

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION DEL ZOOPLANCTON
EN EL ESTERO PUNTA BANDA, BAJA CALIFORNIA.
(DICIEMBRE 1986 - MAYO 1987)

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
OCEANOLOGO
PRESENTA
RAMON MARTIN MENDEZ LANZ

ENSENADA, B.C. NOVIEMBRE DE 1988.

RESUMEN

Se realizó un estudio ecológico mensual de la comunidad zooplanctónica en tres zonas del Estero de Punta Banda, B.C., México, durante el periodo de diciembre de 1986 a mayo de 1987. Se encontró que los valores de biomasa para cada una de las tres zonas fueron estadísticamente diferentes; mientras que el número de grupos de organismos zooplanctónicos en cada una de las zonas fue similar. En total se registró la presencia de 15 grupos, siendo los copépodos el grupo dominante. Dentro de los copépodos, se detectó una clara dominancia de Acartia californiensis, con el 96.03 % del total de los grupos. Estimaciones de la biomasa del zooplancton, utilizando dos métodos, mostraron la presencia de dos máximos; en diciembre y mayo con un mínimo en enero. No se detectó relación entre la comunidad zooplanctónica y las variables ambientales.

"ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION DEL ZOOPLANCTON
EN EL ESTERO DE PUNTA BANDA, BAJA CALIFORNIA.
(DICIEMBRE 1986 - MAYO 1987)."

T E S I S
QUE PRESENTA:
RAMON MARTIN MENDEZ LANZ

APROBADA POR:



Presidente del Jurado
M.C. Francisco Ley Lou



Sinodal propietario
M.C. Luis C. Jiménez Pérez



Sinodal propietario
M.C. Guillermo Torres Moya



Sinodal Suplente
M.C. Antonio Trujillo Ortiz



Sinodal Suplente
M.C. Guillermo Villareal Chavez

DEDICATORIA

A mis padres VICTOR y MERCEDES
Hoy y Siempre.

A mis hermanos:

VICTOR, MERCEDES, GABRIEL, LAURA
ADRIANA, ANGELINA, PILAR,
CLEMENTINA, ENNA y MARCOS.

AGRADECIMIENTOS

Hago patente mi agradecimiento a la Facultad de Ciencias Marinas, por la formación académica que me brindó durante toda mi carrera profesional.

A mis compañeros de la Generación XXIII por su grata compañía.

Al Dc. Alejandro Marín, al P.O. Homero Ortega y al P.O. Joel Pérez por su sincera amistad que ha sido siempre un aliciente, a los demás compañeros que de una forma u otra colaboraron en este trabajo.

Al Biólogo Alfonso Parra por su valiosa colaboración.

INDICE DEL TRABAJO

I .-	INTRODUCCION.....	página 1
I. 1	Antecedentes.....	1
I. 2	Objetivos.....	4
II .-	MATERIALES Y METODO.....	5
II. 1	Area de estudio.....	5
II. 2	Metodologia.....	8
III.-	RESULTADOS.....	11
III.1	Variables ambientales.....	11
III.2	Abundancia del zooplancton.....	14
III.3	Influencia de las variables ambientales sobre la abundancia del zooplancton.....	20
III.4	Composición de la comunidad zooplanctónica..	20
IV .-	DISCUSIONES.....	31
V .-	CONCLUSIONES.....	40
VI .-	BIBLIOGRAFIA.....	41

LISTA DE TABLAS

TABLA	1...	Valores obtenidos de la prueba estadística Correlación por Rangos de Spearman al 95 % de confianza, para las variables ambientales; temperatura, salinidad y oxígeno disuelto con respecto a la biomasa zooplanctónica en tiempo y espacio, en el Estero de Punta Banda, B.C.....	página...21
-------	------	---	-------------

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1...Localización del Estero de Punta Banda, B.C. Los números representan las estaciones de muestreo.....página...6
- FIGURA 2...Variación espacio-temporal de la temperatura durante el periodo dic 86-mayo 87 para el Estero de Punta Banda, B.C.....página...12
- FIGURA 3...Variación espacio-temporal de la salinidad durante el periodo dic 86-mayo 87 para el Estero de Punta Banda, B.C.....página...13
- FIGURA 4...Variación espacio-temporal del oxígeno disuelto durante el periodo dic 86-mayo 87 para el Estero de Punta Banda, B.C.....página...15
- FIGURA 5...Variación espacio-temporal de la densidad zooplanctónica durante el periodo dic 86-mayo 87 para el Estero de Punta Banda, B.C.....página...16
- FIGURA 6...Variación espacio-temporal de la biomasa zooplanctónica (ml/m³) durante el periodo dic 86-mayo 87 para el Estero de Punta Banda, B.C.....página...18
- FIGURA 7...Variación espacio-temporal de la biomasa zooplanctónica (mg/m³) durante el periodo dic 86-mayo 87 para el Estero de Punta Banda, B.C.....página...19
- FIGURA 8...Variación espacio-temporal del número de grupos del zooplancton durante el periodo dic 86-mayo 87 para el Estero de Punta Banda, B.C.....página...22
- FIGURA 9...Densidad (Número de org/m³ de los copépodos de de la comunidad zooplanctónica durante el periodo dic 86-mayo 87 para el Estero de Punta Banda, B.C. Se especifican las especies calanoideas dominantes. Estación 1página...24
3
- FIGURA 10...Densidad (Número de org/m de los copépodos de de la comunidad zooplanctónica durante el periodo dic 86-mayo 87 para el Estero de Punta Banda, B.C. Se especifican las especies calanoideas dominantes. Estación 2página...25

FIGURA 11...Densidad (Número de org/m de los copépodos de de la comunidad zooplanctónica durante el periodo dic 86- mayo 87 para el Estero de Punta Banda, B.C. Se especifican las especies calanoideas dominantes. Estación 3página...26

FIGURA 10...Densidad (Número de org/m) de los grupos dominantes de la comunidad zooplanctónica durante el periodo dic 86-mayo 87 para el Estero de Punta Banda, B.C. Estación 1página...28

FIGURA 13...Densidad (Número de org/m3) de los grupos dominantes de la comunidad zooplanctónica durante el periodo dic 86-mayo 87 para el Estero de Punta Banda, B.C. Estación 2página...29

FIGURA 14...Densidad (Número de org/m) de los grupos dominantes de la comunidad zooplanctónica durante el periodo dic 86-mayo 87 para el Estero de Punta Banda, B.C. Estación 3página...30

I. INTRODUCCION

I.1 Antecedentes

Los estuarios y lagunas costeras son sistemas acuáticos de alta productividad orgánica y áreas de intensa actividad humana (Yaffez-Arancibia, 1975 y Odum, 1972). México posee 125 de estos sistemas a lo largo de 10,000 Km de costa y representan un área de 12,500 km² (Cárdenas, 1969; Yaffez-Arancibia, 1975; Lankford, 1977). Actualmente, en nuestro país se presenta un incremento en las actividades urbanísticas, turísticas, industriales y acuaculturales en la zona costera y especialmente en estas áreas. Esta situación ha generado la necesidad de conocer la estructura y función de estos sistemas para elaborar los planes de desarrollo que permitan su mejor uso y aprovechamiento.

Uno de los principales eslabones de un ecosistema lagunar o estuarino está constituido por el zooplancton. Este incluye muchas formas larvales de peces e invertebrados, que son sensibles a los efectos causados por la contaminación y perturbación de la calidad del agua (Holt y Strawn, 1985). También juegan el papel de eslabón entre los productores primarios como el fitoplancton y los muchos organismos carnívoros estuarinos económicamente importantes (Darnell, 1961 y Odum, 1972). Funcionan también como factor importante en el control de la densidad, composición de

especies y distribución de las tallas del fitoplancton (Martin, 1970; Poulet, 1978; Ryther y Sanders, 1980; Lynch y Shapiro, 1981; Deason y Smayda, 1982). También, se comportan como remineralizadores y transportadores de nutrientes inorgánicos de las aguas profundas hacia la superficie durante las migraciones verticales (Harris, 1959 (citado en Day et al. en preparación)). Por último, son importantes por su estrecha relación con organismos bentónicos y nectónicos, debido a que la mayoría de estos pasan sus estadios larvales y juveniles en condiciones planctónicas, que en algunos casos les sirven para ampliar su distribución mediante el proceso de dispersión, además les sirve de protección contra la depredación y las condiciones adversas (Perkin, 1974; Bell and Sherman, 1980).

El Estero de Punta Banda se localiza aproximadamente a 20 Km al sur de la ciudad de Ensenada, B.C.; es un ecosistema costero que ha sido intensamente estudiado en los últimos 10 años (Acosta-Ruiz y Alvarez-Borrego, 1974; Alvarez-Borrego et al., 1977; Zertuche-González y Alvarez-Borrego, 1978 y Millan-Núñez et al., 1981). Respecto a las comunidades zooplanctónicas se ha generado poca información. Entre ellos se encuentran los de Trujillo-Ortiz (1986), que describió el ciclo de vida del copépodo calanoideo Acartia californiensis, utilizando organismos cultivados a partir de adultos recolectados en el Estero de Punta Banda, B.C.; y los trabajos no publicados de Castro-

Longoria y Grijalva-Chon (en prensa), que estudiaron la composición ictioplanctónica del Estero de Punta Banda, B.C., durante primavera y verano de 1985; y Jiménez Pérez y Lara Lara (en preparación), que reportaron evidencias de las variaciones estacionales de la biomasa y la estructura zooplanctónica para el periodo de primavera y verano de 1985.

I.2 Objetivo

El objetivo planteado en esta investigación fue:

Describir las variaciones espacio-temporales del zooplancton en el Estero de Punta Banda, B. C. durante invierno y primavera.

- a) Conociendo las variaciones en la abundancia del zooplancton.
- b) Conociendo las variaciones en la composición de los grupos del zooplancton.
- c) Investigando las posibles relaciones de la biomasa con las variables ambientales temperatura, salinidad y oxígeno disuelto.

II. MATERIALES Y METODOS

II.1 Area de estudio

El estero de Punta Banda, se localiza en el extremo sur de la Bahía de Todos Santos, B. C., México, entre los $31^{\circ} 42'$ y $31^{\circ} 47'$ de latitud norte y $116^{\circ} 38'$ y $116^{\circ} 40'$ de longitud oeste (Fig. 1). Está separado de la bahía por una barra de arena de aproximadamente 7 Km de longitud, que parte de la base de Punta Banda (Célis-Ceseña y Alvarez-Borrego, 1975). La boca del estero varía en amplitud de acuerdo al aumento o disminución de los sedimentos acarreados por el oleaje. El ancho promedio del estero es del orden de 345 m con un área total de $3.61 \times 10^6 \text{ m}^2$ en baja mar media inferior, aumentando hacia unos 1100 m con $11.63 \times 10^6 \text{ m}^2$ en pleamar media superior (Pritchard et al., 1978).

El sistema ha sido considerado como una laguna neutra. Generalmente, la densidad de sus aguas es igual a la del agua de la Bahía de Todos Santos y en ocasiones recibe la influencia de las surgencias que son transportadas hacia el interior por movimientos causados por las mareas y vientos (Pritchard, 1967; Millán-Núñez et al., 1981 ; Alvarez-Borrego y Alvarez-Borrego, 1982). La amplitud de la marea media en el estero, es de más de un metro y ha llegado a ser hasta de 2.00 m en mareas vivas (Pritchard et al., 1978).

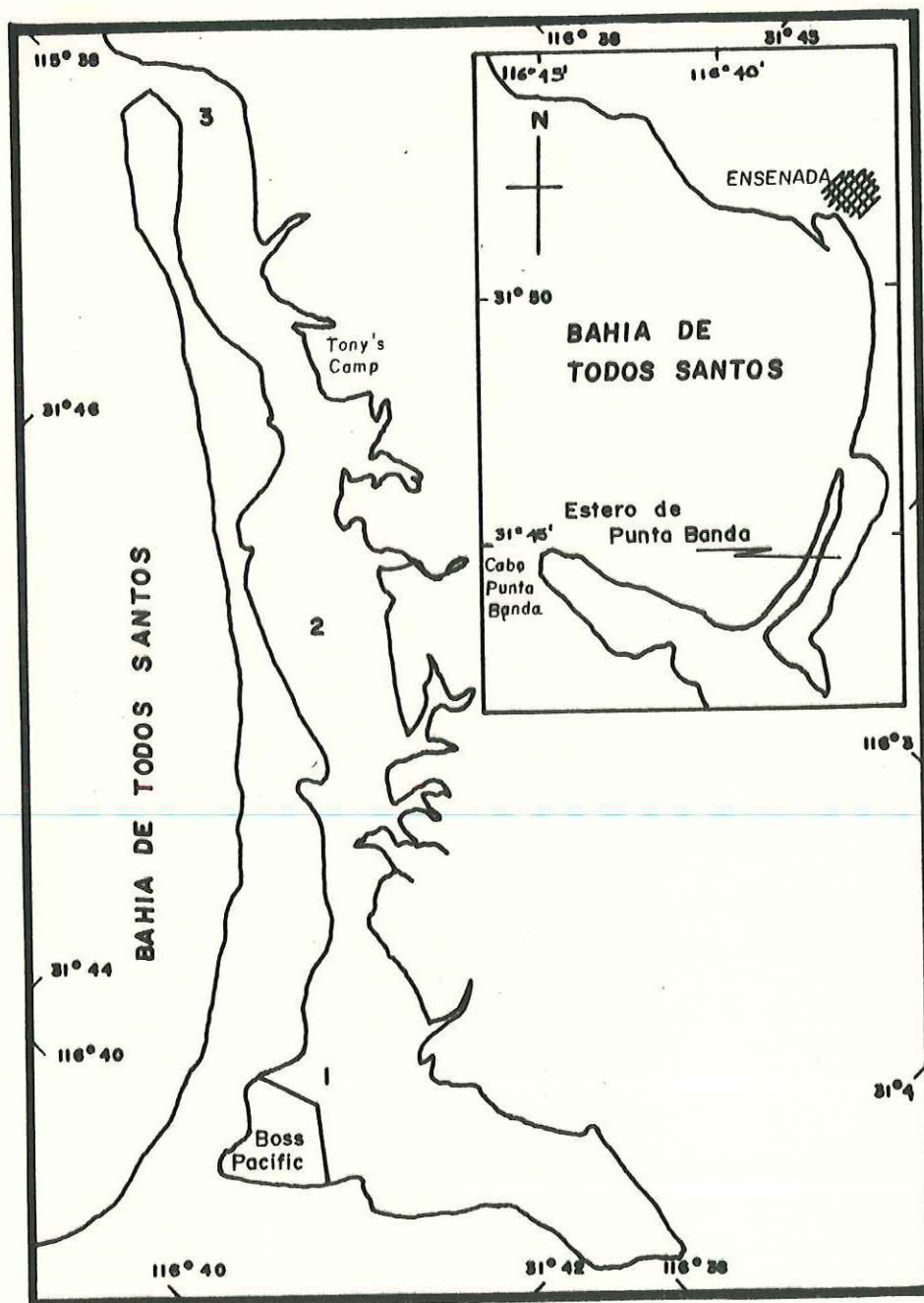


FIG. I_ LOCALIZACION DEL ESTERO DE PUNTA BANDA, B. C. . LOS NUMEROS REPRESENTAN LAS ESTACIONES DE MUESTREO.

El estero presenta un clima de tipo mediterráneo y desértico según la zona, registrándose la mayor temperatura en agosto y la más baja en enero, con vientos dominantes que proceden del noroeste. Las lluvias son escasas y no corresponden a ciclos o periodos normales y uniformes, resultando mucho más aisladas en las zonas costeras durante el verano, causando un aumento muy leve durante el invierno (Secretaría de Marina, 1974). No existe un aporte continuo de agua dulce al estero, pero durante los periodos de lluvias es considerable a través de los arroyos que se encuentran cerca de la boca y a lo largo de la base del estero (Walton, 1955).

II.2 Metodología

Se realizaron 6 muestreos mensuales en tres estaciones del Estero de Punta Banda, B.C. durante el periodo comprendido de diciembre de 1986 a mayo de 1987 (Fig. 1). La estación 1 se localizó en la parte interna del estero (cabeza), con una profundidad promedio de 2.50 m, cerca de la construcción industrial "Boss-Pacific"; la estación 2, se encontró situada en la parte intermedia del estero, a una profundidad promedio de 3.50 m, y la estación 3, se localizó en la boca del estero, con una profundidad promedio de 3.50 m.

Los muestreos se llevaron a cabo sobre el canal durante la segunda quincena de cada mes en condiciones de pleamar diurna máxima. Los organismos fueron colectados con una red estandard de plancton de 40 cm de diámetro de boca y de 0.300 mm de luz de malla, equipada con un contador de flujo marca Kahlsico tipo 5/II.84-118. El tiempo empleado por arrastre fué de 5 min, manteniendo la red a una profundidad entre los 10-50 cm. Las muestras obtenidas se preservaron con formol al 10 %, neutralizado con borato de sodio (Borax). En cada estación se tomaron también mediciones de salinidad, temperatura y oxígeno disuelto. El primer parámetro fué medido con un refractómetro American Optical de temperatura compensada y los dos últimos se midieron con un oxímetro YSI modelo 51B.

El procesamiento de las muestras se realizó en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Marinas, de la U.A.B.C..

La determinación de la biomasa se llevó a cabo por el método del volumen desplazado (ml/m^3), descrito por Kramer *et al.*, (1972). El procedimiento sencillo de este método ha permitido que se realice en diversos trabajos que podrían ser utilizados como punto de comparación con los resultados aquí obtenidos. Una vez realizada la determinación de la biomasa, se procedió a la fraccionación utilizando el separador Folsom. Un 50% del total de la muestra fue designada para determinar biomasa por el método de peso libre de ceniza (mg/m^3) según Curl (1962), que permite una estimación precisa de la biomasa. El 50% restante fue usado para el análisis cuantitativo y cualitativo de los organismos en la muestra, con el auxilio de la pipeta Stempel, según Peterson y Miller (1975). La técnica consiste en la estandarización de las muestras a un volumen de 100 ml, continuando con la extracción de 5 submuestras de 1 ml que fueron observadas bajo microscopio estereoscópico y compuesto, respectivamente (Jiménez-Pérez y Lara-Lara, en preparación).

Se analizó también la relación estadística entre la biomasa zooplanctónica y los variables ambientales utilizando el Coeficiente de Correlación por Rangos de Spearman, con un intervalo de confianza del 95%. Para el

análisis de la variación mensual de biomasa, densidad y grupos de organismos para las estaciones muestreadas, se utilizó la prueba estadística Chi Cuadrada (χ^2), con un intervalo de confianza del 95% y 10 grados de libertad (Sidney, 1980).

III. RESULTADOS

III.1 Variables Ambientales

En general, la temperatura registrada en las tres zonas del Estero de Punta Banda, mostró un incremento a través del periodo de estudio (Fig. 2). En enero y mayo se registraron las temperaturas más bajas y altas con intervalos de 14.8-15.2 y 18.9-22.6 °C, respectivamente. La temperatura no mostró un gradiente espacial definido, encontrándose que la estación 1 resultó ser la zona más variable del estero al presentar el mínimo y el máximo con 14.8 y 22.6 °C. El promedio fue de 17.04 ±2.249 °C.

Durante el periodo de estudio, la salinidad mostró ligeras fluctuaciones (Fig.3). Febrero presentó las salinidades más bajas y enero las más altas, con intervalos de 32.5 a 34.0 y 34.0 a 36.0 ‰, respectivamente. Se observó un ligero gradiente de salinidad que tendió a incrementarse hacia la parte interna del estero. La estación 3 presentó la salinidad más baja y la estación 1 la más alta con 32.5 y 36.0 ‰, respectivamente. El estero presentó un promedio general de salinidad de 33.9 ±0.812‰.

La variación temporal del oxígeno disuelto presentó ligeras fluctuaciones durante el periodo de estudio. Las estaciones 2 y 3 registraron la misma tendencia; presentando, en abril, el mínimo con 6.3 mg/l, y un máximo en marzo con un intervalo de 8.4-8.5 mg/l. La estación 1

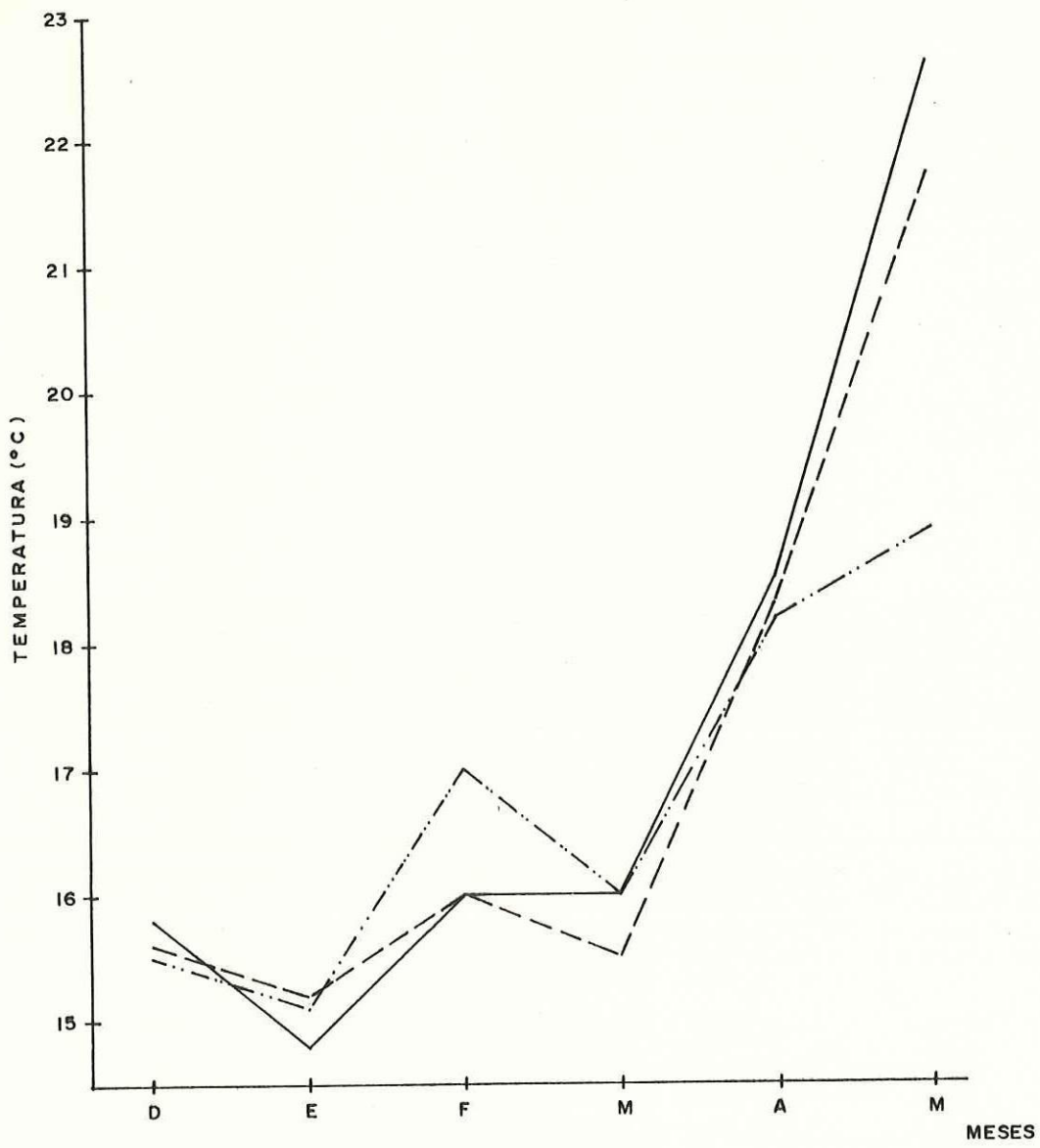


FIG. 2.- VARIACION ESPACIO-TEMPORAL DE LA TEMPERATURA DURANTE EL PERIODO DIC 86 - MAYO 87 PARA EL ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C. ESTACION 1 (—), ESTACION 2 (---) Y ESTACION 3 (-·-·-).

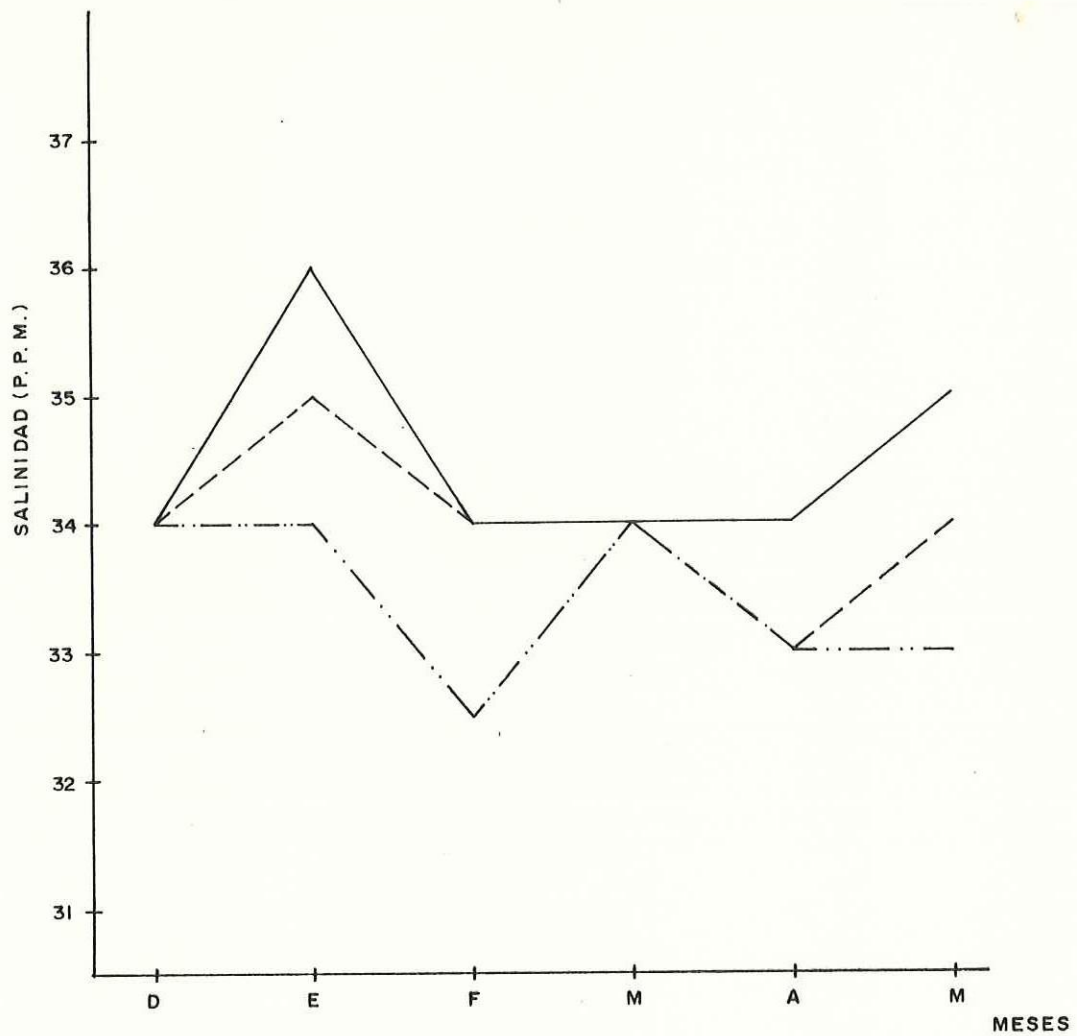


FIG. 3.- VARIACION ESPACIO-TEMPORAL DE LA SALINIDAD DURANTE EL PERIODO DIC 86 - MAYO 87 PARA EL ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C. ESTACION 1 (—), ESTACION 2 (---) Y ESTACION 3 (-·-·-).

registró el máximo en enero con 8.1 y el mínimo en mayo con 6.8 mg/l (Fig. 4). En general, la variación espacial no mostró tendencia alguna. Se registró una concentración promedio de 7.51 ± 0.655 mg/l .

III.2 Abundancia del zooplancton

La densidad de la comunidad zooplanctónica presentó una alta variabilidad espacio-temporal (Fig. 5). Las variaciones temporales registradas en las estaciones 1 y 2 fueron similares, encontrando en diciembre valores de densidad relativamente altas, continuando con un declive en enero donde se registró la densidad más baja. Posteriormente la densidad volvió a incrementarse en febrero y marzo, para continuar con un declive en abril y otro fuerte incremento en mayo. Sin embargo, la estación 3 (situada cerca de la boca), presentó un comportamiento diferente pues no mostró cambios importantes en los niveles de abundancia a lo largo del período estudiado y los valores registrados siempre fueron muy bajos en relación a las estaciones 1 y 2. Por otro lado, la densidad espacial registró un gradiente definido que se incrementó hacia la parte interna del estero. Otra observación fué la presencia de un gradiente espacial en la variabilidad de la densidad a través del tiempo estudiado, el cual se incrementó hacia la parte interna del estero.

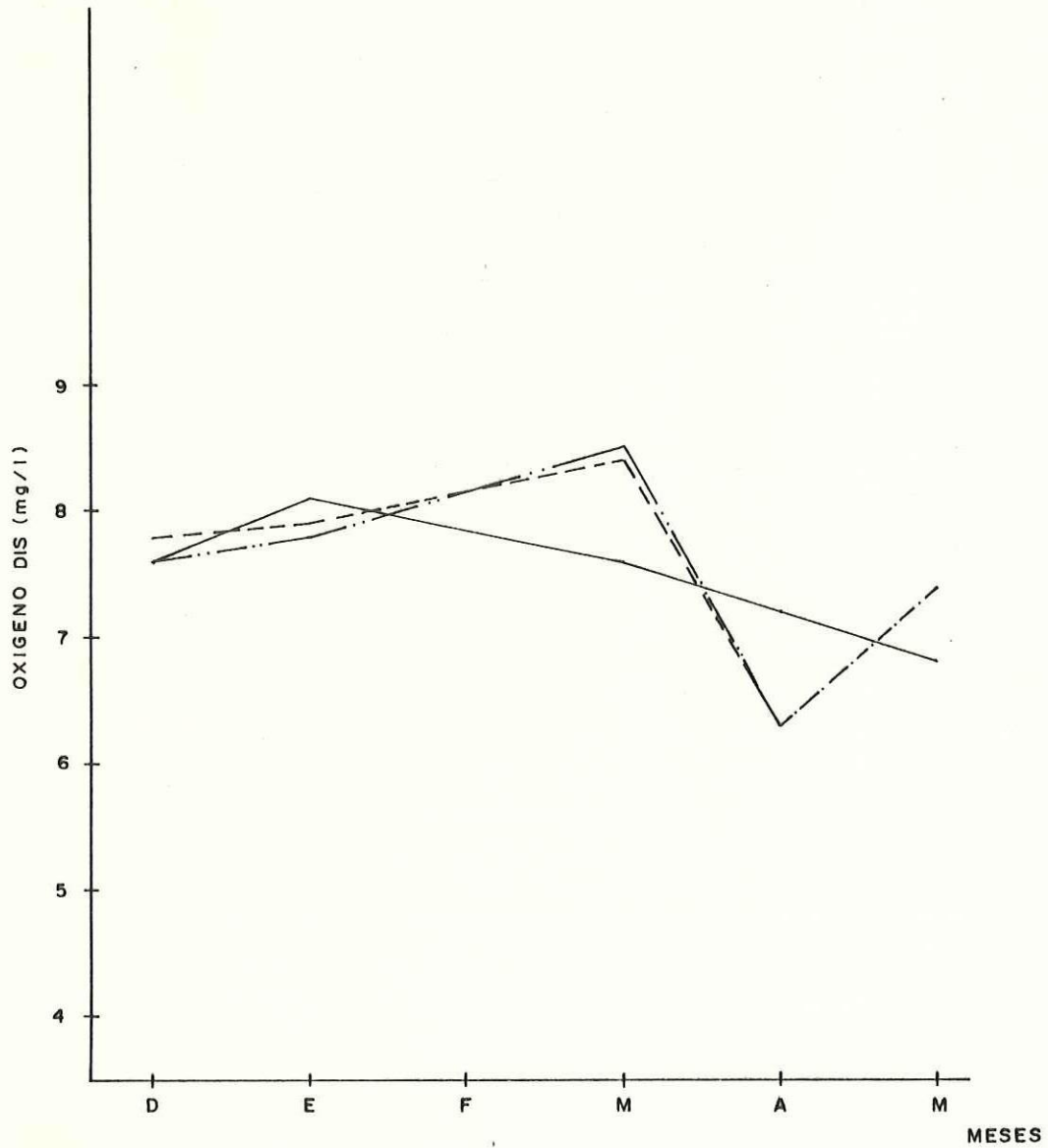


FIG. 4. VARIACION ESPACIO - TEMPORAL DEL OXIGENO DISUELTO DURANTE EL PERIODO DIC 86 - MAYO 87 PARA EL ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C. ESTACION 1 (—), ESTACION 2 (---) Y ESTACION 3 (-·-·-·-).

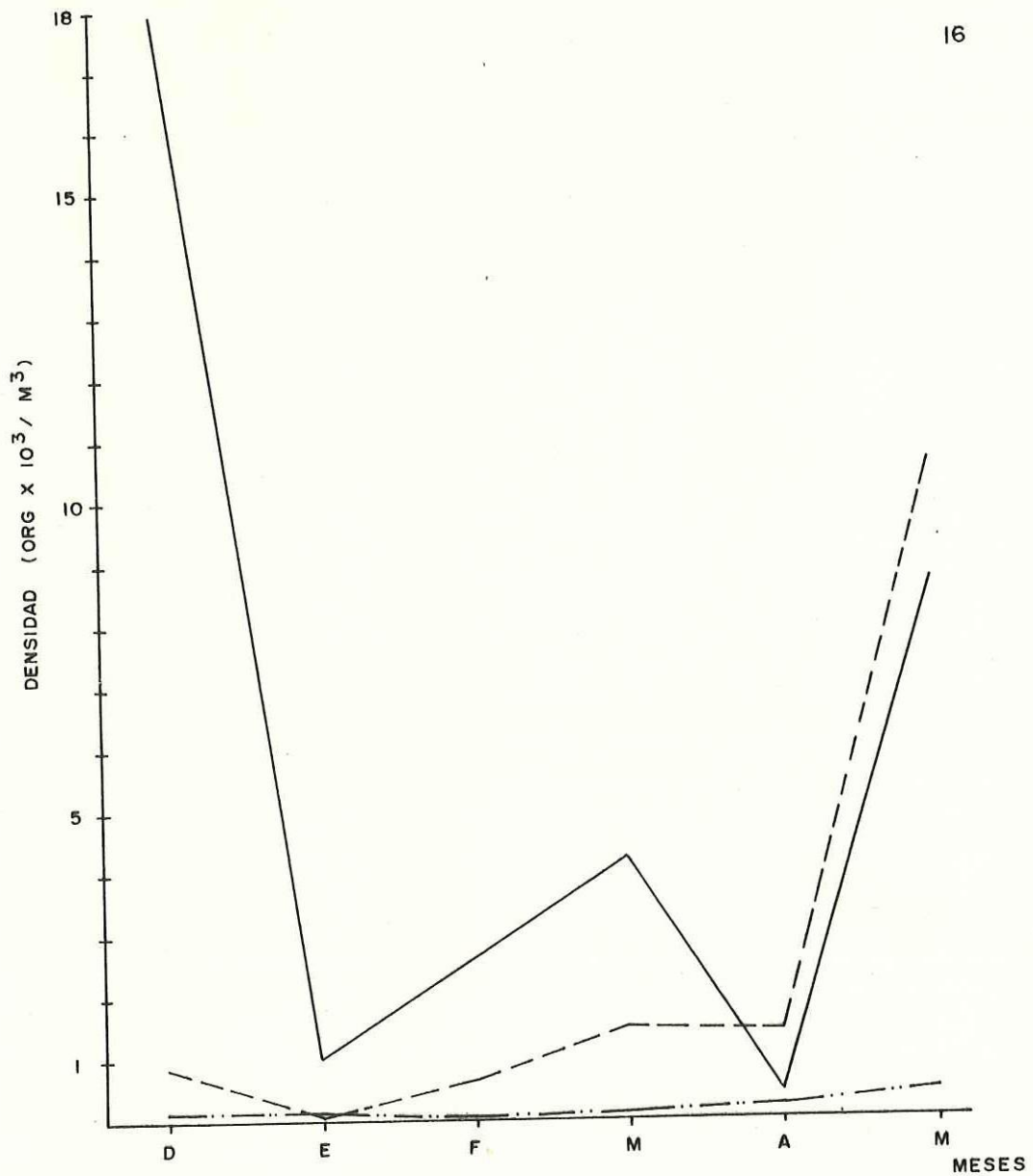


FIG. 5.- VARIACION ESPACIO-TEMPORAL DE LA DENSIDAD ZOO-
PLANCTONICA DURANTE EL PERIODO DIC 86 - MAYO 87
PARA EL ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C.. ESTACION 1
(—), ESTACION 2 (---) Y ESTACION 3 (-·-·-).

En general, las estimaciones de biomasa del zooplancton obtenidas por el método de volumen desplazado en las 3 zonas, mostraron una variación temporal similar. El máximo de biomasa se registró en diciembre para la estación 1 y el mínimo en marzo para la estación 3 (Fig. 6). Referente a la distribución espacial, se observó un gradiente que tiende a incrementarse hacia la parte interna del estero.

Una tendencia similar a la variación temporal de la densidad fue detectado utilizando el método de peso libre de ceniza. Este método registró los mayores valores de biomasa en diciembre y abril para la estación 1, mientras que marzo registró el valor más bajo en la estación 3 (Fig. 7). La variación espacial de la biomasa, registró un gradiente que se incrementó hacia el interior del estero. Además, se observó un gradiente espacial de variabilidad de biomasa con este método, similar al detectado en las estimaciones de densidad.

Los resultados del análisis estadístico de los datos de densidad y biomasa zooplanctónica aplicado a las tres estaciones de muestreo, indican que los valores registrados presentaron diferencias significativas. ($\chi^2_{\text{calc}}=14.666$, $\chi^2_{\text{calc}}=17.443$ y $\chi^2_{\text{calc}}=9.253$ para densidad y biomasa; primero y segundo método, respectivamente, con relación a una $\chi^2_{\text{crítica}}=18.307$ al 95 % de confianza).



FIG. 6.- VARIACION ESPACIO-TEMPORAL DE LA BIOMASA — ZOOPLANCTONICA (ml / M³) DURANTE EL PERIODO DIC 86 - MAYO 87 PARA EL ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C. ESTACION 1 (—), ESTACION 2 (---) Y ESTACION 3 (-·-·-·).

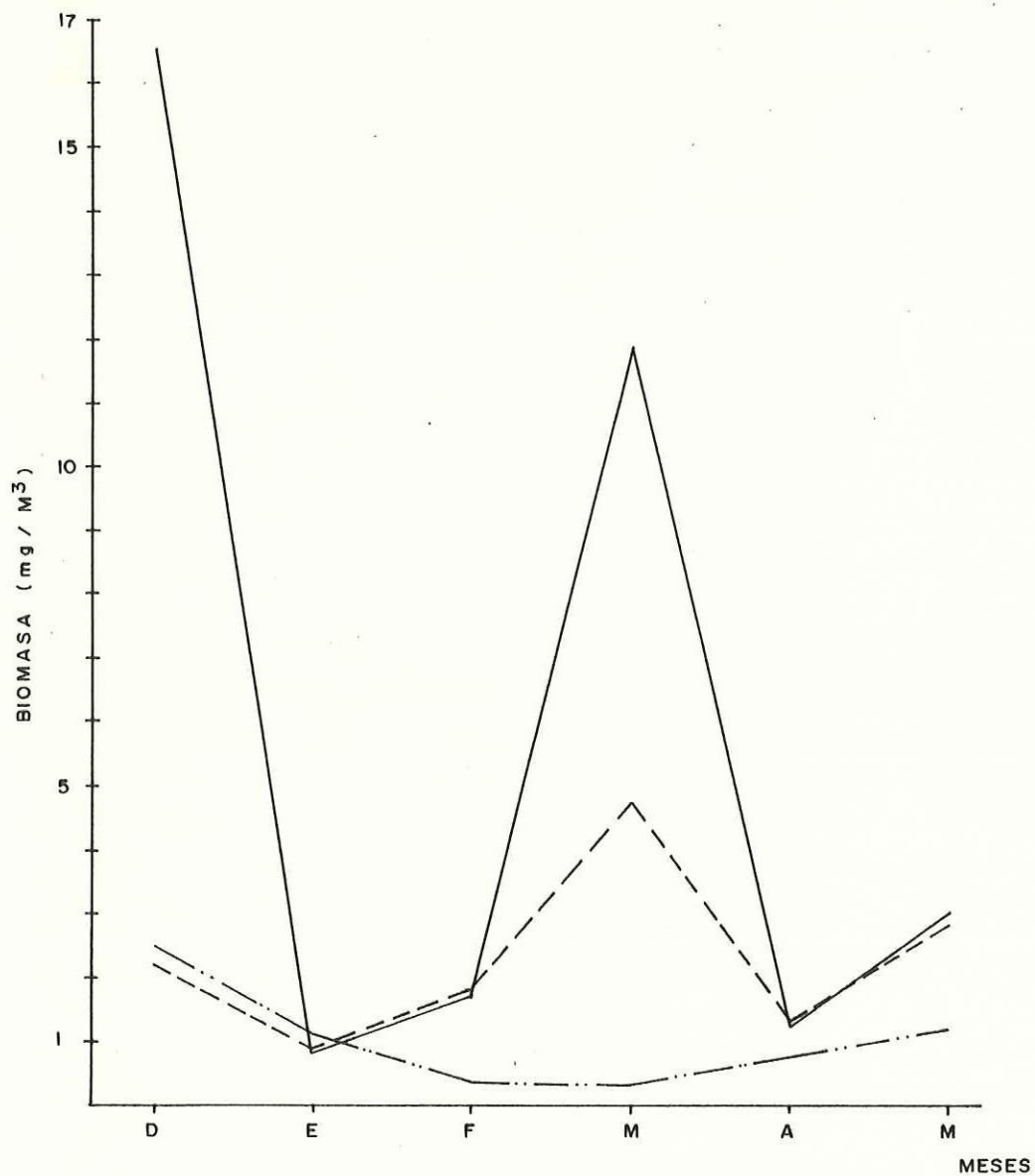


FIG. 7._ VARIACION ESPACIO-TEMPORAL DE LA BIOMASA — ZOOPLANCTONICA (mg/M³) DURANTE EL PERIODO DIC 86-MAYO 87 PARA EL ESTERO DE PUNTA BANDA, B. C.. ESTACION I (—), ESTACION 2 (---) Y ESTACION 3 (-·-·-).

III.3 Influencia de las variables ambientales sobre la biomasa del zooplancton

En el presente estudio se encontraron evidencias que sugieren que las variables ambientales como temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, no influyeron sobre la variabilidad espacio-temporal de la biomasa del zooplancton; pues en todos los casos las correlaciones fueron bajas (Tabla 1).

III.4 Composición de la comunidad zooplanctónica

La variación temporal de los grupos de la comunidad zooplanctónica no mostró una tendencia definida (Fig. 8). Durante el mes de enero, la estación 1 registró el máximo número de grupos; diciembre y abril en la estación 2, con 9 grupos, mientras que el mínimo se presentó en febrero en la estación 1 con 4 (la menor cantidad de todo el muestreo).

Por otro lado, la variación espacial tampoco mostró un gradiente, observándose en general una distribución homogénea de los grupos en ambas zonas del estero.

La prueba estadística Chi Cuadrada, aplicada a las tres zonas del estero con respecto al número de grupos de la comunidad zooplanctónica, indicaron que no existen diferencias significativas. $\chi^2_{calc} = 24.336$ en relación a una $\chi^2_{critica} = 18.307$ al 95 % de confianza.

Tabla:1 Valores obtenidos de la Correlación por Rangos de Spearman al 95% de confianza para temperatura, salinidad y oxígeno disuelto con respecto a la biomasa zooplanctónica en tiempo y espacio, en el Estero de Punta Banda, B.C.

A) Variación Temporal

	<u>Biomasa</u>	<u>Valor esperado</u>
<u>Temperatura</u>	<u>0.086</u>	<u>0.829</u>
<u>Salinidad</u>	<u>0.371</u>	<u>0.829</u>
<u>Oxígeno</u>	<u>0.085</u>	<u>0.900</u>

B) Variación Espacial

	<u>Biomasa</u>	<u>Valor Esperado</u>
<u>Temperatura</u>	<u>0.416</u>	<u>0.829</u>
<u>Salinidad</u>	<u>0.390</u>	<u>0.829</u>
<u>Oxígeno</u>	<u>-0.045</u>	<u>0.900</u>

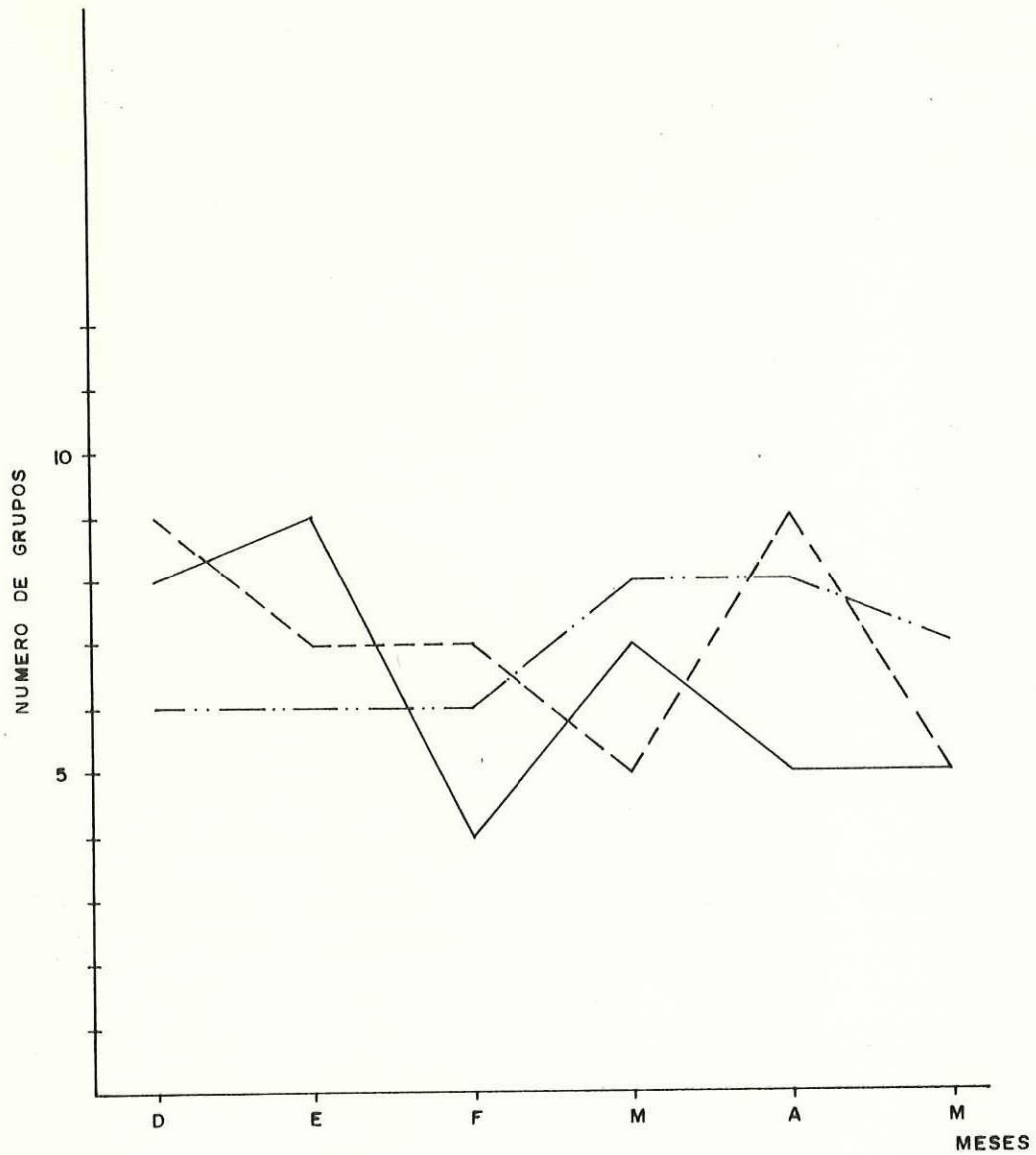


FIG. 8. VARIACION ESPACIO-TEMPORAL DEL NUMERO DE GRUPOS DEL ZOOPLANCTON DURANTE EL PERIODO DIC 86 - MAYO 87 PARA EL ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C. ESTACION 1 (—), ESTACION 2 (---) Y ESTACION 3 (-.-.-).

De un total de 15 grupos espacio-temporalmente hablando, los copépodos fueron el grupo dominante del zooplancton total (Figs. 12, 13 y 14). Dentro de este grupo, el copépodo calanoideo Acartia californiensis mostró ser la especie dominante con una máxima abundancia en diciembre en la estación 1, y la mínima en enero en la estación 2, con valores de densidad más altos hacia el interior del estero (Figs. 9, 10 y 11).

Dentro de los copépodos, se identificaron otras especies que también presentaron densidades altas como Corycaeus anglicus y Labidocera trispinosa (Figs. 9, 10 y 11). C. anglicus, presentó un máximo en la estación 2 de diciembre (mayor abundancia que Acartia californiensis) y un mínimo en las estaciones 1 y 2 de los muestreos de marzo y mayo, mientras que L. trispinosa presentó el máximo en la estación 2 del muestreo de marzo y el mínimo lo presentó en varios meses para las tres estaciones. En relación a su distribución espacial, C. anglicus, no presentó un patrón definido, mientras que los valores de densidad de L. trispinosa disminuyeron hacia el interior del estero.

Además del grupo de los copépodos, las larvas zoeas fueron el segundo grupo en orden de importancia por su abundancia, presentando los valores relativamente altos en diciembre y mayo para las estaciones 1 y 2, respectivamente y valores relativamente bajos en la estación 2 de los muestreos de enero, febrero y abril. Su distribución

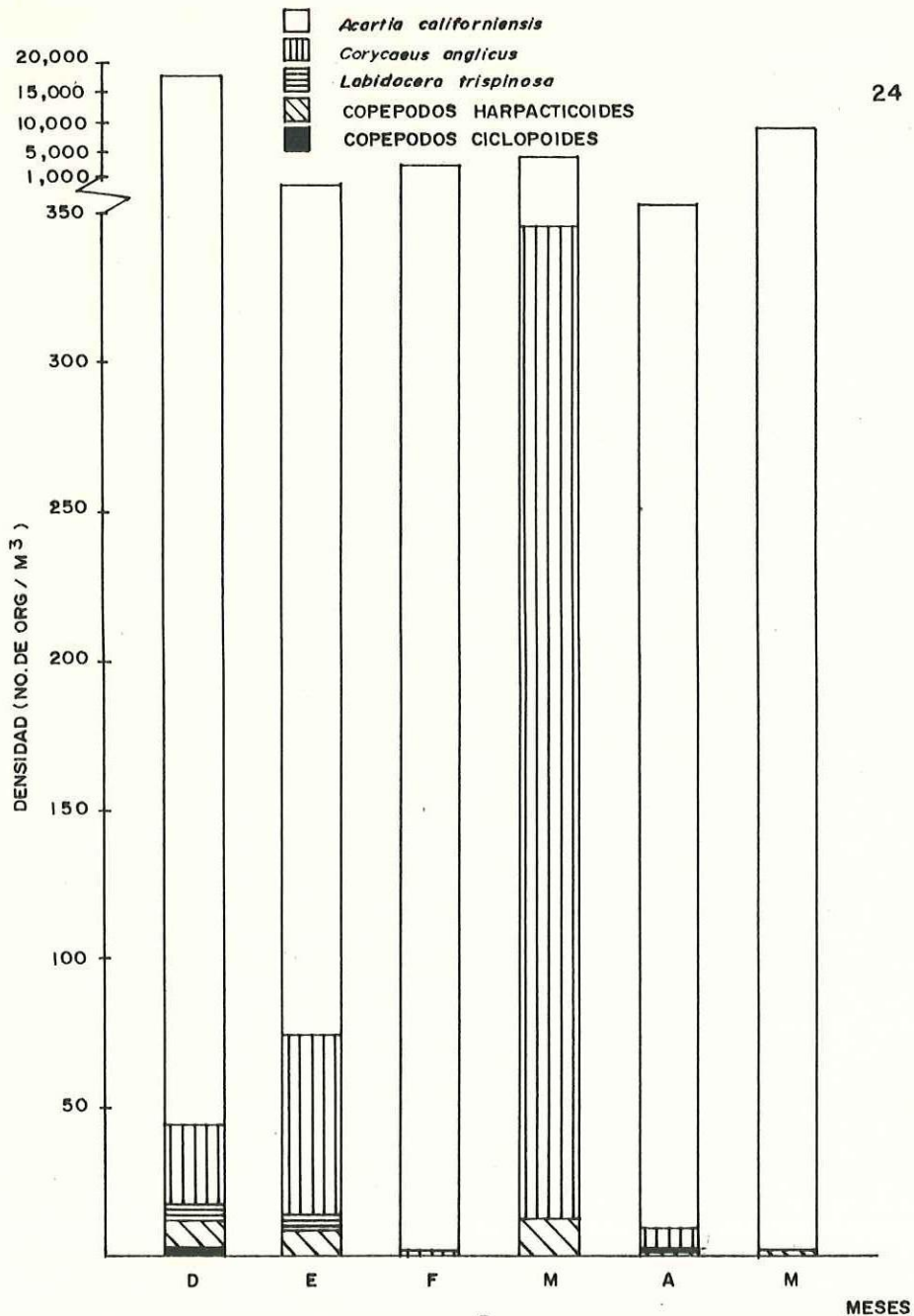


FIG. 9 .. DENSIDAD(N° DE ORG / M³) DE LOS COPEPODOS DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTONICA DURANTE EL PERIODO DIC 86 - MAYO 87 PARA EL ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C. . SE ESPECIFICAN LAS ESPECIES CALANOIDEAS DOMINANTES. ESTACION I

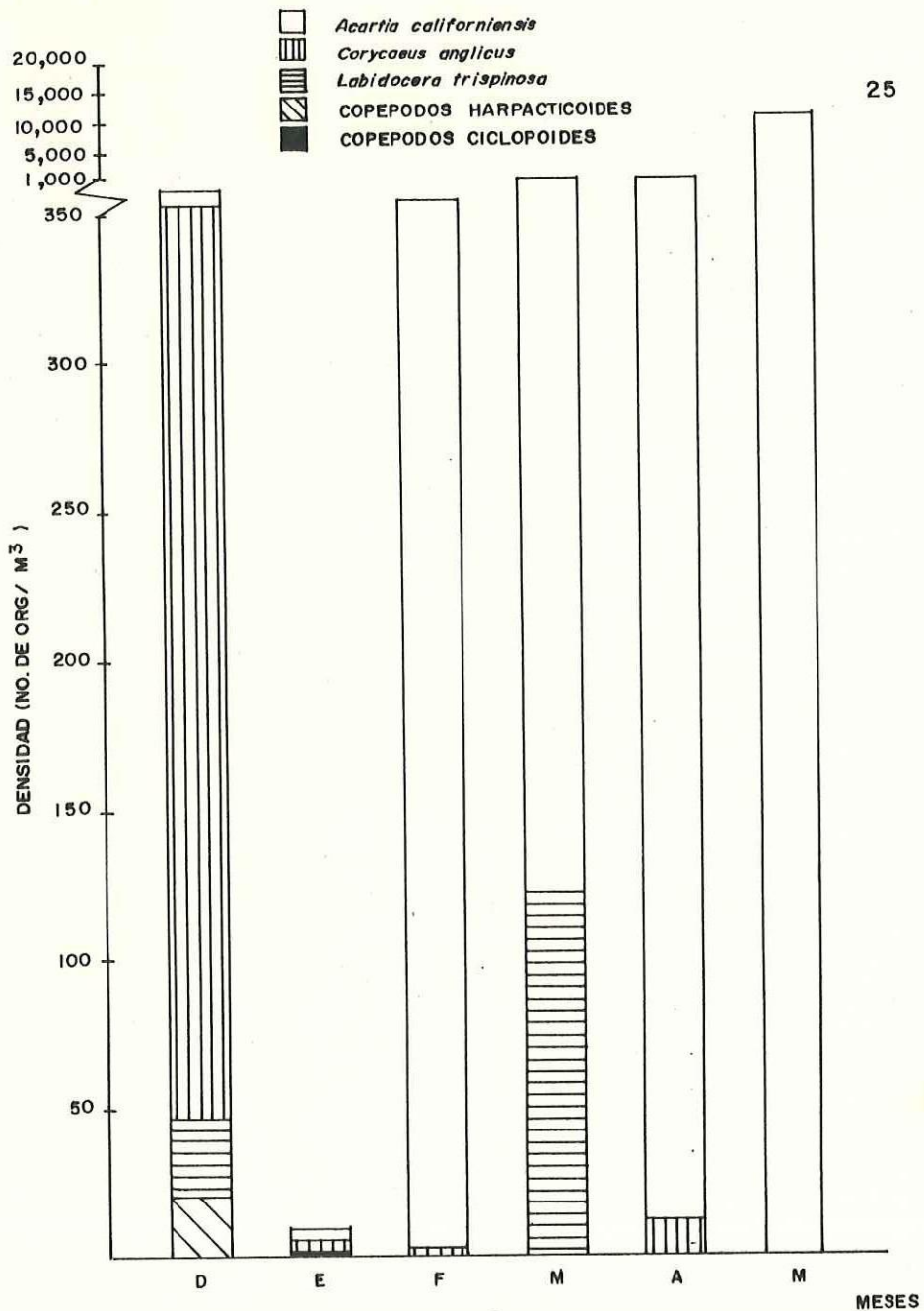


FIG. 10. DENSIDAD (N° DE ORG/M³) DE LOS COPEPODOS DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTONICA DURANTE EL PERIODO DIC 86-MAYO 87 PARA EL ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C. SE ESPECIFICAN LAS ESPECIES CALANOIDEAS DOMINANTES. ESTACION 2

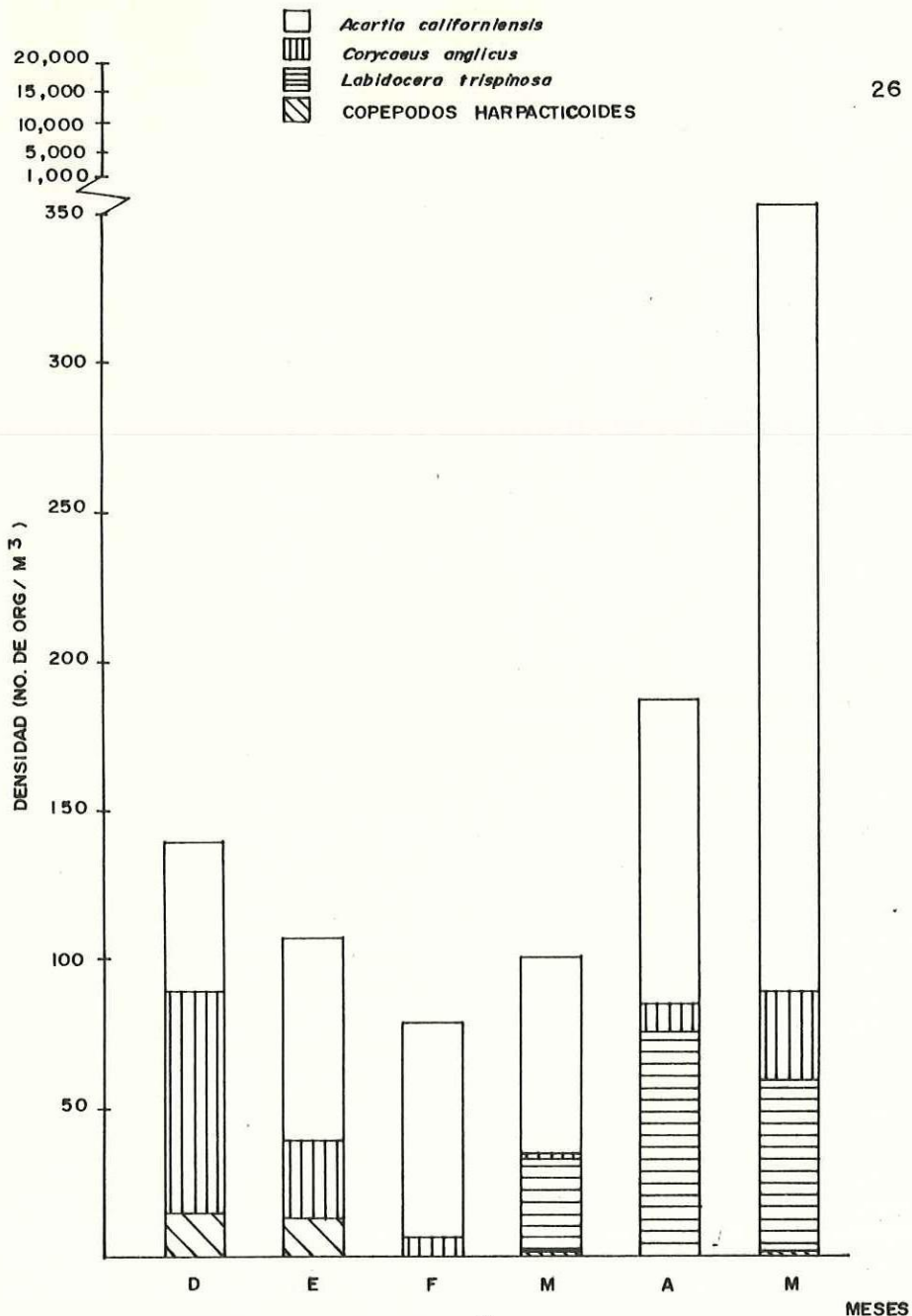


FIG. II . DENSIDAD(N° DE ORG/M³)DE LOS COPEPODOS DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTONICA DURANTE EL PERIODO DIC 86-MAYO 87 PARA EL ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C. SE ESPECIFICAN LAS ESPECIES CALANOIDEOS DOMINANTES. ESTACION 3

espacial presentó valores más altos hacia el interior del estero (Figs. 12, 13 y 14), sugiriendo la posible existencia de un gradiente.

Los huevos de peces, también mostraron una variación temporal similar al registrado por las larvas zoeas. En la estación 2 del muestreo de abril se encontró la mayor abundancia y el mínimo se registró para las estaciones 1 y 2 en los meses de febrero y abril y febrero y marzo, respectivamente. No se detectaron cambios importantes espacialmente (Figs. 12, 13 y 14).

Las larvas de briozoarios, al igual que los grupos anteriores, presentaron la misma tendencia, con el máximo en diciembre en la estación 2 y el mínimo principalmente en marzo, abril y mayo para las estaciones 1 y 2. Su distribución espacial tampoco registró una tendencia definida (Figs. 12, 13 y 14).

Por último, las medusas presentaron una tendencia diferente a los anteriores grupos, con un máximo en febrero en la estación 3; mientras que en todos los meses a excepción de marzo, las estaciones 1 y 2 registraron el mínimo, situación que se dió al no reportarse ningún organismo. En cuanto a su distribución espacial, se observó que esta tiende a incrementarse hacia la boca del estero (Figs. 12, 13 y 14).

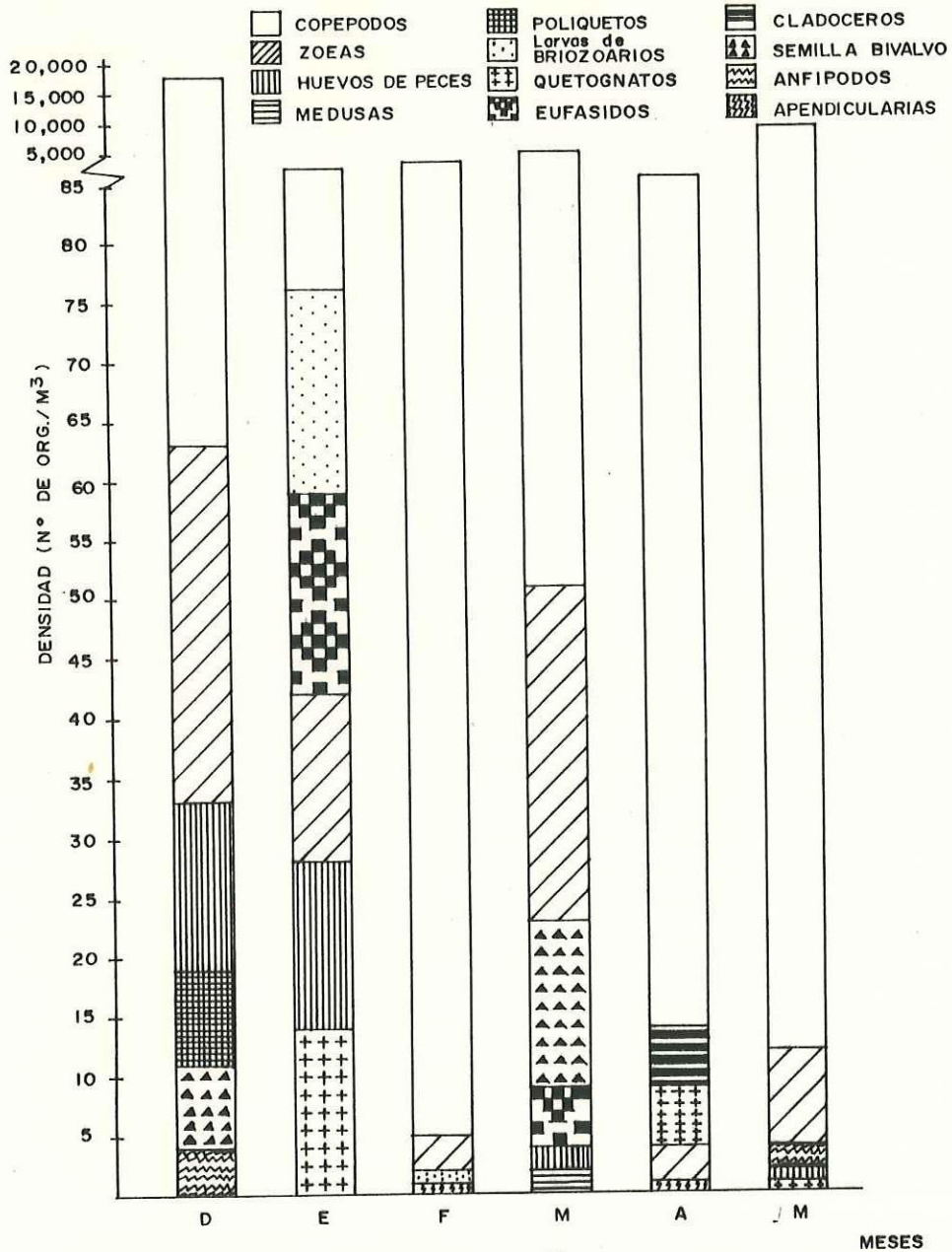


FIG.12.. DENSIDAD (N° DE ORG./M³) DE LOS GRUPOS DOMINANTES DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTONICA DURANTE EL PERIODO DIC86 - MAYO 87 PARA EL ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C. . ESTACION I.

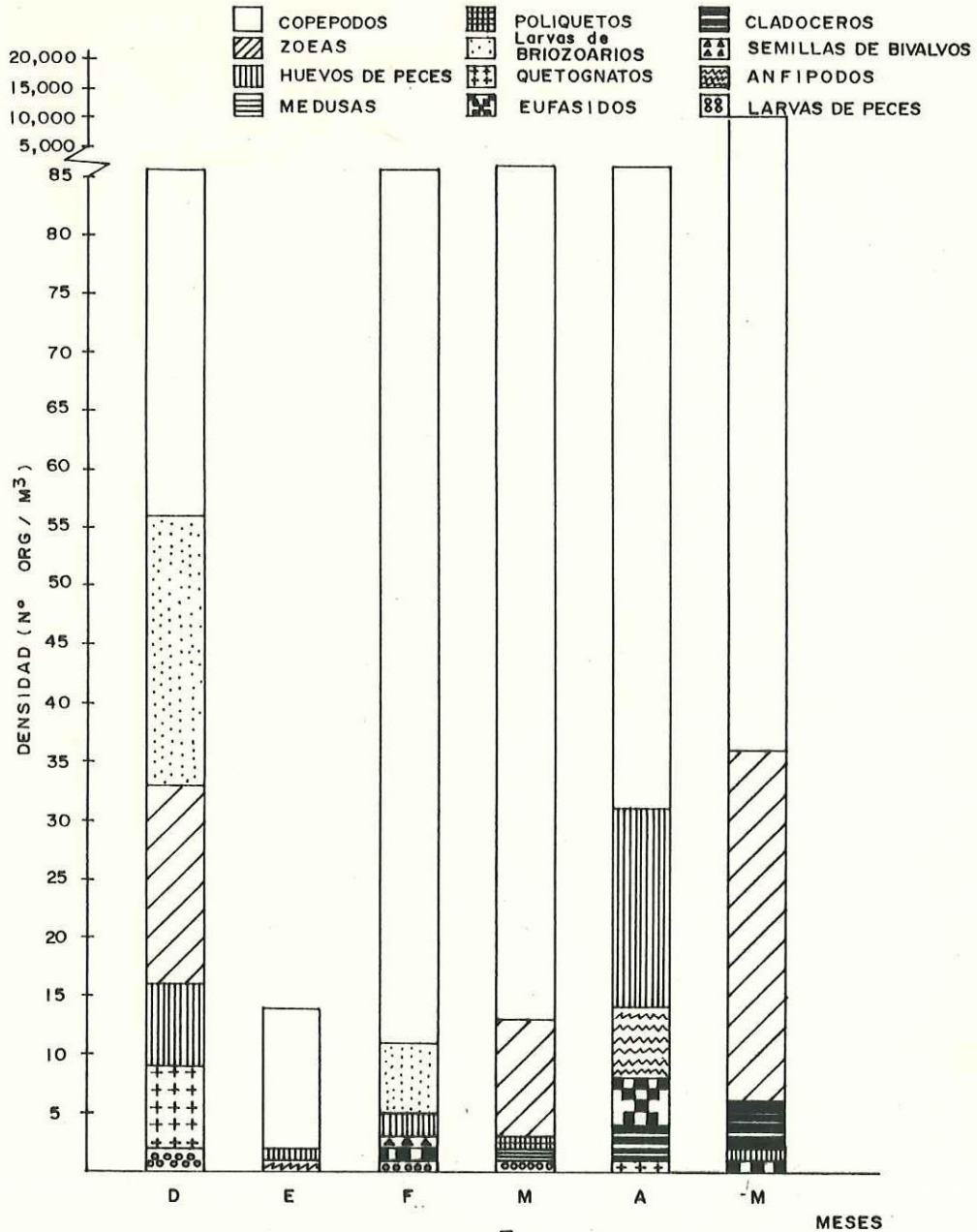


FIG.13. DENSIDAD (Nº DE ORG/M³) DE LOS GRUPOS DOMINANTES DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTONICA DURANTE EL PERIODO DIC 86 - MAYO 87 PARA EL ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C. . ESTACION 2 .

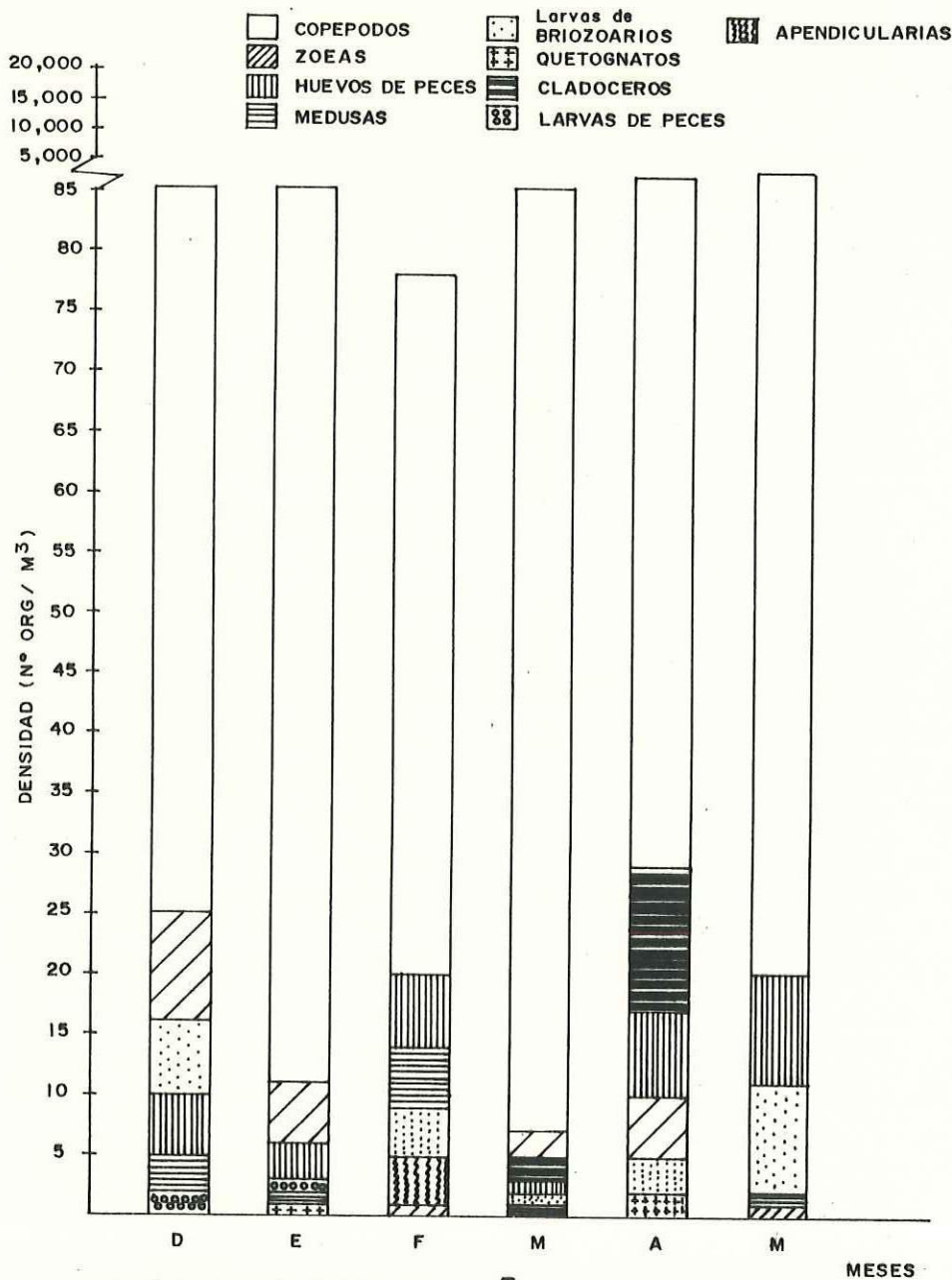


FIG.14. DENSIDAD(Nº DE ORG/M³) DE LOS GRUPOS DOMINANTES DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTONICA DURANTE EL PERIODO DIC 86 - MAYO 87 PARA EL ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C. . ESTACION 3.

VI. DISCUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación, mostraron que las variables ambientales no presentaron una influencia significativa sobre las variaciones espacio-temporales de la comunidad zooplanctónica, posiblemente debido a la poca variación de las condiciones climáticas durante el periodo de los muestreos.

La variación temporal de la temperatura superficial del agua, fué debida probablemente al efecto de las condiciones climáticas estacionales que se presentaron durante el estudio (Alvarez -Borrego, 1981). La variabilidad espacial de la temperatura, probablemente se debió al efecto combinado de la radiación solar y la temperatura del ambiente sobre las aguas del sistema; particularmente en las aguas del interior que presentan la característica de ser poco profundas, permitiendo que los cambios de temperatura sean rápidos.

Respecto a las ligeras fluctuaciones en la variación temporal de la salinidad, pudieron ser debidas al proceso de evaporación, asociado a una escasez de precipitación pluvial que se registró durante los muestreos (datos reportados por la División Hidrométrica de la S.A.R.H. 1987).

Referente al valor máximo, probablemente, fué reflejo

del efecto provocado por una fuerte escasez de precipitación pluvial que existió durante los meses de octubre, noviembre y diciembre. Además, la gran distancia que existe con la entrada del estero, impidió que las aguas del interior se mezclaran rápidamente con las provenientes de la bahía que fueron menos salinas. Así mismo, el pequeño incremento observado en la variación espacial, es producto del proceso de evaporación de las zonas someras del interior que se da con mayor intensidad que en otras partes del cuerpo costero (Zertuche-González y Alvarez-Borrego, 1978).

Los intervalos obtenidos en las estimaciones de temperatura y salinidad para invierno y primavera, y el incremento de estas variables hacia el interior del estero, coinciden con los reportados por Acosta-Ruiz y Alvarez-Borrego (1974), Alvarez-Borrego *et al.* (1977) y Zertuche-González y Alvarez-Borrego (1978).

En general, las variaciones espacio-temporales del oxígeno disuelto de las aguas superficiales del estero, probablemente se debieron a la combinación del proceso de fotosíntesis, al consumo biológico y a la acción del viento y la marea. El efecto de estos tres factores fueron los responsables de la variación en las estaciones 2 y 3, mientras que en la estación 1, el proceso de fotosíntesis y el consumo biológico causado por los incrementos de abundancia de organismos y por la oxidación de materia

orgánica, fueron los causantes de la variación (Acosta-Ruiz y Alvarez-Borrego, 1974; Alvarez-Borrego *et al.*, 1977; Zertuche-González y Alvarez-Borrego, 1978 y Galindo-Bect; Flores-Baez, 1982). Respecto a la variación espacial del oxígeno, es posible que se deba a que la estación 1, alejada de la zona de rompientes, compensó la poca influencia del viento y la marea con el proceso de fotosíntesis que quizás es más intenso en el interior del estero, y particularmente en la superficie del agua, evitando la formación de un posible gradiente (Green 1968). Los valores presentados aquí fueron poco diferentes a los reportados por Alvarez - Borrego *et al.* (1977) y Zertuche-González y Alvarez-Borrego (1978), que presentaron intervalos de 7.14- 8.57 mg/L en invierno y 7.42- 9.14 mg/L en primavera, así como un ligero incremento hacia el interior del estero.

Comparando los resultados obtenidos en este estudio, con la información disponible en la literatura, es posible señalar, que la abundancia del zooplancton registrada para el estero, fué de tres ordenes de magnitud mayor que lo reportado por Alvarez-León (1980) en 3 esteros adyacentes a Mazatlán, Sin., con un intervalo de 0.18-17.91 org/m³ y un orden de magnitud mayor que el Estuario de Columbia River con un intervalo de 10.0-999.9 org/m³ (Haertel y Osterberg, 1967). Es probable que esta gran diferencia se haya debido a que el estero no se vió significativamente afectada

por la temperatura y la salinidad, mientras que para los esteros anteriormente mencionados las variaciones de los factores físicos fueron más drásticos, provocando que en ciertos periodos de tiempo existiera dominancia de varias especies sin llegar a ser propiamente abundantes (Haertel y Osterberg, 1967 ; Alvarez-León, 1980). Se encontró que la abundancia fué del mismo orden de magnitud que el reportado por Jiménez-Pérez y Lara-Lara (en preparación) para el Estero de Punta Banda, con un intervalo de $2.7-12.1 \times 10^3$ org/m³. Probablemente el tiempo de arrastre fué un factor importante entre ambos estudios.

La abundancia presentada en este trabajo fué menor que la registrada para la marisma de Long Island, con un promedio de 11,000 org/m³ (Carlson ,1978). Es probable que esta diferencia se haya debido a la suficiente disponibilidad de fitoplancton y carbón orgánico particulado en la marisma de Long Island, para satisfacer la demanda en todos los meses.

En general, el comportamiento temporal de la densidad y la biomasa de enero a mayo de 1987, coincidió con lo reportado por Landry (1976) y Turner (1982), donde describen un comportamiento con bajas densidades en los meses de invierno y un incremento en los meses de primavera.

Se ha sugerido que la temperatura, la salinidad y posiblemente la disponibilidad de alimento, son los

responsables de las variaciones temporales de la abundancia en un cuerpo costero (Jeffries, 1967; Landry, 1976; Uye y Fleminger, 1976; Turner, 1982; Alcaraz, 1983; Carter y Dadswell, 1983). Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio, indican que para el Estero de Punta Banda, la disponibilidad del alimento constituyó el factor más importante en las variaciones temporales de la abundancia, ya que tanto la temperatura como la salinidad no mostraron efectos significativos.

El incremento de abundancia del zooplancton, detectado en diciembre, puede ser explicado por la presencia de un parche con alta densidad de organismos, originado por la disponibilidad de alimento que surge de los pequeños ambientes particulares provistos con nutrientes, que son generados por los patrones de circulación en las aguas del estero (Trinast, 1979; Miller, 1983).

La variación espacial de la densidad y la biomasa, también podrían estar reflejando el efecto de la disponibilidad de alimento (fitoplancton y nutrientes), que al parecer, son más abundantes en el interior del estero (Sánchez-Hernández, 1978; Velasco-Nova, 1978).

Las causas del gradiente espacial de la variabilidad de la densidad y la biomasa, no pudieron ser determinados, pero probablemente están reflejando la estabilidad ambiental de las zonas; parece ser que el interior del estero es la más inestable, debido a la poca profundidad de sus aguas, que

originan cambios rápidos. Otra posible causa, podría ser la disponibilidad de alimento (fitoplancton y nutrientes), que en ocasiones fué un factor limitante (Jiménez-Pérez y Lara-Lara, en preparación).

Las diferencias espacio-temporales entre la densidad y los dos métodos de biomasa, se debieron a la presencia de partículas finas de sedimento y de material orgánico, así como también a organismos grandes de otros grupos, entre los que aparecieron larvas de peces grandes, principalmente, y de crustáceos que no fueron identificados.

La variación temporal de los grupos de organismos no presentó cambios drásticos como tampoco sucesiones. Esto quizás se debió a la débil influencia que tuvieron las variables ambientales durante el muestreo. Otros estudios realizados (Alcaraz, 1983; Conover, 1956; Jeffries, 1967; Holt y Strawn, 1983), reportan que las variaciones temporales de los grupos del zooplancton, si están relacionados con la temperatura y salinidad.

La poca variación espacial en el número de los grupos de la comunidad zooplanctónica, posiblemente se debió al efecto de las corrientes de marea y a la presencia de un ligero gradiente de salinidad, que dieron lugar a condiciones similares en ambas zonas, permitiendo así la permanencia de ciertos grupos. Investigaciones realizadas por Barlow (1955), Green (1968), Alcaraz (1983) y Carter y Dadswell

(1983), señalan lo anterior, mencionando que los diferentes ambientes que pueden registrarse en un cuerpo costero son producto de la variación en los factores ambientales, principalmente la salinidad que provocan el establecimiento y distribución de los organismos.

Es importante mencionar que la influencia de las mareas permitieron el ingreso de organismos marinos hacia el interior del estero. Entre ellos aparecieron las medusas, cladóceros, larvas de briozoarios y de zoeas entre otros.

El resultado del análisis de los grupos de la comunidad zooplanctónica sugirió que las variaciones espacio-temporales de la abundancia del zooplancton del Estero de Punta Banda, fueron causados principalmente por el copépodo calanoideo Acartia californiensis, que resultó ser la especie dominante. A. californiensis fue inicialmente reportada para el Estero de Punta Banda por Trujillo-Ortiz (1986) como la especie dominante para febrero de 1983 y por Jiménez-Pérez y Lara-Lara (en preparación) para el periodo marzo-agosto de 1985. Ha sido también reportada en Bahía de Newport, en Los Angeles, California (Trinast, 1976); Laguna Peñasquitos, situada al norte de la Jolla, California (Uye y Fleminger, 1976); Elkhorn Slough en Bahía de Monterey, California (Pace, 1978) y en Bahía de Yaquina, Oregon (Johnson, 1981).

Acartia californiensis es considerada una especie

endémica de aguas templadas y con una distribución aparentemente limitada a estuarios y lagunas costeras, específicamente a la parte más interna (Trujillo-Ortiz, comunicación personal). Además, presenta las características del género Acartia como son; tolerancia a las variaciones de temperatura y salinidad, gran habilidad para reproducirse y presentan un régimen alimenticio omnívoro, así como una eficiencia alimenticia que le permite habitar en medios altamente variables. También realizan migraciones verticales y horizontales como protección contra los efectos de la marea (Lebour, 1922 citado en Raymond, 1983; Riley, 1955; Lance, 1960 citado en Landry, 1976; Arankú y Omori 1963; Haertel y Osterberg, 1967; Carlson, 1978 y Carter y Dadswell, 1983). Sin embargo, las causas de los cambios en la población de las especies del género Acartia, no son totalmente conocidas (Haertel y Osterberg, 1967; Jiménez-Pérez y Lara-Lara, en preparación).

En referencia a los otros copépodos como Corycaeus anglicus y Labidocera trispinosa, se sabe que son organismos de hábitos carnívoros que en ocasiones consumen estadios jóvenes de copépodos. La abundancia de C. anglicus que presentó dominancia en algunos meses, pareció estar asociado con las poblaciones de Acartia californiensis. Tanto C. anglicus como L. trispinosa, se encuentran en aguas

templadas y también están presentes en estuarios y zonas costeras (Raymont, 1983; Trujillo-Ortiz, comunicación personal).

La presencia de los otros grupos del zooplancton como larvas zoeas, huevos de peces, larvas de briozoarios y medusas, corresponden a periodos normales de abundancia, ocasionados por la disponibilidad de alimento.

V. CONCLUSIONES

- Las variaciones espacio-temporales de la abundancia del zooplancton, fueron provocadas por los copépodos.
- Los grupos dominantes fueron los Copépodos, Decápodos (Larvas Zoeas) y Huevos de Peces.
- La especie dominante en el presente estudio, fué el copépodo calanoideo Acartia californiensis.
- El efecto de las variables ambientales analizadas sobre la comunidad zooplanctónica no fué significativo.

V. BIBLIOGRAFIA

- Acosta-Ruiz, M.J. y S. Alvarez-Borrego. 1974. Distribución superficial de algunos parámetros hidrológicos, físicos y químicos en el Estero de Punta Banda, B.C. en otoño e invierno. *Ciencias Marinas*, 1(1):16-45.
- Alcaráz, M. 1983. Coexistence and segregation of congeneric pelagic copepods: spatial distribution of the *Acartia* complex in the Ria of Vigo (NW of Spain). *Journal of Plankton Research*, 5(6):891-900.
- Alvarez-Borrego, J. 1981. Variabilidad espacial y temporal de la temperatura en dos lagunas costeras. Tesis de Licenciatura, Escuela de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California.
- Alvarez-Borrego, S., M.J. Acosta-Ruiz y J.R. Lara-Lara 1977. Hidrología comparativa de las dos bocas de dos antiestuarios de B.C.. *Ciencias Marinas*, 4(1):1-12.
- Alvarez-Borrego, J. y S. Alvarez-Borrego 1982. Temporal and spatial variability of temperature in two coastal lagoons. *CalCOFI Rep.*, 23: 188-197.
- Alvarez-León, R. 1980. Hidrología y Zooplankton en 3 esteros adyacentes a Mazatlán, Sinaloa, México. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Universidad Nacional Autónoma de México*, 7(1):177-194.
- Aranku, M. y M. Omori. 1963. Preliminary survey of the relationship between the feeding habit and the structure of the mouth-parts of marine copepods. *Limnol. Oceanogr.*, 9: 195-206.
- Barlow, J.P. 1955. Physical and biological processes determining the distribution of zooplankton in a tidal estuary. *Biol. Bull.*, 109:211-225.
- Bell, S.S. y K.M. Sherman 1980. A Field investigation of meiofaunal dispersal; tidal resuspension and implications. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 3:245-249.
- Cárdenas, F.M. 1969. Pesquerías en las lagunas litorales de México, pp. 645-652. En: A. Ayala-Castañares y F.B. Phleger (eds.), *Laguna Costera U.N.A.M., -U.N.E.S.C.O.*, México, nov.28-30, 1967.
- Carlson, D.M. 1978. The Ecological role of zooplankton in a Long Island salt marsh. *Estuaries*, 1(2):85-92.

- Carter, J.C.H. y M.J. Dadswell. 1983. Seasonal and spatial distribution of planktonic crustacea in The Lower Saint John River, a multibasin estuary in New Brunswick, Canada. *Estuaries*, 6(2):142-153.
- Castro -Longoria, R. y J.M. Grijalva-Chon. En prensa. Ictioplankton del Estero de Punta Banda, durante primavera y verano, 1985.
- Celis-Ceseña, R. y S. Alvarez-Borrego. 1975. Distribución superficial de algunos parámetros hidrológicos, físicos y químicos en el Estero de Punta Banda, B.C. en primavera y verano. *Ciencias Marinas.*, 2(1): 98-105.
- Conover, R.J. 1956. Oceanography of Long Island Sound, 1952-1954 VI. Biology of *Acartia clausi* and *A. tonsa*. *Bull. Bingham Oceanogr. Coll.* 15:156-233.
- Curl, H. 1962. Analyses of carbon in marine plankton organism. *J. Mar. Res.*, 20:181-188.
- Darnell, R.M. 1961. Trophic spectrum of an estuarine community based on studies of Lake Pontchartrain, Louisiana. *Ecology*, 42(3):553-568.
- Day, J.W. jr. C.A.Hall, W.M.Kemp, y A. Yaffez -Arancibia. *Estuarine Ecology* (en preparación).
- Deason, E.E. y T.J. Smayda 1982. Ctenophore-zooplankton, phytoplankton interactions in Narraganset Bay, Rhode Island, U.S.A., during 1972-1977. *Journal of Plankton Research*, 4(2): 203-217.
- Galindo-Bect, S. y B.P. Flores-Baez. 1982. Hidrología comparativa en la boca de dos sistemas antiestuarinos de B.C. durante otoño e invierno. *Ciencias Marinas*, 8(1):97-108.
- Green, J. 1968. *The Biology of Estuarine Animals*. Sidgwick and Jackson London. 401 p.
- Haertel, L. y C. Osterberg. 1967. Ecology of zooplankton, benthos and fishes in the Columbia River Estuary. *Ecology*, 48(3): 459-472.
- Harris, E. 1959. The nitrogen cycle in Long Island Sound. *Bull. Bingham Oceanography Coll.* 17-31.
- Holt, J. y K. Strawn. 1983. Community structure of macrozooplankton in Trinity and Upper Galveston Bays. *Estuaries*, 6(1):66-75.

Jeffries, H.P. 1967. Saturation of estuarine zooplankton by congeneric associates, p. 500-508 In G.H. Lauff (ed.). Estuaries. Amer. Assoc. Adv., Sci. Publ., 83.

Jiménez -Pérez, L.C. y J.R. Lara -Lara. En preparación. Spatio-temporal variations of zooplankton biomass and structure in a coastal lagoon.

Johnson, J.K. 1981. Population dynamics and cohort persistence of Acartia californiensis (Copepoda: Calanoida) in Yaquina Bay, Oregon. Ph.D. Thesis, Oregon State Univ., Corvallis, Oregon.

Kramer, D., N.J. Kalin, E.C. Stevens, J.R. Trailkill y J.R. Sweifel 1972. Collecting and processing data on fish eggs and larvae in the California Current Region. N.O.A.A. tech. Rep. NMFSCirc. 370:1-38.

Landry, R.M. 1976. Population dynamics of the planktonic marine copepod, Acartia clausi, Giesbrecht in small temperate lagoon. Ph. Thesis. University of Washington.

Lankford, R.R. 1977. Coastal lagoons of México, their origin and classification, pp. 182-215 In: M. Wiley (eds.) Estuarines process: Circulation, Sediments and Transfer of Material in the Estuary, Academic Press, N.York.

Lynch, M. y J. Shapiro 1981. Predation, enrichment and phytoplankton community structure. Limnol. Oceanogr., 26(1) 86-102.

Martin, J. 1970. Phytoplankton-zooplankton relationships in Narragansett Bay. IV. The seasonal importance of grazing. Limnol. Oceanogr., 15: 414-418.

Millán Nuñez, E., F. de J. Ortiz-Cortez y S. Alvarez-Borrego 1981. Variabilidad temporal y espacial de nutrientes de fitoplancton en una laguna costera a finales del verano. Ciencias Marinas, 7(1):103-128.

Miller, B. M. 1983. The Zooplankton of estuaries. Estuaries and Enclosed Seas. In: Ketchum (ed.) Elsevier Scientific Publishing Company. New York, N.Y. 500p.

Odum, E.P. 1972. Ecología. Editorial Interamericana 3ra. Edición. México, D.F. 639p.

- Pace, S.D. 1978. Distribution, abundance and rates of fecundity and growth of Acartia californiensis Trinast (Copepoda) in Elkhorn Slough, California, M.S. Thesis, San Jose State Univ. California.
- Perkin, E.J. 1974. The Biology of Estuaries and Coastal Waters. Academic Press. N.Y. 676p.
- Peterson, W.T. y C.B. Miller 1975. Year to year variations in the planktology of the Oregon Upwelling Zone. Fishery Bulletin, 73(3):642-653.
- Poulet, S. 1978. Comparison between five naturally coexisting species of marine copepods feeding on naturally occurring particulate matter. Limnol. Oceanogr., 23(6):1126-1143.
- Pritchard, W.D. 1967. What is an Estuary? Physical viewpoint In: Estuaries, (Lauff, G.H., ed). Publicación de la A.A.A.S. Washington, D.C. (e.u.), 83:3-5.
- Pritchard, W.D., R. de la Paz V., H. Cabrera, S. Farreras, y E. Morales. 1978. Hidrografía Física del Estero de Punta Banda, B.C. Ciencias Marinas, 5(2):1-23.
- Riley, G.A. 1955. Review of the Oceanography of Long Island Sound. Deep Sea Res. suppl., 3: 224-238.
- Raymont, J.E.G. 1983. Plankton and Productivity in the Oceans. Vol: 2 Zooplankton. Pergamon Press, 2nd Edition Oxford, N.Y. 824p.
- Ryther, J. y J. Sanders 1980. Experimental evidence of zooplankton of the species composition and size distribution of marine phytoplankton. Mar. Ecol. Prog. Ser., 3: 279-283.
- Sánchez-Hernández, J.L. 1978. Distribución superficial de nutrientes en el Estero de Punta Banda, Baja California Norte. Tesis Profesional. E.S.C.M., Universidad Autónoma de Baja California.
- Secretaría de Marina. 1974. Estudio Geográfico de la Región de Ensenada, B.C. Secretaría de Marina, Dirección General de Oceanografía y Salvamento marítimo. México, D.F. 1974.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1987. División Hidrométrica, Delegación Ensenada, B.C.

- Sidney, S. 1980. Estadística No Paramétrica. (Aplicada a las ciencias de la conducta). Editorial Trillas, México, 344p.
- Trinast, E.M. 1979. Tidal currents and Acartia distribution in Newport Bay, Calif. Estuarine and Coastal Marine Science, 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.
- Turner, J.T. 1982. The annual Cycle of Zooplankton in a Long Island Estuary. Estuaries, 5(4):261-274.
- Uye, S. y A. Fleminger 1976. Effects of various environmental factors on egg development of several species of Acartia in Southern California. Marine Biology, 38: 253-262
- Velasco-Nova, M. 1987. Concentración de fosfato disuelto en el agua intersticial de la planicie de inundación de la laguna costera "Estero de Punta Banda", Baja California, México. Tesis profesional. F.C.M., Universidad Autónoma de Baja California.
- Walton, W.R. 1955. Ecology of living benthonic foraminifera, Todos Santos, Bay, B.C.. J. of Paleontology, 29(6): 952-1018.
- Yaffez-Arancibia, A. 1975. Sobre los estudios de peces en las lagunas costeras: nota científica. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol., U.N.A.M. 2(1): 53-60.
- Zertuche-González, J.A. y S. Alvarez-Borrego. 1978. Series de tiempo de variables físico-químicas en las bocas de dos antiestuarios de Baja California. Ciencias Marinas, 5(1):91-103.