

**PATRON DE CRECIMIENTO DE TRES ESPECIES DE EUFASIDOS  
(CRUSTACEA: EUPHAUSIACEA) DEL AREA DE  
ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO**

**GROWTH PATTERN OF THREE EUPHASIID SPECIES  
(CRUSTACEA: EUPHAUSIACEA)  
OFF ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO**

Gabriela Montemayor L.  
Secretaría de Pesca, CRIP  
Guaymas, Calle 20-605 sur  
Guaymas, Sonora 85400

Montemayor L. G. Patrón de crecimiento de tres especies de Eufásidos (Crustacea: Euphausiacea) del área de Ensenada, Baja California, México. Growth pattern of three Euphasiid species (Crustacea: Euphausiacea) off Ensenada, Baja California, México. *Ciencias Marinas* 13(1):52-60, 1987.

**RESUMEN**

Se analizaron dieciseis muestras de zooplancton obtenidas frente a las costas de Ensenada, Baja California, México. Se identificaron las especies de eufásidos así como los estadios de desarrollo de cada una de ellas. Las cuatro especies más importantes según el índice de valor biológico (IVB) fueron: *Nyctiphanes simplex*, *Nematoscelis difficilis*, *Euphausia pacifica* y *Thysanoessa gregaria*. El análisis de frecuencia de tallas en los estadios de desarrollo nos da información para conocer el patrón de crecimiento de estas especies.

**ABSTRACT**

Sixteen zooplankton samples obtained in front of the coasts of Ensenada, Baja California, México were analyzed. The euphausiids species and their developmental stage were identified. *Nyctiphanes simplex*, *Nematoscelis difficilis*, *Euphausia pacifica* and *Thysanoessa gregaria* were the most important species according to the biological value index (BVI). Analysis of the developmental stages and body length provides information to know more about the growth pattern of these species.

**INTRODUCCION**

La importancia de conocer el patrón de crecimiento en los organismos es poder determinar cuando alcanzan la madurez sexual, como y donde capturarlos y además poder establecer las posibles relaciones que existen entre especies o entre estadios de desarrollo de la misma especie analizada. Los movimientos de migración y su distribución ontogénica pueden ser también determinados mediante estudios y análisis de este tipo.

**INTRODUCTION**

One main reason to study the growth pattern of the organisms, could be to determine when they reach their sexual maturity, how and where to catch them and what kind of species are related to each other in each stage as well as to know more about the trophic relationships they support in their environment, besides the distribution and migration movements.

Los crustáceos son útiles para determinar cambios en parámetros hidrográficos debidos a corrientes o masas de agua oceánicas; algunas especies pueden ser consideradas como indicadoras de estos cambios (Brinton, 1957; 1962; 1979; Brinton y Townsend, 1980). Los eupáusidos como otros organismos, están relacionados con factores ambientales como temperatura, que varía de acuerdo a los patrones de circulación de las masas de agua en las cuales están distribuidos. Todas las especies de eupáusidos son marinas y holoplanctónicas (Brinton, 1960).

Se determinó la distribución de la frecuencia de tallas en los diferentes estadios de *Calyptopsis furcilia*, juveniles y adultos, en las 16 muestras analizadas.

## MATERIALES Y METODOS

El área de estudio se localiza frente al litoral de Ensenada, BC, México y forma parte de la Corriente de California. Es un área de surgencias bien definidas, principalmente en junio cuando los vientos del noroeste se sienten con gran intensidad desarrollando así una zona rica en nutrientes (Morales-Zúñiga, 1977).

Las estaciones de muestreo fueron los puntos 29 y 30 de la línea 100 del patrón básico CalCOFI, las cuales están localizadas a 31°42.2' N, 116°43.4' W y 31°40.6' N, 116°46.6' W respectivamente (Fig. 1). Las muestras fueron obtenidas por arrastres oblicuos con red de 1m de diámetro y .505mm de malla (Smith, 1974), desde 157m de profundidad en la estación 100.29 y 213m en la estación 100.30 durante ocho meses del año 1969.

Se obtuvieron alícuotas de 250ml (1/4 de la muestra total) por medio de un fraccionador Folsom (McEwen, et al., 1954); una vez separados todos los eupáusidos, fueron identificados a nivel de especie y se determinó el estadio de desarrollo de acuerdo con lo descrito por Boden (1950; 1951), Gopalakhrishnan (1973; 1974; 1975) y Knight

The crustaceans are one of the most important groups, as they are useful to determine changes of hydrographic parameters due to currents or oceanic water masses, since some species can be considered as indicators of those changes (Brinton, 1957; 1962; 1979; Brinton and Townsend, 1980).

In some way the euphausiids, as other organisms, are related to environmental factors as temperature, since this varies according to the circulation pattern of the water masses in which they are distributed. All euphausiid species are marine and holoplanktonic (Brinton, 1960).

In the present study, the size frequency distribution is determined for the different stages of *Calyptopsis furcilia*, juvenile and adult in the sixteen samples analyzed for the station 100.29 and 100.30 from the CalCOFI basic plan for the year 1969.

## MATERIALS AND METHODS

The particular study area is located in front of Ensenada, Baja California, México, and forms part of the California Current. This is a well defined upwelling area mainly in June when northwest winds blow with high intensity, thus developing this nutrient rich zone (Morales-Zúñiga, 1977).

The sampling stations were 29 and 30 from the 100 line of CalCOFI basic plan, which are located at 31°42.2'N , 116°43.4'W and 31°40.6'N , 116°46.6'W respectively (Fig.1). The samples were taken by oblique tows with a 1m mouth in diameter and .505mm mesh size net (Smith, 1974) from 157m at station 100.29 and 213m at station 100.30.

The samples were partitioned with a Folsom splitter (McEwen et al., 1954). Once separated all euphausiids were identified to species and development stage, according to Boden (1950; 1951), Gopalakhrishnan (1973; 1974; 1975) and Knight (1980). The total length of each individual has been taken from the top of the rostrum to the end of the telson.

(1980). La longitud total de cada individuo se tomó del extremo final del rostrum hasta el extremo final del telson.

Se realizaron análisis de frecuencia de tallas sólo para tres de las especies más importantes según el índice de valor biológico (IVB). El primero permite inferir acerca del ciclo de vida de las especies y el segundo resume la frecuencia de ocurrencia y abundancia para cada especie analizada (Sanders, 1960; Dobbs, 1981).

### RESULTADOS Y DISCUSION

Se identificaron nueve especies de eupásidos: *Euphausia pacifica*, *E. gibboides*, *E. eximia*, *Nematoscelis difficilis*, *Nyctiphanes simplex*, *Thysanoessa gregaria*, *T. spinifera*, *Stylocheiron affine* y *S. longicome*.

De acuerdo con el IVB (Tabla I), se determinó que las cuatro especies más importantes para ambas localidades de muestreo durante el año fueron: *E. pacifica*, *N. simplex*, *N. difficilis*, y *T. gregaria*; esta última es omitida en el análisis siguiente pues, aunque es considerada como típica del área (Esterly, 1914; Boden, 1950; Brinton, 1962) en esta revisión su máxima abundancia se concentró en el estadio furcilia tres, lo cual podría ser resultado de su distribución ya que sus formas juveniles y adultas se encuentran a mayor profundidad (Brinton, 1981). El análisis de frecuencia de tallas por estadio para cada especie durante el año, se resume en la Tabla II a,b, y c.

La figura 2, que corresponde a *N. simplex*, muestra el patrón de crecimiento para los estadios de desarrollo de esta especie, la cual según Boden (1951), tiene tres estadios en la fase calyptopsis, seis en furcilia, una en juvenil y una en adulto. Este último es considerado como tal cuando alcanza los siete mm en longitud (A. Townsend, comunicación personal). Todos los estadios de esta especie fueron observados, lo cual indica que tiene una distribución costera y una reproducción continua. Brinton (1981) la considerará como una especie Bajacaliforniana, la cual tiene su límite al norte hasta cerca de Punta Concepción.

Analysis of size frequencies and biological value index (BVI) were done, the former to know about the life history of the species, the latter summarizes the frequency of occurrence and abundance for each species (Sanders, 1960; Dobbs, 1981).

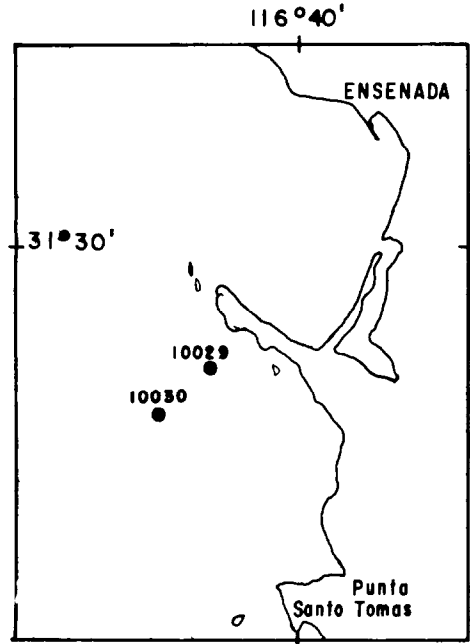


Figura 1. Estaciones de muestreo  
Figure 1. Sampling Stations

### RESULTS AND DISCUSSION

Nine euphausiid species were identified: *Euphausia pacifica*, *E. gibboides*, *E. eximia*, *Nematoscelis difficilis*, *Nyctiphanes simplex*, *Thysanoessa gregaria*, *T. spinifera*, *Stylocheiron affine* and *S. longicome*.

According to BVI Table I, it was determined that the four most important species for both sampling stations throughout the year are: *E. pacifica*, *N. simplex*, *N. difficilis*, and *T. gregaria*. Although the latter is considered typical for the area (Esterly, 1914; Boden, 1950; Brinton, 1962) in the particular case, its greater abundance concentrated in furcilia stage (three), which could be explained by the deeper distribution of juvenile and adult forms (Brinton, 1981). Because

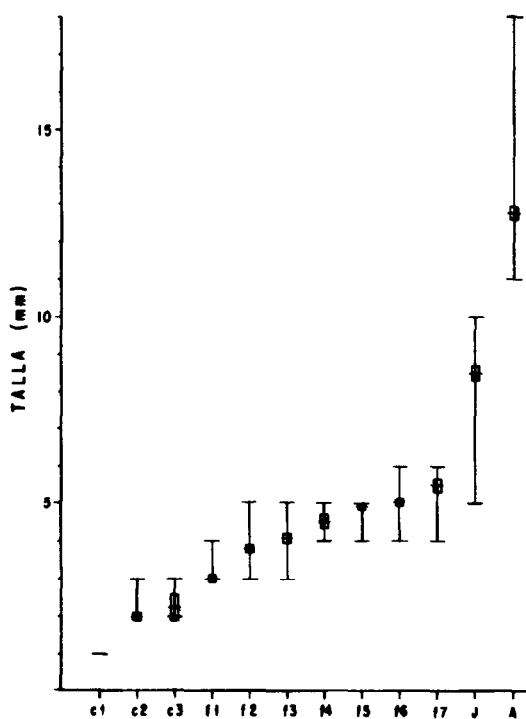


Figura 2.- *N. simplex*, Talla promedio, desviación típica e intervalos de confianza para cada estadio.

Figure 2.- *N. simplex*, Average size, typical deviation and confidence intervals for each stage.

La figura 3 muestra que *N. difficilis* alcanza su estado adulto a un ritmo más lento, ya que su intervalo de talla en estadio juvenil es más amplio, debido a su dimorfismo sexual, basado esencialmente en la forma y longitud del rostrum, considerándose adulto de los 15mm en adelante (A. Townsend, comunicación personal). Apparently this species realiza movimientos migratorios que obedecen a cambios de temperatura en el área; sin embargo, *N. difficilis* es considerada endémica para esta zona (Gopalakhrisnan, 1974) por lo que el desarrollo de sus larvas debe realizarse dentro del área. Además al observar todos los estadios en cada mes y en todas las muestras analizadas, se infiere que existe reproducción continua.

of it this specie is omitted in the next analysis. The size frequency analysis by stage for the year is summarized in Table II a, b and c.

Tabla I. Valor del IVB y orden de importancia de las nueve especies de eufásidos presentes en las muestras.

Table I. BVI value and order of importance of the nine species of euphausiid present in the samples

ORDEN	ESPECIE	IVB
1	<i>Nyctiphanes simplex</i>	50
2	<i>Nematoscelis difficilis</i>	44
3	<i>Euphausia pacifica</i>	43
4	<i>Thysanoessa gregaria</i>	39
5	<i>Stylocheiron longicorne</i>	10
6	<i>Thysanoessa spinifera</i>	6
7	<i>Euphausia gibboides</i>	6
8	<i>Stylocheiron affine</i>	4
9	<i>Euphausia eximia</i>	2

Figure 2 which corresponds to *N. simplex*, shows the growth pattern for the developmental stages of this species, which according to Boden (1951), has three calyptopsis, six furciliae, one juvenile and one adult; the latter is considered so when it has reached 7mm in length (A. Townsend, personal communication). As can be observed, all stages of this species were found, which indicates that it has mainly coastal distribution. Brinton (1981) considers it as a Baja Californian species whose northern limit is near Punta Concepción.

Figure 3 shows that *N. difficilis* reaches adult stage at a slower rate since its size range in the juvenile stage is wider because of its sexual dimorphism, based essentially in the shape and length of the rostrum, considering it as adult from 15mm of length (A. Townsend, personal communication). Apparently, this species displays migratory movements which obey to temperature changes in the area; however it is considered endemic for this zone (Gopalakhrisnan, 1974) thus indicating that its larval development must take place within the area, being possible to find any stage at the same time ( as it was true in the present study ).

Montemayor LG-Patrón de Crecimiento

**Tabla II.** Talla promedio  $\bar{x}$ (mm), desviación típica (S), intervalos de confianza al 95%, coeficiente de variación (CV), y número total de organismos para cada estadio (n) de las tres especies más importantes según IVB. a) *N. simplex*, b) *N. difficilis*, c) *E. pacifica*.

**Table II.** Average size  $\bar{x}$ (mm), typical deviation (S), confidence intervals at 95%, coefficient of variation (CV) and total number of the organisms for each stage (n) of the three most important species according to the BVI. a) *N. simplex*, b) *N. difficilis*, c) *E. pacifica*.

ESTADIO	$\bar{X}$	$X_{\min}$	$X_{\max}$	S	Int. Confianza		CV	n
					Inf.	Sup.		
a) c1	1.00	-	-	0.000	---	---	---	29
c2	1.91	1	2	0.285	1.84	1.99	14.93	57
c3	2.24	2	3	0.434	2.11	2.73	19.00	45
f1	2.98	2	4	0.257	2.95	3.00	9.00	540
f2	3.76	3	5	0.470	3.73	3.79	13.00	693
f3	4.64	3	5	0.490	4.27	4.41	11.23	186
f4	4.25	4	5	0.500	3.76	4.74	11.76	4
f5	4.74	3	5	0.480	4.63	4.85	10.01	72
f6	4.70	3	5	0.564	4.63	4.78	12.00	203
J	5.95	5	6	0.214	5.91	6.00	3.60	84
A	8.01	7	14	1.480	2.72	8.30	18.42	97
b) c1	1.25	1	2	0.452	0.994	1.506	36.18	12
c2	2.02	2	6	0.152	1.990	2.050	7.51	86
c3	3.02	2	4	0.399	2.942	3.098	13.22	101
f1	3.21	3	4	0.406	3.153	3.267	12.65	192
f2	3.72	3	5	0.474	3.625	3.800	12.72	157
f3	3.93	3	5	0.303	3.882	3.984	7.70	135
J	6.11	3	14	2.474	5.851	6.383	40.45	333
A	17.35	15	23	2.134	16.797	17.905	12.30	57
c) c1	1.00	-	-	---	---	---	---	2
c2	2.01	2	3	0.105	1.99	2.03	5.20	182
c3	2.25	2	3	0.463	1.93	2.57	20.57	8
f1	3.02	3	4	0.123	3.00	3.03	4.07	263
f2	3.80	3	5	0.414	3.76	3.83	10.89	498
f3	4.09	3	5	0.311	4.05	4.13	7.61	240
f4	4.53	4	5	0.510	4.36	4.69	11.18	36
f5	4.92	4	5	0.281	4.85	4.98	5.71	82
f6	5.05	4	6	0.284	4.98	5.12	5.63	61
f7	5.50	4	6	0.510	5.33	5.67	9.22	34
J	8.48	5	10	1.550	8.30	8.70	18.26	206
A	12.76	11	18	1.510	12.60	12.92	11.83	337

La distribución por talla para *E. pacifica* se observa en la figura 4. Para esta especie, al igual que para la anterior, se observaron movimientos en ciertos meses (octubre-enero) hacia áreas oceánicas y al norte del área de estudio (influenciados por las corrientes) (Brinton, 1960). Sin embargo, los estadios larvales de estos organismos han sido encon-

The size distribution for *E. pacifica* is showed in Figure 4. This species the same as *N. difficilis*, experiences northerly movements in certain months (October - January) towards oceanic areas (Brinton, 1960); however, the larval stages of these organisms are found almost continuously in the coastal margins (Knight, 1984). On the other hand Smiles and

trados de continuo en los márgenes costeros (Knight, 1984). Por otro lado Smiles y Pearcy (1971) reportan un rápido crecimiento y corto ciclo de vida para esta especie, a la que se considera adulto a partir de los 11mm de longitud (A. Townsend, comunicación personal).

Pearcy (1971), reports a fast growth and a short life cycle for this species, which is considered as adult at 11mm in length (A. Townsend, personal communication).

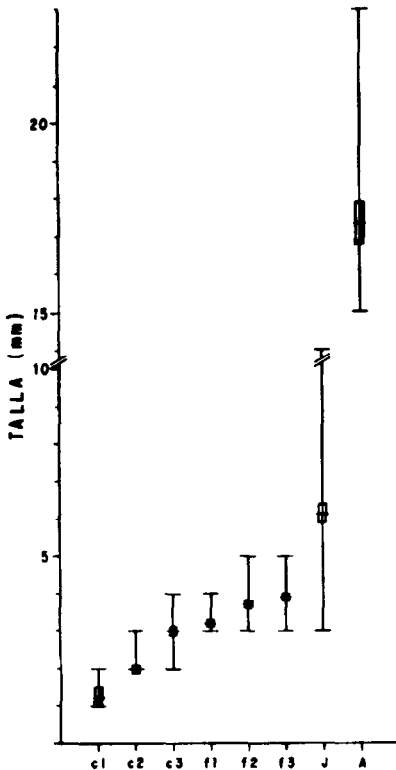


Figura 3.-*N. difficilis*, tallas promedio, desviación típica e intervalos de confianza para cada estadio.

Figure 3.-*N. difficilis*, average size, typical deviation and confidence intervals for each stage.

El patrón de crecimiento similar que se observa para las tres especies, se debe a que el último estadio de la fase furcilia parece no crecer considerablemente, sino que se diferencia básicamente por características morfológicas más que por la talla. A partir de aquí, se definen en juveniles y adultos solo por su incremento en talla.

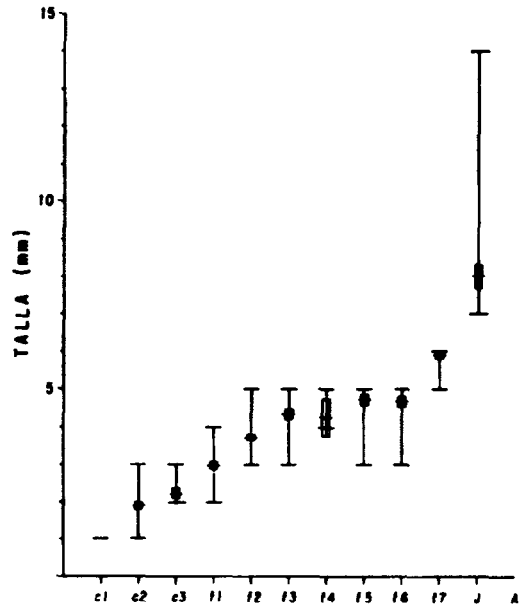


Figura 4.- *E. pacifica*. Tallas promedio, desviación típica e intervalos de confianza para cada estadio.

Figure 4.- *E. pacifica*. Average sizes, typical deviation and confidence intervals for each stage.

The similar growth pattern showed for the three species, is due to the fact that until the late furciliae stage apparently they do not grow considerably, as they differentiate basically by morphological characters rather than by size. From this moment on they are defined as juvenile and adult forms taking into account only their increasing size.

Considering that the main environmental factors, as temperature and food availability, have a strong influence on the development and growth, particularly in crustaceans Knight (1984), suggests that in general a poor food ratio, both in quality as in quantity, has effect on the intermolt period delaying it or accelerating it.

## Montemayor LG-Patrón de Crecimiento

Considerando que los principales factores ambientales, como temperatura y disponibilidad de alimento, tienen una fuerte influencia en el desarrollo y crecimiento de los crustáceos, Knigh (1984) sugiere que en general, una pobre ración de alimento tanto en calidad como en cantidad tienen efecto en el período de intermuda, retrasándolo o bien acelerándolo.

La Tabla II muestra que hubo pocos adultos en las muestras, lo que puede deberse a su distribución ya que las larvas no se dispersan tanto como los adultos, además de que éstos realizan el desove cerca de la costa y tienden a dispersarse hacia aguas oceánicas (Brinton, 1960). Por otro lado se ha considerado que el tipo de red CalCOFI no es tan eficiente como la red tipo Bongo para capturar adultos (Brinton y Townsend, 1981)

El intervalo de temperatura y salinidad superficiales en los ocho meses de muestreo, fueron para la estación 100.29: 10.8 °C a 17.5 °C y 33.4 ‰ a 33.6‰; mientras que para la estación 100.30 fueron de 12.5 °C a 18 °C y de 33.35‰ a 34.6‰, los cuales están dentro del rango normal registrado para esta área (Wyllie y Lynn, 1971).

### CONCLUSIONES

Las especies dominantes en este análisis fueron *Euphausia pacifica*, *Nematoscelis difficilis*, *Nyctiphanes simplex* y *Thysanoessa gregaria*.

Los intervalos de talla en fase furcilia, algunas veces se sobreponen ya que los caracteres morfológicos más que la talla son determinantes para colocarlos en uno u otro estadio de esa fase.

En relación a los adultos, su escasa aparición en las muestras puede deberse a dos causas: su distribución y el tipo de red utilizada en la toma de muestras.

### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es parte de una tesis de maestría realizada en el Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de

As Table II shows, there are few adults for each species, which can be interpreted as a less extensive dispersion of larvae than of adults, since spawning takes place near the coast, while the adult population disperses to oceanic waters (Brinton, 1960). Also, it has been considered that the 1m CalCOFI net is not as efficient as the Bongo net to catch euphausiid adults.

The temperature and salinity ranges for the eight sampling months were 10.8 °C to 17.5 °C and 33.4‰ to 33.6‰ for station 100.29 and 12.5 °C to 18 °C and 33.35 ‰ to 34.6 ‰ for station 100.30, these are within the normal range registered for this area (Wyllie and Lynn, 1971).

### CONCLUSIONS

*Euphausia pacifica*, *Nematoscelis difficilis*, *Nyctiphanes simplex* and *Thysanoessa gregaria* were the dominant species in the area for this survey.

The size ranges in the furciliae phase sometimes are overlapped since the morphological characters rather than size are determined to place them in one or another stage of this phase.

The limited number of adults may be because of their distribution and the net utilized in the samplings.

### ACKNOWLEDGMENTS

This paper is part of a master thesis done at Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada (CICESE). Thanks to Edward Brinton for his advice and Annie Townsend for her help. Also, to Miguel A. Cisneros for his contribution in the elaboration of this paper.

The author translated this paper to English.

Ensenada (CICESE). Se agradece la asesoría de Edward Brinton y Annie Townsend. A Miguel A. Cisneros por su colaboración en la realización de este trabajo.(traducción por el autor)

#### LITERATURA CITADA

BODEN, B.P. (1950) The post-naupliar stages of the crustacean *Euphasia pacifica*. Trans. Am. Microsc. Soc. 69(4): 373-386.

BODEN, B.P. (1951) The egg and larval stages of *Nyctiphanes simplex* a euphausiid crustacean from California. Proc. Zool. Soc. (Lond) 121, part (3): 515-527.

BRINTON, E. (1957) Distribution, Faunistics and Evolution of the Pacific Euphausiids. Doctoral Dissertation, Scripps Institute of Oceanography, University of California, 269 pp.

BRINTON, E. (1960) Changes in the distribution of euphausiids crustaceans in the region of the California Current. CalCOFI. Rep(7): 137-146.

BRINTON, E. (1962) Variable factors affecting the apparent range and estimated concentration of euphausiids in the North Pacific. Pacific Science 16(4): 374-408.

BRINTON, E. (1979) Parameters relating to the distributions of planktonic organisms, especially Euphausiids in the eastern tropical Pacific. Prog. Ocean. Bull. 189 pp

BRINTON, E. (1981) Euphausiid distribution in the California Current during the warm winter-spring of the 1977-78 in the context of a 1949-1966 time series. CalCOFI Rep. (22): 135-153.

BRINTON, E. and Townsend A.W. (1980) Euphausiids in the Gulf of California the 1957 cruises. CalCoFi Rep.(21): 211-236.

BRINTON, E. and Townsend A.W. (1981) A comparison of Euphausiid abundances from Bongo and 1-m CalCOFI nets. CalCOFI Rep. (22): 111-125.

DOBBS, F.C. (1981) Community Ecology of a shallow subtidal sand flat with amphipods on sediment reworking by *Climenella torquata* (Polychaeta: Maldonidae). Master Thesis. University of Connecticut, 104 pp.

ESTERLY, C. O. The vertical distribution and movements of the Schizopoda of the San Diego region. University of California Publ Zool 13(5): 123-145.

GOPALAKHRISNAN, K.(1973) Development and growth studies of the euphausiid *Nematoscelis difficilis* (Crustacea) based on rearing. Bull. Scripps, Institution of Oceanography. 20: 1-87.

GOPALAKHRISNAN, K. (1974) Zoogeography of the genus NEMATOSCELIS (Crustacea, Euphausiacea). Fish. Bull. 72(4): 1039-1074.

GOPALAKHRISNAN, K.(1975) Biology and taxonomy of the genus NEMATOSCELIS (Crustacea, Euphausiacea). Fish. Bull. 73(4): 797-814

KNIGHT, M.D. (1980) Larval development of *Euphausia eximia* (Crustacea, Euphausiacea) with notes of its vertical distribution and morphological divergence between populations. Fish. Bull. 78(2): 313-335.

KNIGHT, M.D. (1984) Variation in larval morphogenesis within the Southern California Bight Population of *Euphausia pacifica* from Winter through Summer, 1977-1978. CalCOFI Rep. 25.

McEWEN, G.F. Johnson M.W. and Folsom T.R. (1954) A Statistical Analysis of the Performance of the Folsom Splitter, Based Upon Test Observations. Arch Met. Geoph. Bioklim. Series A 7: 502-527.

McGOWAN, J. A. (1971) Oceanic Biogeography of the Pacific. in Funnell BM, Riedel W.R. (Editors): The Micropaleontology of Oceans. Cambridge University Press, Cambridge. pp 3-74.



## Montemayor LG-Patrón de Crecimiento

MORALES-ZUNIGA, C. (1977) Variaciones estacionales de la temperatura en la Bahía de Todos Santos, Baja California. *Ciencias Marinas* 4(1): 23-33.

SANDERS, (1960) Benthic Studies in Buzzards Bay in the Structure of the Soft-Bottom Community. *Limn. Ocean.* 5: 138-153.

SMITH, P. E. (1974) Distribution of zooplankton in the California Current Region, 1969. *CalCOFI Atlas* 20.

SMILES, M. C. and Percy W.G. (1971) Size structure and growth rate of *Euphausia pacifica* off the Oregon coast. *Fish. Bull.* 69(1): 287-400.

WYLLIE, J. G. and Lynn R.J. (1971) Distribution of temperature and salinity at 10 meters, 1960-1961, and mean temperature, salinity and oxygen at 150 meters, 1950-968, in the California Current. *CalCOFI Atlas* 15.