

**LARVAS DE MICTOFIDOS Y COPEPODOS MESOPELAGICOS:  
DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA EN LA COSTA OCCIDENTAL  
DE BAJA CALIFORNIA SUR**

**MESOPELAGIC MYCTOPHID AND COPEPOD LARVAE:  
DISTRIBUTION AND ABUNDANCE IN THE WESTERN COAST  
OF BAJA CALIFORNIA SUR**

René Funes-Rodríguez<sup>1</sup>

Sergio Hernández-Trujillo

<sup>1</sup> Becario COFAA-I.P.N.

CICIMAR-IPN

Apdo. Postal 592

23000 La Paz, BC, Sur

Funes-Rodríguez, R. y Hernández-Trujillo, S. Larvas de mictófidios y copépodos mesopelágicos: Distribución y abundancia en la costa occidental de Baja California Sur. Mesopelagic Myctophid and Copepod Larvae: Distribution and Abundance in the Western Coast of Baja California Sur. Ciencias Marinas 14(2): 69.- 84, 1988.

**RESUMEN**

En las colectas de zooplancton de seis campañas oceanográficas se encontraron once especies de larvas de mictófidios, tres no identificadas denominadas como tipos A, B y C. Las especies *Diogenichthys laternatus*, *Lampanictus parvicauda*, *Hygophum atratum* y el Tipo C, fueron las más frecuentes y abundantes.

Los meses de mayor diversidad fueron diciembre de 1982, febrero-marzo de 1983 y mayo de 1983 en que se registraron las especies *Diaphus pacificus* y *Ceratoscopelus towsendi*, *Gonichthys tenuiculus*, *D. pacificus* y *Lampanichthys idostigma* y *Protomyctophum crockeri* respectivamente, cerca de Punta Eugenia.

Como resultado preliminar del análisis de mictófidios y copépodos mesopelágicos se encontró que en julio de 1982 cuatro especies de copépodos y cinco de mictófidios fueron los más frecuentes y dominantes, siendo *Pleuromamma abdominalis* y *D. laternatus* las más conspicuas. En diciembre de 1982, *D. laternatus* y *P. abdominalis* disminuyen su dominancia, y siendo para este crucero *H. atratum* y el copépodo *Euchaeta marina* las especies dominantes. Respecto a la frecuencia de aparición, *D. laternatus* y *P. abdominalis* prevalecen y, concurren en este crucero con siete especies de mictófidios y cuatro de copépodos mesopelágicos.

**ABSTRACT**

Eleven species of larvae of mictofides, three unidentified named Types A, B and C were found in the zooplankton collections of six oceanographic campaigns. The *Diogenichthys laternatus*, *Lampanictus parvicauda*, *Hygophum atratum* species and Type C, were the most frequent and abundant.

The months with the greatest diversity were December 1982, February-March 1983 and May 1983, when the *Diaphus pacificus* and *Ceratoscopelus towsendi*, *Gonichthys tenuiculus* *D. pacificus* and *Lampanichthys idostigma* and *Protomyctophum crockeri* respectively, were recorded in Punta Eugenia.

As preliminary results of the analysis of mesopelagic mictofides and copepods, it was found that in July 1982 four species of copepods and five mictofides were the most frequent and dominant, *Pleuromamma abdominalis* and *D. Laternatus* being the most important. In December 1982, the dominance of *D. laternatus* and *P. abdominalis* diminished and during this cruise, *H. atratum* and the *Euchaeta marina* copepod were the most dominant. As far as the frequency of appearance is concerned, *D. Laternatus* and *P. abdominalis* prevail and occur during this cruise with seven mictofides and four mesopelagic copepod species.

## INTRODUCCION

En el área de influencia de la Corriente de California, los estudios sobre las larvas de mictófidos se iniciaron en 1949, dentro del plan CalCOFI como un punto de apoyo para la comprensión de las asociaciones ecológicas de la sardina en sus estadíos larvales. Asimismo, los trabajos que se han efectuado de manera sistemática en el área de estudio sobre la distribución de los copépodos fueron los de Fleminger (1967a) y Bowman y Johnson (1973), orientado a los copépodos calanoides desde Cabo Mendocino California hasta Cabo San Lucas en BC, Sur, cuyos resultados han sido publicados en los Atlas CalCOFI números 2, 7 y 19.

Estudios sobre la biología y distribución de los copépodos han sido efectuados por Fleminger (1978, 1981) y Blackburn (1977). Por otro lado Fleminger (1981), Loeb *et al.* (1983), Tait y De Santo (1975) han tratado al grupo como elementos dominantes e importantes del zooplancton en la Región de California y Baja California. Con éstos y otros estudios posteriores se han hecho evidentes diversos aspectos sobre la importancia de algunos componentes del zooplancton como indicadores biológicos en el plancton, ya que algunos de ellos se encuentran asociados a masas de agua características y, por ende, pueden indicar la procedencia de éstos, así como la de las comunidades planctónicas que transportan.

La distribución temporal y espacial en el caso de larvas de mictófidos en particular, pueden indicar si alguna de estas especies se reúnen en áreas y épocas definidas para desovar, y además puede proporcionar una primera aproximación a las cantidades de adultos presentes. La importancia de esto es que a pesar de ser peces con tallas generalmente a 100mm, quizá posean la biomasa más

## INTRODUCTION

In the area influenced by the Current of California, studies on mictofid larvae began in 1949, within the CalCOFI program and served to understand ecological associations of the sardine in its larval stages. Systematic studies on the copepod distribution in the study area were carried out by Fleminger (1967a) and Bowman and Johnson (1973), who focused on the calanoid copepods from Cabo Mendocino, California, to Cabo San Lucas, BC and published their results in the Atlas CalCOFI, number 2, 7 and 19.

Studies on the copepod biology and distribution have been carried out by Fleminger (1978, 1981) and Blackburn (1977). On the other hand, Fleminger (1981), Loeb *et al.* (1983), Tait and De Santo (1975) have dealt with the group as dominant and important elements of zooplankton in California and Baja California area. These studies together with posterior ones have shown the importance of several aspects of some components of the zooplankton as biological indicators in the plankton, since some of them are associated to characteristic masses of water and can therefore indicate their provenance, as well as that of the planktonic communities they carry

The temporal and spacial distribution of the mictofides larvae in particular, may indicate whether some of these species gather in determined areas and times to spawn. It may also provide a first estimate of the quantities of adults present. This is important because, in spite of being fishes of generally 100mm, they present a greater biomass than that of any vertebrate family (Ahlstrom *et al.*, 1976).

On the other hand, analyzing the components of aquatic communities, ecologists distinguish the copepod populations because their qualification and quantification serve as

grande que pueda tener cualquier familia de vertebrados (Ahlstrom *et al.*, 1976).

Por otro lado, los ecólogos al realizar el análisis de los componentes de las comunidades acuáticas, dan distinción a poblaciones de copépodos porque la cualificación y cuantificación de ellas sirven de base para estimar las correlaciones con otros miembros de la comunidad, y en muchos casos, el potencial de toda la biocenosis (Zamora, 1974).

De acuerdo con los puntos antes señalados el objetivo principal de ésta contribución es determinar si las variaciones en la abundancia de larvas de mictófidós y copépodos mesopelágicos siguen un patrón estacional, detectándolo mediante el análisis de la abundancia, distribución y frecuencia de aparición de las especies en la zona de estudio.

#### AREA DE ESTUDIO

El área muestreada en 1982 quedó comprendida desde los 22°58'N a 26°47'N y de 110°47'W a 115°12'W; para 1983 la red de estaciones cubrió desde los 23°08.2'N a 27°49.6'N y de 110°47'W a 115°11.3'W.

La Costa Occidental de BC, Sur está situada en una región donde se alcanzan temperaturas y salinidades relativamente altas debido al calentamiento del agua superficial, además de existir mezcla con aguas de la Región Tropical (Sverdrup *et al.*, 1942). De acuerdo a Semina (1972), dentro de la región de aguas tropicales y aguas parcialmente ecuatoriales del Hemisferio Norte, Beklemishev (1971), McGowan (1971) y Van der Spoel (1976) colocan a California y a Baja California como parte de un Centro de distribución faunística denominado centro Californiano, el que a su vez se encuentra en la denominada Masa de Agua Californiana (Beklemishev *op. cit.*).

#### MATERIALES Y METODOS

Las colectas de zooplancton se hicieron a bordo de las embarcaciones "Stella Maris", B/O El Puma y el B/H Mariano Matamoros, mediante arrastres oblicuos de una red "Bon-

basis to estimate the correlations with other members of the community and in many cases, the potentiality of the whole biocenosis (Zamora, 1974).

Therefore, the main objective of this contribution is to determine whether the variations in the mesopelagic mictofides and copepod larval abundance follow a seasonal pattern, detecting it through the analysis of the species abundance, distribution and appearance frequency in the study area.

#### STUDY AREA

The area sampled in 1982 is located between 22°58'N and 26°47'N and 110°47'W and 115°12'W; for 1983, the stations net extended from 23°08.2'N to 27°49.6'N and from 110°47'W to 115°11.3'W.

The western coast of BCS is located in a region where temperatures and salinities reach relatively high levels due to warming up of the surface water. Besides, there is a mixing with waters of the Tropical Region (Sverdrup *et al.*, 1942). According to Semina (1972), in the tropical waters area and partially equatorial waters of the northern hemisphere, Beklemishev (1971), Mc Gowan (1971) and Van der Spoel (1976) consider California and Baja California as part of a faunistic distribution center called Californian Center, which is found in the so-called Californian Mass of Water (Beklemishev, *op. cit.*).

For Loeb *et al.* (*op. cit.*), the study area is part of a coastal biological regime of the centro-meridional area of Baja California.

#### MATERIAL AND METHOD

Zooplankton collections were made aboard the Stella Maris, B/O El Puma and B/H Mariano Matamoros ships, with a bongo net oblique trawls 333 and 505  $\mu$  mesh, soft cod-ends and digital flowmeter (?). Sampling techniques and standardization of larval and copepod abundances followed Smith and Richardson (1977).

The samples were analyzed totally, without fractioning them. The criteria used for the

go" con mayas de 333 y 505 micras de apertura de poro, copos flexibles y flujómetros digitales. La forma de arrastre y estandarización de los valores de abundancia de larvas y copépodos se hicieron de acuerdo a Smith y Richardson (1977).

Las muestras se analizaron totalmente, sin fraccionarlas. Los criterios utilizados para la identificación de mictófidos fueron las descripciones de los primeros estadíos de desarrollo de estos peces hechas por Ahlstrom y Moser (1970), Moser y Ahlstrom (1974) y Moster *et al.* (1984); para la identificación de copépodos mesopelágicos se utilizaron los de Brodskii (1967), Esterly (1905, 1911 y 1924), Fleminger (1977b, 1978 y 1981), Grice (1961), Johnson (1935), Kasturirangan (1963), Mori (1934), Tanaka (1964), Tanaka y Omori (1970), Uye (1982) y Zamora (1974).

Se efectuó un análisis de la abundancia y composición específica de larvas y de copépodos, en conjunto para las campañas de julio y diciembre de 1982, así como con los valores de los parámetros abióticos disponibles en cada crucero.

La proporción de frecuencia y aparición de larvas fue calculada del total de estaciones con profundidades mayores de 60m.

Debido a que en las campañas las redes de estaciones tuvieron coberturas diferentes el área de estudio se dividió en regiones, obedeciendo principalmente al propósito de comparar las estimaciones de abundancia de huevos y larvas de peces pelágicos menores, objeto principal de los cruceros a que se hará referencia (CICIMAR, 1985) (Fig. 1).

## RESULTADOS

De las muestras obtenidas en las campañas oceanográficas realizadas entre abril de 1982 y mayo de 1983, se lograron identificar ocho especies de mictófidos, y tres más que se denominaron Tipo A, B y C por no tener elementos suficientes para identificarlos. Los tipos A y C tienen características morfológicas que los asemejan a *Triphoturus mexicanus* Gilbert 1980, pero no son concluyentes para identificarlos como tal (Fig. 2).

Identificación de los mictófidos fueron la descripción de los primeros estadíos de desarrollo de estos peces dados por Ahlstrom y Moser (1970), Moser y Ahlstrom (1974) y Moser *et al.* (1984); para la identificación de mesopelágicos copépodos, los criterios de Brodskii (1967), Esterly (1905, 1911 and 1924), Fleminger (1967b, 1978 and 1981), Grice (1961), Johnson (1935), Kasturirangan (1963), Mori (1934), Tanaka (1964), Tanaka and Omori (1970), Uye (1982) and Zamora (1974) were used.

An analysis of the larval and copepod abundance and specific composition was carried out for the July and December 1982 cruises and abiotic parameters available in each cruise were considered.

Frequency and appearance proportion of larvae was calculated from the total of stations with greater depths than 60m.

Because in the cruises the station nets had a different extension, the study area was divided into two regions mainly according to the objective of comparing the estimates of eggs and larvae of minor pelagic fish, principal object of the cruises that will be referred to (CICIMAR, 1985) (Fig. 1).

## RESULTS

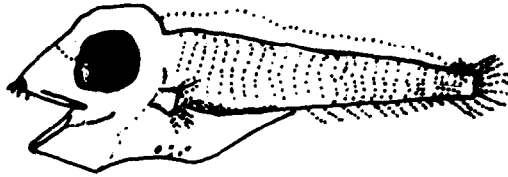
Of the samples collected during the oceanographic cruises carried out between April 1982 and May 1983, eight species of mictofides were identified, and three more were called Types A, B and C because there was not enough information to identify them. Types A and C had morphometric characteristics which made them look like *Triphoturus mexicanus* Gilbert 1980. But they are not conclusive enough to identify them as such (Fig. 2).

### Mictofid larvae:

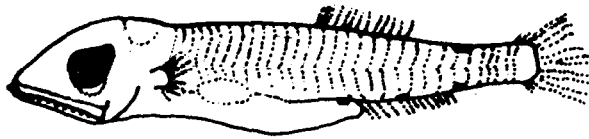
The specific larval composition from April 1982 (spring) consisted of *Diogenichthys latematus* Garman 1899 and *Protomyctophum crockeri* Bolin 1939; in May 1983 (spring) the previous two species and the Type A were found. The most frequent species in spring was *D. latematus* (51.72%).



TIPO A 4.31 mm.



TIPO B 5.42 mm.



TIPO C 6.53 mm.

Figura 1. Abundancia de larvas de mictófidos por regiones muestreadas durante los cruceros.  
Figure 1. Abundance of mictophid larvae by sampled regions during the cruises.

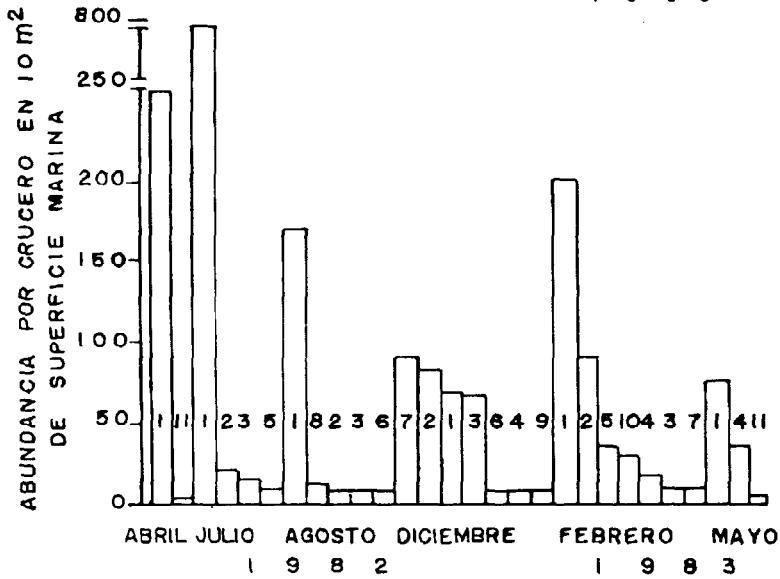
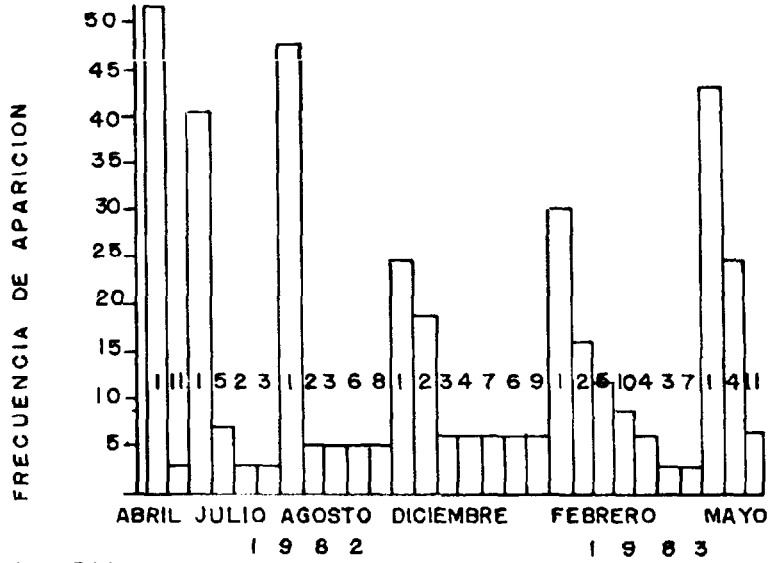
#### Larvas de mictófidos

La composición específica de larvas de abril de 1982 (primavera) estuvo compuesta por *Diogenichthys laternatus* Garman 1899, *Protomyctophum crockeri* Bolin 1939; en mayo de 1983 (primavera) se encontraron a las dos especies anteriores y al Tipo A. La especie más frecuente en la temporada de primavera fue *D. laternatus* (51.72%).

En julio y agosto de 1982 (verano), el número de especies, entre las que se encuentran las mencionadas anteriormente, aumentó y a su vez fueron las de mayor frecuencia de aparición, excepto el Tipo A; se encontraron también *Gonichthys tenuiculus* Garman, 1899, *Hygophum atratum* Garman, 1899, *Lampanyctus parvicauda* Parr, 1931, Tipo B y Tipo C.

In July and August 1982 (summer), the number of species, which includes the previously mentioned ones, increased and presented the highest degree of appearance, except Type A; *Gonichthys tenuiculus* Garman 1899, *Hygophum atratum* Garman 1899, *Lampanyctus parvicauda* Parr 1931, Type B and Type C.

In the December 1982 and February-March 1983 (fall - winter) cruises, the number of mictophid larvae species increased considerably, including the species found in summer (except Type C), besides four more species that only occurred in these cruises, and are: *Diaphus pacificus* Parr 1931, *Lampanyctus idostigma* Parr 1931, *Ceratoscopelus townsendi* Eigenmann and Eigenmann 1889, *H. atratum* and *L. parvicauda* (Fig. 3).



- |                                    |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|
| 1- <i>DIOPENICHTHYS LATERNATUS</i> | 6- TIPO B                          |
| 2- <i>HYGOPHUM ATRATUM</i>         | 7- <i>DIAPHUS PACIFICUS</i>        |
| 3- <i>LAMPANYCTUS PARVICAUDA</i>   | 8- TIPO C                          |
| 4- TIPO A                          | 9- <i>CERATOSCOPELUS TOWNSENDI</i> |
| 5- <i>GONICHTHYS TENUICULUS</i>    | 10- <i>LAMPANYCTUS IDOSTIGMA</i>   |
|                                    | 11- <i>PROTOMYCTOPHUM CROCKERI</i> |

Figura 2. Larvas de mictófidos no identificados.  
 Figure 2. Unidentified mictophid larvae.

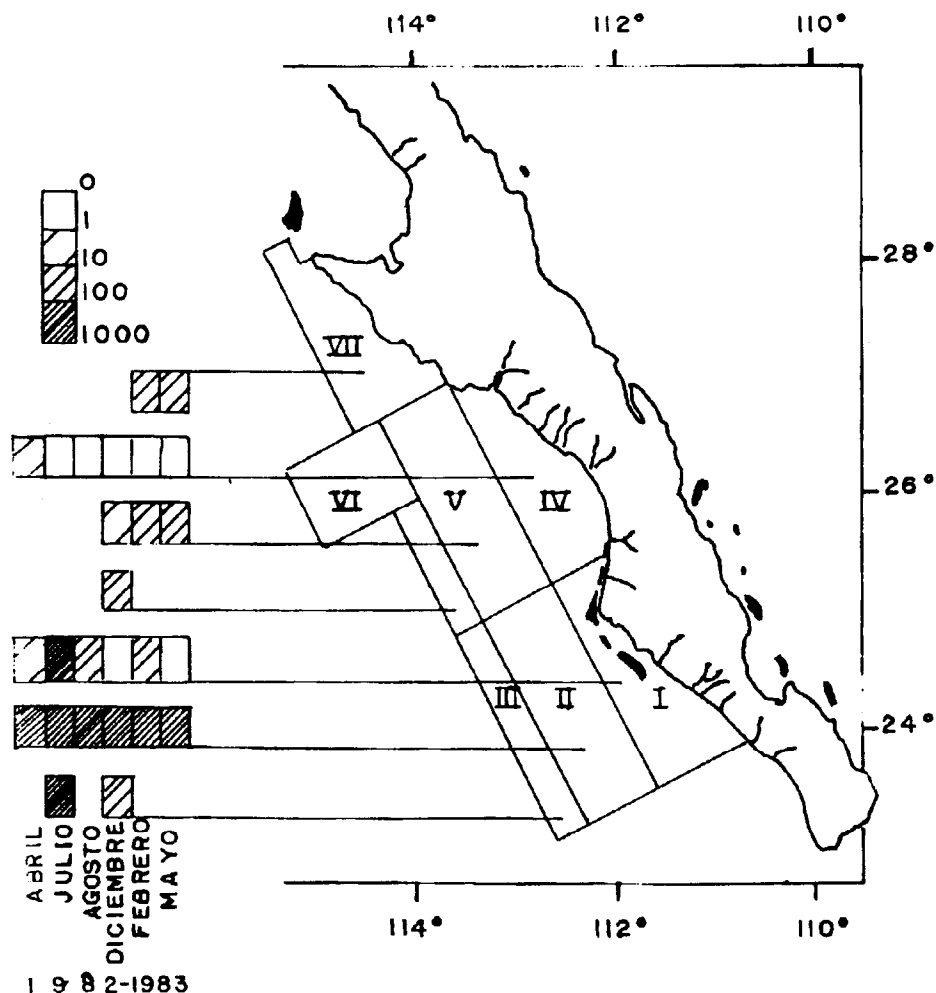


Figura 3. Frecuencia de aparición y abundancia específica de larvas de mictófidos en 10m<sup>2</sup> de superficie marina, abril - 1982 - mayo - 1983.

Figure 3. Frequency of appearance and specific abundance of mictophid larvae in 10m<sup>2</sup> of marine surface, April - 1982 - May - 1983.

En las campañas de diciembre de 1982 y febrero-marzo de 1983 (otoño-invierno), el número de especies de larvas de mictófidos se incrementó notablemente, incluyendo las especies encontradas en verano (excepto el Tipo C), además de otras cuatro especies que aparecieron sólo en estas campañas, y que son: *Diaphus pacificus* Parr, 1931, *Lampanyctus idostigma* Parr, 1931, *Ceratoscopelus towsendi* Eigenmann y Eigenmann, 1889, *H. atratum* y *L. parvicauda* (Fig. 3).

### Copepods

Samples collected in July and December 1982 were analyzed and partially analyzed those of February - March 1983. The identified copepods sampled in July were *Pleuromamma abdominalis* Lubbock 1956, *Candacia catula* Dana 1846, *Oithona similis* Baird 1843, *Lucicutia flavicornis* Claus 1963, *Euchaeta marina* Prestandrea 1833 and *Pleuromamma quadrungulata* Dahl 1893.

### Copépodos

Se analizaron las muestras colectadas en julio y diciembre de 1982 y parcialmente las de febrero-marzo de 1983. Los copépodos identificados del muestreo de julio fueron *Pleuromamma abdominalis* Lubbock, 1956, *Candacia catula* Dana, 1846, *Dithona similis* Baird, 1843, *Lucicutia flavicornis* Claus, 1963, *Euchaeta marina* Prestandrea, 1833 y *Pleuromamma quadrungulata* Dahl, 1893.

En el crucero de diciembre, de manera global, se registra un aumento en el número de especies, aunque los copépodos mesopelágicos no se ven incrementados en número de especies y en cambio sí disminuye en una, al compararse con el mes de julio. Las especies identificadas fueron *E. marina*, *C. catula*, *O. similis*, *Temora* sp. Dana, 1852 y *P. abdominalis*.

Para el crucero de febrero-marzo de 1983, aún sin haberse analizado completamente, se observa que el número de especies aumenta notablemente, y en la parte sur de la zona de estudios las especies que se registraron en las anteriores campañas aparecen frecuentemente, aunque la comunidad en general se encuentra dominada por miembros de la familia Eucalanidae.

El total de regiones muestreadas fue de siete; en la región IV y parte norte de la I no se encontraron mictófidios.

### DISCUSION Y CONCLUSIONES

La tendencia general de distribución y abundancia de las larvas de mictófidios es la de disminuir de Sur a Norte, encontrándose que en la región II se presentó la mayor abundancia y frecuencia de aparición de las especies identificadas; es importante hacer notar que es una región oceánica comprendida en el área de influencia de Bahía Magdalena. (Fig. 1).

Respecto a la abundancia de las especies se observó que *D. laternatus* fue la más numerosa, en general. En diciembre de 1982, hubo un aparente descenso de la abundancia de esta especie, acompañada de otras seis

During the December cruise, an increase in the number of species is globally recorded, although this is not true for the mesopelagic copepods, particularly for one species that diminished compared to July. The identified species were *E. marina*, *C. catula*, *O. similis*, *Temora* sp. Dana 1852 and *P. abdominalis*.

For the February-March 1983 cruise, even if the analysis has not been completed yet, it is observed that the number of species increased considerably. In the southern part of the study zone, the species recorded in the previous cruises occurred frequently, although the community in general was dominated by members of the Eucalanidae family.

A total of seven regions was sampled. No mictofids were found in Region IV nor in the northern part of Region I.

### DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The general tendency of larval distribution and abundance was to diminish from South to North. The greatest abundance and frequency of appearance of identified species occurred in Region II. Note that this area is included within the influence zone of Bahía Magdalena (Fig. 1).

As far as the species abundance was concerned, *D. laternatus* was in general the most numerous. In December 1982, the abundance of this species apparently decreased, as well as that of six other species of mictofid larvae, three of them presenting similar densities. However, it is not yet possible to attribute totally this decrease to the interspecific competition since in February-March 1983, *D. laternatus* was very abundant in a station and apparently, it was not influenced by the vast presence of other larval mictofid species.

Note that the only month when *D. Laternatus* was not the most abundant was December 1982. This month abundance corresponded to that of *D. pacificus*, recorded in one station in front of Bahía Magdalena. As to the other species in this month, *H. atratum*, *D. laternatus* and *L. parvicauda* presented similar abundances.



especies de larvas de mictófidos con densidades semejantes tres de ellas; sin embargo, no es posible atribuir totalmente (aún) este descenso a la competencia interespecífica ya que, entre otras cosas en febrero-marzo de 1983, se encuentra en gran abundancia en una estación *D. laternatus*, y al parecer no se encuentra influenciado por la presencia en gran número de otras especies de larvas de mictófidos.

Es importante hacer notar que el único mes donde *D. laternatus* no tuvo la mayor abundancia fue en diciembre de 1982, correspondiendo esta a *D. pacificus*, registrada en una estación frente a Bahía Magdalena. Respecto a las otras especies, en este mes, *H. atratum*, *D. laternatus* y *L. parvicauda* presentaron valores de abundancia semejantes.

En mayo de 1983, a diferencia del mes de diciembre de 1982 y febrero-marzo de 1983, el número de especies fue menor, al igual que la abundancia de *D. laternatus*; los cambios en la abundancia de esta especie pueden estar influenciados por la temporada de reproducción y a que en los meses de julio, agosto y febrero-marzo encuentran condiciones favorables para efectuarla.

En abril de 1982 y mayo de 1983, se encontró a *D. laternatus*, especie de amplia distribución, y a *P. crockeri*, que se encuentra en el sistema de corrientes Subártica y de California (Wisner, 1974). Las temperaturas registradas en mayo de 1983, a la profundidad máxima del arrastre, fueron de 11.2°C en promedio y la concentración de oxígeno disuelto fue de 2.22ml/l (Fig. 4).

En los meses de julio y agosto de 1982 se encontraron especies de amplia distribución como son *D. laternatus* y *G. tenuiculus*. Una especie confinada al este del Océano Pacífico y principalmente entre 15° y 30° Norte, así como en el Golfo de California y que apareció en la zona de estudio es *H. atratum*, también una especie de aguas cálidas como lo es *L. parvicauda*; estas distribuciones coinciden con lo reportado por Wisner (op. cit.) para los adultos. En los cruceros de esta temporada, la mayor temperatura registrada fue 17.9°C, y la concentración de oxígeno disuelto bajó a 0.99ml/l. (Fig. 4)

Contrary to December 1982 and February-March 1983, in May 1983 the number of species was lower, as the abundance of *D. laternatus*; the changes in abundance of this species may depend on the reproduction season and on the fact that they must find favorable conditions in July, August and February-March to carry it out.

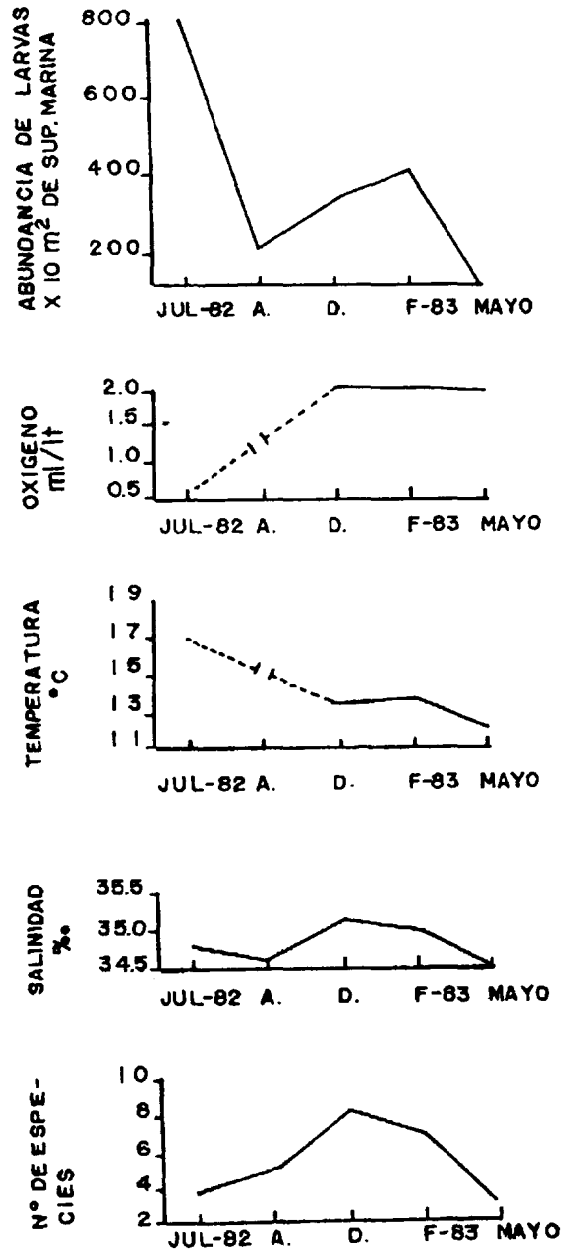
In April 1982 and May 1983, a widely distributed species, *D. laternatus*, was found, as well as *P. crockeri*, that live in the Subarctic and California Current System (Wisner, 1974). Temperatures recorded in May 1983, at maximum trawl depths, were 11.2°C in average and concentration of dissolved oxygen was 2.22ml/l (Fig. 4).

Widely distributed species such as *D. laternatus* and *G. tenuiculus* were found in July and August 1982. *H. atratum*, also a warm waters species like *L. parvicauda*, is confined to the East of the Pacific Ocean, mainly between 15° and 30° North and in the Gulf of California but appeared in the study zone. These distributions coincide with those reported by Wisner (op. cit.) for adults. During this season cruises, the recorded temperature was the highest (17.9°C), and the dissolved oxygen concentration lowered to 0.99ml/l (Fig. 4).

In December 1982 and February 1983, the number of species, tropical and others, increased as well as those widely distributed. This season temperature was 3.5°C in average lower than that of July and August 1982 and the concentration of dissolved oxygen did not vary much (Fig. 4).

The more frequent occurrence of the copepods in the July and December 1982 collections was accompanied by a global decrease in abundance and increase in the number of species in July and December respectively.

Apparently, these seasonal changes in the physicochemical conditions of water have a considerable influence on the zooplanktonic communities of the region. This indicates, at least in this case, that there are coincidences between the copepods and mictofides that is



**Figura 4.** Parámetros fisicoquímicos en relación al número de especies y abundancia de larvas de mictófidios por crucero (línea punteada). No se tiene información en agosto de O<sub>2</sub>ml/l y T°C.  
**Figure 4.** Physical chemical parameters in relation to the number of species and abundance of mictophid larvae by cruise (dotted line). There is no information of O<sub>2</sub>ml/l and T°C in August.

En diciembre de 1982 y febrero-marzo de 1983, el número de especies aumenta y paralelamente el número de especies de origen tropical, así como las de distribución amplia. La temperatura en esta temporada estuvo 3.5°C abajo, en promedio, con relación a los meses de julio y agosto de 1982, y la concentración de oxígeno disuelto no tuvo grandes variaciones (Fig. 4).

Respecto a los copépodos que ocurren con mayor frecuencia en las colectas realizadas en julio y diciembre de 1982, esta concurrencia estuvo acompañada de un descenso global de abundancia y un aumento en el número de especies en julio y diciembre, respectivamente.

Estos cambios estacionales en las condiciones fisicoquímicas del agua, aparentemente influyen de manera notable sobre las comunidades zooplanctónicas de la región al menos en este caso indica que existen coincidencias entre los copépodos y mictófidos en el sentido de una disminución de la abundancia y aumento de la diversidad de un mes a otro.

En relación a la presencia de ciertas especies en masas de agua características se puede observar que las especies que llegan a penetrar en éstas, son aquellas que tienen una amplia distribución Norte-Sur y pueden habitar en aguas templadas y tropicales; otras son las que prefieren un cierto habitat y que pueden penetrar por el avance de masas de agua.

Por otro lado, debe considerarse que la distribución horizontal de los parámetros abióticos en la superficie es sustancialmente diferente, ya que la temperatura en julio tuvo un gradiente bien definido que aumenta de Norte a Sur en la zona de estudio; en cambio en diciembre la zona se encontró dominada por aguas más calientes con temperaturas mayores en el Sur, que se observan relativamente permanentes en el área de muestreo, aún en los meses de febrero-marzo a la profundidad máxima de arrastre.

to say a decrease in the abundance and increase in the diversity from one month to another.

In relation with the presence of certain species in characteristic masses of water, it is observed that the species that penetrate these masses are those that are widely distributed N-S and able to live in temperate and tropical waters; others are those that prefer a certain type of habitat and can penetrate these masses thanks to their progress.

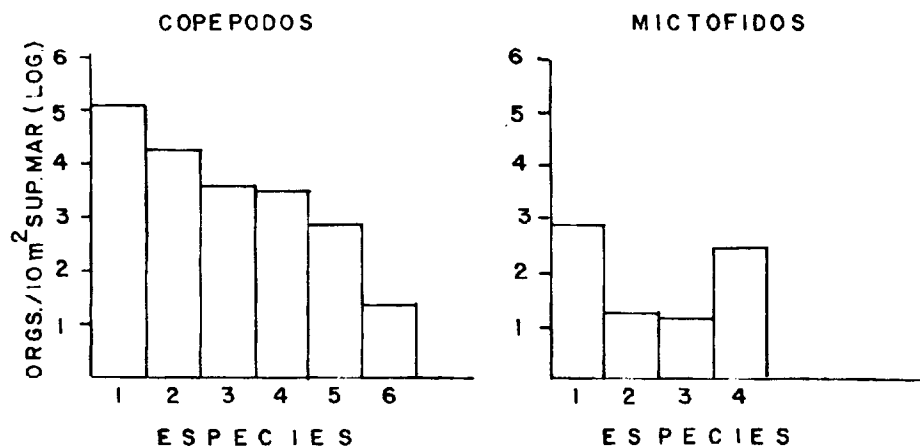
On the other hand, it must be considered that the horizontal distribution of the abiotic parameters on the surface is substantially different since the temperature in July had a well defined gradient that increased from North to South in the study area. In December, however, the zone was dominated by warmer waters with higher temperature in the South, relatively permanent in the study area, even during February-March at maximum trawl depth.

As can be observed, larval as well as copepod specific composition varied from one cruise to another (Fig. 5) and an inverse relation between the frequency and abundance of *D. lateratus* and *H. atratum* in the December 1982 collections was observed.

The study area was characterized by the presence of *D. lateratus*, *H. atratum* and *L. parvicauda* larvae. The mesopelagic copepod community was more frequently represented by *E. marina*, *C. catula*, *O. similis* and *Pleuromamma abdominalis* during July and December 1982.

Studying the mictofid distribution and abundance in the Current of California, Ahlstrom and Moser (1970) found 20 mictofid species of 17 genera common in California and Baja California and mentioned a greater number of less frequent species. Some species of the Tropical Pacific, such as *D. lateratus*, *H. atratum*, *T. mexicanus* and *D. tenuiculus* are frequently and abundantly distributed in the South of the Current of California.

JULIO DE 1982



DICIEMBRE DE 1982

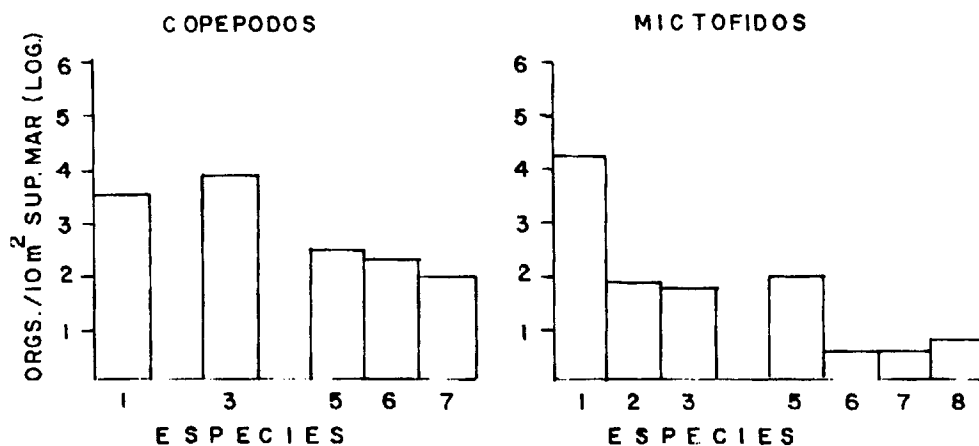


Figura 5. Abundancia de copépodos y mictófidos 1. *P. abdominalis*, 2. *P. quadrangulata*, 3. *E. marina*, 4. *L. flavicornis*, 5. *C. catula*, 6. *O. similis*, 7. *Temora* sp. (Mictófidos) 1. *D. laternatus*, 2. *H. atratum*, 3. *L. parvicauda*, 4. *G. tenuiculus*, 5. *D. pacificus*, 6. Tipo A, 7. Tipo B.

Figure 5. Abundance of copepods and mictophids 1. *P. abdominalis*, 2. *P. quadrangulata*, 3. *E. marina*, 4. *L. flavicornis*, 5. *C. catula*, 6. *O. similis*, 7. *Temora* sp. (Mictophids) 1. *D. laternatus*, 2. *H. atratum*, 3. *L. parvicauda*, 4. *G. tenuiculus*, 5. *D. pacificus*, 6. Type A, 7. Type B.

Como puede observarse, la composición específica varió de un crucero a otro tanto para larvas como para copépodos (Fig. 5) y se observó que existe una relación de tipo inverso entre la frecuencia y abundancia de *D. laternatus* con *H. atratum* en las colectas del mes de diciembre de 1982.

During the study period in the Western coast of Baja California Sur, our results concerning the occurrence and greatest abundance of the species recorded coincide with those determined by the monthly samplings CalCOFI 1955-60. Besides, the high appearance frequency of tropical species, such as *D.*

La zona de estudio se caracterizó por la presencia de las larvas de mictófidos *D. laternatus*, *H. atratum* y *L. parvicauda*; respecto a la comunidad de copépodos mesopelágicos, ésta se encontró representada con mayor frecuencia por *E. marina*, *C. catula*, *O. similis* y *Pleuromamma abdominalis* en los meses de julio y diciembre de 1982.

Ahlstrom y Moser (1970), refiriéndonos a sus resultados sobre la distribución y la abundancia de mictófidos de la Corriente de California, encontraron veinte especies de mictófidos de 17 géneros comunes en la región de California y Baja California y adicionalmente mencionan un mayor número de especies que son poco frecuentes. Algunas especies del Pacífico Tropical se distribuyen en la porción sur de la Corriente de California de manera frecuente y abundante, entre los que se cuentan *D. laternatus*, *H. atratum*, *T. mexicanus* y *G. tenuiculus*, además de otras de frecuencia y abundancia menor.

En el período de estudio que abarca este trabajo en la Costa Occidental de Baja California Sur, nuestros resultados de la ocurrencia y meses de mayor abundancia para las especies que se registraron coinciden con las determinadas por los muestreos mensuales CalCOFI 1955-60, y además se observó la alta frecuencia de aparición de especies de origen tropical entre las que se destacan *D. laternatus*, *H. atratum*, *L. parvicauda*, *G. tenuiculus* y *D. pacificus*; la presencia de *P. crockeri* es ocasional y está relacionada con temperaturas bajas, respondiendo seguramente a la influencia de las corrientes frías que llegan al zona en los meses de abril y mayo, meses en los que la profundidad máxima de muestreo la temperatura promedio fue de 11.2°C.

De acuerdo con lo anterior, es posible identificar temporadas del año diferentes en función de las características oceanográficas y de la composición faunística que se registren en la zona de estudio y en este caso particular, al parecer la composición específica de los mictófidos puede considerarse como un elemento de caracterización de masas de agua y específicamente de origen tropical en la porción sur de la Corriente de California, donde

*laternatus*, *H. atratum*, *L. parvicauda*, *G. tenuiculus* and *D. pacificus* was observed. The presence of *P. crockeri* is scarce and related to low temperatures, certainly in response to the influence of cold currents that reach the area in April and May. During these months, the average temperature at maximum depths was 11.2°C.

Therefore, it is possible to identify different seasons according to the oceanographic characteristics recorded in the study area. In this particular case, it seems that the mictofid specific composition may be considered as a characterization element of masses of water, and specifically of tropical origin, in the South of the Current of California, where the distribution limits of the tropical species are probably located. However, note that "El Niño" phenomenon actually begins in July 1982 and since then, the invasion of tropical species has been considerable. According to Peterson and Grove (1986), the oceanographic and meteorologic phenomenon prevailed at least until January 1984, in the oceanic area.

On the other hand, the copepod species complex that appeared in the study area is subject to discussion, particularly on the so-called Transition Zone. The specific composition of tropical copepods is high in the area. Also temperate species as well as cold water species (in lower numbers) frequently appear in the study area and confer it different, and perhaps unique, faunistic characteristics.

Considering that the specific mictofid and copepod composition in the cruises analyzed is qualitatively different, it is possible to affirm that in the mesopelagic area sampled, evidences of the effect produced by the phenomenon "El Niño", that is to say the extension of the so-called Transition Zone or its displacement towards the north, were found. It was also proved by the presence of tropical species (in latitudes where they are scarcely found) as well as by Petersen and Grove (*op cit.*) studies. They found that the most intense development of "El Niño" conditions were in Fall 1983, spring and summer 1984.

posiblemente se encuentren los límites de distribución de las especies tropicales. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que desde el mes de julio de 1982, se inicia propiamente el fenómeno de "El Niño" y la invasión de especies de origen tropical en la región fue de gran magnitud, y que de acuerdo a Petersen y Grove (1986), el fenómeno oceanográfico y meteorológico persistió al menos hasta enero de 1984, en la región oceánica.

Por otro lado, el complejo de especies de copépodos que aparecieron en la zona de estudio es un elemento de discusión sobre la denominada Zona de Transición. La composición específica de copépodos tropicales es elevada en el área; asimismo, especies templadas y de aguas frías (en menor número) aparecen frecuentemente en la zona de estudios, dándole características faunísticas diferentes y, posiblemente únicas.

Si se toma en cuenta que, la composición específica de mictófidis y copépodos en los cruceros analizados es diferente cualitativamente, puede considerarse que en la zona mesopelágica muestreada se encontraron las evidencias del efecto producido por el fenómeno de "El Niño", traducido en una ampliación de la llamada Zona de Transición, o bien de un desplazamiento hacia el norte de ésta. Además se evidenció por la aparición de especies tropicales (en latitudes en las que difícilmente se encontrarían) y a lo obtenido por Petersen y Grove (op. cit.) en el sentido de que el desarrollo más intenso de las condiciones de "El Niño" fueron en otoño de 1983, primavera y verano de 1984.

Finalmente, al detectar las variaciones de éstas comunidades en el área de estudio es posible concluir (de manera preliminar debido a la naturaleza misma del análisis) que la variación de mictófidis y copépodos en su composición específica y abundancia se presentó en magnitudes diferentes en los meses en que se efectuó el estudio.

Sin embargo, éstas variaciones pueden ser una respuesta a las condiciones físicas y biológicas que presentó el fenómeno de "El Niño", ya que las temperaturas elevadas y el

Eventually, after detecting the variations of these communities in the study area, it is possible to conclude that specific composition and abundance variations of the mictofid and copepod communities occurred in different magnitudes during the study period.

However, these variations may be a response to the physical and biological conditions presented by the "El Niño" phenomenon, since high temperatures and the northward move of the tropical species showed their presence. This in turn was an evidence that in the study area, the zooplanktonic communities analyzed sensitive to the environmental conditions.

#### ACKNOWLEDGMENT

We wish to express our gratitude to the work team of the Plankton Department of the CICIMAR, to CONACyT, to the Secretaría de Marina for providing us with the ship, to the personnel that took an active part in the oceanographic cruises, as well as to the crews of the *Stella Maris*, *El Puma* and *Mariano Matamoros* ships for their valuable collaboration. We also thank all the persons who kindly reviewed the manuscript and expressed valuable suggestions and comments.

Katarzyna Michejda translated this paper into English.

---

avance al norte de las especies de origen tropical fueron evidencia de su presencia, constituyéndose a su vez en un indicio de que en la zona de estudio las comunidades zooplanctónicas analizadas responden sensiblemente a las condiciones ambientales que las rodean.

#### AGRADECIMIENTOS

Deseamos hacer patente nuestro agradecimiento al equipo de trabajo del Departamento de Plancton del CICIMAR; al CONACyT y la Secretaría de Marina por el otorgamiento de tiempo de buque y al personal que participó en los cruceros oceanográficos, así como a las tripulaciones de los barcos *Stella Maris*, *El Puma* y *Mariano*

Matamoros, por su valiosa colaboración. A las personas que amablemente revisaron el manuscrito por sus sugerencias y observaciones

#### LITERATURA CITADA

- Ahlstrom, E.H. and Moser, H.G. (1970) Development of Lanternfishes (Family Myctophidae) in the California Current. Part I. Species With Narrow Eyed Larvae. Bulletin of the L.A. County Museum of Nat. Hist. Sci. No. 7, 145p.
- Ahlstrom, E.H., Moser, H.G. and O'Toole, M.J. (1976) Development and Distribution of Larvae and Early Juveniles of the Commercial Lanternfish *Lampanyctodes hectoris* (Gunter), off the West Coast of Southern Africa With a Discussion of Phylogenetic Relationship of the Genus. Fishery Reprinted from Bull. of South. Cal. Aca. of Sci. 75(2):138-152.
- Beklemishev, C.W. (1971) Distribution of the Plankton Related to Micropalaentology of Oceans. Cambridge University Press. p.75-75.
- Blackburn, M. (1977) Studies on Pelagic Animal Biomasses, Oceanic Sound Scattering Prediction. Ed. by Neil Andersen & B. Zahuranec. Plenum Press, p. 238-299.
- Brodskii, K. (1967) Calanoida of the Far Eastern Seas and Polar Basins of the USSR. Keys to the Fauna of the USSR, No. 35 Zool. Inst. Acad. Sci. USSR (Translation from Russian by the Israel Program for Scientific Translation). Jerusalem, 1967.440pp.
- Bowman, T.E. y Johnson, N.W. (1973) Distributional Atlas of Calanoida Copepods in the California Current Region. CalCOFI Atlas No. 19, La Jolla California.
- CICIMAR. (1985) Investigaciones ictioplancónicas en la Costa Occidental de Baja California y Bahía Magdalena para evaluar la biomasa reproductora de sardina y anchoveta. Informe Final a la SEPESCA, CICIMAR-IPN. La Paz, BCS, 260pp.
- Esterly, O.C. (1905) The Pelagic Copepoda of the San Diego Region. University of California Pubs. in Zoology 2(4):133-233.
- Esterly, O.C. (1911) Third Report on the Copepoda of San Diego Region University of California Pubs. in Zoology 6(14):213-252.
- Esterly, O.C. (1924) The Free-Swimming Copepoda of San Francisco Bay. University of California Pubs. in Zoology. 26(25): 81-129.
- Fleminger, A. (1967a). Distributional Atlas of Calanoid Copepods in the California Current Region, CalCOFI Atlas No. 7. Fleminger y Willye (Eds.) La Jolla California.
- Fleminger, A. (1967b) Taxonomy, Distribution and Polymorphism in the *Labidocera Jollae* Group With Remarks on Evolution Within the Group (Copepods: Calanoida). Proc. U.S. Natural Musseum. Smithsonian Institution, Washington, D.C. 120(3567) 61p.
- Fleminger, A. (1978) *Labidocera*, A Possible Indicator of Nutrient Enrichment and Depletion in California Current Coastal Waters? CalCOFI Conference, U.S.C. Idyllwild, Ca.
- Fleminger, A. (1981) Copepod Distribution from CalCOFI Neuston Sampling. CalCOFI Conference, U.S.C. Idyllwild, Ca.
- Grice, D.G. (1961) Calanoid Copepods from Equatorial Waters of the Pacific Ocean. Fish & Wildlife Service. Special Scientific Report Fisheries. 61(186):167-246.
- Hernández-Trujillo, S. (1984) Contribución al conocimiento de la distribución y abundancia de copépodos frente a Bahía Magdalena, BC. Sur, en el Verano y Otoño de 1982. Tesis Profesional, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. UNAM. 74pp.
- Johnson, M.W. (1935) The Developmental Stages of *Labidocera*. Biology Bulletin, 68(3):397-421.
- Kasturirangan, R.L. (1963) A Key for the Identification of More Common Plankton Copepoda of Indian Coastal Waters. Council of Scientific & Industrial Research, Nueva Delhi, 87p.
- Loeb, J.V., Smith, P.E. y Moser, H.G. (1983) Ichtyoplankton and Zooplankton Abundance Patterns in the California Current Area 1975. CalCOFI Rep. (24):109-131.

- McGowan, J.A. (1971) Oceanic Biogeography of the Pacific. In Funnell & Riedel (Eds) *Micropaleontology of Oceans*. Cambridge Univ. Press. Londres, 3-74.
- Mori, T. (1964) *the Pelagic Copepoda from Neighbouring Waters of Japan*, Yokendo Co. Tokio. 150pp.
- Moser, H.G. and Ahlstrom, E.H. (1974) Role of Larval Stages in Systematic Investigations of Marine Teleosts: The Myctophidae, A Case Study. *Fishery Bulletin*. 2(72):391-413.
- Moser, H.G., Ahlstrom, E.H. and Paxton, J.R. (1984) *Myctophidae: Development* In: H.G. Moser (Ed. in Chief). *Ontogeny and Systematic of Fishes*. Special Publication No. 1 American Society of Ichthyologists and Herpetologists, 218-239.
- Petersen, J. and Grove, R.S. (1986) Physical-Chemical Characteristics Zooplankton Biomass on the Continental Shelf off Southern California. *CalCOFI Rep.* (27): 36-52.
- Semina, H.J. (1972) The Size of Phytoplankton Cells in the Pacific Ocean. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 77(2): 177-205.
- Smith, E.P. and Richardson, S.L. (1977) *Standard Techniques for Pelagic Fish and Larvae Surveys*. FAO Technical Paper No. 175, Roma, 99pp.
- Sverdrup, H.U., Johnson, M.W. and Fleming, R.H. (1942) *The Oceans, Their Physics, Chemistry, and General Biology*. Prentice-Hall Inc. Nueva York 706-732.
- Tait, R.V. and De Santo, S.R. (1975) *Elements of Marine Ecology* Springer-Verlag, Berlin, 18:28.
- Tanaka, O. (1964) *The Pelagic Copepods of the Izu Region Middle Japan*. *Sistematic Account Xii*. Publ. Seto Mar. Biol. Lab. 12(3): 231-271.
- Tanaka, O. and Omori, M. (1970) *Additional Report on Calanoida Copepods from the Izu Region*. Parts 3-A, 3-B. 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. *Jour. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 57(1): 55-83.
- Van der Spoel, and Pierrot-Bults, A.C. (1979) Zoogeography of the Pacific Ocean. In S. van der Spoel & A.C. Pierrot Bults (Eds) *Zoogeography and Diversity in Plankton*. Bunge Scientifics Publs. Utrecht, Holanda. 293-327.
- Wisner, R.L. (1974) The Taxonomy and Distribution of Lanternfishes (Family Myctophidae) of the Eastern Pacific Ocean. *Navy Ocean Research and Development Activity Report*. 3: 1-229.
- 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, DF. 57pp.