumento de la diversidad durante la primavera de 1983, particularmente en la porción central oriental, donde normalmente se tendrían índices bajos, debido a la fuerte dominancia de *Nyctiphanes simplex*. En lo que respecta a la afinidad entre estaciones de muestreo, los resultados coinciden con la existencia de una zona suraña

situada en la boca del Golfo (Brinton et al., 1986), cuya composición taxonómica está poco correlacionada con las comunidades del resto del área. Dentro de la zona de flujo estacional entre el alto Golfo y la zona de boca (Brinton et al., 1986) las estaciones con mayor porcentaje de individuos de especies templadas, que tienen una afinidad máxima ocuparon un mayor espacio en 1984, mientras que en el año anterior la afinidad disminuyó más rápidamente hacia las estaciones del sur y del oeste del Golfo. Atliano Silva (1987), al analizar el fitoplancton silíceo, también encontró dos dos grupos de afinidad durante marzo de 1983, y una incursión semejante hacia la región central, de especies asociadas con agua del Pacífico oriental tropical, como *Homalidium sinenseis* y *Ceratium litorale*. La vertiente occidental del Golfo con sus costas rocosas y diversas islas que presenta, parece proveer de habitats semi-abrigados donde incursionan las especies tropicales de euratsidos, en la misma forma en que Walker (1960) encontró que prosperaban un mayor número de especies de peces endémicos del trópico.

Pasemos ahora a discutir las fluctuaciones de las poblaciones de euratsidos en el contexto del ecosistema pelágico y su repercusión. Las respuestas biológicas al desencadenamiento de sucesos en el ambiente físico que tienen lugar durante las anomalías climáticas interanuales de "El Niño" son muy variadas. En términos globales, se sabe que hay

un descenso generalizado en los niveles de productividad del plancton, causado por una baja disponibilidad de nutrientes al deprimirse la nutricina en las áreas de surgencia tradicionalmente ricas del Pacífico ecuatorial (Dangoumeau y Donguy, 1982) y del Pacífico subtropical (Griffith, 1971; Barber y Chávez, 1983 y 1986; Bernal, 1979 y 1981; McGowan, 1983, 1984 y 1985). El Golfo de California es igualmente afectado por estos eventos, como se deduce del calentamiento superficial del agua y el aumento del nivel del mar, asociados a la inversión del patrón de circulación (Baumgartner y Christensen, 1985; Robles Pacheco y Marinone, 1986), pero difiere de lo observado en la Corriente de California y en la Corriente del Perú, por no mostrar concentraciones bajas de nutrientes (Valdez Boiguin, 1986). Los intensos procesos de mezcla que se presentan en el Golfo aseguran un aporte adecuado de nutrientes.

Por otro lado, el estudio de sedimentos laminados de fitoplancton silíceo procedentes de los fondos anóxicos de la cuenca de Guaymas (Baumgartner et al., 1985) han revelado un incremento en la cantidad de diatomeas coincidiendo con años en que se registraron eventos de "El Niño". Dicha información complementa con las recientes observaciones para la columna de agua, donde se registró un incremento en las concentraciones de clorofila *a*, así como altas tasas de productividad primaria durante el auge del evento de 1982-83 (Barrá Barrá et al., 1984;

Valdez Hoiguin, 1986 y Valdez Hoiguin y Lara Lara, en prensa).

Acoplado al fitoplancton, el zooplancton responde a las pulsaciones en la productividad primaria. Para la corriente de California, el análisis estadístico de largas series de tiempo de volumen de zooplancton, ha revelado, que durante los periodos de "El Niño", tienden a presentarse volúmenes inferiores al promedio histórico (Bernal, 1979 y 1981; McGowan, 1983, 1984 y 1985). Para el Golfo de California casi no existen datos para este parámetro, siendo difícil establecer una comparación entre los que están disponibles, debido a las diferencias metodológicas implícitas en su estimación.

Brinton et al. (1986) reportaron valores de volumen de plancton colectado con red de .6 mm de luz de malla durante los cruceros CALCOFI 1956 y 1957, los cuales cubrieron la mayor parte del Golfo. Se observaron densos picos en biomasa para los meses de abril de ambos años, particularmente en la porción oriental del Golfo. Los promedios para ese mes (408 y 490 cc/1000 m<sup>3</sup>, para 1956 y 1957, respectivamente) son ciertamente mayores que para los meses de invierno y verano, pero la variabilidad entre muestras es tan grande como la existente entre temporadas de muestreo. Entre estos valores y los encontrados por Jiménez Pérez (1987) para marzo de 1983, durante la manifestación de "El Niño", no se observan diferencias importantes, a juzgar por un valor promedio de 385

cc/1000 m<sup>3</sup>; en el campo para marzo-abril de 1984, con 411 cc/1000 m<sup>3</sup> (Lavaniegos Espejo, en prep.).

Por lo tanto, parece que no hubo una respuesta obvia por parte del zooplancton al incremento en la productividad durante el evento. En la región sur en particular podría haber ocurrido, incluso, una disminución de la biomasa de éste, ya que Lavaniegos Espejo (en prep.) encuentra un aumento significativo tanto en volumen como en peso seco en 1984 respecto a las estimaciones de Jiménez Pérez (1987) en 1983.

El zooplancton es un conjunto muy heterogéneo y no responde de manera unitaria a los cambios en el ambiente pelágico. Los grupos zooplanctónicos que dominaron en las primaveras 1983 y 1984 fueron los copépodos y cladoceros (Jiménez Pérez, 1987 y Lavaniegos Espejo, en prep.). Los eufáusidos ocuparon el tercer lugar en 1984 con 7.7 % de la abundancia total, mientras que en 1983 fueron tan solo el 2.7 %, siendo sobrepasados por quetognatos y ostrácosos. Durante el evento parecen haber ocurrido cambios importantes en la estructura de la comunidad.

Valdez Bolguín y Lara Lara (en prensa) han sugerido la posibilidad de que el incremento en biomasa de fitoplancton durante el pasado evento de "El Niño" fuera debido a una disminución en la presión por pastoreo, ya que según Jiménez

Pérez (1967) las poblaciones de copépodos del Golfo estuvieron dominadas por copepoditos del género *Oithona*. Ya que en el grupo de copépodos es donde radican las principales especies de herbívoros, es necesario comparar las abundancias de las diferentes especies determinadas por este autor y las correspondientes para 1964, para investigar un posible incremento de especies herbívoras. Brinton et al. (1966) señalaron que los picos en biomasa durante las surgencias primaverales para el Golfo consistieron de enormes cantidades del copépodo *Calanus pacificus californicus*, el quetognato *Sagitta enrieta* y los euratsidos *Nyctiphanes simplex* y *hematoscolis citricilis*. Para las temporadas analizadas en nuestro estudio coincidieron abundancias superiores a 10,000 org/1000 m<sup>3</sup> de postarves de *N. simplex* con valores altos de biomasa en peso seco. Para el caso de *C. pacificus californicus* solo en tres de las muestras analizadas, las poblaciones de este organismo alcanzaron valores de abundancia superiores a 10,000 org/1000 m<sup>3</sup> y el máximo fue de 15,000 org/1000 m<sup>3</sup> (Jiménez Pérez, 1967); mientras que en abril de 1957 se encontraron abundancias superiores a 50,000 org/1000 m<sup>3</sup> en varios puntos cercanos a la costa oriental (Brinton et al., 1966). Tanto *N. simplex* como *C. pacificus californicus* son especies templadas y neríticas y parecen ser igualmente afectadas por el calentamiento del agua; esta última especie podría haberse sumergido hacia capas más profundas y frías, como se sabe que ocurre con esta población en los meses de



verano, pero la presión por pastoreo que podría ejercer esta especie es mucho más importante que la ejercida por *D. pinnis*, a pesar de que sus pequeñas larvas podrían consumir el fitoplancton en mayor medida que los estadios más avanzados.

En cuanto a las repercusiones hacia otros eslabones de la cadena alimenticia, debido al tamaño relativamente grande de los euratsidos, su aportación en biomasa puede ser importante en la alimentación de peces planctívoros. Existe un gran vacío de información respecto a este punto en el Golfo de California. Los únicos estudios acerca de peces con preferencias hacia los euratsidos en esta zona, se refieren a *TRIMACRURUS MEXICANUS* y a la familia Nematocelidae (Iribarne, 1961; Notarbartolo di Sciara, 1965). *TRIMACRURUS MEXICANUS* es un pez mesopelágico de aguas templadas, muy abundante en el Golfo (Moser et al., 1974). Al comparar la incidencia alimenticia de euratsidos y copepodos en relación a su disponibilidad en el medio, Iribarne (1961) encontró que este pez, miembro de la familia Nematocelidae tenía una fuerte preferencia por euratsidos, los cuales, constituían el 60 % de la biomasa en contenidos estomacales de especímenes procedentes de la corriente de California y hasta 100 % en aquellos procedentes del Golfo de California. Sus especies preferidas eran *Nematocelis difficilis* y *Euphausia eximia*, las cuales no sufrieron bajas durante el evento en el Golfo, así que *T. mexicanus* no sería afectado durante el evento, al menos en los que respecta a su dieta favorita.

En Baja California Sur, cerca de La Paz, existe una pequeña, pero regular, pesquería de matarraya, la cual comprende especies de dos géneros altamente especializados al ambiente pelágico, estando su alimentación basada en el zooplancton: Banta y hopula. De 262 especímenes analizados, se encontró como única presa en sus estómagos, durante la época de verano, al ctenoforo Nyctiphanes simplex; mientras que en invierno, contuvieron al misido Physidium sp. (Notarbartolo di Sciara, 1965). N. simplex tiende a presentarse en vastos enjambres, y en el Pacífico oriental tropical, Alverson ha reportado que constituye el 49 % del volumen total del alimento ingerido por el barrilete (Katsuwonus pelamis); también se encontró en estómagos de sierras (Thyrastis atris) frente a San Antonio, Chile (Novillo, 1968) y en la corriente de California, Brodeur (1966) la registró en dos especies de salmón (Oncorhynchus kisutch y O. tshawytscha) en números importantes.

Evidentemente, la disminución de este ctenoforo afectaría la alimentación de mamíferos y aves marinas, que tienen en el Golfo importantes reservas. Aunque no se ha estudiado la contribución de N. simplex a la dieta de estos organismos, en la corriente del Perú se ha observado que la ballena de dieta (Delphinapterus leucas) la consume en enormes volúmenes (Antezana, 1970).

## VI. CONCLUSIONES

- 1.- El carencamiento superficial del agua durante el evento de "El Niño" 1982-83 provocó un descenso en la abundancia de *Callinectes*, la cual fue tres veces menor en la primavera de 1983 respecto a la primavera de 1984, en que el evento se relajó.
- 2.- El decremento en abundancia obedece principalmente a un bajo reclutamiento de la especie costera *Callinectes* *limicola*, de afinidad templado-cálida, debido a que no se presentaban condiciones óptimas para su reproducción.
- 3.- También las postlarvas de esta especie fueron menos abundantes durante el evento y tendieron a congregarse en la zona donde se encontraban bajas temperaturas en el mar de las islas Tiburón, San Lorenzo y San Esteban ( $<21^{\circ}\text{C}$  en la superficie y  $<17^{\circ}\text{C}$  a 100 m de profundidad).
- 4.- La especie templada *Nematoscelis difficilis* no mostró cambios en abundancia, debido a que tiende a permanecer por debajo de la termoclina, aunque pudo haberse sumergido a mayores profundidades como una manera de mantener un nivel

adecuado de temperatura.

5.- Algunas especies del conjunto tropical registraron un incremento ligero en su abundancia durante el evento, pero sobre todo ampliaron su distribución hacia el norte, invadiendo la parte central del Golfo en estrecha coincidencia con salinidades superficiales inferiores a 35‰, características de la masa de agua subtropical que invadió al Golfo durante el evento.

6.- La profundidad de la capa deficiente de oxígeno añadida al calentamiento subsuperficial del agua parecen ser determinantes en la penetración de ciertas especies asociadas al Pacífico tropical, como ocurre con *Leptocottus armatus* y las poblaciones de *Engraulis mordax* y de *E. mordax*.

## LITERATURA CITADA

- Aguayo, A. E. 1977. El lobo fino antártico, *MEGALOPTERUS* *SAEPIA* (Peters) en el sector antártico chileno (Pinnipedia-Otariidae). Ser. Cient. Inst. Antarct. Chileno 5(1): 5-16.
- Alvarez Borrego, S. y R. A. Schwartzlose. 1979. Masas de agua del Golfo de California. Cien. Mar. 6:43-63.
- Aiverson, F. 1963. El alimento del atún de aleta amarilla y del barrilete en el Océano Pacífico tropical. Bol. Com. Inter-Amér. Atún Trop. 7(5):366-396.
- Antezana Jerez, T. 1970. Euphausiidos de la costa de Chile.-Su rol en la economía del mar. Rev. Biol. Mar. Valparaíso 14(2):19-27.
- Antezana Jerez, T. 1978. Distribution of euphausiids in the Chile-Peru current with particular reference to the endemic *Euphausia mucronata* and the oxygen minima layer. Ph.D. Thesis. Scripps Inst. Ocean., Univ. Calif., San Diego.
- Atilano Silva, H. H. 1967. Composición y estructura de la

- comunidad de fitoplancton silíceo en el Golfo de California en marzo de 1983. Tesis licenciatura. Escuela de Ciencias Marinas, UNBC, México.
- BAGAN DANCAN, A., C. J. ROBINSON y T. BOMAGARTNER. 1985. Spring and summer in the Gulf of California: Observations of surface thermal patterns. *Oceanologica Acta* 8:13-22.
- BARBER, R. T. y F. P. CHAVEZ. 1983. Biological consequences of El Niño. *Science* 222:1203-1210.
- BARBER, R. T. y F. P. CHAVEZ. 1986. Ocean variability in relation to living resources during the 1982-83 El Niño. *Nature* 319:279-285.
- BOMAGARTNER, T. y L. CHRISTENSEN, JR. 1985. Coupling of the Gulf of California to large-scale interannual climatic variability. *Jour. Mar. Res.* 43:825-866.
- BOMAGARTNER, T., V. FERREIRA BARTRINA, H. SCHRAEDER y A. SOLAR. 1985. A 20-year varve record of siliceous phytoplankton variability in the central Gulf of California. *Mar. Geol.* 64:113-129.
- BERNAL, P. A. 1979. Large-scale biological events in the California Current. *CalCOFI Rep.* 20:89-101.

- Bernal, R.Z. 1961. A review of the low-frequency response of the pelagic ecosystem in the California Current. CALCOFI Rep. 21:49-61.
- Bjerknes, J. 1966. A possible response of the atmospheric Hadley circulation to equator anomalies of ocean temperature. Tellus 28: 620-628.
- Boden, B.P. 1951. The egg and larval stages of *Euphausiella simplex*, a euphausiid crustacean from California. Proc. Zool. Soc. London 121:515-527.
- Boden, B.P., R.A. Johnson & E. Brinton. 1955. The Euphausiacea (Crustacea) of the North Pacific. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Univ. Calif. 6(8):267-460.
- Brinton, E. 1960. Changes in the distribution of Euphausiid crustaceans in the region of the California Current. CALCOFI Rep. 7:137-146.
- Brinton, E. 1962. The distribution of Pacific euphausiids. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Univ. Calif. 8:51-270.
- Brinton, E. 1967. Vertical migration and avoidance capability of euphausiids in the California Current. Limnol. & Oceanogr. 12:431-443.

- Brinton, E. 1975. Euphausiids of Southeast Asian waters. *Waga Rep.* 4(5), 287 pp.
- Brinton, E. 1976. Population Biology of *Euphausia pacifica* off Southern California. *Fish. Bull.* 74(4): 733-762.
- Brinton, E. 1979. Parameters relating to the distributions of planktonic organisms, especially euphausiids in the Eastern Tropical Pacific. *Prog. Oceanogr.* 8:125-169.
- Brinton, E. 1981. Euphausiid distributions in the California Current during the warm Winter-Spring of 1977-78, in the context of a 1949-1966 time series. *CalCOFI Rep.* 22:135-154.
- Brinton, E. y T. Antezana. Structures of swarming and dispersed populations of krill (*Euphausia superba*) in Scotia Sea and South Shetland waters during January-March 1981, determined by Bongo nets. *Jour. Crus. Biol.* 4(1): 45-66.
- Brinton, E., A. Flewinger y D. Siegel-Causey. 1980. The Temperate and Tropical planktonic Biotas of the Gulf of California. *CalCOFI Rep.* 27:228-266.
- Brinton, E. y A.M. Townsend. 1980. Euphausiids in the Gulf



- of California.-The 1957 cruises. CALCOFI Rep. 21:211-236.
- Brodeur, R.D. 1986. Northward displacement of the euphausiid ~~MEGALOPTERA BIPLEX~~ Hansen to Oregon and Washington waters following the El Niño Event of 1982-83. Jour. Crust. Biol. 6(4):686-692.
- Cane, R.A. 1983. Oceanographic events during El Niño. Science 222: 1189-1194.
- Dauvin, Y. y J.R. Donguy. 1983. Changes in sea surface Chlorophyll concentration related to the 1982 El Niño. Trop. Ocean-Atmos. News. 21:14-15.
- Ekman, S. 1953. Zoogeography of the Sea. Seewick & Jackson Ltd. London, 617 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. Jour. Mar. Res. 5(2): 89-110.
- Gopalakrishnan, K. 1973. Development and Growth Studies of the euphausiid Rematocelis difficilis (Crustacea) based on rearing. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Univ. Calif. 20, 67 pp.

- Gopalakrishnan, K. 1974. Zoogeography of the genus *Lampyropsyllis* (Crustacea, Euphausiacea). Fish. Bull. 72(4):1059-1074.
- Green Ruiz, J. 1966. Variación cualitativa y cuantitativa de los eufausiáceos (Crustacea, Malacostraca) en un ciclo estacional en el Pacífico oriental de Baja California Sur. Tesis Licenciatura. Fac. Ciencias. UNAM.
- Guillén, G. 1971. The "El Niño" phenomenon in 1965 and its relations with the productivity in coastal Peruvian waters. Ed: J.D. Costlow (ed.) FERTILITY OF THE SEA. V.1: 187-198. Gordon & Breach. Germany East.
- Toyli, C.P. 1973. The anchovy crisis. Sci. Am. 226: 22-29.
- Lascano, S. 1981. Comparison of the food of *Triphocurus bilineatus* and *T. nigrescens*, two Lanternfishes of the Pacific Ocean. Mar. Biol. 63:87-100.
- Giménez Pérez, L.C. 1987. Características estructurales del zooplancton del Golfo de California durante el fenómeno de El Niño (1982-1983). Tesis Maestría. CICESE.
- Jennison, H.W. y E. S. Brinton. 1963. Biological Species,

- WATER-MASSES AND CURRENTS. Ed. H. H. Hill (ed.) THE SEA  
VOL. 2. REEGER PUBL. CO.
- Kato, H.; S. Segawa, E. Tanoue y N. Murano. 1982.  
Filtering and ingestion rates of the Antarctic krill,  
*EUPHAUSIA SUPERBA* Dana. Trans. Tokyo Univ. Fish. 51:  
167-175.
- Knight, L.D. 1980. Larval development of *EUPHAUSIA SUPERBA*  
(CRUSTACEA: EUPHAUSIACEA) with notes on its vertical  
distribution and morphological divergence between  
populations. Fish. Bull. 78(2): 313-335.
- Kramer, D.; B.J. Kalin, E.C. Stevens, G.R. Threlkitt y J.R.  
Zweifel. 1972. Collecting and processing data on fish eggs  
and larvae in the California current region. NOAA Techn.  
Rep. NEPS CIRC-370. 36 pp.
- Lara Lara, J.R.; E. Valdez Holguin y I.C. Jiménez Pérez.  
1984. Plankton studies in the Gulf of California during the  
1982-1983 El Niño. Trop. Ocean-Atmos. News. 28:16-17.
- Larner, R. 1966. Feeding, Growth, Respiration and Carbon  
utilization of a Euphausiid crustacean. Jour. Fish. Res.  
Board Canada 23(9):1291-1317.

- BAVANEGOS ESPINO, B. En prep. Biotasa y composición de los  
 grupos principales del zooplancton del Golfo de California  
 durante la fase de relajamiento del evento de "El Niño" en  
 1989. Tesis Licenciatura. Fac. Ciencias. UNAM.
- BEARDS, J.B. 1955. Some larval euphausiids of the genus  
~~Euphausiella~~ from the Florida current. Bull. Mar. Sci.  
 Gulf Caribb. 5: 190-202.
- BIRDBERGER, D.; F. TRILLMICH, G.L. ROOYMAN Y P. RAJTA.  
 1983. Reproductive failure of fur seals in Chile and  
 Peru in 1982-83. Trop. Ocean-Atmos. Revs. 21:16-17.
- BAUCHLINE, J. 1971a. Euphausiacea, Adults. Cons. Perm.  
 Int. Explor. Ser. Fiches D'identification du zooplancton  
 no. 134.
- BAUCHLINE, J. 1971b. Euphausiacea, Larvae. Cons. Perm.  
 Int. Explor. Ser. Fiches D'identification du zooplancton  
 nos. 135-137.
- BAUCHLINE, J. Y FISER. 1969. The biology of euphausiids.  
 Adv. Mar. Biol. 7: 1-454.
- BELWEN, G.F.; H.W. JOHNSON Y T.R. FOLSON. 1934. A  
 statistical analysis of the performance of the Folsom

- Plankton species based upon test observations. Arch. Meteor. Geophys. Bioklimat. 7: 502-527.
- McGowan, J. 1983. El Niño and biological production in the California current. Trop. Ocean-Atmos. Revs. 21: 23.
- McGowan, J. 1984. The Californian El Niño, 1983. Oceanus 27(2): 48-51.
- McGowan, J. 1985. El Niño 1985 in the Southern California Bight. (pp. 166-184). Ed: W.S. Wooster y D.L. Flunalty (eds.) EL NIÑO NORTH - NIÑO EFFECTS IN THE EASTERN SUBARCTIC PACIFIC OCEAN. Washington Sea Grant Program. Univ. Wash.
- Millán Ríos, E. 1986. Distribución y composición del fitoplancton en el Golfo de California, durante 1982-1984. Tesis Maestría. CICESE, México.
- Miller, C.D.; R.F. Batchelder, R.D. Brodeur y W.G. Peckol. 1985. (pp. 185-187). Ed: W.S. Wooster y D.L. Flunalty (op. cit.)
- Roser, H.G.; E.H. Anstrom, B. Kramer y E. Stevens. 1974. Distribution and abundance of fish eggs and larvae in the Gulf of California. CalCOFI Rep. 17: 112-126.

- Novillo, J. 1988. Relaciones tróficas de *Thalassira* spp. (Egariidae) en el atolón de San Antonio. Tesis de grado. Fac. Ciencias Pecuarias y Med. Vet. Univ. de Chile.
- Rotarbartolo di Sciara, G. 1985. A revisionary study of the genus *Podiceps* Harlan, 1810, with the description of a new species, and natural history notes on east Pacific podiceps. Ph. D. Thesis. Scripps Inst. Ocean., Univ. Calif., San Diego.
- Ponomareva, L.A. 1966. Quantitative distribution of euphausiids in the Pacific ocean. Dokl. Akad. Nauk. SSSR 6: 690-692.
- Ramage, C.S. 1986. El Niño. Sci. Am. 241: 55-62.
- Rodriguez Pacheco, J.L. y K. Christensen. 1984. Effects of the 1982-83 El Niño on the Gulf of California. EOS Transactions, American Geophysical Union. Vol. 64, No. 52.
- Rodriguez Pacheco, J.L. y G. Marinone. 1987. Seasonal and interannual thermo-haline variability in the Guaymas basin of the Gulf of California. Continental Shelf (en prensa).
- Rosen, G.I. 1964. Oceanographic aspects of Gulf of California

- (pp. 56-58). Eds: T.H. van Alphen y G.G. Snodgrass Jr. (eds.) MARINE GEOLOGY OF THE GULF OF CALIFORNIA. Ann. Ass. Petroleum Geol. Tulsa, Oklahoma. Memoir 5.
- Reagan, C.I. y G.W. Groves. 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. Jour. Mar. Res. 18. 10-35.
- Roger, C. y R. Grandperrin. 1976. Pelagic food webs in the tropical Pacific. Limnol. Oceanogr. 21(5): 731-735.
- Reyno, F.E. 1967. The phytoplankton of the Gulf of California. Part I. Its composition, distribution and contribution to the sediments. Jour. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1(1): 76-97.
- Rusnak, G.A.; R.L. Fisher y F.R. Shepard. 1964. Bathymetry and faunas of the Gulf of California (pp. 59-75). Eds: T.H. van Alphen y G.G. Snodgrass Jr. (eds). op. cit.
- Sánchez Ordaz, L. y E. Hendrick. 1964. Resultados de las campañas SIFCO (Sur de Sinaloa, México) a bordo del B/C "El Fuma". - Abundancia y distribución de los Euphausiacea (Crustacea: Eucarida). An. Inst. Cien. Mar. Limnol. UNAM 11(1): 94-106.

- Schreiber, K.W. y E.A. Schreiber. 1983. Reproductive failure of marine birds on Christmas Island, Fall 1982. Trop. Ocean-Atmos. news. 16: 10-12.
- Siegel, S. 1980. ESTADÍSTICA NO PARAMÉTRICA. Ed. Trillas. México, D.F. 2da. ed. 346 pp.
- Valdez Bolguín, E. 1986. Distribución de la biomasa y productividad del fitoplancton en el Golfo de California durante el evento de El Niño 1982-1983. Tesis Maestría. CICSE.
- Valdez Bolguín, E. y J.K. Lara Lara. En prensa. Productividad primaria en el Golfo de California: efectos del evento "El Niño" 1982-1983. Ciencias Marinas.
- Valdivia, J.; R. Jiménez, S. Avaria y G. Mora. 1985. Informe de la tercera reunión del Comité Científico del Estudio Regional del Fenómeno El Niño. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Quito, Ecuador. 11 pp.
- van Angel, T.H. 1964. Recent marine sediments of Gulf of California. (pp. 216-310). En: T.H. van Algen y G.G. Snor, Jr. (eds.) Op. cit.
- Walker, B.W. 1960. The distribution and affinities of the



- marine fish fauna of the Gulf of California. In Symposium: The Biogeography of Baja California and adjacent seas. Pt. 2: Marine biotas. Syst. Zool. 9(3-4):123-133.
- Wiede, F. H. & S. H. Boyd. 1976. Limits of ~~temperate~~ ~~biogeography~~ in the northwestern Atlantic in relation to Gulf Stream cold core rings. I. Horizontal and vertical distributions. Jour. Mar. Res. 36(1): 119-142.
- Wyrtki, K. 1966. Oceanography of the Eastern Equatorial Pacific Ocean. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 4: 33-66.
- Wyrtki, K. 1967. Circulation and water masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. Int. Jour. Ocean. Limn. 1: 117-147.
- Wyrtki, K. 1975. El Niño. - The dynamic response of the equatorial Pacific ocean to atmospheric forcing. Jour. Phys. Oceanogr. 5: 572-584.
- Wooster, W. S. & D. L. Fluharty (eds.) 1965. EL NIÑO NORTH. - NIÑO EFFECTS IN THE EASTERN SUBARCTIC PACIFIC OCEAN. Washington Sea Grant Progr. Univ. Washington. 312 pp.



TABLA 1..... (CONTINUACIÓN)

ESTACIONES DE MUESTREO									
55	44	41	34	38	27	14	24	20	$\bar{x}$
305	0	1490	925	151	4077	0	1421	932	7120
534	2073	1490	403	529	92775	154	840	388	9500
457	188	1490	0	151	1790	231	250	39	952
2744	620	1795	300	1812	994	401	840	70	1011
3059	65	5740	231	680	1293	1077	2040	0	1320
1220	157	1545	300	113	597	401	388	0	559
145	120	445	0	154	1094	530	65	1320	237
38	65	0	0	227	390	231	388	1470	177
0	0	112	0	70	290	231	0	1105	111
0	120	0	0	151	59	77	0	544	55
30	51	37	0	70	50	231	0	932	64
30	0	75	0	0	199	401	0	155	00
0	0	150	0	0	0	0	0	70	31
0	0	75	0	0	0	0	0	511	31
0	0	0	0	0	59	0	0	1245	79
0	0	0	0	0	350	0	0	255	57
0	0	0	0	0	59	0	0	70	10
0	65	0	0	0	75	0	0	272	24
0	65	0	0	0	0	0	32	117	12
0	0	0	0	0	25	0	0	117	15
0	0	0	0	0	0	0	0	70	5
0	0	0	0	0	0	0	0	70	5
0	0	0	0	0	25	0	32	39	6
0	0	0	0	30	0	30	0	0	4
0	0	37	0	0	0	0	0	30	4



