

**VARIACION LATITUDINAL DE LA DIVERSIDAD DE COPEPODOS
EN LA COSTA OCCIDENTAL DE B.C.S., MEXICO
1982-1984**

**LATITUDINAL VARIATION OF COPEPOD DIVERSITY
ON THE WEST COAST OF B.C.S., MEXICO
1982-1984**

Sergio Hernández-Trujillo*

Departamento de Plancton, CICIMAR-I.P.N.
Apartado Postal 592
La Paz, Baja California Sur, México

Ciencias Marinas (1991), Vol. 17, No. 4, pp. 83-103.

RESUMEN

Se analizaron las colecciones de zooplancton obtenidas en la costa occidental de Baja California Sur, en algunos meses del período de 1982 a 1984, y se obtuvo la composición específica de los copépodos, así como los niveles de abundancia de cada una de las especies identificadas. Se estimó la diversidad (Shannon-Wiener) para cada campaña oceanográfica y se encontró que las áreas de mayor diversidad se localizan frecuentemente en la parte sur de la zona de estudio, asociada con aguas de hasta 29°C. Inversamente, las áreas de menor diversidad se ubican en la parte meridional y septentrional de la zona de estudio, y se asocian con agua de temperatura menor de 20°C. Se encontró que en 1983, dominaron las especies tropicales, disminuyendo ese nivel durante 1984, pero sin que las especies con otras afinidades zoogeográficas llegaran a ser dominantes.

ABSTRACT

Species composition of copepods, as well as abundance of each identified species, were obtained by analyzing zooplankton collected on the west coast of Baja California Sur during some months of the 1982-1984 period. Diversity for each oceanographic campaign (Shannon-Wiener) was estimated. It was found that areas with higher diversity were frequently located in the southern portion of the studied area, associated with waters of up to 29°C. Inversely, areas with lower diversity were located in the northern and central portions of the studied area, and are associated with waters under 20°C. In 1983 tropical species dominated the area. Their level fell during 1984, without species of other biogeographic affinities becoming dominant.

INTRODUCCION

En los ambientes de tipo tropical se encuentra un gran número de especies vegetales y animales, en comparación al limitado número que se registra en zonas templadas y polares (Cohen, 1986; Krebs, 1985; Smith *et al.*, 1989). Sin embargo, la diversidad de

INTRODUCTION

In tropical environments there is a great number of plant and animal species, compared to the limited number found in temperate and polar zones (Cohen, 1986; Krebs, 1985; Smith *et al.*, 1989). However, diversity of planktonic species in the ocean has received little atten-

*Becario COFAA-I.P.N.

especies planctónicas en el océano ha recibido poca atención, a pesar de que se ha observado una tendencia general de muchos taxa a estar presentes en una gran variedad de formas en bajas latitudes (Longhurst, 1967; Signoret y Santoyo, 1980).

En la costa occidental de Baja California Sur, se han hecho pocos estudios acerca de la diversidad de la comunidad zooplanctónica en particular (Longhurst, 1967; Hernández-Trujillo, 1984, 1987; Gasca, 1985; Green, 1986), debido principalmente a que las investigaciones planctónicas se han encaminado a los estudios de huevos y larvas de peces de importancia comercial, mediante estimaciones de biomasa reproductora (CICIMAR, 1985).

Debido a que en la zona concurren un importante número de masas de agua que se mezclan y originan condiciones eutróficas y oligotróficas, además de llevar consigo fauna característica, el estudio de la diversidad del zooplancton, y en particular de los copépodos, puede aportar elementos para la caracterización de la taxocenosis desde el punto de vista zoogeográfico. Por lo anterior, el propósito de esta contribución es el estudiar la diversidad de los copépodos, en un sentido latitudinal y temporal, así como el de establecer si esta medición de la taxocenosis se encuentra asociada a la afinidad biogeográfica de las especies.

MATERIALES Y METODOS

Para el desarrollo de este estudio se utilizaron las colectas de zooplancton obtenidas en los cruceros oceanográficos efectuados por el CICIMAR en la costa occidental de Baja California Sur (Fig. 1a) en julio y diciembre de 1982; febrero-marzo, mayo y septiembre de 1983, así como de enero y mayo de 1984.

El área que se muestreó en 1982 fue de los 22°49.6'N a 26°47'N y de 110°47'O a 115°11.3'O. En 1983, el área quedó delimitada en 23°08.2'N a 27°49.6'N y de 110°47'O a 115°11.3'O. En 1984 la cobertura de muestreo se extendió a los 28°50'N y 115°45.5'O (Fig. 1b).

Las colectas de las muestras en los cruceros, excepto el de enero de 1984, fueron obtenidas mediante arrastres oblicuos de una red gemela tipo "bongo", con mangas de 333 y 505 μ de luz de malla, 3.0 m de longitud,

in spite of the general tendency of many taxa to occur in a great variety of forms in low latitudes (Longhurst, 1967; Signoret and Santoyo, 1980).

There are few studies about diversity of zooplanktonic communities on the western coast of Baja California Sur (Longhurst, 1967; Hernández-Trujillo, 1984, 1987; Gasca, 1985; Green, 1986), since, through estimations of reproductive biomass, most planktonic investigations have been focused on studies of eggs and larvae of commercially important fishes (CICIMAR, 1985).

Since in this area a great amount of water masses meet and get mixed, creating eutrophic and oligotrophic conditions, as well as transporting characteristic fauna, the study of zooplankton diversity, in particular that of copepods, can provide elements for the characterization of taxocenosis from a zoogeographic point of view. Due to this, the purpose of this work is to study the copepod diversity in a temporal and latitudinal scale, as well as to establish whether it is associated with the biogeographic affinity of the species.

MATERIALS AND METHODS

The zooplankton collections used for this study were obtained on the oceanographic cruises carried out by CICIMAR on the western coast of Baja California Sur (Fig. 1a) in July and December, 1982; February-March, May and September, 1983; and January and May, 1984.

In 1982, the sampled area was comprised from 22°49.6'N to 26°47'N and from 110°47'W to 115°11.3'W. For 1983 it was limited from 23°08.2'N to 27°49.6'N and from 110°47'W to 115°11.3'W, and in 1984 it was extended to 28°50'N and 115°45.5'W (Fig. 1b).

The samples, except those of January, 1984, were obtained with oblique tows of a bongo twin net, with sleeves of 333 and 505 μ mesh, 3.0 m length, 60 cm mouth diameter, flexible pods and digital flowmeters, according to Smith and Richardson (1979). In the January 1984 cruise, the samples were obtained with oblique tows of a CalCOFI net of 505 μ mesh, 3.0 m length, 60 cm mouth diameter and digital flowmeter.

Since the study is based on adult copepods, the analyzed collections were those

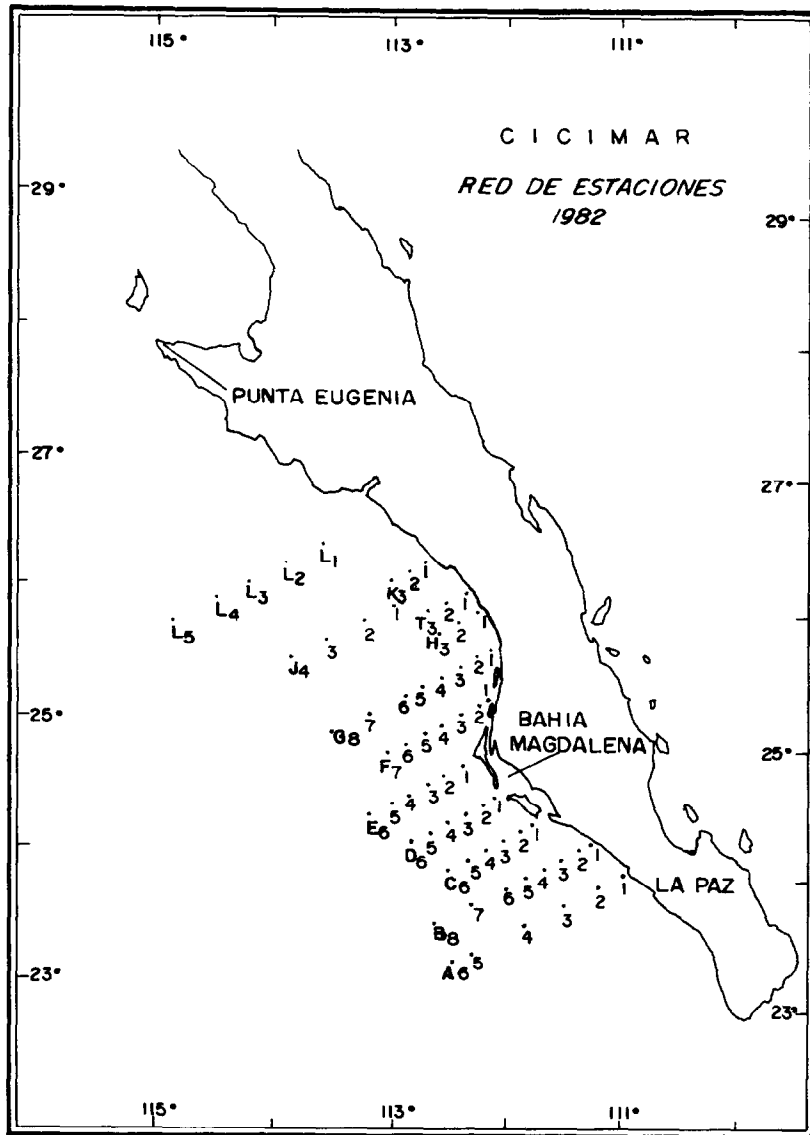


Figura 1a. Area de muestreo durante 1982.
Figure 1a. Sampled area during 1982.

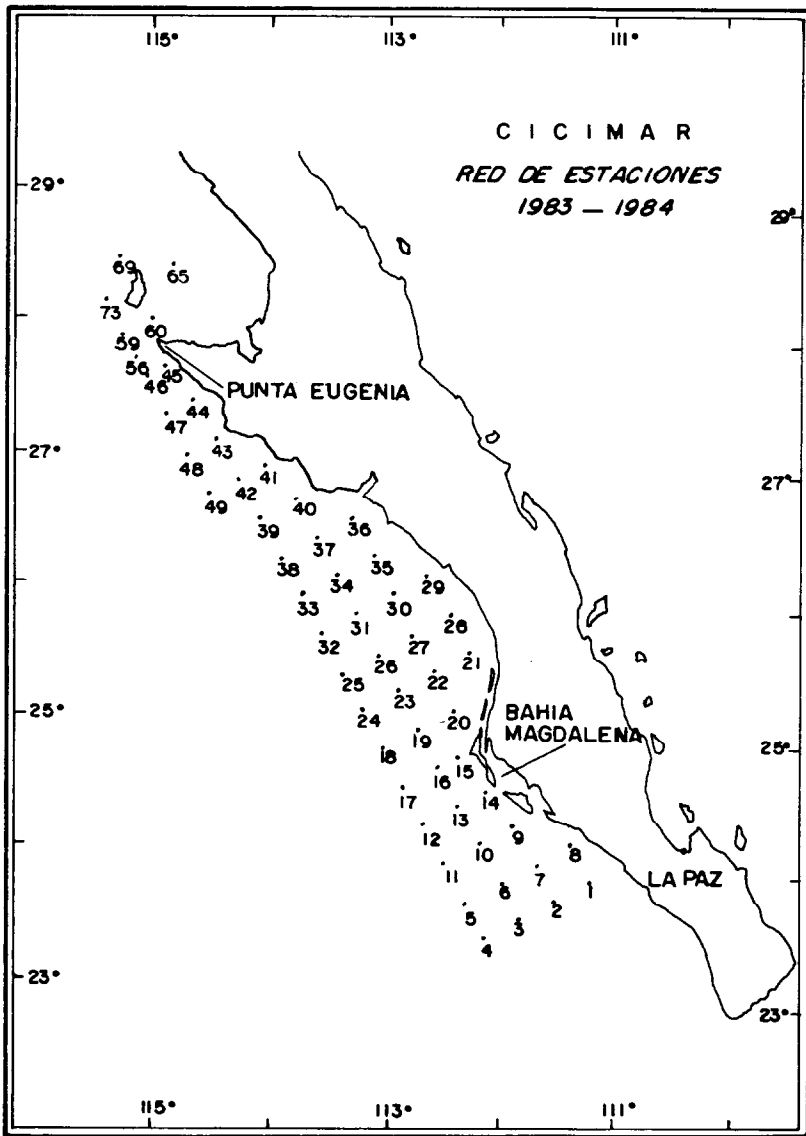


Figura 1b. Area de muestreo durante 1983-1984.
Figure 1b. Sampled area during 1983-1984.

60 cm de diámetro de boca, copos flexibles y flujómetros digitales, de acuerdo a lo propuesto por Smith y Richardson (1979). En el crucero de enero de 1984, la colecta fue hecha mediante arrastres oblicuos de una red tipo CalCOFI con malla de 505 μ , 3.0 m de longitud, 60 cm de diámetro de boca y flujómetro digital.

Las colecciones analizadas fueron las obtenidas de la manga de 505 μ , la que por su abertura de malla captura principalmente copépodos adultos y algunos estadios juveniles. El estudio está hecho con base en copépodos adultos. Las muestras se analizaron sin fraccionarlas, excepto las de mayo de 1983 en las que se tomaron submuestras del 10% de biomasa sedimentada de copépodos separados de la muestra madre.

Una vez que los copépodos se preclasificaron, se procedió a su identificación, de acuerdo a los criterios de Brodsky (1950), Esterly (1905, 1911, 1924), Fleminger (1967b, 1975), Grice (1961), Johnson (1935), Kasturirangan (1963), Mori (1964), Rose (1933), Tanaka (1964), Tanaka y Omori (1971), Uye (1982) y Zamora (1974).

Después de la identificación se contaron los organismos por especie presente en cada muestra. En algunos casos, para evidenciar y confirmar características morfológicas taxonómicamente distintivas, se llevaron a cabo disecciones empleando agujas entomológicas del número tres y microscopios estereoscópico y óptico. Cuando no se logró identificar con certeza algún espécimen, éste fue enviado a un especialista para su confirmación o rectificación. La información de la composición específica y de abundancia de copépodos del mes de septiembre de 1983 fue obtenida de Romero y Palomares (1984).

La estimación de la abundancia de las especies se llevó a cabo de acuerdo a Fleminger (1964, 1967a). Para medir el grado de complejidad de la taxocenosis de copépodos en la zona de estudio se empleó el índice de diversidad de Shannon-Wiener y el de similitud de Simpson, ambos contenidos en el programa de computadora ODI.FTN (Haro y Esquivel, 1988).

RESULTADOS

Las condiciones del ambiente oceográfico en el área y en el período de estudio, fueron originalmente explicadas por Her-

of the 505 μ mesh sleeve, which retains mainly adults and some juvenile stages. The samples were analyzed without fractioning, except those of May 1983, when subsamples of 10% of the copepod sedimented biomass were taken from the main sample.

Once the copepods were preclassified, the identification was made according to Brodsky (1950), Esterly (1905, 1911, 1924), Fleminger (1967b, 1975), Grice (1961), Johnson (1935), Kasturirangan (1963), Mori (1964), Rose (1933), Tanaka (1964), Tanaka and Omori (1971), Uye (1982) and Zamora (1974).

After the identification, the organisms of each species present in the sample were counted. In some cases, to stand out and confirm taxonomically distinctive morphologic characteristics, dissections were made, using #3 entomologic needles, and stereoscopic and optical microscopes. When a species could not be accurately identified, it was sent to a specialist for rectification. The information of the species composition and abundance of copepods for September 1983 was obtained from Romero and Palomares (1984).

The estimation of the abundance of the species was carried out according to Fleminger (1964, 1967a). The grade of taxocenosis complexity of the copepods in the studied area was measured using the Shannon-Wiener diversity index and the Simpson similarity index, both included in the ODI.FTN computer program (Haro and Esquivel, 1988).

RESULTS

The conditions of the oceanographic environment in the area and time of study, were originally explained by Hernández-Trujillo (1984), CICIMAR (1985), Jiménez-Illesca and Cervantes-Duarte (1985).

Species composition of copepods

The species composition of the copepods was obtained from the samples collected on the western coast of Baja California Sur during seven oceanographic cruises. A total of 283 samples were analyzed, and 144 species were identified. Only 22 were identified up to genus, and one up to family level. Only one species remained unidentified.

The species of copepods registered in the studied zone can be classified in six biogeo-

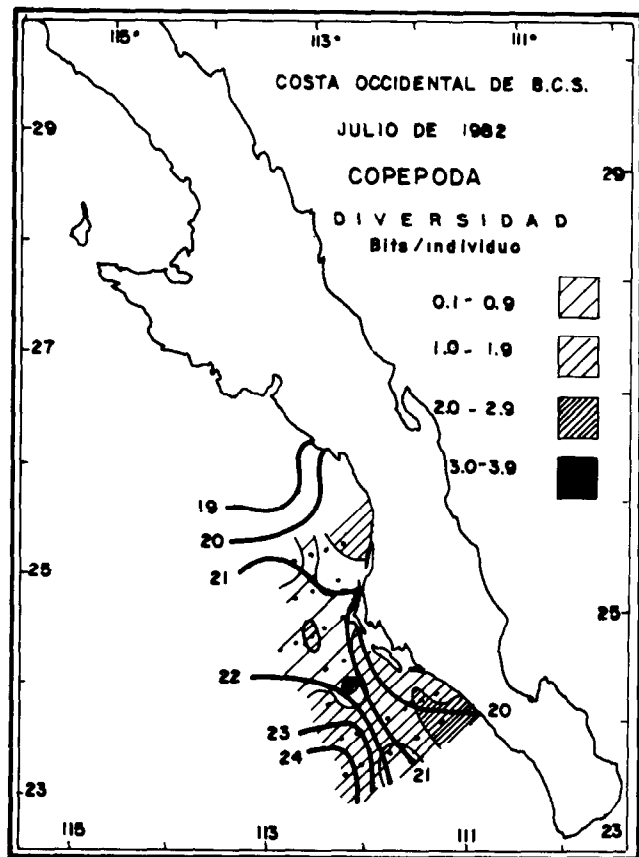


Figura 2. Patrón de diversidad de copéodos en julio de 1982.
 Figure 2. Copepod diversity standard in July 1982.

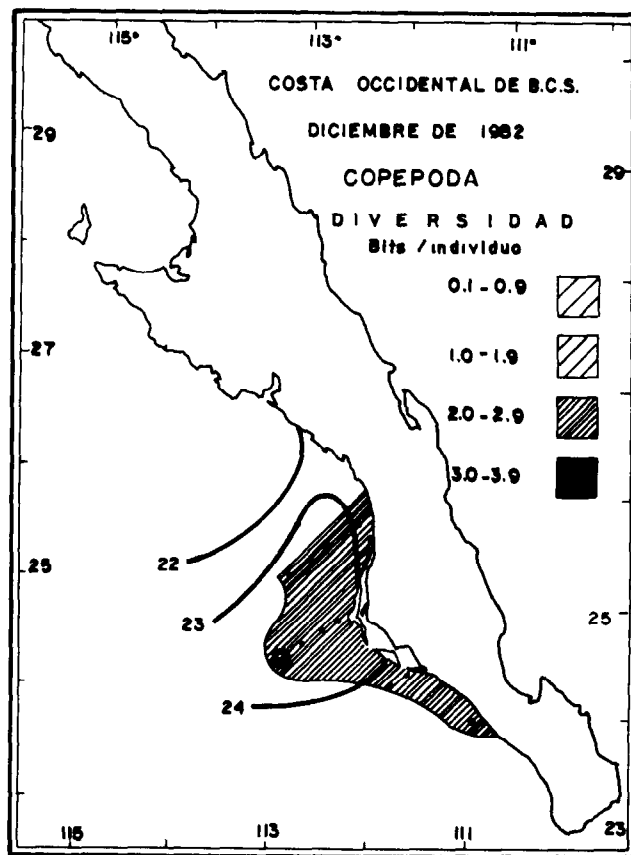


Figura 3. Patrón de diversidad de copéodos en diciembre de 1982.
 Figure 3. Copepod diversity standard in December 1982.

nández-Trujillo (1984), CICIMAR (1985) y Jiménez-Illesca y Cervantes-Duarte (1985).

Composición específica de copépodos

Se obtuvo la composición específica de los copépodos a partir de las colecciones de siete cruceros oceanográficos llevados a cabo en la costa occidental de Baja California Sur. El número de muestras revisadas totalizaron 283 y el número de especies identificadas fue de 144. De éstas, únicamente se ubicaron a nivel de género a 22, y a nivel de familia 1, quedando una especie sin identificar.

Las especies de copépodos registradas en la zona de estudio se pueden clasificar o agrupar en seis tipos biogeográficos: subártico, templado, templado-tropical, transicional, subtropical y tropical-ecuatorial, de acuerdo a los estudios y notas de Alameda (1980), Brinton *et al.* (1986), Brodsky (1950), Chen (1986), Dawson y Knatz (1980), Fleminger (1964, 1967a), Grice (1961), Mori (1964), Owre y Foyo (1967) y Tanaka (1964) (Tabla 1).

Julio de 1982

En la campaña de julio de 1982, el número de especies identificadas fue de 20, siendo *Calanus pacificus*, *Pleuromamma abdominalis* y *Eucalanus bungii californicus* las especies numéricamente dominantes (57.8, 17.6 y 7.2% de abundancia relativa, respectivamente). La mayor diversidad se estimó para las estaciones que están situadas en la parte sur del área de estudio (Fig. 2); asimismo, en la estación C4 se obtuvo el mayor índice de dominancia (0.93), lo cual podemos atribuir a la gran abundancia de *Calanus pacificus* para esta estación en particular, la que se sitúa al sur de Bahía Magdalena.

Se encontró que la mayoría de las especies identificadas pertenecen a cinco tipos biogeográficos (Tabla 1). De éstos, las especies tropicales y ecuatoriales constituyeron el 60%.

Diciembre de 1982

En diciembre de 1982, las especies identificadas sumaron 25, de las cuales *Calanus pacificus*, *Euchaeta marina* y *Eucalanus crassus* constituyeron un grupo dominante en abundancia (23.19, 18.77 y 18.04%, respectivamente). La diversidad más alta se

gráfico tipos: subártico, temperate, tropical-temperate, transicional, subtropical and tropical-equatorial, according to Alameda (1980), Brinton *et al.* (1986), Brodsky (1950), Chen (1986), Dawson and Knatz (1980), Fleminger (1964, 1967a), Grice (1961), Mori (1964), Owre and Foyo (1967) and Tanaka (1964) (Table 1).

July 1982

In the July 1982 campaign, 20 species were identified, being *Calanus pacificus*, *Pleuromamma abdominalis* and *Eucalanus bungii californicus* the numerically dominant (57.8, 17.6 and 7.2% of relative abundance, respectively). The highest diversity was estimated at the stations located in the southern part of the studied area (Fig. 2). The highest dominance index (0.93) corresponded to *Calanus pacificus* and was obtained at station C4, located south of Magdalena Bay.

Most of the identified species belong to five biogeographical types (Table 1). Among them, 60% is constituted by tropical and equatorial species.

December 1982

In December 1982, 25 species were identified. *Calanus pacificus*, *Euchaeta marina* and *Eucalanus crassus* were numerically dominant (23.19, 18.77 and 18.04% of total abundance, respectively). Highest diversity was estimated in the oceanic portion of the area, facing Magdalena Bay (Fig. 3).

The highest dominance value was estimated in front of Magdalena Bay, where *Euchaeta marina* was the most abundant species. Of the species identified in this month, 72% pertained to five biogeographical types. Tropical and equatorial species constitute 64% of the total.

The taxocenosis was still dominated by *Calanus pacificus*, though in lower magnitude, and the tropical faunistic assemblage increased in abundance, at the same time that it extended to the northern parts of the area. This coincides with a displacement to the north of waters with surface temperatures between 21 and 24°C as well as a considerable homogeneity in the diversity of the zone (Fig. 3).

Neritic and coastal-neritic species are widely represented, as well as those of other

Tabla 1. Número de especies de copépodos y composición porcentual de los tipos biogeográficos representados en la fauna de copépodos en el Pacífico de Baja California Sur (1982-1984).

Table 1. Number of copepod species and percentual composition of the biogeographic types represented in the copepod fauna in the Pacific of Baja California Sur (1982-1984).

Afinidad biogeográfica	Julio 1982		Dic. 1982		Feb-Mar 1983		Mayo 1983		Sep. 1983		Enero 1984		Mayo 1984	
	# sp	%	# sp	%	# sp	%	# sp	%	# sp	%	# sp	%	# sp	%
Subártica											1	1.3		
Templada	1	5.0	1	4.0	7	8.0	3	6.6	4	7.8	6	7.8	2	5.27
Templada-tropical	3	15.0	4	16.0	6	7.0	5	11.1	5	9.8	6	7.8	3	7.89
Transicional	3	15.0	4	16.0	4	4.7	3	6.7	1	2.0	4	5.2	3	7.89
Subtropical	1	5.0			1	1.2	1	2.2			2	2.6		
Tropical-ecuatorial	12	60.0	16	64.0	63	73.3	31	69.0	41	80.4	53	68.8	25	65.79
No ubicadas					5	5.8	2	4.4			5	6.5	5	13.16
TOTAL	20	100	25	100	86	100	45	100	51	100	77	100	38	100

estimó en la porción oceánica del área de estudio, frente a Bahía Magdalena (Fig. 3).

El valor de dominancia mayor se estimó frente a Bahía Magdalena, en la cual *Euchaeta marina* fue la especie más abundante. Se encontraron especies de copépodos ubicadas en cinco tipos biogeográficos en los que se halla el 72% de las especies identificadas en este mes, constituyendo las especies tropicales y ecuatoriales el 64% del total.

Se encontró que la taxocenosis sigue dominada por *Calanus pacificus*, aunque en menor magnitud, y que el conjunto faunístico tropical va siendo más numeroso y abundante al mismo tiempo que se extiende a las zonas más septentrionales del área, en comparación al mes de julio, y coincide con un desplazamiento hacia el norte de agua con temperatura superficial entre 21 y 24°C y una notable homogeneidad de la diversidad en la zona (Fig. 3).

Las especies neríticas y costero-neríticas se encuentran ampliamente representadas, así como las de afinidades biogeográficas distintas como son las tropicales (*Labidocera acutifrons*, *Temora discaudata* y *Aetideus* sp. entre otras), las transicionales (*Calanus pacificus*, *Rhincalanus nasutus*, *Eucalanus bungii californicus*, entre otras) y las templado-tropicales (*Pleuromamma abdominalis* y *Euchaeta marina*).

Febrero-marzo de 1983

En la campaña de febrero-marzo de 1983, las especies identificadas fueron 82, siendo *Eucalanus subcrassus*, *Paracalanus parvus* y *Eucalanus crassus* las más abundantes de la comunidad, ya que constituyeron el 11.67, 10.75 y 10.31% respectivamente, de la abundancia total. La mayor diversidad se estimó en la porción oceánica al sur del área de estudio (Fig. 4); la dominancia fue máxima frente a Bahía Magdalena, y *Temora discaudata* fue la especie dominante.

La taxocenosis, en su mayoría, en este mes, nuevamente estuvo compuesta por cinco tipos biogeográficos que en conjunto constituyen el 94% de las especies identificadas; asimismo, las especies tropicales y ecuatoriales constituyeron el 73.3% del total.

Se encontró que el grupo está parcialmente dominado por especies tropicales, y al mismo tiempo se observa que las especies templadas y de aguas frías no han sido

biogeographic affinities, such as tropical (*Labidocera acutifrons*, *Temora discaudata* and *Aetideus* sp., among others), transitional (namely *Calanus pacificus*, *Rhincalanus nasutus* and *Eucalanus bungii californicus*, among others) and tropical-temperate (*Pleuromamma abdominalis* and *Euchaeta marina*).

February-March 1983

In the February-March 1983 campaign the identified species were 82, being *Eucalanus subcrassus*, *Paracalanus parvus* and *Eucalanus crassus* those of higher abundance (11.67, 10.75 and 10.31% of the total, respectively). The highest diversity was estimated in the oceanic portion of the south of the area (Fig. 4), the maximum dominance was in front of Magdalena Bay, and *Temora discaudata* was the dominant species.

Again, taxocenosis was mainly composed by five biogeographic types that constitute 94% of the identified species. Tropical and equatorial species constituted 73.3% of the total.

It was found that the group is partially dominated by tropical species, and at the same time it is observed that temperate and cold-water species have not been totally displaced and are abundant, with a distribution restricted to the northern part of the area (*Paracalanus parvus*, *Calanus pacificus*). The zone continues exhibiting high diversity in almost all its extension, and its surface waters remain above 20°C (Fig. 4).

May 1983

In May 1983, 41 species were identified, of which *Calanus pacificus*, *Pleuromamma abdominalis* and *Euchaeta marina* constituted 79.3, 5.1 and 3.9% of the total abundance of the community, respectively. Highest diversity (3.3 bits/ind) was estimated at station 7, south of Magdalena Bay; highest dominance was estimated at station 21 (0.99), located in the San Juanico region, where *Calanus pacificus* was dominant.

The majority of the species corresponded to five biogeographical types, and constituted 73% of the identified total; tropical and equatorial species comprised 69% of the taxocenosis. The group was dominated by *Calanus pacificus*, which is the more abundant and frequent tropical component of the southern

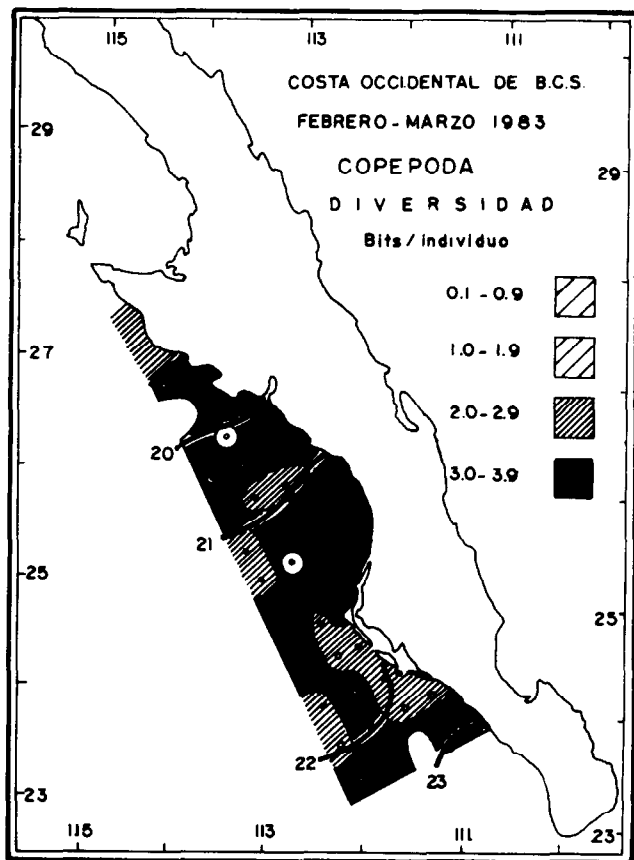


Figura 4. Patrón de diversidad de copépodos en febrero-marzo de 1983.
Figure 4. Copepod diversity standard in February-March 1983.

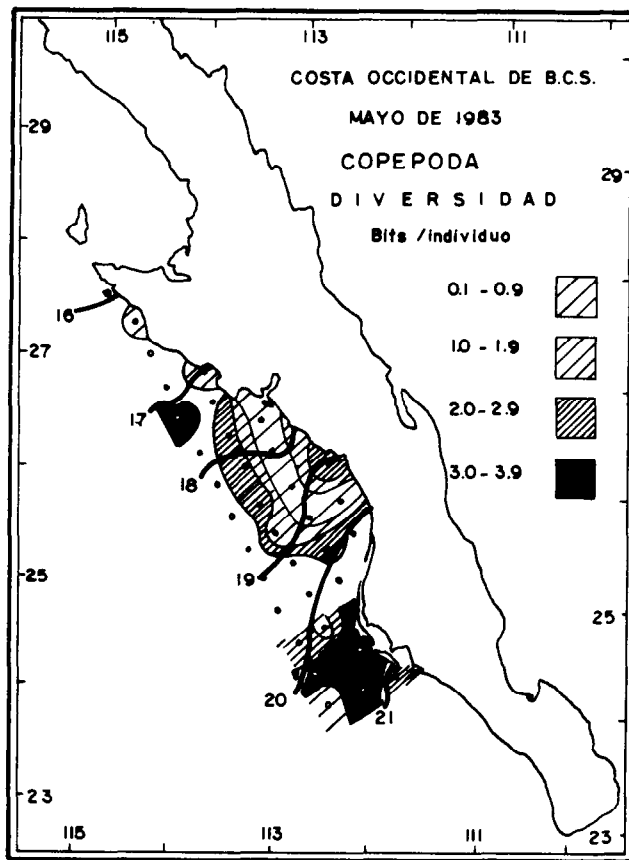


Figura 5. Patrón de diversidad de copépodos en mayo de 1983.
Figure 5. Copepod diversity standard in May 1983.

totalmente desplazadas y que son abundantes con una distribución restringida a la parte norte del área (*Paracalanus parvus*, *Calanus pacificus*). Además, la zona continúa con agua superficial de más de 20°C y con una alta diversidad en casi toda la zona (Fig. 4).

Mayo de 1983

En mayo de 1983, se identificaron 41 especies de las cuales *Calanus pacificus*, *Pleuromamma abdominalis* y *Euchaeta marina* constituyeron el 79.3, 5.1 y 3.9% de la abundancia total de la comunidad respectivamente. En la estación 7 se estimó la máxima diversidad (3.3 bits/ind), localizada al sur de Bahía Magdalena; la dominancia mayor se estimó en la estación 21 (0.99) que se localiza en la región de San Juanico y en la que *Calanus pacificus* es dominante.

Para este mes, los tipos biogeográficos en que la mayoría de las especies se ubicaron fueron cinco y constituyeron el 73% del total identificado. Las especies tropicales y ecuatoriales conforman el 69% de la taxocenosis. El grupo es nuevamente dominado en una considerable abundancia por *Calanus pacificus*, y es el componente tropical más numeroso y frecuente en la porción media y sur del área de estudio, en la que la temperatura superficial estuvo entre los 18 y 21°C. Es la zona sur en la que se observó la mayor diversidad del grupo, correspondiendo con una escasa o nula abundancia de *Calanus pacificus*, ya que esta especie se distribuyó sólo hasta el norte de Bahía Magdalena.

Septiembre de 1983

Durante septiembre de 1983, se identificaron 50 especies, de las cuales *Eucalanus attenuatus*, *Euchaeta flava* y *Undinula vulgaris* fueron numéricamente dominantes con el 18.5, 13.2 y 12.7% del total, respectivamente. La mayor diversidad se presentó en la región costera de la zona sur de estudio (Fig. 6). Por otro lado, la dominancia mayor se estimó en la región de San Juanico donde *Eucalanus attenuatus* fue la especie dominante.

Los tipos biogeográficos en que el 71% de la taxocenosis se ubicó fueron cuatro, y las especies tropicales y ecuatoriales constituyeron el 80.4% del total identificado.

En septiembre, el amplio dominio de las especies tropicales en la zona se manifestó en

and central parts of the studied area, where surface temperatures are between 18 and 21°C. Highest diversity was observed in the southern zone, corresponding to a low or null abundance of *Calanus pacificus*, as this species was distributed only to the north of Magdalena Bay.

September 1983

In September 1983, 50 species were identified, of which *Eucalanus attenuatus*, *Euchaeta flava* and *Undinula vulgaris* were numerically dominant, with 18.5, 13.2 and 12.7% of the total abundance, respectively. Highest diversity was found in the coastal region of the southern zone (Fig. 6). Highest dominance was estimated in the San Juanico region, where *Eucalanus attenuatus* dominated.

In this month, 71% of the taxocenosis pertained to four biogeographic affinities, and tropical-equatorial species constituted 80.4% of the identified total.

The wide dominance of tropical species was shown by the occurrence of *Eucalanus attenuatus* (the species with highest abundance and distribution), which coincides with temperatures of 27 and 28°C in surface waters.

Although tropical species constituted the highest percentage of the group, their global abundance decreased, with an increase of diversity in almost all the area, mainly in the environs of Magdalena Bay.

January 1984

Of the 77 species identified in January 1984, *Pleuromamma abdominalis*, *Euchaeta marina* and *Paracalanus parvus* constituted 19.6, 13.6 and 10.2% of the total abundance of the community, respectively. Highest diversity was observed in the oceanic region facing Magdalena Bay (Fig. 7). Highest dominance was found in the San Juanico region, where *Pleuromamma abdominalis* dominated.

In this month, 62% of the identified species corresponded to six biogeographic groups. Tropical-equatorial species constituted 68.8% of the total.

Tropical species maintained their numeric dominance in the zone, and species of the California Current reappear in consider-

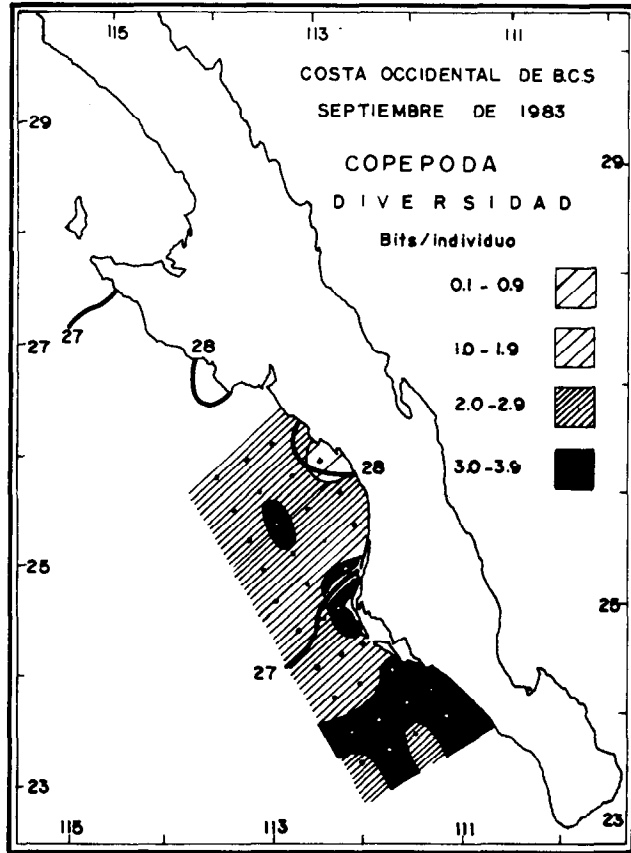


Figura 6. Patrón de diversidad de copépodos en septiembre de 1983.
Figure 6. Copepod diversity standard in September 1983.

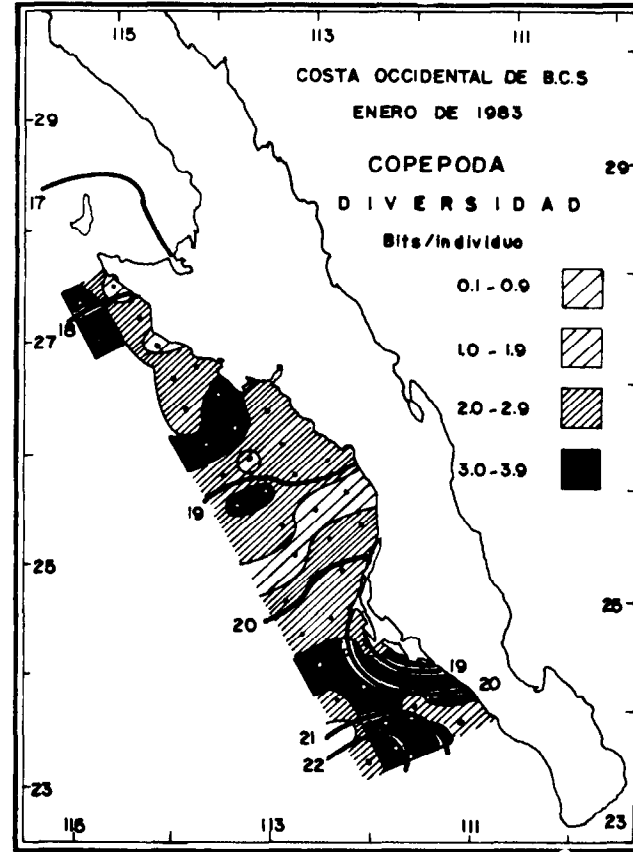


Figura 7. Patrón de diversidad de copépodos en enero de 1984.
Figure 7. Copepod diversity standard in January 1984.

la aparición de *Eucalanus attenuatus* por ser la especie de mayor abundancia y distribución, además por coincidir con temperatura superficial de 27 a 28°C en el área de estudio.

A pesar de que las especies tropicales constituyeron el mayor porcentaje del grupo, la abundancia global de éstas disminuye y la diversidad aumenta en casi toda el área, especialmente en las inmediaciones de Bahía Magdalena.

Enero de 1984

En enero de 1984, se identificaron 77 especies, de las cuales *Pleuromamma abdominalis*, *Euchaeta marina* y *Paracalanus parvus* conformaron el 19.6, 13.6 y 10.2% de la abundancia total de la comunidad, respectivamente. La mayor diversidad se observó en la región oceánica frente a Bahía Magdalena (Fig. 7). La dominancia mayor se presentó en la región de San Juanico, donde *Pleuromamma abdominalis* fue la especie dominante.

Durante este mes, las especies identificadas, en un 62%, se ubicaron dentro de seis tipos biogeográficos de los cuales el tropical y ecuatorial conformaron el 68.8% del total identificado.

Las especies tropicales mantuvieron su dominancia numérica en la zona, y las especies de la Corriente de California vuelven a hacerse presentes en abundancia considerable, así como una especie de ambiente subártico (*Gaidius pungens*), que se registró en la zona de estudio.

Para este mes, sólo en la porción sur, se encontró que el agua superficial mantiene temperatura mayor de 20°C y al norte no es menor de 18°C; además el gradiente de temperatura está bien definido en sentido norte-sur, lo que no coincide completamente con el gradiente de diversidad que se obtuvo para la misma zona, pues es relativamente homogéneo (Fig. 7).

Mayo de 1984

En este mes se identificaron 38 especies, de las cuales *Calanus pacificus*, *Pleuromamma gracilis* y *Pleuromamma abdominalis* conformaron el 86, 5 y 3% de la abundancia total de la comunidad, respectivamente. La mayor diversidad se estimó en la región oceánica al sur y norte de Bahía Magdalena (Fig. 8). La

able abundance, as well as one subarctic species (*Gaidius pungens*).

Surface waters remain above 20°C only in the southern portion, while in the north they do not go under 18°C; in addition, the temperature gradient is well-defined in a north-south direction, a fact not entirely in coincidence with the diversity gradient obtained for the same area, which is relatively homogeneous (Fig. 7).

May 1984

In this month, 38 species were identified, of which *Calanus pacificus*, *Pleuromamma gracilis* and *Pleuromamma abdominalis* conformed 86, 5 and 3% of the total abundance, respectively. Highest diversity was estimated in the oceanic region to the north and south of Magdalena Bay (Fig. 8). Highest dominance was estimated in the coastal region, from San Ignacio Lagoon to the south of Magdalena Bay, as well as the zone of Sebastián Vizcaíno, being *Calanus pacificus* the dominant species.

Of the identified species, 87% fell in four biogeographic groups and 82% were tropical-equatorial, tropical-temperate and transitional species. Tropical-equatorial species alone constituted 65.8% of the total. In spite of this, it was a transitional species, *Calanus pacificus*, the one that numerically dominated the area.

Surface waters between 19 and 21°C were found in the oceanic region to the south of the studied area, and the rest of the area was dominated by waters between 14 and 18°C. This shows a correlation of high temperatures with high diversity values and vice versa, in a latitudinal scale (Fig. 8).

DISCUSSION

During this investigation period, it was found that the hydrologic characteristics registered in the studied area coincide in general with reports by Reid *et al.* (1958), Wyrtsky (1965) and Vélez (1982) for the peninsula of Baja California and the Baja California Sur region, as well as with the seasonal variation model proposed by Sverdup *et al.* (1942), Reid *et al.* (1958) and Norton *et al.* (1985).

According to Wyrtsky (1965), the intensification of the California Current occurs in

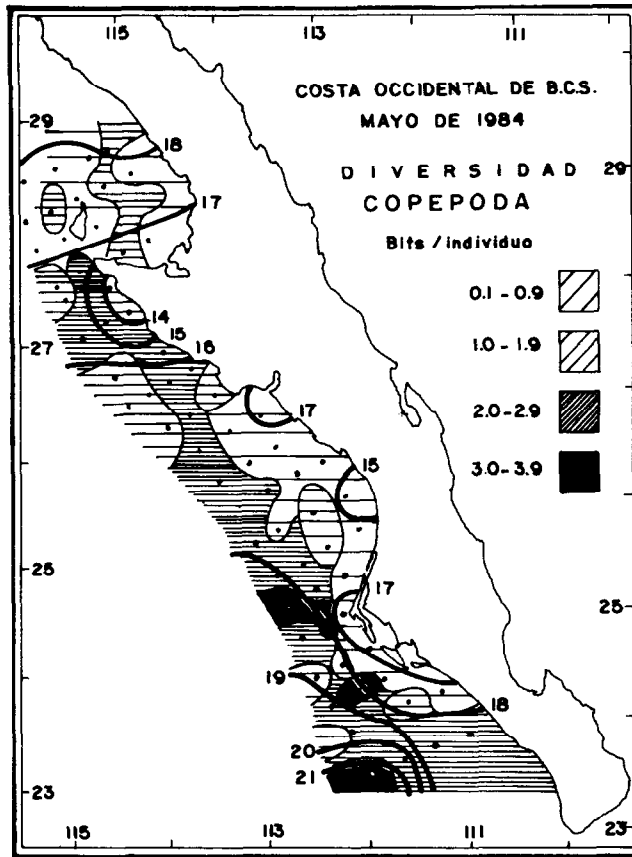


Figura 8. Patrón de diversidad de copéodos en mayo de 1984.
Figure 8. Copepod diversity standard in May 1984.

dominancia mayor se estimó en la región costera, desde laguna San Ignacio hasta al sur de Bahía Magdalena, así como en la zona de Sebastián Vizcaíno, siendo *Calanus pacificus* la especie dominante.

Las especies identificadas, en un 87% se ubicaron en cuatro tipos biogeográficos, de los cuales el tropical-ecuatorial, el templado-tropical y el transicional constituyeron el 82% del total.

Una de las especies transicionales (*Calanus pacificus*) es la que domina numéricamente en la zona a pesar de que las especies tropicales forman el 65.8% de la fauna presente en este mes. El agua superficial entre 19 y 21°C se localizó en la porción más oceánica y al sur del área de estudio ya que el resto de

spring, when the lowest temperatures and salinities are found in the northern part of Baja California Sur (May, 1983). These characteristics correspond to those of subarctic water masses (Cervantes-Duarte and Hernández-Trujillo, 1989).

The weakening of the California Current occurs in the summer months, when it leaves the northern coast and the intrusion of tropical waters to higher latitudes is maximum. This coincides with the hydrologic conditions found in July and September.

Vélez (1982) found that December, January and February represent an intermediate phase for the California Current. This coincides with the temperatures obtained in February-March 1983 and January 1984 for

la zona está dominada por agua superficial entre 18 y 14°C. Se observa una correlación de temperatura mayor con valores de diversidad altos y viceversa, en sentido latitudinal (Fig. 8).

DISCUSION

Durante el período que comprendió esta investigación se encontró que en el área de estudio las características hidrológicas registradas coinciden de manera general con lo reportado por Reid *et al.* (1958), Wyrtsky (1965) y Vélez (1982) para la península de Baja California y la región de Baja California Sur, así como con el modelo de variación estacional propuesto por Sverdup *et al.*, (1942), Reid *et al.* (1958) y Norton *et al.* (1985).

De acuerdo a Wyrtsky (1965), la intensificación de la Corriente de California ocurre en primavera, época en la que encontramos en la parte septentrional de Baja California Sur las menores temperaturas y salinidades (mayo 1983), características que corresponden a las del tipo de masa de agua subártica (Cervantes-Duarte y Hernández-Trujillo, 1989).

El debilitamiento de la Corriente de California se efectúa en los meses de verano, cuando ésta abandona la costa en su porción más norteña y el avance de agua tropical hacia latitudes superiores es máximo. Las condiciones hidrológicas encontradas en julio y septiembre coinciden con lo anterior.

Vélez (1982) encuentra que los meses de diciembre, enero y febrero representan un estado intermedio de la Corriente de California. CICIMAR (1985) y Jiménez-Illesca y Cervantes-Duarte (1985) reportan, para la costa occidental de Baja California Sur, que la temperatura en febrero-marzo de 1983 y enero de 1984 coinciden con lo obtenido por Vélez (1982).

En el caso del mes de diciembre, los valores de temperatura, salinidad y concentración de oxígeno disuelto que se registraron, no concuerdan con los obtenidos por Vélez (1982) para la región de Baja California Sur, ya que los valores que se registraron son mayores.

Las condiciones de salinidad y temperatura elevadas y las bajas concentraciones de oxígeno disuelto en regiones donde generalmente prevalecen condiciones características de la Corriente de California (parte media y

the west coast of Baja California Sur, by CICIMAR (1985) and Jiménez-Illesca and Cervantes-Duarte (1985).

The values of temperature, salinity and concentrations of dissolved oxygen registered in December are higher than those obtained by Vélez (1982) for the Baja California Sur region.

High temperature and salinity, as well as low concentrations of dissolved oxygen in regions where the prevailing conditions are those characteristic to the California Current (northern and central parts of the peninsula of Baja California) have been attributed to the warming up produced by the great-scale climatological phenomenon called "El Niño", that began precisely in mid-1982 and apparently finished at the beginning of 1984 (Taft, 1985).

During the period of study, the physical-chemical conditions of the west coast of Baja California Sur presented characteristics that can be associated with the distribution patterns of the dominant copepods, since the warming up of surface waters and the intrusion of equatorial waters in the region started a relevant advance of copepod species with tropical affinities to the north, and their permanence in the studied area.

Related with this, the diversity of copepod taxocenosis estimated in each month is greater in the southern region of the area, and gradually decreases northward, decreasing also from the coast to the ocean, as was established in the general diversity standard for tropical and temperate seas (Krebs, 1985; van der Spoel and Pierrot-Bults, 1979).

In addition, the San Juanico region presented higher taxocenosis diversity in the coastal area than in the ocean, coinciding with Loeb *et al.* (1983), who obtained, in 1975, a similar pattern for ichthyoplankton in the Baja California Sur area.

These authors consider that Baja California is influenced by intense upwellings that divide the cyclonic turn of the south of California and the seasonal turn that occurs south of Punta Eugenia (Parrish *et al.*, 1981), and also divide some pelagic fish in subpopulations, as well as high (northern Baja California) and low (southern and central Baja California) zooplanktonic diversity.

On the other hand, Hernández-Trujillo *et al.* (1987) report high volumes of zoo-

norte de la península de Baja California) se han atribuido al calentamiento provocado por el fenómeno climatológico de gran escala denominado "El Niño", que inició precisamente en el segundo semestre de 1982 y que aparentemente concluyó en los primeros meses de 1984 (Taft, 1985).

Se encontró que en todo el período de estudio las condiciones fisicoquímicas registradas en la costa occidental de Baja California Sur, presentan una serie de características a las que pueden asociarse los patrones de distribución de los copépodos que son dominantes, ya que el calentamiento del agua superficial y la intrusión de agua ecuatorial a la región marcaron la pauta de un avance constante de las especies de copépodos de afinidad tropical al norte y de la permanencia de éstas en el área de estudio.

Relacionado con lo anterior, se observó que la diversidad de la taxocenosis de copépodos estimada en el área de estudio en cada uno de los meses aquí presentados, se manifiesta en magnitud mayor en la región sur del área y con una disminución gradual hacia el norte, y de la costa al océano abierto como ha sido establecido en el patrón general de diversidad para mares templados y tropicales (Krebs, 1985; van der Spoel y Pierrot-Bults, 1979).

Además, la región de San Juanico presentó la característica de que la taxocenosis fue más diversa en esta área costera que en mar abierto, coincidiendo con Loeb *et al.* (1983), quienes obtuvieron para el año de 1975 un patrón similar para el ictioplancton en el área de Baja California Sur.

Estos autores consideran que las áreas correspondientes a Baja California se encuentran influenciadas por los fenómenos de surgencias intensas que dividen el giro ciclónico del sur de California y el giro estacional que se presenta al sur de Punta Eugenia (Parrish *et al.*, 1981), y que también divide en subpoblaciones a varios peces pelágicos, así como en zonas de alta (Baja California norte) y baja (Baja California centro y sur) diversidad zooplanctónica.

Por otro lado, para el período 1982-1985, Hernández-Trujillo *et al.* (1987) reportan que en la costa occidental de Baja California Sur, al norte de Bahía Magdalena, se presentaron elevados volúmenes de biomasa zooplanctónica, excepto en diciembre de 1982, coincidiendo con el período en que la Corriente

planktonic biomass on the west coast of Baja California Sur, north of Magdalena Bay, for the period of 1982-1985, except in December 1982, coinciding with the period in which the Davison Current is superficial and provides the area with tropical waters.

The results of the species composition and the analysis of copepod diversity obtained in this work, support the idea of Loeb *et al.* (1983) that the coastal region of southern Punta Eugenia represents a biological regime apart from that of the California Current system, with its own species and regulating factors.

The complexity of this regime is exemplified with observations of the distribution pattern of zooplanktonic biomass in 1982-1985 (Hernández-Trujillo *et al.*, 1987), from the end of summer to the beginning of spring, when high zooplankton biomasses are not due to increases in the production induced by upwellings, but by species accumulation of zooplankton, that includes warm water species such as the siphonophores *Muggiaea atlantica*, *Chelophyes contorta*, the thecosomate *Cresseis virgula* and larvae of scombridae, of *Opisthonema* sp. and *Etrumeus teres*.

Populational predominance of *Calanus pacificus* registered in copepod taxocenosis is different in each month. Hence, we have that in July this population is very abundant, and at the same time, a collection of tropical species conform a well-defined group that constitutes 40% of the taxon. In coincidence, surface temperatures varied from 19 to 24°C; a high diversity was recorded at the southern end, and decreased northward gradually.

The influence of the California Current in July is shown by the presence of *Calanus pacificus*, which is classified as a transitional species (Fleminger, 1967a) and is characteristic of this current. This is particularly evident in May 1984, when the abundance of this species reaches levels not registered in the studied period.

In July and December 1982, and in February-March 1983, the dominant species were of tropical origin, while in May 1984, the presence of *Calanus pacificus* (in great abundance) and of *Pleuromamma abdominalis*, together with a global decrease of surface temperatures from 19.5 to 16°C, suggest that the influence of the California Current appears

te de Davison es superficial y aporta al área aguas provenientes de la región tropical.

Los resultados obtenidos en este trabajo sobre la composición específica y el análisis de la diversidad de los copépodos en estas áreas, sostienen la idea de Loeb *et al.* (1983), de que la región costera del sur de Punta Eugenia representa un régimen biológico separado del sistema de la Corriente de California con sus propias especies y factores reguladores.

La complejidad de este régimen se ejemplifica con las observaciones de Hernández-Trujillo *et al.* (1987) sobre el patrón de distribución de biomasa zooplanctónica en 1982-1985, de fines de verano hasta principios de primavera en que las biomásas elevadas de zooplancton no son debidas al incremento en la producción inducida por surgencias, sino por la acumulación específica del zooplancton, que incluye especies de aguas cálidas como los sifonóforos *Muggiaea atlantica*, *Chelophyes contorta*, el tecosomado *Cresséis virgula* y las larvas de escómbridos, de *Opisthonema sp.* y *Etrumeus teres*.

El predominio poblacional de *Calanus pacificus* que se registra en la taxocenosis de copépodos en cada mes es diferente. Así, tenemos que en julio esta población es muy abundante, pero al mismo tiempo un conjunto de especies de habitat tropical conforma un grupo bien definido y localizado principalmente en el sur del área, constituyendo el 40% del taxón, coincidiendo además con temperatura superficial entre 19 y 24°C, asociándose con una alta diversidad en la porción sur, que va disminuyendo septentrionalmente.

La presencia de *Calanus pacificus* hace patente la influencia de la Corriente de California en julio, ya que está catalogada como una especie "transicional" (Fleminger, 1967a) y característica de esa corriente. Esto es particularmente evidente en mayo de 1984 cuando las densidades de esta especie alcanzan niveles de abundancia que en el período de estudio no se habían registrado.

En julio y diciembre de 1982, y febrero-marzo de 1983 las especies dominantes en el área son de origen tropical, en tanto que en mayo de 1984, la presencia de *Calanus pacificus* (en gran abundancia) y de *Pleuromamma abdominalis*, aunada a un descenso global de la temperatura superficial de 19.5 a 16°C, nos permite deducir que la influencia de la Corriente de California se manifestó preci-

precisely in front of Magdalena Bay, which sets the distribution limits for *Calanus pacificus* in May.

The influence of the waters of the California Current in May 1983, to the north of Magdalena Bay, was identified using the records of low temperature and salinity (<20°C and <35‰; Cervantes-Duarte and Hernández-Trujillo, 1989), as well as by the profuse occurrence and abundance of *Calanus pacificus* in the area.

On the other hand, the appearance of *Pleuromamma abdominalis* in May 1983 in waters over 20°C in the southern portion of the area indicates that tropical-equatorial populations were transported by the Equatorial Current, which was favoured by the hydrologic conditions of "El Niño" (1982-1983).

In September 1983, equatorial species widely dominated the area, thus evidencing the northern advance of tropical waters, along with the generalized increase of surface water temperatures and the sinking of the thermocline around 75 m depth. These factors, among others, are demonstrations of the intensity of "El Niño" in the zone, according to data obtained by Petersen *et al.* (1986) in a study about the effects of this phenomenon in the variation of zooplanktonic biomass of the California region.

Cervantes-Duarte and Hernández-Trujillo (1989) found that in 1983, on the western coast of Baja California Sur, the species composition of copepod taxocenosis was influenced by the advance and retreat of waters of temperate and equatorial origin. Particularly in May, the abundance of *Calanus pacificus* north of Magdalena Bay is associated with the lowest temperature and salinity registered during this month, when *Pleuromamma abdominalis* was found in waters with temperatures over 20°C.

The wide distribution of tropical populations in February-March indicates that since the detection of "El Niño" in the summer of 1982 (Taft, 1985), the permanence of this species in the studied area was favoured. In the same way, the circulation pattern of the California Current, that in May reached 26°N, limited the distribution of tropical species to the southern part of the sampled area.

In September, the grouping of tropical, equatorial and oceanic species, as well as the conglomeration of species of different habitats

samente frente al complejo lagunar de Bahía Magdalena, ya que es el límite de distribución de *Calanus pacificus* en el mes de mayo.

Se identificó la influencia de agua de la Corriente de California en el mes de mayo de 1983, al norte de Bahía Magdalena, mediante el registro de baja temperatura y salinidad ($<20^{\circ}\text{C}$ y $<35^{\circ}/_{\text{oo}}$; Cervantes-Duarte y Hernández Trujillo, 1989), así como por la profusa ocurrencia y abundancia de *Calanus pacificus* en la zona.

Por otro lado, la ocurrencia en mayo de 1983 de *Pleuromamma abdominalis* en agua con temperatura mayor a 20°C en la porción sur del área de estudio, es indicador de que las poblaciones tropicales-ecuatoriales fueron transportadas por la Corriente Ecuatorial, transporte que se vio favorecido además por las condiciones hidrológicas de "El Niño" 1982-1983.

En septiembre de 1983, las especies ecuatoriales dominan ampliamente el área, evidenciando así el avance de agua tropical hacia el norte, aunado al aumento generalizado de la temperatura superficial del agua y al hundimiento de la termoclina alrededor de los 75 m de profundidad. Estos factores, entre otros, son manifestaciones de la intensidad del "El Niño" en la zona de acuerdo a los datos obtenidos por Petersen *et al.* (1986) en un estudio sobre efectos de este fenómeno en la variación de la biomasa zooplanctónica de la región de California.

Cervantes-Duarte y Hernández-Trujillo (1989) encontraron que en 1983, en la costa occidental de Baja California Sur, la composición específica de la taxocenosis de copépodos estuvo influenciada por el avance y retroceso de agua de origen templado y ecuatorial. Particularmente en mayo, se encontró que la abundante presencia de *Calanus pacificus* al norte de Bahía Magdalena, está asociada a la temperatura y salinidad más bajas que se registraron durante ese mes, y que *Pleuromamma abdominalis* se encontró en agua de temperatura mayor a 20°C .

La amplia distribución de las poblaciones tropicales en febrero-marzo nos indican que desde la detección de "El Niño" en el verano de 1982 (Taft, 1985), estas poblaciones vieron favorecida su permanencia en el área de estudio. Asimismo, el patrón de circulación de la Corriente de California, que en mayo llega hasta los 26°N , limitó la distribución de las especies tropicales a la parte más meridional de nuestra zona de muestreo.

coincides with the hydrographic description given by Wyrtsky (1965) in the matter of the weakening of the California Current in the summer months, when it leaves the northern coast, and the northern advance of the tropical water front is maximum, carrying characteristic flora and fauna with it.

In the winter months, the effect of the combination of the California and Equatorial Currents in front of the coasts of Baja California Sur is observed in the spatial distribution and species composition of the community.

This illustrates that in this area, at this time, it is impossible to define faunistic zones, for they are immersed one in the other, which is a characteristic of transition zones, particularly of the tropical-temperate region of the Mexican Pacific.

The habitat and biogeographic appreciation of the identified copepods determines that tropical-equatorial species formed more than two-thirds of the composition, and establishes the extension of their spatial distribution, giving as a result, from a taxonomic and biogeographic point of view, a highly complex zone.

ACKNOWLEDGEMENTS

To the technical and scientific staff of the Plankton and Oceanology departments of CICIMAR, for the collection of samples and data employed in this work.

English translation by Lucrecia Orensanz.

En septiembre, el agrupamiento de las especies tropicales, ecuatoriales y oceánicas, así como el conglomerado de especies de diferente habitat coincide con la descripción hidrográfica reportada por Wyrtsky (1965), respecto al debilitamiento de la Corriente de California que se efectúa en los meses de verano, época en que ésta abandona la costa en su porción más norteña, y que al mismo tiempo, el avance del frente tropical es máximo hacia el norte, llevando consigo la fauna y flora tropicales a regiones septentrionales.

En los meses de invierno, el efecto de la mezcla de las corrientes de California y Ecuatorial frente a las costas de Baja California Sur, se observa en la distribución espacial y composición específica de la comunidad.

Esto es ilustrativo de que en el área, en esta época, no es posible precisar los límites de las zonas faunísticas al estar inmersa una en otra, característica de las zonas de transición, y de modo particular la que corresponde a la templado-tropical del Pacífico mexicano.

La apreciación biogeográfica y de hábitat de los copépodos identificados permite determinar que las especies trópicó-ecuatoriales estuvieron formando consistentemente más de dos tercios de la composición, así como la ampliación de su distribución espacial, dando como resultado una zona altamente compleja desde el punto de vista taxonómico y biogeográfico.

AGRADECIMIENTOS

Al personal científico y técnico de los departamentos de Plancton y Oceanología del CICIMAR, por la obtención del material y datos que se abordan en este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Alameda, M.G. (1980). Sistemática y distribución de los copépodos (Crustácea) del Golfo de Tehuantepec (México). Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F., 359 pp.
- Brinton, E., Fleminger, A. and Siegel-Causey, D. (1986). The temperate and tropical planktonic biotas of the Gulf of California. *CalCOFI Rep.*, 27: 228-266.
- Brodsky, K. (1950). Calanoida of the far eastern seas and polar basins of the USSR. Key to the fauna of the USSR No. 35. Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem, 440 pp.
- Cervantes, D.R. y Hernández-Trujillo, S. (1989). Características hidrográficas de la parte sur de la Corriente de California y su relación con algunas especies de copépodos en 1983. *Inv. Mar. CICIMAR*, 4(2): 211-224.
- CICIMAR (1985). Investigaciones ictio-planctónicas en la costa occidental y Bahía Magdalena, Baja California Sur, para evaluar la biomasa reproductora de sardina y anchoveta. Informe final a la SEPESCA. CICIMAR-I.P.N., La Paz, B.C.S., 211 pp.
- Cohen, D.M. (1986). Latitudinal variation in diversity and biomass in IKMT catches from Western Indian Ocean. In: Pierrrot-Vults, van der Spoel, Zahuranec and Johnson (eds.), *Pelagic Biogeography*. UNESCO Tech. Paper in Marine Science, 49: 54-59.
- Chen, Ya-Qu (1986). The vertical distribution of some pelagic copepods in the eastern tropical Pacific. *CalCOFI Rep.*, 27: 205-227.
- Dawson, J.K. and Knatz, G. (1980). Illustrated keys to the planktonic copepods of San Pedro Bay, California. Tech. Rep. Allan Hancock Found., No. 2, 106 pp.
- Esterly, O.C. (1905). The pelagic copepods of the San Diego Region. *Univ. Cal. Publs. in Zoology*, 2(4): 113-233.
- Esterly, O.C. (1911). Third report on the copepoda of San Diego Region. *Univ. Cal. Publs. in Zoology*, 6(14): 313-352.
- Esterly, O.C. (1924). The free-swimming copepoda of San Francisco Bay. *Univ. Cal. Publs. in Zoology*, 26(25): 81-129.
- Fleminger, A. (1964). Distributional Atlas of Calanoid Copepods in the California Current Region. Part 1. *CalCOFI Atlas No. 2*, 313 pp.
- Fleminger, A. (1967a). Distributional Atlas of Calanoid Copepods in the California Current Region. *CalCOFI Atlas No. 7*, 280 pp.
- Fleminger, A. (1967b). Taxonomy, distribution and polymorphism in the *Labidocera jollae* group with remarks on evolution within the group (Copepoda: Calanoida) *Proc. U.S. Nat. Mus. Smithsonian Inst. Washington, D.C.* 120(3567), 61 pp.
- Fleminger, A. (1975). Geographical distribution and morphological divergence in American coastal-zone planktonic copepods of the genus *Labidocera*. In: L.E. Cronin (ed.), *Estuarine Research*, 1: 392-419.
- Gasca, S.R. (1985). Taxonomía, distribución y abundancia de los sifonóforos (Cnidaria-Siphonophorae) de la costa occidental de Baja California Sur. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, 115 pp.
- Green, R.Y. (1986). Variación cualitativa y cuantitativa de los eufásidos (Crustácea, Malacostraca) en un ciclo estacional en el Pacífico Oriental de Baja California

- Sur. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, 75 pp.
- Grice, D.G. (1961). Calanoid copepods from equatorial waters of the Pacific Ocean. Fish. Wildlife Serv. Spec. Rep. Fisheries, 61(186): 167-246.
- Haro, G.M. y Esquivel, A. (1988). Programa ODI-FTN. Departamento de Plancton CICIMAR-I.P.N., La Paz, B.C.S., 9 pp.
- Hernández-Trujillo, S. (1984). Contribución al conocimiento de la distribución y abundancia de los copépodos frente a Bahía Magdalena, Baja California Sur, en el verano y otoño de 1982. Tesis Profesional, Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Iztacala, UNAM, 54 pp.
- Hernández-Trujillo, S. (1987). Los copépodos del Pacífico Sudcaliforniano (1982-1983). En: M. Ramírez (ed.), Mem. Simp. Inv. Biol. Pesq. México, pp. 171-177
- Hernández-Trujillo, S., Esquivel-H. A. y Saldierna-M., R. (1987). Biomasa zooplantónica en la costa oeste de Baja California Sur (1982-1985). In: M. Ramírez (ed), Mem. Simp. Inv. Biol. Pesq. México, pp. 161-170
- Jiménez-Illesca, A. y Cervantes-Duarte, R. (1985). Atlas de parámetros fisicoquímicos de la costa occidental de Baja California Sur. 1982. Atlas CICIMAR No. 3, CICIMAR-I.P.N., La Paz, B.C.S., México.
- Johnson, M.W. (1935). The development stages of Labidocera. Biol. Bull., 63(3): 397-421.
- Kasturirangan, R.L. (1963). A key for the identification of more common plankton copepoda of the Indian coastal waters. Council of Sci. and Ind. Res. New Delhi, 87 pp.
- Krebs, J.Ch. (1985). Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. 2a. Ed., Ed. Harla, México, 753 pp.
- Loeb, V.J., Smith, P.E. and Moser, G.H. (1983). Ichthyoplankton and zooplankton abundance patterns in the California Current Area. 1975. CalCOFI Rep., 24: 109-131.
- Longhurst, R.Á. (1967). Diversity and trophic structure of zooplankton communities in the California Current. Deep-Sea Res., 14: 393-408.
- Mori, T. (1964). The pelagic copepoda from neighbour waters of Japan. Yokendo Co., Tokyo, 150 pp.
- Norton, D.J., McLain, R., Brainard, R. and Husby, D. (1985). The 1982-1983 El Niño event off Baja and Alta California and its ocean climate context. In: Wooster and Fluharty (eds.), El Niño North: Niño Effects in the Eastern Subarctic Pacific Ocean. Washington Sea Grant Program, Univ. of Washington, pp. 44-74.
- Owre, H.B. and Foyo, M. (1967). Copepods of the Florida Current. Fauna Caribea. Inst. Mar. Scis. Univ. Miami, Florida, 132 pp.
- Parrish, R.H., Nelson, C.S. and Bakun, A. (1981). Transport mechanisms and reproductive success of fishes in the California Current. Biol. Oceanogr., 1: 175-203.
- Petersen, J.H., Jahn, A.E., Lavenberg, R.J. McGowan, G.E. and Grove, R.S. (1986). Physical-chemical characteristics and zooplankton biomass on the Continental shelf of southern California. CalCOFI Rep., 27: 36-52.
- Reid, J., Roden, G. and Wyllie, J. (1958). Studies of the California Current system. CalCOFI Rep. 1 July 1956 - 11 January 1958, pp. 27-57
- Romero, I.N. y Palomares, R. (1984). Distribución y abundancia de los copépodos en las muestras del crucero CICIMAR 8303 en la costa occidental de B.C.S. II Jornadas Científicas de Graduados del I.P.N., octubre 1984, E.N.C.B., México, D.F.
- Rose, M. (1933). Fauna de France Copepodes pelagiques. Federation Francaise des Societes de Sciences Naturelles. Office Central de Faunistique, Paris, 372 pp.
- Signoret, M. y Santoyo, H. (1980). Aspectos ecológicos del plancton de la Bahía de La Paz, Baja California Sur. An. Centro Cienc. del Mar. y Limnol. UNAM, 7(2): 217-248.
- Smith, P.E. y Richardson, S.L. (1979). Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO Documentos Técnicos de Pesca, No. 175, 107 pp.

- Smith, P.E., Ohman, M.D. and Eber, L.E. (1989). Analysis of the patterns of distribution of zooplankton aggregations from an acoustic doppler current profiler. CalCOFI Rep., 30: 88-103.
- Sverdrup, H.U., Johnson, M.W. and Fleming, R.H. (1942). The Oceans. Their physics, chemistry and general biology. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1087 pp.
- Taft, B.A. (1985). El Niño of 1982-83 in the Tropical Pacific. In: Wooster and Fluharty (eds.), El Niño North. Niño Effects in the Eastern Subarctic Pacific Ocean. Washington Sea Grant Program, Univ. of Washington, pp. 1-8.
- Tanaka, O. (1964). The pelagic copepods of the Izu Region middle Japan. Systematic Account XII. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 12(3): 231-271.
- Tanaka, O. and Omori, M. (1971). Additional report on Calanoida copepods from the Izu Region. Parts 3a, 3b. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 18(2,3): 109-141, 143-155.
- Uye, Shin-Ichi (1982). Population dynamics and production of *Acartia clausi* Giesbrecht (Copepoda: Calanoida) in inlet waters. J. Exp. Mar. Biol., 57(1): 55-83.
- Van der Spoel, S. and Pierrot-Bults, A.C. (1979). Zoogeography of the Pacific Ocean. In: van der Spoel and Pierrot-Bults (eds.), Zoogeography and Diversity in Plankton. Halstead Press, New York, pp. 293-327.
- Vélez, M.H. (1982). Análisis cuantitativo de la variabilidad estacional y espacial de las masas de agua de 0 a 500 m en la región de la Corriente de California. Tesis Profesional, ESCM-UABC, Ensenada, B.C., México, 165 pp.
- Wyrsky, K. (1965). Corrientes superficiales del Océano Pacífico oriental tropical. Bull. Interamer. Trop. Tuna Comm., 9(5): 271-304.
- Zamora, S.M. (1974). Estudio de las especies del género *Acartia* (Copepoda: Acartidae) de la zona estuártica de Agiabampo, Sonora. Taxonomía, distribución y notas ecológicas. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F., 75 pp.