

DISTRIBUCION DE BIOMASA Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DEL ZOOPLANCTON EN EL ESTERO DE PUNTA BANDA

ZOOPLANKTON BIOMASS AND COMMUNITY STRUCTURE IN THE ESTERO DE PUNTA BANDA

Luis Clemente Jiménez Pérez ¹
José Rubén Lara Lara ²

¹ Secretaría de Marina
Dirección General de Oceanografía Naval
Estación Oceanográfica de Ensenada
Av. Vicente Guerrero 133, Fracc. Bahía
Ensenada, Baja California, México

² Centro de Investigación Científica
y de Educación Superior de Ensenada
Av. Espinoza 843
Ensenada, Baja California, México

Jiménez Pérez, L.C. y Lara Lara, R. (1990) Distribución de biomasa y estructura de la comunidad del zooplancton en el Estero de Punta Banda. Zooplankton biomass and community structure in the Estero de Punta Banda. *Ciencias Marinas*, 16(1): 35-48.

RESUMEN

Las variaciones espacio-temporales de la biomasa y estructura de la comunidad del zooplancton en el Estero de Punta Banda fueron investigadas durante primavera y verano de 1985. El intervalo de variación de los promedios mensuales de la biomasa (0.9 a 7.8 ml/10m³) y la abundancia (2.7 a 12.1 x 10³ Ind/m³) fueron del mismo orden de magnitud que los reportados en otras lagunas costeras mexicanas. Aunque la variabilidad espacial de la biomasa durante los diferentes muestreos no fue significativa, la biomasa del zooplancton presentó alta variación temporal. Las variaciones de corto período de la biomasa del zooplancton no estuvieron correlacionadas con la temperatura o salinidad del agua; sin embargo, los promedios mensuales de la biomasa del zooplancton estuvieron positivamente correlacionados con los promedios mensuales de la temperatura y salinidad del agua superficial. Las poblaciones de zooplancton estuvieron dominadas por *Acartia californiensis*.

ABSTRACT

The spatio-temporal variations of zooplankton biomass and structure in the Estero de Punta Banda were investigated during spring and summer 1985. The range of the mean zooplankton biomass (0.9 to 7.8 ml/10m³) and abundance (2.7 to 12.1 x 10³ org/m³) were of the same order of magnitude as in other coastal lagoons. Although the zooplankton biomass spatial variability during the sampling was not significant, the zooplankton biomass presented high temporal variability. The short-term zooplankton biomass variations were not significantly correlated with water temperature or salinity; however, the monthly mean values of zooplankton biomass were positively correlated with the monthly mean values of surface water temperature and salinity. The zooplankton populations were dominated by *Acartia californiensis*.

INTRODUCCION

La variabilidad espacio-temporal de la biomasa y estructura de las comunidades zooplanctónicas en las lagunas costeras mexicanas ha sido estudiada sólo recientemente (Zamora-Sánchez, 1974; Turcott-Dolores, 1976; Martínez-Guerrero, 1978; Hendrickx y Sánchez-Osuna, 1983; Alvarez-Cadena, 1985); en general, estos estudios han mostrado la existencia de una dinámica muy diferente a la reportada para las zonas costeras adyacentes a estos cuerpos de agua.

El Estero de Punta Banda es una laguna costera que ha sido usada para recreación y soporta una pequeña pesquería (Nishikawa-Kinomura, 1983). Es una laguna relativamente prístina en comparación con las lagunas altamente impactadas de la costa de California (EUA) (Ibarra-Obando y Escofet, 1987). Su importancia como habitat para aves (Nishikawa-Kinomura, 1983; Escofet *et al.*, 1988) y como área de desove, crecimiento y alimentación para algunas especies de peces ha sido ampliamente documentada (Navarro-Mendoza, 1985; Beltrán-Félix *et al.*, 1986). Con excepción del trabajo de Trujillo-Ortiz (1986), quien reportó una dominancia del copépodo calanoideo *Acartia californiensis* en el Estero durante febrero 1983, las poblaciones de zooplancton son casi desconocidas.

El principal propósito de esta investigación fue documentar la variabilidad espacio-temporal de la biomasa y estructura del zooplancton del Estero de Punta Banda, B.C., México, durante primavera y verano de 1985, con el fin de generar información hacia el conocimiento del papel del zooplancton en la estructura trófica de este ecosistema lagunar.

AREA DE ESTUDIO

El Estero de Punta Banda es la laguna costera localizada más al norte en la Costa Pacífica de la península de Baja California (Fig. 1), a aproximadamente 100km al sur de la frontera México-EUA (Lankford, 1977); tiene forma de "L" con una sola entrada permanente en su extremo norte. La máxima profundidad (12.5m en pleamar superior) ocurre en la boca, mientras que la profundidad promedio del canal principal decrece de 6 a 1m hacia la cabeza (Pritchard *et al.*,

INTRODUCTION

Spatio-temporal variability of zooplankton biomass and structure in Mexican coastal lagoons has been studied only recently (Zamora-Sánchez, 1974; Turcott-Dolores, 1976; Martínez-Guerrero, 1978; Hendrickx and Sánchez-Osuna, 1983; Alvarez-Cadena, 1985). These studies, in general, have reported a very different dynamic in these lagoons in comparison with the adjacent coastal waters.

The Estero de Punta Banda is a coastal lagoon that has been used for recreational purposes and supports a small local fishery (Nishikawa-Kinomura, 1983). It is a relatively prístine system in comparison with the highly impacted lagoons along the southern California (USA) coastline (Ibarra-Obando and Escofet, 1987). Its importance as a bird habitat (Nishikawa-Kinomura, 1983; Escofet *et al.*, 1988) and as a spawning, nursery and feeding zone for fish, has been amply documented (Navarro-Mendoza, 1985; Beltrán-Félix *et al.*, 1986). With the exception of Trujillo-Ortiz (1986) who reported a dominance of the calanoid copepod *Acartia californiensis* during February 1983, the zooplankton populations of the Estero de Punta Banda are almost unknown.

The main purpose of this investigation was to document the spatial and temporal zooplankton variability of the biomass and structure in the Estero de Punta Banda, B.C., Mexico, during spring and summer 1985, in order to generate information for the understanding of the role of the zooplankton in the trophic structure of this lagoon ecosystem.

THE STUDY AREA

The Estero de Punta Banda is the northernmost coastal lagoon in the Pacific coast of the Baja California coastline (Fig. 1), at about 100km south of the Mexico-USA border (Lankford, 1977). It has a "L" shape, with a single permanent entrance at its northern extreme. Maximum depth (8m at MHW) occurs at the mouth, while the main channel depth decreases from 6 to 1m toward the lagoon head (Pritchard *et al.*, 1978). Average width is about 800m (345m at MLW to 1100m at MHW), with a total area of about

1978). El ancho promedio es cerca de 800m (345m en bajamar inferior a 1100m en pleamar superior), con una área total de 16.4km² (Nishikawa-Kinomura, 1983). Con excepción de los arroyos de San Carlos y la Grulla que fluyen en invierno, no existe un flujo permanente de agua dulce al Estero. La evaporación excede a la precipitación (Acosta-Ruiz y Alvarez-Borrego, 1974; Celis-Ceseña y Alvarez-Borrego, 1975; Alvarez-Borrego *et al.*, 1977); por lo tanto, la salinidad se incrementa de la boca hacia los interiores de la laguna.

Las mareas son semidiurnas y están altamente correlacionadas con las mareas en el puerto de Ensenada (Pritchard *et al.*, 1978). Pritchard *et al.* (1978) estimó que hasta un 60% del agua del Estero puede ser evacuada en un ciclo de marea. Las máximas corrientes ocurren en la boca, decreciendo hacia la cabeza (Pritchard *et al.*, 1978). La transparencia del agua también decrece constantemente a lo largo del gradiente boca-cabeza (Millán-Núñez *et al.*, 1981).

MATERIALES Y METODOS

La distribución superficial de la biomasa del zooplancton fue determinada mensualmente de marzo a agosto de 1985 en seis estaciones (Fig. 1). Las estaciones fueron muestreadas en aproximadamente dos horas en pleamar superior con el objeto de tener el máximo volumen de agua en el Estero, pues al bajar la marea, la zona interna del Estero (donde se ubicaron las estaciones 4, 5 y 6) es descubierta por las aguas, formando una amplia planicie lodosa. Se realizaron lances superficiales durante cinco minutos con una red estándar (40cm de diámetro y 0.300mm de luz de malla). La temperatura superficial del agua y salinidad fueron medidas antes y después de cada lance, de marzo a junio, mediante un salinómetro Beckman Modelo RS5-3.

Para estudiar las variaciones a corta escala temporal (horas) se determinó la abundancia del zooplancton, la altura de marea y la temperatura y salinidad del agua cada cuatro horas por 36 horas en la estación 3 (Fig. 1), del 10 al 11 de mayo de 1985.

16.4km² (Nishikawa-Kinomura, 1983). With the exception of some freshwater runoff during winter from the San Carlos and La Grulla streams, no permanent flow into the lagoon occurs. Evaporation exceeds precipitation (Acosta-Ruiz and Alvarez-Borrego, 1974; Celis-Ceseña and Alvarez-Borrego, 1975; Alvarez-Borrego *et al.*, 1977); therefore, salinity increases from the mouth to the interior of the lagoon.

Tides are semidiurnal and highly correlated with tides in the Ensenada harbor (Pritchard *et al.*, 1978). Pritchard *et al.* (1978) estimated that up to 60% of the water can be evacuated in one tidal cycle. The stronger currents occur at the mouth, decreasing towards the head (Pritchard *et al.*, 1978). Transparency also decreases consistently along the mouth-head gradient (Millán-Núñez *et al.*, 1981).

MATERIALS AND METHODS

The surface distribution of the zooplankton biomass was determined monthly from March to August 1985, at six stations (Fig. 1). Stations were sampled within a two hour period during the daily HHW, because during low tides, ample areas of the lagoon (stations 4, 5 and 6) are uncovered by the water, producing a broad tidal flat area. Tows were performed at the surface with a ring net (40cm diameter and 0.300mm mesh size). Surface water temperature and salinity were measured before and after the tows, from March to June, with a field temperature salinometer Beckman Model RS5-3.

In order to study the short-term variability, zooplankton abundance, tidal height, and water temperature and salinity, were determined every four hours over a 36 hour sampling period, during 10 to 11 May at station 3 (Fig. 1).

Zooplankton samples were fixed with 4% formaldehyde neutralized with sodium borate. Zooplankton biomass was estimated by the displacement volume method (Kramer *et al.*, 1972). Counts were made using a stereoscopic microscope and identification of the principal copepod population was performed according to Dawson and Knats

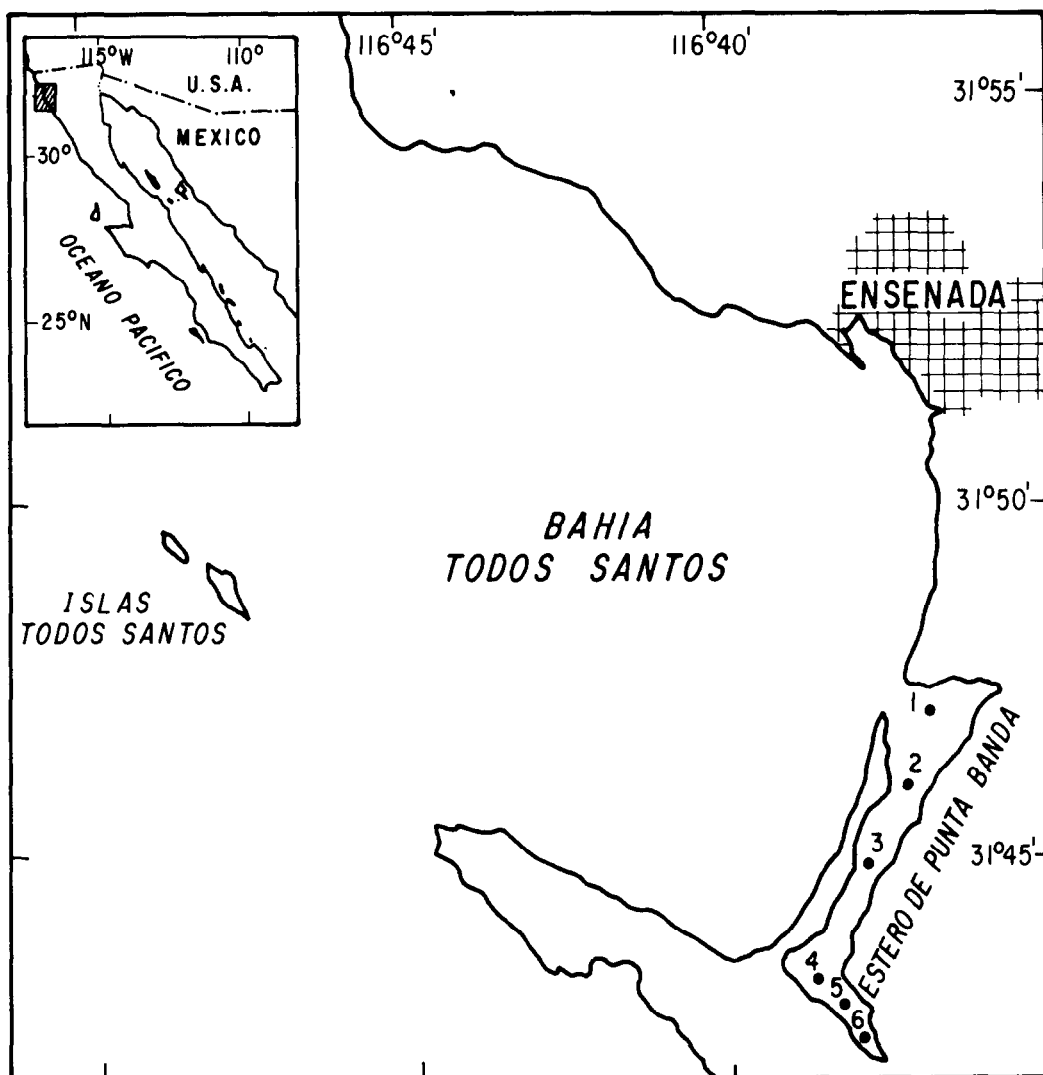


Figura 1. Localización de estaciones muestreadas en el Estero de Punta Banda, B.C., México.
Figure 1. Station locations in the Estero de Punta Banda, B.C., Mexico

Las muestras del zooplancton fueron fijadas con formaldehído al 4% neutralizado con borato de sodio. La biomasa del zooplancton fue estimada por el método del volumen desplazado (Kramer *et al.*, 1972). Los conteos se hicieron mediante un microscopio estereoscópico y la identificación de las principales poblaciones de copépodos se realizó siguiendo las claves de Dawson y Knatz (1980).

(1980) key. Differences between biomass at stations in the channel and stations at the tidal areas, were tested using Student's "t" approach, after normalization of the data by a log transformation. Relationship between temperature, salinity, tidal height, and zooplankton biomass and abundance, were investigated through linear correlation.

RESULTS

La significancia de la diferencia entre la biomasa zooplanctónica en el canal y en las estaciones superficiales (cabeza), se probó mediante la prueba "t" de Student, después de haber normalizado los datos mediante una transformación logarítmica. Las relaciones entre temperatura, salinidad, altura de marea y biomasa y abundancia del zooplancton fueron investigadas mediante análisis de correlación lineal.

RESULTADOS

En general, la temperatura superficial del agua y la salinidad se incrementaron de la boca (estación 1) a los interiores del Estero (Fig. 2); las estaciones 1 a la 3 mostraron ser diferentes a las estaciones 5 a la 6 ($p < 0.05$). La temperatura y salinidad superficial promedio variaron de 13.6°C y 34.6‰ en marzo, a 19.9°C y 36.1‰ en julio. Con la excepción de la estación 3 en junio y estación 6 en abril y junio, el resto de las estaciones presentaron valores de biomasa menores de 9 ml/10m³.

La biomasa del zooplancton presentó un intervalo mensual promedio de 0.9 en julio a 7.8 ml/10m³ en junio; en general, el zooplancton presentó una distribución espacial con pocos "parches", pues sólo en junio se detectó una distribución más heterogénea (parches de biomasa) (Fig. 3), con valores máximos hasta de 16.6 ml/10m³ en la estación 6. El valor mínimo (0.4 ml/10m³) se registró en la estación 1 en julio.

Las estaciones en el canal principal (estaciones 1 a la 3) mostraron la máxima biomasa en junio y agosto (Fig. 3), mientras que las estaciones en la cabeza (estaciones 4 a la 6) mostraron diferentes variaciones temporales, pero las diferencias entre los valores de la biomasa del zooplancton de las estaciones del canal (estaciones 1 a la 3) y las estaciones de áreas someras (estaciones 4 a la 6) no fueron significativas.

Los resultados de los análisis de correlación de los datos mostraron la existencia de una correlación significativa entre los promedios mensuales de la biomasa del zooplancton y los promedios mensuales de la salinidad ($r = 0.94$; $p < 0.05$) y temperatura superficial de las aguas ($r = 0.68$; $p < 0.05$); mientras que las variaciones espaciales de los mismos parámetros no fueron significativas.

In general, surface water temperature and salinity increased from the mouth to the interiors (Fig. 2); stations 1 to 3 were different from stations 5 to 6 ($p < 0.05$). Mean surface water temperature and salinity varied from 13.6°C and 34.6‰ in March to 19.9°C and 36.1‰ in July. With the exception of station 3 in June and station 6 in April and June, the rest of the stations registered biomass values under 9.0 ml/10m³.

Monthly mean zooplankton biomass ranged from 0.9 ml/10m³ in July to 7.8 ml/10m³ in June; in general, the spatial distribution of the zooplankton biomass presented few "patches", because only during June we registered peak biomass values up to 16.6 ml/10m³ at station 6. The minimum value (0.4 ml/10m³) was registered at station 1 in July.

The stations in the main channel (stations 1 to 3) showed peaks in zooplankton biomass in June and August (Fig. 3), while stations at the head (stations 4 to 6) showed different temporal changes; however, there were no significant differences between zooplankton biomass of stations in the main channel (stations 1 to 3) and stations at the head (stations 4 to 6).

Correlation analysis showed that monthly mean values of zooplankton biomass were significantly correlated with monthly mean values of salinity ($r = 0.94$; $p < 0.05$) and water temperature ($r = 0.68$; $p < 0.05$); while the spatial variations between the same parameters were not significant.

Temporal variations of the principal taxa throughout the lagoon showed dominance of the copepods (Table I). Monthly mean maximum densities of copepods (15,849 org/m³) were registered in June, while the minimum values (1,087 org/m³) were found in August.

Three cladoceran species were registered, *Evadne nordmanni* being the most abundant, although occasionally the presence of *E. tergestina* and *Podon polyphemoides* was also detected. Chaetognaths were always present but in very low densities (Table I). Among the copepods, ten species were registered, being the most abundant *Acartia californiensis* (Table II).

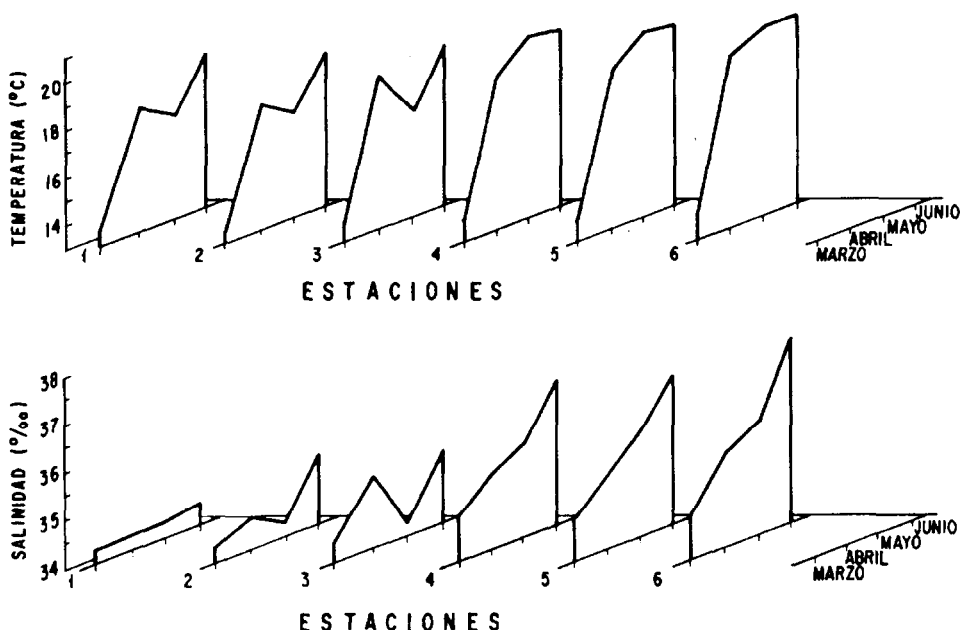


Figura 2. Variabilidad espacio-temporal de la temperatura y salinidad superficiales.
 Figure 2. Spatio-temporal variability of surface water temperature and salinity.

Las variaciones temporales de los principales taxa en el estero mostraron una dominancia del grupo de los copépodos (Tabla I). Las densidades promedio máximas ($15,849$ copépodos/ m^3) fueron registradas en junio, mientras que las mínimas ($1,087$ copépodos/ m^3) se reportaron para agosto.

Se registró la presencia de tres especies de cladoceros, siendo *Evadne nordmanni* la especie más abundante, aunque ocasionalmente también se detectó la presencia de *E. tergestina* y *Podon polyphemoides*. Los que-tongnatos estuvieron siempre presentes, pero en muy bajas densidades (Tabla I). Entre los copépodos se registró la presencia de diez especies, siendo *Acartia californiensis* la más abundante (Tabla II).

Durante el muestreo de corta escala temporal (horas), la temperatura y salinidad superficial del agua mostraron patrones de variación irregulares (Fig. 4), mientras que los datos de densidad de zooplancton presentaron valores altos durante ambas fases de la

At the short term (hours) level, surface water temperature and salinity patterns were irregular during the (10-11 May) 36 hour sampling (Fig. 4), while zooplankton abundance showed high values during both low and high tide conditions. The lowest densities were registered during the tidal changes periods (Fig. 4), while the maximum copepod abundance (12.1×10^3 org/ m^3) was registered at noon and at low tide (Fig. 4). In general, the calanoid copepod *Acartia californiensis* was the dominant species, with significant contributions of *Pseudodiaptomus euryhalinus* only during the night; other species appeared only sporadically (Table III). Short-term variations of water temperature and salinity were not significantly correlated with zooplankton biomass.

DISCUSSION

Usually the maximum variability in biomass was registered in the station located at the head of the Estero; here, the temperature and salinity reached maximum values.

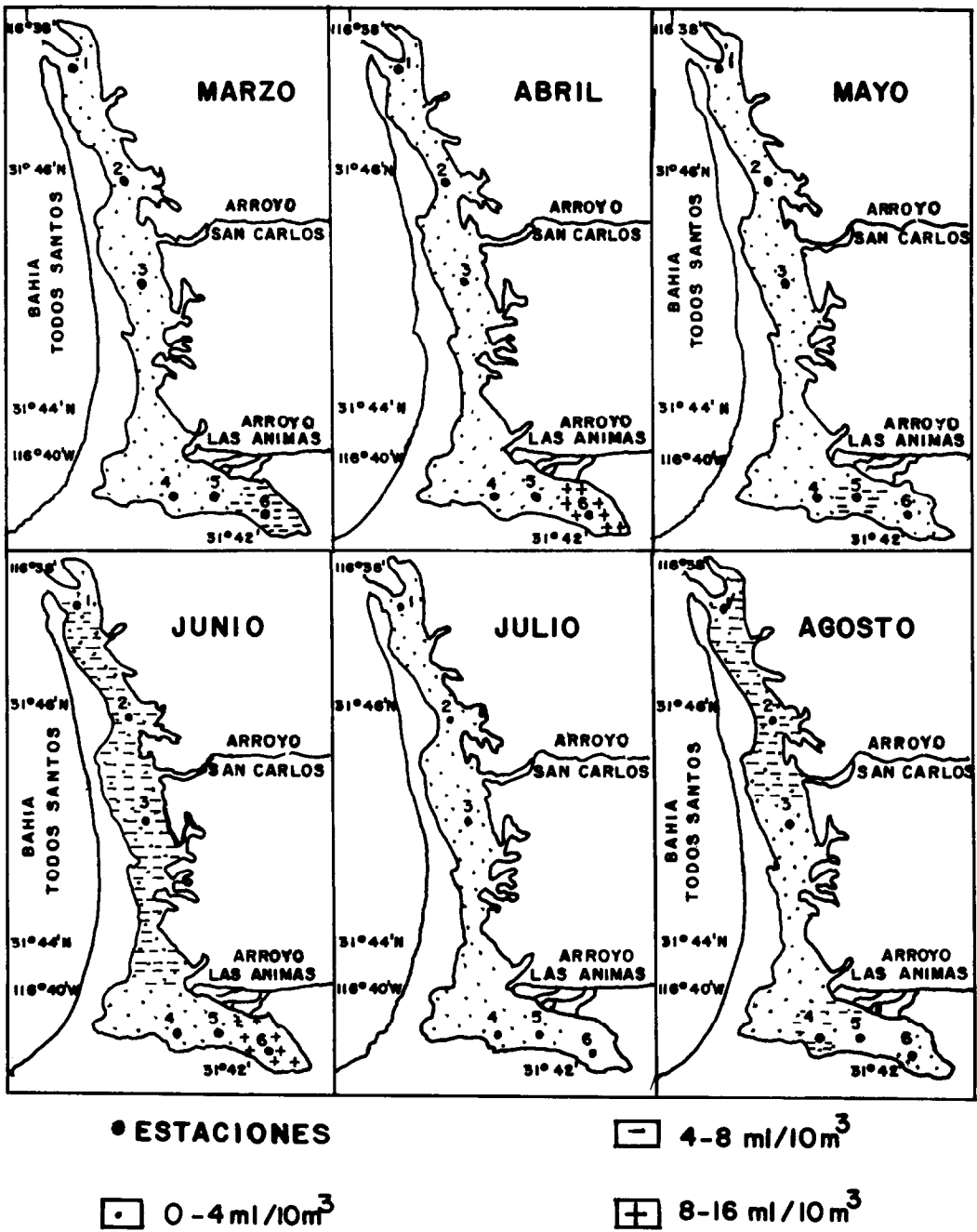


Figura 3. Distribución espacial de la biomasa del zooplancton.
Figure 3. Spatial patterns of zooplankton biomass.

Tabla I. Variaciones temporales de los principales grupos taxonómicos del zooplancton en el Estero de Punta Banda.

Table I. Temporal variations of the main zooplankton taxa in the Estero de Punta Banda.

Especies	Abundancias (Org. m ⁻³)					
	M	A	M	J	J	A
Foraminíferos	-	-	-	14	-	-
Medusas	1	-	-	-	-	-
Sifonóforos	1	-	-	-	-	-
Quetognatos	18	5	10	7	3	4
Poliquetos	-	1	-	-	-	-
Nematodos	1	1	-	-	-	-
Ostrácodos	1	1	-	-	-	-
Copépodos	3,415	7,335	2,752	15,849	5,112	1,087
Cladoceros	5	-	14	152	8	-
Anfípodos	-	-	-	-	-	70
Mysidaceos	-	-	-	10	-	2
Apendicularias	10	3	6	-	-	-
Decápodos (Zoea)	2	4	6	100	4	36
Bryozoarios (larvas)	10	10	6	28	12	-
Cirripedios (larvas)	-	10	-	14	-	-
Peces (larvas)	1	-	-	-	-	-
Peces (huevos)	-	2	3	14	8	21
Total	3,465	7,372	2,797	16,192	5,147	1,220

marea (pleamar y bajar). Las mínimas densidades se detectaron durante los períodos de cambio de marea, mientras que la máxima abundancia ($12.1 \times 10 \text{ Ind/m}^3$) ocurrió al mediodía, bajo condiciones de marea baja (Fig. 4). En general, el copépodo calanoideo *Acartia californiensis* presentó una clara dominancia entre el zooplancton total (Tabla III), con contribuciones significativas de *Pseudodiaptomus euryhalinus* sólo durante la noche. Otras especies aparecieron únicamente en forma esporádica (Tabla III).

Stations in the main channel showed very homogeneous spatio-temporal variability during this study.

Zooplankton biomass and density values were of the same order of magnitude as those reported for other Mexican coastal lagoons in the Pacific coast (Turcott-Dolores, 1976; Gómez-Aguirre *et al.*, 1974; Martínez-Guerrero, 1978); however, the density values were one order of magnitude higher than for estuaries in the USA coast, for instance, the Louisiana Estuary (Guillespie, 1971) and the Columbia River Estuary in Oregon-Washington (Haertel and Oesterberg, 1967).

Tabla II. Variaciones temporales de las abundancias promedios de las especies de copépodos.
Table II. Temporal variations of the copepod species abundances in the Estero de Punta Banda.

Especies	Abundancias (Org. m ⁻³)					
	M	A	M	J	J	A
<i>Acartia californiensis</i>	3,237	7,300	2,736	15,066	5,064	1,025
<i>Acartia tonsa</i>	3	10	-	712	16	50
<i>Paracalanus parvus</i>	140	10	3	28	8	-
<i>Labidocera trispinosa</i>	3	6	-	7	16	6
<i>Labidocera jollae</i>	-	4	-	36	4	-
<i>Corycaeus amazonicus</i>	30	4	3	-	4	3
<i>Pseudocyclops bilobatus</i>	-	-	3	-	-	3
<i>Pseudodiaptomus euryhalinus</i>	-	-	7	-	-	-
<i>Oithona similis</i>	1	-	-	-	-	-
<i>Euterpina acutifrons</i>	1	1	-	-	-	-
Total	3,415	7,335	2,752	15,849	5,112	1,087

Tabla III. Variabilidad diurna de las abundancias de especies de copépodos en la estación 3, del 10 al 11 de mayo de 1985 (org. m⁻³).

Table III. Diurnal variability of the copepod taxa abundances, at station 3, during 10 to 11 May, 1985 (org. m⁻³).

Especies	Time (hours)								
	16:00	20:00	24:00	08:00	12:00	16:00	20:00	24:00	
<i>Acartia californiensis</i>	2,679	7,236	4,934	12,117	11,500	6,849	4,191	6,154	
<i>Acartia tonsa</i>	33	506	98	120	-	205	335	369	
<i>Pseudodiaptomus euryhalinus</i>	3	976	1,008	11	-	27	11	1,273	
<i>Euterpina acutifrons</i>	16	11	12	-	7	11	11	-	
<i>Calanus pacificus</i>	-	-	-	6	-	-	-	-	
<i>Corycaeus</i> spp.	3	-	-	-	-	-	5	-	
<i>Labidocera trispinosa</i>	-	32	12	-	-	-	-	-	
<i>Labidocera jollae</i>	-	6	-	-	-	-	-	-	
<i>Clausocalanus</i> sp.	3	32	-	-	-	-	-	-	
<i>Oithona similis</i>	10	31	18	-	-	11	32	-	
<i>Phyllopodopsillus</i> sp.	-	-	6	-	-	-	-	-	
<i>Paracalanus parvus</i>	16	64	32	18	-	27	22	48	

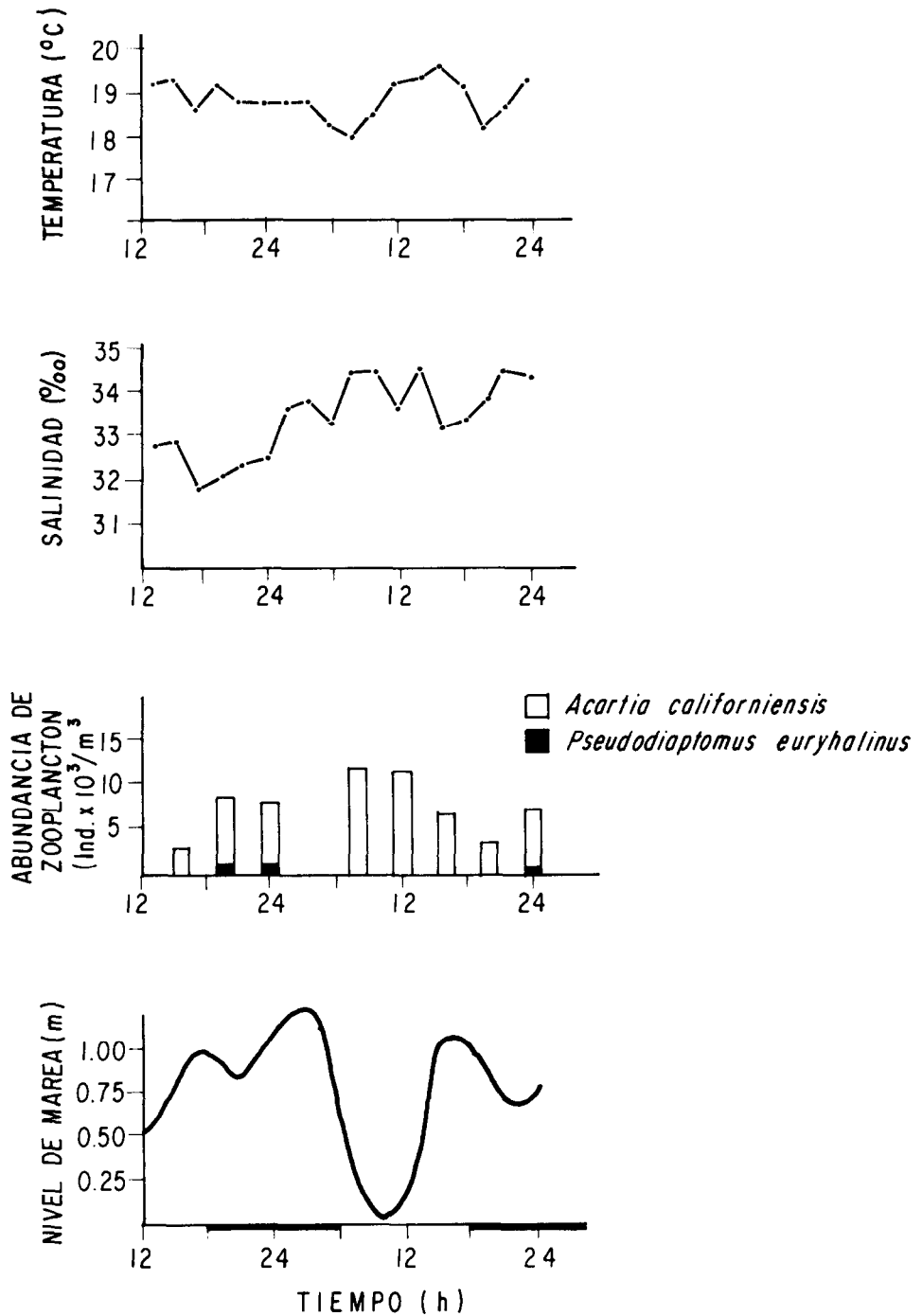


Figura 4. Ciclo de variación diaria de la temperatura y salinidad superficiales, abundancia del zooplankton y altura de marea en la estación 3, del 10 al 11 de mayo de 1985.

Figure 4. Short-term variability of surface water temperature, salinity, zooplankton abundance, and tidal height, during 10 to 11 May, 1985, at station 3.

DISCUSION

Usualmente la máxima variabilidad en la biomasa ocurrió en la estación de la cabeza (estación 6) del Estero; aquí se registraron los máximos valores de temperatura y salinidad. Por el contrario, las estaciones en el canal mostraron menor variabilidad espacio-temporal en la biomasa durante este período de estudio.

Los valores de biomasa y densidad fueron del mismo orden de magnitud que los reportados para otras lagunas en la costa Pacífica mexicana (Turcott-Dolores, 1976; Gómez-Aguirre *et al.*, 1974; Martínez-Guerrero, 1978), sin embargo, los valores de densidad fueron un orden de magnitud mayores que los reportados para los estuarios en la costas de EUA, por ejemplo en Louisiana (Guillespie, 1971) y en el Estuario del Río Columbia, ubicado en el Estado de Washington (Haertel y Oesterberg, 1967).

La gran variabilidad en la escala temporal de alta frecuencia, sugiere que un muestreo mensual podría no ser representativo de los cambios estacionales en la abundancia del zooplancton; sin embargo, el hecho de que sólo se detectara un valor máximo en los promedios mensuales de densidad (Tabla I), indica la existencia de una fuerte señal estacional. Estos resultados concuerdan con Jiménez-Pérez (1987), quien reportó los mismos cambios estacionales en la Bahía de Todos Santos, en aguas adyacentes al Estero, durante primavera y verano de 1986.

La estructura de la comunidad estuvo caracterizada por la dominancia de *Acartia californiensis*; sin embargo, en algunas estaciones en el canal se registraron poblaciones de *A. tonsa*, principalmente en la boca del Estero. Nuestros resultados acerca de la dominancia de *A. californiensis* en el Estero de Punta Banda concuerdan con los obtenidos por Trujillo-Ortiz (1986), quien reportó por primera vez a *A. californiensis* como la especie dominante del sistema, pero contrastan con el reporte de Castro-Barrera (1982) para Bahía de San Quintín (200km al sur del Estero) en el verano de 1977, donde reportó la dominancia de especies del género *Calanus*. En el Estero de Punta Banda las especies del género *Calanus* no se registraron.

The high short-term variability of zooplankton density suggests that a monthly sampling could not be representative to describe seasonal changes in the zooplankton abundance; however, the fact that only a single peak was detected in monthly mean density values (Table I) suggests the existence of a strong seasonal signal. These results agree with reports by Jiménez-Pérez (1987), who found the same seasonal changes in Todos Santos Bay, during spring and summer 1986.

The community structure was characterized by the dominance of *Acartia californiensis*; however, in some stations in the main channel, important populations of *A. tonsa* were detected, mainly near the entrance of the lagoon. Our results about the dominance of *A. californiensis* in Estero de Punta Banda agree with Trujillo-Ortiz (1986), who also reported *A. californiensis* as the dominant species during February 1983; however, they are in marked contrast with that reported by Castro-Barrera (1982) for Bahía de San Quintín (200km south of Estero de Punta Banda), in summer 1977. Castro-Barrera (1982) reported copepods of the genus *Calanus* as the dominant taxa, while in the Estero de Punta Banda, we found that *Calanus* was not registered.

Based on results by Jiménez-Pérez (1987), who reported *Acartia tonsa* to be the dominant species in the adjacent waters off the Estero de Punta Banda (Todos Santos Bay), the dominance of *A. californiensis* in the lagoon suggests that the *A. californiensis* population remains within the Estero despite the strong tidal currents. The minimum zooplankton density values registered during the tidal changes, and maximum values during high or low tide conditions, suggest that the *A. californiensis* populations perhaps migrate to the bottom during tidal changes as a mechanism to maintaining themselves within the Estero. This strategy has been described before for the zooplankton of Sunday Estuary in South Africa; here Wooldridge and Erasmus (1980) reported that some copepod populations avoid inflowing and outflowing surface currents and migrate to the surface at slack water, while other populations remain in great numbers near the bottom on the ebb tide, moving laterally into areas of lowest current

Con base en los resultados de Jiménez-Pérez (1987), quien reportó a *Acartia tonsa* como la especie dominante en las aguas de la Bahía de Todos Santos, la dominancia de *A. californiensis* en el Estero sugiere que las poblaciones de esta especie permanecen en el Estero a pesar de las fuertes corrientes de marea. Los mínimos valores de densidad registrados durante los cambios de mareas (máximo transporte) y máximos durante las fases de pleamar o bajamar, sugieren que las poblaciones de *A. californiensis* emigran al fondo durante el período de máximo transporte, como un mecanismo para mantenerse dentro del estero. Esta estrategia ha sido documentada anteriormente; por ejemplo, en el estuario Sunday en Sudáfrica, Wooldridge y Erasmus (1980) reportaron que algunas especies de copépodos evitan el flujo y reflujo, migrando hacia el fondo y concentrándose en áreas de bajas velocidades de corriente, de tal manera que logran mantener sus poblaciones en los interiores del sistema.

La dominancia de las poblaciones de *Acartia* en el Estero de Punta Banda también concuerda con los reportes de Esterly (1928), Fleminger (1967), Uye y Fleminger (1976), Trinast (1975, 1976), quienes han reportado que especies del género *Acartia* son los dominantes en las aguas costeras de California (EUA). Asimismo, otras áreas costeras y lagunas costeras en el mundo han sido reportadas como dominadas por especies del género *Acartia* (por ejemplo, Conover, 1956; Zamora-Sánchez, 1974; Landry, 1978; Castel y Courties, 1982; Alcaraz, 1983; Alvarez-Cadena, 1985).

La dominancia casi total de una sola especie en el Estero de Punta Banda y su estrategia para mantenerse internamente, hace del Estero de Punta Banda un magnífico "laboratorio natural" para estudios sobre dinámica y funciones poblacionales. Por ejemplo, para realizar estudios para estimar la producción secundaria, en los cuales se requiere el seguimiento de la misma población a través de su ciclo de vida. Los parámetros sobre dinámica de poblaciones generados bajo estos estudios, son esenciales para modelación de los procesos de transferencia de energía en los ecosistemas pelágicos de los océanos. Es por esto que "laboratorios naturales" como el

velocities. In this manner, a significant population is always maintained inside the estuary.

The dominance of the *Acartia* populations in the Estero de Punta Banda also agrees with results of Esterly (1928), Fleminger (1967), Uye and Fleminger (1976) and Trinast (1975, 1976), who have reported that species of the genus *Acartia* are between the dominant among the copepods in coastal waters off California (USA). Several other coastal areas of coastal lagoons throughout the world have been reported to be dominated by species of the genus *Acartia* (i.e., Conover, 1956; Zamora-Sánchez, 1974; Landry, 1978; Castel and Courties, 1982; Alcaraz, 1983; Alvarez-Cadena, 1985).

The almost single dominant species in this pristine coastal lagoon, and its strategy to maintain a significant population inside the lagoon, makes this ecosystem a "natural laboratory" for zooplankton dynamics and populational functioning. For example, analysis to estimate secondary production, in which sampling the same populations through their entire life cycle is an indispensable requirement. The population dynamic parameters generated in these studies are essential to modelate the energy transfer processes in the pelagic ecosystems. Therefore, these ecosystems should be preserved from any industrial or touristic development, because at the worldwide level, these systems are close to extinction due to human activities.

English translation by the author.

Estero de Punta Banda, deben ser preservados de cualquier amenaza de desarrollo industrial o turístico, ya que a nivel mundial, ecosistemas como éste están cerca de la extinción debido a las actividades humanas.

LITERATURA CITADA

Acosta-Ruiz, M.J. y Alvarez-Borrego, S. (1974). Distribución superficial de algunos parámetros hidrológicos, fisico-químicos, en el Estero de Punta Banda, B.C. en otoño e invierno. Ciencias Marinas, 1: 16-45.

- Alcaraz, M. (1983). Coexistence and segregation of congeneric pelagic copepods: spatial distribution of the *Acartia* complex in the ria of Vigo (NW of Spain). *J. Plankton Res.*, 5: 891-900.
- Alvarez-Borrego, S., Acosta-Ruiz, M.J. y Lara-Lara, J.R. (1977). Hidrología comparativa de las bocas de dos antiestuarios de Baja California. *Ciencias Marinas*, 4: 1-12.
- Alvarez-Cadena, J.N. (1985). Composición y abundancia de los copépodos planctónicos de la Bahía de Mazatlán, Sin., México (1979-1980). *Anal. Inst. Cien. del Mar y Limnol. UNAM*, 12: 1-14.
- Beltrán-Félix, J.L., Hammann, M.G., Chagoya-Guzmán, A. and Alvarez-Borrego, S. (1986). Ichthyofauna of Estero de Punta Banda, Ensenada, Baja California, Mexico, before a major dredging operation. *Ciencias Marinas*, 12: 29-92.
- Castel, J. and Courties, C. (1982). Composition and differential distribution of zooplankton in Arcachon Bay. *J. Plankton Res.*, 4: 417-433.
- Castro-Barrera, T. (1982). Densidad, diversidad y distribución de los grupos zooplantónicos en relación con algunos nutrientes y productos de degradación de la clorofila *a*, en la Bahía de San Quintín, Baja California. *Ciencias Marinas*, 8: 1-19.
- Celis-Ceseña, R. y Alvarez-Borrego, S. (1975). Distribución superficial de algunos parámetros hidrológicos, físicos y químicos en el Estero de Punta Banda. *Ciencias Marinas*, 2: 125-155.
- Conover, R.J. (1956). Oceanography of Long Island Sound. 1952-1954. 6. Biology of *Acartia clausi* and *A. tonsa*. *Bull. Bingham Oceanog. Coll.*, 15: 156-233.
- Dawson, K.J. and Knats, G. (1980). Illustrated key to planktonic copepods of San Pedro Bay, California. *Tech. Rep. Allan Hancock Found.*, No. 2, 125 pp.
- Escofet, A., Loya Salinas, D. y Arredondo, J.I. (1988). El Estero de Punta Banda (Baja California, México) como habitat de la avifauna. *Ciencias Marinas*, 14: 73-100.
- Esterly, C.O. (1928). The periodic occurrence of copepods in the marine plankton of two successive years at La Jolla, CA. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Tech. Ser.* 1: 247-354.
- Fleminger, A. (1967). Distribution and atlas of calanoid copepods in the California Current region, part II. *Calif. Coop. Oceanic Fish Invest.*, Atlas 7: 1-123.
- Gómez-Aguirre, S., Santoyo, H. y Martínez, A. (1974). Plancton de lagunas costeras. II. Ciclo anual en la Laguna de Yávaros (1969-1970). *An. Inst. Biol. UNAM*, 45: 1-30.
- Haertel, L. and Osterberg, C. (1967). Ecology of zooplankton, benthos and fishes in the Columbia River Estuary. *Ecology*, 48: 459-472.
- Hendrickx, M.E. and Sánchez Osuna, L. (1983). Survey on the marine and coastal fauna of south Sinaloa, México, V. Planktonic crustacean of the El Verde coastal lagoon. *Rev. Biol. Trop.*, 31: 283-290.
- Ibarra-Obando, S.E. and Escofet, A. (1987). Industrial development effects on the ecology of a Pacific Mexican estuary. *Environmental Conservation*, 14: 135-141.
- Jiménez-Pérez, L.C. (1987). Características del zooplankton de Bahía de Todos Santos, Baja California. *Memorias del VII Congreso Nal. de Oceanografía*, 27-31 de agosto, Ensenada, B.C., México.
- Kramer, D., Kalin, M.J., Stevens, E.G., Traillkill, J.R. and Zweifel, K.R. (1972). Collecting and processing data on fish eggs and larvae in the California Current region. *NOAA Tech. Rep. NMFS Circ.* 370: 1-38.
- Landry, M.R. (1978). Population dynamics and production of a planktonic marine copepod, *Acartia clausi*, in a small temperate lagoon on San Juan Island, Washington. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 63: 77-119.
- Lankford, R.R. (1977). Coastal lagoons of Mexico: their origin and classification. In: M. Wiley (ed.), *Estuarine processes*, Vol. II. Circulation, sediments and transfer of material in the estuary. *Academic Press*, New York, 428pp.

- Martínez-Guerrero, A. (1978). Distribución y variación estacional del zooplancton en cinco lagunas costeras del estado de Guerrero, México. *Anal. Centro Cienc. del Mar y Limnol. UNAM*, 5: 201-214.
- Millán-Núñez, E., Ortiz-Cortez, F.J. y Alvarez-Borrego, S. (1981). Variabilidad temporal y espacial de nutrientes y fitoplancton en una laguna costera a finales de verano. *Ciencias Marinas*, 7: 103-128.
- Navarro-Mendoza, M. (1985). Ecología trófica de la comunidad íctica en el Estero de Punta Banda, Ensenada, B.C., México. Tesis de Maestría en Ciencias, División de Oceanología, CICESE, México, 185 pp.
- Nishikawa-Kinomura, K. (1983). Consideraciones sobre el posible impacto ambiental de la instalación de la fábrica de jackets petroleros Bos Pacific en el Estero de Punta Banda, B.C. División de Oceanología, CICESE, México. (No publicado.)
- Pritchard, W.Q., De la Paz-Vela, R., Cabrera-Muro, H., Farreras, S. y Morales, E. (1978). Hidrología física del Estero de Punta Banda. Parte I. Análisis de datos. *Ciencias Marinas*, 5: 1-23.
- Trinast, E.M. (1975). Tidal currents and *Acartia* distribution in Newport Bay, California. *Est. and Coastal Mar. Sci.*, 3: 165-176.
- Trinast, E.M. (1976). Preliminary note on *Acartia californiensis*, a new calanoid copepod from Newport Bay, California. *Crustaceana*, 31: 54-58.
- Trujillo-Ortiz, A. (1986). Life cycle of the marine calanoid copepod *Acartia californiensis* Trinast reared under laboratory conditions. *CALCOFI Rep.*, 27: 188-204.
- Turcott-Dolores, V. (1976). Plancton de las lagunas costeras. IV. Variación estacional de los copéodos en la Laguna de Yávaros, Son., México (1969-1970). *Rev. Lat. Amer. Microbiol.*, 18: 159-165.
- Uye, S. and Fleminger, A. (1976). Effects of various environmental factors on egg development of several species of *Acartia* in southern California. *Mar. Biol.*, 38: 253-262.
- Wooldridge, T. and Erasmus, T. (1980). Utilization of tidal currents by estuarine zooplankton. *Est. Coast. Mar. Sci.*, 11: 107-114.
- Zamora-Sánchez, M.E. (1974). Estudio de las especies del género *Acartia* (Copepoda: Acartiidae) de la zona estuarina de Agiabampo, Sonora: Taxonomía, distribución y notas ecológicas. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, 57 pp.