

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



" IMPACTO DE LA CONTAMINACION ORGANICA
SOBRE COMUNIDADES BENTONICAS EN
LA BAHIA DE TODOS SANTOS,
BAJA CALIFORNIA. "



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL
TITULO DE
O C E A N O L O G O

PRESENTA

RUBI R. ENCALADA FLEITES


"IMPACTO DE LA CONTAMINACION ORGANICA SOBRE
COMUNIDADES BENTONICAS EN LA BAHIA DE TODOS
SANTOS, BAJA CALIFORNIA."

T E S I S

QUE PRESENTA:

RUBI ROSARIO ENCALADA FLEITES

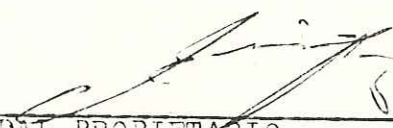
APROBADA POR:


PRESIDENTE DEL JURADO

O.C. JOSE ANTONIO SEGOVIA ZAVALA

SINODAL PROPIETARIO

O.C. VICTORIA OROZCO BORBON


SINODAL PROPIETARIO

M.C. EDUARDO MILLAN NUÑEZ

SINODAL SUPLENTE

O.C. BERNARDO PRIMITIVO FLORES BAES.

SINODAL SUPLENTE

O.C. SALVADOR GALINDO BEST

RESUMEN

De Octubre de 1980 a Septiembre de 1981, se realizaron tres muestreos de sedimento superficial a la isobata de 10 m. en la Bahía de Todos Santos B.C.. Se determinó el Índice Trófico de la Infauna, Índice de Diversidad de Shannon (H') Dominancia de Simpson (λ), Biomasa y Demanda Bioquímica del sedimento. Los resultados sugieren dos Zonas bien definidas, una con especies indicadoras de contaminación Capitella capitata, Armanica bioculata localizada en la raga del puerto. La segunda con gran Diversidad de especies, indicando zonas de menor influencia en los extremos del Área estudiada.

Las variables Biológicas implementadas presentaron comportamientos de acuerdo a las zonas determinadas, registraron bajos valores de Índice Trófico de la Infauna y Diversidad con altos Valores de Dominancia, Biomasa y DBO5 para la zona contaminada. El comportamiento fue inverso para la zona no influenciada.

DEDICATORIA

A mi madre Margarita B. de Encalada y a la memoria de mi padre Luis Encalada Garcia, de quienes he recibido un magnifico ejemplo, amor, dedicación, apoyo y a quienes les debo lo que soy.

A mis hermanos Luisa Maria, Margarita y José Luis, por su cariño de hermanos y apoyo en mi formación profesional.

A mis mejores amigos, quienes me han demostrado con su amistad lo valioso que es tener un buen amigo.

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco el apoyo que me fué brindado por el Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California para que la realización de este trabajo en el proyecto DIAGNOSTICO PERMANENTE DE LA CONTAMINACION EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B.C. haya sido posible.

A mi director de tesis: Ocean. José Antonio Segovia Z. quien demostró un verdadero interés aportando valiosas y atinadas sugerencias.

A mis sinodales: Ocean. Victoria Grozco B., M.C. Eduardo Millán N., Ocean. Primitivo Flores B., Ocean. Salvador Galindo B., a quienes también agradezco infinitamente el tiempo dedicado, así como su valiosa colaboración en este trabajo.

De igual manera a Daniel Loya por su valiosa asesoría en el procesamiento de datos.

Finalmente un reconocimiento de mi parte, a todas aquellas compañeras y amigos que de una u otra forma contribuyeron al mejoramiento y realización de este trabajo.

INDICE

INTRODUCCION.....	1
Antecedentes.....	3
Objetivo.....	5
MATERIALES Y METODOS.....	6
Descripcion del área de estudio.....	6
Metodología.....	10
Criterios para la selección de los organismos.....	13
RESULTADOS.....	17
DISCUSION.....	33
CONCLUSIONES.....	40
BIBLIOGRAFIA.....	41

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

Figuras

- 1.- Localización de las estaciones de muestreo en el área de estudio
.....8

- 2.- relación del Índice Trófico de la infauna con los parámetros: Biomasa, Diversidad (Shannon-Wiener H'), Dominancia (Simpson), y Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO₅) en el área de estudio para el período de Octubre de 1980.
.....27

- 3.- Relación del Índice Trófico de la infauna con los parámetros: Biomasa, Diversidad (Shannon-Wiener H'), Dominancia (Simpson), y Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO₅) en el área de estudio para el período de Marzo de 1981.
.....28

- 4.- Relación del Índice Trófico de la infauna con los parámetros: Biomasa, Diversidad (Shannon-Wiener H'), Dominancia (Simpson), y Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO₅) en el área de estudio para el período de Septiembre de 1981.
.....29

- 5.- Delimitación de Zonas por el diagrama de Trellis en la Bahía de Todos Santos para el mes de Octubre 1980.
.....30

6.- Delimitación de Zonas por el diagrama de Trellie en la Bahía de Todos Santos para el mes de marzo de 1981.	31
7.- Delimitación de Zonas por el diagrama de Trellie en la Bahía de Todos Santos para el mes de Septiembre de 1981.	32

Tablas

I.- Lista general de organismos encontrados en los muestreos de Octubre, Marzo y Septiembre en el área de muestreo.	18
II.- Relación de organismos utilizados para formar los grupos del Índice Trófico de la Infauna (ITI).	21
III.- Especie por grupos utilizados para el Índice Trófico de la Infauna.	23

INTRODUCCION.

Desde el principio de la humanidad, el mar se ha considerado como un vertedero natural debido a su gran capacidad de asimilación, dilución y autodepuración de los diferentes desechos contaminantes. Estas características han disminuído considerablemente debido a la falta de planeación y de nuevas tecnologías implementadas por el hombre en los últimos años, ocasionando una serie de alteraciones en el medio ambiente marino.

Las aguas residuales industriales y domésticas con un alto contenido de material orgánico, causan reducción o abatimiento del oxígeno disuelto en el agua (Boyn, 1971), y formación de mantos lodosos con producción de metano y ácido sulfúrico que, son altamente tóxicos para la vida bentónica (Dugan, 1972), originando que en los lugares adyacentes a las descargas, cambia la abundancia relativa y diversidad de especies (Golubic, 1970, y Pearce, 1970). La conservación de la calidad del medio ambiente marino es necesario, ya que su perturbación puede poner en peligro la existencia de especies que juegan un papel importante en los

diferentes niveles tróficos.

Actualmente los ecólogos marinos se han enfrentado al problema de cómo caracterizar la comunidad bentónica, y paralelamente interpretar su deterioro ecológico; varios trabajos se han realizado al respecto (Pamplona, 1974; Lizárraga R. 1975; Wora y Mearns, 1979; Reish, 1960), pero las alteraciones de las comunidades infraunales pueden ser mayormente entendidas examinando las estrategias alimenticias de los miembros de la comunidad, propuesta por (Wora, 1979).

La importancia de la aplicación del Índice Trófico de la Infrauna en el presente trabajo, se debe principalmente a que el índice provee una buena caracterización de las comunidades bentónicas, respondiendo delicadamente a los cambios en la composición de las especies, ya que las comunidades de organismos que viven en el benthos pueden dar una mayor indicación de sus condiciones, por poseer las siguientes características: permanecen en el mismo sitio; tienen diferentes hábitos alimenticios; una relativa incapacidad de movimiento, y un corto ciclo de vida; los cuales responden rápidamente a los cambios que de otra manera no pudieran ser detectados, y por ende los resultados, pueden correlacionar áreas de similares

características.

Antecedentes.

Relativamente pocos son los estudios que se han llevado a cabo en la Bahía de Todos Santos, referente a los efectos que sufren los organismos bentónicos a consecuencia de desechos urbanos e industriales descargados al mar. A continuación se citan cronológicamente los trabajos locales más importantes.

Lizarraga Partida (1974), realizó un estudio en la Bahía, utilizando a los anélidos poliquetos como indicadores de contaminación orgánica, detectando para la rada portuaria cinco diferentes puntos desde el abiótico hasta poco afectado por la contaminación.

Nishikawa L. (1976) concluyó que la introducción al mar de aguas domésticas e industriales con alto contenido de materia orgánica originan ambientes anóxicos ó ecosistemas con muy poca diversidad, siendo los organismos bentónicos los principales afectados por este tipo de contaminación.

Segovia Zavala (1982) realizó un estudio en la zona industrial de el Sauzal de Rodríguez en 1978 con la finalidad de caracterizar las descargas de la industria pesquera y determinar el estado de contaminación de la zona de rompiente a lo largo de 6 km de línea de costa. Concluyendo que la contaminación en la zona de rompiente aumenta con la época de producción pesquera.

Donato Hernandez (1981), realizó un estudio en la Bahía con el fin de conocer las condiciones ambientales del sistema marino en relación a la contaminación orgánica. Para tal propósito utilizó el índice Trófico de la Infauna y lo relacionó con Biomasa, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos Totales Volátiles (STV) y asimismo caracterizó la contaminación de la Bahía como normal, perturbada y caótica.

Rivera Duarte, et al (1982). llevaron a cabo un estudio acerca de la contaminación por materia orgánica en la zona costera de la Bahía de los Santos, determinando que la contaminación en esta zona presenta una variación temporal y espacial, con los valores menores en invierno y mayores en verano, en completa concordancia con la fluctuación de la producción pesquera en la región.

observar, que son contados los estudios realizados para determinar el efecto de la contaminación orgánica en las comunidades bentónicas de la Bahía de Tocos Santos, por tal motivo el presente estudio tiene los siguientes objetivos:

Objetivos.

-Detectar zonas afectadas por medio de las comunidades bentónicas, utilizando el Índice Trófico de la Infauna (ITI).

-Relacionar las variables químicas (Demanda Bioquímica de oxígeno, Sólidos Volátiles) y Biológicas (Índices de Diversidad de Shannon (H'), Dominancia de Simpson (λ) y Biomasa) en el sedimento, y su asociación con el Índice Trófico de la Infauna.

MATERIALES Y METODOS.

Descripción del área de estudio.

La Bahía de Todos Santos se encuentra localizada a 100 kms al Sur de la frontera México-Estados Unidos sobre la costa Oeste de Baja California. Se ubica entre los $31^{\circ} 40'$ de latitud Norte, y entre los $116^{\circ} 36'$ y $116^{\circ} 50'$ de longitud Oeste, (Fig.1). Está delimitada al Norte por Punta San Miguel y al Sur por Punta Banda y las Islas de Todos Santos, presenta forma trapezoidal con 18 km de largo y 14 km de ancho con una superficie de 24,000 hectáreas.

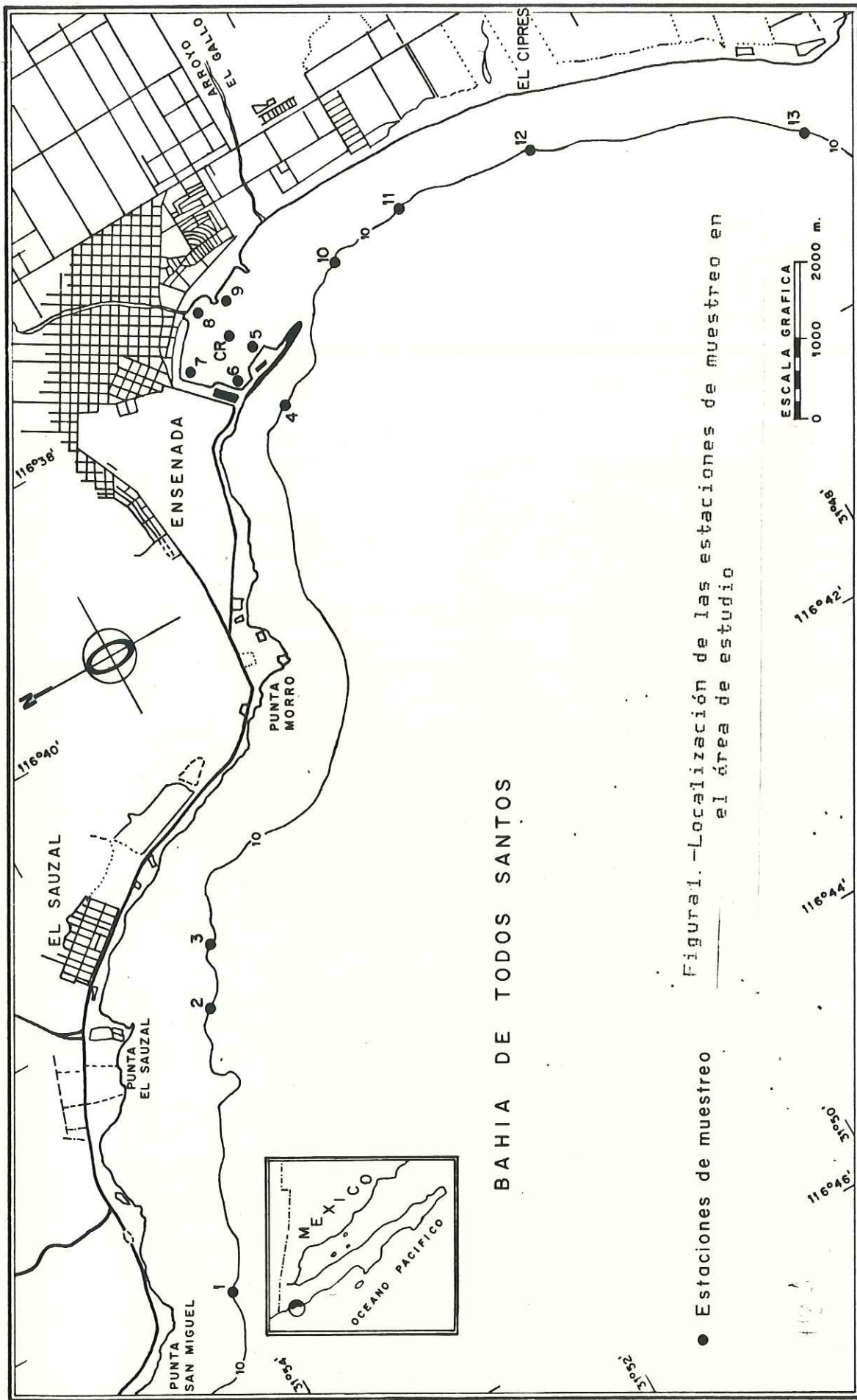
El 90% de la profundidad de la Bahía se encuentra entre 10 y 50 m, presenta además dos entradas bien definidas en su topografía submarina, cuya única división al Oeste está constituida por las dos pequeñas islas: la entrada noroeste de 12 kms de ancho, con profundidades menores a 50 m, y la entrada suroeste de 6 kms de ancho con profundidades hasta de 400 m en el fondo del cañón submarino formado entre Punta Banda y las Islas Todos Santos, (Secretaría de Marina 1974). La distribución de los sedimentos en el fondo de la Bahía, muestra cuatro grupos de acuerdo a su tamaño. Al Norte

y al Sur de la Bahía, el tamaño de los sedimentos (entre 1 y 3 ϕ) es mayor que en el interior de ésta (entre 3 y 5 ϕ). Además, frente a la costa Norte de la Bahía es notable la presencia de roncós rocosos. Tamaños menores (entre 5 y 6 ϕ) se encuentran localizados en el cañón submarino entre Punta Banda y las Islas de Todos Santos, (Walton, 1955).

Las principales fuentes potenciales de sólidos introducidos a la Bahía son:

Los acarreados por medio de los arroyos que desembocan en la Bahía (Arroyo El Carmen, Arroyo Ensenada, Arroyo El Gallo y Arroyo San Carlos) y las descargas de aguas residuales industriales y domésticas localizadas en la zona industrial del Sauzal, centro de rada del puerto de Ensenada y zona industrial del Arroyo El Gallo. De las fuentes citadas, las de mayor impacto potencial son las últimas, debido a su alto contenido de material orgánico.

Las 14 estaciones (Fig. 1), sujetas a éste estudio se seleccionaron en base a las fuentes de descargas domésticas e industriales, las cuales derraman los desechos directamente sobre las playas de la Bahía.



BAHIA DE TODOS SANTOS

● Estaciones de muestreo

Figura 1. - Localización de las estaciones de muestreo en el área de estudio

ESCALA GRAFICA
0 1000 2000 m.

ESTACIONES	LOCALIDAD	CARACTERISTICAS
1	San Miguel	desechos domésticos
2	Pesquera Zapata	desechos industriales
3	Pesquera Pacifico	desechos industriales
4	Pesquera Galicia	desechos industriales
5	Muelle de altura	desechos de barcos
6	Chalan de descarga	desechos de sanguaza
CR	Centro de rada	desechos mixtos
7	Cocedora de langosta	desechos industriales y domésticos
8	Arroyo Enseada	aporte de sedimentos
9	Espigón de cementos	aporte de caliza y arcilla
10	Arroyo El Gallo	aguas residuales y municipales de (CESPE)
11	Playa Hermosa	desechos domésticos
12	El Ciprés	desechos domésticos
13	Boca del Estero	desechos agrícolas y aguas negras

Metodología:

Se realizaron tres muestreos en la Bahía de Todos Santos cubriendo un total de 14 estaciones (Fig. 1) por muestreo. El primero se realizó en Octubre de 1980, el segundo en Marzo de 1981 y el tercero en Septiembre del mismo año. La finalidad por la cual se realizaron muestreos espacio temporales, fue para determinar los posibles cambios en las comunidades bentónicas del área de estudio. Los muestreos se realizaron en la isobata de 10 m, a excepción de la dársena portuaria que tiene un promedio de 6 a 10 m de profundidad.

En la toma de muestras del sedimento, se utilizó la draga Van Veen modificada, la cual colecta una superficie de $0.1m^2$. En cada estación se realizaron cuatro lances, tres de ellos para determinar la Diversidad y Abundancia de los organismos presentes, en cada lance se tomó la penetración de la draga en el sedimento, tomando como medida mínima 5cm, de penetración en sedimento grueso y 10cm, en sedimento fino (Ward, 1979). Procediendo a tamizar a través de una malla de 1.0 mm de abertura de luz; las muestras se almacenaron en bolsas de plástico y se fijaron con una solución amortiguadora de formalina-bórax diluida al 10% con agua de mar, previamente etiquetadas. El

cuarto lance se congeló en bolsas de plástico para que posteriormente en el laboratorio, se determinara el contenido de materia orgánica, porcentaje de Sólidos volátiles (SV) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).

De los tres primeros lances (réplicas) se retamizaron a través de una malla de 0.5 mm de luz, preservándose con etanol al 70%, los organismos se limpiaron de las diferentes partículas que se retuvieron en el tamiz, utilizando un microscopio 10 X marca Bousch Lom Stereozoom 5 y sorteados en cinco grupos taxonómicos: Moluscos, Crustáceos, Poliquetos, Equinodermos y Miscelaneos. Los organismos se contaron e indentificaron hasta nivel de especie cuando lo fué posible, una vez logrado esto, se determinó la Biomasa e Índice Trófico de la Infauna.

La Biomasa de los organismos por estación, se obtuvo mediante el peso húmedo de cada categoría taxonómica, para esto, los organismos después de ser colocados en toallas de papel y secados al aire durante cinco minutos se pesaron, en una balanza Metter 150 con una precisión de .01mg. La determinación de Sólidos Volátiles es un método gravimétrico para obtener por peso, la cantidad de materia orgánica en el sedimento (Standard Methods, 1976).

El DBO₅ de los sedimentos es la porción labil del material orgánico que se encuentra presente y rápidamente disponible para satisfacer las necesidades metabólicas de los microorganismos aeróbicos. La DBO₅ fue determinada mediante la medición de oxígeno utilizado por microorganismos adicionados a una cierta cantidad de sedimento y mantenidos bajo condiciones controladas en un período de tiempo de 5 días (Wora y Mearn, 1979).

El Índice Trófico de la Infauna (ITI), es una descripción numérica del comportamiento de los cuatro diferentes grupos, dependiendo de sus hábitos alimenticios. La fórmula que se utilizó fue la descrita por Wora (1979):

$$ITI = 100 - 33 - 0.333 \frac{0N_1 + 1N_2 + 2N_3 + 3N_4}{N_1 + N_2 + N_3 + N_4}$$

Donde: n_i es el número de individuos en el grupo i . Los coeficientes en el numerador (0, 1, 2, 3) son simplemente factores escalares, que sirven para generar rangos de valores graduales del índice e igualmente cambios en las estrategias alimenticias. La dominancia de cada grupo alimenticio, es indicado por un rango de

valores del índice de 0 a 100. El Grupo 1, domina cuando los valores son de 78-100; el Grupo 2 cuando son de 58-77; el Grupo 3 cuando van de 25-57 y el Grupo 4 cuando los valores van de 0-25.

Criterio para la selección de los organismos:

Fue aplicado el concepto de la "especie indicadora" propuesta por (Ward et al., 1977).

No se consideraron para fines del (ITI) aquellas especies que únicamente fueron observadas en una ó dos estaciones ó que solamente representaron menos de 5 % de la infauna.

Para mayor aplicación del ITI, se consideró individualmente a cada especie con la finalidad de determinar si dicho género ó alguna otra unidad taxonómica superior, podría ser utilizada como organismo indicador.

Los organismos que se utilizan en éste índice (I.T.I.) son seleccionados considerando principalmente los hábitos alimenticios que prevalecen en cada especie, agrupándose de acuerdo a patrones generales de alimentación. La primera separación en grupos de

estrategias alimenticias, se basa en la distinción entre organismos alimentadores de detritus y de depósito, es decir, el tipo de alimento ingerido. Posteriormente, la segunda separación se realiza basándose en la localización del alimento, es decir de dónde es obtenido por el animal y el grado relativo de energía requerida para obtener y utilizarlo. Tales criterios simplifican la indentificación taxonómica requerida en el uso del Índice Trófico de la Infauna. Una vez seleccionados los organismos se colocaron en cuatro grupos diferentes:

GRUPO 1. Se encuentra dominado por organismos que obtienen un mejor sustento alimenticio mediante la captura de partículas de detritus orgánico suspendido en la columna de agua.

GRUPO 2. Son aquellos organismos que pueden alimentarse de material suspendido ó detritus depositado en la superficie del sedimento.

GRUPO 3. Se restringe a aquellos organismos que se alimentan estrictamente de depósito superficial. Generalmente se encuentran alimentándose en los 2 cm, superiores de la superficie del sedimento

GRUPO 4 contiene especies denominadas indicadoras

de contaminación marina. La mayoría son pequeños poliquetos, los cuales se alimentan de depósito sub-superficial, por debajo de los 2 cm superiores.

La diversidad (h') de los organismos en las estaciones muestreadas a nivel de especie fue calculada con la ecuación de Shannon-Weaves (1949):

$$h' = - \sum_{i=1}^S \left[\left(\frac{n_i}{N} \right) \log \left(\frac{n_i}{N} \right) \right]$$

Dónde n_i es el número de individuos de la i especie, N es el número de individuos en la muestra, y S es el número total de especies en la misma.

La Dominancia (λ) de organismos entre las distintas estaciones de la Bahía de Todos Santos, se estimó por medio del Índice de Dominancia de Simpson (1949):

$$\lambda = \sum_{i=1}^s \frac{n_i^2}{N}$$

La comparación entre las estaciones se efectuó por

Medio del índice de Similitud (S) entre dos muestras (Sorensen, 1948):

$$S = \frac{2C}{A + B}$$

Donde A, es el número de especies de la muestra A, B es el número de especies de la muestra B, y C es el número de especies afines a ambas muestras. Los resultados se representaron en un diagrama de Trellie para detectar grupos de estaciones con alta similitud.

RESULTADOS

Se obtuvieron en las 14 estaciones de muestreo 236 especies en total, de las cuales 132 especies y 28 Taxa (56.6 %) son Poliquetos; 63 especies y 12 Taxa (27.0 %) Crustáceos; 27 especies y 7 Taxa (11.6 %) Moluscos y por último 11 especies y 3 Taxa (4.7 %) como miscelaneos (Tabla I). En particular para el Índice Trófico de la Infaua al usar los criterios de selección del ITI, se utilizaron 51 sp. y 31 Taxa (Tabla II). No se incluyeron Nemertinos, Celenterados, (anémonas), Quetognatos, Ectoprocto y Anfióxus (Tabla III).

Para el mes de Octubre, el Índice Trófico de la Infaua (ITI) mostró grandes fluctuaciones en el área de estudio (Fig. 2a). Las estaciones 1,2,4,6,9,10,11, y 12 presentaron un rango de 58 a 100, correspondiendo al grupo de especies I y II (Tabla III), las estaciones 3,7,8, y 13 presentan valores menores de 50 representados por especies del grupo IV. Y finalmente la estación 5 se clasifica con organismos del grupo III (Tabla III).

En general el comportamiento de la Diversidad (H') es similar al del ITI, e inversamente proporcional a la

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1 <u>Abarenicola pacifica</u> | 48 <u>Cancer metacarcinus</u> |
| 2 <u>Abarenicola sp.</u> | 49 <u>Cancer sp.</u> |
| 3 <u>Acanthoptilum gracile</u> | 50 <u>Cangron nigramaculata</u> |
| 4 <u>Aeroides columbiae</u> | 51 <u>Cangron sp.</u> |
| 5 <u>Aglaothamus dicirris</u> | 52 <u>Capitella capitata</u> |
| 6 <u>Amatea occidentalis</u> | 53 <u>Capitellidae</u> |
| 7 <u>Amage sp.</u> | 54 <u>Caprellidae</u> |
| 8 <u>Ampharete arctica</u> | 55 <u>Caprilla californica</u> |
| 9 <u>Amphelisca</u> | 56 <u>Carinoma mutabilis</u> |
| 10 <u>Amphiodontopy oculatus</u> | 57 <u>Cerebratulus sp.</u> |
| 11 <u>Amphioxus branchiostoma</u> | 58 <u>Chaetozone setosa</u> |
| 12 <u>Amphipodia occidentalis</u> | 59 <u>Chone minuta</u> |
| 13 <u>Amphipodo a</u> | 60 <u>Corophidae sp.</u> |
| 14 <u>Amphipodo b</u> | 61 <u>Crepidula</u> |
| 15 <u>Amphipodo c</u> | 62 <u>Crepidula sp.</u> |
| 16 <u>Amphipodo d</u> | 63 <u>Cryptomys californica</u> |
| 17 <u>Amphipodo e</u> | 64 <u>Cumella sp.</u> |
| 18 <u>Amphipodo f</u> | 65 <u>Cyanea uncinata</u> |
| 19 <u>Amphipodo g</u> | 66 <u>Decapoda</u> |
| 20 <u>Amphipodo h</u> | 67 <u>Diapatra ornata</u> |
| 21 <u>Amphipodo i</u> | 68 <u>Diastylopsis tenuis</u> |
| 22 <u>Amphipodo j</u> | 69 <u>Diogenide paquiristes</u> |
| 23 <u>Amphipodo k</u> | 70 <u>Diopatra splendidissima</u> |
| 24 <u>Amphipolis squamata</u> | 71 <u>Diopatra ornata</u> |
| 25 <u>Anchicolurus obtusidens</u> | 72 <u>Diopatra sp.</u> |
| 26 <u>Anchicolurus occidentalis</u> | 73 <u>Diopatra tridentata</u> |
| 27 <u>Ancinus septicones</u> | 74 <u>Dispio uncinata</u> |
| 28 <u>Aniloneris fulcata</u> | 75 <u>Dorvillea articulata</u> |
| 29 <u>Anomura</u> | 76 <u>Echinoidae</u> |
| 30 <u>Anthozoa</u> | 77 <u>Ectoprocta</u> |
| 31 <u>Aphrodita sp.</u> | 78 <u>Edotea dilatata</u> |
| 32 <u>Arabella iricolor</u> | 79 <u>Edotea sublittoralis</u> |
| 33 <u>Aricidea neosuecica</u> | 80 <u>Edotea urotoma</u> |
| 34 <u>Armandia bioculata</u> | 81 <u>Emerita analoga</u> |
| 35 <u>Asteroidae</u> | 82 <u>Eteone dilatata</u> |
| 36 <u>Asteroidea</u> | 83 <u>Eteone sp.</u> |
| 37 <u>Atylus tridens</u> | 84 <u>Eumida bifoliata</u> |
| 38 <u>Birubies sp.</u> | 85 <u>Eumida sp.</u> |
| 39 <u>Elepharipoda occidentalis</u> | 86 <u>Eumida tubiformis</u> |
| 40 <u>Elepharipoda sp.</u> | 87 <u>Euphausiacea</u> |
| 41 <u>Bocardiella hartmanae</u> | 88 <u>Eupolyornis crescentis</u> |
| 42 <u>Bocardiella sp.</u> | 89 <u>Foxocephalus obtusidens</u> |
| 43 <u>Boccardia berkeleyorum</u> | 90 <u>Foxocephalus similis</u> |
| 44 <u>Branchyura</u> | 91 <u>Gastropoda</u> |
| 45 <u>Bulla gouldiana</u> | 92 <u>Genetullis nigrimaculata</u> |
| 46 <u>Cancer anthonyi</u> | 93 <u>Glucera convoluta</u> |
| 47 <u>Cancer gracilis</u> | 94 <u>Glucera tessellata</u> |

- 95 Gluceridae
 96 Glycinde armigera
 97 Glycinde polygnatha
 98 Goniada brunnea
 99 Goniada littorea
 100 Haploscoloplos elongatus
 101 Haploscoloplos panamensis
 102 Haploscoloplos sp.
 103 Harenactis attenuata
 104 Harmathoe scriptoria
 105 Harmothoe lunulata
 106 Hemipodus borealis
 107 Hidroide
 108 Idotea sp.
 109 Ischyrocerus
 110 Isocheles pilosus
 111 Kurtziella bite
 112 Lampropidae
 113 Lamprops quadruplicata
 114 Leinidea
 115 Lepidopa californica
 116 Lepidopa sp.
 117 Leptocuma forsmanni
 118 Leucon sp.
 119 Lumbrineris cf tetraura
 120 Lumbrineris cruzensis
 121 Lumbrineris erecta
 122 Lumbrineris inflata
 123 Lumbrineris limicola
 124 Lumbrineris tetraura
 125 Lumbrineris sp.
 126 Macoma nasuta
 127 Magelona californica
 128 Magelona pitelkai
 129 Magelona sacculata
 130 Magelona sp.
 131 Mediomastus californiensis
 132 Megaluropus longimerus
 133 Melinna oculata
 134 Metanysidopsis elongata
 135 Monoculodes hartmanae
 136 Mysidacea
 137 Naineris dendritica
 138 Nassarius medicus cooperi
 139 Nassarius fossatus
 140 Nassarius mendicus
 141 Nassarius sp.
 42 Nassarius sp. 1
 43 Nemertea
 44 Nephtys caecoides
 45 Nephtys californiensis
 46 Nephtys cornuta franciscana
 47 Nereis latescens
 48 Nereis procera
 49 Nereis sp.
 50 Nerineides maculata
 51 Nothria elegans
 52 Nothria iridescen
 53 Nothria sp.
 54 Odontosyllis phosphorea
 55 Ogirides alphaerostris
 56 Oligochaeta
 57 Olivella baetica
 58 Olivella biplicata
 59 Olivella sp.
 60 Onuphi sp.
 61 Onuphis eremita
 62 Ophelia pulchella
 63 Ophiodermilla ophioderma
 64 Ophiodromus pugettensis
 65 Ophiuridae
 66 Ostracodo
 67 Owenia collaris
 68 Owenia sp.
 69 Oxurostyles pacifica
 70 Paquristes sp.
 71 Paqurus
 72 Paraphoxus epistomus
 73 Paraprionospio pinnata
 74 Paraproxus sp.
 75 Paraproxus uncinata
 76 Pectinaria californiensis
 77 Pectinaria californiensis newportensis
 78 Pectinaria sp.
 79 Perinereis monterea
 80 Pholoe glabra
 81 Phoronida
 82 Phoronopsis sp.
 83 Photis brevipes
 84 Photis californica
 85 Phoxocephalidae
 86 Phoxocephalus similus
 87 Phyllodoce anartides

- 188 Phyllodoce hartmanae
 189 Phyllodoce sp.
 190 Pionosyllis gigantea
 191 Pista disjuncta
 192 Pista fasciata
 193 Polinice sp.
 194 Polinices lewisii
 195 Polinices reclusianus
 196 Polydora limicola
 197 Polydora socialis
 198 Polydora sp.
 199 Polydora uncela
 200 Prionospio sp.
 201 Prionospio heterobranchia
 newportensis
 202 Prionospio malareni
 203 Prionospio pugmaeus
 204 Protodorvillea sp.
 205 Protothaca laciniata
 206 Pseudomalacaceros maculata
 207 Pseudopolydora
 208 Pycnogonidae
 209 Puromaia tuberculata
 210 Puromaia tuberculata
 tuberculata
 211 Schistomeringos articulata
 212 Schistomeringos longicornis
 213 Scoelelepis acuta
 214 Scoelelepis squamatus
 215 Solen sp.
 216 Spio filicornis
 217 Spio sp.
 218 Spiochaetopterus costarum
 219 Spiochaetopterus
 californiensis
 220 Spionidae
 221 Spiophanes bombox
 222 Spiophanes missionensis
 223 Sthenelais verruculosa
 224 Syllis sp.
 225 Tegula subteris
 226 Tellina sp.
 227 Thalamorella californica
 228 Thalenessa spinosa
 229 Tharix monilaris
 230 Tharux monilaris
 231 Tharux sp.
 32 Typosyllis aciculata
 33 Typosyllis pulchra
 34 Upogebio sp.
 35 Valvifera
 36 Yan sp.

TABLA II RELACION DE ESPECIES UTILIZADOS PARA LOS GRUPOS DEL INDICE TROFICO DE LA INFAUNA EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS

POLIQUETOS

Amaena occidentalis
Ampharete artica
Armandia bioculata
Capitella capitata
Chaetozona setosa
Chone minuta
Diapatra tridentata
Diapatra splendidissima
Eumida biofoliata
Glycera convoluta
Glicinde polygnatha
Goniada littorea
Haploscoloplus sp.
Harmothoe lunulata
Lumbrineris erecta
Lumbrineris inflata
Lumbrineris sp.
Magelona sacculata
Naineris dendritica
Nereis procera
Nephtys californiensis
Nephtys cornuta franciscana
Onuphis sp.
Owenia collaris
Paraprionospio pinnata
Pectinaria californiensis
Pectinaria californiensis newportiensis
Pholoe glabra
Poludora linicola
Poludora sp.
Prionospio malgreni
Prionospio pygmaeus
Schistomeringos longicornis
Spio filicornis
Spiophanes bombyx
Spiophanes missioniensis
Spiophanes sp.
Thalanesa spinosa
Tharux sp.

ARTROPODOS

Amphelisca
Amphipodos
Anchicolurus occidentalis
Atylus tridens
Diastilopsis tennis

Edotea sublitoralis
Foxiphalus obtusiden
Foxiphalus similis
Isocheles pilosus
Ogurides alphaerostis
Photis brivepis

ISOPODES

Ancinus septicornis
Paraphoxus epistomus

MOLUSCS

Blepharipoda occidentalis
Cryptomia californica
Emerita analoga
Lepidopa californica
Olivella beatica
Tellina sp.

MISCELANEOS

Amphioxus branchiostoma
Pugnogonido
Phoronida
Nemertinos
Oliquoquetos

TABLA III ESPECIES POR GRUPOS UTILIZADOS EN EL
INDICE TROFICO DE LA INFAUNA

GRUPO I

POLIQUETOS

Amaena occidentalis
Ampharete artica
Chone minuta
Diapatra splendidissima
Diapatra sp.
Diapatra tridentata
Nothria elegans
Onuphis sp.
Owenia collaris

CRUSTACEOS

Amphelisca sp.
Blepharipoda occidentalis
Emerita analoga
Foxiphalus obtusiden
Foxiphalus similis
Phoxocephalus sp.
Amphipodos
Anchicolurus occidentalis

MOLUSCOS

Lepidopa californica

GRUPO II

POLIQUETOS

Prionospio pugmaeus
Eumida biofoliata
Spio filicornis
Paraprionospio pinnata
Goniada littorea
Magelona sacculata
Tharix sp.

Lumbrineris sp.
Polydora linicola
Lumbrineris erecta
Nephtys cornuta franciscana
Pectinaria californiensis
Spiophanes bombyx
Lumbrineris inflata
Haploscoloplos sp.
Chaetozona setosa
Nephtys caecoides
Prionospio malgreni

Thalanesa espinosa
Glycinde polygnatha
Nephtys californiensis
Glycera convoluta
Spiophanes missioniensis
Polydora sp.
Pectinaria californiensis
newportiensis

CRUSTACEOS

Ogyrides alphaerostus

MOLUSCOS

Cryptomia californica
tellina sp.

GRUPO III

POLIQUETOS

Nereis procera

CRUSTACEOS

Isocheles pilosus

GRUPO IV

POLIQUETOS

Capitella capitataArmandia bioculataSchistomerinques longicornis

Dominancia (λ), la excepción es la estación 11 (Fig. 2b) Los valores de Biomasa tienden a ser relativamente mayores en las estaciones situadas en los extremos del área de estudio y los menores son los de la rada portuaria (Fig. 2c), correspondiendo estos últimos valores al grupo IV del ITI. Los valores de DBOS tuvieron un comportamiento inverso a la Biomasa, valores bajos en los extremos del área de estudio y mayores o altos en la rada portuaria (Fig. 2a) a excepción de la estación 8 donde se localiza el valor mínimo de DBOS.

El comportamiento de las variables biológicas para el segundo muestreo (Marzo del 1981), presentó en general el mismo comportamiento que el primero pero las tendencias ó patrones de comportamiento son más definidas (Fig 3a, b y c), las variables del ITI y Diversidad son altos en los extremos y los más bajos en la rada portuaria, observándose un comportamiento inverso para la Biomasa y Dominancia a excepción de la estación CR y 8. En éste período de muestreo no se analizó muestras químicas.

Para el tercero y último muestreo (Septiembre de 1981), el comportamiento de todas las variables biológicas (ITI, Diversidad y Dominancia), presentan el mismo espectro de comportamiento al mes de marzo del

mismo año (Fig. 4a y b). Para el III y Diversidad tenemos altos valores a los extremos del área de estudio y los más bajos en la rada portuaria, siendo la excepción la estación 8 y 9 que se encuentra dentro del grupo de especies I y III respectivamente. El comportamiento observado en la Dominancia, Biomasa y DBOS, es inverso al planteado para el III y Diversidad, se presentan valores bajos a los extremos del área de estudio y altos en la rada del puerto (Fig. 4b, c y d). En general la Biomasa no presenta variaciones significativas.

En base a la afinidad ó asociación entre el número de especies, las estaciones de cada muestreo tienden a agruparse en zonas (Fig. 5 a 7). En general se presentan dos agrupamientos ó zonas definidas. Las de la zona de la rada del puerto (Zona I) y las de los extremos del área de estudio (Zona II). Sólomente para el primer muestreo no se pudo apreciar la afinidad de las estaciones de los extremos del área. Otra característica es que la estación 9 se transiere de zona en el tiempo, en el primer muestreo la encontramos formando parte de la Zona II y en los dos últimos en la Zona I. En las estaciones de los extremos, en los dos últimos muestreos se encuentra una estrecha afinidad entre todas las estaciones.

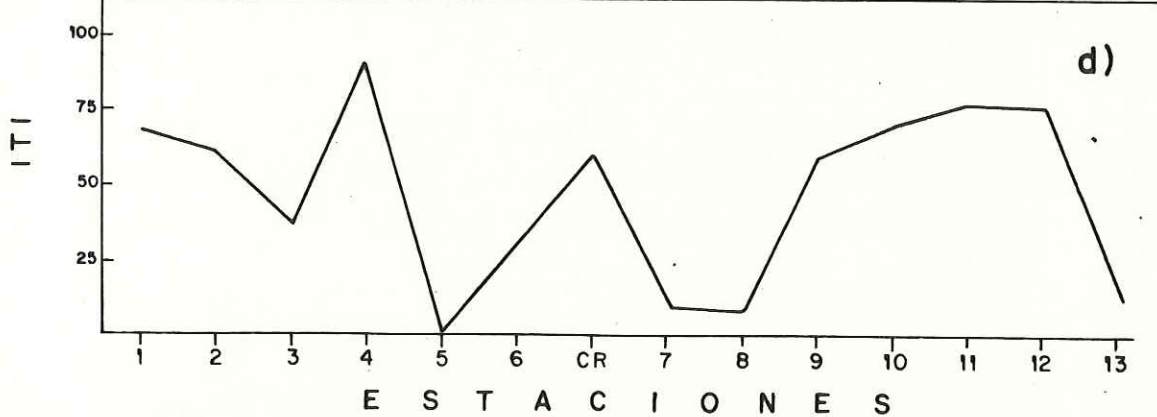
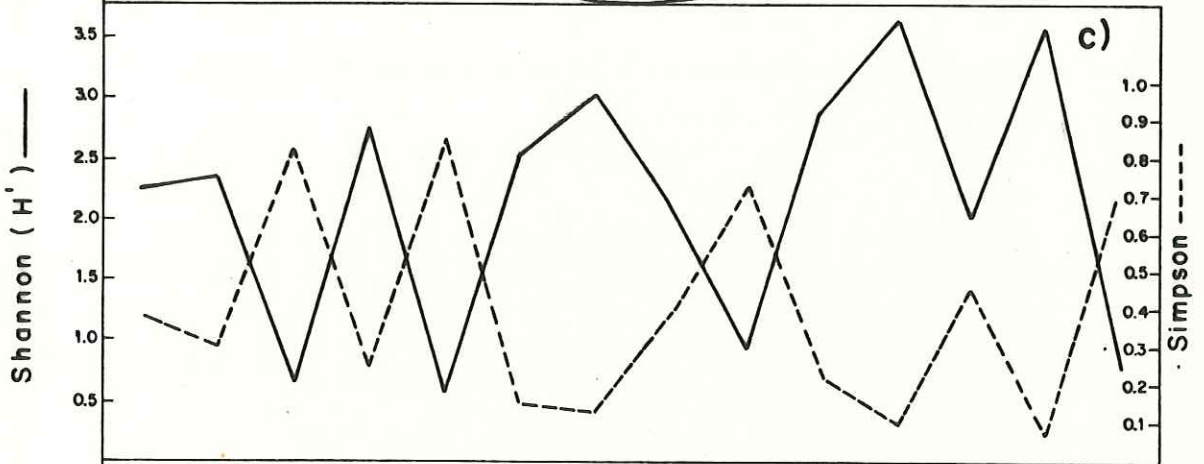
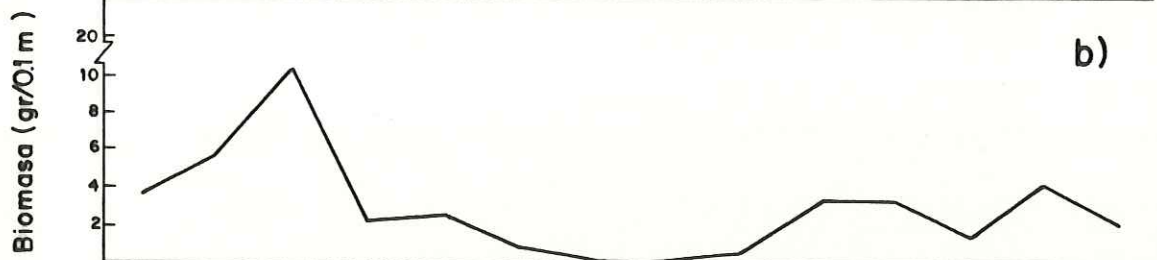
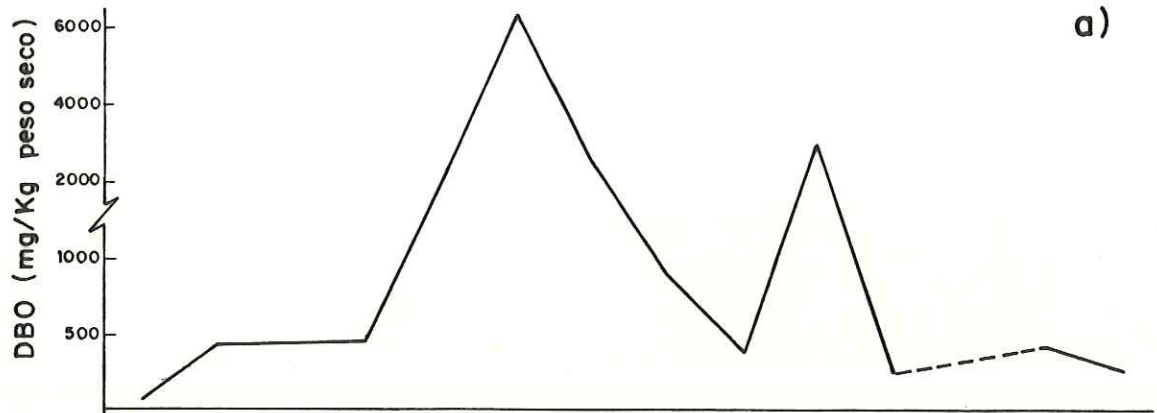


FIGURA 2. -relación del Índice Tráfico de la infauna con los parámetros: Biomasa, Diversidad (Shannon-Wiener H'), Dominancia (Simpson), y Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO5) en el área de estudio para el período de Octubre de 1980.

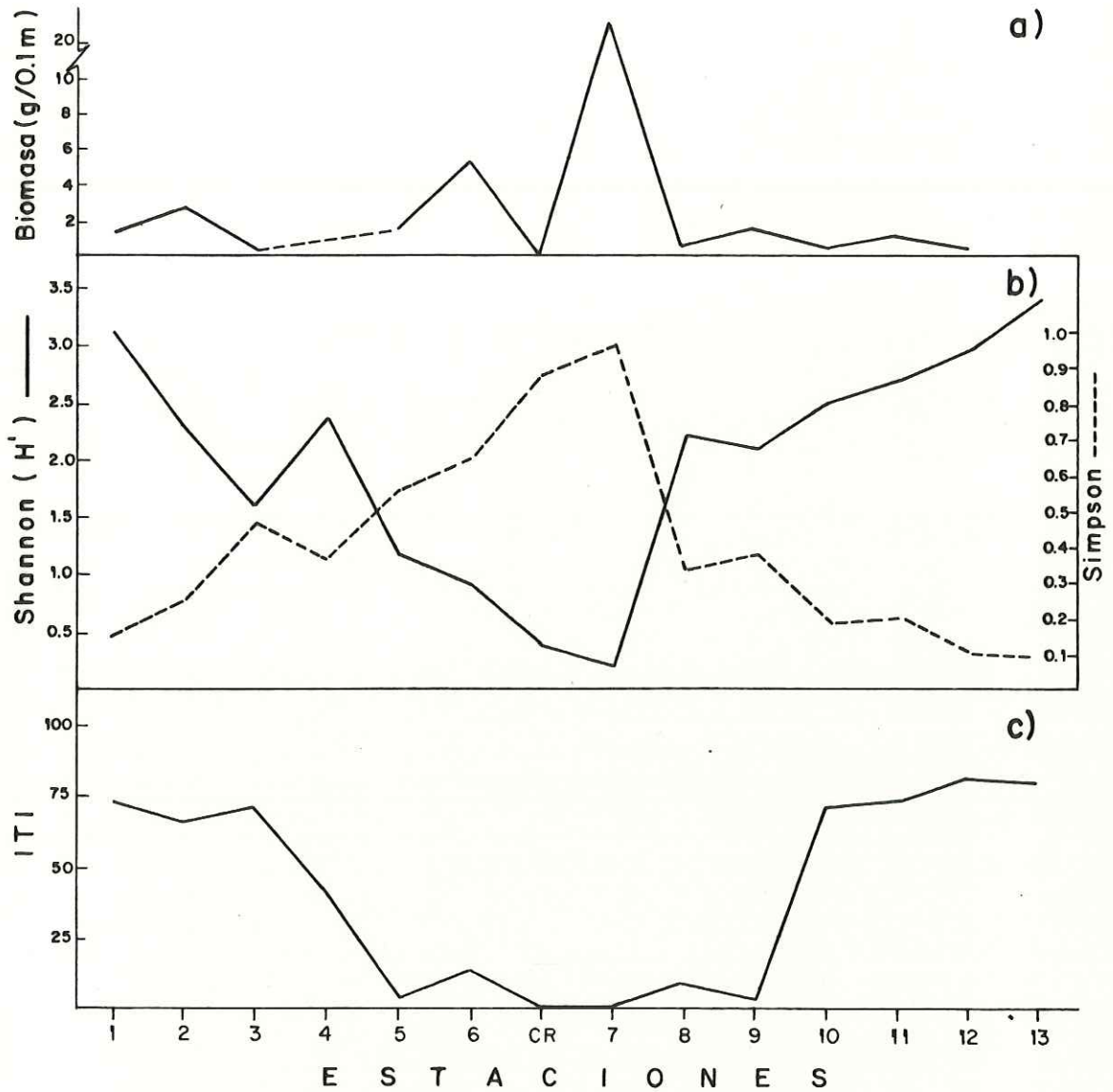


FIGURA 3. - Relación del Índice Tráfico de la infauna con los parámetros: Biomasa, Diversidad (Shannon-Wiener H'), Dominancia (Simpson), y Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO5) en el área de estudio para el período de Marzo de 1981.

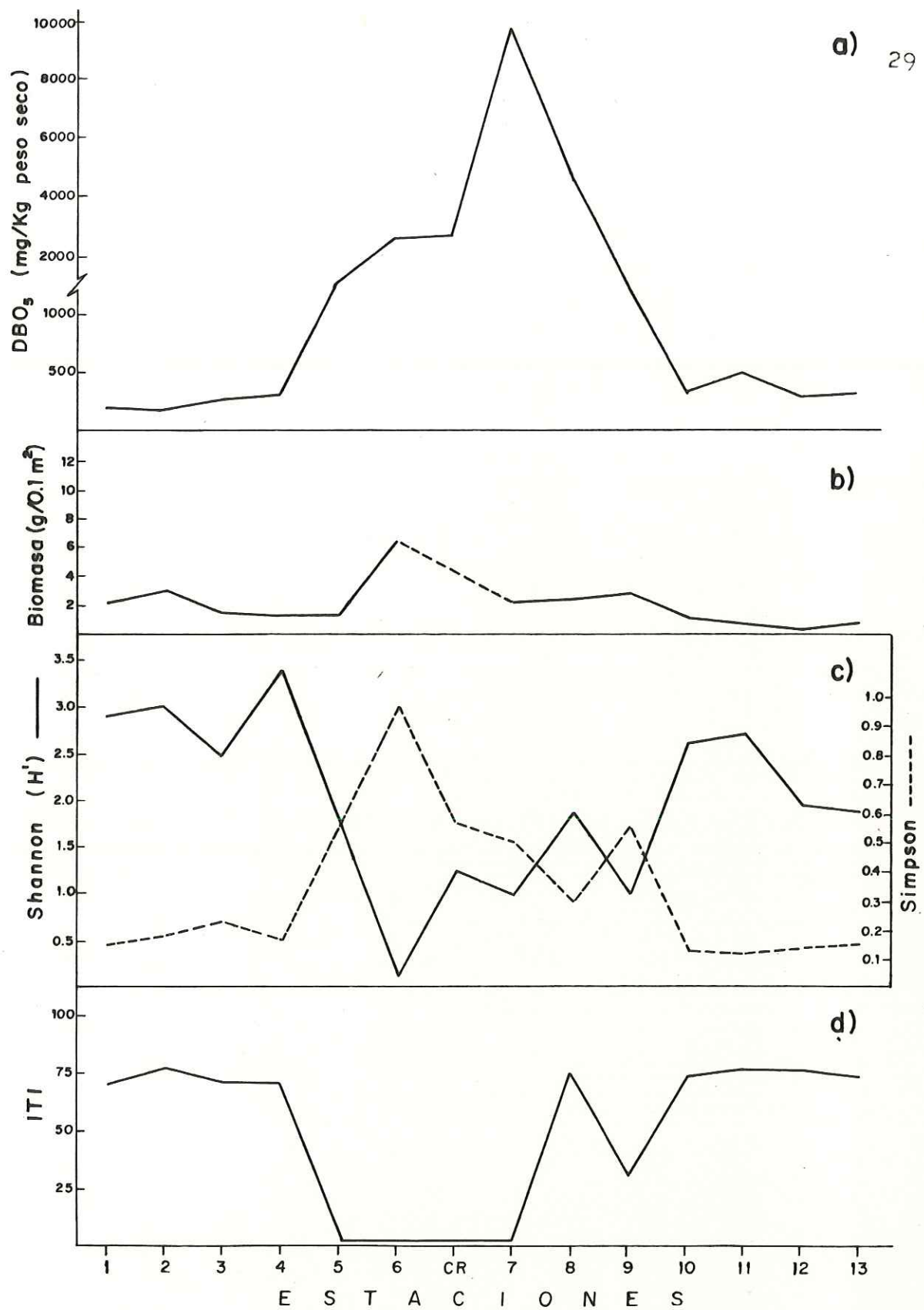
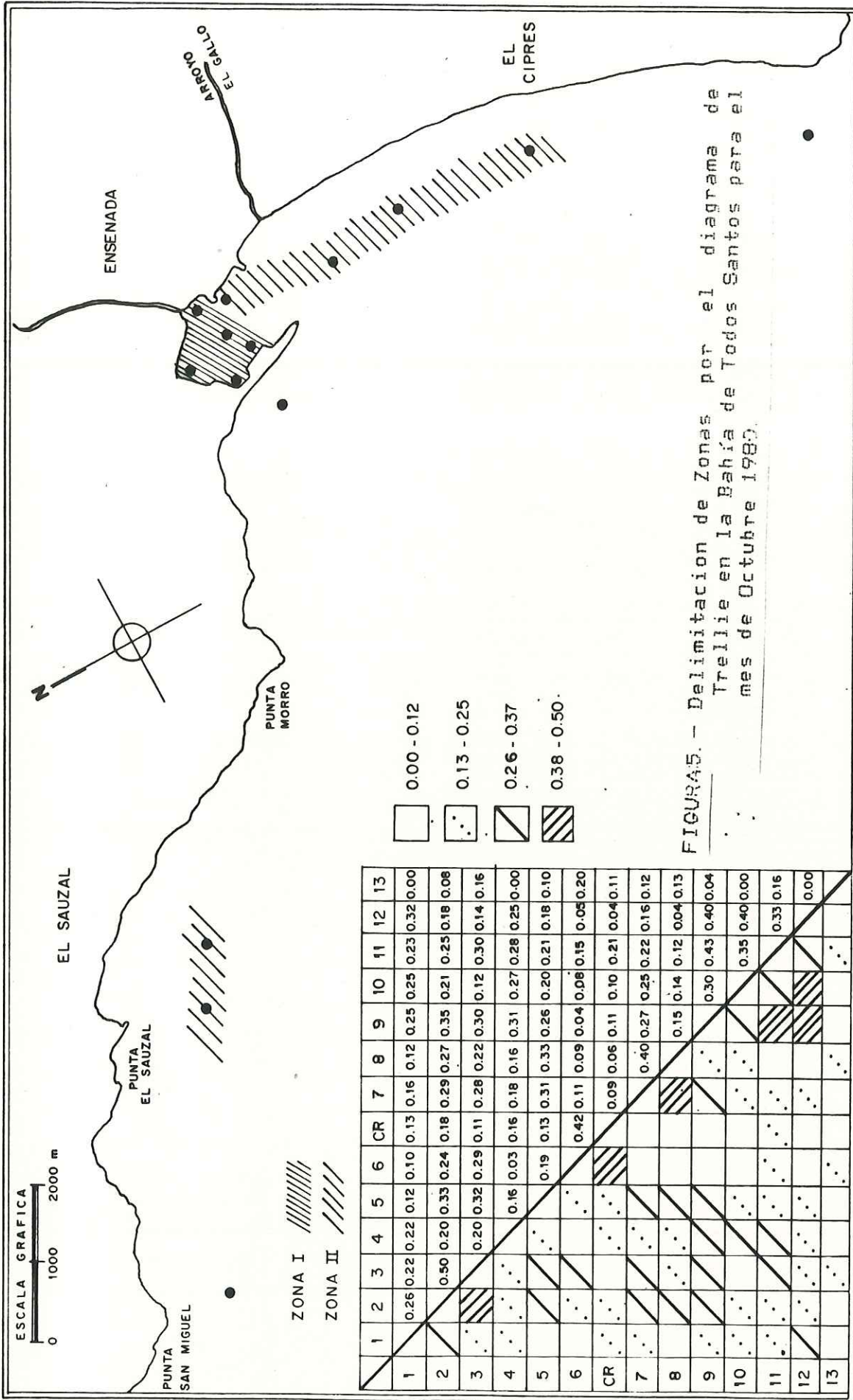


FIGURA 4.- Relación del Índice Tráfico de la infauna con los parámetros: Biomasa, Diversidad (Shannon-Wiener H'), Dominancia (Simpson), y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) en el área de estudio para el período de Septiembre de 1981.



	1	2	3	4	5	6	CR	7	8	9	10	11	12	13
1		0.26	0.22	0.22	0.12	0.10	0.13	0.16	0.12	0.25	0.25	0.23	0.32	0.00
2			0.50	0.20	0.33	0.24	0.18	0.29	0.27	0.35	0.21	0.25	0.18	0.08
3				0.20	0.32	0.29	0.11	0.28	0.22	0.30	0.12	0.30	0.14	0.16
4					0.16	0.03	0.16	0.18	0.16	0.31	0.27	0.28	0.25	0.00
5						0.19	0.13	0.31	0.33	0.26	0.20	0.21	0.18	0.10
6							0.42	0.11	0.09	0.04	0.08	0.15	0.05	0.20
CR									0.09	0.06	0.11	0.10	0.21	0.04
7										0.40	0.27	0.25	0.22	0.16
8											0.15	0.14	0.12	0.04
9												0.30	0.43	0.40
10													0.35	0.40
11														0.33
12														
13														

FIGURA 5. - Delimitacion de Zonas por el diagrama de Trellis en la Bahía de Todos Santos para el mes de Octubre 1985.

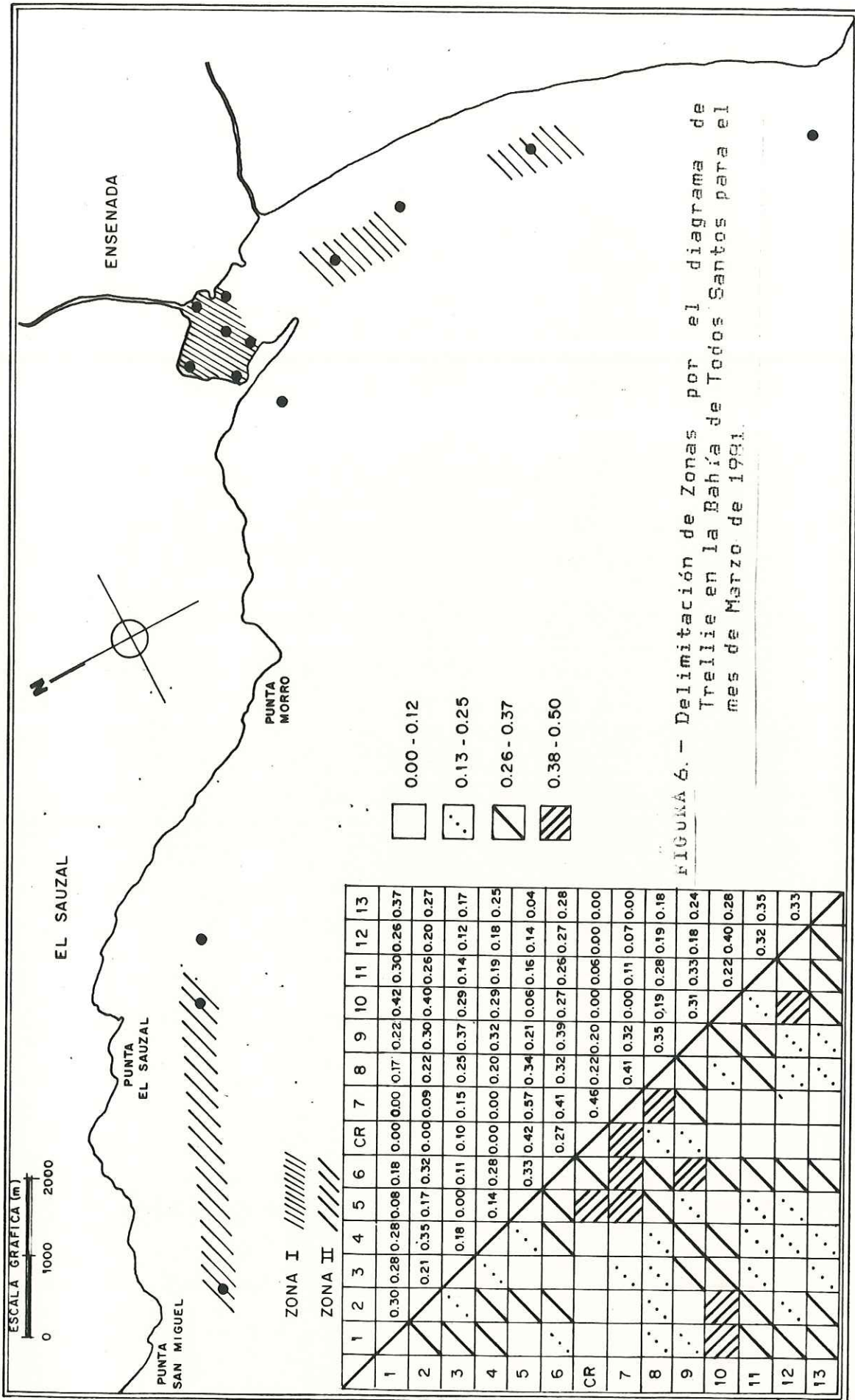


FIGURA 6. - Delimitación de Zonas por el diagrama de Trellie en la Bahía de Todos Santos para el mes de Marzo de 1991.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1		0.30	0.28	0.28	0.08	0.18	0.00	0.00	0.17	0.22	0.42	0.30	0.26	0.37
2			0.21	0.35	0.17	0.32	0.00	0.09	0.22	0.30	0.40	0.26	0.20	0.27
3				0.18	0.00	0.11	0.10	0.15	0.25	0.37	0.29	0.14	0.12	0.17
4					0.14	0.28	0.00	0.00	0.20	0.32	0.29	0.19	0.18	0.25
5						0.33	0.42	0.57	0.34	0.21	0.06	0.16	0.14	0.04
6							0.27	0.41	0.32	0.39	0.27	0.26	0.27	0.28
CR								0.45	0.22	0.20	0.00	0.06	0.00	0.00
7									0.41	0.32	0.00	0.11	0.07	0.00
8										0.35	0.19	0.28	0.19	0.18
9											0.31	0.33	0.18	0.24
10												0.22	0.40	0.28
11													0.32	0.35
12														0.33
13														

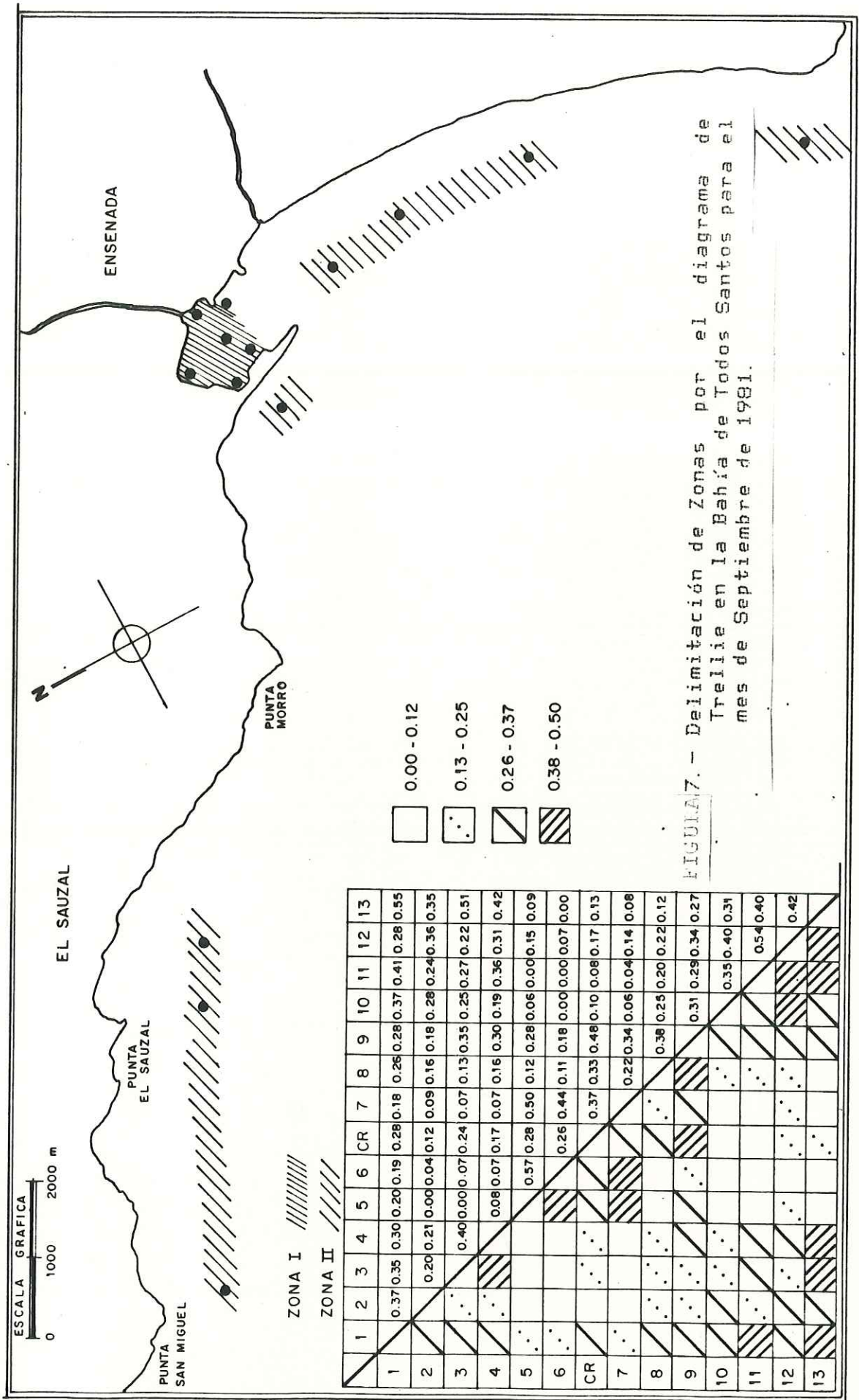


FIGURA 7. - Delimitación de Zonas por el diagrama de Trellis en la Bahía de Todos Santos para el mes de Septiembre de 1981.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1		0.37	0.35	0.30	0.20	0.19	0.28	0.18	0.26	0.28	0.37	0.41	0.28	0.55
2			0.20	0.21	0.00	0.04	0.12	0.09	0.16	0.18	0.28	0.24	0.36	0.35
3				0.40	0.00	0.07	0.24	0.07	0.13	0.35	0.25	0.27	0.22	0.31
4					0.08	0.07	0.17	0.07	0.16	0.30	0.19	0.36	0.31	0.42
5						0.57	0.28	0.50	0.12	0.28	0.06	0.00	0.15	0.09
6							0.26	0.44	0.11	0.16	0.00	0.00	0.07	0.00
CR								0.37	0.33	0.48	0.10	0.08	0.17	0.13
7									0.22	0.34	0.06	0.04	0.14	0.08
8										0.38	0.25	0.20	0.22	0.12
9											0.31	0.29	0.34	0.27
10												0.35	0.40	0.31
11													0.54	0.40
12														0.42
13														

DISCUSION

Se identificaron 236 especies en el área de estudio de las cuales se seleccionaron para fines del método 51 especies debido a los criterios de selección, de éste modo se simplifica la utilización del mismo, pues como se sabe los organismos que viven en el bentos tienen poca o escasa movilidad y a la vez pueden reflejar cambios sufridos en la comunidad.

En base a los resultados antes expuestos, el comportamiento de ambas zonas se puede discutir con mayor detalle, en función de los valores del IBI que en su mayoría presentaron rangos bajos en la Zona I predominando el grupo IV de organismos. Este grupo contiene especies denominadas "Indicadoras de contaminación marina" (Mora, 1979), la mayoría son pequeños gusanos Poliquetos. Estos organismos generalmente no se encuentran en gran abundancia en áreas donde deben de compartir con otros organismos, y en áreas control. En el mes de Octubre en dicha zona la estación CR, presentó un rango mayor de 50 y está representada por el grupo II de organismos, éstas especies están normalmente presentes en áreas control, pero en algunos casos, la abundancia de éstas especies puede incrementarse en orden de magnitud, cuando se

incrementa los niveles de BBO5 en un 30% arriba del nivel natural (Word, 1979), y a la vez se puede decir que los organismos se distribuyen uniformemente en el bentos, sino por parches, por lo que se puede observar que hubo mayor diversidad y menor dominancia de las especies en el mismo punto corroborando los datos del ITI. En lo que se refiere a Biomasa y BBO5 no coinciden con los datos reportados del ITI, Diversidad y Dominancia, pero sí a los característicos de una zona contaminada, ya que los organismos que se encuentran en ésta estación poseen tamaño pequeño, viven en un substrato de grano fino y alta concentración de materia orgánica, se ha encontrado una estrecha relación entre ambos, a mayor tamaño, mayor concentración de materia orgánica y viceversa (Trask, 1959), dependiendo si las características del lugar son propicias para el cumplimiento de éste patrón de distribución normal, reflejado lo anterior en los datos de BBO5, ITI, Diversidad y Dominancia. En lo que respecta a la Zona II podemos observar, en la estación 3 la disminución de rango del ITI a valores menores de 50 presentando organismos del grupo III, los cuales son organismos no muy comunes en áreas control. Las especies del grupo II y III se encuentran en abundancia cuando se incrementa los niveles de BBO5 y la proximidad a la descarga, sin embargo, hasta cierto punto, las especies del grupo II

comienzan a disminuir en abundancia, mientras que las especies del grupo III continúan incrementándose (Ward, 1979), de la misma manera, se tiene disminución en la Diversidad, mientras que la Dominancia se incrementó, debido principalmente a que se encontró las especies Capitella capitata y Prionospio pygmaeus con 52.43%, 39.54% respectivamente, por lo que en Biomasa se obtuvo el pico máximo y el DBO5 no tuvo valor muy significativo en ésta estación, asimismo se pudo observar que las especies de ésta zona tienen tamaño mayor que el de las otras, los valores de DBO5 no fueron muy significativos posiblemente por ser una zona de alta energía, y a que, el tipo de sedimento está clasificado dentro de los granos gruesos el cual no tienen la capacidad de retención de la materia orgánica.

En el mes de Marzo en la Zona I encontramos abundancia considerable de la especie Capitella capitata en un 80.5% y un 98.3%, que se conoce por ser un indicador de los cambios en el benthos, en lugares contaminados, incrementándose en abundancia en áreas donde las condiciones prevalecen; esto es detectado en los valores bajos de III y Diversidad, y altos de Dominancia y Biomasa. En la Zona II se observa que los valores del III y Diversidad son los más altos mientras que la Dominancia y Biomasa presenta los más bajos, por

lo que podemos decir que se tiene un comportamiento inverso a la Zona I, debido a que se encuentra localizada en la región costera donde los procesos dinámicos (oleaje, mareas y corrientes) ejercen una alta energía y ocasiona una inestabilidad ambiental.

En el mes de Septiembre se observa la tendencia a seguir el patrón del período anterior (Marzo) a excepción de la estación 8 Zona I de la rada portuaria en la que se observa una mayor Diversidad y baja Dominancia, ésta se encuentra en la salida del arroyo Ensenada, la cuál recibe aporte de agua dulce, por ser temporada de lluvia, a la vez el mismo es el cauce de la presa de la ciudad. En general los valores obtenidos de DBOS para ésta zona fueron los más altos reportados, los cuales son característicos de una zona afectada por la contaminación en éste caso por materia orgánica y a la vez los valores más bajos en la Zona II en la que también se encuentran, altos valores de ITI y Diversidad, mientras que la Biomasa no tuvo fluctuaciones significativas.

El Índice de similitud de grupos de especies encontrados durante los diferentes períodos son representados en Diagrama de Treillis (Fig. 5 a 7).

En general se confirma la formación de 2 Zonas bien diferenciadas. Se observa para el mes de Octubre que las estaciones con mayor afinidad en la Zona II (Norte de la Bahía) fueron 2 y 3 correspondientes a Pesquera Zapata y Pesquera Peninsular, ambas descargan desechos del procesamiento de sus productos, la primera se dedica solamente al procesamiento de marina de pescado y la segunda al enlatado de diferentes tipos de pescados y productos de la agricultura. en la Zona I que corresponde a la rada portuaria se puede observar la afinidad de dos pares de estaciones, la 6-CR y 7-8, las cuales coinciden con las encontradas en el estudio realizado por Lizárraga Partida (1973), las que son clasificadas como lugares contaminados de la rada portuaria. En la Zona Sur se puede observar un grupo de cuatro estaciones con mayor afinidad 9-10-11, cabe aclarar que cuando se muestreo ésta Zona comenzaba la construcción del espigón del Arroyo El Gallo y no se encontraba el espigón para la marina que actualmente se construye, la afinidad de éstas estaciones sugiere la existencia de características semejantes en cuanto al tipo de sedimento el cuál está considerado como grano fino y al oleaje que soporta ésta zona (Cruz Falcón 1986).

En general para el mes de marzo se pudo observar que la afinidad es más definida. En la Zona I se

relaciona el grupo completo de estaciones, en la que está incluida la estación 9, en concordancia con el rango de valores del III. Al comparar la lista de especies presentes en cada una de las estaciones se pudo comprobar que las especies con mayor abundancia fueron las mismas: Capitella capitata, Armandia bioculata y Pygogonidos. Se pudo observar la afinidad de las estaciones del litoral de la Bahía Zona II de Punta San Miguel a Boca del Estero, en las que se encuentra mayor diversidad de especies, las especies prionospio pigmaeus y Nemertinos las encontramos en mayor abundancia, siendo características de Zonas limpias.

En el mes de Septiembre la afinidad del grupo de estaciones de la Zona I fue semejante al mes anterior en el que se encontró las especies Capitella capitata y Schistomeringos longicornis, como los más abundantes, a la vez se pudo apreciar la afinidad de la estación 9 con CR en la que se tienen las mismas especies con mayor abundancia del grupo anterior, las cuales son consideradas como especies características de zonas contaminadas. En la Zona II se puede ver claramente la afinidad de las estaciones tanto de la parte Norte como de la parte Sur de la Bahía

En general se puede concretar que las Zonas

determinadas por los diversos parámetros, H' , Diversidad de Shannon (H'), Dominancia de Simpson (λ), Biomasa y Demanda Bioquímica del sedimento, son consistentes, es decir presentan dos zonas bien definidas en las que se encontraron especies con hábitos alimenticios semejantes. detectando una zona con especies indicadoras de contaminación Capitella capitata y Armanzia bioculata, y otra con gran diversidad de especies, característica de zonas no afectadas por la contaminación orgánica.

Al parecer éstas zonas también se encuentran diferenciadas por la hidrodinámica del sistema: Zona de calma (hacia del Puerto) y zona de gran energía (región costera).

CONCLUSIONES

Se determinan dos Zonas bien delimitadas:

Zona I, estable en el espacio y tiempo con especies indicadoras de contaminación, zona de la rada portuaria.

Zona II región costera donde los procesos dinámicos ejercen alta energía, con abundancia en diversidad de especies.

Se presentan una relación directa entre Índice Trófico de la Infauna y Diversidad, a la vez una relación inversa entre Dominancia, Biomasa y DBO5.

BIBLIOGRAFÍA

- Brower J.B. y J.H. Zar 1977. Field and laboratory methods for General Ecology. W.H. C. Brown Company Publishers. 194 pp.
- Cuee Barragan, Perez Niguera, 1982. Patron de circulación costera a partir de algunas características naturales de sedimento en la Bahía de Todos Santos. Informe anual U.A.B.C., I.I.C., S.B.P. pp. 167-179.
- Cruz Falcon, 1986. Estudio hidrográfico de la Bahía de Todos Santos. Una aplicación a un emisor de aguas residuales.
- Donath, H. F.E. 1980. El índice Trófico de la Infauna y su relación con la contaminación orgánica marina de la Bahía de Todos Santos, B.C. Tesis de licenciatura, Facultad de Biología. Universidad Veracruzana.
- Dugan, P.R. 1972. Biochemical Ecology of Water Pollution Plenum Press. New York. p.7-8.
- Estudio geográfico de la región de Ensenada, B.C., 1974 Dirección General de Oceanografía y Seguramiento Marítimo Secretaría de Marina. 463 p.
- Foyn, B. 1971. Municipal wastes and: Impingement of man on the oceans. Donald W. Hood (ed) John Wiley & son, inc., New York, N.Y. pp. 445-460.
- Gaghan P. 1981. Estudio biológico y químico sobre la contaminación marina en la Bahía de Todos Santos, B.C. en: Discusión interna sobre labores de investigación y docencia. Centro de investigaciones maritimas. Secretaría de Marina de Ensenada. Espinoza 843, Ensenada, B.C. México,

p. p. 78-86.

- Cabrera, B. F.W., y R.S. Zavala, 1970. Some ecological effects of discharged waste in marine life. Calif. Fish and Game, 56 (6): pp. 145-155.
- Gomez-Morin Fuentes, L. 1981. Análisis hipsométrico de la rada del puerto de Ensenada, B.C. Tesis licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas. Apdo. Postal 433 Ensenada, B.C. México.
- Lizarraga Arciniega, R. 1976. Estudio de los movimientos cíclicos de la playa en la Bahía de Todos Santos, B.C., Revista Ciencias Marinas. Vol.3 No.1 pp. 30-50.
- Lizarraga Partida M.L. 1973. Contribución al estudio de los vermes anélidos poliquetos como indicadores de contaminación orgánica, Tesis licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C. apdo. post. 433, Ensenada, B.C., México. 50 p.
- Nishikawa, R. 1978. Informe sobre la contaminación marina en la Bahía de Todos Santos y dársena del puerto de Ensenada, Baja California. sin publicar. 15p.
- Pamplona Salazar Myra H. 1974. Estructura de la comunidad de invertebrados en una playa arenosa de la Bahía de Todos Santos B.C. Tesis B.S.C.M. Ensenada, México.
- Pearce, J.B. 1970. The effects of solid waste disposal on benthic communities in the New York Bight. Proc. FAO Techn. Conf. on Marine Poll., Rome, Italy.
- Segovia Zavala, J.A. 1982. Estudio de contaminación por orgánica en la Zona industrial de El Sauzal B.C. Tesis de licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C. apdo. post. 433, Ensenada B.C., México 50 p.

- Segovia Zavala, J.A., M.S. Galindo Bect, y Rivera Duarte 1982. Fuentes de contaminación por materia orgánica y su aporte a la Bahía de Todos Santos, B.C. En: Estudio de Contaminación Costera en el Estado de Baja California. Inst. de Invest. Oceanológicas U.A.B.C. apdo. post. 453 Ensenada, B.C. México.
- Segovia Zavala, J.A. y M.S. Galindo Bect. 1984. Fuentes de contaminación por materia orgánica a la Bahía de Todos Santos B.C.: I. Caracterización y eficiencia de la planta de tratamiento de aguas negras de la ciudad de Ensenada Baja California. Ciencias Marinas 10 (1) pp.
- Trask, P.D. 1939. Organic content of recent marine sediments In: Recent Marine Sediments. Parker D. Trask (ed). Dover Publications, Inc. New York. 736 pp.
- Walton, W.R. 1955. Ecology of living benthic foraminifera, Todos Santos Bay, Baja California. Journal of Paleontology 29 (6): 952-1018.
- Word, Jack Q. 1979. The Infaunal Trophic Index. In Annual Report 1978, Coastal Water Research Project. El Segundo, Calif. pp. 19-41.
- Word, Jack Q. and A.J. Mearns. 1979. 60-meter control survey. In Annual Report 1978, Coastal Water Research Project. El Segundo, Calif. pp. 41-54.