



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA

BO100/1983

En 1983

ANALISIS ESTRUCTURAL DEL ZOOPLANCTON DEL
GOLFO DE CALIFORNIA EN OTOÑO DE 1978.

Tesis Profesional

Que para obtener el Título de

B I O L O G O

p r e s e n t a

ROSALIA VIRGINIA MASSE ZENDEJAS

Los Reyes Iztacala, México

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A MIS PADRES

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a la Sección de Plancton del Instituto Nacional de la Pesca y al Laboratorio de Ecología Marina de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN por haber facilitado el acceso al material y equipo para llevar a cabo ésta investigación.

Así también, deseo agradecer a las siguientes personas que mediante su apoyo hicieron posible la realización del presente estudio. A la Biol. Sara de la Campa por el asesoramiento y contribución al desarrollo de la tesis; al Biol. Gustavo de la Cruz A. por la revisión y sugerencias al manuscrito; a mi gran compañero Biol. José Antonio Hernández H. por su inapreciable ayuda y amplia colaboración en éste trabajo; y a todas aquellas personas que de una u otra forma llevaron a la culminación del mismo.

CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
ANTECEDENTES	7
MATERIAL Y METODOS	9
RESULTADOS	15
Biomasa	15
Composición del Plancton	15
Distribución Espacial	26
Diversidad	32
Correlación entre Estaciones	38
Correlación entre Grupos	38
Serie Logarítmica	43
Características Oceanográficas	43
Relación Temperatura-Salinidad-Plancton	47
DISCUSION	51
CONCLUSIONES	57
FIGURAS Y TABLAS	59
LITERATURA CITADA	61

RESUMEN

La estructura de la taxocenosis zooplanctónica del Golfo de California para la temporada septiembre-octubre de 1978 es analizada desde un punto de vista estadístico, partiendo de la relación de individuos/taxa. La descripción se hace en términos de índices tales como diversidad, equidad, alfa de la Serie Logarítmica y correlación.

Para ello se examinaron 52 muestras tomadas con una red de malla de 505 μ que abarcaron desde Boca del Perihuate, Sin. hasta Isla Angel de la Guarda. Se procedió de acuerdo a la metodología establecida por Smith y Richardson (1977).

De los 33 grupos taxonómicos registrados, se encontró que Copepoda, Chaetognatha así como Siphonophora y Cladocera constituyeron los grupos dominantes. Y entre ellos se presentaron las correlaciones de abundancia más significativas, excepto para Siphonophora.

Se presentó una distribución diferencial desde la entrada hasta la parte interna del Golfo. La biomasa y las densidades de los grupos dominantes incrementaron de sur a norte, mientras que la diversidad disminuyó en el mismo sentido. De igual manera, las estaciones altamente correlacionadas correspondieron a sitios de mayor diversidad y equidad.

Asimismo, mediante los valores del parámetro alfa de la Serie Logarítmica y diferencias cualitativas mostradas en las curvas de buen ajuste se identificaron ambientes estructuralmente diferentes. Finalmente, se inclinó a pensar que los distintos patrones se vieron afectados por la dinámica del sistema de corrientes.

INTRODUCCION

El Golfo de California presenta gran interés, tanto científico - como económico, por ser una región de valiosos recursos pesqueros y - por otras características peculiares.

La enorme riqueza específica que conforma los distintos niveles tróficos, así como la alta productividad parecerían asegurar un habitat propicio para aquellas especies capaces de encontrar las condiciones adecuadas para ocupar sus aguas y florecer. Sin embargo, el Mar de Cortés ofrece un ambiente paradójico; pues posee los extremos ambientales más grandes de cualquier mar del mundo al presentar la mayor amplitud de temperatura superficial anual, además de que es la cuenca de evaporación más grande del Pacífico (Moser, et. al., 1974 y Roden, 1958).

De acuerdo a Roden y Groves (1959) el Golfo de California se puede dividir en tres partes. La parte norte que comprende desde la cabecera del Golfo hasta el norte de Isla Tiburón; la parte central, de Isla Tiburón a Topolobampo; y la sur, que va desde Topolobampo a Cabo Corrientes.

Estas tres regiones presentan diferencias tanto hidrográficas - como biológicas. La zona sur está caracterizada por un complejo faunístico producido por aguas procedentes de diversas regiones que ahí - confluyen, es frecuente la gran afluencia de especies típicas de las regiones trópico-ecuatoriales del Pacífico así como de la Corriente de California. La parte central está poblada por relictos. Y finalmente la norte, por especies endémicas (Alvariño, 1969).

Los procesos de mezcla vertical y la circulación ascendente de las aguas profundas explican la gran fertilidad del Mar de Cortés, - pues es una zona donde las surgencias son muy frecuentes e intensas -

(Osorio-Tafall, 1943 y Roden & Groves, 1959).

La exuberante productividad fitoplanctónica, particularmente - para ciertas zonas, explica la abundancia de poblaciones del zooplanton y con ello la existencia de recursos pesqueros representados por diversas especies de moluscos, crustáceos y peces que actualmente constituyen pesquerías importantes establecidas en ambas costas del Golfo (Osorio-Tafall, 1943).

Es evidente que el estudio metódico y detallado del plancton es fundamental para encontrar señales que servirán para determinar la - progresión positiva o negativa de las pesquerías, ya que mediante el estudio del zooplanton se puede detectar con precisión las condicio - nes físicas, químicas y biológicas que se producen en las regiones o - ceánicas; es decir, diferentes tipos de aguas pueden definirse por el complejo planctónico que las habita y mediante su composición y abun - dancia se puede tener acceso a un buen índice de producción biológica, lo cual significa que las variaciones o fluctuaciones de las poblacio - nes del zooplanton manifiesten sus efectos en los niveles tróficos superiores (Alvariño, 1974, 1976). Así, al constituir la base de la existencia de muchas de las poblaciones marinas, un conocimiento sis - tematizado del mismo es necesario para obtener alguna referencia que pueda indicar la relación en cuanto a disponibilidad de alimento y la abundancia de los distintos recursos marinos.

Para llevar a cabo un estudio que pueda proporcionar información acerca de lo antes mencionado, es de primera importancia conocer la riqueza específica, es decir, determinar las especies que componen la comunidad así como la abundancia de cada una de ellas. De esta forma se pueden caracterizar diferentes habitats, que junto con parámetros - que definen ~~esos~~ ambientes se pueda llegar a establecer hipótesis que expliquen las características estructurales de organización que en un momento dado tipifiquen a la comunidad.

Es importante hacer notar que no fué posible llevar a cabo de - terminaciones a nivel de especie debido a una serie de limitaciones tales como el tiempo, disponibilidad de información, así como de la experiencia requerida para su realización. No obstante, ello no impo - sibilita el tratamiento que se pretende hacer con los datos.

Dentro de la gran gama de procedimientos analíticos de la ecología cuantitativa, existen varias técnicas estadísticas que aplicadas en varios modelos ecológicos, han resultado ser muy provechosas en la comprensión de la dinámica de sistemas con propiedades como las de la taxocenosis aquí tratada, proporcionando una imágen acerca de su es - tructura al integrar las relaciones numéricas observadas en diferentes colectivos.

Una de las herramientas ecológicas que más destaca en el proce - samiento de una gran variedad de sistemas es el índice de diversidad, que puede expresar de una manera simple el estado en el que se encuentra una comunidad (Margalef, 1962). La ecuación probabilística de Shannon-Weaver, es una medida del grado de complejidad estructural de una comunidad y en cierta forma de su organización, al predecir el grado de incertidumbre acerca de la especie a la que pertenece el vecino más cercano de cualquier individuo de la comunidad elegido al azar (Margalef, 1977).

Así mismo, las relaciones de abundancia en una comunidad pueden ser medidas en términos de equitatividad como componente de la diver - sidad, de manera que aumenta al incrementarse el número de individuos entre ellas (Poole, 1974).

Considerando que las comunidades planctónicas se caracterizan por un bajo nivel de organización y una gran inestabilidad, no es de esperarse encontrar valores altos de diversidad. No obstante, se pue - den encontrar comunidades relativamente maduras en masas de agua es -

tratificadas (Margalef, 1977).

Aparte de los índices sencillos que se obtienen a partir de los valores de abundancia para los diferentes componentes del conjunto, existen otros modelos más elaborados que describen las relaciones de abundancia-especie en las comunidades. Los modelos más utilizados son: Serie Logarítmica, Distribución Log-Normal y Modelo de Mc Arthur. Los tres parten del principio de la desigual distribución de individuos entre especies, pero cada uno con diferentes patrones predecibles dentro de la regularidad de distribución. Los dos primeros están basados en suposiciones estadísticas, y aparentemente no se apoyan en cuestiones ecológicas, sin embargo, el parámetro alfa de la Serie Logarítmica puede tener este significado.

Se sabe que la distribución de las poblaciones planctónicas no es al azar, sino en manchas (Steele, 1976; Margalef, 1977 y Parsons, 1979); pero a pesar de esto, la mayoría tienen modelos de distribución y abundancia bien definidos, influenciados estrictamente por las propiedades del ambiente resultando así una relación entre las peculiaridades hidrológicas de las masas de agua y las características cualitativas y cuantitativas de las comunidades planctónicas (Fager, 1963). de ahí la utilidad o interés de considerar el estudio de una estructura transitoria que deriva de las mediciones instantáneas aquí tratadas.

El presente trabajo pretende dar una idea del comportamiento de los zooplanctones en muestreos puntuales. Para ello el estudio se ocupa de un aspecto descriptivo de las comunidades del zooplancton, enfocado hacia el conocimiento de aspectos básicos que la definan.

Dada la importancia y necesidad de determinar las características del zooplancton de la región se plantearon los siguientes objetivos:

- 1) Conocer la composición, abundancia y distribución del zoo - plancton (a nivel de grandes grupos) en el Golfo de Califor - nia en septiembre-octubre de 1978.
- 2) Determinar los patrones estructurales de las comunidades me - diante índices y modelos que tomen en cuenta las citadas ca - racterísticas.

ANTECEDENTES

Gran parte de las investigaciones que se han realizado en el Golfo de California han sido sobre Oceanografía Física y Química, iniciados desde finales del siglo pasado y continuados hasta la fecha. Sin embargo, el registro que se tiene acerca de estudios planctonológicos es reducido y más aún en lo referente a las comunidades del zooplancton.

Existen varios trabajos que permiten visualizar la enorme riqueza de organismos planctónicos, particularmente de fitoplancton que se presenta en la región, entre ellos destacan los realizados por Allen (1938), Osorio-Tafall (1943) y Round (1967).

Realmente, la información que existe acerca del zooplancton del Golfo de California son trabajos aislados que tratan de la distribución y abundancia de las especies de algunos de los grupos que lo integran. Entre ellos se encuentran los llevados a cabo por Bradshaw (1959) y Parker (1973), quienes trabajaron con foraminíferos; Alvaríño (1963, 1969) con quetognatos, sifonóforos y medusas; Swain (1967) con ostracodos; Brinton (1980) y Castillejos-Gutierrez (1983) con eufausiáceos. Además, existen un gran número de estudios acerca del ictioplancton de la región realizados por el Instituto Nacional de la Pesca y la Institución Scripps de la Jolla, California.

Otros estudios que incluyen gran parte de los grupos que integran el zooplancton han sido realizados por Vega (1975) y Gil (1981). En el primero se presenta la distribución y la relación porcentual de 21 grupos del zooplancton en 16 estaciones distribuidas a lo largo del golfo para la temporada de octubre de 1977; también se hace un reconocimiento de las especies de quetognatos. En el otro trabajo se analiza la distribución, abundancia y frecuencia de 35 grupos zooplanctónicos en 41 estaciones repartidas en todo el golfo; el estudio abarca los

meses de marzo y abril de 1978.

Otras investigaciones en áreas particulares son las realizadas por Manrique (1977) que señala la distribución de los principales grupos del zooplancton en la región de Guaymas, Sonora a lo largo de un ciclo anual; Signoret y Santoyo (1980) presentan las características distribucionales de las especies del fitoplancton y zooplancton de la Bahía de la Paz, B.C.S. durante un ciclo estacional.

Se tiene información más amplia y detallada acerca de la dinámica de las comunidades zooplanctónicas en el lado occidental de la península de Baja California. Entre algunos de los trabajos están los realizados por Smith (1971), Colebrook (1977), Mc Gowan (1980) y Alvarriño (1980), que de alguna forma pueden ser de gran ayuda en el conocimiento de los procesos que se dan en la costa oriental de dicha península.

MATERIAL Y METODOS

El material utilizado para este análisis se obtuvo durante un crucero oceanográfico realizado por el Instituto Nacional de la Pesca a bordo del barco de investigación "Antonio Alzate" en el Golfo de California, desde Boca del Perihuate, Sin. hasta Isla Angel de la Guarda entre el 20 de septiembre y el 4 de octubre de 1978.

Los muestreos se realizaron de día y de noche en transectos perpendiculares a la costa, cubriendo un total de 52 estaciones del Plan Básico del Golfo de California (Fig. 1).

Los arrastres de plancton fueron oblicuos, abarcando profundidades que van desde los 21 m en estaciones cercanas a la costa hasta 217 m en las de mayor profundidad. La velocidad de recuperación de la red fué de 20 m/min. mientras el buque navegaba en círculos a una velocidad de 1.5 a 2 nudos, procediéndose de acuerdo a la metodología establecida por Smith y Richardson (1977).

La red empleada fué tipo CalCOFI estandar, de 1 m de diámetro en la boca, 4 m de largo y malla de .505 mm. En la boca de la red iba sujeto un flujómetro previamente calibrado que se utilizó para estimar el volúmen de agua filtrada en cada arrastre. Los cálculos de la profundidad real de muestreo y los de agua filtrada para cada estación de colecta se obtuvieron según Kramer, et. al., (1972).

En el laboratorio se determinó la biomasa húmeda midiendo en una probeta graduada el volúmen desplazado por el plancton, después de eliminar los organismos no planctónicos que accidentalmente fueron capturados por la red tales como fragmentos de algas, juveniles de peces, etc., y los organismos planctónicos grandes (> 2 cm) constituidos principalmente por celenterados y crustáceos. El volúmen ocupado por éstos fué de un 10 % en promedio del volúmen total de la muestra.

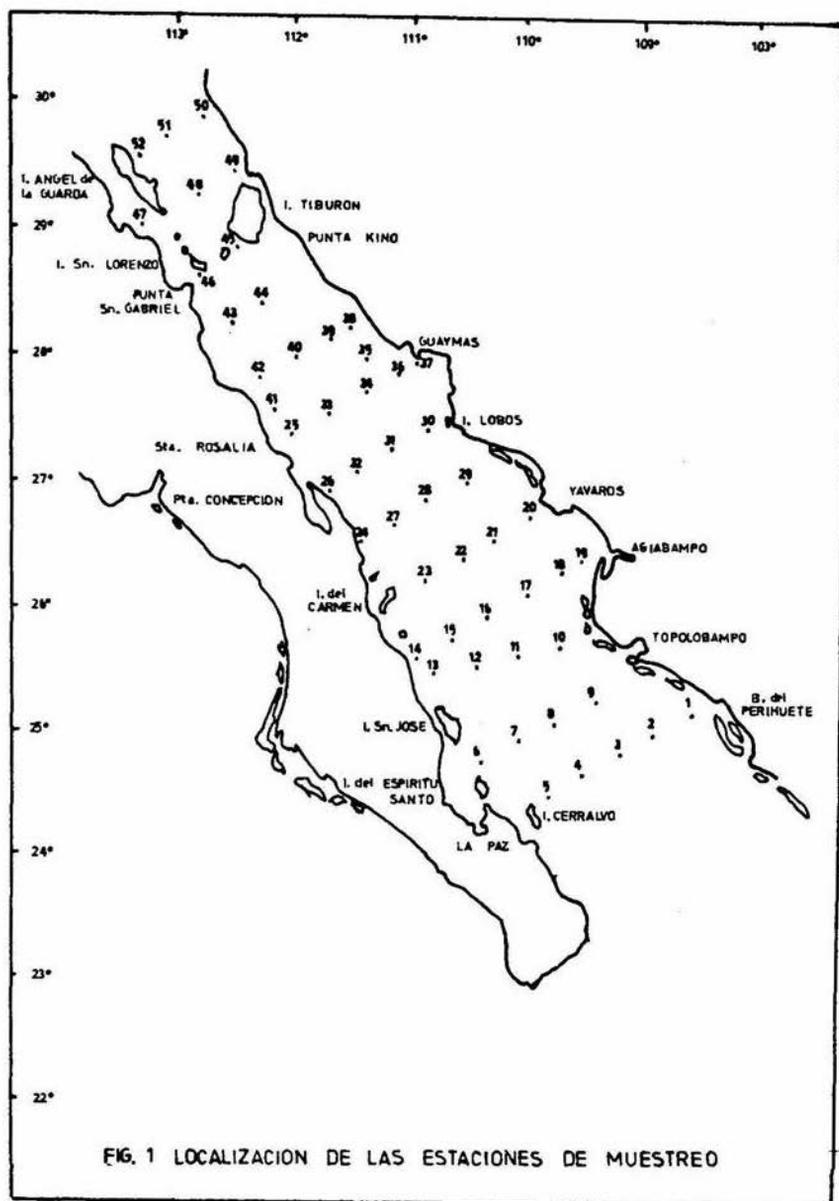


FIG. 1 LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

Los valores cuantitativos de los volúmenes se aproximaron a unidades de peso teniendo en cuenta que 1 ml es aproximadamente igual a 1 gr (Ahlstrom, 1963), se decidió reportar el volumen en mg/m^3 .

Las muestras se fraccionaron con el separador Folsom tantas veces como fuera necesario para obtener un volumen desplazado no menor de 3 cc ni mayor de 5 cc (Vannucci, com. pers.).

De la alícuota así obtenida, se identificaron y cuantificaron los organismos ahí presentes llevándolos en su mayoría a nivel de grandes grupos. Utilizando para ello las descripciones que hacen Tregouboff (1957), Yamaji (1969) y Newell & Newell (1977) principalmente.

El número de organismos registrados en la alícuota se llevó al volumen total de la muestra y los datos se extrapolaron al total del volumen de agua filtrada durante el arrastre para obtener un valor normalizado de su densidad para 10 m^3 de agua filtrada.

Para el análisis de los datos se eligieron los índices y modelos más convenientes para evaluar las comunidades planctónicas. Utilizando los cálculos de las densidades relativas por grupo se procedió a realizar las siguientes determinaciones:

Estadísticas Generales. Incluyen abundancias y frecuencias relativas de los individuos por grupo.

Índice de Diversidad. Se utilizó el modelo propuesto por Shannon-Weaver el cual considera que la información por individuo está dada por:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Donde:

- H' = Índice de diversidad (en beles naturales/individuo)
 S = Número de especies (grupos)
 p_i = Abundancia relativa de la especie i en la muestra ($p_i = n_i/N$)
 N = Número total de individuos en la muestra

La varianza de las estimaciones de H' se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Var} (H') = \frac{\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i - \left(\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i\right)^2}{N}$$

La comparación de las diversidades entre las estaciones se hizo mediante una prueba de t para determinar la significancia estadística entre ellas.

Se calculó la Equidad que es otro componente de la diversidad, el cual supone que todas las especies de una muestra están representadas equiproportionalmente, lo que conduce a obtener la diversidad máxima dada por :

$$H \text{ max} = \log_2 S$$

que al compararla con el valor de diversidad calculada se obtiene:

$$J' = H' / H \text{ max}$$

Análisis de Correlación entre estaciones y entre grupos. Mediante éste se pretendió descubrir las afinidades que guardan las abundancias de los grupos de los diferentes colectivos, tanto en su composición como en la distribución de los mismos.

Ajuste a la Serie Logarítmica. Este modelo deriva de la hipótesis acerca de las relaciones abundancia-especie existente entre los

elementos de una comunidad (Poole, 1974).

La distribución de frecuencias del número de especies con un determinado número de individuos sigue aproximadamente una serie logarítmica (Fisher, et. al., 1943).

$$\alpha x, \frac{\alpha x^2}{2}, \frac{\alpha x^3}{3}, \dots, \frac{\alpha x^n}{n}$$

donde:

n_1 = Número de especies representadas por un individuo

n = Clase de abundancia

x = Constante relacionada con el número promedio de individuos por especie; depende del tamaño de la muestra y sus límites son: $.9 \leq x < 1.0$

α = Es una medida de la diversidad del colectivo

La serie predice que αx es el número de especies con un individuo, $\alpha x^2/2$ es el número de especies con 2 individuos, etc. Sumando todos los términos, el número total de especies, S , es:

$$S = \alpha [-\ln(1-x)]^*$$

El valor α se estima de la siguiente forma:

$$\alpha = \frac{N(1-x)}{x}$$

de la cual el número total de individuos, N , es:

$$N = \alpha x / (1-x)$$

Sustituyendo α en la primera función anotada (*) se tiene:

$$\frac{S}{N} = \frac{1-x}{x} - \ln(1-x)$$

De acuerdo a ésta relación se calculan las frecuencias de abundancia esperadas. Si el cociente S/N es mayor que 20 entonces $.99 < x < 1$.

La función que relaciona especies (S), abundancia (N) y diversidad (α) es:

$$S = \alpha \ln(1 + N/\alpha)$$

Relación de las variables biológicas con los parámetros Temperatura y Salinidad. Los parámetros oceanográficos temperatura y salinidad obtenidos en cada estación de colecta (datos tomados del inf. de Rosas, 1981) se utilizaron para la descripción hidrográfica del área de estudio. También se hizo un análisis gráfico con los valores T-S y las abundancias relativas de los principales grupos por estación.

Para el procesamiento de los datos se utilizó el Sistema de Programas de Computación para el Análisis Cuantitativo de las Comunidades del Plancton de la Sonda de Campeche, diseñado para una computadora WANG - 2200 .

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan la estimación de la profundidad real de muestreo y la del volúmen de agua filtrada por estación, obtenidas a partir de los datos de la bitácora. Los tiempos de arrastre variaron desde 2'36" en la mínima profundidad hasta 21'36" en las zonas más profundas; y el volúmen de agua filtrada desde 105 m³ hasta 1277 m³.

Biomasa

Los valores de biomasa expresados como peso húmedo (mg/m³) (Tabla 2) son valores promedio de la columna de agua muestreada y varían desde 14.7 hasta 269 mg/m³ en las estaciones 23 y 47 respectivamente con un promedio general de 79.8 mg/m³.

Las áreas de máximas densidades se localizaron en las siguientes zonas: en los alrededores de Isla Angel de la Guarda, al norte de Isla Tiburón (frente a Cabo Tepoca), en la Bahía de Guaymas y al sur de la Bahía de Yavaros. Se puede observar que en general, la distribución de la biomasa corresponde a valores que están entre 51 y 100 mg/m³ (cerca del 50 % de las estaciones). El mínimo valor, 15 mg/m³, se presentó en un núcleo muy pequeño frente a Isla del Carmen; otras áreas de baja biomasa se localizaron al sureste de la península, en Punta Concepción entre Isla Angel de la Guarda y Cabo Lobos, y por último frente a la Bahía de Guaymas (Fig. 2).

Composición del Plancton

El número de grupos taxonómicos encontrados en las 52 estaciones de colecta fué de 33, más el denominado "otros grupos" en el cual se incluyeron aquellos organismos que por su estado tan deteriorado y/o falta de bibliografía no fué posible ubicarlos. A continuación se da la relación de los grupos del zooplancton encontrados en el área de -

estudio ordenados en forma alfabética.

Amphipoda
Anthozoa
Appendicularia
Brachiopoda
Bryozoa
Cephalopoda
Chaetognatha
Cirripedia
Cladocera
Copepoda
Cumacea
Decapoda
Euphausiacea
Gastropoda
Heteropoda
Hydrozoa
Huevo-peiz
Isopoda
Lamellibranchia
Larva-peiz
Mysidacea
Noctiluca
Ostracoda
Otros grupos
Phoronida
Polychaeta
Pteropoda
Siphonophora
Sipunculida
Stomatopoda
Thaliacea
Tornaria
Trocofora
Turbellaria

TABLA 1. ESTIMACION DE LA PROFUNDIDAD REAL DE MUESTREO Y VOLUMEN DE AGUA FILTRADA

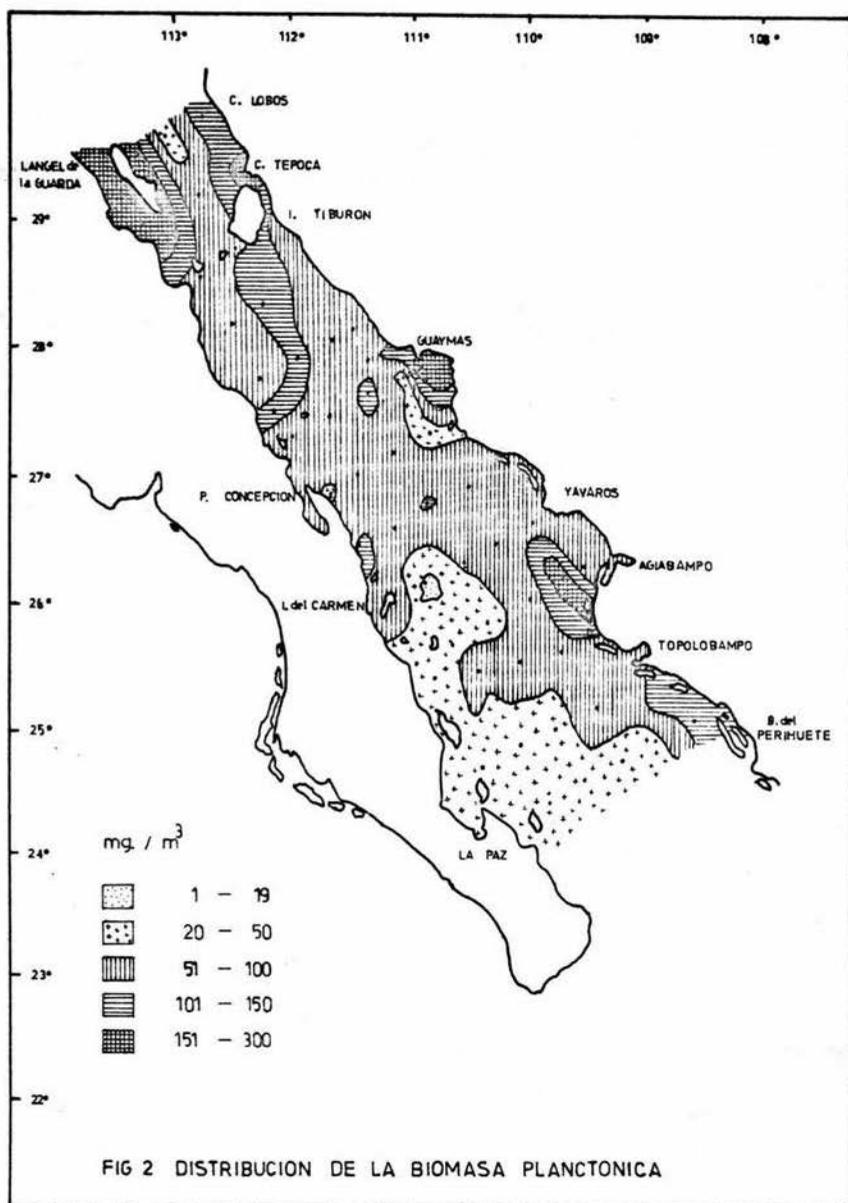
Estación	Posición		Tiempo Arrastre (seg)	Revol. del Flujom.	Long. Cable (m)	Prof. Real (m)	Vol. de Agua Filt./m ³
	Latitud N	Longitud W					
1	23°03'0	108°27'2	156	288	30	22.2	115.9
2	24°53'2	108°45'5	872	1554	200	135.7	625.8
3	24°43'0	109°04'5	1295	2144	300	214.7	863.4
4	24°33'0	109°23'5	1285	2178	300	212.3	877.1
5	24°13'0	109°41'8	1294	2151	300	210.6	866.2
6	24°40'0	110°17'0	870	1451	200	139.2	584.3
7	24°50'0	109°58'5	1290	2286	300	205.4	920.6
8	24°59'0	109°39'0	1291	2060	300	212.5	829.6
9	25°09'5	109°18'5	1290	2201	300	211.8	886.4
10	25°35'0	109°35'5	1320	2387	300	207.6	961.3
11	25°30'5	109°59'0	1295	1853	300	208.0	746.2
12	25°26'0	110°20'0	1293	1738	300	206.1	699.9
13	25°21'5	110°42'0	1290	2010	300	215.0	809.4
14	25°29'0	110°50'0	1290	2070	300	209.9	835.2
15	25°39'5	110°31'0	1294	2018	300	209.5	812.7
16	25°50'0	110°12'0	1291	2108	300	212.9	848.9
17	26°00'0	109°53'5	1293	1980	300	211.8	797.4
18	26°10'0	109°35'5	282	555	60	40.3	223.5
19	26°15'0	109°26'5	210	262	30	21.0	105.5
20	26°36'0	109°51'5	1290	2008	300	217.6	808.6
21	26°26'5	110°10'0	1290	2064	300	212.1	831.2
22	26°16'8	110°29'0	1293	2103	300	214.1	848.9
23	26°07'0	110°48'2	1292	2203	300	212.0	887.2
24	26°23'0	111°22'5	1290	1853	300	207.8	746.2
25	27°15'2	111°56'5	1290	2096	300	210.6	844.1
26	26°49'0	111°38'8	1292	2097	300	210.7	844.5

CONTINUACION

Estación	Posición		Tiempo Arrastre (seg)	Revol. del Flujom.	Long. Cable (m)	Prof. Real (m)	Vol. de Agua Filt./m ³
	Latitud N	Longitud W					
27	26°33'0	111°04'5	1288	2116	300	209.5	852.1
28	26°43'0	110°46'0	1289	2021	300	217.3	813.9
29	26°52'0	110°27'2	1292	1777	300	210.8	715.6
30	27°18'0	110°44'2	1292	2229	300	209.1	897.6
31	27°08'2	111°03'0	1293	2125	300	211.8	855.8
32	27°58'8	111°20'8	1290	2168	300	211.0	873.0
33	27°25'0	111°38'0	1290	2090	300	204.3	841.7
34	27°35'0	111°19'0	1290	1996	300	213.3	803.8
35	27°51'0	111°18'0	870	1377	200	137.2	554.5
36	27°43'0	111°00'0	1290	2167	300	211.0	872.7
37	27°48'0	110°51'5	234	393	50	34.5	158.2
38	28°04'5	111°27'5	870	1474	200	140.1	593.6
39	28°00'0	111°36'5	1290	2247	300	212.5	904.9
40	27°50'5	111°55'5	1300	2073	300	209.9	834.8
41	27°27'5	112°50'0	1291	1376	300	210.5	554.1
42	27°41'5	112°14'0	1290	1925	300	210.5	775.2
43	28°07'5	112°29'5	1287	1991	300	215.1	801.8
44	28°16'5	112°11'5	1287	1966	300	202.7	791.7
45	28°42'5	112°28'0	1291	1977	300	211.8	796.2
46	28°32'5	112°48'5	1290	2289	300	206.1	921.8
47	28°55'0	113°14'2	1301	517	300	216.1	208.2
48	29°08'0	112°46'0	1290	3173	300	215.0	1277.8
49	29°18'2	112°29'2	330	944	70	50.4	328.5
50	29°43'5	112°44'8	419	1139	90	64.3	396.8
51	29°34'0	113°02'8	1290	3306	300	211.8	1150.5
52	29°26'5	113°17'2	952	2413	220	156.9	839.7

TABLA 2. BIOMASA DEL PLANCTON POR ESTACION

Estación	Peso Húmedo (mg/m ³)
1	129.4
2	25.6
3	34.7
4	43.3
5	49.3
6	41.1
7	29.0
8	43.4
9	66.6
10	65.7
11	69.7
12	62.2
13	36.7
14	37.1
15	44.9
16	37.1
17	74.0
18	176.7
19	80.6
20	80.4
21	51.7
22	53.0
23	14.7
24	111.9
25	83.6
26	46.2
27	79.1
28	102.9
29	85.2
30	42.4
31	59.9
32	75.6
33	73.7
34	118.8
35	81.2
36	40.1
37	189.6
38	55.6
39	74.0
40	114.4
41	111.9
42	73.5
43	77.9
44	123.8
45	99.2
46	75.3
47	269.0
48	74.3
49	152.2
50	126.0
51	29.1
52	154.8



Las densidades de los organismos expresadas como número de individuos/10 m³ se presentan en la Tabla 3. Los grupos que destacan por su abundancia son: Copepoda y Chaetognatha con densidades promedio de 441 y 172 organismos/10 m³ respectivamente. Un segundo grupo está formado por Cladocera y Siphonophora con densidades de 66 y 56 organismos/10 m³. Thaliacea, Polychaeta, Decapoda, Hydrozoa, Appendicularia y Ostracoda con densidades entre 35 y 20 y el resto de los grupos estuvieron representados por abundancias inferiores a 16 organismos/10 m³ (Fig. 3).

En cuanto a la frecuencia de aparición (Fig. 4) se observó lo siguiente: los grupos Copepoda, Chaetognatha, Siphonophora, Thaliacea, Polychaeta, Hydrozoa, Appendicularia y Pteropoda se presentaron en las 52 estaciones (24 % del total de los grupos). Un segundo grupo formado por Decapoda, Amphipoda, Cladocera, Ostracoda, larvas de peces, Euphausiacea y Gastropoda aparecieron en más de 40 estaciones (del 81 al 99 % de las estaciones). Otra serie de grupos cuya frecuencia osciló entre el 73 % y el 44 % de las estaciones lo constituyeron Trocofora, huevos de peces, Heteropoda, Anthozoa, Lamellibranchia, Sipunculida, Stomatopoda, Phoronida y Tornaria. El resto de los grupos aparecieron en menos del 25 % de las estaciones.

En lo que se refiere a la abundancia relativa de los organismos (Tabla 4), el grupo Copepoda sobresale con un valor promedio de 41.62% en toda el área muestreada, alcanzando porcentajes desde 9.88 hasta 62.55 % en las estaciones 22 y 50 respectivamente. El grupo Chaetognatha le siguió con 17.25 % en promedio presentando valores de 8.97 a 30.07 % en las estaciones 34 y 14 respectivamente.

El tercer nivel correspondió a los grupos Siphonophora, Thaliacea, Decapoda, Cladocera y Ostracoda con porcentajes promedio entre 8.41 % y 3.83 %; el resto de los grupos presentaron valores bajos de 3.25 % a 0.002 %.

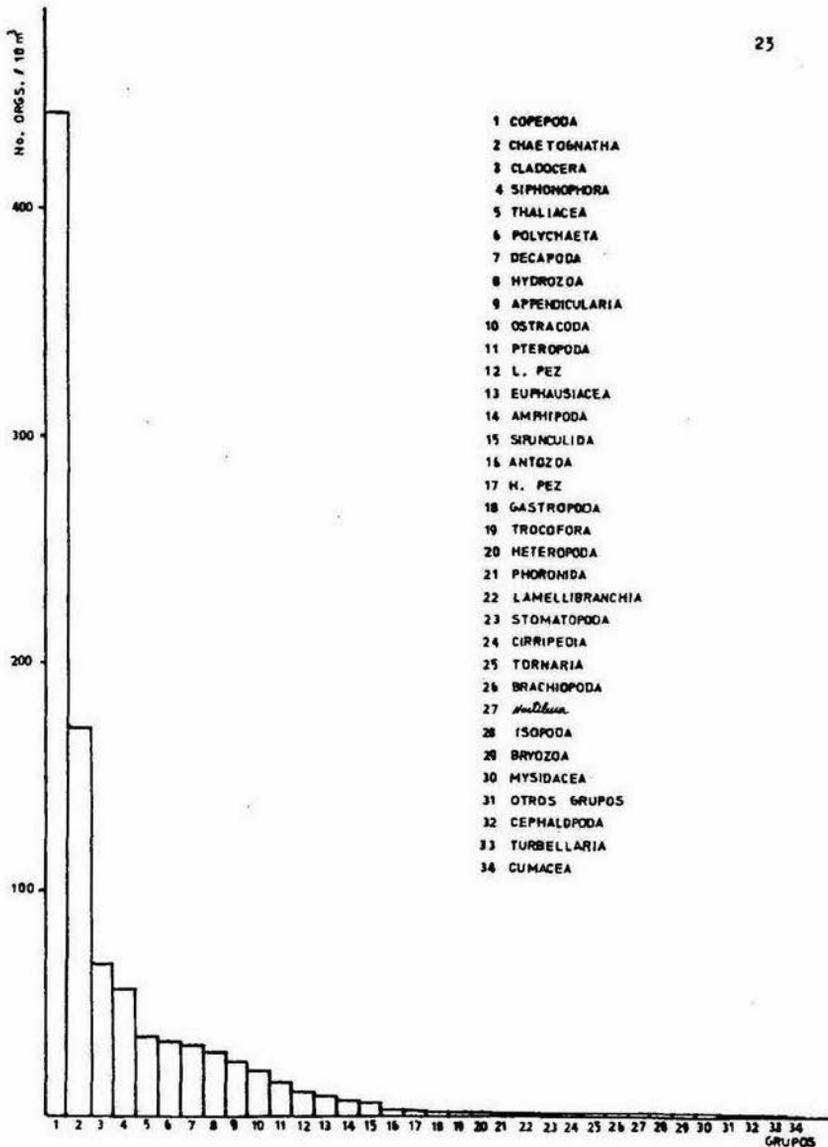
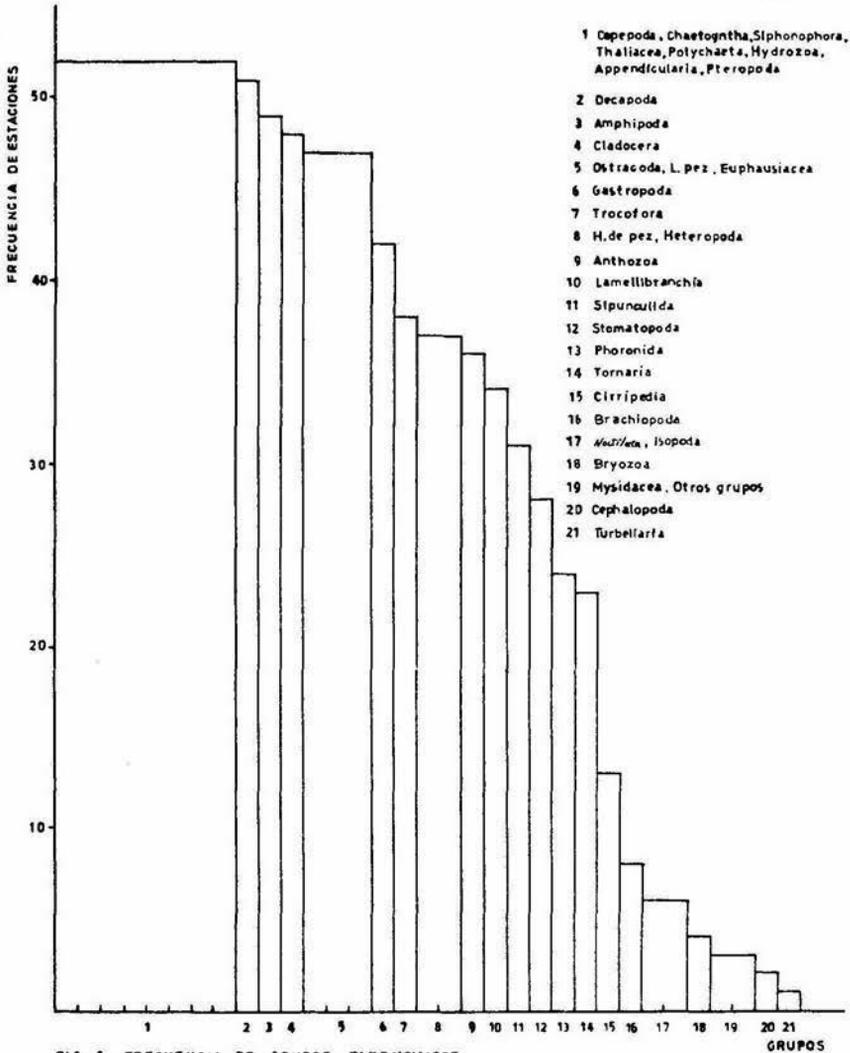


FIG. 3 ABUNDANCIA PROMEDIO DE LOS GRUPOS TAXONOMICOS



El número de grupos presentes por estación varió desde 17 en la estación 1 hasta 29 en las estaciones 12, 16, 31, 34 y 39.

Distribución Espacial

En general, la distribución espacial de las densidades de los taxa más abundantes muestra patrones más o menos semejantes.

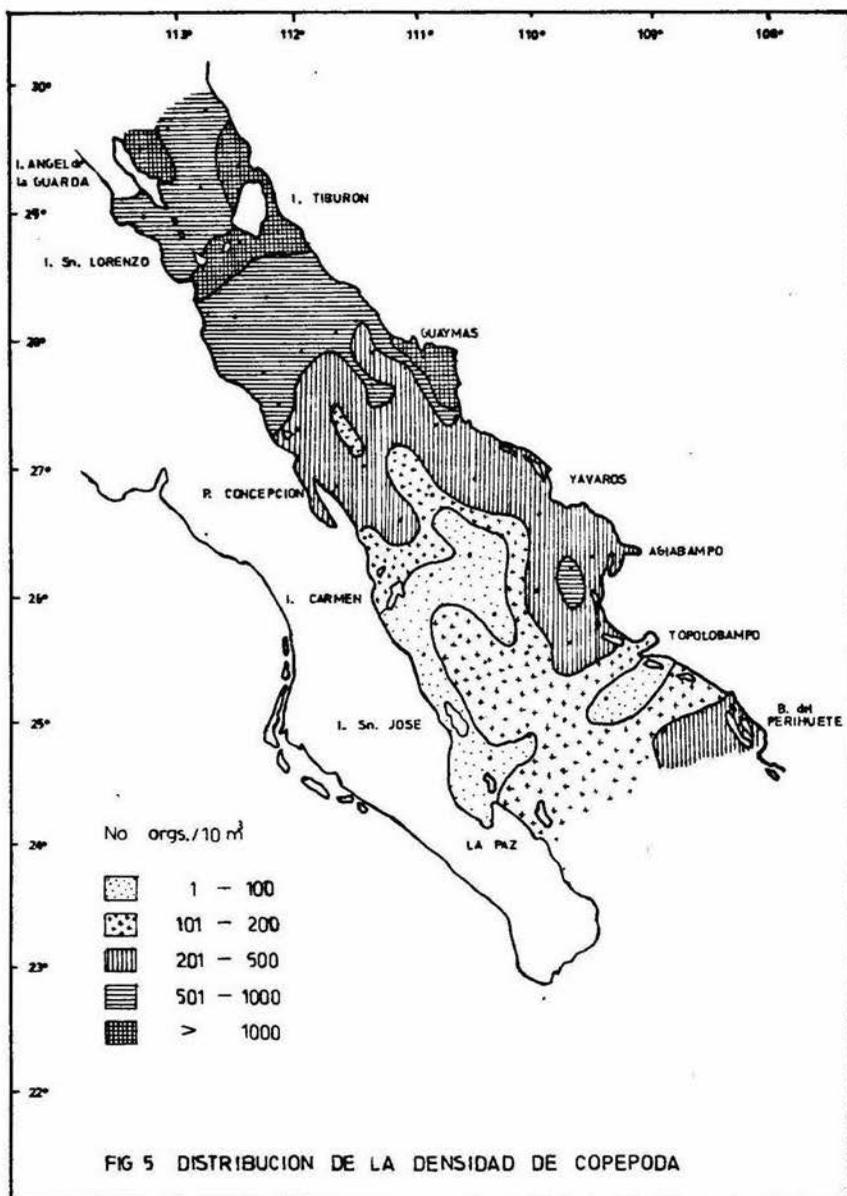
Copepoda

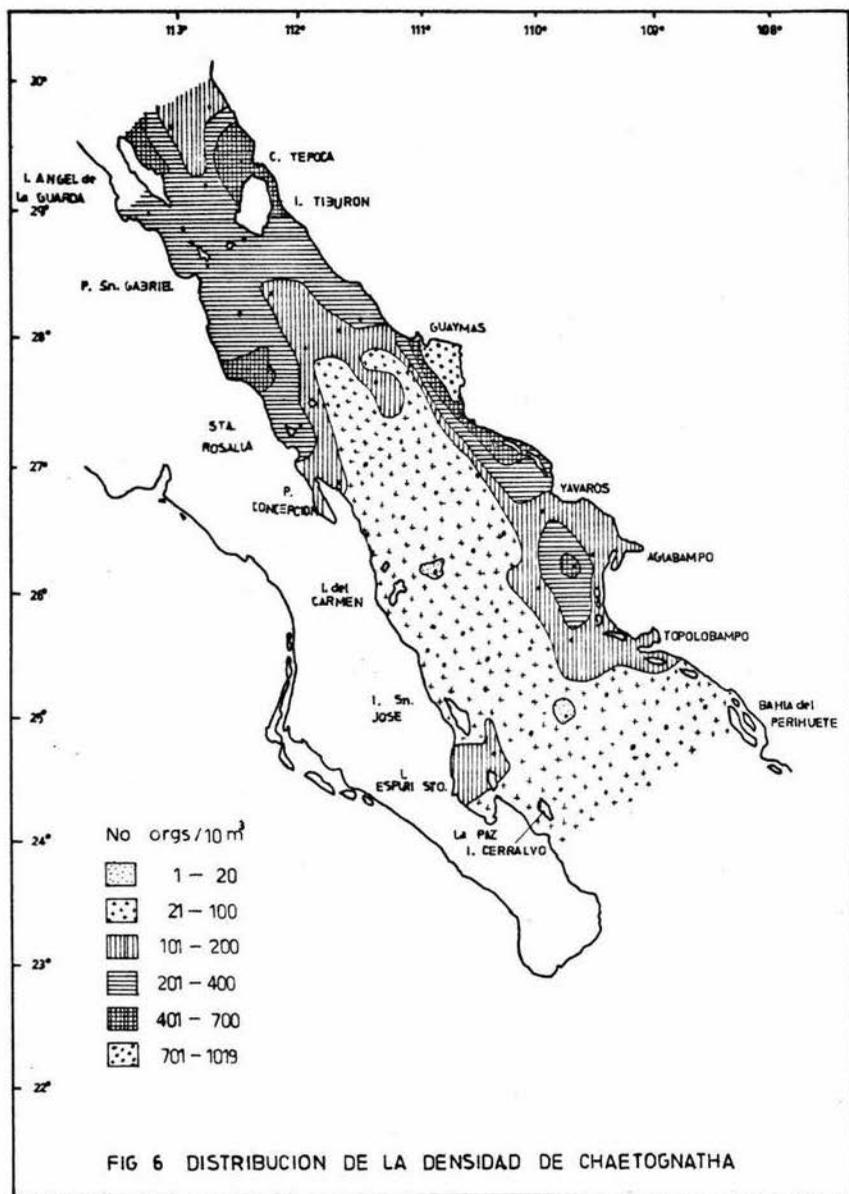
En lo que se refiere a éste grupo (Fig. 5) se puede observar una zona de máxima densidad (2731 individuos/ 10 m^3) ubicada en la Bahía de Guaymas; otras áreas con altas densidades se presentaron, una en la parte este de Isla Angel de la Guarda, y otra, desde la costa de Baja California, frente a Isla San Lorenzo, hasta las costas de Sonora, frente a Isla Tiburón. Las áreas de bajas densidades se localizaron en la parte sur del Golfo, una en la costa oriental de la península, desde la Paz hasta Isla del Carmen extendiéndose (en dirección norte-sur) hasta la parte central del Golfo, y otra en la parte sur de Topolobampo.

Se puede observar que en forma general, la parte sur presenta las más bajas densidades (existiendo un pequeño núcleo de mayor densidad frente al estero de Agiabampo) en contraste con las altas densidades observadas en la parte norte del área de estudio.

Chaetognatha

La distribución de los chaetognatos (Fig. 6) señala un centro de máxima densidad localizado al sur de Guaymas que disminuye en gradiente paralelamente a la costa. También se presentaron otras zonas con densidades entre 401 y 700 individuos/ 10 m^3 en la parte este de Isla Angel de la Guarda, en la costa de Sonora así como en la de Baja Cali-





fornia (entre Punta San Gabriel y Santa Rosalía), y en un pequeño núcleo aislado frente al estero de Agiabampo.

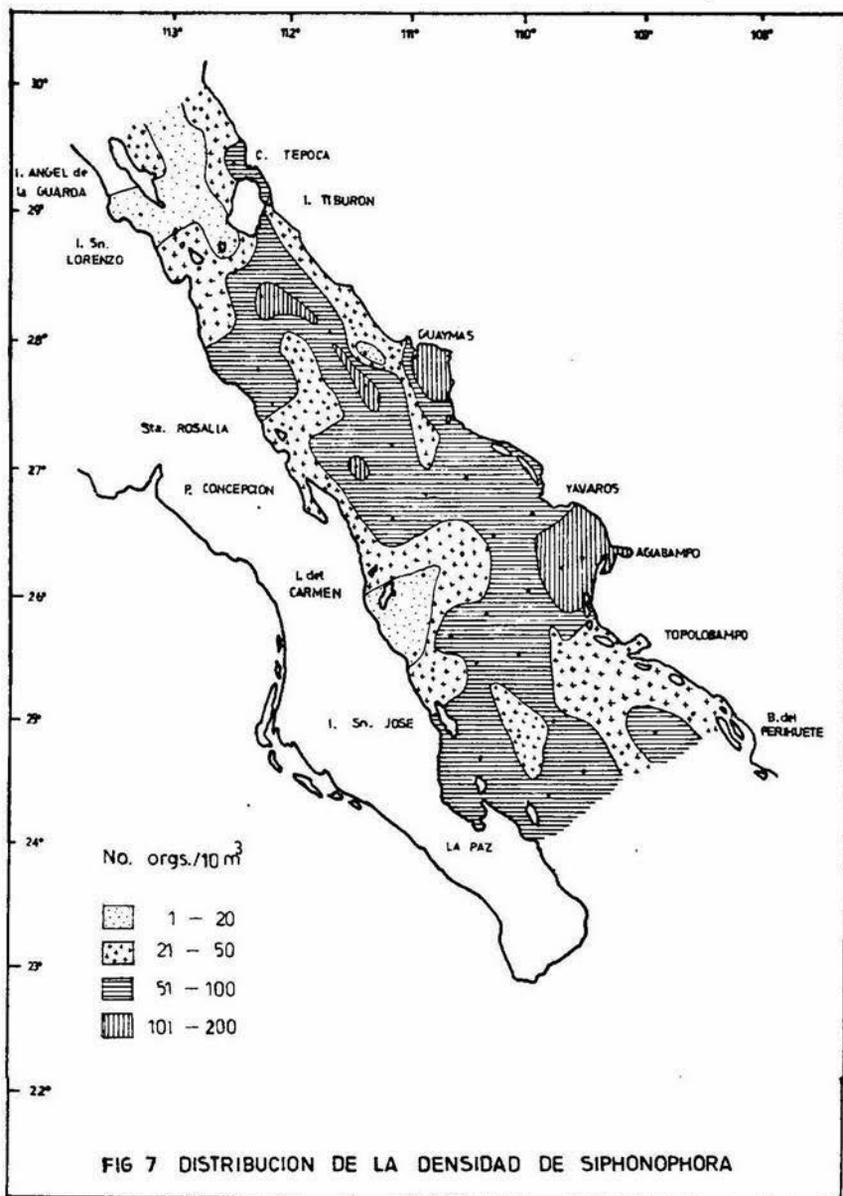
Dos áreas muy pequeñas de mínima densidad se ubicaron en forma aislada, una frente a Isla del Carmen y otra, en el centro del Golfo, entre Isla Cerralvo y Bahía de Topolobampo.

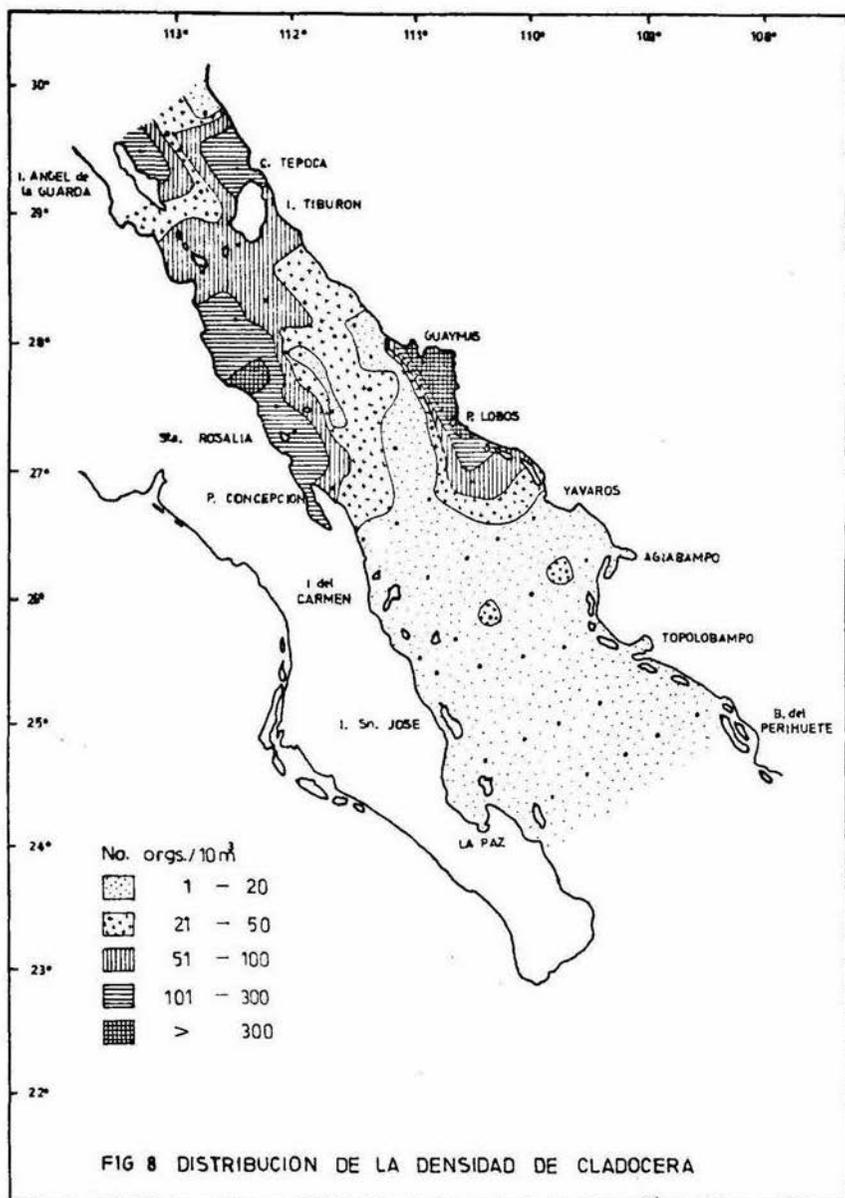
Siphonophora

En cuanto a este grupo (Fig. 7) se puede observar una marcada heterogeneidad en su distribución. Las mayores densidades se localizaron en varias regiones: frente a la costa de Sonora, constituyendo dos manchas elongadas, frente a la Bahía de Guaymas, y por último en Agiabampo. Las densidades de 51 a 100 individuos/ 10 m³ ocuparon una gran extensión a lo largo del Mar de Cortés, desde el norte de Isla Tiburón hasta la entrada del Golfo. Las menores densidades quedaron en las siguientes zonas: en la norte, entre Isla Angel de la Guarda y Tiburón, en Isla del Carmen e islas vecinas y una pequeña mancha frente a la Bahía de Guaymas.

Cladocera

En contraste con el grupo anterior, la distribución de los cladoceros mostró más uniformidad (Fig. 8). Son dos las áreas de máxima densidad, una esta al norte de Santa Rosalía y la otra en la Bahía de Guaymas; en ambas se distingue una disminución de gradiente que va paralelamente a la costa hasta alcanzar la parte central del Golfo donde las densidades se hacen menores, llegando a registrar hasta la parte sur del área estudiada. Otro sitio de mínima densidad fue Cabo Tepoca, Sonora.





Diversidad

Los valores de diversidad variaron desde 1.178 hasta 2.218 beles naturales por individuo en las estaciones 47 y 16 respectivamente, el resto de los valores oscilaron entre 1.7 y 2.1 con un promedio general de 1.85 (Tabla 5), esto se observa más claramente en la distribución de frecuencias de la diversidad (Fig. 9) donde los valores modales fueron 1.7, 2.0 y 2.1 .

Los valores de equidad se comportaron de manera semejante a los del índice de diversidad, correspondiendo los valores máximo y mínimo de equidad (0.87 y 0.47) con la máxima y mínima diversidad.

El análisis de significancia estadística entre los índices de diversidad por estación (Fig. 10) muestra que aproximadamente una tercera parte de las posibles combinaciones no presentan diferencias significativas entre los valores de los índices, esto es, más del 50 % de las estaciones son diferentes entre sí estadísticamente hablando, con un 95 % de confianza.

Con respecto a la distribución espacial del índice de diversidad (Fig. 11) se puede observar que en general las diversidades más altas están concentradas en la parte sur, apreciándose una entrante en la parte suroeste de la boca del Golfo con dirección norte, llegando un poco más allá de Punta Concepción; un poco más al sur, en dirección este, la distribución llega hasta la costa de Sinaloa, desde Yavaros hasta el sur de Topolobampo; también se puede observar otra pequeña área de alta diversidad en forma aislada, ubicada en el centro del Golfo, frente a Punta Baja, Son. Los valores más bajos de diversidad se localizaron hacia la parte norte del área de estudio, entre Isla Angel de la Guarda y Tiburón, desde la costa de Sonora hasta la de Baja California; también se presentaron pequeños parches de mínima diversidad en las estaciones 40, 38 y 22.

TABLA 5. DIVERSIDAD POR ESTACION

Estación	No. de grupos	No. de organismos	H' obs.	H' esp.	H' varianza	Equidad
1	15	539	1.7788	1.7638	0.0022	0.7068
2	20	442	1.6394	1.6140	0.0032	0.6490
3	20	374	1.7145	1.6859	0.0050	0.6772
4	21	424	1.7776	1.7506	0.0037	0.7041
5	19	432	2.2021	2.1799	0.0026	0.8752
6	21	434	2.0634	2.0399	0.0023	0.8195
7	17	300	2.0403	2.0111	0.0038	0.8052
8	19	270	1.8654	1.8273	0.0059	0.7329
9	18	354	2.1612	2.1332	0.0028	0.8563
10	20	719	2.0178	2.0025	0.0020	0.8056
11	19	448	2.1611	2.1402	0.0018	0.8592
12	22	555	2.0183	1.9989	0.0026	0.8038
13	21	258	2.1509	2.1094	0.0045	0.8470
14	17	216	2.0248	1.9842	0.0062	0.7926
15	21	597	1.8756	1.8566	0.0027	0.7469
16	20	283	2.2188	2.1810	0.0040	0.8760
17	22	644	2.0283	2.0098	0.0020	0.8090
18	22	1923	1.7701	1.7643	0.0008	0.7101
19	24	1107	2.1783	2.1670	0.0009	0.8726
20	22	679	1.9103	1.8937	0.0024	0.7619
21	17	307	2.0626	2.0339	0.0032	0.8145
22	14	501	1.3427	1.3289	0.0038	0.5308
23	12	125	2.0673	2.0146	0.0064	0.7932
24	21	432	1.9935	1.9677	0.0035	0.7913
25	25	1267	1.9399	1.9294	0.0011	0.7771
26	19	590	1.6825	1.6655	0.0028	0.6691

CONTINUACION

Estación	No. de grupos	No. de organismos	H' obs.	H' esp.	H' varianza	Equidad
27	22	664	2.1280	2.1106	0.0020	0.8494
28	24	461	2.1681	2.1319	0.0027	0.8591
29	21	898	1.9846	1.9725	0.0015	0.7936
30	21	586	1.9484	1.9302	0.0032	0.7761
31	22	546	2.1447	2.1241	0.0018	0.8545
32	20	667	2.1286	2.1145	0.0018	0.8497
33	22	324	1.9275	1.8899	0.0058	0.7609
34	26	1314	2.0511	2.0407	0.0014	0.8221
35	22	544	1.7349	1.7135	0.0037	0.6895
36	19	446	1.7528	1.7306	0.0044	0.6947
37	25	6405	1.7585	1.7485	0.0002	0.7040
38	24	946	1.5845	1.5715	0.0021	0.6328
39	25	1062	1.8892	1.8772	0.0019	0.7560
40	20	861	1.5565	1.5447	0.0025	0.6210
41	26	1386	1.9694	1.9596	0.0010	0.7894
42	25	2123	1.8757	1.8697	0.0006	0.7528
43	23	1722	1.7035	1.6966	0.0011	0.6830
44	26	1574	2.0997	2.0909	0.0009	0.8422
45	22	1874	1.4521	1.4460	0.0010	0.5820
46	21	1755	1.4110	1.4046	0.0010	0.5653
47	17	1151	1.1783	1.1710	0.0015	0.4701
48	21	1024	1.3710	1.3599	0.0018	0.5472
49	24	3199	1.7308	1.7270	0.0006	0.6953
50	20	1246	1.2796	1.2713	0.0018	0.5113
51	15	846	1.3177	1.3089	0.0022	0.5247
52	26	2804	1.4779	1.4731	0.0006	0.5933

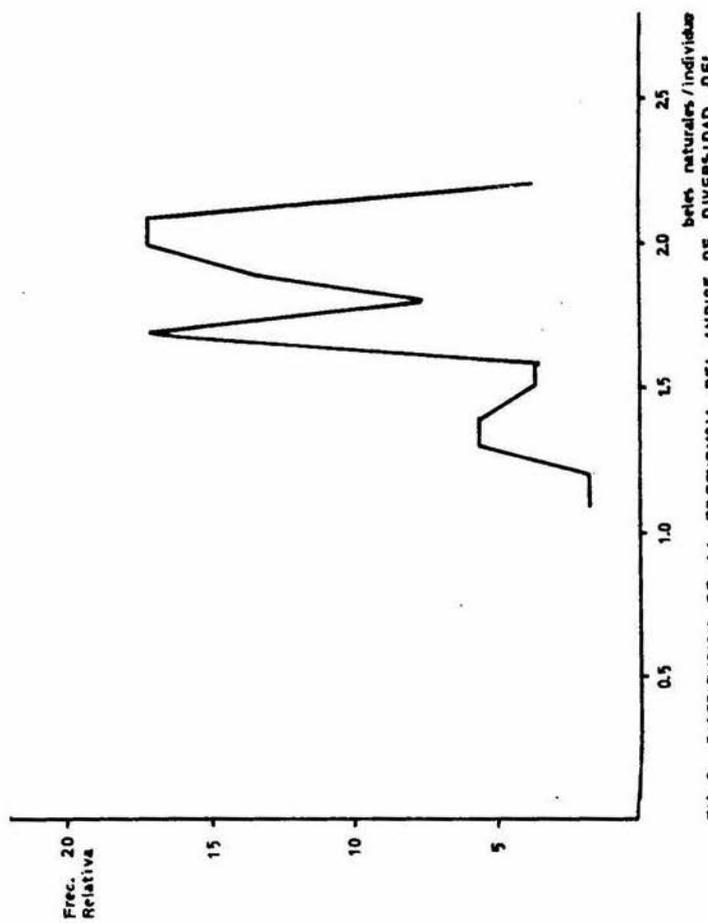
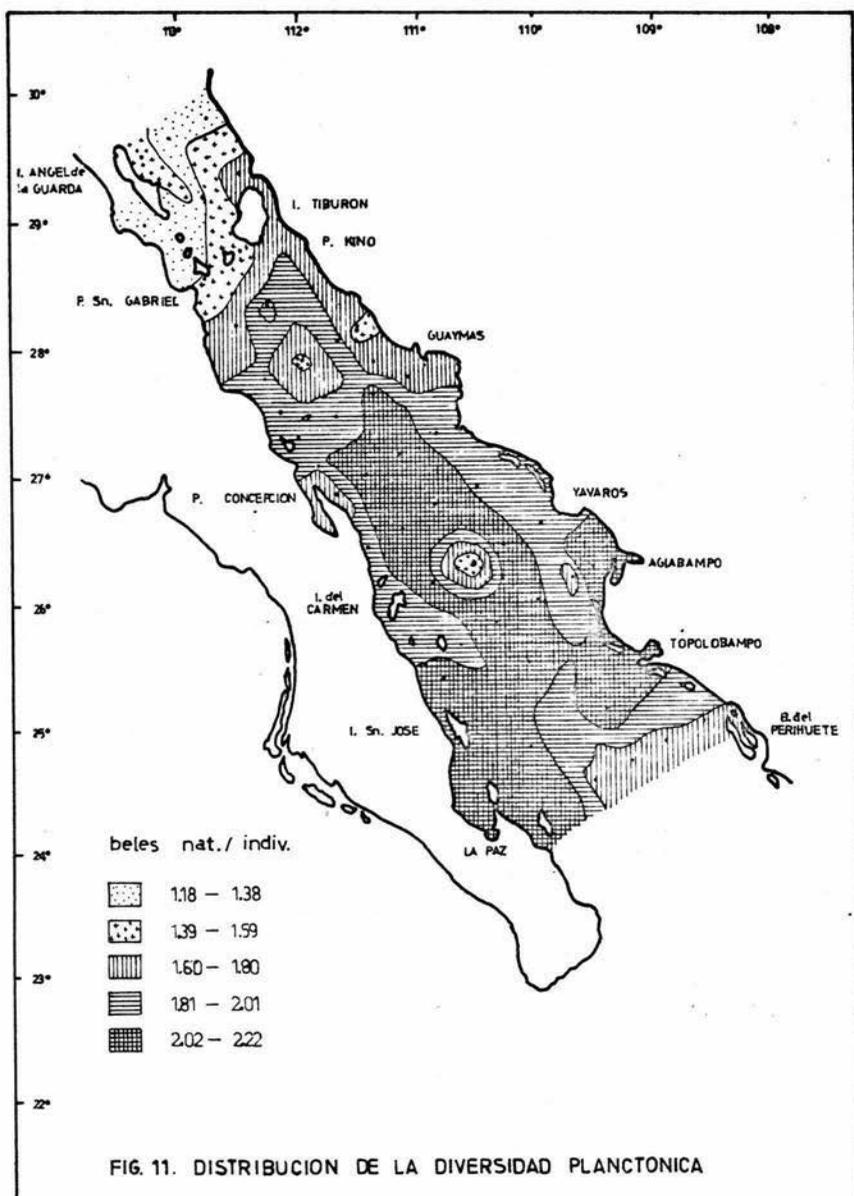


FIG. 9. DISTRIBUCION DE LA FRECUENCIA DEL INDICE DE DIVERSIDAD DEL ZOOPLANCION EN EL GOLFO DE CALIFORNIA



Correlación entre Estaciones

La semimatriz de correlación de abundancias entre estaciones de la figura 12, muestra que un poco más de la mitad de las posibles combinaciones (57 %) presentan un índice de correlación superior a 0.80 . El área estudiada no muestra valores superiores a $r = 0.98$; un porcentaje muy reducido (3 %) del total de las combinaciones presenta un $r \geq 0.90$. En el diagrama de correlación (Fig. 13) queda mejor representada la red de estaciones que involucran éstos valores; se puede ver que las correlaciones más significativas se presentan en las estaciones 6, 11, 15, 17 y 32 ubicadas en la parte sur del área de estudio - con excepción de la última.

Los valores inferiores a $r = 0.69$ no sobrepasan el 10 % del total de las correlaciones, observándose en la matriz que las estaciones 1 y 22 muestran una baja correlación con el resto.

Correlación entre Grupos

La semimatriz de la figura 14 muestra los índices de correlación de la abundancia entre los 33 grupos taxonómicos identificados en la comunidad del plancton estudiada.

Los resultados indican que existe una relación muy débil entre los grupos presentes, pues más de la mitad (65 %) de las posibles combinaciones presentan el nivel de correlación más bajo ($r = 0.60-0.0$); pocos presentan un $r = 0.80-0.89$ (0.95 %) y solo unos cuantos (0.4 %) alcanzan valores superiores a $r = 0.9$. Esto se puede ver esquematizado en el diagrama de la figura 15, donde las relaciones más íntimas, en cuanto a semejanza de abundancias, se presentaron entre los grupos Copepoda-Chaetognatha y Cladocera-Pteropoda con un $r > 0.90$; unidos entre sí por el grupo Heteropoda con un $r = 0.8$. Es necesario mencionar igualmente que el grupo Ostracoda presenta una correlación negati-

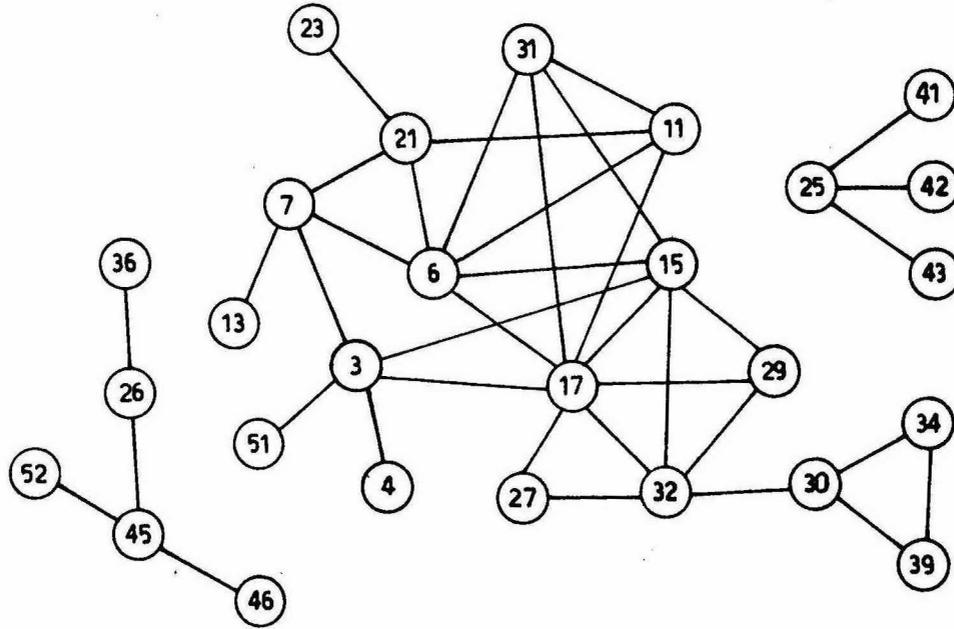


FIG. 13 DIAGRAMA DE CORRELACION DE LA ABUNDANCIA PLANCTONICA ENTRE LAS ESTACIONES
 $r: .98 - .94$

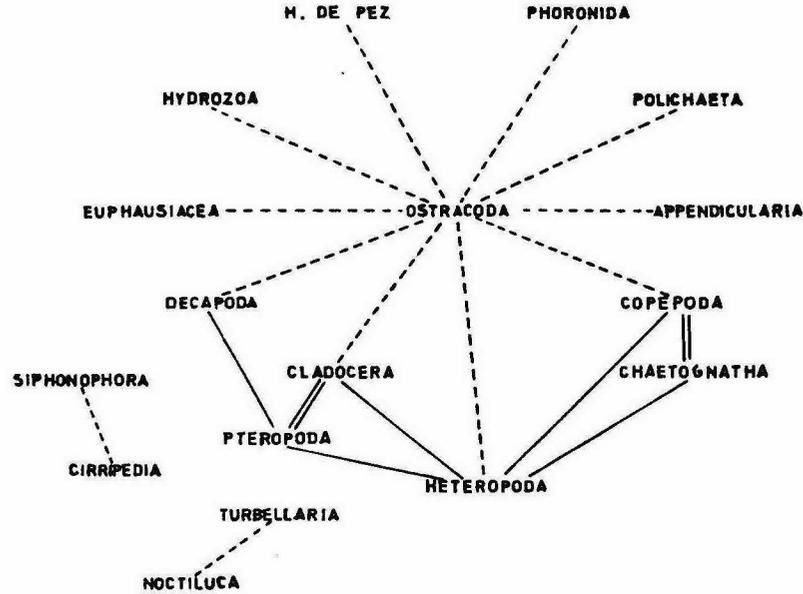


FIG. 15. DIAGRAMA DE CORRELACION DE ABUNDANCIA ENTRE LOS GRUPOS PLANCTONICOS

r : == > .90 — .80 — .89 - - - - .20 — .80

va con valores de $- 0.2$ a $- 0.8$ con 10 grupos que integran la asociación principal de la comunidad zooplanctónica.

Serie Logarítmica

El ajuste de la distribución de las abundancias de los grupos identificados al modelo de la Serie Logarítmica, exhibe estadísticamente el proceso desigual de la distribución de frecuencias de grupos y su número de individuos correspondiente. Para el caso estudiado se observa que son pocas las estaciones que siguen el principio en el cual se basa la expresión matemática - "Hay muchas especies raras y relativamente pocas comunes" - entre ellas están las siguientes: 3, 8, 13, 16, 25, 27, 31, 34, 46 y 48 (Fig. 16).

Evidentemente, cada una de las curvas muestran diferencias que cualitativamente están expresadas por el parámetro alfa que relaciona la composición y abundancia del número de individuos por especie, en éste caso grupos, y cuyos valores oscilaron entre 2.58 y 5.33 pertenecientes a las estaciones 51 y 33 respectivamente (Tabla 6).

Observando los valores del índice de Shannon y los del parámetro alfa, es claro que ambos exhiben la misma tendencia.

Características Oceanográficas

La temperatura y la salinidad registradas en el nivel de 10 m - para el área muestreada están representadas por isolíneas en la figura 17.

Temperatura

La temperatura aumentó de norte a sur de 24.3°C a 29.6°C , de igual manera de este a oeste donde se observó una isoterma de 25°C -

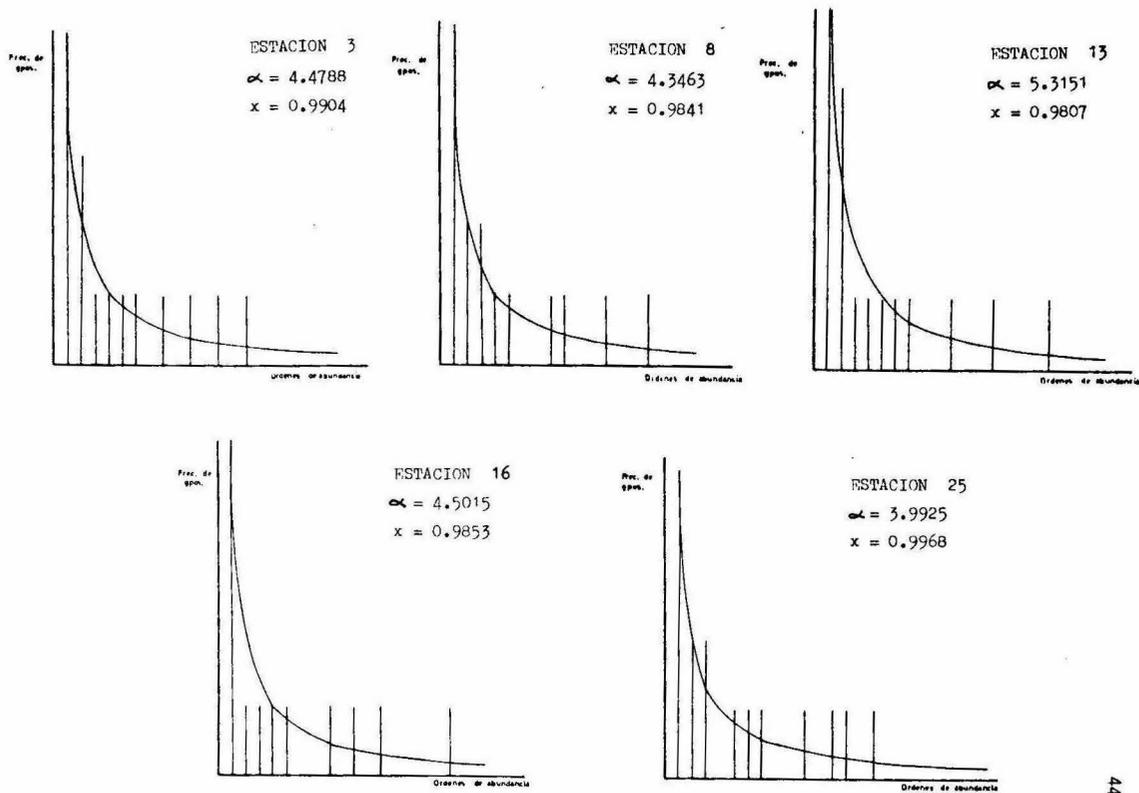


FIG. 15 AJUSTE DE LA ABUNDANCIA DE ORGANISMOS A LA SERIE LOGARITMICA.

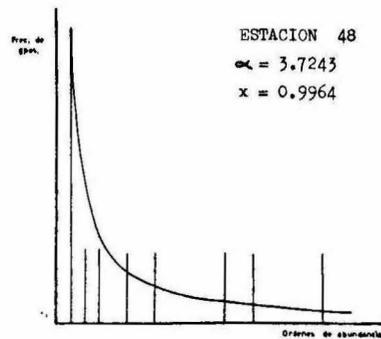
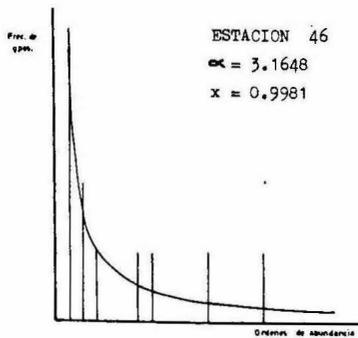
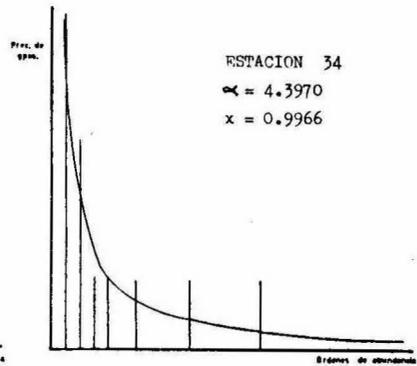
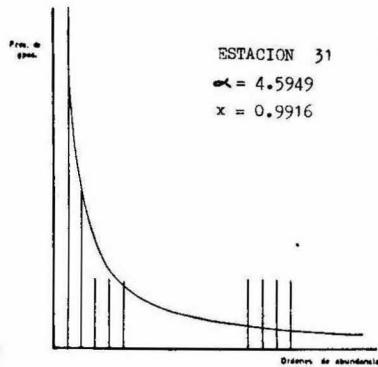
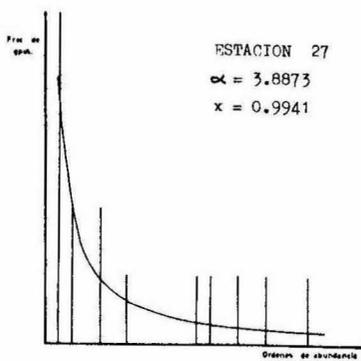


FIG. 16. CONTINUACION

TABLA 6. PARAMETROS DE LA SERIE LOGARITMICA

Estación	α	\bar{x}
1	2.8603	0.9947
2	4.0534	0.9907
3	4.4788	0.9904
4	4.0892	0.9904
5	4.1025	0.9902
6	4.0610	0.9907
7	3.8961	0.9841
8	4.3463	0.9841
9	4.1095	0.9874
10	3.8146	0.9947
11	4.2869	0.9905
12	3.8121	0.9931
13	5.3151	0.9807
14	3.6752	0.9831
15	4.2382	0.9929
16	4.5015	0.9853
17	4.1610	0.9935
18	3.2964	0.9982
19	4.3552	0.9961
20	3.5698	0.9978
21	3.8775	0.9875
22	2.6722	0.9946
23	3.2799	0.9742
24	4.6099	0.9894
25	3.9925	0.9968
26	3.5095	0.9940
27	3.8873	0.9941
28	4.7882	0.9898
29	3.8484	0.9957
30	4.0078	0.9931
31	4.5949	0.9916
32	3.8803	0.9942
33	5.3365	0.9837
34	4.3970	0.9966
35	4.6015	0.9916
36	4.0266	0.9910
37	3.3039	0.9994
38	4.4776	0.9952
39	4.5882	0.9956
40	3.4392	0.9960
41	4.5218	0.9968
42	3.7924	0.9982
43	3.7550	0.9978
44	4.0190	0.9974
45	3.3123	0.9982
46	3.1648	0.9981
47	2.6340	0.9976
48	3.7243	0.9964
49	3.3552	0.9989
50	3.1814	0.9974
51	2.5897	0.9969
52	4.0803	0.9986

a lo largo de Isla San Lorenzo hasta alcanzar 29°C frente a Punta Baja, Sonora. Desde Guaymas hacia el sur la temperatura se mantuvo en 29°C .

Salinidad

Al contrario del anterior, solo que en igual sentido, la salinidad descendió, registrando un valor máximo de 35.6‰ que se mantuvo estable desde la porción norte hasta la Bahía de Guaymas, disminuyendo ligeramente a 35.4‰ frente a la costa de la península; más al sur se encontraron valores de 35.4‰ a 35‰ decrecentando a 34.4‰ frente a la costa norte de Sinaloa.

Relación Temperatura-Salinidad-Plancton

Copepoda

En general, las altas densidades de los copepodos (Fig. 18A) se presentaron entre 28°C y 24°C , a excepción de un manchón localizado a 29°C que correspondió al área de Guaymas. Las bajas densidades predominaron a temperaturas elevadas, alrededor de los 29°C , situadas hacia el sur del área de estudio. La salinidad mostró un corto intervalo de variación (35.3‰ - 35.7‰) para las densidades intermedias y altas; para las bajas, por el contrario, fué más amplio.

Chaetognatha

Las altas densidades de éste grupo quedaron ubicadas en los 27°C y un solo núcleo a 29°C (Fig. 18B); densidades intermedias ($201 - 500$ org./ 10 m^3) se presentaron en su mayoría a temperaturas medias y bajas, mientras que las mínimas densidades se localizaron más bien en zonas de temperatura elevada, entre 29°C y 28°C . Su distribución en cuanto a la salinidad mostró el mismo comportamiento que el grupo anterior para los diferentes intervalos de densidad.

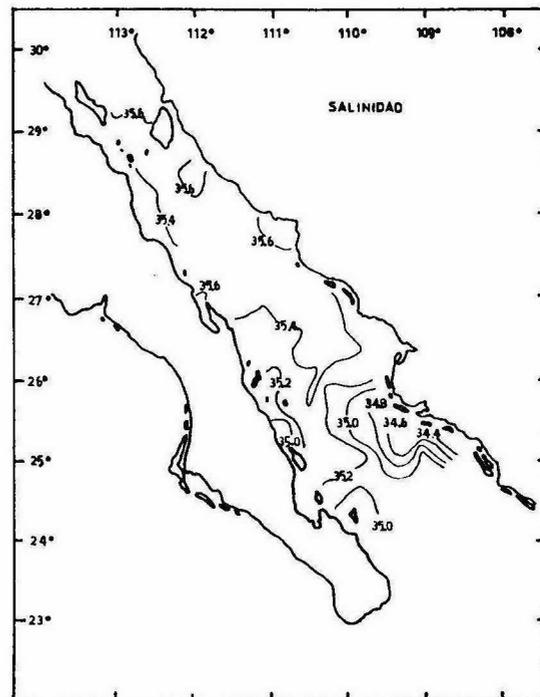
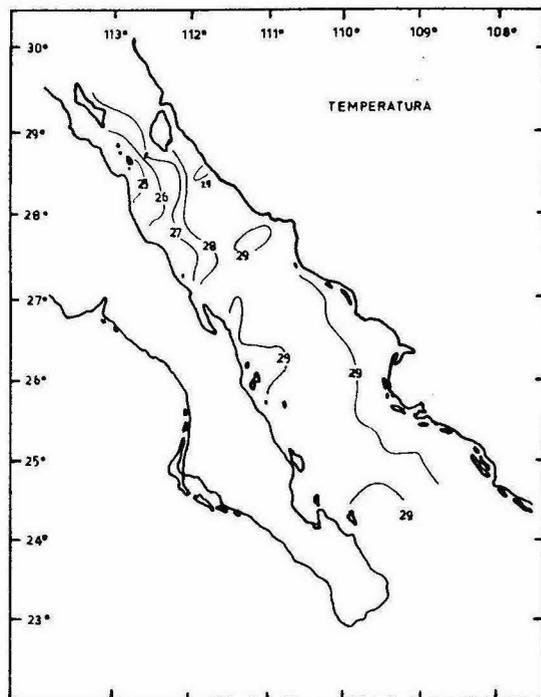


FIG. 17. TEMPERATURA Y SALINIDAD A 10 M

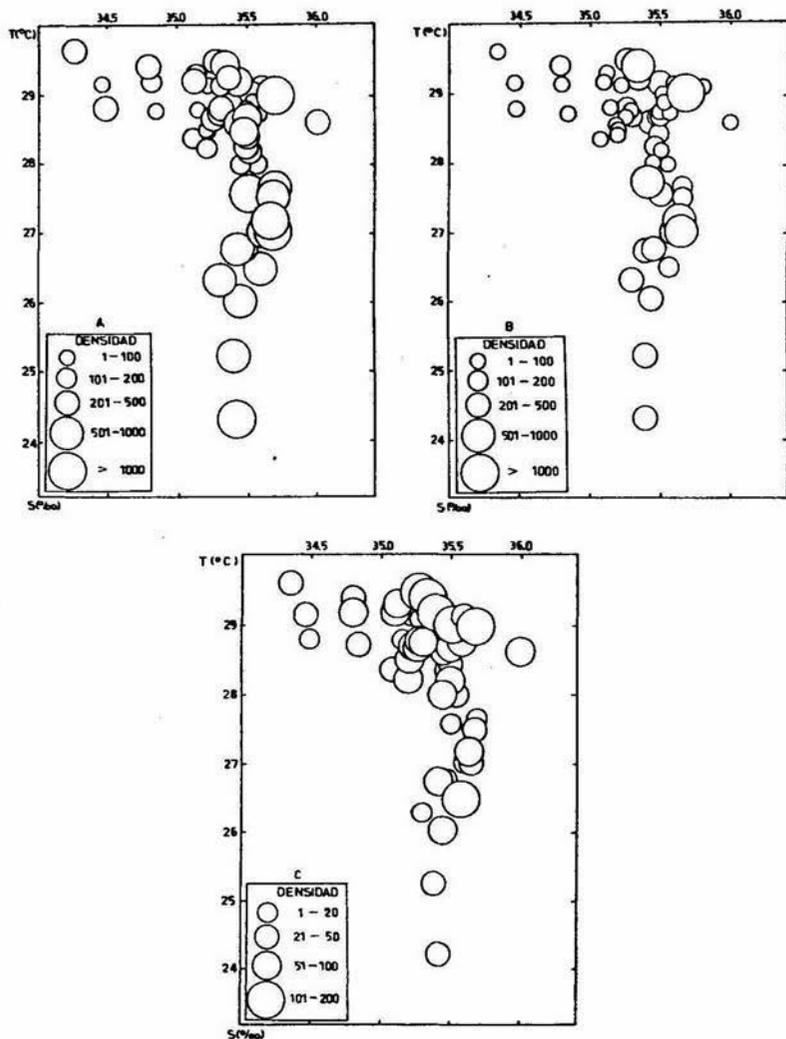


FIG. 18. DIAGRAMAS TEMPERATURA-SALINIDAD-PLANCTON. A. COPEPODA; B. CHAETOGNATHA; C. SIPHONOPHORA.

Siphonophora

En cuanto a los sifonóforos, se observó que sus altas densidades mostraron una distribución preferencial por las altas temperaturas (Fig. 18C), no así para las densidades intermedias y bajas, las cuales se ubicaron a lo largo del gradiente T-S como lo muestra también la figura 7 .

DISCUSION

Es interesante señalar que los resultados muestran una estrecha relación entre las mayores concentraciones de la biomasa planctónica y las áreas más productivas señaladas por Osorio-Tafall (1943) y Roden & Groves (1959). Su distribución marca una tendencia a aumentar desde la parte externa hasta la interna del Golfo, concomitante a la existencia de un gradiente de norte a sur, ascendente para la temperatura y descendente para la salinidad (Fig. 17) como consecuencia del flujo de agua de la zona tropical donde la salinidad ha disminuido por precipitación pluvial. Además, éstas aguas vienen empobrecidas de nutrientes (Alvarez, 1978) y probablemente ésta es la causa de los bajos niveles de biomasa a la entrada del Golfo.

Correlativamente, se presentó un comportamiento semejante para las distribuciones de las densidades de algunos de los grupos dominantes, tales como Copepoda, Chaetognatha y Cladocera que manifestaron el mismo efecto latitudinal, incrementando sus densidades hacia la parte norte donde se registró una amplia variación de temperatura (25°C - 29°C); también aquí quedaron incluidas las zonas de surgencia y de alta productividad. Las bajas densidades, por consiguiente, quedaron asociadas con las áreas de mínima biomasa sin que ello signifique la existencia de la proporcionalidad número de individuos-biomasa, debido a la presencia de materia orgánica y a la diferencia de tamaño de los distintos organismos en los colectivos.

El grupo Siphonophora mostró una aparente relación directa entre máximas densidades y las altas temperaturas. Esto parece estar de acuerdo con lo que reporta Manrique (1977) para el mes de octubre en el área de Guaymas, donde los sifonóforos ocuparon el 51 % de la composición total del zooplancton, mientras que su abundancia durante todo el año fué baja.

Por otra parte, parece ser que la salinidad no determinó la distribución de los grupos dominantes de manera significativa.

Aunado a los cambios numéricos, se manifestaron cambios estructurales en la comunidad a consecuencia, en última instancia, de los distintos ambientes muestreados. Esta situación conduce a pensar en la existencia de factores que directa o indirectamente intervienen sobre las características cuantitativas y cualitativas del ecosistema. Uno de los más importantes podría ser la circulación de las aguas, pues como se sabe hay un continuo intercambio entre las del Pacífico con las del Golfo, hecho que se ha reportado ocurre en verano y otoño con los vientos del sur (Roden, 1958; Roden y Groves, 1959). La existencia de éste suceso se ve reflejado en el comportamiento inverso de la biomasa y grupos dominantes con la diversidad; esto es, el encuentro de ambientes divergentes que resulta de la mezcla de las masas de agua de diferente composición, conduce a incrementar la heterogeneidad de la zona y teniendo en cuenta que se trata de aguas del Pacífico tropical, con temperaturas más bien altas (29°C para el área muestreada) es de esperarse una mayor diversidad aunada a una equidad significativa como la que se presenta hacia la mitad sur de la península, lo cual contrasta con los bajos niveles de biomasa y la escasa dominancia de grupos en esa zona.

También, las temperaturas marcadamente altas y salinidades bajas registradas frente a la Bahía del Perihúete, Sinaloa indicarían una mayor influencia de aguas del Pacífico Ecuatorial, pues de acuerdo con Rosas (1977) el flujo de agua es más notorio por la costa este del Golfo, con lo cual podría pensarse que este factor actúe como elemento desestabilizador creando un ambiente turbulento que seguramente afecta a la columna de agua impidiendo la organización de la comunidad; dicha perturbación va de acuerdo con los valores relativamente bajos de diversidad encontrados en ese sitio, pudiendo pensar que éstos se vieran disminuidos en la boca del Golfo.

En la parte norte se presenta la situación contraria, áreas de máxima biomasa y con dominancia marcada para algunos grupos pero con mínima diversidad y equidad. De acuerdo a Roden (1958), Robinson (1973) y Granados (1974) ésta zona, particularmente en las inmediaciones de Isla Angel de la Guarda y Tiburón, está caracterizada por sus intensas corrientes de marea que juegan un papel importante en la mezcla del plancton, sometiendolo a una renovación constante. Esto se manifestó en una sencillez estructural de la comunidad como consecuencia de la inestabilidad ambiental imperante en la zona, donde se registraron cambios marcados en la temperatura de un sitio a otro y en general fueron inferiores a las de la porción sur, las cuales son propias de ambientes subtropicales como lo es esta región (Walker, 1960 y Brusca, 1973). Así, estas circunstancias ofrecen pocas oportunidades de proliferación para la gran mayoría de los grupos, lo cual se demuestra con los bajos valores de equidad; en esta situación unos cuantos son los que se aprovechan y dominan tal es el caso de Copepoda, Chaetognatha y Cladocera, en los que su gran número de individuos pone en desventaja al resto de los grupos abatiendo los valores de diversidad.

Como era de esperarse, existe una correlación positiva entre los valores del índice de diversidad y los del parámetro alfa de la Serie Logarítmica, pues se presenta una covariación en ambos.

Observando la forma de las curvas de la figura 16, se puede señalar de inmediato las diferencias para cada sitio muestreado. Así, de acuerdo a las curvas de las estaciones 46 y 48, que son cortas y suaves, indican que hay dominancia de pocos grupos asociada a una baja diversidad, representada por los bajos valores del parámetro alfa. Por el contrario, las estaciones 13, 31 y 16 son sitios de mayor diversidad, presentando altos valores de éste parámetro.

No obstante, a pesar del bajo ajuste a las curvas teóricas para la gran mayoría de las estaciones, no por ello dejan de ser significa-

tivos los valores de alfa, que de cualquier manera son indicadores de la diversidad y según Kempton y Taylor, permiten discriminar condiciones cambiantes que son más relevantes que la bondad de ajuste (Southwood, 1978).

Las diferencias estructurales se visualizaron también mediante la correlación establecida entre las estaciones, significando que las altamente correlacionadas presentan aproximadamente la misma variabilidad, es decir, son muy parecidas en cuanto a estructuración numérica. Esto es congruente si observamos que las estaciones con mayor número de asociaciones (6, 11, 15 y 17) están situadas en zonas donde la diversidad y equidad son significativas, que bien pueden reflejar cierta estabilidad mostrada por la homogeneidad en la temperatura; lo que podría equivaler a una distribución más o menos pareja de los recursos y que bajo esas condiciones, las oportunidades de abundancia para los grupos serían semejantes en distintos sitios, lo cual se hace evidente en una cierta relación monótonica entre las estaciones asociadas. Por el contrario, una baja correlación muestra inicialmente que las condiciones ambientales son diferentes en una muestra con respecto a otra, como las que exhibe la estación 1, en la que aparecen diferencias de temperatura y salinidad en relación con las áreas adyacentes, aunada a la perturbación hidrográfica a la que está sometida; de igual forma, la estación 22 quedó aislada como lo demuestran su disminuido valor de diversidad y de alfa que indican una estructura marcadamente diferente a las del resto.

En lo que se refiere a los grupos del zooplancton, la escasa correlación positiva para valores superiores a 0.80 más el gran número de asociaciones débiles, tanto positivas como negativas, conduce a suponer que sus abundancias no están condicionadas por las relaciones entre los grupos. Pero afirmar esto, sería ignorar el ambiente multifactorial en el que están inmersos; de ahí que los intentos para evaluar y señalar la reciprocidad de sus interacciones con solo valores

numéricos de abundancia, se vuelve difícil, pues no son tan simples y directas como para ponerlas en evidencia con el solo procedimiento utilizado. Considerando además que las relaciones funcionales no están implicadas en el coeficiente de correlación (Poole, 1974). Entre otras cosas, es necesario buscarlas entre especies individuales.

No obstante, para el caso aquí expuesto, el conjunto de interrelaciones define una posible estructura muy generalizada de la comunidad, de la cual se puede extraer un sentido ecológico.

De la asociación negativa principal que se da entre los ostrácodos con 10 grupos, podría pensarse en una relación de conductas migratorias que se interpretarían como hábitos alimenticios, siendo así, se sospecharía que se trata de una relación por competencia, pues en general son organismos filtradores (Barnes, 1977), en la que la presencia de los ostrácodos está inversamente determinada por la presencia, en distintos grados de abundancia, de los grupos que intervienen en dicha conexión, de los que destacan los copepodos y cladóceros por sus elevadas densidades, en tanto que los huevos de peces y forónidos sobresalen como competidores menores.

Por lo que respecta a los grupos involucrados con una correlación positiva alta, no es sorprendente encontrarla entre los copepodos y quetognatos, pues mantienen una estrecha relación como grupos dominantes, lo cual puede interpretarse como una utilización de los recursos en magnitudes semejantes. En los grupos Cladocera y Pteropoda, lo más probable es que se presenten afinidades en cuanto a relación trófica.

Hay una serie de factores que son propios de la naturaleza del plancton y que llenan de dificultades las interpretaciones que se pueden hacer con muestras momentáneas acerca de las condiciones ambientales asociadas a los patrones de abundancia y distribución de los gru-

pos del zooplancton. Así, la información que aquí se proporciona es de carácter amplio en la que los resultados indican tendencias, dentro de los sitios que son considerados como espacios de probabilidad de concurrencia que son de gran extensión si se considera que cada grupo, o mejor dicho cada especie, tiene sus condiciones óptimas. Los detalles de éstos hechos implican estudios a largo plazo, en los que se determine la composición específica de la comunidad, incorporando correlaciones estrictas de acuerdo a las distintas áreas geográficas o habitats particulares de las especies para que así, establecido esto, se pueda pasar a los mecanismos que determinan su estructura.

CONCLUSIONES

1. La taxocenosis zooplanctónica del Golfo de California para ésta época quedó representada por 33 grupos.
2. Los grupos dominantes fueron Copepoda, Chaetognatha, Siphonophora y Cladocera; siendo también los más frecuentes en todas las estaciones, a excepción del último. Estos grupos presentaron patrones de distribución de abundancias semejantes, excepto Siphonophora que mostró una distribución más heterogénea.
3. Las interacciones que se dan entre los grupos Copepoda-Chaetognatha y Cladocera-Pteropoda representaron el nivel más alto de correlación en la comunidad.
4. Una asociación más quedó constituida por Ostracoda correlacionado negativamente con 10 grupos de la comunidad en la que aparentemente se da una relación de competencia por alimento.
5. Se presentó un comportamiento inverso entre la biomasa y la densidad de los grupos dominantes con la diversidad; permitiendo distinguir dos grandes zonas como estructuralmente diferentes.
6. La parte norte del área de estudio (de Isla Angel de la Guarda a Punta Concepción) se caracterizó por ser una zona poco estable, con diferencias de temperatura marcada; presentándose dominancia de unos cuantos grupos, lo que ocasionó que disminuyeran los valores de diversidad y equidad. Características contrarias se presentaron en la parte sur (de Punta Concepción hasta la entrada del Golfo) donde predominaron temperaturas estables; esta zona se distinguió por sus bajas densidades de biomasa, así como las de los grupos más importantes. Una mayor estabilidad quedó manifiesta

tada en los valores relativamente altos del índice de diversidad, equidad y alfa de la Serie Logarítmica.

7. Los valores del índice de diversidad y los del parámetro alfa mostraron un comportamiento paralelo.
8. Las estaciones altamente correlacionadas indicaron sitios de mayor grado de estructuración y por consiguiente de organización, pues estuvieron localizadas en la parte sur del área de estudio.
9. Se piensa que el factor primordial que afecta a los distintos patrones de distribución y abundancia es el desplazamiento de masas de agua, tan importante en el Golfo de California, así como las corrientes de origen diverso.
10. Por último, se recomienda llevar a cabo evaluaciones continuas, a nivel específico para registrar los cambios en la estructuración de la comunidad y poder señalar la influencia de determinados factores internos o ecológicos y las condiciones ambientales que determinan el dinamismo de éste tipo de comunidades.

FIGURAS

1. Localización de las estaciones de muestreo.
2. Distribución de la biomasa planctónica.
3. Abundancia promedio de los grupos taxonómicos.
4. Frecuencia de grupos taxonómicos.
5. Distribución de la densidad de Copepoda.
6. Distribución de la densidad de Chaetognatha.
7. Distribución de la densidad de Siphonophora.
8. Distribución de la densidad de Cladocera.
9. Distribución de la frecuencia del índice de diversidad del zoo -
plancton del Golfo de California.
10. Diagrama de enrejado de la significancia estadística entre las
diversidades por estación.
11. Distribución de la diversidad planctónica.
12. Diagrama de enrejado de la correlación entre estaciones.
13. Diagrama de correlación de la abundancia planctónica entre las
estaciones.
14. Diagrama de enrejado de la correlación de la abundancia entre
grupos.
15. Diagrama de correlación de abundancia entre los grupos planctóni-
cos.
16. Ajuste de la abundancia de organismos a la Serie Logarítmica.
17. Temperatura y Salinidad a 10 m .
18. Diagramas Temperatura-Salinidad-Plancton.

TABLAS

1. Estimación de la profundidad real de muestreo y volúmen de agua filtrada.
2. Biomasa del plancton por estación.
3. Densidad planctónica (No. de organismos/10 m³).
4. Abundancia relativa de los organismos.
5. Diversidad por estación.
6. Parámetros de la Serie Logarítmica.

LITERATURA CITADA

- Ahlstrom, E.H. y J.R. Thrailkill, 1963. Plankton volume loss with time of preservation. CalCOFI Reports. IX: 57-73.
- Allen, N.E., 1938. The templeton crocker expedition to the Gulf of California in 1935. The phytoplankton. Amer. Micros. Soc. - Trans. 67: 328-335.
- Alvarez, B.S., J.A. Rivera, G. Gaxiola, M.J. Acosta y R.A. Schwartzlose, 1978. Nutrientes en el Golfo de California. Ciencias - Marinas. 5(2): 53-71.
- Alvariño, A., 1963. Quetognatos epiplanctónicos del Mar de Cortés. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., 24: 97-203.
- _____, 1969. Zoogeografía del Mar de Cortés: Quetognatos, Sifonóforos y Medusas. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Aut. de México Ser. Cienc. del Mar y Limnol. 1: 11-54.
- _____, 1974. Indicadores planctónicos y la Oceanografía de la región Californiana. Resúmenes del V Congreso Nal. de Oceanografía. 22-25 oct., Guaymas, Son.
- _____, 1976. El zooplancton y la pesca. Memorias del Simposio sobre recursos pesqueros masivos de México. Ensenada, Baja California.
- _____, 1980. The relation between the distribution of zooplankton predators and anchovy larvae. CalCOFI Reports. XXI: 150-160.
- Barnes, R.D., 1977. Zoología de los Invertebrados. Interamericana, México.

- Bradshaw, J.S., 1959. Ecology of living planktonic foraminifera in the north and equatorial Pacific Ocean. *Cushing. Found. Foram. Res., Contrib.* 10: 25-64.
- Brinton, E. y A.W. Townsend, 1980. Euphausiids in the Gulf of California the 1957 cruises. *CalCOFI Reports*. XXI: 211-235.
- Brusca, R.C., 1973. Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. Univ. of Arizona. Press. U.S.A.
- Castillejos, Z.O. y R.M. Gutierrez, 1983. Distribución y abundancia estacional de eufásidos adultos en el Golfo de California (Sur de Isla Tiburón, Son. hasta Punta Arena, B.C. Sur), verano de 1977-primavera de 1978. Tesis, UNAM.
- Colebrook, J.M., 1977. Annual fluctuation in biomass of taxonomic groups of zooplankton in the California Current 1955-1959. *Fishery Bulletin*. 75(2): 357-368.
- Fager, E.W. y J.A. Mc Gowan, 1963. Zooplankton species groups in the North Pacific. *Science*, 140: 453-460.
- Fisher, R.A., A.S. Colbert y C.B. Williams, 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *J. Anim. Ecol.* 12: 42-58.
- Gil, Z.A., 1981. Contribución al conocimiento del zooplancton del Golfo de California, México. Secretaría de Marina. Direc. Gral. de Oceanografía, México: 1-38.
- Granados, J.L. y R.A. Schuartzlose, 1974. Corrientes superficiales en el Golfo de California. Resúmenes del V Congreso Nal. de Oceanografía, Guaymas, Son.

- Kramer, D., M.J. Kalin, E.G. Stevens, J.R. Thrailkill y J.R. Sweifel ,
1972. Collecting and processing data on fish eggs and lar -
val in the California current region. Nat. Mar. Fish. Serv.
La Jolla, Cal., 1-38.
- Manrique, F.A., 1977. Variación estacional del zooplancton de la región
de Guaymas. Resúmenes del V Congreso Nal. de Oceanografía .
Guaymas, Son. México, 359-368.
- Margalef, R., 1962. Comunidades Naturales. Instituto de Biología Mari-
na. Universidad de Puerto Rico. Publicación Especial
- _____, 1977. Ecología. Ed. Omega. Barcelona, España.
- _____, 1978. Perspectivas de la teoría ecológica. Ed. Blume. Bar -
celona, España.
- Mc Gowan, J.A. y C.B. Miller, 1980. Larval fish and zooplankton commu-
nity structure. CalCOFI Reports. XXI: 29-36.
- Moser, H.G., E.H. Ahlstrom, D. Kramer y E. Stevens, 1974. Distribution
and abundance of fish eggs and larvae in the Gulf of Cali -
fornia. CalCOFI Reports. XVII: 112-127.
- Newell, G.E. y R.C. Newell, 1977. Marine Plankton, A Practical Guide.
Hutchinson & Co. Ltd., London.
- Osorio-Tafall, B.C., 1943. El Mar de Cortés y la productividad fito -
planctónica de sus aguas. An. Esc. Nal. Cienc. Biol. 3: 73-
118.
- Parker, F.L., 1973. Living planktonic foraminifera from the Gulf of -
California. J.Foram. Res. 3(2): 70-77.

- Parsons, T.R. y M. Takanashi, 1979. Biological Oceanographic Process Pergamon Press. Oxford.
- Poole, R.W., 1974. An Introduction to Quantitative Ecology. Mc Graw - Hill. Book-Co.
- Robinson, M.K., 1973. Atlas of monthly mean sea surface and subsurface temperatures in the Gulf of California, México. San Diego Soc. Nat. Hist. Mem. 5: 1-100.
- Roden, G.I., 1958. Oceanographic and Meteorology aspects of the Gulf of California. Pac. Sci., 12(1): 21-45.
- _____, 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California, Marine Geology of the Gulf of California. Amer. Assoc. Petroleum Geologist, Memoir. 3: 30-58.
- Roden, G.I. y W.C. Groves, 1959. Recent oceanographic investigation in the Gulf of California. Scripps Inst. Oceanogr. New Series. 1092: 453-480.
- Rosas, C.A., 1977. Corrientes geostróficas en el Golfo de California en la superficie y a 200 metros, durante las estaciones invierno y verano. CalCOFI Reports. XXI: 89-106.
- _____, 1981. Informe de datos oceanográficos, Crucero AA-78-10. Centro de Investigaciones Pesqueras de Mazatlán, Sin.
- Round, F.E., 1967. The phytoplankton of the Gulf of California, parte 1 It composition, distribution and contribution to the sediments. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1: 76-96.

- Signoret, M. y H. Santoyo, 1980. Aspectos ecológicos del plancton de la Bahía de la Paz, Baja California Sur. An. del Centro de Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. de México, 7(2): 217-248.
- Smith, P.E., 1971. Distributional atlas of zooplankton volume in the California Current region, 1951 through 1966. CalCOFI Atlas 13; II-XVI Charts 1-144.
- Smith, P.E. y S.L. Richardson, 1977. Standars Techniques for pelagic fish eggs and larval survey. FAO. Tech. Paper. 175: 1-100.
- Southwood, T.E., 1978. Ecological Methods, with particular reference to the study of insects population. Chapman & Hall. London.
- Steele, J.H., 1976. Patchiness. In: The Ecology of the Sea. Cushing, D. H. y J.J. Walsh (eds.) Blackwell. Sci. Publ. Oxford.
- Swain, F.M., 1967. Ostracoda from the Gulf of California. Geol. Soc. Am. Mem. 101. 1-139.
- Thraillkill, J.R., 1957. Zooplankton volumes of the Pacific Coast, 1956 U.S. Fish Wildl Ser. Spec. Rep. Fish 232: 1-50.
- Tregouboff, G. y M. Rose, 1957. Manual de Planctonologie Méditerranéenne. Centre National de la Recherche Scientifique. Vol. 1 y 2. Paris.
- Vega, R.F., 1975. Distribución del zooplancton en el Golfo de California. In: Mem. 1 Simp. Lat. Ocean. Biol. (México): 346-362.

Walker, B.W., 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. In Symposium: The biogeography of B. California and adjacent seas Pt. 2. Marine biotas. Zyst. Zool. 9 (3-4): 123-133.

Yamaji, I., 1969. The marine plankton of Japan. Hoikusha Publishing Co. Japón.