

BIOMASA Y COMPOSICION GENERAL DE LA COMUNIDAD DE ZOOPLANKTON EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B.C., MEXICO, DURANTE EL EVENTO DE EL NIÑO 1982-1983

ZOOPLANKTON BIOMASS AND COMMUNITY STRUCTURE IN TODOS SANTOS BAY, B.C., MEXICO, DURING THE 1982-83 EL NIÑO EVENT.

Ernestina Castro Longoria
M. Gregory Hammann

Centro de Investigación Científica y de
Educación Superior de Ensenada
División de Oceanología,
Apartado Postal 2732,
Ensenada, Baja California, México.
U.S. Mailing address: P.O. Box 4844, San Ysidro, Ca. 92073.

Castro Longoria, E. y Hammann, M.G. Biomasa y composición de la comunidad de zooplancton en la Bahía de Todos Santos, B. C., México, durante el evento de El Niño 1982-1983. Zooplankton biomass and community structure in Todos Santos Bay, B.C., Mexico, during the 1982-1983 El Niño event. *Ciencias Marinas*, 15(4):1-20, 1989.

RESUMEN

Se colectaron muestras mensuales de zooplancton durante el período octubre 1982 - septiembre 1983 en la Bahía de Todos Santos, B.C. Se estimó la biomasa en volumen desplazado, peso seco y peso orgánico, y se encontró una alta correlación positiva entre ellos. El valor promedio máximo de biomasa expresado en peso seco se encontró en el mes de agosto (10.75 mg.m^{-3}); el valor mínimo fue encontrado en el mes de marzo (1.52 mg.m^{-3}). La abundancia promedio se presentó en un intervalo de 45.17 a 367.7 org.m^{-3} en los meses de octubre 1982 y julio de 1983 respectivamente. Los grupos taxonómicos más dominantes en abundancia relativa a lo largo del ciclo anual fueron los copépodos calanoides (56%), los chaetognatos (7.5%) y las larvas de eufásidos (7.2%). Se aplicaron los análisis no-paramétricos Friedman y Wilcoxon para probar la significancia de cambios temporales en la estructura y estabilidad de la comunidad. Aunque la biomasa y abundancia de zooplancton estuvieron distribuidos heterogéneamente en la bahía, la composición general de la comunidad fue estable con el tiempo a pesar de cambios significativos en los grupos raros y poco abundantes. En la Bahía de Todos Santos, se vió un decremento en la biomasa de zooplancton con el evento de El Niño del 1982-1983.

ABSTRACT

Monthly zooplankton samples were collected from October 1982 to September 1983 in Todos Santos Bay, B.C. A high positive correlation was found between estimates of total biomass in terms of displacement volume, dry weight and organic weight. The maximum average zooplankton biomass in dry weight was estimated in August 1983 (10.75 mg.m^{-3}); the minimum was found in March (1.52 mg.m^{-3}). Average total abundance ranged from 45.1 to 367.7 org.m^{-3} in October 1982 and July 1983, respectively. The dominant taxonomic groups in the zooplankton community were calanoid copepods (56%), chaetognaths (7.5%), and euphausiid larvae (7.2%). The non-parametric tests Friedman and Wilcoxon were applied to test for significance in temporal changes in the zooplankton community structure and stability. Although zooplankton biomass

and abundance were distributed heterogeneously in the bay, the overall community structure was temporarily stable even though there were significant changes in the rare, low abundance groups. In Todos Santos Bay, a decrease in zooplankton biomass was observed with the 1982-1983 El Niño event.

INTRODUCCION

El zooplancton ha sido reconocido como un importante eslabón en la trama trófica acuática; tiene una gran influencia en los procesos de transferencia de energía de la producción primaria a niveles tróficos superiores (Margalef, 1977). El zooplancton sirve como alimento a la gran mayoría de larvas y juveniles de peces, incluyendo a los adultos planctívoros de las comunidades neríticas (Blaxter y Holliday, 1963). Los miembros del zooplancton carnívoro son importantes depredadores de larvas y juveniles de peces (Alvaríño, 1976, 1985), y el zooplancton herbívoro es tradicionalmente considerado como un reductor de la abundancia de fitoplancton mediante el pastoreo (Griffiths y Caperon, 1979; Watras *et al.*, 1985).

Otro de los papeles importantes del zooplancton es el reciclaje de nutrientes, los cuales son liberados por el zooplancton de diferentes formas y sirven como alimento a la comunidad fitoplanctónica (Barry y Gen, 1968; Martin, 1968, 1970), a otros organismos zooplanctónicos (Paffenhofer y Knowles, 1979) y a los organismos coprófagos (Cowey y Corner, 1966; Honjo y Roman, 1978).

La zona costera se ha reconocido como área de reproducción y crianza de muchos organismos, incluyendo peces (Cushing, 1975). Aunque en zonas oceánicas se han realizado diversos estudios acerca del zooplancton, los patrones de distribución del zooplancton han sido pobremente estudiados en zonas costeras como bahías y lagunas costeras; menos aún se han estudiado los mecanismos que regulan la distribución y biomasa (Gardner, 1982).

Grijalva Chon (1986) estudió, en la Bahía de Todos Santos, B.C., la relación entre el ictioplancton y los copépodos *Labidocera* spp y los quetognatos *Sagitta* spp, y concluyó que la presión de depredación por estos organismos limita la abundancia de los estadios tempranos de los peces en esta zona.

INTRODUCTION

The zooplankton has been recognized as an important link in the aquatic food web; it exerts a great influence over the processes of energy transfer from primary production to superior trophic levels (Margalef, 1977). This energy transfer is important in the feeding of larvae and juveniles of many species of marine fishes, and the planktivorous adult fishes of neritic communities (Blaxter and Holliday, 1963). Carnivorous zooplankton species are important predators of fish larvae and juveniles (Alvaríño, 1976, 1985), and herbivorous zooplankton has traditionally been considered a reducer of phytoplankton abundance through the process of grazing (Griffiths and Caperon, 1979; Watras *et al.*, 1985).

Another important role of the zooplankton is that of nutrient recycling; nutrients are liberated in different forms that can be assimilated by phytoplankton cells (Barry and Gen, 1968; Martin 1968, 1970), consumed by other zooplankters (Paffenhofer and Knowles, 1979), and eaten by coprophagous organisms (Cowey and Corner, 1966; Honjo and Roman, 1978).

Coastal zones have been recognized as reproduction and nursery areas for many marine organisms, including fishes (Cushing, 1975). Although much research on zooplankton has been carried out in oceanic zones, their distribution patterns and biomass have been poorly evaluated in coastal areas such as bays and coastal lagoons; even less has been studied on those mechanisms that regulate zooplankton biomass and distribution (Gardner, 1982).

Grijalva-Chon (1986), in a study on the relationship between the abundances of northern anchovy larvae and the predatory copepod *Labidocera* spp and chaetognath *Sagitta* spp in Todos Santos Bay, concluded that predation pressure by these organisms may limit the abundance of these early life stages when within the bay.

Jiménez Pérez *et al.* (1985) encontraron que el factor más importante que influyó en la abundancia de huevos y estadios larvales de la anchoveta norteña (*Engraulis mordax*) en la zona costera de playa San Ramón, B.C., fue la presencia de depredadores tales como medusas, quetognatos y sifonóforos.

La Bahía de Todos Santos es una importante zona de vivero para las larvas de peces (Castro-Longoria, 1986). Mediante el análisis de los tractos digestivos de larvas de *Engraulis mordax*, *Genyonemus lineatus* e *Hypsoblennius* spp, se encontró que la incidencia de alimentación dentro de la bahía fue más grande que la reportada para otras áreas, y que la dieta de estos organismos consistió principalmente en huevos y nauplios de copéodos, y huevos de invertebrados.

Alfonso-Hernández *et al.* (1987) reportaron la biomasa y estructura de comunidad del zooplancton suprabentónico en la Bahía de Todos Santos durante otoño 1986 e invierno 1987, y encontraron una gran biomasa de zooplancton cerca del fondo. Jiménez-Pérez *et al.* (1988), reportaron los resultados de una colecta de zooplancton el día 12 de febrero de 1987, en cinco estaciones sobre un transecto alejándose del puerto de Ensenada, en la Bahía de Todos Santos. Se encontró un promedio de 1593 org.m⁻³ en abundancia, y 10.4 mg.m⁻³ en biomasa por peso seco, y que el grupo dominante fue el de los copéodos.

El presente es el primer trabajo que describe las variaciones en espacio y tiempo de la biomasa y estructura de la comunidad de los principales grupos taxonómicos del zooplancton en la Bahía de Todos Santos, un cuerpo de agua semi-protégido en la costa norte de Baja California, México.

AREA DE ESTUDIO

La Bahía de Todos Santos, Baja California, se encuentra entre 31°43' y 31°54'N; y 116°36' y 116°49'O (Fig. 1), con un área aproximada de 116km². Aproximadamente un 80% del área de fondo se encuentra a menos de 50m de profundidad, y el resto forma parte del angosto cañón submarino de Todos Santos y Punta Banda, con salida al SO (Secretaría de Marina, 1974). Los datos de temperatura del agua fueron tomados de Grijalva-Chon *et*

Jiménez-Pérez *et al.* (1985) found that the factor that most influenced the abundance of eggs and larvae of northern anchovy (*Engraulis mordax*) in the coastal zone of San Ramón Beach, B.C., was the presence of zooplankton predators such as medusae, chaetognaths and siphonophores.

Todos Santos Bay is an important nursery zone for fish larvae, and, as measured by the presence of food particles in the digestive tracts of northern anchovy, white croaker (*Genyonemus lineatus*) and *Hypsoblennius* spp, a greater degree of feeding incidence was reported within the bay than for other areas (Castro-Longoria, 1986). It was also determined that the diet of these species consisted principally of copepod eggs and nauplii, and eggs of other invertebrates.

Alfonso-Hernández *et al.* (1987) reported the biomass and community structure of the suprabenthic zooplankton in Todos Santos Bay during fall 1986 and winter 1987, and found a large biomass of zooplankton near the bottom. Jiménez-Pérez *et al.* (1988), reported the results of a zooplankton collection on February 12, 1987, from five stations on a transect perpendicular to the coast at the port of Ensenada, in Todos Santos Bay. In that study, an average abundance of 1593 org.m⁻³, and biomass in dry weight of 10.4 mg.m⁻³ were found, and the dominant taxonomic group was that of the copepods.

This paper reports the results of the first study on the temporal and spatial variation of zooplankton biomass and community structure as described by principal taxonomic groups, in Todos Santos Bay, a semi-protected body of water on the northern Pacific coast of Baja California, Mexico.

STUDY AREA

Todos Santos Bay, Baja California, is located between 31°43' and 31°54'N, and 116°36' and 116°49'W (Fig. 1), with a surface area of approximately 116Km². About 80% of the bay is less than 50m deep, and the rest forms part of the narrow Todos Santos-Punta Banda submarine canyon, at the southwest entrance to the bay (Secretaría de Marina, 1974). Temperature data were taken from Grijalva-Chon *et al.* (1985), where the bay

al. (1985) donde se dividió la bahía en tres regiones (interna, de transición y externa), de acuerdo a sus características generales de temperatura y transparencia del agua.

En la Bahía de Todos Santos existen dos corrientes superficiales. En la parte norte el sentido de la corriente es predominantemente hacia el sureste paralelo a la costa; en la zona sur, el sentido es hacia la barra del Estero de Punta Banda, ambos hacia el interior de la bahía (Alvarez-Sánchez, 1971, 1977; Aranda-Manteca, 1983; Durazo-Arvizu, 1983; Hernández-Walls, 1986; Méndez-Arriaga, 1982).

Alvarez-Sánchez *et al.* (1988) encontraron que en promedio el ingreso de agua de las dos entradas a la bahía, generan dos corrientes paralelas a las costas sur y norte, que convergen adyacente a la boca del Estero de Punta Banda. En la región sur se encontró una corriente subsuperficial a 10m de profundidad con la misma dirección de la corriente superficial, hacia la barra del estero (Pérez-Carlos, 1983).

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se efectuó mediante análisis de muestras del zooplancton colectadas mensualmente desde octubre de 1982 hasta septiembre de 1983 (el mes de febrero no se pudo muestrear por mal tiempo). Se eligieron siete estaciones (Fig. 1), y se hicieron arrastres horizontales de diez minutos a 5 y 15m de profundidad con una red cilindro-cónica de 55cm de diámetro de boca y 505 micras de luz de malla.

El ictioplancton de todas las muestras fue previamente separado; ésta fracción representó aproximadamente el 2.8% de la abundancia total (0.5% larvas y 2.3% huevos). Para mayores detalles del diseño experimental, la toma de muestras y de los resultados de la fracción de ictioplancton ver Grijalva-Chon (1985).

Las muestras colectadas a 5 y 15m se mezclaron para representar mejor la composición general y biomasa del zooplancton en la columna de agua. Las estimaciones de biomasa total fueron obtenidas mediante los métodos de volumen desplazado, peso seco, y

was divided into three regions (internal, central-transition, and external), in agreement with the general characteristics of temperature and water transparency.

Two dominant circulation patterns have been described for Todos Santos Bay. In the northern part of the bay, the circulation is predominately toward the southeast, parallel to the coast, and in the southern region, the current moves toward the sandbar of Estero de Punta Banda (Alvarez-Sánchez, 1971, 1977; Aranda-Manteca, 1983; Durazo-Arvizu, 1983; Hernández-Walls, 1986; Méndez-Arriaga, 1982).

Alvarez-Sánchez *et al.* (1988) found that on the average, the input of water at the two entrances of the bay generates two currents parallel to the southern and northern coasts, which converge adjacent to the mouth of Estero de Punta Banda. In the southern area of the bay, a sub-surface current at 10m depth was found moving in the same direction as that of the surface current (Pérez-Carlos, 1983).

MATERIALS AND METHODS

Monthly zooplankton samples were collected during October 1982 to September 1983 (February was not sampled due to poor weather) from seven stations in Todos Santos Bay (Fig. 1). Horizontal tows were taken for ten minutes at 5 and 15m depths with a 55cm mouth diameter, 505 micron mesh cylindrical-conical plankton net.

The ichthyoplankton was previously separated from the sample; this fraction represented approximately 2.8% of the total abundance (0.5 and 2.3% larvae and eggs, respectively). For more details on the experimental design, sampling procedures and the results of the ichthyoplankton fraction, see Grijalva-Chon (1985).

The samples from 5 and 15 meters were mixed to better represent the biomass and general species composition of the water column. Biomass estimates were by displacement volume, dry weight, and ash-free dry weight (organic weight) (Lovegrove, 1966; Le Borgne, 1971; Beers, 1976; Omori and Ikeda, 1984). Organisms of each major taxo-

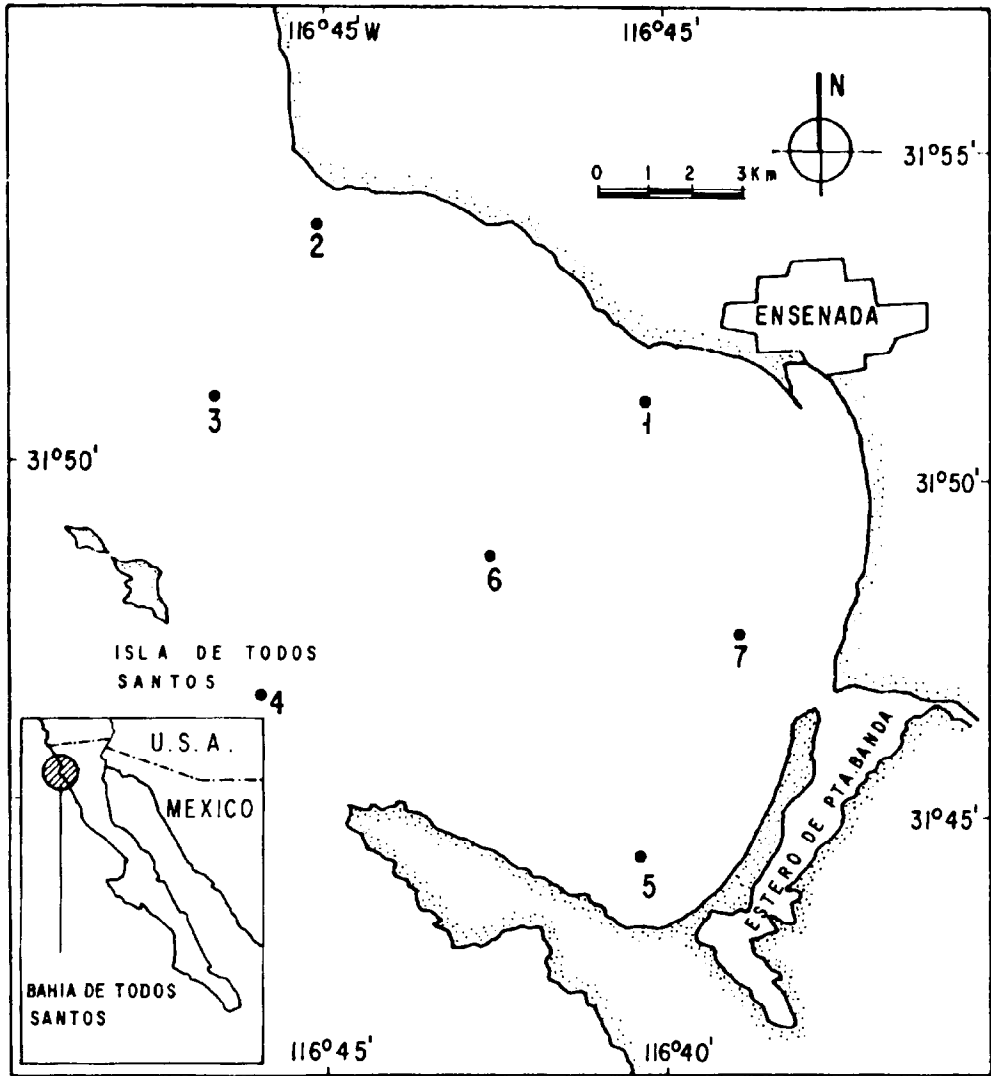


Figura 1. Localización de las estaciones de colecta de zooplancton en la Bahía de Todos Santos.
Figure 1. Location of the zooplankton collection stations in Todos Santos Bay.

peso seco libre de cenizas (peso orgánico) (Beers, 1976; Le Borgne, 1971; Lovegrove, 1966; Omori e Ikeda, 1984). Además se efectuó conteo de organismos por grupos taxonómicos para determinar la composición por taxa general de la comunidad de zooplancton a lo largo del año. Para ésto se calculó la abundancia relativa anual y el Índice de Valor Biológico (IVB) al 90% (Sanders, 1960).

nomie group were counted to determine the general composition of the zooplankton community throughout the year. The annual relative abundance of each group, and the Index of Biological Value (IBV) (Sanders, 1960) at 90% were calculated.

To test for significant temporal changes in community structure, we used the Fried-

Para probar la significancia de los cambios temporales en la estructura de la comunidad, se usó el análisis de varianza no-paramétrico Friedman que compara los promedios mensuales de intervalos (Sokal y Rohlf, 1981). Se propone que el promedio mensual de intervalos es un buen descriptor de la comunidad, que toma en cuenta la riqueza específica, la abundancia relativa y el porcentaje de aparición de cada especie.

La comparación de la ordenación en intervalos de taxa provenientes de la abundancia relativa y el IVB puede sugerir la estabilidad general de la comunidad (comunicación personal Anamaria Escofet G., CICESE). Para esto, se usó la prueba de intervalos no-paramétrico Wilcoxon (Sokal y Rohlf, 1981).

RESULTADOS

La distribución general espacial de la biomasa del zooplancton en la Bahía de Todos Santos, se encontró concentrada en una banda que va desde la boca norte al rincón sureste, abarcando las estaciones 2, 3, 5 y 6 (Fig. 2). Las estaciones al interior y al exterior de ésta banda tuvieron valores de biomasa promedio en peso seco menores de 3.01 mg.m^{-3} con el valor mínimo (2.66 mg.m^{-3}) en la estación 1 frente a Punta Morro (Tabla I, Fig. 2). En general se obtuvieron valores de biomasa menores de 11 mg.m^{-3} a lo largo del ciclo muestreado, con un coeficiente de variabilidad (CV) general de 104.68% y una gran variación con respecto al valor promedio de localidad (Tabla I), y mes de muestreo (Tabla II).

Se observaron tres valores altos en volumen desplazado en los meses de noviembre ($15.04 \text{ ml.100m}^{-3}$), julio ($16.05 \text{ ml.100m}^{-3}$) y agosto ($16.98 \text{ ml.100m}^{-3}$) (Tabla II, Fig. 3a). Sin embargo por peso seco, peso orgánico y abundancia respectivamente, se observaron sólo dos valores altos en julio (9.46 y 9.02 mg.m^{-3} , y $367.70 \text{ org.m}^{-3}$) y en agosto (10.75 y 10.26 mg.m^{-3} y $361.63 \text{ org.m}^{-3}$) (Tabla II, Figs. 3a,b). La abundancia promedio mínima encontrada fue durante el mes de octubre con 45.17 org.m^{-3} .

La biomasa y abundancia del zooplancton tuvieron en general un CV muy alto a lo largo del año (Tabla II, Fig. 3c), pero en

man non-parametric analysis of variance which compares the monthly average ranks (Sokal and Rohlf, 1981). We propose that the monthly average rank is a good measure of community structure, which considers species richness and evenness (abundance), and the percent occurrence of each species.

A comparison of the rank orders derived from the annual relative abundance and the IBV can be interpreted as a measure of general community stability (Personal communication Anamaria Escofet, CICESE). To test for the significance of that comparison, the Wilcoxon rank test was used (Sokal and Rohlf, 1981).

RESULTS

The general spatial distribution of the zooplankton biomass in Todos Santos Bay, was found to be concentrated in a band from the northern mouth of the bay to the southern corner, including stations 2, 3, 5 and 6 (Fig. 2). The stations to the interior and exterior of this band showed average dry weight biomass estimates lower than 3.01 mg.m^{-3} with the minimum (2.66 mg.m^{-3}) at station 1, in front of Morro Point (Table I, Fig. 2). In general, less than 11 mg.m^{-3} was observed year round. The coefficient of variation (CV) overall was 104.68%, and large variability was observed around the station (Table I) and monthly (Table II) means.

Three highs in displacement volume were observed in November ($15.04 \text{ ml.100m}^{-3}$), July ($16.05 \text{ ml.100m}^{-3}$) and August ($16.98 \text{ ml.100m}^{-3}$) (Table II, Fig. 3a). Nevertheless, only two highs were observed in dry weight, organic weight and abundance, respectively, in July (9.46 and 9.02 mg.m^{-3} , and $367.79 \text{ org.m}^{-3}$), and in August (10.75 and 10.26 mg.m^{-3} , and $361.63 \text{ org.m}^{-3}$) (Table II, Figs. 3a,b). The minimum abundance was estimated in October with 45.17 org.m^{-3} .

In Todos Santos Bay, zooplankton biomass and abundance, in general, showed great variability throughout the year (Table II, Fig. 3c), but in November 1982 and September 1983, the CV was the lowest calculated for all four variables. For displacement volume, the CV was also low in March, and for abundance, in April. The

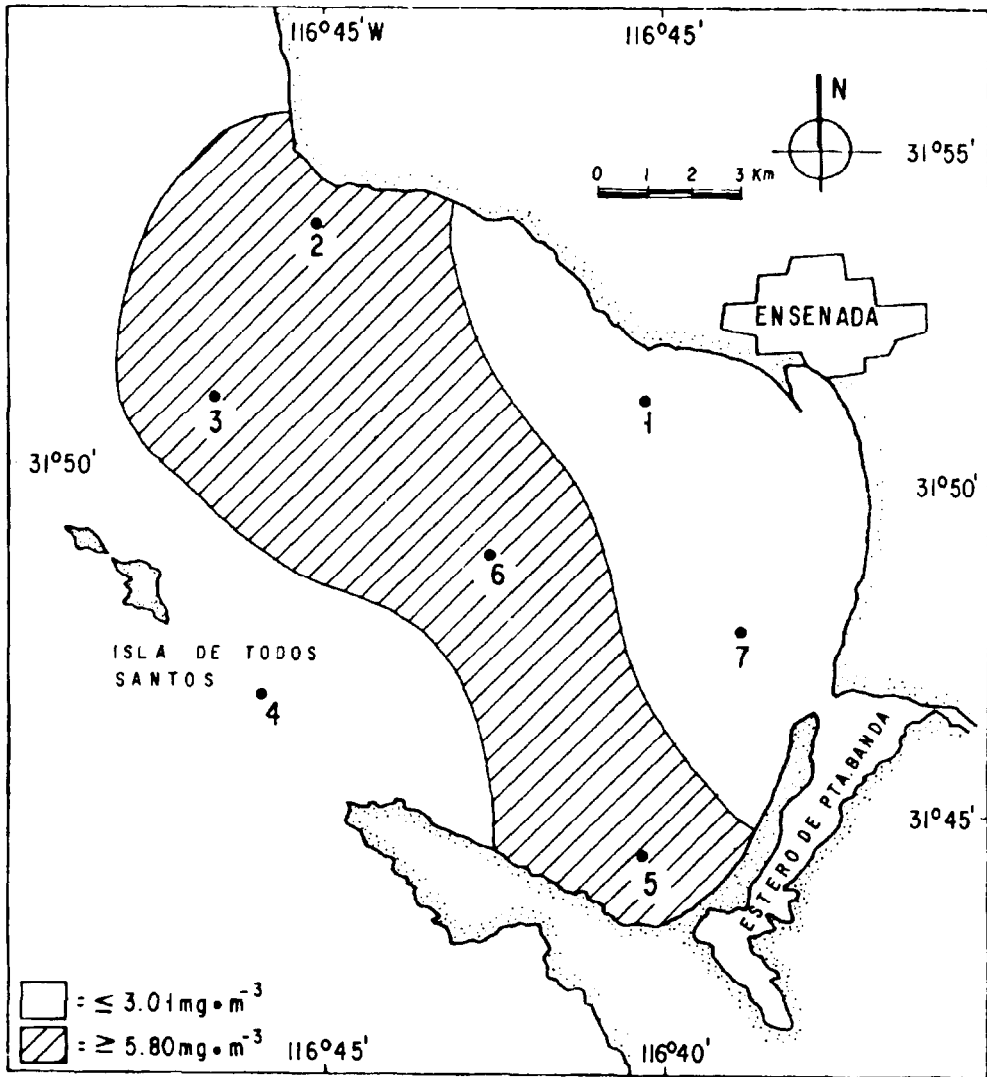


Figura 2. Distribución espacial de biomasa promedio en peso seco del zooplancton en la Bahía de Todos Santos.

Figure 2. Spatial distribution of average zooplankton biomass in dry weight in Todos Santos Bay.

noviembre de 1982 y en septiembre de 1983 dicho coeficiente fue menor para las cuatro variables estimadas. Para el volumen desplazado, el CV también bajó en marzo de 1983, y para la abundancia en abril. La biomasa del zooplancton estimada mediante los tres diferentes métodos utilizados siguió un patrón espacio temporal similar (Fig.4a), con un coeficiente de correlación significativamente positivo (Tabla III).

zooplankton biomass as estimated by the three methods showed similar spatio-temporal patterns (Fig. 4a), and were significantly positively correlated (Table III).

Most of the total zooplankton abundance was represented by calanoid copepods, with a spatio-temporal pattern highly correlated ($\rho=0.866$) to that of the total abundance (Fig. 4b) and biomass (Table III). No

Tabla I. Promedio, desviación estandar y coeficiente de variabilidad de la biomasa y abundancia numérica del zooplancton en las siete estaciones de la Bahía de Todos Santos.

Table I. Station average, standard deviation and coefficient of variation for zooplankton biomass and numerical abundance in the seven stations in Todos Santos Bay.

Estación		Volumen Desplazado (ml.100m ⁻³)	Peso Seco (mg.m ⁻³)	Peso Orgánico (mg.m ⁻³)	Abundancia Total (#.m ⁻³)
1	\bar{x}	6.72	2.66	2.52	162.56
	S	6.88	4.01	4.01	192.28
	CV	102.33	150.28	158.71	118.27
2	\bar{x}	12.98	6.19	5.86	285.06
	S	11.45	6.42	6.40	269.69
	CV	88.25	103.78	109.71	94.60
3	\bar{x}	11.98	7.01	6.63	194.07
	S	6.60	4.31	4.28	109.56
	CV	55.12	61.60	64.64	56.45
4	\bar{x}	6.92	2.80	2.64	122.28
	S	5.92	2.28	2.27	104.93
	CV	85.48	81.57	85.94	85.81
5	\bar{x}	11.62	5.99	5.50	219.03
	S	9.49	7.06	7.11	207.02
	CV	81.72	117.84	129.14	94.52
6	\bar{x}	11.76	5.78	5.42	221.52
	S	6.12	3.73	3.66	115.23
	CV	52.01	64.58	67.49	52.01
7	\bar{x}	6.01	3.01	3.24	186.84
	S	3.89	2.86	2.62	164.95
	CV	64.73	95.25	80.65	88.28

La mayor parte de la abundancia total estuvo constituida por los copépodos calanoides, encontrándose que la variación en espacio y tiempo siguió un patrón muy similar al total (Fig. 4b). La abundancia de copépodos calanoides estuvo altamente correlacionada con la abundancia total ($\rho=0.866$) y la biomasa (Tabla III). No se encontró ninguna correlación significativa entre la temperatura superficial del agua, biomasa, abundancia total y abundancia de copépodos calanoides estimada para la Bahía de Todos Santos (Tabla III).

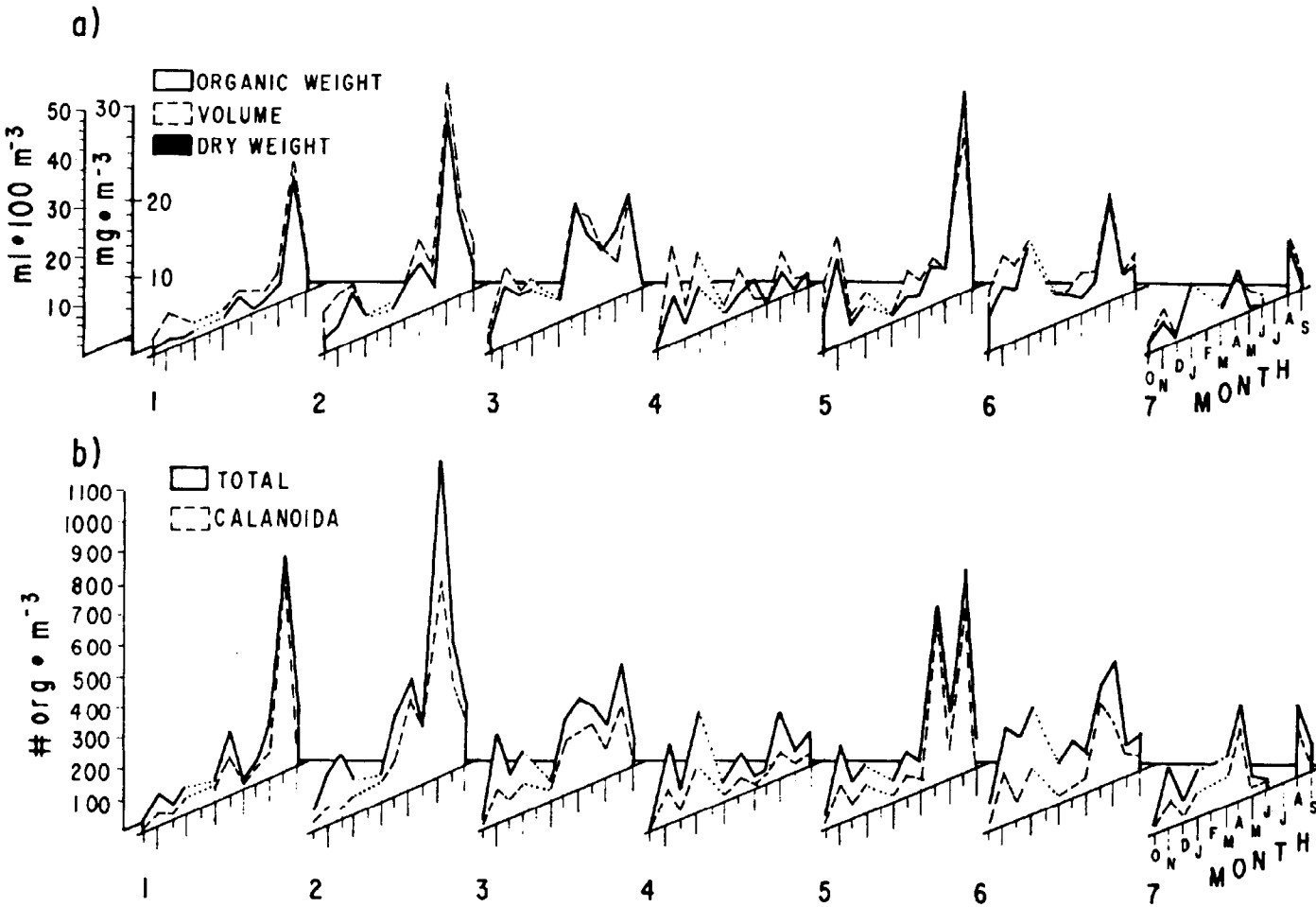
correlation was found between the surface temperature, zooplankton biomass and total abundance and copepod abundance (Table III).

In general, the zooplankton community changed significantly during the 12 month period studied (ANOVA Friedman=31.17, $P=5.49 \times 10^{-4}$). The majority of the taxa were quite variable in abundance and frequency of occurrence, although some were present all year (Table IV). Although a total of 28 taxa

Tabla II. Promedio, desviación estandar y coeficiente de variabilidad de la biomasa y abundancia numérica mensual del zooplancton de la Bahía de Todos Santos.

Table II. Monthly average, standard deviation and coefficient of variation for the biomass and numerical abundance of zooplankton in Todos Santos Bay.

Meses		Volumen Desplazado (ml.100m ⁻³)	Peso Seco (mg.m ⁻³)	Peso Orgánico (mg.m ⁻³)	Abundancia Total (#.m ⁻³)
Oct.	\bar{x}	6.66	2.13	1.95	45.17
	S	4.72	2.00	1.84	27.20
	CV	70.87	93.80	94.30	61.31
Nov.	\bar{x}	15.04	6.00	5.67	231.05
	S	6.30	3.55	3.36	78.00
	CV	41.88	59.13	59.25	33.75
Dic.	\bar{x}	7.86	2.77	3.38	133.76
	S	4.90	2.85	2.77	81.05
	CV	62.34	102.78	81.95	50.66
Enero	\bar{x}	10.28	5.68	5.29	201.31
	S	5.88	3.45	3.19	102.00
	CV	57.19	60.67	60.30	60.59
Marzo	\bar{x}	4.12	1.52	1.47	89.02
	S	1.28	1.09	1.06	40.30
	CV	31.06	71.71	74.12	45.26
Abril	\bar{x}	10.08	5.29	4.94	218.91
	S	5.43	4.32	4.06	69.00
	CV	53.86	81.66	82.18	31.51
Mayo	\bar{x}	8.82	3.82	3.64	141.32
	S	6.61	3.68	3.49	135.00
	CV	74.94	96.33	95.87	95.52
Junio	\bar{x}	6.39	2.83	2.68	216.89
	S	3.69	2.54	2.45	194.00
	CV	57.74	89.75	91.41	89.44
Julio	\bar{x}	16.05	9.46	9.02	367.70
	S	15.30	8.50	8.05	334.00
	CV	95.32	89.85	89.24	90.83
Ago.	\bar{x}	16.98	10.75	10.26	361.63
	S	11.60	8.75	8.35	253.00
	CV	68.31	81.32	81.37	69.96
Sep.	\bar{x}	5.94	2.34	2.25	132.67
	S	2.24	0.93	0.90	59.10
	CV	37.71	39.91	39.84	44.54



STATION **Figura 3.** Zooplankton en la Bahía de Todos Santos, por localidad y mes. a) Biomasa en peso orgánico (peso seco libre de cenizas), volumen desplazado y peso seco; b) Abundancia total y del grupo Calanoida.

Figure 3. Zooplankton in Todos Santos Bay, by locality and month. a) Biomass in organic weight (ash-free dry weight), displacement volume and dry weight; b) total and calanoid copepod abundance.

Tabla III. Correlaciones rho de Spearman entre la biomasa de zooplancton, abundancia numérica y la temperatura superficial del agua en la Bahía de Todos Santos.

Table III. Spearman correlations (rho) between the zooplankton biomass, numerical abundance and surface water temperature in Todos Santos Bay.

	Volumen	Peso Seco	Peso Orgánico	Abundancia Total	Abundancia Copépodo Calanoida	Temperatura
Volumen	1	0.906 ***	0.902 ***	0.743 ***	0.696 ***	0.037
Peso seco		1	0.999 ***	0.806 ***	0.761 ***	-0.005
Peso Orgánico			1	0.802 ***	0.760 ***	-0.005
Abundancia total				1	0.866 ***	-0.021
Abundancia Copépodo Calanoida					1	-0.068
Temperatura						1

*** Altamente significativo: $P < 0.001$

En general, la comunidad zooplanctónica de la Bahía de Todos Santos cambió significativamente durante el período de 12 meses estudiado (ANOVA Friedman = 31.17, $P = 5.49 \times 10^{-4}$). La mayoría de taxa fueron muy variables en su abundancia y ocurrencia, aunque algunos de ellos aparecieron durante todo el año (Tabla IV). Aunque un total de 28 taxa estuvieron separados, un promedio de 20.45 ± 2.02 grupos se presentaron cada mes; en junio, sólo 16 de los 28 fueron encontrados (Tabla IV).

El 95% de la abundancia total estuvo compuesto por ocho grupos taxonómicos. A pesar de que los órdenes de intervalos determinados por abundancia relativa y por el IBV fueron muy similares, no se encontró una diferencia significativa entre ellos (Wilcoxon prueba de intervalos $P = 0.866$). El grupo más dominante fueron los copépodos calanoides (56.32%), el segundo grupo en importancia fueron los chaetognatos (7.58%), enseguida las larvas de eufásidos (7.21%), *Evadne* spp (6.06%), los sifonóforos (5.53%), larvacea (4.98%), braquiuros (4.44%) y los briozoarios (2.54%) (Tabla IV).

were separated, an average of 20.45 ± 2.02 groups were present each month; in June, only 16 of the 28 were found (Table IV).

Ninety-five percent of the total abundance was composed by eight taxonomic groups. Although the rank orders of the groups as determined by relative abundance or by the IBV were not identical (Table IV), no significant differences were found between them (Wilcoxon rank test $P = 0.866$). The most dominant taxa were calanoid copepods (56.32%); the second most abundant group were chaetognaths (7.58%). These two groups were followed by euphausiid larvae (7.21%), *Evadne* spp (6.06%), siphonophores (5.53%), larvaceans (4.98%), brachyurans (4.44%), and bryozoans (2.54%) (Table IV).

The period of maximum copepod abundance was during the summer, while that of the chaetognaths was during winter. Euphausiid larvae were most abundant during Fall-Winter, and the siphonophores were most abundant in November and April (Table IV).

DISCUSSION

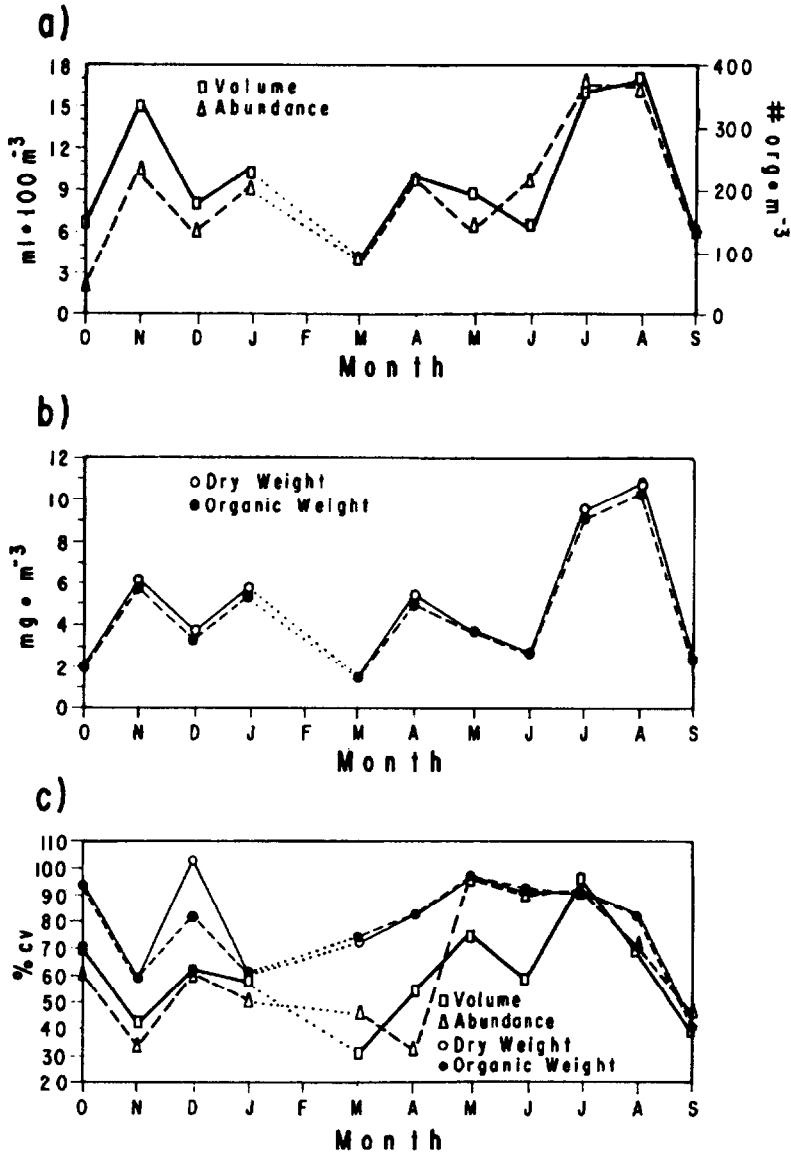


Figura 4. Zooplankton en la Bahía de Todos Santos. a) Promedio mensual de volumen desplazado y abundancia total; b) promedio mensual de peso seco y peso orgánico (peso seco libre de cenizas); c) Coeficiente de variabilidad de volumen desplazado, abundancia total, peso seco y peso orgánico.

Figure 4. Zooplankton in Todos Santos Bay. a) Monthly average displacement volume and total abundance; b) monthly average dry and organic weight; c) Coefficient of Variation for displacement volume, total abundance, dry weight and organic weight.

Tabla IV. Promedio de abundancia mensual, porcentaje de abundancia relativo anual e Intervalo de Índice de Valor Biológico de los grupos taxonómicos del zooplancton de la Bahía de Todos Santos, B.C., ($\# \cdot m^{-3}$). * = < 0.01%.

Table IV. Monthly average abundance, annual percent relative abundance and the of the Index of Biological Value Rank of the taxonomic groups of zooplankton found in Todos Santos Bay, B.C., ($\# \cdot m^{-3}$). * = < 0.01%.

Grupo	Oct.	Nov.	Dic.	Enero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	%Total	IVB
Calanoida	12.70	104.19	34.61	103.67	33.74	115.42	84.54	185.03	196.41	268.07	60.57	56.32	1
CHAETOGNATA	6.46	23.74	29.10	21.74	9.85	13.88	12.63	4.73	11.38	15.82	12.13	7.58	2
EUPHAUSIACEA	3.72	24.50	19.97	38.36	1.55	7.12	12.93	2.44	9.86	21.97	11.11	7.21	3
Evadne spp	0.20	2.92	0.08	0.01	15.58	5.32	3.22	3.90	80.50	5.22	12.06	6.06	7
SIPHONOPHORA	5.75	29.47	14.97	1.18	2.98	29.63	4.91	0.56	1.32	5.47	21.50	5.53	4
LARVACEA	1.70	8.56	0.97	17.48	3.55	4.25	6.52	5.84	42.39	10.47	4.37	4.98	6
Braquiuros	0.39	11.10	14.26	7.03	13.85	10.66	3.15	7.67	3.74	11.73	10.96	4.44	4
BRIOZOARIOS	0.12	5.57	4.36	5.55	1.25	13.37	2.16	1.24	5.40	8.96	6.14	2.54	8
Ciclopoidea	0.07	2.68	2.07	1.24	1.70	6.51	3.96	2.22	2.01	4.52	1.78	1.35	9
DECAPODOS	1.64	1.80	0.82	1.43	1.63	1.95	2.32	1.10	2.24	5.03	1.87	1.03	13
Gastropoda	0.28	1.48	0.57	0.56	0.48	1.13	0.80	0.62	9.12	2.13	0.88	0.85	14
Leptomedusae	1.12	3.58	2.87	1.64	1.40	2.53	0.31	0.16	0.35	0.20	1.03	0.71	10
Anomurus	0.37	0.16	0.09	0.07	0.54	0.77	1.20	0.92	1.51	2.81	0.63	0.43	10
THALIACEA	3.50	3.47	0.15	0.00	0.04	0.02	0.01	0.00	0.21	0.02	0.00	0.35	
Anthomedusae	1.14	0.90	0.17	0.05	0.06	0.28	0.17	0.03	0.41	0.18	0.08	0.16	
BRACHIOPODA	0.00	0.00	0.63	0.03	0.25	0.84	0.14	0.00	0.34	0.02	0.01	0.11	
Podon spp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.15	1.73	0.28	0.00	0.05	0.00	0.10	
OSTRACODA	0.00	0.11	0.45	1.19	0.04	0.22	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.10	
POLICHAETA	0.01	0.00	0.06	0.24	0.18	0.16	0.04	0.02	0.06	0.12	0.16	0.05	
Harpacticoida	0.11	0.05	0.01	0.01	0.03	0.28	0.04	0.00	0.03	0.04	0.04	0.03	
MYSIDACEA	0.01	0.03	0.02	0.41	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.05	0.01	0.03	
Liriope spp	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	
CTENOPHORA	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
ISOPODA	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	*	
AMPHIPODA	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	*	
PLATELMINTOS	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	*	
Bivalvia	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	*	
CUMACEA	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	*	
Total	39.74	224.32	126.27	202.08	88.72	214.52	140.85	216.76	367.29	362.90	145.35	100%	
No. de Grupos	22	19	22	22	21	21	23	16	19	21	19	28	

Los copépodos tuvieron su período de máxima abundancia durante el verano, y los quetognatos lo mostraron en invierno. Las larvas de eufásidos tuvieron su abundancia mayor en los meses de otoño-invierno y los sifonóforos tuvieron sus máximos de abundancia en noviembre y abril (Tabla IV).

DISCUSION

Los tres métodos utilizados para la estimación de biomasa estuvieron altamente correlacionados entre sí. Sólo en el mes de noviembre hubo una discrepancia existiendo un valor alto por el método del volumen desplazado que no se detectó mediante los otros dos. Esto se debió a que en este mes tuvieron sus máximas abundancias las medusas, sifonóforos y thaliaceos, los cuales son organismos que poseen una gran cantidad de agua que dieron mediciones mayores de volumen desplazado pero no representaron su contenido orgánico.

Jiménez-Pérez (1983) realizó un estudio en Playa San Ramón, B.C., en los años 1979-80 y encontró que los quetognatos, medusas y sifonóforos fueron más abundantes en otoño e invierno, al igual que lo encontrado en este trabajo. Además el máximo de biomasa se encontró en el mes de agosto; en este estudio se encontró entre los meses de julio y agosto.

En Playa San Ramón, se encontró que en general la distribución de abundancia del zooplancton fue muy heterogénea; el máximo de biomasa encontrado en agosto fue debido a la biomasa de una sola estación (Jiménez-Pérez, 1983). Esto es muy similar a lo encontrado aquí en la Bahía de Todos Santos, a pesar de que la Playa San Ramón está ubicada más al sur y es una zona expuesta al océano abierto.

Los valores promedio de biomasa ($10-154 \text{ ml.m}^{-3}$) reportados para el período mayo 1979-marzo 1980 por Jiménez Pérez (1983) fueron unas 100 veces más altos que los del presente estudio pero la red utilizada fue la Clarke-Bumpus con una luz de malla de 390 micras y diámetro de boca de 12.4cm. Esta red ocasiona una gran evasión de los organis-

The three methods used to estimate the zooplankton biomass were highly correlated between themselves. Only during the month of November was there a discrepancy; a peak was found in displacement volume but not in weight. This was due to that during this month, medusae, siphonophores and thaliaceans were most abundant; these organisms have a high water content that would result in a high displacement volume, but would not represent an equal increase in organic content as shown by the dry and organic weight values for the same month.

Jiménez-Pérez (1983), in San Ramón Beach during 1979-80, found that the chaetognaths, medusae and siphonophores were most abundant during fall and winter, as was found in the present study. Furthermore, in the same study, the maximum zooplankton biomass was found during August; in our work, the maximum in biomass was found in July and August.

For San Ramón Beach, it was noted that in general the zooplankton distribution was very heterogeneous; the maximum abundance reported in August was due to a single station (Jiménez-Pérez, 1983). This is also similar to what we found in Todos Santos Bay, even though San Ramón Beach is an exposed beach, further south.

Average biomass values ($10-154 \text{ ml.m}^{-3}$) reported for San Ramón Beach (Jiménez-Pérez, 1983) were about 100 times higher than those reported here, but Jiménez-Pérez (1983) used a Clarke-Bumpus net with a 390 micron mesh, and a 12.4cm diameter mouth. Although the small mouth diameter of the Clarke-Bumpus would cause more evasion than the net used in our study, the smaller mesh size would decrease the escapement, and may partly explain the larger reported biomass.

In Todos Santos Bay, Alfonso-Hernández *et al.* (1988) estimated values of zooplankton biomass near the bottom ($50-214 \text{ ml.100m}^{-3}$) over ten times those reported in our study. It is possible that the concentration of zooplankton found in the bottom-water interface, also occurs in the surf-zone where Jiménez-Pérez (1983) sampled in San Ramón beach, and thus explain, in part, the reported high biomass values.

mos que es mayor que la que ocurre con la red usada en el presente trabajo, aunque el escape de organismos pequeños fue menor debido a la luz de malla más fina, lo que aumentaría la biomasa observada.

En la Bahía de Todos Santos, Alfonso-Hernández *et al.* (1987) encontraron valores de biomasa de zooplancton cerca del fondo (50-214 ml.100m⁻³) más de diez veces los reportados en este estudio. Es posible que la concentración del zooplancton como ocurre en la interfase del fondo-agua también pasó en la zona de rompientes donde trabajó Jiménez-Pérez (1983), y así explica en parte los valores de biomasa tan elevados.

Las estaciones con mayor cantidad de biomasa se localizaron frente a Punta San Miguel (dos y tres) y al sureste de la bahía (cinco y seis), formando una franja de mayor cantidad de biomasa de zooplancton que va desde la parte norte hasta el sureste. Alfonso Hernández *et al.* (1987) también reportaron significativamente más biomasa de zooplancton suprabentónico en la región norte de la bahía. Esto puede ser debido a que frente a Punta San Miguel se ha reportado una gran cantidad de nutrientes y se considera como una zona de surgencias de corto plazo (Rivas-Lozano, 1985; Millán-Núñez y Rivas-Lozano, 1988).

Posiblemente esta alta cantidad de nutrientes y el fitoplancton que aflora en la región norte, se desplace hacia la zona intermedia de la bahía por la circulación del agua, por lo cual el desarrollo de las comunidades planctónicas se favorece. Esta misma franja de mayor biomasa de zooplancton fue caracterizada como un área muy variable en temperatura y transparencia del agua (Grijalva-Chon *et al.*, 1985).

Castro-Longoria (1986) reportó los mayores valores de biomasa del zooplancton durante 1985, en las estaciones 1, 2 y 6 y también concluyó que eso pudo deberse a la alta cantidad de alimento disponible y la circulación del agua. Jiménez-Pérez *et al.* (1988) reportaron que las propiedades físico-químicas del agua no fueron factores importantes en la ocurrencia de un parche denso de *Calanus pacificus* en el centro de la bahía, y que la disponibilidad de alimento podría ser el factor dominante.

The stations with the greatest zooplankton biomass were located near San Miguel Point (two and three) and at the southeast corner of the bay (five and six), forming a band of increased biomass. Alfonso-Hernández *et al.* (1988), for the suprabenthic zooplankton, also reported significantly more biomass in the northern region of the bay. This could be due to the high concentration of nutrients reported for San Miguel Point caused by local upwelling (Rivas-Lozano, 1985; Millán-Núñez and Rivas-Lozano, 1988).

It is possible that these nutrients, or the resulting phytoplankton, were displaced toward the intermediate parts of the bay by the existing circulation patterns, favoring the zooplankton in those areas. The same band of increased zooplankton biomass, was found to be the region most variable in temperature and water transparency (Grijalva-Chon *et al.*, 1985).

Castro-Longoria (1986) reported the highest values of zooplankton biomass in 1985 at stations 1, 2 and 6 and also concluded that the nutrients and water circulation could have been the most important causes. Jiménez-Pérez, *et al.* (1988) reported that the physical and chemical properties of the water were not important factors in explaining the occurrence of a dense patch of *Calanus pacificus* in the center of the bay, and that food availability could have been the dominant causal factor.

The zooplankton biomass and abundance showed high monthly coefficients of variation except for the months of November 1982 and September 1983. This could indicate greater environmental homogeneity during these months (low CV) within the bay, possibly due to physical mixing.

Using the non-parametric analysis of variance Friedman, it was possible to observe significant variation in community structure during the year. Nevertheless, the similarity between the rankings by relative abundance and IBV (Wilcoxon test) suggests a certain temporal stability in the community. This can be explained by remembering that the IBV was calculated with the most dominant groups, in this case those that composed 90%

La biomasa y abundancia del zooplancton mostraron un coeficiente de variabilidad muy alto, exceptuando los meses de noviembre de 1982 y septiembre de 1983. Esto puede indicar que en esos meses hubo una mayor homogeneidad ambiental (bajo CV) dentro de la Bahía de Todos Santos, posiblemente debido a procesos físicos de mezcla.

Mediante el análisis de varianza no paramétrico Friedman se pudo observar que existió una variación significativa en la estructura de la comunidad de zooplancton a lo largo del año. Sin embargo, la similitud de los intervalos dados por el porcentaje relativo anual y el IVB (prueba Wilcoxon) sugirió que la comunidad fue estable. Esto se puede explicar debido a que los grupos más importantes en cuanto a la abundancia estuvieron presentes en todas las muestras y la mayoría de las veces fueron dominantes; los demás grupos aparecieron esporádicamente y con una abundancia mínima. El restante 10% estuvo compuesto por muchos grupos raros, tanto con baja abundancia como baja frecuencia de ocurrencia. El análisis de Friedman fue el más sensitivo a estos pequeños cambios, lo cual demostró la importancia que tuvieron los grupos raros en la comunidad.

En el período de muestreo se presentó el fenómeno de El Niño (Norton *et al.*, 1985). Durante este evento hubo un transporte de aguas subtropicales del suroeste trayendo como consecuencia significativos decrementos en toda la producción primaria y secundaria (Breaker y Lewis, 1984; McGowan, 1983; Simpson, 1983). Grijalva-Chon (1985), mencionó que en noviembre de 1982 y en julio de 1983 en la Bahía de Todos Santos aparecieron en las muestras, adultos de la langostilla *Pleuroncodes planipes*, el cual no es común en estas latitudes ya que su distribución se encuentra en aguas subtropicales (Longhurst, 1967). En octubre de 1982 también apareció la medusa *Liriope* sp. la cual se considera como un género cosmopolita de aguas tropicales.

La biomasa del zooplancton en la Bahía de Todos Santos también estuvo afectada por las condiciones de El Niño. Estudios realizados por Castro-Longoria (1986) durante primavera y verano de 1985, indicaron que la biomasa del zooplancton aumentó después de

of the total abundance, and were present and dominant in all samples. The remaining 10% consisted of many groups, rare both in abundance and frequency of occurrence. The Friedman analysis was therefore much more sensitive to small changes in rare groups, and demonstrated their importance in the community.

During our sampling period, conditions of El Niño were present (Norton *et al.*, 1985); subtropical waters were transported from the southwest, bringing significant decreases in primary and secondary production (Breaker and Lewis, 1984; McGowan, 1983; Simpson, 1983). Grijalva-Chon (1985) mentioned that during November 1982 and July 1983, adult pelagic red crab, *Pleuroncodes planipes*, were present in the samples in Todos Santos Bay. This subtropical species is not common in temperate latitudes (Longhurst, 1967). In October 1982, the medusa *Liriope* sp. also appeared in the samples; this medusa is considered a cosmopolitan tropical species.

The zooplankton biomass in Todos Santos Bay was also affected by the El Niño event. Studies by Castro-Longoria (1986) indicated an increase in the zooplankton biomass during spring and summer of 1985 compared to 1982-83; average values in 1985 ranged from 2-14 mg.m⁻³ dry weight with a mode at 11 mg.m⁻³. During 1982-83 the maximum value was 10.75 mg.m⁻³ during August, with a mode between 2-3 mg.m⁻³.

Jiménez-Pérez *et al.* (1988) found an average zooplankton biomass of 10.4 mg.m⁻³ during February 1987 in Todos Santos Bay. Alfonso-Hernández *et al.* (1987), during fall 1986 and winter 1987, also estimated greater values of biomass and abundance than those reported in the present study (displacement volume of 50-214 vs. 4.12-16.98 ml.100m⁻³, and abundances of 193.5-657.8 org.m⁻³ vs. 45.17-367.70 org.m⁻³).

Millán-Núñez and Rivas-Lozano (1988), reported for Todos Santos Bay, a decrease in the nutrient and chlorophyll *a* concentration during the 1982-1983 El Niño event. Rivas-Lozano (1985) reported an increase in the concentration of dinoflagellates in proportion to diatoms compared with other years.

la ocurrencia del evento de El Niño 1982-83, ya que los valores promedio reportados tuvieron un intervalo de 2-14 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ de peso seco con una moda de 11 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, mientras que en 1982-83 sólo se encontró un valor máximo de 10.75 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ en el mes de agosto y la moda estuvo entre 2 y 3 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Jiménez Pérez *et al.* (1988) encontraron un promedio de biomasa de zooplancton de 10.4 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ peso seco en febrero de 1987 en la Bahía de Todos Santos. Alfonso-Hernández *et al.* (1987), durante otoño 1986 e invierno 1987, también encontraron valores de biomasa y abundancia mayores que los reportados en el presente estudio (volumen desplazado de 50-214 vs. 4.12-16.98 $\text{ml}\cdot 100\text{m}^{-3}$, y abundancias de 193.5-657.8 $\text{org}\cdot\text{m}^{-3}$ vs. 45.17-367.70 $\text{org}\cdot\text{m}^{-3}$).

Millán-Núñez y Rivas-Lozano (1988) reportaron para la Bahía de Todos Santos, un decremento en la concentración de nutrientes y clorofilas *a* durante el evento de El Niño 1982-83. Rivas-Lozano (1985) reportó un aumento en la concentración de dinoflagelados en proporción a las diatomeas comparado con lo encontrado en otros años.

CONCLUSIONES

En conclusión, la biomasa del zooplancton de la Bahía de Todos Santos durante 1982-1983 se distribuyó heterogéneamente, con una región central de mayor biomasa entre la boca norte y el Rincón de las Ballenas, en la parte sureste de la bahía. La estructura general de la comunidad del zooplancton fue muy estable a lo largo del estudio aunque sí hubo una variación temporal significativa en los grupos poco abundantes. El evento de El Niño de 1982-1983 tuvo el efecto de disminuir la biomasa del zooplancton en la Bahía de Todos Santos.

Se recomienda efectuar las estimaciones de biomasa del zooplancton mediante los métodos de volumen desplazado y peso seco debido a la utilidad comparativa con otros trabajos del primero, y a las estimaciones precisas de biomasa presente del segundo. Para estudios de comunidades, se deben aplicar técnicas estadísticas para probar la significancia de cambios temporales y espaciales en la estructura (Friedman) y estabilidad (Wilcoxon) de la comunidad.

CONCLUSIONS

In conclusion, zooplankton biomass in Todos Santos Bay during 1982-1983 was distributed heterogeneously with a central region of greater biomass between the northern mouth and the southeast corner of the bay (Whale's corner). The zooplankton community structure was generally quite stable although there was significant temporal variation in the abundance and occurrence of several rare taxa. The 1982-1983 El Niño event appeared to decrease the zooplankton biomass and abundance in Todos Santos Bay when compared to years without El Niño conditions.

We recommend that zooplankton biomass be estimated by both displacement volume and dry weight in order to permit comparisons with other studies with the first, and to provide precise estimations with the second. For other community studies, statistical techniques should be applied to test for the significance in temporal and spatial changes in the structure (Friedman) and stability (Wilcoxon) of the community.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Reina Castro-Longoria and José Manuel Grijalva-Chon for generously providing us with the zooplankton fractions of the samples they previously collected. CONACyT is thanked for the financial support of the first author during the elaboration of this research.

Gregory Hammann translated this article into English.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Reina Castro Longoria y José Manuel Grijalva Chon por haber brindado las muestras que colectaron en el campo. También se agradece al CONACyT por el apoyo brindado al primer autor durante la elaboración de este trabajo.

LITERATURA CITADA

Alfonso Hernández, I., Hammann, M.C. and Rosales Casián, J.A. (1987). Zooplancton suprabentónico de la Bahía de Todos Santos,

- Baja California, México, durante otoño 1986 e invierno 1987. *Ciencias Marinas*. 13(4): 53-68.
- Alvarez Sánchez, L.G. (1971). Medición de corrientes superficiales en la Bahía de Todos Santos, B.C. Tesis profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas. UABC, Ensenada, B.C., México.
- Alvarez Sánchez, L.G. (1977). Vientos en la Bahía de Todos Santos, Baja California. *Ciencias Marinas*. 4(1):81-89.
- Alvarez Sánchez, L.G., Hernández Walls, R. y Durazo Arvizu, R. (1988). Patrones de deriva de trazadores langrangeanos en la Bahía de Todos Santos. *Ciencias Marinas*. 14(4): 135-162.
- Alvariño, A. (1976). El zooplancton y la pesca. Mem. Simp. Sobre recursos pesqueros masivos de México, Ensenada, B.C., 28-30 sept. 1976. p. 279-293.
- Alvariño, A. (1985). The relation between the distribution of zooplankton predators and anchovy larvae. *CalCOFI Rep.* Vol. 21:150-160.
- Aranda-Manteca, F.J. (1983). Estudio de minerales pesados como trazadores de la corriente litoral en la Bahía de Todos Santos, B.C. Tesis profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas. UABC, Ensenada, B.C., México.
- Barry, T.H.E. and Gen, G.H. (1968). Phosphorus excretion by zooplankton. *Limnol. Oceanogr.* 13: 332-342.
- Beers, J.R. (1976). Determination of zooplankton biomass. In: *Zooplankton fixation and preservation. Monographs on Oceanographic Methodology No. 4.* The UNESCO Press: 35-74.
- Blaxter, J.H.S. and Holliday, F.G.T. (1963). The behaviour and physiology of herring and other clupeids. *Advances in Marine Biology.* F. S. Russell (Ed.). Academic Press London and New York. 1: 261-393.
- Breaker, L.C. and Lewis, P.A.W. (1984). El Niño and sea surface temperature variability off central California. *Tropical Ocean-Atmosphere Newsletter*, 26: 7-8.
- Castro Longoria, R. (1986). Ecología alimenticia de los estadios larvales de tres especies de peces dominantes en el ictioplancton de la Bahía de Todos Santos B.C., México: *Engraulis mordax*, *Genyonemus lineatus* e *Hypsoblennius* spp. Tesis Maestría, CICESE, Ensenada, B.C., México.
- Cowey, C.B. and Corner, E.D.S. (1966). The amino acid composition of certain unicellular algae and of the fecal pellets produced by *Calanus finmarchicus* when feeding on them. *IN: Some Contemporary Studies in Marine Science*, H. Barnes, ed., London, G. Allen and Unwin Ltd., 716 p.
- Cushing, D.H. (1975). *Marine Ecology and Fisheries.* Cambridge University Press. Cambridge, 278 p.
- Durazo-Arvizu, R. (1983). Circulación superficial y cinemática de la región sur de la Bahía de Todos Santos, B.C. Tesis profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, B.C., México.
- Gardner, G.A. (1982). Patterns in the distribution and abundance of selected zooplankton species from the coast of British Columbia. *Biol. Oceanogr.* 1(3): 255-270.
- Griffiths, F.B. and Caperon, J. (1979). Description and use of an improved method for determining estuarine zooplankton grazing rates on phytoplankton. *Mar. Biol.* 54: 301-309.
- Grijalva Chon, J.M. (1985). Distribución y abundancia de huevos y larvas de peces en la Bahía de Todos Santos, B.C., México. Tesis profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, B.C., México.
- Grijalva Chon, J.M. (1986). Distribución y abundancia de ictioplancton, con especial referencia a *Engraulis mordax* Girard y dos tipos de depredadores planctónicos en la Bahía de Todos Santos, B.C., México. Tesis maestría. CICESE, Ensenada, B.C., México.
- Grijalva Chon, J.M., Castro Longoria, R. y Hammann, M.G. (1985). Temperatura y visi-

- bilidad en la Bahía de Todos Santos, B.C., México, octubre de 1982 a septiembre de 1983. *Ciencias Marinas*, 11(1): 39-48.
- Hernández Walls, R. (1986). Circulación inducida por el viento en la zona costera. Tesis profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, B.C., México.
- Honjo, S. and Roman, M.R. (1978). Marine copepod fecal pellets: production, preservation and sedimentation. *J. Mar. Res.* 36: 45-57.
- Jiménez Pérez, L.C. (1983). Características de la comunidad zooplanctónica de Playa San Ramón, Baja California. Tesis profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, B.C., México.
- Jiménez Pérez, L.C., Hammann, M.G., Gutiérrez Wing, Ma.T. (1985). Depredación sobre estadios tempranos de la anchoveta norteña (*Engraulis mordax* Girard) en la zona costera de Playa San Ramón, Baja California, México. *Ciencias Marinas*. 11(1): 49-63.
- Jiménez Pérez, L.C., Mancilla Peraza, M y Martínez García, G.M. (1988). Agrupamiento superficial diario de *Calanus pacificus* Brodsky (Copepoda: Calanoida) en la Bahía de Todos Santos, Baja California, México. *Ciencias Marinas*, 14(3): 77-90.
- Le Borgne, R. (1971). Relationships between the hydrological structure, chlorophyll and zooplankton biomasses in the Gulf of Guinea. *J. Plankton Res.* 3(4): 577-592.
- Longhurst, A.R. (1967). The pelagic phase of *Pleuroncodes planipes* Stimpson (Crustacean, Galatheidae) in the California Current. *Cal-COFI Rep.* 11:142-154.
- Lovegrove, T. (1966). The determination of dry weight of plankton and the effect of various factors on the values obtained. pp. 429-467. In: *Some Contemporary Studies in Marine Science* (H. Barnes. ed.). George Allen and Unwin Ltd., London.
- Margalef, R. (1977). *Ecología*. Editorial Omega, S. A. Barcelona España. 951 p.
- Martin, J.H. (1968). Phytoplankton-zooplankton relationships in Narragansett Bay. III. Seasonal changes in zooplankton excretion rates in relation to phytoplankton abundance. *Limnol. Oceanogr.* 13: 63-71.
- Martin, J.H. (1970). Phytoplankton-zooplankton relationships in Narragansett Bay. IV. The seasonal importance of grazing. *Limnol. Oceanogr.*, 13: 413-418.
- Méndez Arriaga, M.A. (1982). Determinación del transporte litoral predominante en la Bahía de Todos Santos, Baja California. Tesis profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas. UABC, Ensenada, B.C., México.
- McGowan, J.A. (1983). Biological effects of the 1983 California El Niño. *EOS. Trans. Am. Geophys. Union.*, Vol. 64, No. 45. p. 725.
- Millán Núñez, R. y Rivas Lozano, A.M. (1988). Nutrientes y clorofilas en la Bahía de Todos Santos (Mayo 1983). *Ciencias Marinas*, 14(4): 23-42.
- Norton, J., McLain, D., Brainard, R. and Husby, D. (1985). The 1982-83 El Niño event off Baja and Alta California and its ocean climate context. pp. 121-142. In: W. S. Wooster y D. L. Fluharty (Eds.). *El Niño North*. Univ. of Washington Press, Washington.
- Omori, M. and Ikeda, T. (1984). *Methods in Marine Zooplankton Ecology*. John Wiley & Sons, Inc. 332 p.
- Paffenhofer, G.A. and Knowles, S.C. (1979). Ecological implications of fecal pellets size, production and consumption by copepods. *J. Mar. Res.* 37: 35-49.
- Pérez Carlos, A.L. (1983). Análisis de la corriente subsuperficial en una estación en la región sur de la Bahía de Todos Santos durante febrero de 1982. *Informe memorias*. Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, B.C., México.
- Rivas Lozano, A.M. (1985). Distribución y abundancia de fitoplancton en la Bahía de Todos Santos (primavera 1983) Baja California, México. Tesis profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, B.C., México.

Sanders, H.L. (1960). Benthic studies in Buzzards Bay III. The structure of the soft-bottom community. *Limnol. Oceanogr.* 5: 138-153.

Secretaría de Marina. (1974). Estudio geográfico de la región de Ensenada, B.C., México. Secretaría de Marina. 465 pp.

Simpson, J.J. (1983). Anomalous thermal structure in the California Current during the 1982-83 El Niño. *Tropical Ocean-Atmosphere Newsletter.* 21:22.

Sokal R.P. and Rohlf, F.J. (1981). *Biometry.* 2da Ed. W. H. Freeman and Company. New York. 859 p.

Watras, C.J., Garcon, V.C., Olson, R.J., Chisholm, S.W. and Anderson, D.S. (1985). The effect of zooplankton grazing on estuarine blooms of the toxic dinoflagellate *Gonyaulax tamarensis*. *J. Plankton Res.*, 7(6): 891-908.