

**Centro de Investigación Científica y de
Educación Superior de Ensenada**



**Caracterización de la Poliquetofauna en un Area Adyacente
a una Zona de Cultivo de Atún Aleta Azul en
Bahía Saltpuedes, B. C.**

**TESIS
MAESTRIA EN CIENCIAS**

SANTIAGO VALENZUELA SOLANO

ENSENADA BAJA CFA, MEXICO ABRIL DE 2006

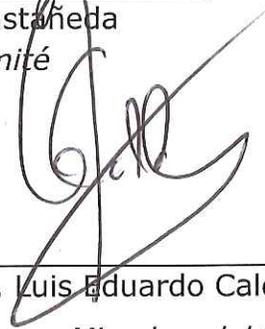
TESIS DEFENDIDA POR
Santiago Valenzuela Solano
Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITÉ



Dra. Victoria Díaz Castañeda
Director del Comité



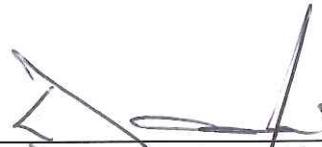
Dra. Elena Solana Arellano
Miembro del Comité



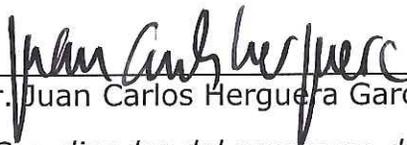
Dr. Luis Eduardo Calderón Aguilera
Miembro del Comité



Dr. Luis Gustavo Alvarez Sánchez
Miembro del Comité



Dr. Luis Walter Daesslé Heuser
Miembro del Comité



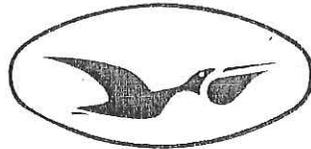
Dr. Juan Carlos Herguera García
*Coordinador del programa de
posgrado en Ecología Marina*



Dr. Raúl Ramón Castro Escamilla
Director de Estudios de Posgrado

Ensenada, B.C., 6 de Abril de 2006

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DE ENSENADA, B. C.**



CICESE
LIR

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS

EN ECOLOGÍA MARINA

**CARACTERIZACIÓN DE LA POLIQUETOFAUNA EN UN ÁREA
ADYACENTE A UNA ZONA DE CULTIVO DE ATÚN ALETA AZUL EN
BAHIA SALSIPUEDES, B. C.**

TESIS

**Que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para cubrir el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS**

Presenta:

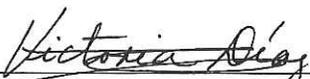
SANTIAGO VALENZUELA SOLANO

Ensenada, Baja California, México, Abril de 2006.

RESUMEN de la tesis que presenta **Santiago Valenzuela Solano**, como requisito parcial para la obtención del grado de **MAESTRO EN CIENCIAS** en **ECOLOGIA MARINA**. Ensenada, Baja California, México. Abril de 2006.

CARACTERIZACION DE LA POLIQUETOFAUNA EN UN AREA ADYACENTE A UN CULTIVO DE ATUN ALETA AZUL EN BAHIA SALSIPUEDES, B. C.

Resumen Aprobado por:


Dra. Victoria Díaz Castañeda
Director de tesis

RESUMEN

El presente trabajo describe la composición y estructura de las comunidades de poliquetos en una zona adyacente a un rancho de cultivo de atún aleta azul en Bahía Salsipuedes, Baja California. Se colectaron 9,240 organismos pertenecientes a siete Phyla. Los poliquetos representaron el 61 % de la macrofauna béntica. Fueron colectados un total de 5,714 poliquetos en 18 estaciones. Las muestras fueron se tomaron con una draga Van Veen de 0.1 m² en 2003 y 2004, a profundidades entre 20 y 92 m. Se efectuaron análisis granulométricos y en los sedimentos se midió el Eh (mV), se cuantificaron el carbono y nitrógeno orgánicos. Se identificaron 34 familias de poliquetos. El estudio de la composición estructura y distribución de las comunidades de poliquetos de Bahía Salsipuedes mostró que las familias mejor representadas en 2003 fueron Paraonidae, Cirratulidae, Spionidae, Capitellidae y Syllidae y en 2004 fueron Cirratulidae, Spionidae, Paraonidae, Capitellidae y Syllidae. Las especies más abundantes fueron *Apelochaeta multifinis*, *Mediomastus ambiseta*, *Prionosprio steenstrupi*, *Paraonella* sp, *Monticellina* sp, *Aricidea (Allia) ramosa*, *Spiophanes bombyx* y *Levinsenia gracilis*. Las abundancias fueron mayores en 2003. La categoría trófica dominante fue la de los depositóvoros seguida por los carnívoros y los suspensívoros. La diversidad (Índice de Shannon-Weaver) a nivel familia varió entre 1.79 y 2.29 en 2003 y entre 1.94 y 2.63 en 2004. Las familias con mayor distribución fueron Spionidae, Cirratulidae, Paraonidae, Capitellidae y Syllidae en 2003 y 2004. Las curvas ABC mostraron que en 2003 el 64 % y en 2004 el 85 % de las estaciones presentaron condiciones no perturbadas. El método de Rigor-Predictibilidad indicó que el 61% de la bahía correspondió a un ambiente poco perturbado. Los coeficientes de similitud separaron a las estaciones someras y profundas, así como las de la parte norte y sur. El método de ordenamiento mediante el MDS separó las estaciones dependiendo de su distancia de los encierros en: cercanas, intermedias y alejadas. El análisis de componentes principales (ACP) entre las variables abióticas y bióticas sugiere que el oxígeno disuelto, el nitrógeno orgánico, los lodos, potencial de óxido-reducción y el

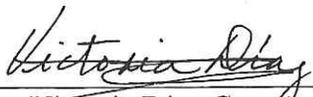
carbono orgánico pueden ejercer un efecto sobre la abundancia y biomasa de los poliquetos. En el presente estudio en Bahía Salsipuedes, no se detectaron hasta ahora efectos negativos importantes relacionados con las descargas orgánicas de los encierros de atún. Esto puede deberse a la baja densidad de encierros, a que es una bahía abierta y a que no se pudieron tomar muestras a menos de 250 m de los encierros de atún.

Palabras clave: Poliquetos, comunidad béntica, encierros de atún, diversidad, análisis multivariados, Baja California, Océano Pacífico.

ABSTRACT of the thesis of **Santiago Valenzuela Solano**, presented, as partial requirement to obtain the **MASTER IN SCIENCE** degree **IN MARINE ECOLOGY**. Ensenada, Baja California, Mexico. April 2006.

COMPOSITION AND STRUCTURE OF POLYCHAETE COMMUNITIES ADJACENT TO A BLUE FIN TUNA FARM IN BAHIA SALSIPUEDES, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

Abstract approved for:



Dr. Victoria Diaz Castañeda

ABSTRACT

The present work describes the structure and composition of the polychaetes communities near a blue fin tuna farm in Bahia Salsipuedes, Baja California. Representatives of seven Phyla were collected: Polychaete, Mollusca, Crustacea, Echinodermata, Cnidaria, Sipuncula and Bryozoa. Polychaetes accounted for 61% of the benthic macrofauna. 5,714 polychaetes were collected in 18 stations. Sediments were collected with a Van Veen grab (0.1 m²) in 2003 and 2004, between 20 to 92 meters depth. Granulometric analysis, Eh measurements, organic carbon and nitrogen quantifications were made. 34 polychaetes families were identified. The structure and distribution of polychaete communities were analyzed. The best represented families were Paraonidae, Cirratulidae, Spiuonidae, Capitellidae and Syllidae. The most abundant species were *Apelochaeta multifinis*, *Mediomastus ambiseta*, *Prionosprio steentrupi*, *Paraonella* sp., *Monticellina* sp., *Aricidea (Allia) ramosa*, *Spiophanes bombyx* and *Levinsonia gracilis*. In 2004 the abundance decreased. The dominant trophic group of polychaetes was deposit-feeders followed by carnivores and suspension-feeders. The diversity values (Shannon index) at family level ranged between 1.79 to 2.30 in 2003 and between 1.94 to 2.63 in 2004. The families with more distribution in Bahia Salsipuedes were Spionidae, Cirratulidae, Paraonidae, Capitellidae and Syllidae. ABC curves showed that in 2003 and 2004, 65% and 85% of the stations respectively presented undisturbed conditions. The stress-predictability method (Alcolado, 1982) characterized 61% of the bay as slightly disturbed. Similarity coefficients separate the deep and shallow stations, as well as those of the north and south part of the bay. Non-metric multidimensional scaling analysis (MDS) separated the stations depending of the distance to the tuna pens: near, intermediate and far. Principal component analysis (PCA) indicated that the polychaete abundance and biomass depend on organic nitrogen, % silt, dissolved oxygen, redox potential and organic carbon. In the present study

study no important negative effects were detected in relation to the organic loading of the tuna cages to the benthic environment.

Key words: Polychaetes, benthic community, tuna pens, diversity, multivariate analysis, Baja California, Pacific Ocean.

A la memoria de mi padre, Guadalupe Valenzuela Valenzuela

A mi madre Maria Elena Solano Cruz, por todos sus sacrificios, desvelos, apoyos y amor brindados.

A mis hermanos, Rosa María, Adela, Teresa, Rafael, Antonio y José por todo el tiempo que hemos compartido y por todo el apoyo que me han brindado.

A mi esposa Rosario quien me ha acompañado en los momentos más difíciles, gracias negra.

A mis hijos Paulo y Dalila mis más grandes tesoros, quienes son la razón de mi existencia.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que de alguna manera apoyaron y contribuyeron para el desarrollo del presente trabajo.

A la Dra, Victoria Díaz Castañeda por su disposición, tiempo y esfuerzo para dirigir el presente trabajo.

A la Dra. Elena Solana Arellano por sus comentarios y disposición, pero sobre todo por su amistad y comprensión.

Al Dr. Luis E. Calderón Aguilera por sus valiosos comentarios para enriquecer el presente trabajo.

Al Dr. Luis G. Alvarez Sánchez por sus valiosos comentarios y tiempo dedicado a la revisión del manuscrito.

Al Dr. L. Walter Daessle Heuser por la revisión y comentarios al manuscrito y por su valioso apoyo para la determinación de carbono, nitrógeno y análisis granulométrico en el Laboratorio de Geoquímica Aplicada y Sedimentos del IIO de la UABC.

Al Dr. J. Angel de León González de la Universidad Autónoma de Nuevo León por su valioso apoyo para la identificación a nivel de especie de las cuatro familias dominantes de poliquetos.

A José María Domínguez por su valioso apoyo en la elaboración de gráficos y figuras.

Al Oceanólogo Rafael Rodríguez Mendoza por su apoyo en el trabajo de campo y en el procesamiento de datos.

Al Oceanólogo Arturo Iván Ocampo Torres por su apoyo en el procesamiento de datos.

A mis compañeros del CICESE: Francisco, Vanesa, Israel, Jonathan, Antonio que de alguna u otra manera me apoyaron y dieron ánimos durante mi estancia en este centro.

Al CICESE por el apoyo interno proporcionado durante la etapa final del desarrollo de la tesis.

A la Universidad Autónoma de Guerrero por permitirme realizar los estudios de maestría.

Al Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) por su apoyo financiero para la realización del presente posgrado.

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	9
III. OBJETIVOS	13
III.1. Objetivo general	13
III.2. Objetivos particulares	13
IV. AREA DE ESTUDIO	14
V. MATERIAL Y METODOS	18
V.1. Colecta	18
V.2. Determinación de parámetros abióticos	19
V.3. Procesamiento de muestras bénticas	21
V.4. Tratamiento de datos	22
VI. RESULTADOS	29
VI.1. Condiciones ambientales	29
VI.2. Caracterización de la macrofauna béntica	41
VI.3. Composición y abundancia de poliquetos	44
VI.3.1. Categorías tróficas	50
VI.3.2. Abundancia de individuos	54
VI.3.3. Abundancia de familias	57
VI.3.4. Diversidad	62
VI.4. Análisis de Olmstead y Tukey	65

CONTENIDO (Continúa)	Página
VI.5. Comparación de curvas de abundancia/biomasa (ABC)	73
VI.6. Grado de rigor ambiental	78
VI.7. Análisis de asociación	84
VI.7. Escalamiento Multidimensional no Métrico	93
VI.8. Análisis de Componentes Principales	95
VII. DISCUSION	98
VIII. CONCLUSIONES	124
IX. LITERATURA CITADA	127

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Encierros de engorda de atún aleta azul en Bahía salsipuedes	5
2	Area de estudio y estaciones de muestreo de Bahía salsipuedes.	16
3	Temperatura (°C) del agua: a) marzo 2003, b) octubre 2004.	36
4	Oxígeno disuelto (ml/L) del agua en octubre de 2004.	37
5	Concentración de carbono orgánico (%) en el sedimento colectado en octubre de 2004.	38
6	Concentración de nitrógeno (%) en el sedimento colectado en octubre de 2004.	38
7	Potencial de óxido-reducción (mV) en el sedimento: a) marzo 2003, b) octubre 2004.	39
8	Abundancia (%) de lodos (< 63 μ m) en el sedimento: a) marzo 2003, b) octubre 2004.	40
9	Abundancia (%) de grupos de macrofauna colectados en Bahía Salsipuedes en marzo de 2003.	41
10	Abundancia de grupos de macrofauna por estación colectados en marzo de 2003 en Bahía Salsipuedes.	42
11	Abundancia (%) de grupos de macrofauna colectados en Bahía Salsipuedes en octubre de 2004.	43
12	Abundancia de grupos de macrofauna por estación colectados en octubre de 2004 en Bahía Salsipuedes.	44
13	Abundancia (%) de familias de poliquetos colectados en 2003. Total de individuos: 3,764.	45
14	Abundancia (%) de familias de poliquetos colectados en 2004. Total de individuos: 1,950.	48

LISTA DE FIGURAS (Continúa)

Figura		Página
15	Composición de categorías tróficas de 2003 en Bahía Salsipuedes. Depos: depositóros, Car: carnívoro, Susp: suspensívoro.	52
16	Composición de categorías tróficas de 2004 en Bahía Salsipuedes. Depos: depositóros, Car: carnívoro, Susp: suspensívoro.	53
17	Distribución de abundancia de las familias de poliquetos colectados en Bahía Salsipuedes: a) 2003, b) 2004.	56
18	Distribución de abundancia de las cuatro familias dominantes en 2003.	58
19	Distribución de abundancia de las cuatro familias dominantes en 2004.	59
20	Diversidad obtenida para las familias de poliquetos de Bahía salsipuedes: a) 2003, b) 2004.	64
21	Gráfica de Olmstead y Tukey para las familias de poliquetos colectadas en 2003.	66
22	Gráfica de Olmstead y Tukey para las familias de poliquetos colectadas en 2004.	68
23	Gráfica de Olmstead y Tukey para las especies de poliquetos colectadas en 2003.	71
24	Gráfica de Olmstead y Tukey para las especies de poliquetos colectadas en 2004	72
25	Curvas ABC para las familias de poliquetos de Bahía salsipuedes en marzo de 2003. Biomasa (▼); abunancia (Δ).	74
26	Curvas ABC para las familias de poliquetos de Bahía salsipuedes en octubre de 2004. Biomasa (▼); abunancia (Δ).	76

LISTA DE FIGURAS (Continúa)

Figura		Página
27	Modelo de Rigor-Predictibilidad en Bahía Salsipuedes en 2003. Las estaciones están localizadas en diferentes ambientes. I Muy favorable y estable, II favorable y estable, III constante con un grado de tensión ambiental, IV moderadamente favorable, condiciones inestables y un cierto grado de tensión ambiental.	80
28	Distribución de los ambientes encontrados con la prueba de Rigor-Predictibilidad en 2003.	81
29	Modelo de Rigor-Predictibilidad en Bahía Salsipuedes en 2004. Las estaciones están localizadas en diferentes ambientes. I Muy favorable y estable, II favorable y estable, III constante con un grado de tensión ambiental, IV moderadamente favorable, condiciones inestables y un cierto grado de tensión ambiental.	82
30	Distribución de los ambientes encontrados con la prueba de Rigor-Predictibilidad en 2003	83
31	Dendrograma generado con el coeficiente de Sorensen para los datos de presencia ausencia en 2003.	85
32	Distribución resultante basada en el dendrograma de Sorensen en 2003.	86
33	Dendrograma generado con el coeficiente de Bray-Curtis para la abundancia de 2003 transformada a $\log(X+1)$	87
34	Distribución resultante basada en el coeficiente de Bray-Curtis en 2003.	88
35	Dendrograma resultante con el coeficiente de Jaccard para los datos de presencia-ausencia en 2004.	90
36	Distribución resultante basada en el dendrograma de Jaccard en 2004.	91
37	Dendrograma generado con el coeficiente de Bray-Curtis para la abundancia de 2004 transformada a $\log(X+1)$.	92

LISTA DE FIGURAS (Continúa)

Figura		Página
38	Distribución resultante basada en el dendrograma de Bray-Curtis en 2004.	93
39	Ordenación MDS de 2003 basada en abundancias transformadas a $\log(X+1)$ y similitud Bray-Curtis.	94
40	Ordenación MDS de 2004 basada en abundancias transformadas a $\log(X+1)$ y similitud Bray-Curtis.	95
41	Gráfica de correlación de las variables en el factor 1 vs. El factor 3.	97

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
I	Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo en Bahía Salsipuedes.	17
II	Parámetros ambientales de la columna de agua en Bahía salsipuedes en marzo de 2003.	30
III	Parámetros de la columna de agua en Nahía Salsipuedes en octubre de 2004.	31
IV	Parámetros del sedimento y el agua intersticial en Bahía Salsipuedes en marzo de 2003.	33
V	Parámetros del sedimento y el agua intersticial en Bahía salsipuedes en octubre de 2004.	33
VI	Familias de poliquetos colectados en Bahía Salsipuedes en 2003 y 2004.	46
VII	Abundancia y porcentaje acumulativo de las familias de poliquetos en 2003 en Bahía Salsipuedes.	47
VIII	Abundancia y porcentaje acumulativo de las familias de poliquetos en 2004 en Bahía Salsipuedes.	49
IX	Abundancia de poliquetos en Bahía Salsipuedes en 2003.	55
X	Abundancia de poliquetos y características ambientales en Bahía Salsipuedes en octubre de 2004.	55
XI	Familias de poliquetos con alta abundancia en 2003.	57
XII	Familias de poliquetos con alta abundancia en 2004.	59
XIII	Especies de poliquetos de las familias dominantes colectadas en Bahía Salsipuedes.	61
XIV	Valores de diversidad (H'), equitabilidad (J') y número de familias de poliquetos de Bahía Salsipuedes.	63

LISTA DE TABLAS (Continúa)

Tabla		Página
XV	Abreviaciones de especies de poliquetos utilizadas en las figuras 23 y 24.	70
XVI	Factores de peso para la extracción de componentes principales y proporción de la varianza explicada por cada factor.	97

CARACTERIZACION DE LA POLIQUETOFAUNA EN UN AREA ADYACENTE A UN CULTIVO DE ATUN ALETA AZUL EN BAHIA SALSIPUEDES B. C.

I. INTRODUCCIÓN

Los océanos cubren más del 70% del planeta, moldean nuestro clima y albergan una parte importante de la biodiversidad mundial. La zona costera comprende un amplio conjunto de ecosistemas marinos como bahías, estuarios, marismas, pantanos, manglares, arrecifes, entre otros. Es una zona de intensas interacciones ecológicas y sociales donde las presiones directas incluyen tensiones físicas, químicas y biológicas, entre las que destacan la contaminación, la invasión biológica, la sobre explotación de los recursos y la alteración de diversos hábitat.

La zona costera constituye uno de los principales recursos naturales donde suceden importantes interacciones entre ecosistemas. Siendo un área de transición entre el continente y el océano, es afectada por actividades económicas como urbanización, pesca, turismo y desarrollo industrial (Salazar-Vallejo 1991). Los diferentes tipos de impacto por actividades antropogénicas han llevado al empobrecimiento y debilitamiento de los ambientes marinos y los organismos que en ellos habitan, afectando la biodiversidad (Yañez-Arancibia, 1986)

Una de las actividades económicas que se han desarrollado en la zona costera lo constituyen los cultivos de peces marinos, que surgen como una opción para la producción de proteína animal para el consumo humano, siendo una industria en pleno crecimiento en varios países del mundo (Lalli y Parsons, 1997). La principal actividad de esta industria es la engorda de peces capturados en el medio natural, en los llamados ranchos marinos. Los primeros cultivos se enfocaron principalmente a los salmónidos y truchas, surgiendo posteriormente los cultivos de engorda de robalo, huachinango y atún (Fernández *et al.*, 2000; Tudela, 2002).

De estos maricultivos han destacado los ranchos de engorda de atún, los que se desarrollan a partir de la creciente demanda de atún aleta azul por el mercado japonés, así como por el embargo atunero en el Pacífico mexicano. Esta demanda y los precios que trae consigo proporcionan una oportunidad para la creación de una industria enfocada específicamente a generar atún para el mercado de la cocina oriental (Cheshire *et al.*, 1996; Lozano-Huguenin, 2005).

Los encierros de engorda de atún a nivel comercial inician en los años setenta en Japón y unos años más tarde en Canadá, donde utilizan atún aleta azul capturado por embarcaciones con redes de cerco, manteniéndolos en corrales cerca de la costa en engorda durante algunos meses. A finales de la década de los ochenta y durante la de los noventa, se establecen nuevas compañías y empiezan actividades en diferentes partes de mundo como

España, Croacia, Marruecos, Malta, Portugal, México, Panamá y Australia (Lozano-Huguenin, 2005).

Ensenada, Baja California era considerado el principal puerto de pesca de atún en México hasta antes del embargo atunero impuesto por los Estados Unidos en la década de los noventas. Tras el inicio del embargo atunero, las ventas de atún, que en su mayoría eran producto de exportación disminuyeron generando un colapso de la industria atunera (Vaca y Compean 2000 en Lozano-Huguenin 2005). Los dueños de las compañías atuneras en México han tenido que realizar cambios para poder colocar su producto en el mercado, como darle un valor agregado al producto. De ahí que haya iniciado el interés por los ranchos de engorda de atún aleta azul.

En 1997 inicia operaciones en Isla de Cedro el primer cultivo de atún en México, de la compañía Atunera Nair S. A. De C. V., compañía que era en ese momento la primera a nivel nacional en captura de atún. Logran una producción de 64 toneladas de atún vivo en sus tres años de operación, cerrando operaciones en 1999 debido a condiciones climatológicas. En 2002 reinicia sus actividades como Rancho Marino Guadalupe (Lozano-Huguenin, 2005).

En 1998 inicia operaciones otra compañía de engorda de atún cerca de la Bahía de Todos Santos, la empresa Maricultura del Norte S. A. De C. V. Empresa que a inicios de 2002

cuenta con una producción de 485 toneladas métricas desde sus principios de operación (Lozano-Huguenin, 2005).

En Bahía Salsipuedes inicia operaciones en 2003 un rancho de engorda de atún aleta azul (*Thunnus thynnus*) operado por la empresa Procesadora Océano S. A. De C. V (Fig. 1). En ese año obtienen una producción de 150 toneladas en tres encierros, con un suministro de 12 toneladas de alimento diario y un total de 1,438 toneladas durante la temporada de engorda. En 2004 la producción de atún fue de 300 tons en seis encierros, suministrando 30 tons de alimento diario y una cantidad total de 3, 600 tons en la temporada (Lorax Consultores, 2004).

Al tratarse de una industria de alto costo y alta remuneración, los impactos socio-económicos del estado de Baja California tienden a ser positivos. Un rancho de engorda de atún genera entre 50 a 70 empleos directos. Además, este tipo de industria hace uso de empresas que le surten de alimento para los atunes, empresas para la subcontratación de barcos de captura, servicios administrativos, legales y contables, uso de almacenes de congelación, industria procesadora, fabricantes de redes, etc (Lozano-Huguenin, 2005).

En lo referente al turismo, no causa un impacto negativo ya que el impacto visual que genera no es significativo. No compite con otro tipo de actividad pesquera si no por el contrario, genera empleos a través del uso de personal o equipo para ésta. Aún cuando es una actividad de tipo extractiva, mientras se logre una buena regulación del

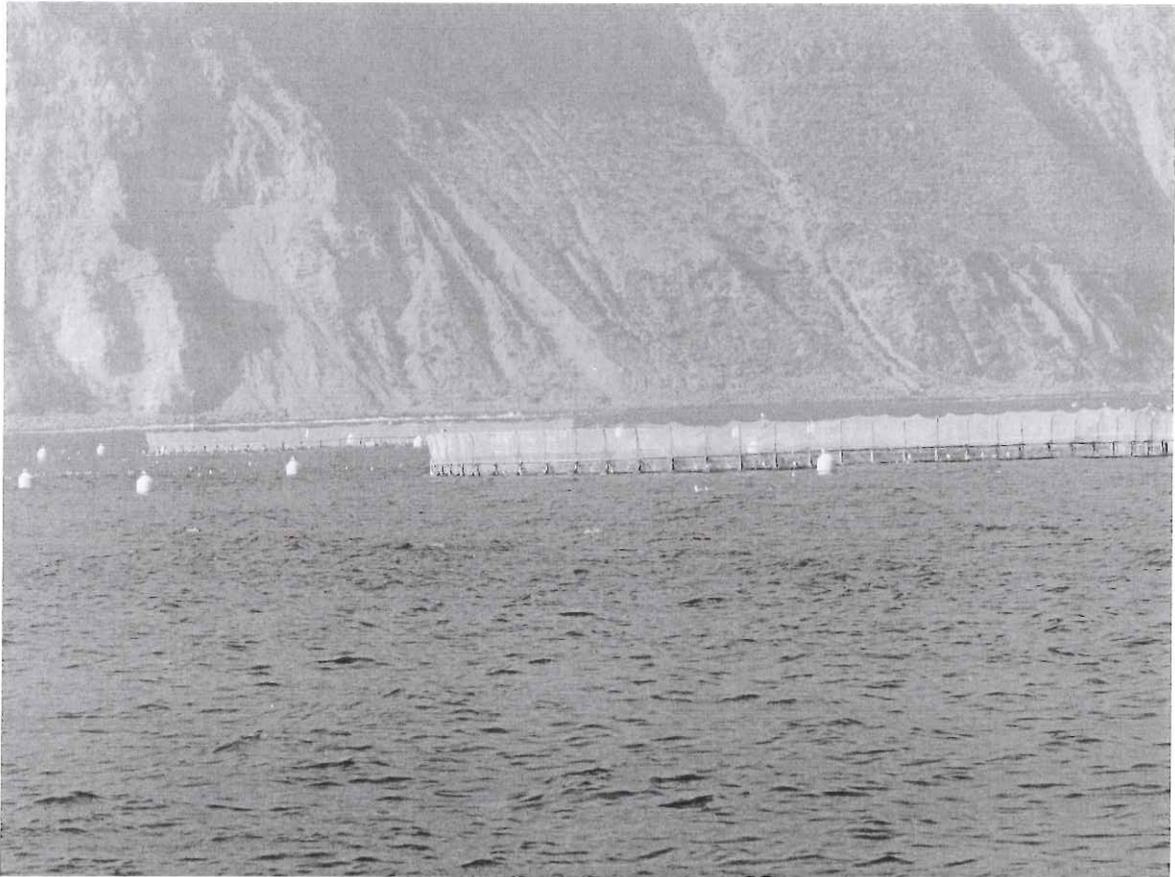


Figura 1. Encierros de engorda de atún aleta azul en Bahía Salsipuedes.

aprovechamiento de la población de atún este tipo de actividad puede ser considerada de alto tiempo de vida (Lozano-Huguenin, 2005).

En Baja California, por el corto tiempo de operación de este tipo de empresas en la región, no se han llevado a cabo estudios sobre el impacto de esta actividad sobre el medio ambiente.

Debido a los altos volúmenes de desechos orgánicos que producen los ranchos de atún, es probable que exista un impacto negativo dentro de la zona del área de engorda de los atunes. La cantidad de alimento que se pierde o se va al fondo puede llegar a causar problemas de contaminación orgánica (Wu, 1995).

La acumulación de estos desechos en los sedimentos causa un enriquecimiento orgánico en el fondo marino que se caracteriza por valores bajos del potencial de óxido-reducción, alto contenido de material orgánico, acumulación de compuestos de carbono, nitrógeno y fósforo, y modificación de la textura del sedimento (Karakassis *et al.*, 1998; Pawar *et al.*, 2001). Los mayores cambios de estas descargas se advierten en la proximidad de los encierros y se observan menos cambios drásticos a medida que nos alejamos de ellos (Brooks *et al.*, 2003).

Los efectos del enriquecimiento orgánico de los ranchos de atún se observan en los cambios en la abundancia y diversidad de la macrofauna béntica (Ritz *et al.*, 1989;

Karakassis *et al.*, 2000; Kraufvelin, 2001). Esta fauna está constituida principalmente por poliquetos, crustáceos, equinodermos y moluscos (Gray, 1981; Lenihan y Michel, 2001).

Aunque los cuatro grupos de invertebrados señalados son los más abundantes, los poliquetos son el componente macrofaunístico más importante en la mayoría de las comunidades bénticas, llegando a representar entre el 36 y 70% del total de especies y hasta el 80% del número total de individuos (Fauchald, 1977; Fauchald y Jumar, 1979; Salazar-Vallejo *et al.*, 1989; Calderón-Aguilera, 1992). Los poliquetos se encuentran desde la zona intermareal hasta las profundidades abisales. (Blake y Living, 1994).

Los modos de alimentación de los poliquetos está estrechamente ligado a los diferentes hábitats y modos de vida. Los poliquetos de vida libre tienden a ser depredadores, omnívoros o carroñeros, incluyen a la mayoría de los residentes de superficie. Los cavadores tienden a ser depositóvoros superficiales y subsuperficiales, alimentándose directamente de arenas y lodo. Los residentes de tubos tienden a ser filtradores removiendo las partículas de la columna de agua y depositóvoros, aunque hay excepciones (Fauchald y Jumars, 1979).

Por sus hábitos de vida y sus modos de alimentación, la importancia de los poliquetos en los fondos marinos se manifiesta en los procesos de bioturbación, que modifican los fondos blandos, la concentración de los gases disueltos, la mezcla intersticial y la consistencia del sedimento (Gray 1981; Davey 1993; Lenihan y Micheli 2001).

También juegan un papel importante en la ecología de las comunidades marinas debido a que son eslabones importantes en las redes tróficas marinas y son los primeros invertebrados en colonizar o recolonizar sitios perturbados de manera natural o por actividades antropogénicas (Simboura *et al.*, 2000). Su flexibilidad trófica y ciclos de vida son considerados una preadaptación a condiciones de hábitat perturbados (Pearson y Rosenberg, 1978).

Como resultado de su abundancia, su variabilidad morfológica, su tolerancia y resistencia a diferentes contaminantes, así como por el hecho de ser predominantemente bénticos, con una elevada fecundidad y una amplia supervivencia cuando el ambiente es inestable, muchas de las especies de poliquetos han sido utilizadas como indicadoras de alteraciones del medio ambiente. Asimismo los cambios en su estructura comunitaria y diversidad pueden reflejar los efectos de la entrada de contaminantes o de disturbios ambientales (Warwick, 1993; Warwick y Clarke, 1993). Son reconocidas algunas especies de las familias Capitellidae, Spionidae y Cirratulidae como indicadoras de contaminación (Pocklington y Wells, 1989).

Los disturbios del ambiente alteran la heterogeneidad espacial y temporal de los ecosistemas marinos y afectan directamente al tipo y número de las especies dominantes por lo que, para entender mejor las relaciones faunísticas, también es necesario distinguir los cambios debido a factores antropogénicos y los causados por variaciones naturales (Warwick, 1993).

II. ANTECEDENTES

En México no existen estudios sobre los efectos potenciales que los ranchos de peces marinos ocasionan sobre el fondo marino y las comunidades bénticas. Tal es el caso de la región de Baja California y específicamente en la Bahía Salsipuedes, donde opera un rancho de atún aleta azul (*Thunnus thynnus*) desde el 2003. Uno de los efectos importantes son las posibles alteraciones geoquímicas inducidas por la acumulación de materia orgánica en los sedimentos.

Se han realizados algunos estudios en otros países (costas del Mediterráneo, Australia y Japón) por Ritz *et al.*, (1989); Cheshire *et al.*, (1996); Karakassis (1998); Pawar *et al.*, (2001); Estos estudios documentan las variaciones de la calidad del sedimento y su efecto sobre las comunidades bénticas en los ranchos de peces marinos.

Ritz *et al.*, (1989) realizan un estudio en Tasmania, donde prueban la respuesta de las comunidades macrobénticas bajo encierros de salmónidos a descargas de sólidos orgánicos mediante el método de comparación, usando curvas de abundancia/biomasa (ABC). Observaron que bajo un régimen normal de alimentación de los peces, la estructura de la comunidad macrofaunal indicó una condición moderadamente perturbada y sólo después de 7 semanas de la cosecha la riqueza de especies se incrementó y la comunidad adoptó una condición no perturbada.

Cheshire *et al.* (1996) en un estudio sobre los efectos ambientales en ranchos de atún aleta azul en Australia, muestran que las zonas más cercanas a los encierros se caracterizaron por niveles altos de carbón orgánico del orden de 2.5 a 3.8 %, altas abundancias de 325 a 518 org./0.1m² de poliquetos. A distancias mayores de 150 m observaron una disminución de los niveles de detritus orgánico y de la abundancia de poliquetos.

Karakassis *et al.* (1998) estudiaron el impacto de encierros de ranchos de peces marinos en tres granjas en áreas costeras del Mediterráneo. Encontraron valores bajos del potencial redox (-125 a -180 mV) y valores altos de carbono y nitrógeno orgánicos (1.8-3.5% y 0.25-0.68 % respectivamente) bajo y cerca de los encierros. La abundancia de la macrofauna también fue alta cerca de los encierros (850-1,200 org./m²). Observaron perturbación moderada cerca de los encierros basados en el método de curvas de abundancia/biomasa..

Pawar *et al.* (2001) presentan resultados de la variación espacial y temporal de la calidad del sedimento en ranchos de peces en el Mar de Seto, Japón. Encuentran diferencias en la calidad del sedimento en el área de los ranchos y en el área control. El sedimento bajo los encierros de los peces presentó valores de Eh entre -175 y -225 mV, incrementándose con el aumento de la distancia. Asimismo los niveles de carbono orgánico fueron altos (1.8-3.9 %) bajo los encierros y disminuyeron con la distancia.

En lo que se refiere a los poliquetos, éstos constituyen un grupo importante de la macrofauna béntica marina. En las costas y mares de México, se han registrado más de

1,450 especies, por lo que nuestro país representa una de las áreas de mayor diversidad y abundancia de especies de poliquetos (Salazar-Vallejo *et al.*, 1989).

En el Pacífico mexicano, en los estados aledaños al Golfo de California se cuenta con un promedio de 680 registros (Jiménez-Cueto y Salazar-Vallejo, 1990). En la zona costera del Pacífico mexicano, se han realizado estudios sobre poliquetos con un enfoque taxonómico (Hartman, 1944^a, b, c, 1947, 1950, 1956, 1957; Fauchald, 1970, 1972; Salazar-Vallejo, 1987, 1990, 1991; Calderón-Aguilera y Jorajuria-Corbo, 1986; Calderón-Aguilera, 1996; Salazar-Vallejo *et al.*, 1990; Bastida-Zavala, 1991, 1993; de León-González, 1991; 1994; de León-González y Góngora-Garza, 1992; Hernández-Alcántara, 1992; González-Ortiz, 1994), que han contribuido al conocimiento de la composición de los grupos de poliquetos en la región.

En el área del Pacífico se han realizado otros estudios en donde se reportan observaciones sobre la biología y ecología de los poliquetos, considerando las relaciones entre los factores bióticos y abióticos, dentro de los cuales están los de Padilla-Galicia (1984); Hernández-Alcántara (1992); Varela-Hernández (1993); Rodríguez-Valencia (1994) y Hernández-Guevara (1994).

Muñoz-Palacios (1993) y Pérez-Peña (1994) llevaron a cabo estudios sobre la composición y distribución de las comunidades del sistema béntico sublitoral en la costa norte del

Pacífico (México-Estados Unidos), en donde incluyen la comunidad de poliquetos de esta área.

En la porción norte del Pacífico mexicano existen ambientes marinos que han sido poco estudiados en investigaciones poliquetológicas, la mayor parte de los estudios se han realizado en la Bahía de Todos Santos, que es la zona más cercana a Bahía Salsipuedes en donde sólo existe un estudio previo (Rodríguez-Villanueva, 2005).

Encalada-Fleites y Muñoz-Nuñez (1990) realizaron estudios sobre comunidades bénticas analizando el impacto de aguas residuales industriales y domésticas de la zona del Sauzal al campo de El Ciprés. Ellos encuentran que los poliquetos son el grupo dominante en el área.

En un estudio en la Bahía de Todos Santos, Rodríguez-Villanueva *et al.*, (2000) hace una caracterización de la fauna poliquetológica donde describe la composición, estructura y distribución de las familias de esta comunidad. Díaz-Castañeda y Harris (2004) describen el patrón de diversidad de la fauna de poliquetos a nivel de especie en la Bahía de Todos Santos.

Rodríguez-Villanueva (2005) describe la estructura de la comunidad de poliquetos de la porción sur de la cuenca sur de California, en términos de abundancia y distribución. Este estudio incluye cinco estaciones de muestreo en Bahía Salsipuedes. De esta manera, el

presente estudio es una aportación al conocimiento de la composición, distribución y abundancia de este grupo de organismos en bahía Salsipuedes.

III. OBJETIVOS

III.1. Objetivo general

Caracterizar la comunidad de anélidos poliquetos y el fondo marino en un área adyacente a un cultivo de atún en Bahía Salsipuedes y evaluar el posible impacto por eutrofización.

III.2. Objetivos Particulares

- 1) Determinar la composición, abundancia, diversidad y biomasa de los poliquetos a nivel de familia.
- 2) Identificar a nivel de especie los poliquetos pertenecientes a 4 de las familias más abundantes.
- 3) Determinar parámetros fisicoquímicos de la columna de agua (Oxígeno disuelto, temperatura y salinidad).
- 4) Caracterizar el fondo marino mediante análisis granulométrico, potencial redox y concentración de carbono y nitrógeno orgánico.
- 5) Efectuar una correlación de los atributos biológicos de la comunidad de poliquetos y las propiedades hidrológicas y del sedimento.

IV. AREA DE ESTUDIO

La bahía Salsipuedes se ubica en la parte norte de la Bahía de Todos Santos a 15 km de Ensenada. Es una bahía abierta localizada entre la Punta Salsipuedes y la Punta San Miguel, entre $31^{\circ} 91'$ y $31^{\circ} 98'$ de latitud Norte y $116^{\circ} 75'$ y $116^{\circ} 85'$ de longitud Oeste (Fig. 2; Tabla I). Tiene un área de aproximadamente 25 km^2 , predominando profundidades entre 20 y 60 m y máximas de 100 m.

El clima es de tipo mediterráneo, seco durante el verano y con lluvias en invierno. La temperatura media anual es de 16°C , tiene una oscilación promedio anual de 9.6°C . Los veranos son frescos con temperaturas que van de 10 a 30°C con nieblas frecuentes sobre el mar y a lo largo de la costa. Durante el otoño se presentan condiciones “Santana” que consisten en vientos del este cálidos y secos. El régimen de lluvias es invernal presentando un máximo de precipitación de 35 mm durante los meses de diciembre, enero y febrero y un promedio anual de 150 mm. El viento predominante es del noroeste, con un régimen de brisas bien marcado (Álvarez-Santamaría, 1994).

No existen datos de hidrografía y corrientes marinas confiables en esta zona. Pero del patrón de circulación general de las aguas superficiales de la Bahía de Todos Santos, se puede considerar que las corrientes en la Bahía Salsipuedes consisten en el ingreso de agua por la zona norte, la cual sigue un contorno costero. Se presenta un giro ciclónico en la parte norte de la Bahía de Todos Santos, debido al ingreso de agua del sur de la bahía de

Ensenada (Álvarez-Sánchez *et al.*, 1988; Argote-Espinoza *et al.*, 1991). Álvarez-Sánchez *et al.* (1988) reportan para la zona norte de la Bahía de Todos Santos promedios de velocidades de corrientes de 10 a 30 cm s^{-1} con vientos casi estacionarios por 10 horas, de 5 a 6 m s^{-1} . Estos valores corresponden a la parte más cercana de Bahía Salsipuedes, por lo que es probable que sean similares.

Se presentan cambios bruscos en la temperatura del agua debido a las surgencias que aparecen en forma intensa de marzo a agosto, en este período la temperatura puede descender a valores más bajos de los que se presentan normalmente en invierno (Zizumbo-Alamilla 1999). La temperatura promedio superficial en Bahía Salsipuedes es posiblemente similar a la de Bahía Todos Santos, la cual presenta un mínimo de 11 °C en febrero y un máximo de 22.5 °C en agosto y septiembre. Valores semejantes de salinidad superficial al de Bahía Todos Santos se han de presentar con un máximo en verano de 33.7 ‰ y un mínimo de 33.3 ‰ en invierno (Mancilla y Martínez 1991).

Bahía Salsipuedes, a pesar de ser de menor extensión, ha tenido una contribución en el renglón pesquero por la captura de algunas especies de escama. También provee un área con las condiciones adecuadas para la protección y alimentación de algunas especies nécticas y bénticas (Silva-Iñiguez 1995). Por sus características hidrodinámicas y de profundidad, esta bahía ha sido seleccionada para instalar encierros de engorda de atún aleta azul, que funcionan desde el año 2003 (Lozano-Huguenin 2005).

Tabla I. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo en Bahía Salsipuedes.

Estación	Longitud	Latitud	Profundidad
			m
1	116° 77'	31° 92'	47
2	116° 78'	31° 93'	63
3	116° 77'	31° 93'	37
5	116° 78'	31° 94'	66
6	116° 77'	31° 95'	20
7	116° 79'	31° 95'	62
8	116° 79'	31° 96'	38
9	116° 79'	31° 97'	72
12	116° 80'	31° 95'	30
13	116° 81'	31° 96'	59
15	116° 82'	31° 96'	55
16	116° 81'	31° 96'	49
17	116° 82'	31° 96'	65
18	116° 85'	31° 97'	92
19	116° 85'	31° 97'	76
20	116° 83'	31° 97'	38
21	116° 84'	31° 97'	30
22	116° 80'	31° 97'	41

V. MATERIAL Y METODOS

V.1. Colecta

Los muestreos se llevaron a cabo en Bahía Salsipuedes en marzo de 2003 y octubre de 2004 a bordo del B/O Francisco de Ulloa del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), durante los cruceros oceanográficos denominados TUNA 0303 y TUNA 1004 respectivamente.

Se estableció una red de estaciones que cubriera el área cercana a los encierros de atún. La colecta de sedimentos se realizó con una draga tipo Van Veen (0.1 m²). El método de muestreo implicó dos réplicas por estación. En el crucero TUNA 0303 de 20 estaciones que se programaron sólo se obtuvieron muestras en 11 estaciones, mientras que en el crucero TUNA1004 se obtuvieron muestras en 14 estaciones. En las estaciones faltantes en ambos casos, la toma de muestras no fue posible debido a problemas por deriva de barco con las corrientes, profundidad y funcionamiento de la draga.

Parámetros abióticos

En cada una de las estaciones se evaluaron los siguientes parámetros físico-químicos:

- La profundidad (m) se determinó con una ecosonda Simrad EK 400
- La temperatura (°C), salinidad (‰) y el contenido de oxígeno disuelto se midieron con una sonda CTD

En las muestras de sedimento se midió el potencial de óxido-reducción (Eh, en mV) inmediatamente al subirlas a bordo, introduciendo un electrodo de platino a dos centímetros de profundidad de la superficie del sedimento. También se tomaron muestras del sedimento de la draga para efectuar el análisis granulométrico y determinar su contenido de carbono y nitrógeno orgánicos de acuerdo con la metodología propuesta por Hedges y Stern (1984). Estas muestras se congelaron a -4°C .

Parámetros bióticos

Las muestras de sedimento se tamizaron a bordo con una luz de malla de 0.5 mm de diámetro, que pueden retener hasta el 88% de los ejemplares y la totalidad de las especies macrobénticas (Reish, 1984; Kingston y Riddle 1989; Salazar-Vallejo, 1991). El material retenido fue fijado con formol al 5% neutralizado con borato de sodio y colocado en frascos de vidrio transparente previamente etiquetados.

V.2. Determinación de parámetros abióticos

Análisis granulométrico

El análisis granulométrico de las muestras de 2003, se hizo mediante tamizado de las muestras de 50 g previamente secadas. Los diferentes tamaños de grano fueron separados en lodos, arenas y gravas. Las muestras fueron homogeneizadas y pesadas, posteriormente se virtieron en la serie de tamices por orden de malla decreciente (4 a -2ϕ). Estos se colocaron en el vibrador mecánico por 10 minutos para separar arenas, limos y arcillas en

el sedimento. Posteriormente se pesó el remanente de cada tamiz para obtener el porcentaje de cada categoría granulométrica según la tabla de tamaño de grano para sedimentos propuesta por Rendón-Márquez (1995).

El análisis granulométrico de las muestras de sedimento del crucero de 2004 se efectuó mediante un Analizador de difracción láser de distribución de tamaño de grano marca Horiba LA 910.

Análisis de carbono orgánico y nitrógeno

Las muestras se liofilizaron y posteriormente una porción de cada muestra se trituró en un mortero y se depositó en viales previamente etiquetados. Estos se mantuvieron en una desecadora con silica-gel. Se pesaron 2 mg de cada muestra en marcallas de estaño las cuales se combustionaron en un analizador elemental LECO CHNS 932 para determinar las concentraciones de carbono total y nitrógeno. Las lecturas se reportaron como porcentajes tras calibración del equipo. Las muestras fueron posteriormente tratadas con HCl diluído al 25 % durante 24 horas para análisis de carbono orgánico (Hedges y Stern, 1984) Después de evaporar el HCl se pesaron 2 mg de cada muestra y se determinó la concentración de carbono orgánico mediante el analizador elemental arriba señalado. El control de calidad analítica fue llevado a cabo mediante estándares certificados de cistira y sedimento marino, así como duplicados aleatorios.

V.3. Procesamiento de muestras bénticas

En el Laboratorio de Bentos, cada una de las muestras fue lavada a través de un tamiz con luz de malla de 0.5 mm de diámetro. El material retenido fue separado con la ayuda del microscopio estereoscópico a nivel de grandes grupos zoológicos. Estos fueron depositados en frascos con alcohol isopropílico al 70% para su preservación.

La identificación de los poliquetos de los dos cruceros se hizo al nivel de familia, usando diversas claves taxonómicas y publicaciones de Hartman (1944, 1968, 1969), Fauchald (1977), Salazar-Vallejo *et al.* (1989), Blake *et al.* (1994, 1995, 1996, 2000). Las cuatro familias más abundantes: Spionidae, Paraonidae, Cirratulidae y Capitellidae fueron identificadas a nivel de especie.

Cálculo de biomasa

Se obtuvo el peso húmedo en g de los poliquetos por familia y por estación con una balanza analítica Denver Instrument M-220D, con una precisión de 0.1 mg.

V.4. Tratamiento de datos

Se analizó la abundancia, definida como el número de individuos de cada familia por estación, lo cual proporciona una manera de estimar la importancia relativa de las distintas familias componentes de una comunidad (Odum, 1979).

Los datos de abundancia se presentan como densidades (org/0.1m²), con el fin de hacer comparaciones. La abundancia se analizó transformando los datos a log (X+1), como sugieren algunos autores (Frontier 1985; Fisher y Sheaves 2003)

Diversidad y Equitabilidad

El siguiente parámetro analizado fue la diversidad de los organismos dentro de la comunidad. La cual es una imagen cuantitativa simplificada de la comunidad (Frontier, 1985). El índice de Shannon-Weaver (1963) es uno de los más usados para medir la diversidad de las comunidades y según Pielou (1978) el más útil y conveniente. El valor del índice de H' se incrementa con el número de especies de la comunidad y alcanza su máximo cuando el número de individuos es igual para todas las especies, dicho índice está dado por:

$$H = - \sum(P_i)(\log_2 P_i) \quad (1)$$

donde:

H = Índice de Shannon- Weaver

Pi = Proporción del número de individuos de la especie I con respecto al total (N_i/N_t)

N_i = Número de organismos de la especie i

N_t = Número total de organismos

La diversidad se interpreta frecuentemente como indicador del estado de las comunidades bióticas. Altas diversidades caracterizan generalmente comunidades no perturbadas.

El índice de equitabilidad J' más usado es el propuesto por Pielou (Pielou, 1977) que indica como se encuentran repartidos los organismos entre las diferentes especies. Corresponde a la relación entre la diversidad específica (H') observada y la máxima diversidad teórica posible ($H_{\text{máx}} = \log_2 S$) y se calcula de la manera siguiente:

$$J = H/H_{\text{máx}} \quad (2)$$

donde

$H_{\text{máx}} = \log_2 S$, lo que corresponde a una comunidad en que todas las especies tuvieran la misma abundancia y por lo tanto la diversidad máxima.

S = Número de especies ó familias

Análisis de Olmstead y Tukey

Para estimar la importancia relativa de las especies que integran una comunidad y conocer su distribución espacial se aplicó el análisis de asociación de Olmstead y Tukey (Sokal y Rohlf, 1995), el que indica la importancia relativa de cada una de las familias dentro de la comunidad. Este análisis consistió en graficar la frecuencia de aparición de las familias de cada uno de los muestreos realizados, expresadas porcentualmente contra la densidad de los organismos de cada familia. Una vez realizado esto, se obtuvo la media aritmética de los dos ejes, dando como resultado cuatro cuadrantes: I) especies frecuentes y abundantes (dominantes), II) especies abundantes y poco frecuentes (restringidas y localizadas), III) especies poco frecuentes y poco abundantes (raras u ocasionales) y IV) especies frecuentes y poco abundantes (comunes o frecuentes).

Curvas de abundancia-biomasa (ABC)

Con el fin de determinar los niveles de perturbación en la comunidad de poliquetos, se utilizó el método de Abundancia/Biomasa (ABC) usando el programa PRIMER v5 desarrollado por Plymouth Marine Laboratory, U.K.. El método ABC ha sido descrito originalmente por Warwick (1986), el que incluye el graficado de curvas de k-dominancia separadas para abundancia y biomasa de especies en la misma gráfica y hace una comparación de las formas de esta curva. Las especies son colocadas en orden de

importancia en términos de abundancia o biomasa en el eje x (escala logarítmica) con el porcentaje de dominancia en el eje y .

En comunidades no perturbadas la biomasa es dominada por una o unas cuantas especies, conduciendo a una curva elevada de biomasa. Así, la curva de k -dominancia para biomasa se ubica encima de la curva de abundancia en toda su longitud. Bajo condiciones moderadas de contaminación, las curvas de biomasa y abundancia coinciden cerca y pueden cruzarse una o más veces. En casos de disturbio importante, la curva de abundancia se ubica encima de la curva de biomasa en toda su longitud (Warwick, 1986; Clarke y Warwick, 2001).

Prueba de Rigor-Predictibilidad

Con los datos de diversidad y equitabilidad, se realizó la prueba de Rigor-Predictibilidad de acuerdo a la modificación de Alcolado (1992) al método propuesto por Preston y Preston (1975), para tratar de inferir las condiciones del ambiente en las que se distribuyen los organismos. La prueba consistió en graficare los valores de equitabilidad en el eje de las abcisas y los de diversidad en el eje de las ordenadas. La gráfica de dispersión de los puntos se dividió en cuatro cuadrantes cuyos límites y significado ecológico están definidos de manera similar a los descritos por Alcolado (1992):

I: Ambiente muy favorable y constante.

II: Ambiente favorable y casi constante.

III: Ambiente algo tensado, moderadamente favorable.

IV: Ambiente tensado y no pronosticable, casi constante.

Análisis de agrupamiento

Se utilizaron coeficientes de similitud cualitativos y cuantitativos, para medir el grado de asociación de las diferentes estaciones de muestreo.

El índice cualitativo de Sørensen (Brower y Zar, 1976) da un peso dos veces más elevado a la doble presencia, ya que se puede considerar la presencia de una especie como más informativa que su ausencia. La ausencia puede deberse a diversos factores y no refleja necesariamente diferencias en el medio; y son precisamente esas diferencias del medio ambiente las que tratamos de medir a través de las especies.

El factor 2 tiene como función hacer la relación $2c / a + b$ igual a 1 cuando todas las especies de las dos muestras son comunes, entonces obtenemos la similitud máxima ($C = 100\%$). Su ecuación es la siguiente:

$$C = 2c / a + b \times 100 \quad (3)$$

donde

a = Número de especies de la muestra "a"

b = Número de especies de la muestra "b"

c = Número de especies comunes en ambas muestras

El coeficiente de Jaccard (Goodall, 1973) nos da una proporción del número de unidades de muestreo donde ambas familias ocurren, está basado en la presencia-ausencia de las familias en las unidades de muestreo

$$IJ = j/b+c+d \quad (4)$$

Donde

J= Número de especies que se encuentran presentes en ambos sitios de muestreo

b= Número de especies de la muestra b

c= Número de especies de la muestra c

d= Número de especies de la muestra d

El rango de este coeficiente es de 0 (no asociación o no similitud) hasta 1.0 (máxima asociación o similitud).

Se utilizó también el coeficiente cuantitativo de Bray-Curtis como medida de similitud. La similitud entre especies *i* y *l* es:

$$S'_{il} = 100 \{1 - \sum |y_{ij} - y_{lj}| / \sum (y_{ij} + y_{lj})\} \quad (5)$$

$S' = 0$ si dos especies no son encontradas en el mismo sitio

$S' = 100$ si los valores de *y* para dos especies son los mismos en todos los sitios

Los métodos multivariados son efectivos para detectar cambios relacionados con eventos naturales y antropogénicos, se han utilizado para elucidar patrones de las comunidades bénticas en las diferentes estaciones muestreadas. Los análisis de ordenación y clasificación se han empleado para describir patrones espacio-temporales de la macrofauna béntica (Warwick y Clarke, 1993). Las relaciones entre las estaciones muestreadas están reflejadas en la posición en que se disponen en el espacio factorial; cuanto más cerca se encuentren entre sí dos estaciones, están más estrechamente relacionadas, ya sea por sus perfiles faunísticos o por las características fisicoquímicas (Crisci y López-Armengol, 1983).

Las técnicas de análisis factorial dan representaciones geométricas en un espacio factorial que sintetiza los resultados obtenidos (Volle, 1985). La técnica de análisis de componentes principales fue desarrollada por Hotelling (1933) y se basa en el cálculo de vectores o ejes principales. Esta técnica puede resumir en algunas dimensiones la mayor parte de la variabilidad de una matriz con gran número de descriptores y permite conocer la cantidad de varianza explicada por los ejes (Díaz-Castañeda 1989).

Para el tratamiento de datos se utilizó el paquete estadístico *Statistica V6* y el paquete *PRIMER v5* del Plymouth Marine Laboratory, U.K.

VI.RESULTADOS

Para fines de análisis y con base en los datos de parámetros ambientales, abundancia y diversidad, el área se dividió en dos zonas: zona sur que comprende las estaciones 1, 2, 3, 5, 6, 7 y 9 y la zona norte con las estaciones 8, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22 (Fig. 2).

VI.1. Condiciones ambientales

Los parámetros evaluados durante las dos campañas oceanográficas Tuna 03 y 04 se muestran en las Tablas II a V.

Profundidad

La profundidad más somera se registró en la estación 6 ubicada en la zona sur de la bahía (20 m) más cercana a la costa, mientras que la mayor profundidad se registró en la estación 18 (92 m) en la zona noroeste de la bahía. El 55 % de las estaciones (10) se ubicaron a profundidades entre 20 y 50 m, mientras el 45 % (8) se ubicaron entre 50 y 92 m (Tabla I; Fig. 2).

Temperatura

En 2003 la temperatura cerca del fondo presentó un mínimo de 11.2 °C, un máximo de 12.9 °C y un valor promedio de 11.7 °C. Nueve estaciones (1, 2, 3, 6, 9, 13, 15, 17 y 19) presentaron valores de temperatura que oscilaron entre 11.2-11.8 °C, situadas en la parte

sur y norte de la bahía. Las estaciones 12 y 16 situadas en la parte norte presentaron los valores más altos (12.7 y 12.8 °C) (Tabla II; Fig. 3).

En 2004 el mínimo de temperatura fue de 11 °C, el máximo de 13.3 °C y el promedio de 12 °C presentando un ligero incremento respecto al 2003 probablemente relacionado con las diferentes fechas de salida. A mayor profundidad la temperatura alcanza el valor mas bajo de 11,0 °C (Tabla III; Fig. 3).

Salinidad

En 2003 la salinidad presentó poca variación en la bahía siendo el mínimo de 33.5 ‰, el máximo de 33.8 ‰ y el promedio de 33.6 ‰ mientras que en 2004 los valores de salinidad se ubicaron entre 33.2 ‰ y 33.6 ‰, con un promedio de 33.3 ‰. Los valores de salinidad fueron ligeramente superiores en 2003 (Tabla II).

Tabla II. Parámetros ambientales de la columna de agua en Bahía Salsipuedes en marzo de 2003.

Estación	Temperatura Salinidad	
	°C	‰
1	11.47	33.7
2	11.48	33.67
3	11.49	33.66
6	11.49	33.65
9	11.24	33.75
12	12.87	33.45
13	11.52	33.66
15	11.58	33.64
16	12.71	33.45
17	11.75	33.57
19	11.80	33.58

Tabla III. Parámetros ambientales de la columna de agua en Bahía Salsipuedes en octubre de 2004.

Estación	Temperatura °C	Salinidad ‰	Oxígeno ml/L
2	11.57	33.33	3.89
3	12.74	33.21	4.55
5	11.59	33.31	3.92
6	13.26	33.18	4.86
7	11.68	33.29	4.06
8	12.10	33.25	4.27
12	12.39	33.23	4.32
16	11.98	33.25	4.24
17	11.56	33.35	3.77
18	11.03	33.56	2.99
19	11.13	33.51	3.24
20	12.08	33.26	4.18
21	13.09	33.15	4.84
22	11.86	33.28	4.04

Oxígeno disuelto

Sólo se cuenta con datos de oxígeno disuelto para el año 2004. El valor mínimo registrado fue de 3 ml/L en la parte norte más profunda de la bahía, el máximo fue de 4.9 ml/L en la parte norte. El comportamiento del oxígeno disuelto sigue un patrón relacionado con la profundidad (Tabla III; Fig. 4).

Carbono y nitrógeno orgánicos

Los datos de carbono y nitrógeno orgánicos sólo estuvieron disponibles para el 2004 ya que por razones ajenas al autor del presente trabajo, no se contó con las muestras del 2003. El

contenido de carbono orgánico en la bahía presentó un mínimo de 0.19 %, un máximo de 2.52 %. Cinco estaciones (18, 19, 20, 21 y 22) ubicadas en la parte norte de la bahía presentaron valores altos que oscilaron entre 0.60 a 2.52 % de carbono orgánico. Mientras cinco estaciones (2, 7, 19, 20, 21 y 22) ubicadas en la parte sur presentaron valores bajos entre 0.19-0.60 % (Tabla V; Fig. 5). Cabe destacar que el valor más alto de carbono orgánico (2.52 %) se presentó en la estación 18, donde el porcentaje o contenido de la fracción fina del sedimento es elevado, y se presentaron los valores más bajos de Eh (-300 mV) y de oxígeno disuelto (3 ml/L). Las estaciones 16, 20 y 22 que se encuentran cerca de los encierros presentaron valores bajos a medios que oscilaron entre 0.46 y 0.75 %.

Para el nitrógeno se encontró un mínimo de 0.02 % y un máximo de 0.11 %. Seis estaciones (16, 17, 18, 19, 20 y 21) ubicadas en la parte norte, presentaron valores altos que fluctuaron entre 0.06-0.11 % de nitrógeno. Las estaciones 2, 5 y 7 en la parte sur presentaron valores relativamente altos entre 0.07 y 0.09 %. Los valores más bajos se presentaron en estaciones ubicadas en la parte sur y norte más cercanas a la costa (3, 6, 8, 12 y 22) con valores entre 0.02 y 0.04 % (Tabla V; Fig. 6).

Tabla IV. Parámetros del sedimento y el agua intersticial en Bahía Salsipuedes en marzo de 2003.

Estación	Prof	Eh mV	Fracción < 63 μ m del sedimento
1	47	-115	17.4
2	63	-123	
3	37	-116	
6	20	-158	9.1
9	72	-197	35.5
12	30	-151	1.8
13	46	-206	30.3
15	55	-194	34.7
16	49	-210	8.1
17	65	-176	0.3
19	76	-188	14.6

Tabla V. Parámetros del sedimento y agua intersticial en Bahía Salsipuedes en octubre de 2004.

Estación	Eh mV	Fracción < 63 μ m del sedimento	C org. %	N %
2	-110	41.2	0.60	0.076
3	-112	11.7	0.28	0.027
5	-133	44.2	0.43	0.076
6	-210	5.7	0.19	0.029
7	-240	48.1	0.57	0.093
8	-222	28.3	0.32	0.042
12	-194	31.0	0.48	0.048
16	-227	42.5	0.46	0.068
17	-204	50.8	0.31	0.081
18	-302	57.8	2.52	0.111
19	-191	35.6	0.60	0.112
20	-206	59.4	0.75	0.089
21	-204	10.9	0.67	0.102
22	-217	28.7	0.60	0.043

Potencial de óxido-reducción

En marzo de 2003 el potencial de óxido-reducción (Eh) del sedimento presentó un mínimo de -210 mV, un máximo de -115 mV. Las estaciones 1, 2, y 3 situadas en la parte sur de la bahía presentaron valores entre -100 y -149 mV. Las estaciones 6, 9, 12, 15, 17 y 19 ubicadas en la parte sur y norte presentaron valores entre -150 y -199 mV. Los valores más bajos (-206 y -210 mV respectivamente) se presentaron en las estaciones 13 y 16 ubicadas en la parte norte, alejadas de la costa y al oeste de los encierros de atún (Tabla IV; Fig. 7).

Los valores de Eh en 2004 presentaron un mínimo de -302 mV, un máximo de -110 mV y un promedio de -198 mV, siendo mas negativos que el 2003. Los valores elevados de Eh entre -115 a -123 mV, se presentaron en las estaciones 2, 3 y 5 situadas en la parte sur de la bahía entre 37 y 66 m de profundidad. Las estaciones 8, 16, 17, 20, 21 y 22 ubicadas en la parte norte presentaron los valores más negativos de Eh entre -204 y -227 (Tabla V; Fig. 7). El valor más bajo de potencial redox se registró en la estación 18 (-302 mV), situada al noroeste.

Distribución del tamaño de partículas

Para fines descriptivos nos referiremos a la fracción fina del sedimento considerando a los limos y arcillas, material < 63 μm denominado como lodos.

En marzo de 2003 sólo se obtuvieron muestras de sedimento en nueve estaciones. La abundancia de lodos fue de 0.30 a 35.5%. Las estaciones 6, 12, 16 y 17 ubicadas en la parte sur y norte presentaron menor porcentaje de lodos (0.3-9.1%). Las estaciones 1 y 19

ubicadas en los extremos sur y norte de la zona de estudio tuvieron 17.4 y 14.6% de lodos respectivamente. Las estaciones que presentaron una mayor abundancia fueron 9, 13 y 15 situadas en la parte media, alejadas de la costa con valores que oscilaron entre 30.3 y 35.5% (Tabla IV; Fig. 8).

En octubre de 2004 los valores más bajos para lodos se encontraron en las estaciones 3, 6 y 21 situadas en la parte costera sur y norte de la bahía, con valores entre 5.7 y 11.7%. Las estaciones 8, 12, 19 y 22 ubicadas en la parte norte presentaron valores entre 28.3 y 31% de lodos. Valores relativamente altos de fracción fina (41.2-48.1%) se encontraron en las estaciones 2, 5, 7 y 16 en la parte sur y norte. Los valores más altos de contenido de limos y arcillas se presentaron en las estaciones 17, 18 y 20 (50.8-59.4%) situadas al noroeste de la bahía (Tabla V; Fig. 8). Las estaciones 12, 16, 20 y 22 situadas en la parte norte son las que se encuentran más cercanas a los encierros de atún y presentaron porcentajes de lodos de medios a altos (28.7 a 59.4%).

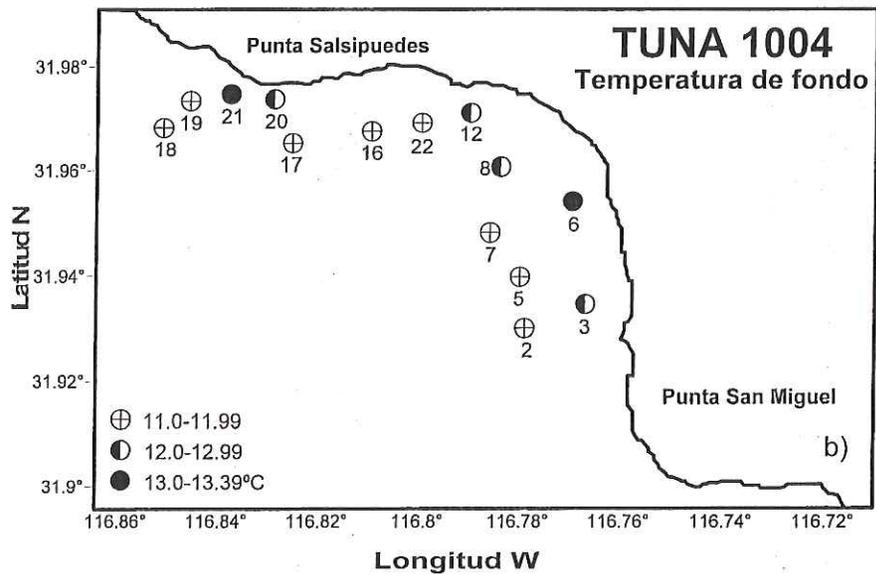
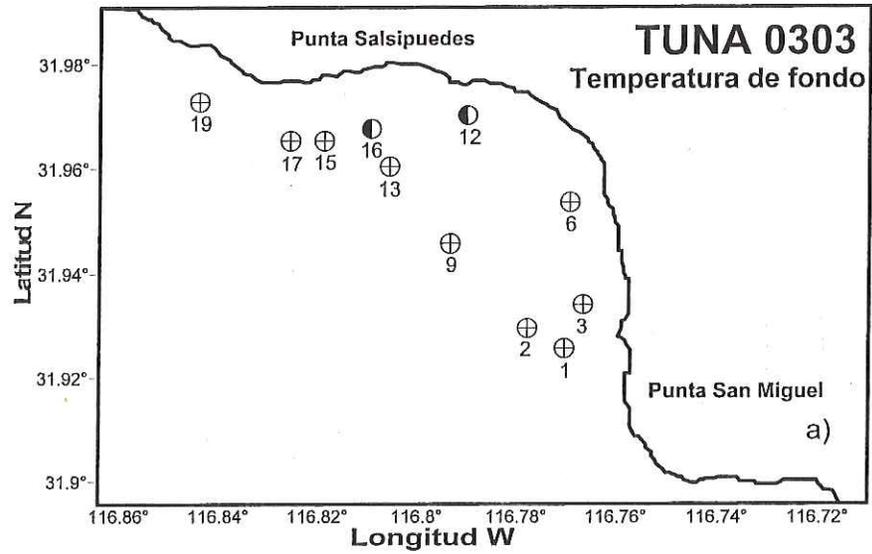


Figura. 3. Temperaturas (°C) del agua: a) marzo 2003, b) octubre 2004.

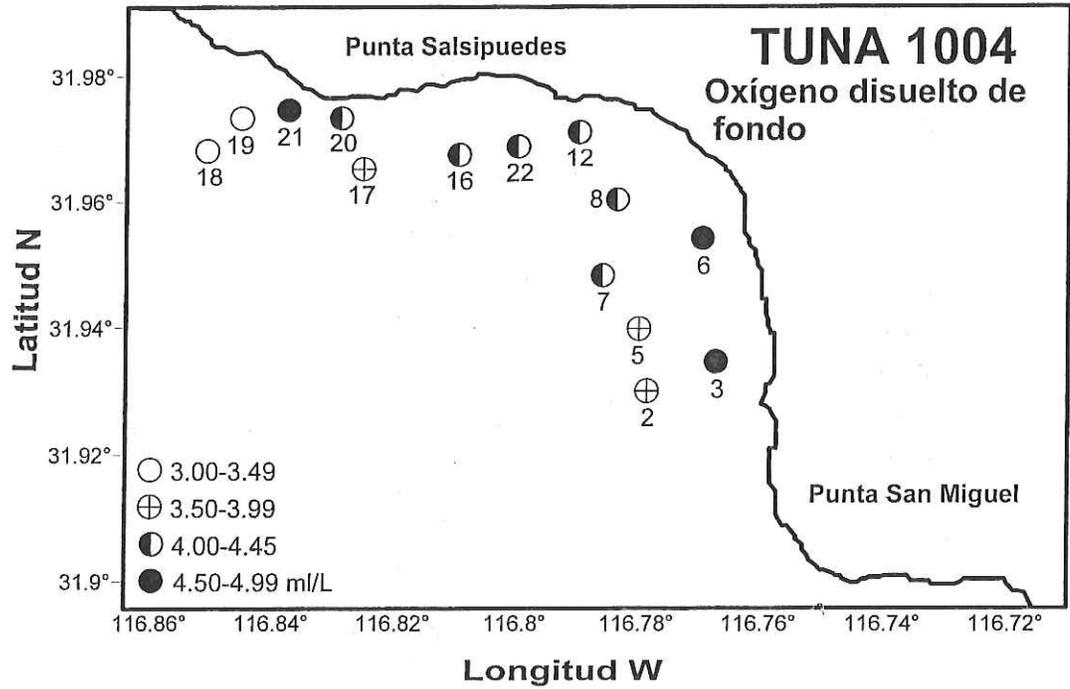


Figura. 4. Oxígeno disuelto (ml /L) del agua en octubre de 2004.

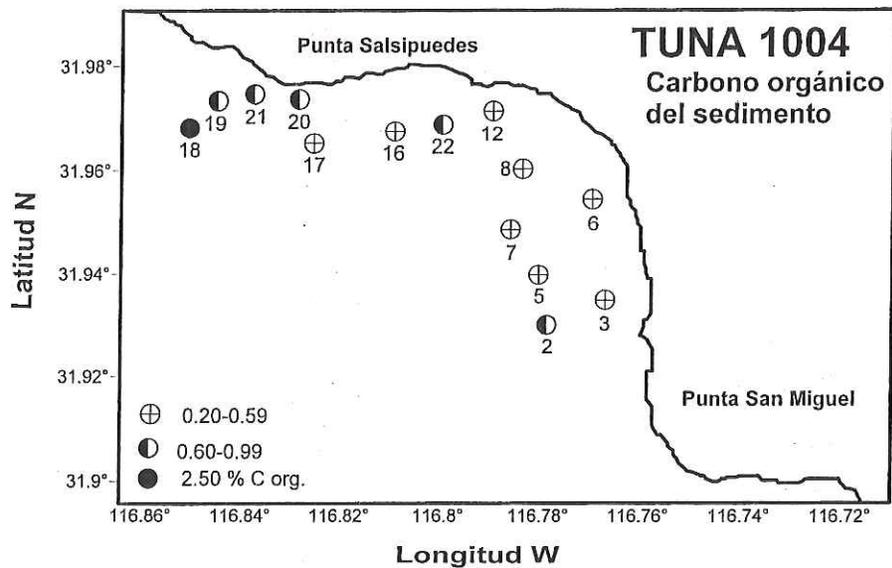


Figura 5. Concentración de carbono orgánico (%) en el sedimento colectado en octubre de 2004.

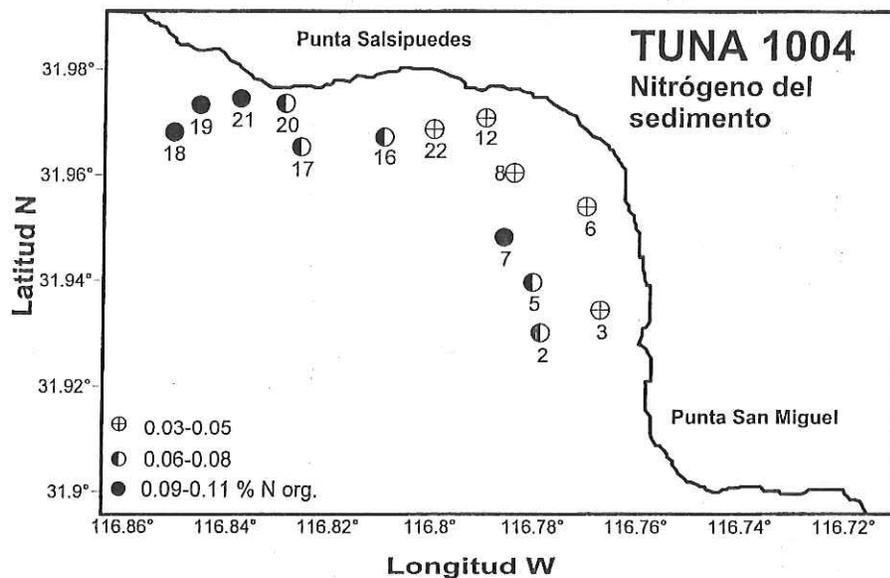


Figura 6. Concentración de nitrógeno (%) en el sedimento colectado en octubre de 2004.

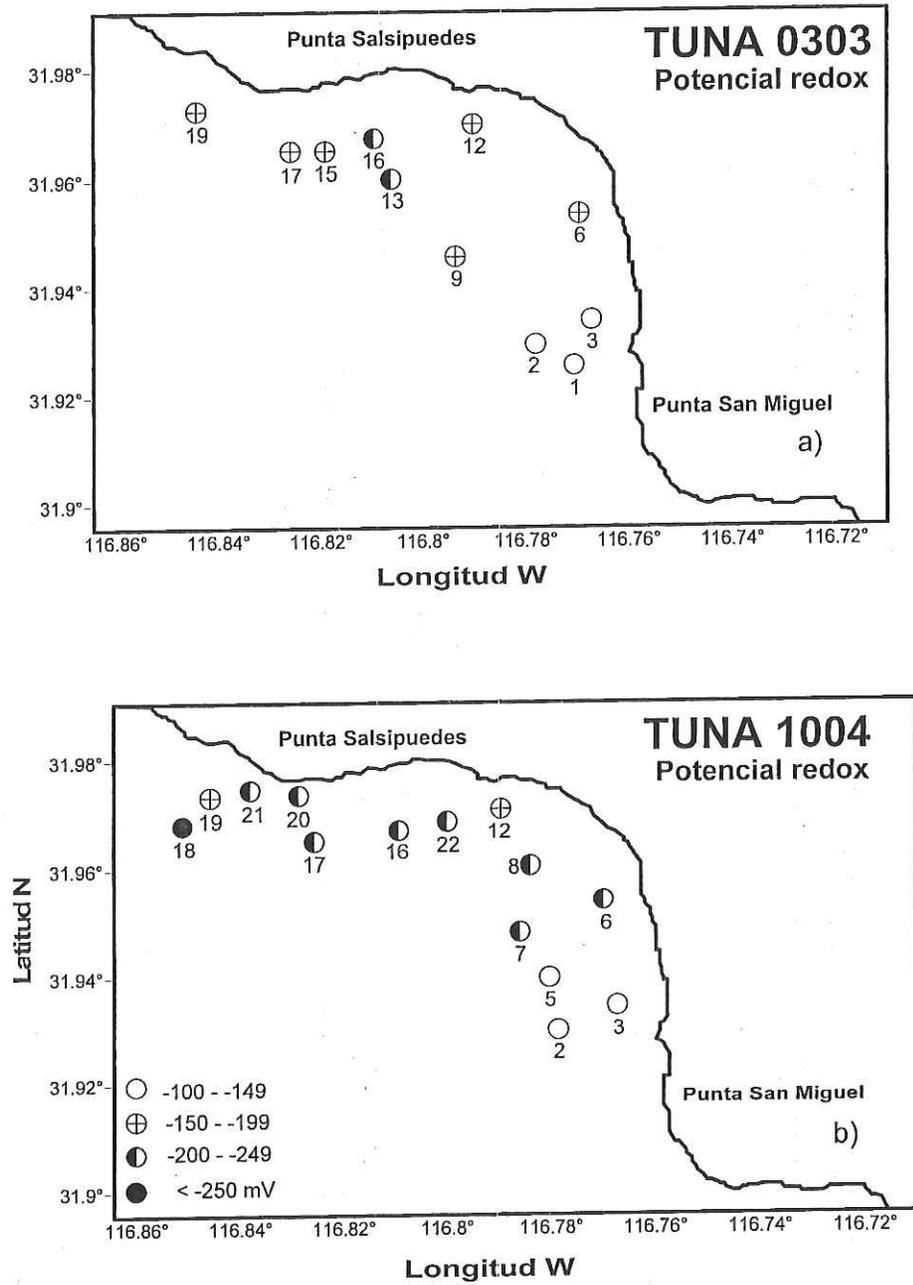


Figura 7. Potencial de óxido-reducción (mV) en el sedimento: a) marzo 2003, b) octubre 2004.

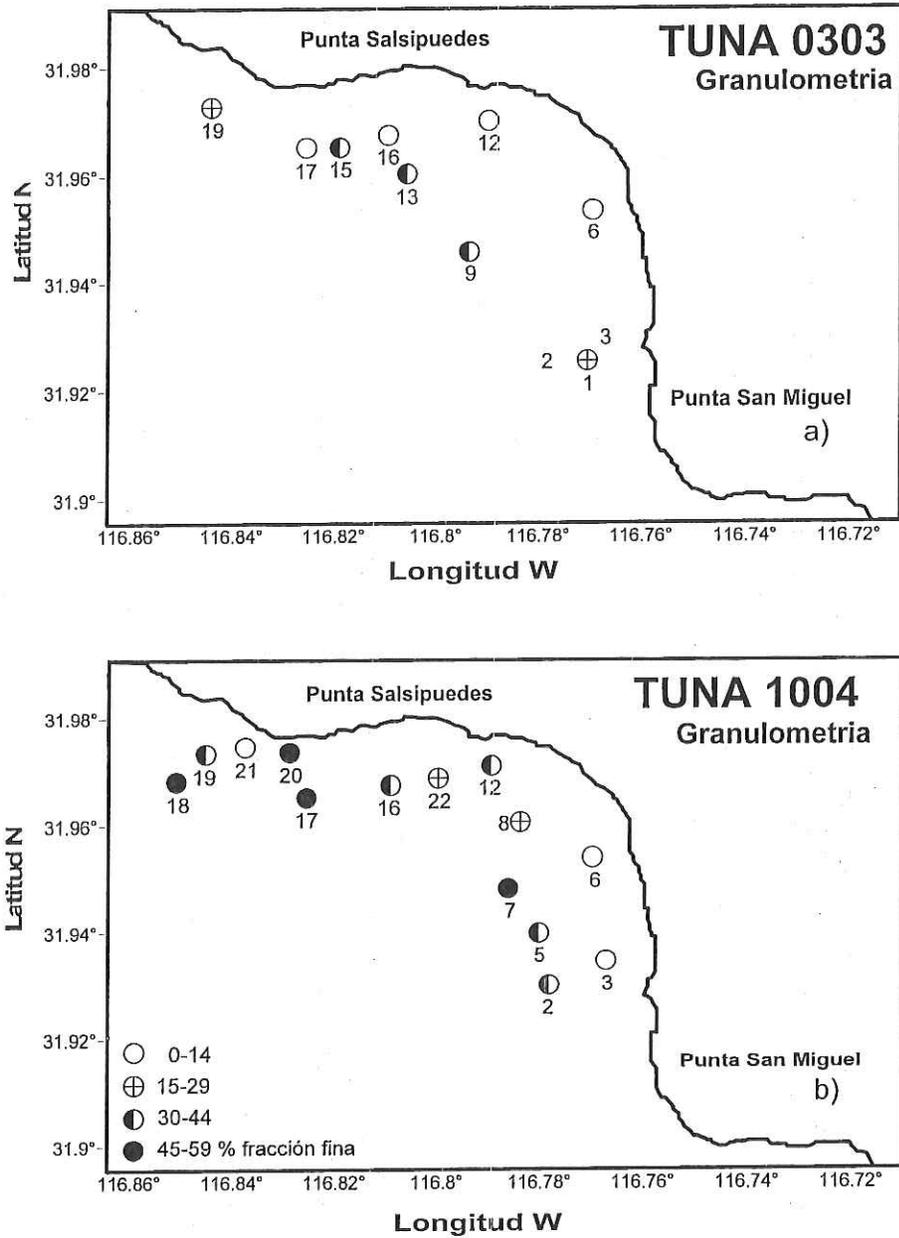


Figura 8. Abundancia (%) de lodos ($< 63\mu\text{m}$) en el sedimento: a) marzo 2003, b) octubre 2004.

VI.2. Caracterización de la macrofauna béntica

En marzo de 2003 estuvieron representados 7 phyla y se colectaron un total de 5,787 organismos pertenecientes a diversos grupos de invertebrados: poliquetos, crustáceos, moluscos, equinodermos y diversos (celenterados, sipuncúlidos, briozoarios.). Los poliquetos constituyeron el 66% del total de organismos colectados, seguido por los crustáceos, moluscos y equinodermos (Fig. 9).

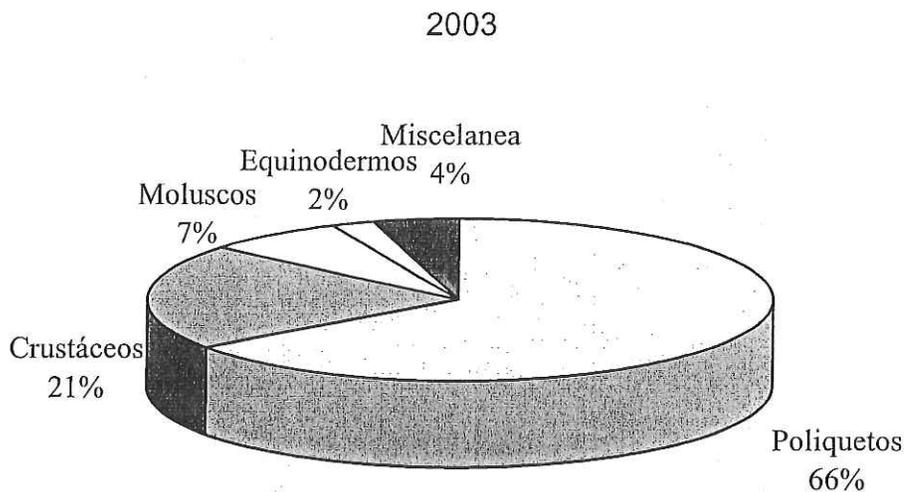


Figura 9. Abundancia (%) de grupos de macrofauna colectados en Bahía Salsipuedes en marzo de 2003.

Los poliquetos fueron el grupo dominante en todas las estaciones de muestreo, con excepción de la estación 12, donde los crustáceos anfípodos dominaron en abundancia (Fig. 10).

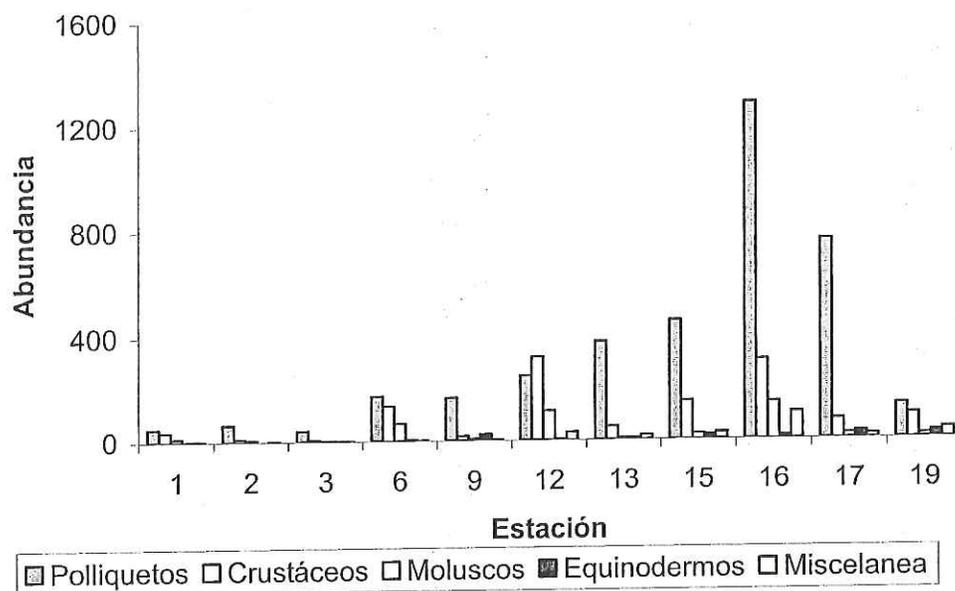


Figura 10. Abundancia de grupos de macrofauna por estación colectados en marzo de 2003 en Bahía Salsipuedes.

En octubre de 2004 se colectaron un total de 3,453 organismos pertenecientes a los siguientes grupos: poliquetos, crustáceos, moluscos, equinodermos y diversos. Los poliquetos constituyeron el 56% del total de individuos colectados seguidos por los crustáceos, equinodermos y moluscos (Fig. 11). Los poliquetos estuvieron presentes en todas las estaciones de muestreo en mayor abundancia que los otros grupos, a excepción de

las estaciones 2 y 6 donde los crustáceos (anfípodos) presentaron mayor abundancia (Fig. 12).

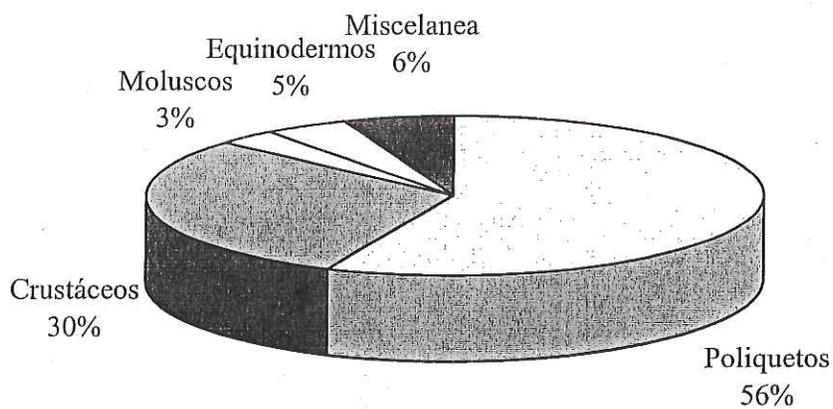


Figura 11. Abundancia (%) de grupos de macrofauna colectados en Bahía Salsipuedes en octubre de 2004.

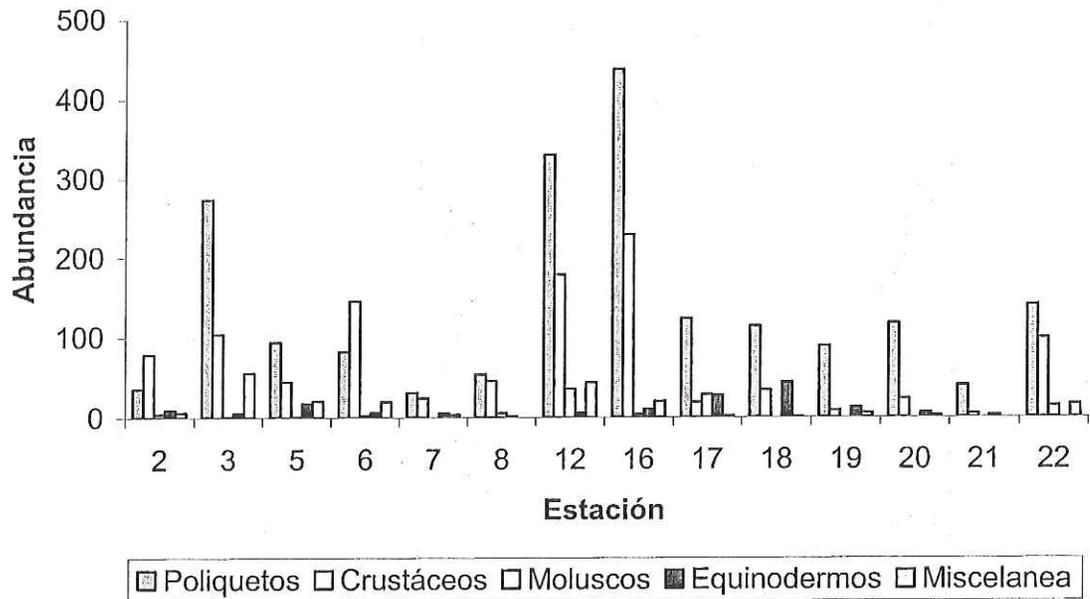


Figura 12. Abundancia de grupos de macrofauna por estación colectados en octubre de 2004 en Bahía Salsipuedes.

Los poliquetos, objetos de este estudio, son el grupo que estuvo presente en mayor porcentaje durante los muestreos de los dos años.

VI.3. Composición y abundancia de poliquetos

La lista de familias de poliquetos encontradas en los dos cruceros se muestra en la tabla VI. En los dos cruceros de estudio se colectaron un total de 5,714 individuos, los que se ubicaron en 34 familias. El 53% pertenecen al orden Sedentaria y el 47% restante al orden Errantia.

En Marzo de 2003 se colectaron 3,764 individuos pertenecientes a 30 familias, de los cuales el 47% pertenecen al orden Sedentaria y el 53% al Errantia. Las seis familias más abundantes representaron el 77% de la fauna con 2,881 organismos, siendo éstas Paraonidae, Cirratulidae, Spionidae, Capitellidae, Syllidae y Nephtyidae. Con 12 familias queda representado el 93% de la fauna, con un total de 3,498 organismos, mientras que el resto de las familias presentaron baja abundancia y constituyeron el 7% con 266 individuos (Tabla VII; Fig. 13).

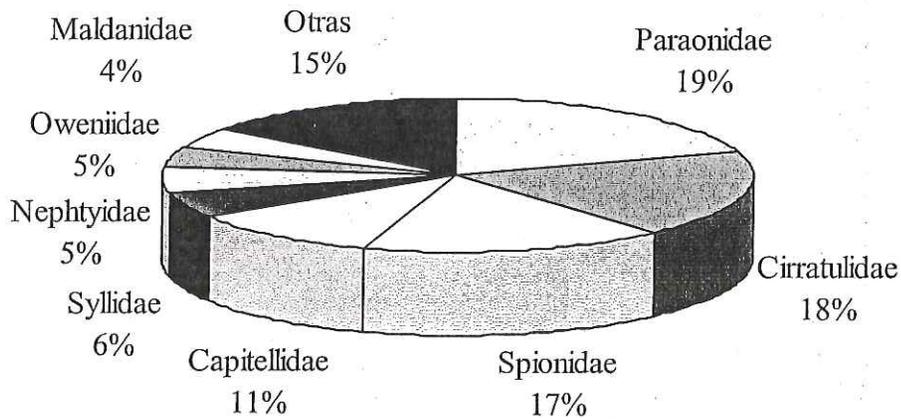


Figura 13. Abundancia (%) de familias de poliquetos colectadas en 2003.
Total de individuos: 3,764.

Tabla VI. Familias de poliquetos colectados en Bahía Salsipuedes en 2003 y 2004.

Familia	2003	2004
Paraonidae Cerruti, 1909	x	x
Cirratulidae Carus, 1863	x	x
Spionidae Grube, 1850	x	x
Capitellidae Grube, 1862	x	x
Syllidae Grube, 1850	x	x
Nephtyidae Grube, 1850	x	x
Oweniidae Rioja, 1917	x	x
Maldanidae Malmgren, 1867	x	x
Onuphidae Kinberg, 1865	x	x
Orbiniidae Hartman, 1942	x	x
Lumbrineridae Schmarda, 1861	x	x
Glyceridae Grube, 1850	x	x
Pholoidae Kinberg, 1858	x	x
Sabellidae Malmgren, 1867	x	x
Sternaspidae Carus, 1863	x	x
Nereididae Johnston, 1899	x	x
Terebellidae Malmgren, 1867	x	x
Ampharetidae Malmgren, 1866	x	x
Hesionidae Grube, 1850	x	x
Magelonidae Cunningham and Ramage, 1888	x	x
Polynoidae Malmgren, 1867	x	x
Pisionidae Southern, 1914	x	
Phyllodocidae Örsted, 1843	x	x
Trichobranchidae Malmgren, 1866	x	x
Cossuridae Day, 1963	x	
Sigalionidae Malmgren, 1867	x	x
Eunicidae Berthold, 1827	x	x
Goniadidae Kinberg, 1866	x	x
Dorvilleidae Chamberlain, 1919	x	
Oeononidae Kinberg, 1856	x	x
Serpulidae Johnston, 1865		x
Flabelligeridae Saint-Joseph, 1894		x
Scalibregmatidae Malmgren, 1867		x
Sabellariidae Johnston, 1865		x

Tabla VII. Abundancia y porcentaje acumulativo de las familias de poliquetos en 2003 en Bahía Salsipuedes.

Familia	Abundancia	%	% acumulativo
Paraonidae	747	19,8	19,8
Cirratulidae	692	18,4	38,2
Spionidae	632	16,8	55,0
Capitellidae	402	10,7	65,7
Syllidae	207	5,5	71,2
Nephtyidae	201	5,3	76,5
Oweniidae	173	4,6	81,1
Maldanidae	152	4,0	85,1
Onuphidae	79	2,1	87,2
Orbiniidae	77	2,0	89,3
Lumbrineridae	74	2,0	91,2
Glyceridae	62	1,6	92,9
Pholoidae	35	0,9	93,8
Sabellidae	32	0,9	94,7
Sternaspidae	30	0,8	95,5
Nereididae	32	0,9	96,3
Terebellidae	29	0,8	97,1
Ampharetidae	20	0,5	97,6
Hesionidae	17	0,5	98,1
Magelonidae	17	0,5	98,5
Polynoidae	12	0,3	98,8
Pisionidae	10	0,3	99,1
Phyllodocidae	9	0,2	99,3
Trichobranchidae	6	0,2	99,5
Cossuridae	6	0,2	99,7
Sigalionidae	4	0,1	99,8
Eunicidae	3	0,1	99,8
Goniadidae	2	0,1	99,9
Dorvilleidae	1	0,0	99,9
Oeonidae	1	0,0	
Total	3764	100,00	

En octubre de 2004 se colectaron 1,950 individuos pertenecientes a 31 familias, 52% pertenecen al orden Sedentaria y 48% al orden Errantia. Las familias más abundantes representaron el 76% con 1,480 organismos, siendo éstas Cirratulidae, Spionidae,

Paraonidae, Capitellidae, Glyceridae, Syllidae, Maldanidae y Lumbrineridae. Mientras que con 17 familias queda representado el 94% de la fauna, con 1,833 organismos, el resto queda representado con familias de baja abundancia que constituyen el 6% (117) organismos, ver Tabla VIII; Fig. 14.

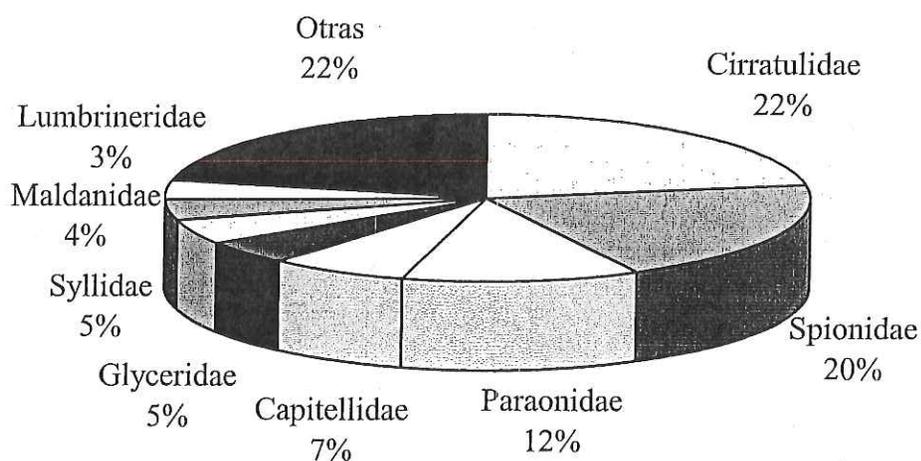


Figura. 14. Abundancia (%) de familias de poliquetos colectados en 2004.
Total de individuos: 1,950.

Tabla VIII. Abundancia y porcentaje acumulativo de las familias de poliquetos en 2004 en Bahía Salsipuedes.

Familia	Abundancia	%	% acumulativo
Cirratulidae	419	21.49	21.49
Spionidae	380	19.49	40.98
Paraonidae	225	11.54	52.52
Capitellidae	130	6.67	59.18
Syllidae	94	4.82	64.00
Glyceridae	86	4.41	68.41
Maldanidae	81	4.15	72.57
Lumbrineridae	65	3.33	75.9
Onuphidae	58	2.97	78.87
Sternaspidae	52	2.67	81.54
Phyllodocidae	49	2.51	84.05
Oweniidae	45	2.31	86.36
Nereididae	34	1.74	88.11
Nephtyidae	34	1.74	89.85
Terebellidae	32	1.64	91.49
Orbiniidae	29	1.49	92.98
Pholoidae	20	1.03	94.00
Polynoidae	19	0.97	94.98
Ampharetidae	18	0.92	95.90
Sigalionidae	16	0.82	96.72
Trichobranchidae	14	0.72	97.44
Sabellidae	12	0.62	98.05
Goniadidae	7	0.36	98.41
Flabelligeridae	6	0.31	98.72
Magelonidae	5	0.26	98.98
Serpulidae	4	0.21	99.18
Eunicidae	4	0.21	99.39
Hesionidae	4	0.21	99.59
Scalibregmatidae	4	0.21	99.80
Sabellariidae	3	0.15	99.95
Oeonidae	1	0.05	
Total	1950	100.00	

VI.3.1. Categorías tróficas

Los modos de alimentación en poliquetos están relacionados con sus formas de vida, morfología de órganos colectores de alimento y su forma de usarlos. Dentro de cada familia existe cierta diversidad de formas de alimentación. Fauchald y Jumars (1977) presentan una clasificación funcional, basada esencialmente en el modo de alimentación. Estos autores estimaron que los hábitos alimenticios de los poliquetos eran conocidos para menos del 10% de las especies; ellos reconocen cinco formas de alimentación: herbívoros, carnívoros, filtradores, depositóvoros y carroñeros ó necrófagos. Estas cinco categorías presentan variaciones dependiendo de las estructuras que se utilicen así como del tamaño de partícula que se ingiera.

Los poliquetos colectados en este estudio fueron asignados a 3 categorías tróficas (depositóvoros, carnívoros/omnívoros y suspensívoros). La Fig. 15 muestra la composición de las categorías tróficas. En 2003 los depositóvoros estuvieron presentes en todas las estaciones y fueron la categoría trófica más abundante en 10 estaciones, presentaron abundancias que oscilaron entre 65.6 y 83 %. Los carnívoros-omnívoros también estuvieron presentes en todas las estaciones con abundancias entre 17 y 27 %, presentaron la mayor abundancia en la estación 3 con 74 % del total de individuos registrados. Los suspensívoros ó filtradores estuvieron presentes en 9 estaciones con abundancias entre 1 y 9 % del total de individuos. Estas estaciones se ubicaron en la parte sur y norte de la zona d estudio.

En 2004 los depositóvoros estuvieron presentes en todas las estaciones con abundancias que oscilaron entre 51 y 80 % del total de individuos. En 3 estaciones (16, 17, 19) presentaron las mayores abundancias con valores entre 72 y 80 % del total de organismos. Los carnívoros-omnívoros también estuvieron presentes en todas las estaciones con abundancias que oscilaron entre 20 y 46 %, presentando las mayores abundancias en 5 estaciones (3, 5, 6, 7, 12) con valores entre 41 y 46 %. Los suspensívoros se presentaron únicamente en 5 estaciones (3, 8, 12, 16, 22) con abundancias entre 1 y 4 % del total de individuos (Fig. 16).

Los organismos depositóvoros se presentaron como el grupo con mayor presencia en la bahía. En el presente estudio se encontró que la abundancia de depositóvoros fue menor en 2004 con respecto a 2003.

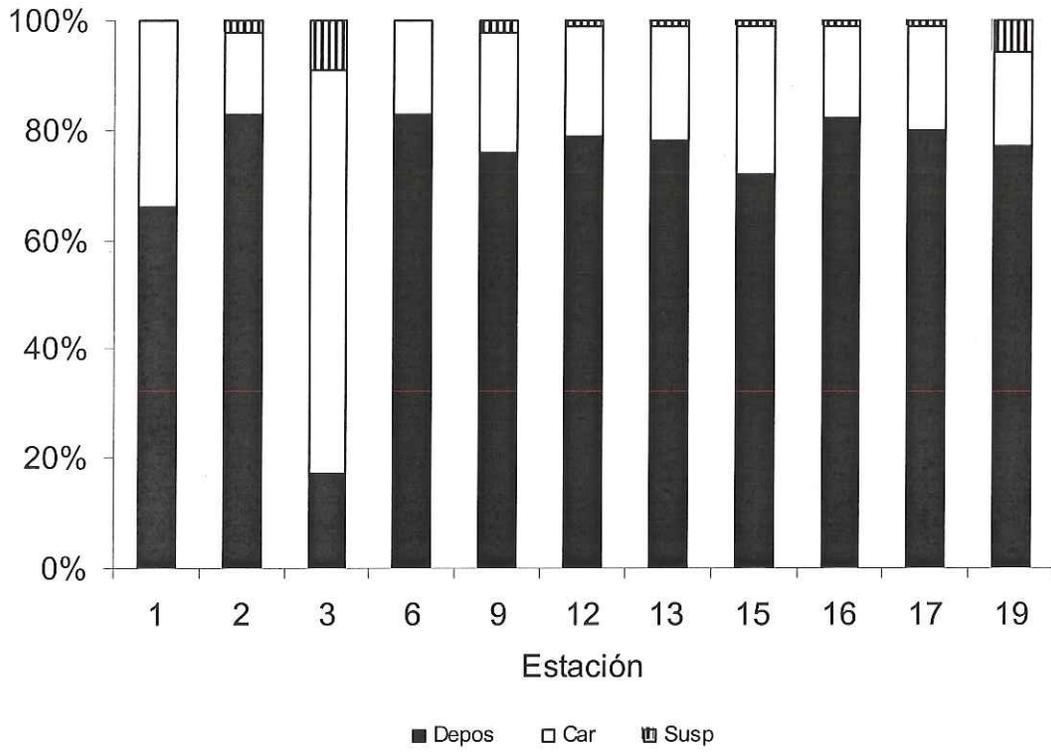


Figura 15. Composición de categorías tróficas de 2003 en Bahía Salsipuedes.
 Depos: deposívoros, Car: carnívoros, Susp: suspensívoros.

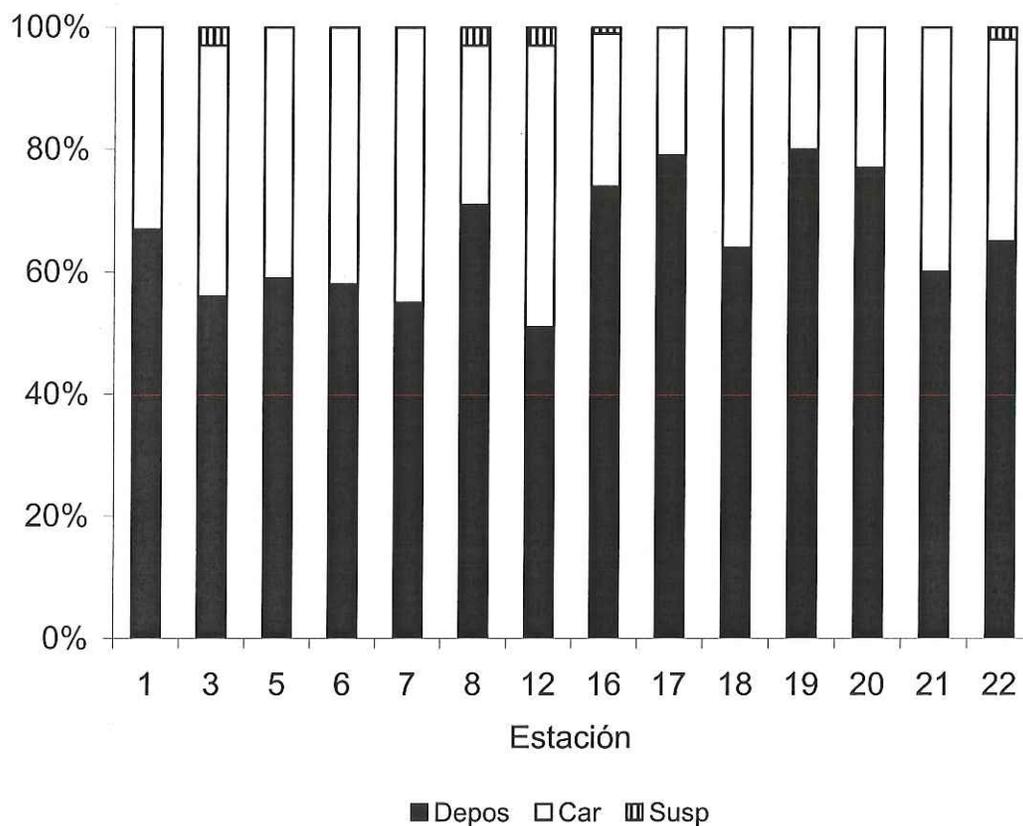


Figura. 16. Composición de categorías tróficas de 2004 en Bahía Salsipuedes.
 Depos: deposívoros; Car: carnívoros; Susp: suspensívoros.

VI.3.2. Abundancia de individuos

En 2003 los valores medios y altos de abundancia se encontraron en la parte norte de la bahía, oscilando entre 132 y 635 org. 0.1/m² (estaciones 12, 13, 15, 16, 17 y 19). La estación 16 fue la que presentó la abundancia más alta (635 org. 0.1/m²), seguida por las estaciones 17 (392 org. 0.1/m²) y 15 (265 org. 0.1/m²); la primera y la tercera estaciones se ubican cerca de encierros. La abundancia de lodos presentó valores entre 8.1 y 34.7 % con profundidades de 49 y 55 m respectivamente. Los valores más bajos de abundancia se ubicaron en la parte sur (estaciones 1, 2, 3 y 6) con valores entre 23 y 97 org. 0.1/m², donde la abundancia de lodos del sedimento fue de 17.4 % en la estación 1 con profundidades entre 37 y 63 m (Ver Tabla IX; Fig. 17a).

En el 2004 las abundancias más elevadas se presentaron en las estaciones de la parte sur (3), y norte (12, 16, 20 y 22), estas últimas ubicadas en una especie de línea perpendicular a la costa, con valores entre 117 y 170 org. 0.1/m², la fracción fina del sedimento osciló entre 11.7 y 50.8 % con profundidades entre 30 y 76 m. Las estaciones 16, 20 y 22 se ubicaron cerca de los encierros de atún. Las abundancias bajas se presentaron en las estaciones de la parte sur (2, 5), norte (6, 7, 8 y 17) y noroeste (18, 19 y 21) con valores entre 31 y 89 org. 0.1/m² donde la abundancia de lodos del sedimento se encontró entre 5.7 y 57.8 % (Ver Tabla X; Fig. 17b).

De manera general, los valores de abundancia fueron superiores en 2003 que en 2004.

Tabla IX. Abundancia de poliquetos en Bahía Salsipuedes en marzo de 2003.

Estación	Abundancia org./0.1 m ²	Abundancia %
16	653	30.4
17	392	18.2
15	265	12.3
13	199	9.3
9	167	7.8
12	132	6.1
19	122	5.7
6	97	4.5
2	66	3.1
1	32	1.5
3	23	1.1
Total	2148	100.00

Tabla X. Abundancia de poliquetos en bahía Salsipuedes en octubre de 2004.

Estación	Abundancia org./0.1 m ²	Abundancia %
12	170	14.1
16	156	12.9
3	148	12.3
22	139	11.5
20	117	9.7
19	89	7.4
17	72	6.0
18	65	5.4
5	56	4.6
6	48	4.0
21	40	3.3
8	38	3.2
2	36	3.0
7	31	2.6
Total	1205	100.00

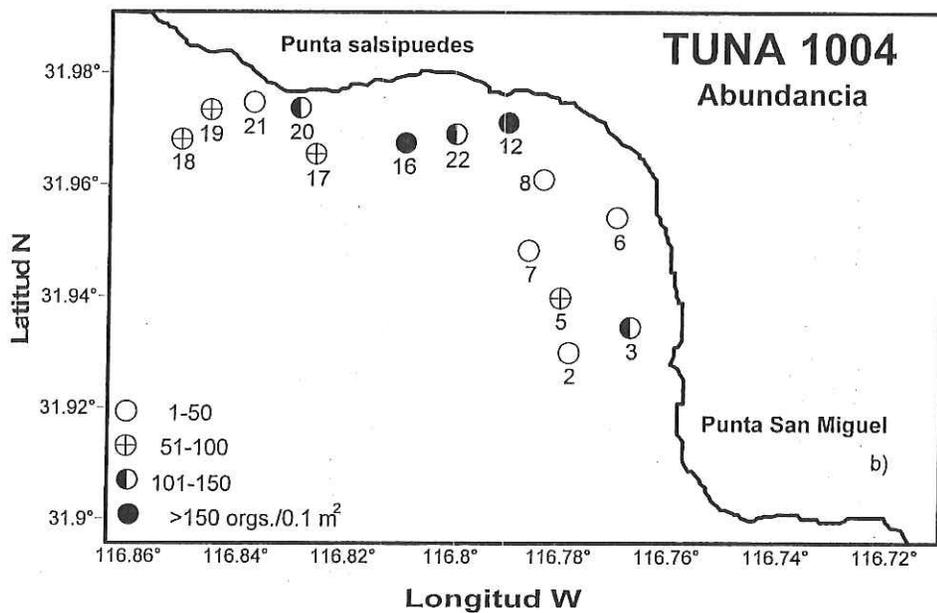
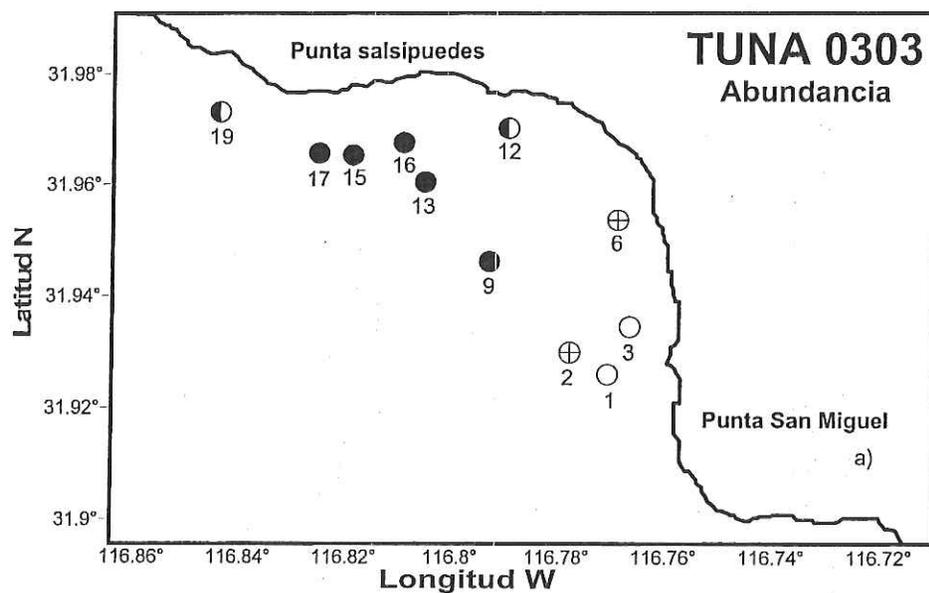


Figura 17. Distribución de abundancia de las familias de poliquetos colectado en Bahía Salsipuedes: a) 2003, b) 2004.

VI.3.3. Abundancia de familias

En marzo de 2003, seis familias reunieron el 77% del total de individuos colectados. El restante 23% de la fauna estuvo representado por familias con 4% ó menos del 1% de org./0.1 m² (Tabla XI). De las 30 familias presentes, 14 fueron de hábitos sedentarios y 16 de hábitos errantes.

Las familias dominantes fueron Paraonidae, Cirratulidae, Spionidae y Capitellidae, estas presentaron los valores más altos de abundancia que oscilaron entre 212 y 468 org./0.1 m² (10 a 22.8%). Las estaciones 16 y 17 situadas en la parte norte de la bahía presentaron las abundancias más importantes y se observó que estas familias estuvieron presentes en más del 80% de las estaciones (Fig. 18).

Tabla XI. Familias de poliquetos con alta abundancia en 2003.

Familia	Abundancia Org./0.1 m ²	Abundancia %
Paraonidae	468	22.8
Cirratulidae	381	17.6
Spionidae	328	16.2
Capitellidae	212	9.9
Syllidae	116	5.4
Nephtyidae	108	5.0
	1613	76.9

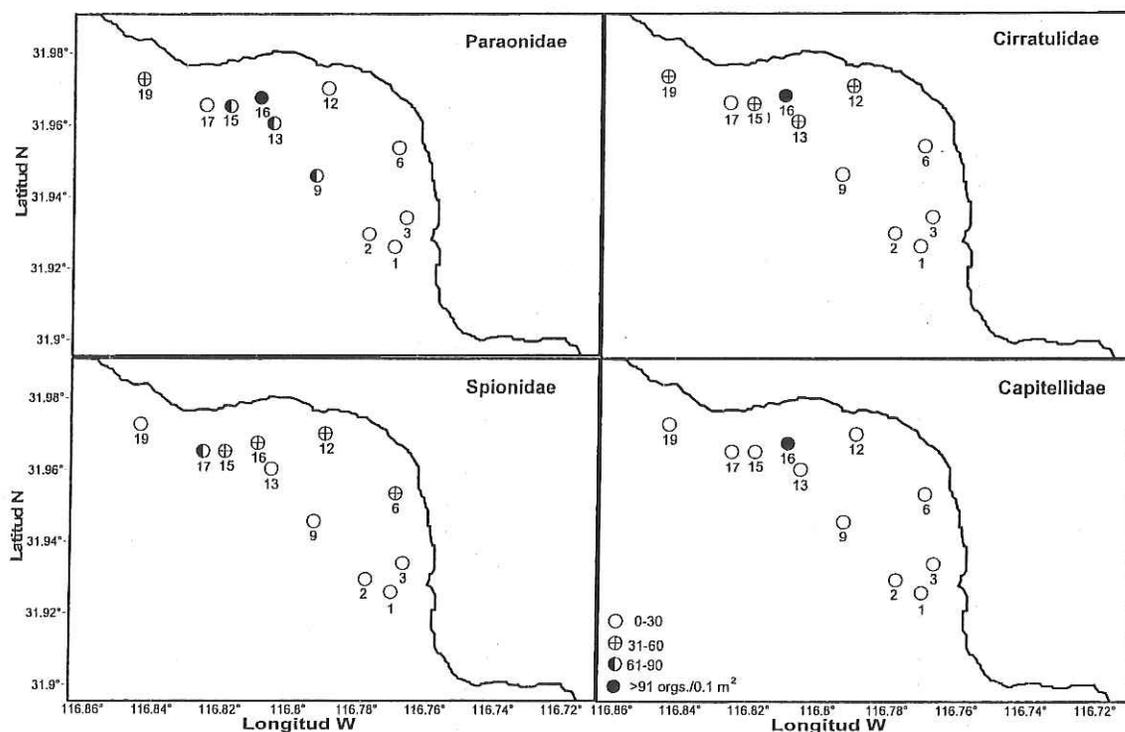


Figura 18. Distribución de abundancias de las cuatro familias dominantes en 2003.

En 2004 siete familias reunieron el 64.0% del total de individuos colectados. El 36% restante de la fauna estuvo representado por familias con menos de 4% de org./0.1 m² (Tabla XII). De las 31 familias presentes, 16 pertenecen al orden Sedentaria y 15 al orden Errantia. Las abundancias en este año fueron menores en comparación con el año 2003.

Las familias Cirratulidae, Spionidae, Paraonidae y Capitellidae presentaron los valores más altos de abundancia, estos oscilaron entre 89 y 225 org./0.1 m² (7.9 a 16.8%). Las estaciones 3, 12, 16, 19 y 22 situadas en la parte sur y norte de la bahía presentaron abundancias intermedias y altas (21 a 38 org./0.1 m²), estas familias estuvieron presentes en el 99% de las estaciones (Tabla XII; Fig. 19).

Tabla XII. Familias de poliquetos con alta abundancia en 2004.

Familia	Abundancia Org./0.1 m ²	Abundancia %
Cirratulidae	225	16.8
Spionidae	197	14.0
Paraonidae	127	10.5
Capitellidae	89	7.9
Syllidae	59	5.1
Glyceridae	54	4.9
Maldanidae	53	4.8
	804	64.0

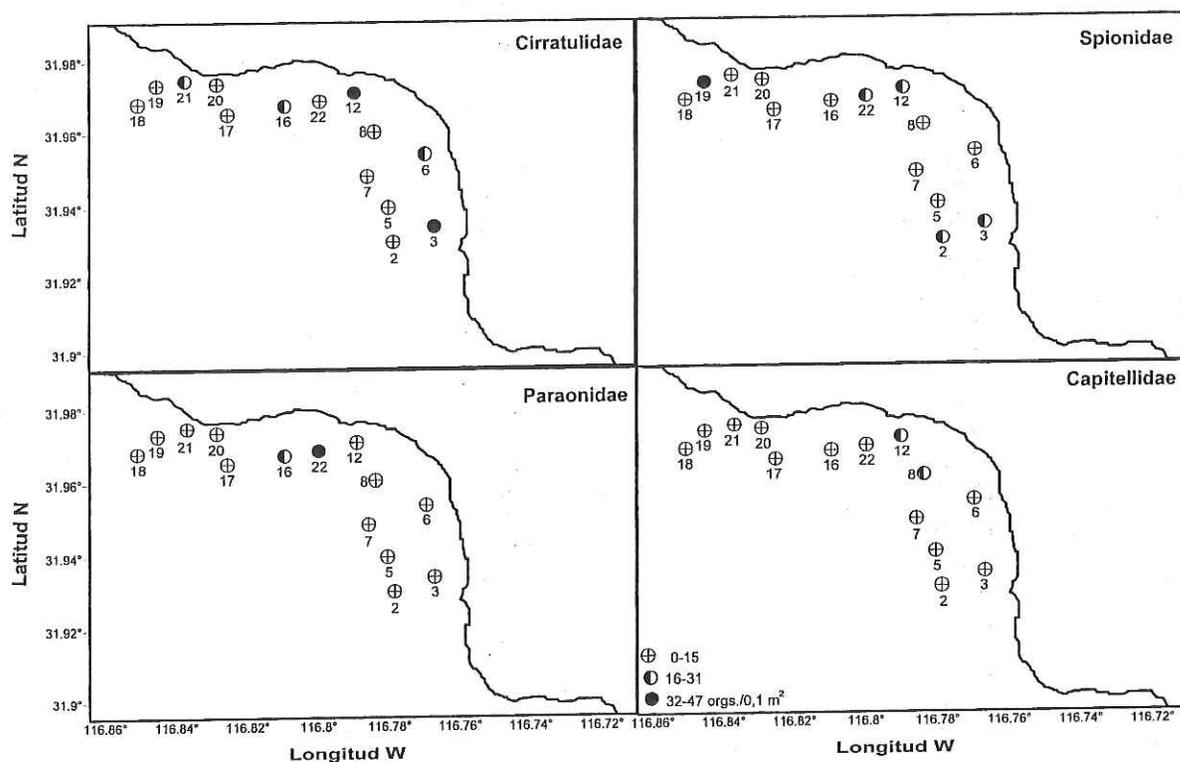


Figura. 19. Distribución de abundancias de las cuatro familias dominantes en 2004.

Las cuatro familias más abundantes encontradas en este estudio fueron: Spionidae, Cirratulidae, Paraonidae y Capitellidae, estas fueron identificadas a nivel de especie. (Tabla XIII). Se identificaron un total de 18 géneros y 30 especies en el presente estudio.

En 2003 las especies dominantes fueron *Apelochaeta multifilis* (229) *Mediomastus ambiseta* (203), *Prionosprio steenstrupi* (186), *Paraonella sp.* (142), *Monticellina sp.* (100), *Aricidea (Allia) ramosa* (80), *Spiophanes bombyx* (70) y *Levinsenia gracilis* (65), las que constituyeron el 70% de la abundancia de las familias dominantes. Las especies dominantes en 2004 fueron *Prionosprio steenstrupi* (111), *Spiophanes bombyx* (50), *Mediomastus ambiseta* (35) y *Paraonella sp.* (19). Estas especies constituyeron el 63% de la abundancia. Cabe aclarar que para este año no se identificaron especies de la familia Cirratulidae.

Las dos especies más abundantes de Capitellidae fueron *M. ambiseta* y *M. californiensis*.

Tabla XIII. Especies de poliquetos de las familias dominantes colectadas en Bahía Salsipuedes.

Espece	2003	2004
PARAONIDAE		
<i>Aedicira alisetosa</i> Fauchald, 1972	x	x
<i>Aricidea catherinae</i> Laubier, 1967	x	x
<i>Aricidea lopezi</i> Berkeley and Berkeley, 1956	x	x
<i>Aricidea simplex</i> Bay, 1963	x	x
<i>Aricidea antennata</i> Annenkova, 1934	x	x
<i>Aricidea ramosa</i> Annenkova, 1934	x	x
<i>Aricidea wassi</i> Pettibone, 1965	x	x
<i>Aricidea sp.</i> Webster, 1879	x	x
<i>Cirroporus furcatus</i> Hartman, 1957	x	x
<i>Levinsenia gracilis</i> Tauber, 1897	x	x
<i>Levinsenia oculata</i> Hartman, 1957	x	x
<i>Paraonella sp.</i> Strelzov, 1973	x	x
SPIONIDAE		
<i>Apoprionospio pygmaea</i> Hartman, 1961	x	x
<i>Laonice nuchala</i> Blake, new species	x	x
<i>Microspio pigmentata</i> Reish, 1959	x	x
<i>Microspio spinosa</i> Blake, new species	x	x
<i>Minuspio lighti</i> Maciolek, 1985	x	
<i>Paraprionospio pinnata</i> Ehlers, 1901	x	x
<i>Prionospio steenstrupi</i> Malmgren, 1867	x	x
<i>Polydora websteri</i> Hartman, 1943	x	
<i>Spiophanes bombyx</i> Claparede, 1870	x	x
<i>Spiophanes duplex</i> Chamberlain, 1919	x	x
<i>Spiophanes kroeyeri</i> Grube, 1860	x	x
CAPITELLIDAE		
<i>Mediomastus ambiseta</i> Hartman, 1947	x	x
<i>Mediomastus californiensis</i> Hartman, 1944	x	x
<i>Neonotomastus sp.</i> Fauchald, 1972	x	x
CIRRATULIDAE		
<i>Aphelochaeta multifilis</i> Moore, 1909	x	
<i>Aphelochaeta tigrina</i> Blake, nueva especie	x	
<i>Monticellina cryptica</i> Blake, nueva especie	x	
<i>Monticellina sibilina</i> Blake, nueva especie	x	
<i>Monticellina sp.</i> Laubier, 1961	x	
<i>Chaetozone corona</i> Berkeley y Berkeley, 1941	x	
<i>Chaetozone hartmanae</i> Hartman, 1963	x	
<i>Chaetozone senticosa</i> Blake, nueva especie	x	

VI.3.4. Diversidad

Indice de Shannon-Weaver

En 2003 la diversidad (H') varió entre 1.86 y 2.29. Los valores bajos (1.86-1.2.19) se ubicaron en las estaciones 1, 2, 3, 6 y 9 situadas en la parte sur de la bahía. La equitabilidad J' de Pielou varió de 0.65 a 0.85. Los valores más altos de H' (2.03-2.29) se presentaron en las estaciones 12, 13, 15, 16, 17 y 19 en la porción norte de la bahía, con valores de equitabilidad entre 0.69 y 0.78 (Tabla XIV; Fig. 20a).

En 2004 la diversidad varió entre 1.94 y 2.71. Los valores más bajos (1.94-2.01) se presentaron en las estaciones 2, 6 y 19 situadas en la parte sur y norte de la bahía, con valores de equitabilidad entre 0.75 y 0.76. Los valores más altos de diversidad (2.3-2.63) se encontraron en las estaciones 3, 5, 7, 8, 12, 16, 17, 18, 20, 21 y 22 ubicadas en las zonas sur y norte, con valores de equitabilidad entre 0.72 a 0.93 (Tabla XIV; Fig. 20b).

En términos generales observamos que la diversidad para ambos años alcanzó valores bajos e intermedios en el área de estudio. Los valores de equitabilidad medios a altos encontrados indican que el número de individuos se encuentran relativamente bien repartidos entre las familias

Tabla XIV. Valores de diversidad (H'), equitabilidad (J') y número (N) de familias de poliquetos de Bahía Salsipuedes.

Estación	2003			2004		
	H'	J'	N	H'	J'	N
1	1.9	0.82	10			
2	2.03	0.75	15	2.01	0.76	14
3	1.86	0.85	9	2.43	0.81	20
5				2.44	0.84	18
6	1.79	0.65	16	1.97	0.75	14
7				2.3	0.93	12
8				2.28	0.86	14
9	2.19	0.74	19			
12	2.22	0.78	17	2.71	0.88	22
13	2.26	0.74	21			
15	2.29	0.77	20			
16	2.24	0.69	26	2.23	0.72	22
17	2.24	0.72	22	2.58	0.89	18
18				2.63	0.91	18
19	2.14	0.76	17	1.94	0.76	13
20				2.08	0.77	15
21				2.31	0.87	14
22				2.5	0.81	22

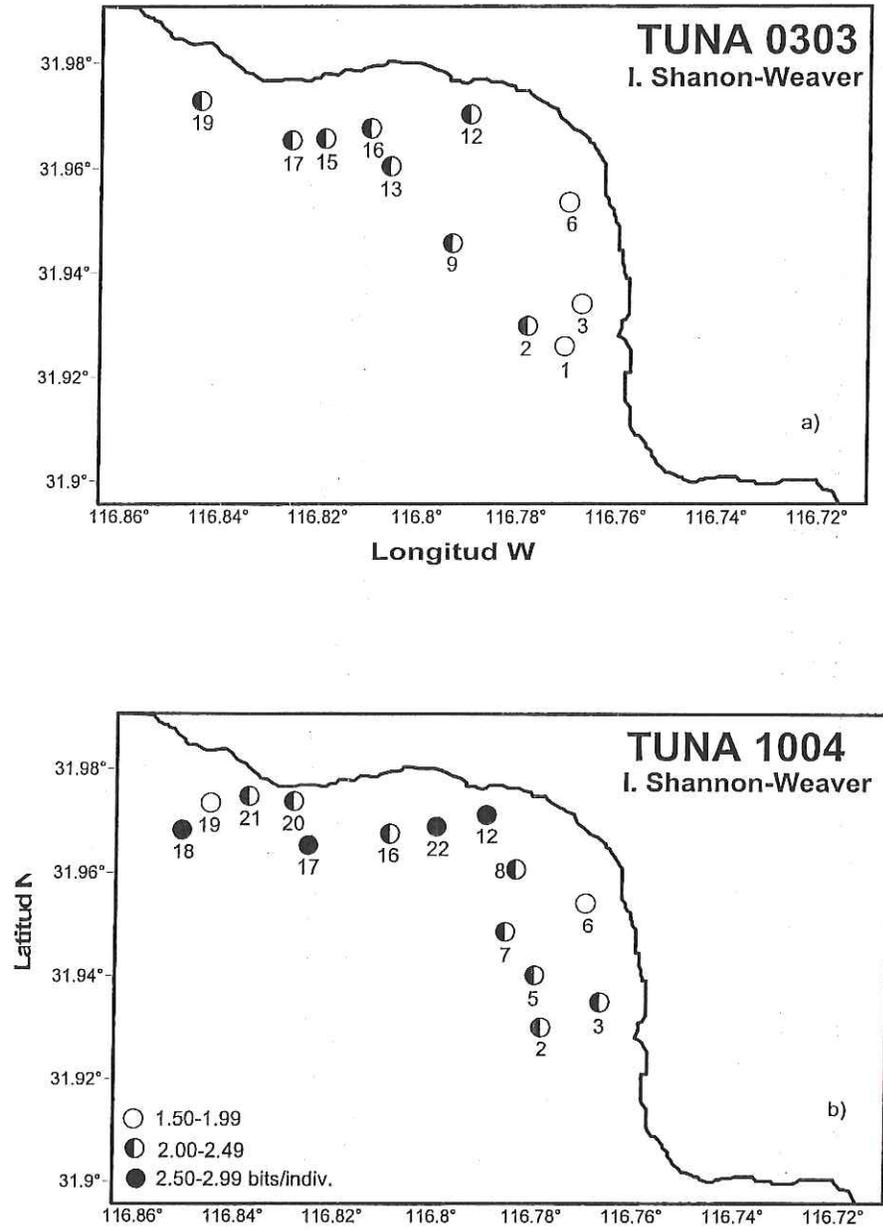


Figura 20. Diversidad obtenida para las familias de poliquetos de Bahía Salsipuedes a) 2003, b) 2004.

VI.4. Análisis de Olmstead y Tukey

a) Familias

El análisis gráfico en el 2003 mostró, que las 30 familias ocuparon los cuatro cuadrantes correspondientes a las especies dominantes, restringidas, raras y comunes respectivamente (Fig. 21). Catorce familias (47 %) fueron dominantes al tener una elevada densidad y una amplia distribución a lo largo de la bahía (Fig. 21: cuadrante I). Las familias que presentaron una amplia distribución fueron Cirratulidae, Spionidae, Capitellidae, Syllidae, Nephtyidae, Onuphidae, Glyceridae y Lumbrineridae; las primeras dos presentes en las 11 estaciones. Las familias con alta densidad y que agruparon a más del 50% del total de individuos colectados fueron Paraonidae, Cirratulidae, Spionidae y Capitellidae. La única familia considerada local o restringida a cierta zona de la bahía fue Oweniidae (3%) la cual es de hábitos sedentarios y presenta un modo de alimentación suspensívoro o sedimentívoro (Fig. 21: cuadrante II). Diez de las familias (33 %) poco frecuentes y poco abundantes son consideradas ocasionales o raras; de estas, un tercio son de hábitos sedentarios y el resto son de hábitos errantes (Fig. 21: cuadrante III). Dentro de este cuadrante (III) tenemos ubicadas a las familias de distribución única, estas fueron Pisionidae (estación 3), Eunicidae (estación 16), Goniadidae (estación 6) y Oeonidae (estación 16). Estas familias se presentaron en una sola estación. Las familias catalogadas como frecuentes y poco abundantes fueron 5 (17%) del total de familias. El 60% son de hábitos sedentarios y el resto son de hábitos errantes (Fig. 21: cuadrante IV).

Cabe destacar que la mayoría de las familias se situaron en los cuadrantes I y III, donde en el primero los poliquetos sedentarios y errantes estuvieron en la misma proporción, mientras que en el tercero existió un predominio de organismos errantes (70%).

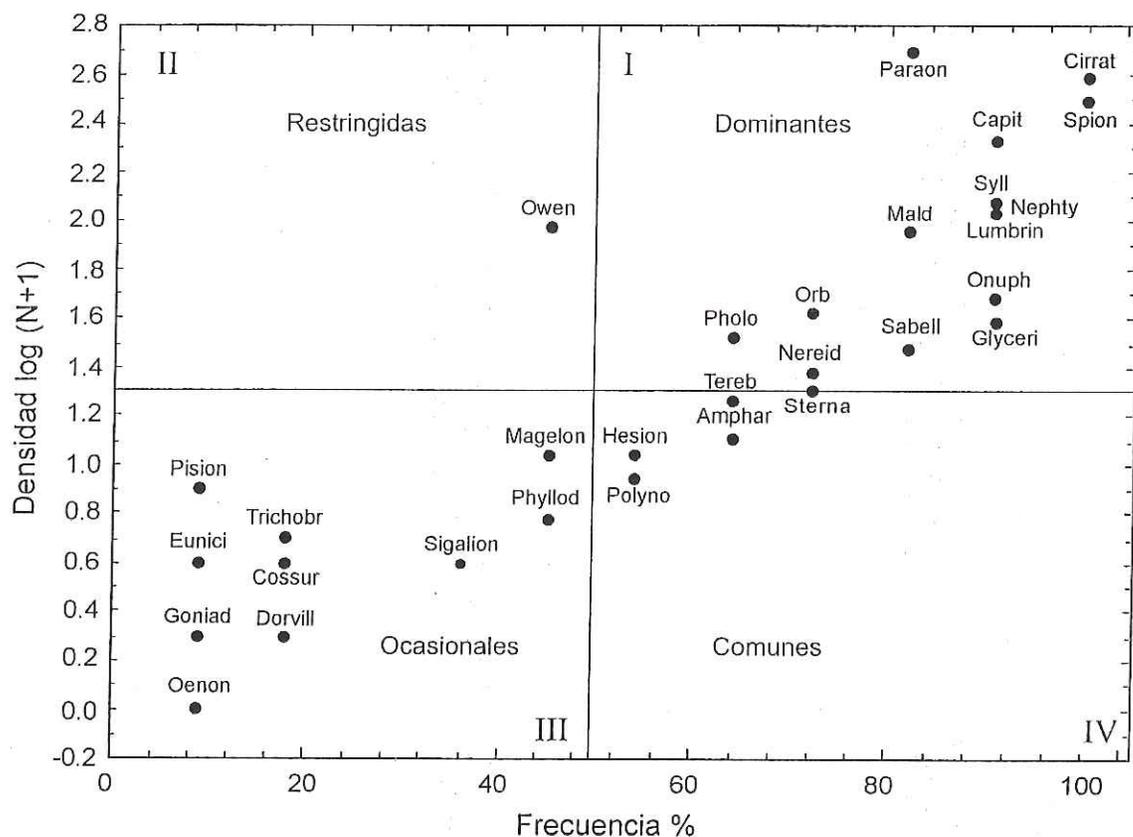


Figura 21. Gráfica de Olmstead y Tukey para las familias de poliquetos colectadas en 2003.

En el 2004 el análisis gráfico de Olmstead y Tukey mostró, que las 31 familias encontradas en el área de estudio se ubicaron en los cuadrantes correspondientes a las especies

dominantes, restringidas y raras respectivamente (Fig. 22). Trece familias (42 %) fueron dominantes (Fig. 22; cuadrante I). De estas 13 familias, el 54% son de hábitos sedentarios y 46% de hábitos errantes. Las familias que presentaron una amplia distribución en el área de estudio fueron Cirratulidae, Spionidae, Glyceridae, Paraonidae, Syllidae y Lumbrineridae; las primeras cuatro estuvieron presentes en 13 estaciones. Las familias que presentaron alta abundancia y agruparon al 50% del total de individuos fueron Spionidae, Cirratulidae, Glyceridae y Paraonidae. Las familias locales o restringidas a ciertas zonas del área fueron 2 (6%), de estas una es de hábitos sedentarios y una de hábitos errantes (Fig. 22; cuadrante II). Dieciseis familias (52 %) fueron ocasionales o raras (Fig. 22; cuadrante III); de estas, 56% (9) son de hábitos sedentarios y 44% (7) de hábitos errantes. En este cuadrante (III) se ubicaron las familias de distribución única, estas son Serpulidae (estación 3) y Oeonidae (estación 12). Estas familias se presentaron en una estación. El cuadrante IV reuniría a las familias más frecuentes pero poco densas denominadas comunes. Para este año ninguna familia se ubicó en este cuadrante.

La mayoría de las familias se ubicaron en los cuadrantes I y III, donde los poliquetos sedentarios y errantes estuvieron presentes más o menos en la misma proporción.

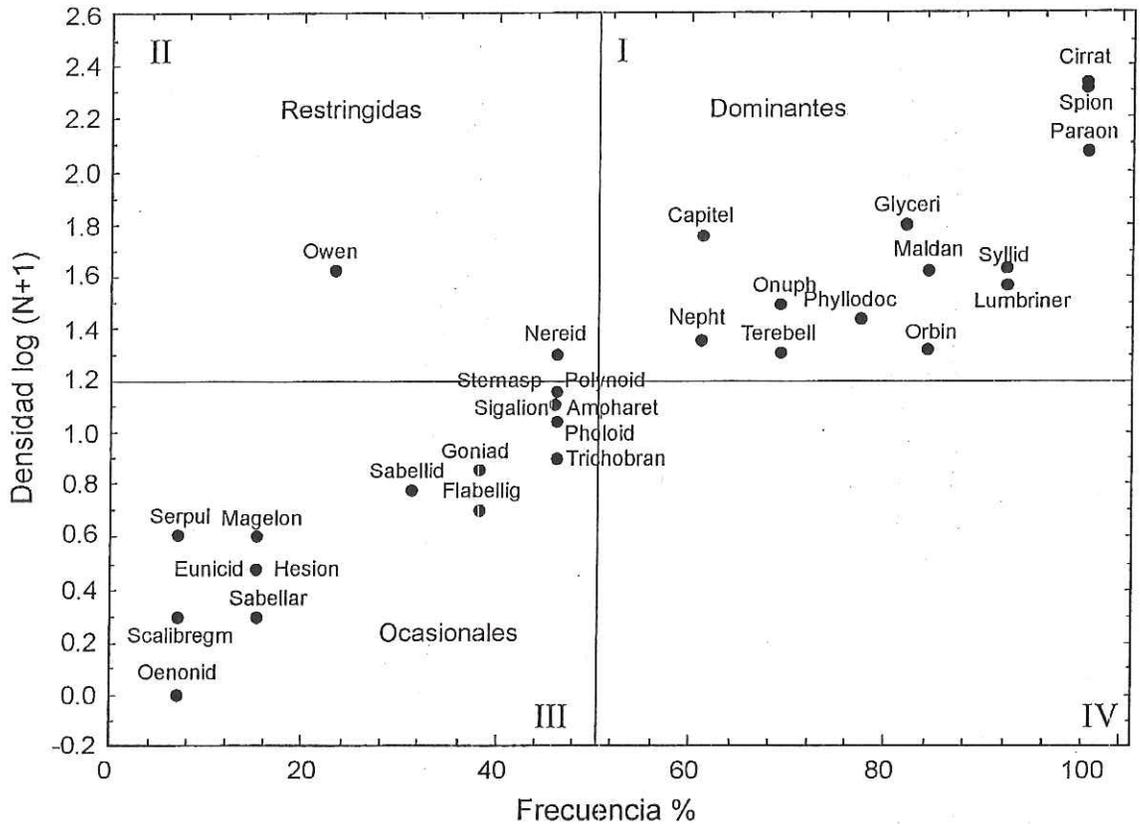


Figura 22. Gráfica de Olmstead y Tukey para las familias de poliquetos colectadas en 2004.

b) Especies

El análisis gráfico en el 2003 mostró que las 30 especies se ubicaron en los cuatro cuadrantes (Fig. 23; Tabla XV). Diez de las especies (31 %) fueron dominantes, al tener densidades elevadas y distribirse de manera amplia en la bahía (Fig. 23; cuadrante I). Las especies con una amplia distribución a lo largo de la bahía fueron *Mediomastus ambiseta*, *Apelochaeta multifilis*, *Prionosprio steentrupi* y *Levinsenia gracilis*, presentes las dos primeras en 10 estaciones y las segundas en 8.

Las especies abundantes consideradas locales o restringidas a ciertas zonas del área fueron 5 (15 %), de estas, *Paraonella sp.* Y *Monticellina sp.* Fueron las más abundantes (Fig. 23; cuadrante II). El 50 % (17) de las especies se ubicaron dentro de las poco frecuentes y poco densas consideradas ocasionales o raras (Fig.23; cuadrante III). Dentro de este cuadrante se ubicaron las especies de distribución única, estas fueron *Aricidea lopezi*, *Cirrophorus furcatus*, *Laonice nuchala*, *Polydora websteri* y *Chaetozone hartmanae*. Estas especies se presentaron sólo en una estación. Dentro de las especies frecuentes pero poco densas denominadas comunes, sólo se ubicó *Spiophanes kroeyeri* con el 3 % del total de especies (Fig. 23; cuadrante IV).

En 2004 de un total de 22 especies, 5 (21 %) fueron dominantes. Dentro de estas, las que presentaron mayor densidad fueron *Polydora steentrupi*, *Spiophanes bombix* y *Mediomastus ambiseta* (Fig. 24; cuadrante I). Cuatro fueron Las especies abundantes y constituyeron el 17 %. Las que presentaron mayor densidad fueron *Paraonella sp.*, *Aricidea ramosa* y *Apoprionospio pigmaea*. El 64 % de las especies se ubicaron dentro de las raras (Fig. 24; cuadrante III). Dentro de estas, las especies de distribución única que se presentaron sólo en una estación fueron *Aricidea catherinae*, *Aricidea lopezi*, *Aricidea antennata*, *Aricidea sp.*, *Cirrophorus furcatus* y *Prionospio spinosa*. En este año ninguna especie se ubicó en el cuadrante IV que reúne a las especies comunes.

Tabla XV. Abreviaciones de especies de poliquetos utilizadas en las Figs. 23 y 24

Especie	
<i>Aedicira alisetosa</i>	Ad
<i>Aricidea catherinae</i>	Ac
<i>Aricidea lopezi</i>	Al
<i>Aricidea simplex</i>	As
<i>Aricidea antennata</i>	Aa
<i>Aricidea ramosa</i>	Ae
<i>Aricidea wassi</i>	Aw
<i>Aricidea s.</i>	Ar
<i>Cirroporus furcatus</i>	Cf
<i>Levinsenia gracilis</i>	Ls
<i>Levinsenia oculata</i>	Lo
<i>Paraonella sp.</i>	Pa
<i>Apoprionospio pygmaea</i>	Ap
<i>Lanice nuchala</i>	Ln
<i>Microspio pigmentata</i>	Mp
<i>Microspio spinosa</i>	Ms
<i>Minuspio lighti</i>	MI
<i>Paraprionospio pinnata</i>	Pp
<i>Prionospio steenstrupi</i>	Ps
<i>Polydora websteri</i>	Pw
<i>Spiophanes bombyx</i>	Sb
<i>Spiophanes duplex</i>	Sd
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	Sk
<i>Mediomastus ambiseta</i>	Ma
<i>Mediomasatus californiensis</i>	Mc
<i>Neonotomastus sp.</i>	Ne
<i>Aphelochaeta multifilis</i>	Am
<i>Aphelochaeta tigrina</i>	At
<i>Monticellina cryptica</i>	Mc
<i>Monticellina sibilina</i>	Mb
<i>Monticellina sp.</i>	Mo
<i>Chaetozone corona</i>	Cc
<i>Chaetozone hartmanae</i>	Ch
<i>Chaetozone senticosa</i>	Cs

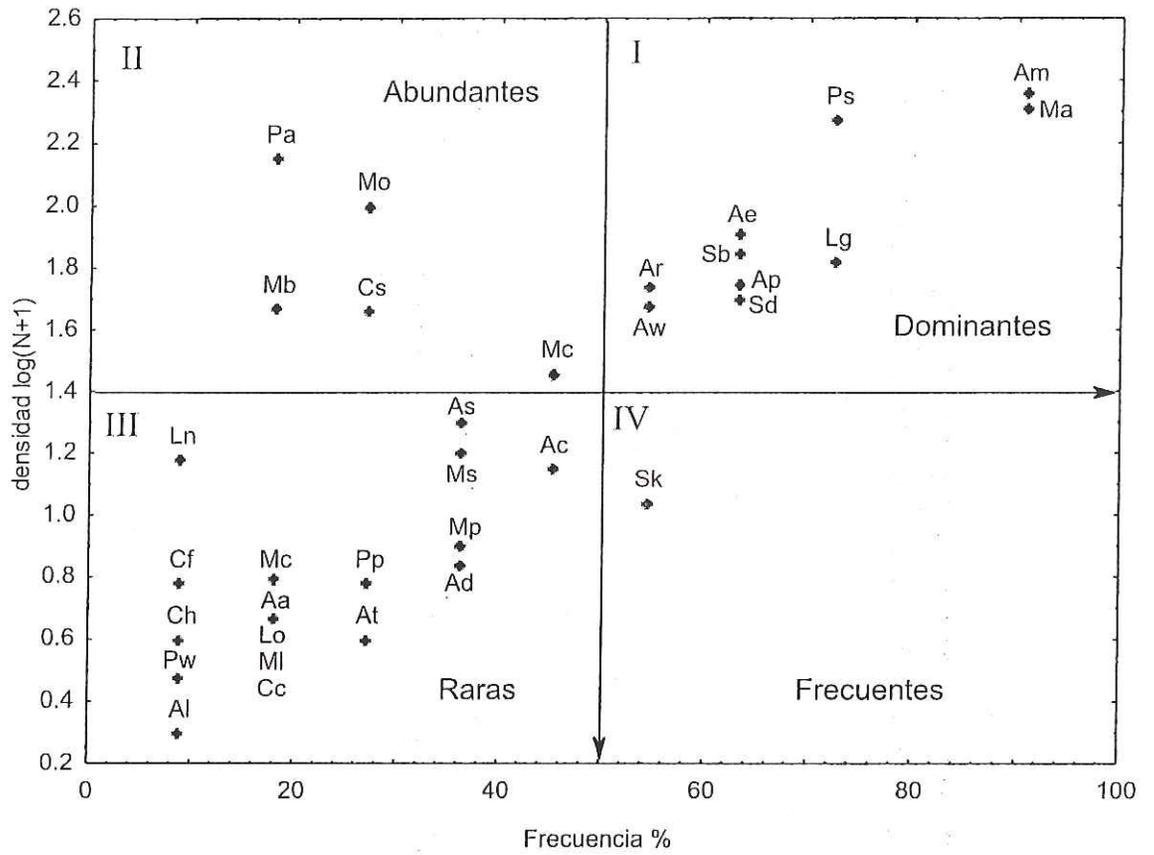


Figura 23. Gráfica de Olmstead y Tukey para las especies de poliquetos colectadas en 2003.

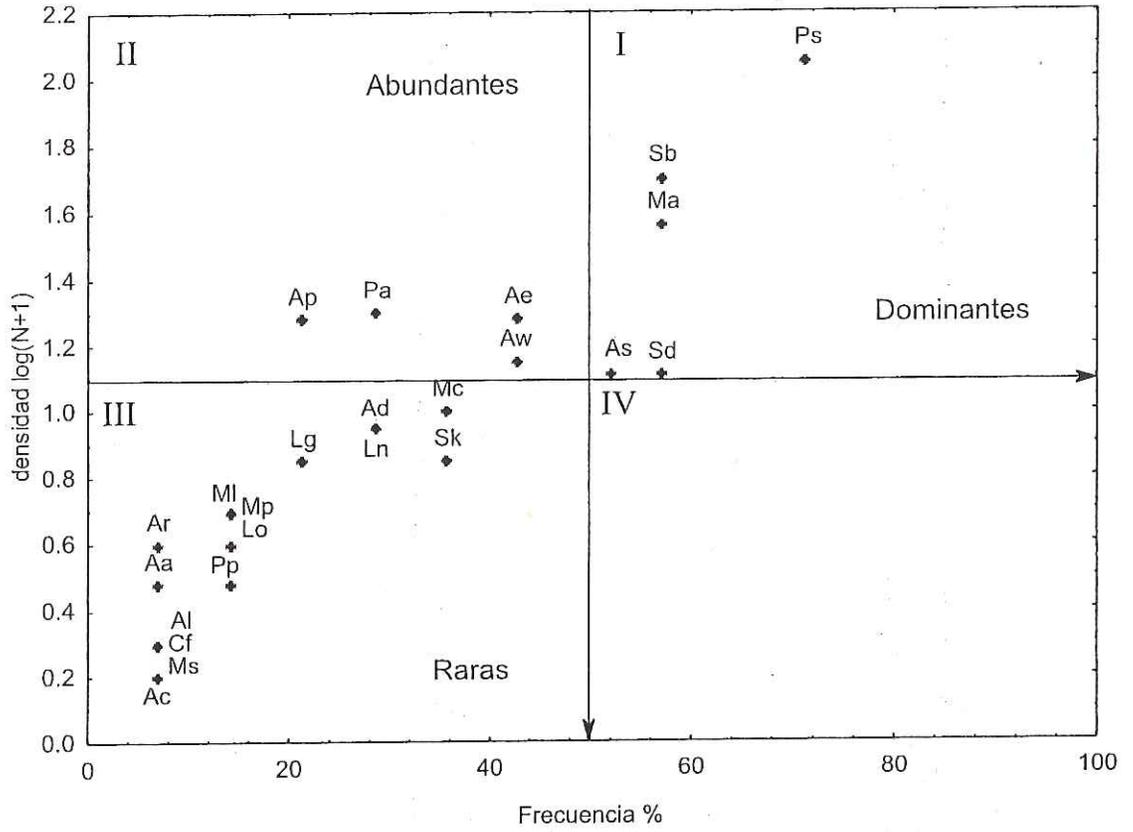


Figura 24. Gráfica de Olmstead y Tukey para las especies de poliquetos colectadas en 2004.

VI.5. Comparación abundancia/biomasa (ABC)

La Figura 25 muestra los resultados de las curvas de abundancia/biomasa para el 2003. Se observa para las estaciones 1, 3, 6 y 12 ubicadas en la parte costera sur y norte de la bahía, que la curva de biomasa descansa encima de la curva de abundancia en toda su longitud, indicando condiciones no perturbadas. Las estaciones 2, 9 y 15, en la parte sur y norte, pueden considerarse moderadamente perturbadas ya que las curvas de biomasa y abundancia se cruzan. Las estaciones 13, 16, 17 y 19 situadas en la parte noroeste de la bahía, son las que pueden considerarse de moderadas a perturbadas ya que las curvas de abundancia están en buena parte de su longitud encima de las de biomasa, además de que en dos estaciones se cruzan.

En el 2004 las estaciones 3, 5, 7, 12, 17, 18 y 21, ubicadas en la parte sur y noroeste, presentaron condiciones consideradas no perturbadas, ya que la curva de biomasa se encuentra encima de la curva de abundancia en toda su longitud (Fig. 26). En las estaciones 2, 6, 8, 20 y 22 que se sitúan en la parte sur y norte, las condiciones pueden considerarse como moderadas/no perturbadas debido a que las curvas se cruzan pero la curva de biomasa se encuentra por encima de la curva de abundancia en su mayor parte. Las estaciones que pueden considerarse moderadamente perturbadas son la 16 y 19 situadas en la parte norte de la bahía.

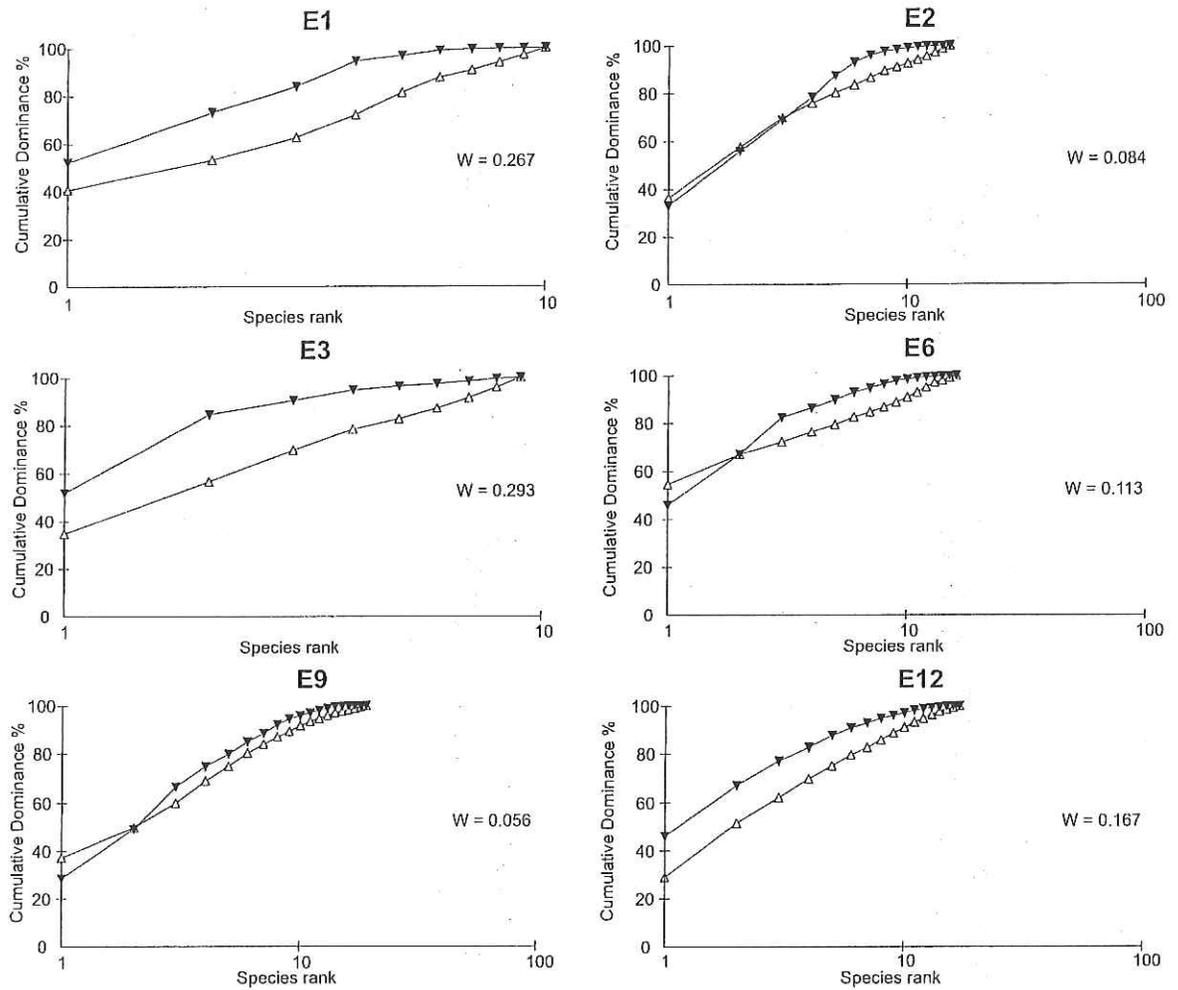


Figura 25. Curvas ABC para las familias de poliquetos de Bahía Salsipuedes en marzo de 2003. Biomasa (\blacktriangledown); abundancia (\triangle).

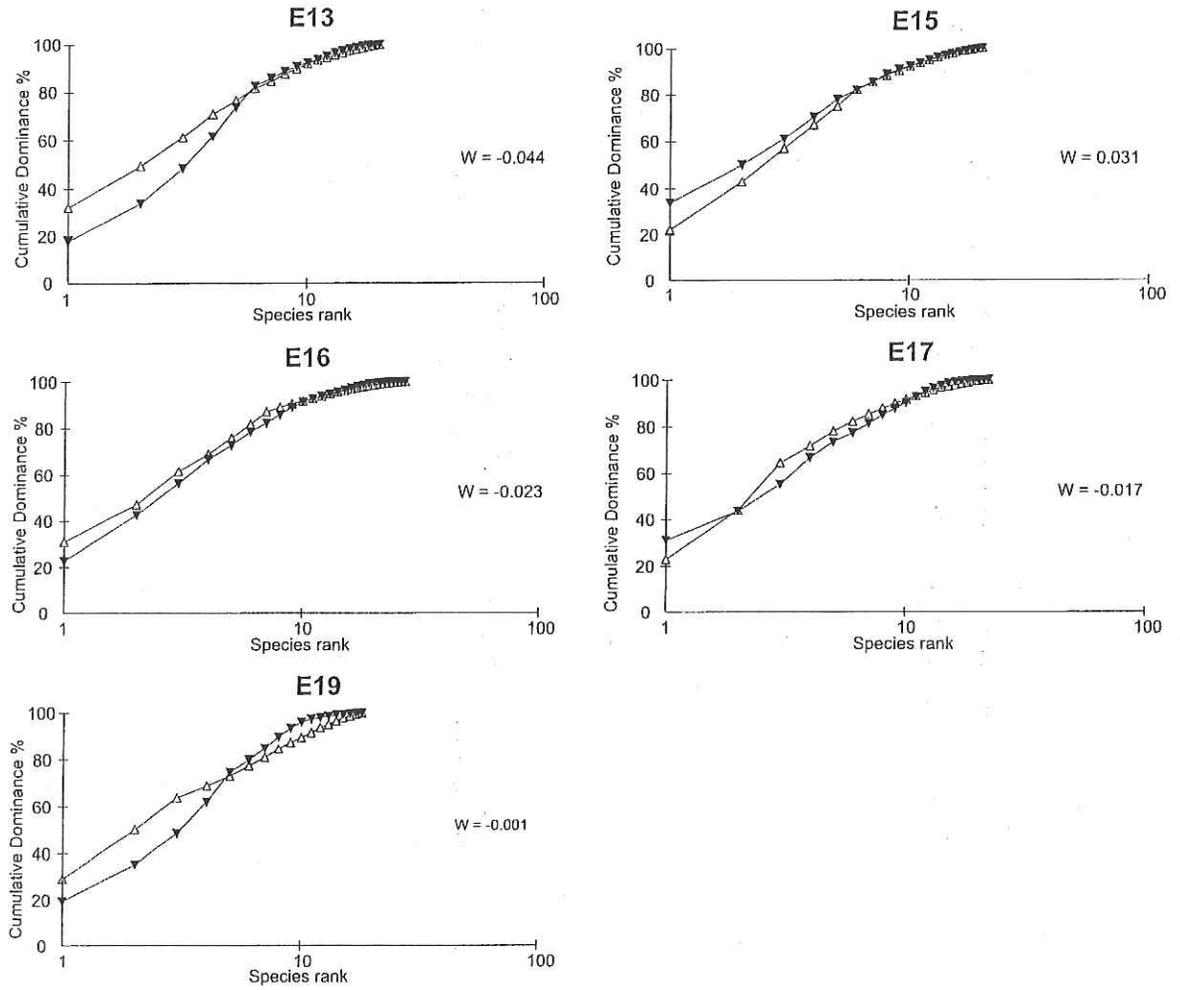


Figura 25. Continua...

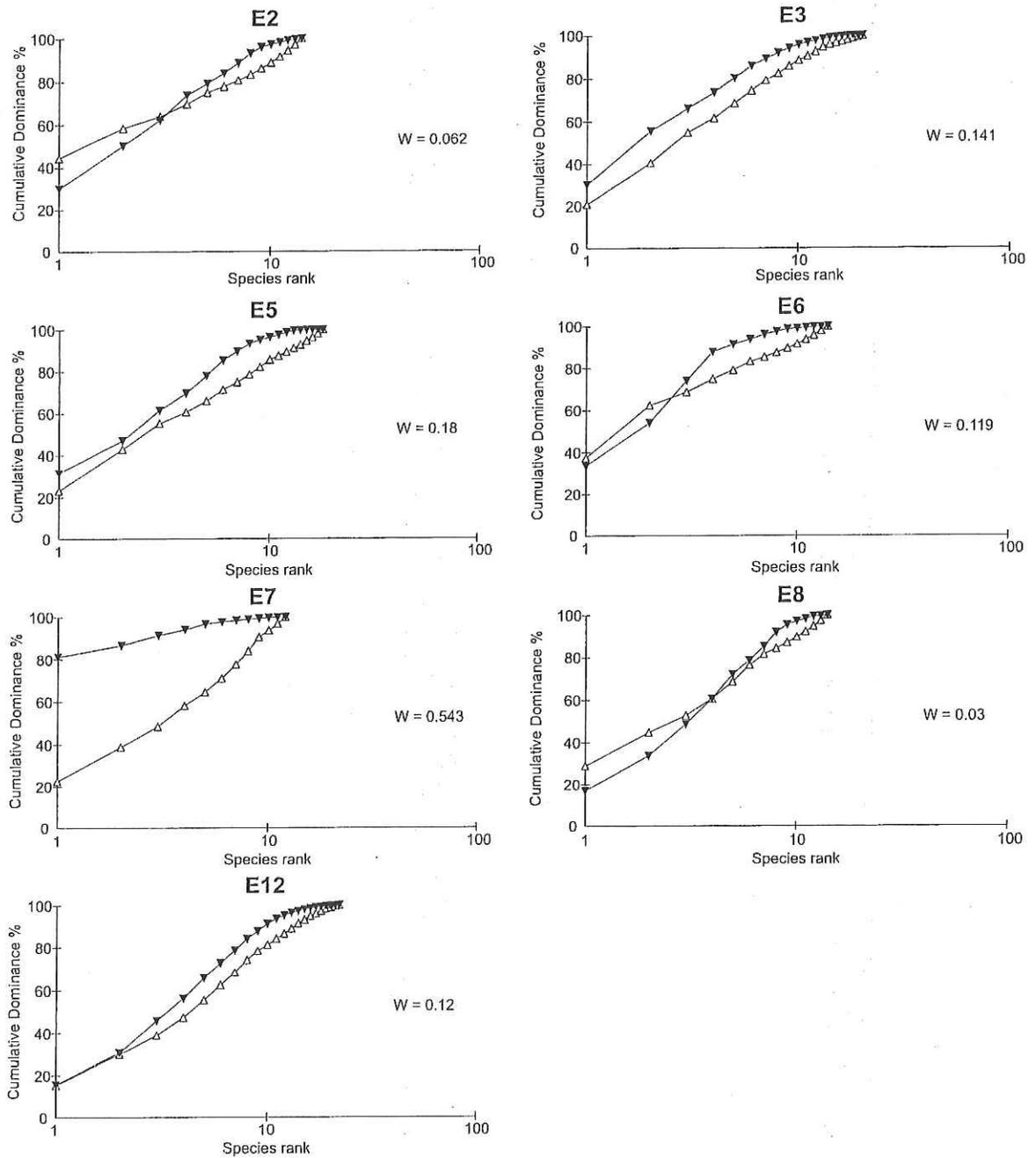


Figura 26. Curvas ABC para las familias de poliquetos de Bahía Salsipuedes en marzo de 2004. Biomasa (▼); abundancia (△).

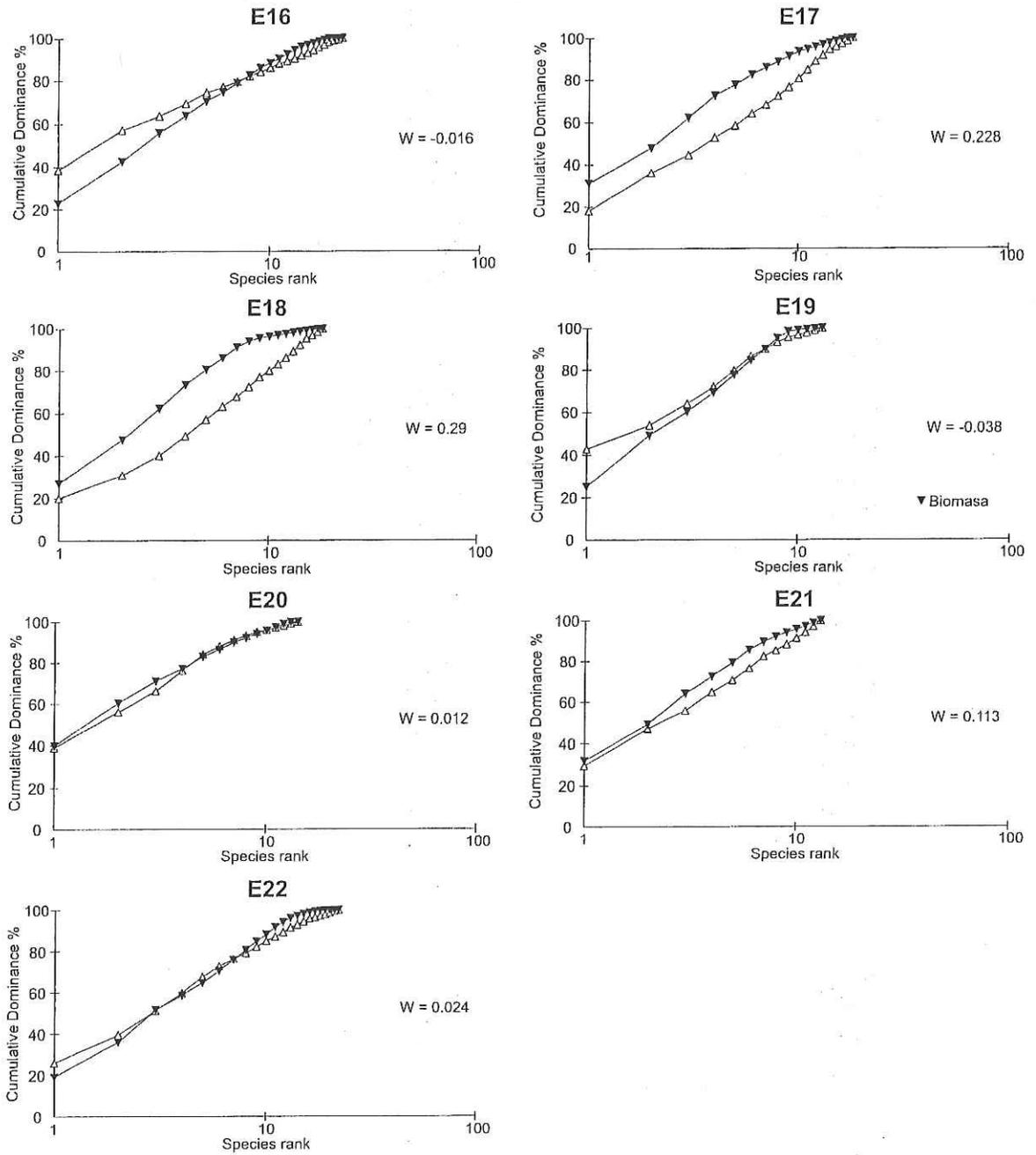


Figura 26. Continua...

VI.6. Grado de rigor ambiental

Al graficar los valores de diversidad y equitabilidad de 2003, estos quedaron ubicados únicamente en dos de los cuatro cuadrantes establecidos por el método de rigor-predictibilidad (Fig. 27). El ambiente tres se caracteriza por ser constante con un grado de tensión ambiental. En este ambiente se presentaron 7 estaciones (9, 12, 13, 15, 16, 17 y 19) ubicadas en la parte sur y norte de la bahía, las últimas cinco cerca del área de encierros (Fig. 28). La profundidad varió entre 40 y 75 m, el potencial redox osciló entre -151 a -210 mV y el sedimento fue arenoso y areno limoso. Se encontraron aquí los valores relativamente elevados de diversidad (2.14-2.29) y de equitabilidad (0.69-0.78).

El ambiente cuatro es moderadamente favorable, con condiciones inestables y un cierto grado de tensión ambiental. Las estaciones (1, 2, 3 y 6) en este ambiente se ubicaron en la parte sureste cerca de la costa alejadas de los encierros. Se presentaron profundidades entre 20 y 47 m, niveles de potencial redox entre -115 y -158 mV y sedimentos arenosos. Los valores de diversidad fueron bajos (1.76-2.03) y los de equitabilidad relativamente altos (0.65-0.85).

En 2004 los valores de diversidad y equitabilidad quedaron ubicados en tres cuadrantes (Fig. 29). El ambiente dos es favorable y estable. Cinco estaciones (3, 5, 12, 17 y 18) se presentaron en este estado (Fig. 30). Se presentaron profundidades entre 37 y 92 m, niveles de potencial redox entre -112 y -302 mV, concentraciones relativamente bajas de carbono orgánico (0.28-0.48 %) pero con una estación (18) con la concentración más alta (2.52 %), el nitrógeno osciló entre 0.027- 0.11 % y el sedimento fue areno-limoso y limo-arenoso.

Los valores de diversidad y equitabilidad oscilaron entre 2.43-2.71 y 0.81-0.91 respectivamente.

El ambiente tres es constante con un grado de tensión ambiental. Ocho estaciones presentaron este grado de rigor (2, 7, 8, 16, 19, 20, 21, y 22) ubicadas en la parte sur y norte de la bahía, con tres estaciones situadas cerca de los encierros (16, 20 y 22). La profundidad varió entre 30 y 76 m, el potencial redox osciló entre -110 y -240 mV, la concentración de carbono fue de 0.32 a 0.75 %, el nitrógeno osciló entre 0.042-0.11 % y el sedimento fue arenoso, areno-limoso y limo-arenoso. La diversidad osciló entre 1.94-2.50, mientras la equitabilidad varió entre 0.76-0.96.

El ambiente cuatro es moderadamente favorable. Con condiciones inestables y un cierto grado de tensión ambiental. Sólo una estación se ubicó en este ambiente (6) situada en la parte sur cerca de la costa, con una profundidad de 20 m. El potencial redox fue de -210 mV, las concentraciones de carbono y nitrógeno orgánicos fueron de 0.19 y 0.029 % respectivamente y el sedimento fue arenoso. Los valores de diversidad y equitabilidad fueron de 1.79 y 0.65 respectivamente.

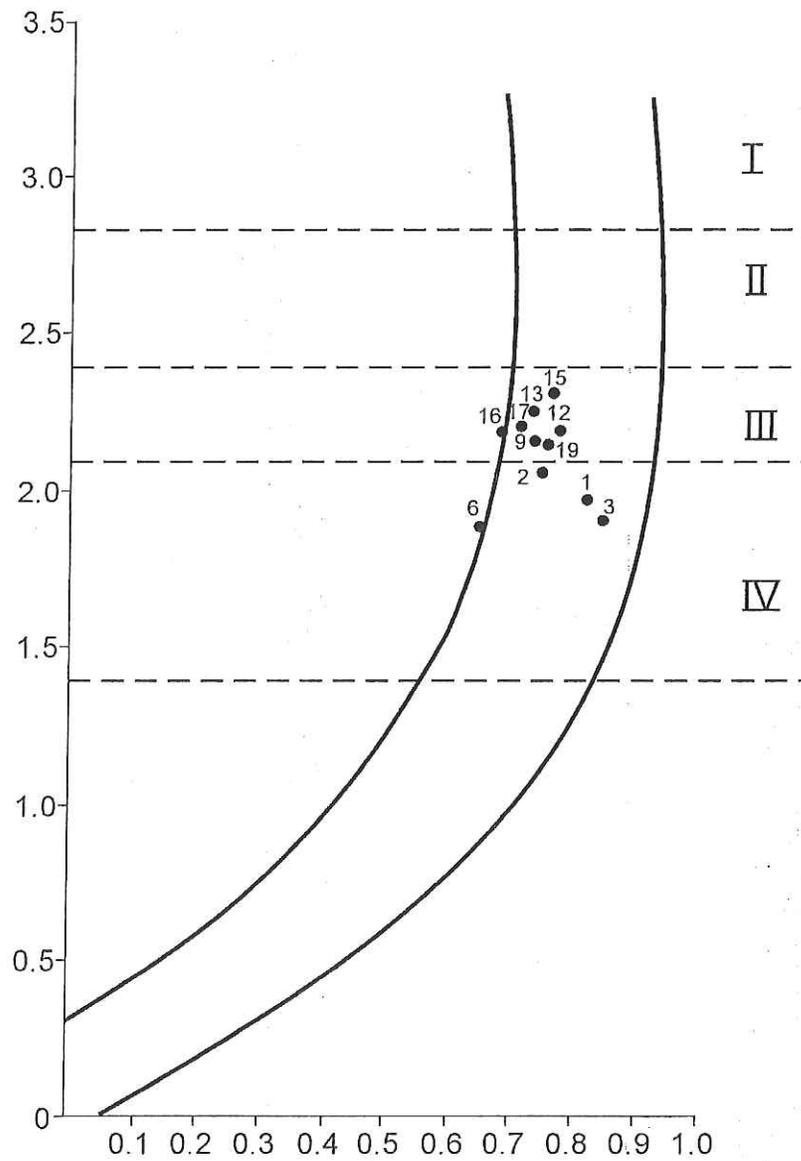


Figura 27. Modelo de Rigor-Predictibilidad en Bahía Salsipuedes en 2003. Las estaciones están localizadas en diferentes ambientes. I Muy favorable y estable, II favorable y estable, III constante con un grado de tensión ambiental, IV moderadamente favorable, condiciones inestables y un cierto grado de tensión ambiental.

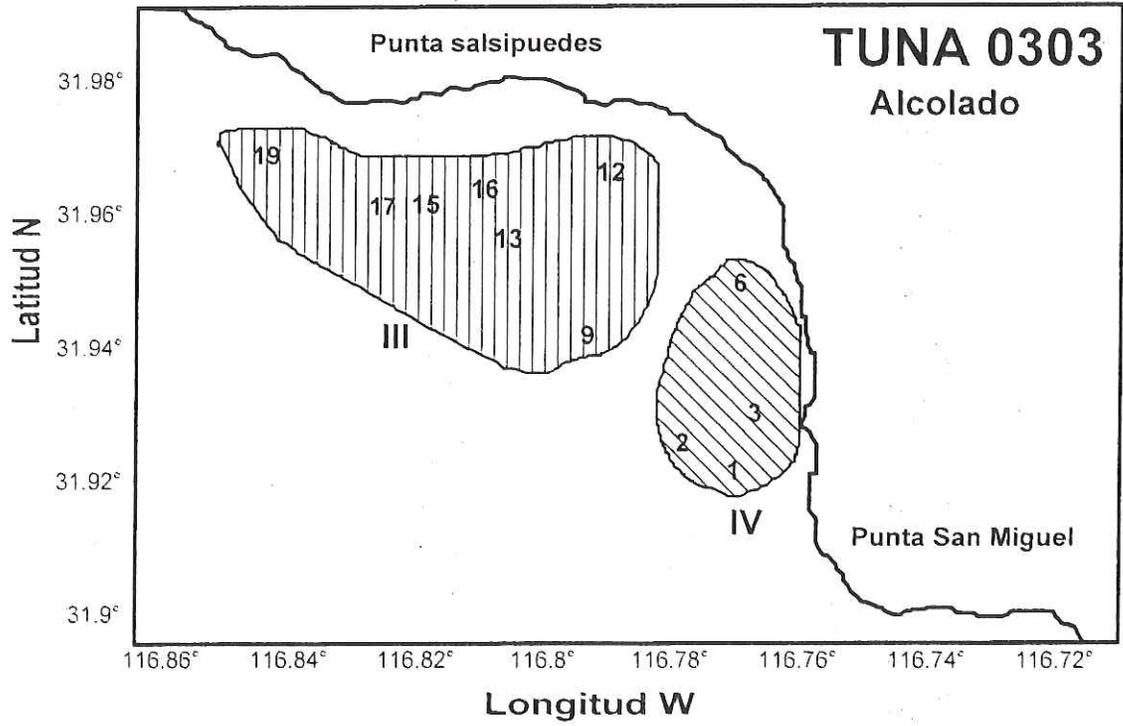


Figura 28. Distribución de los ambientes encontrados con la prueba de Rigor-Predictibilidad.

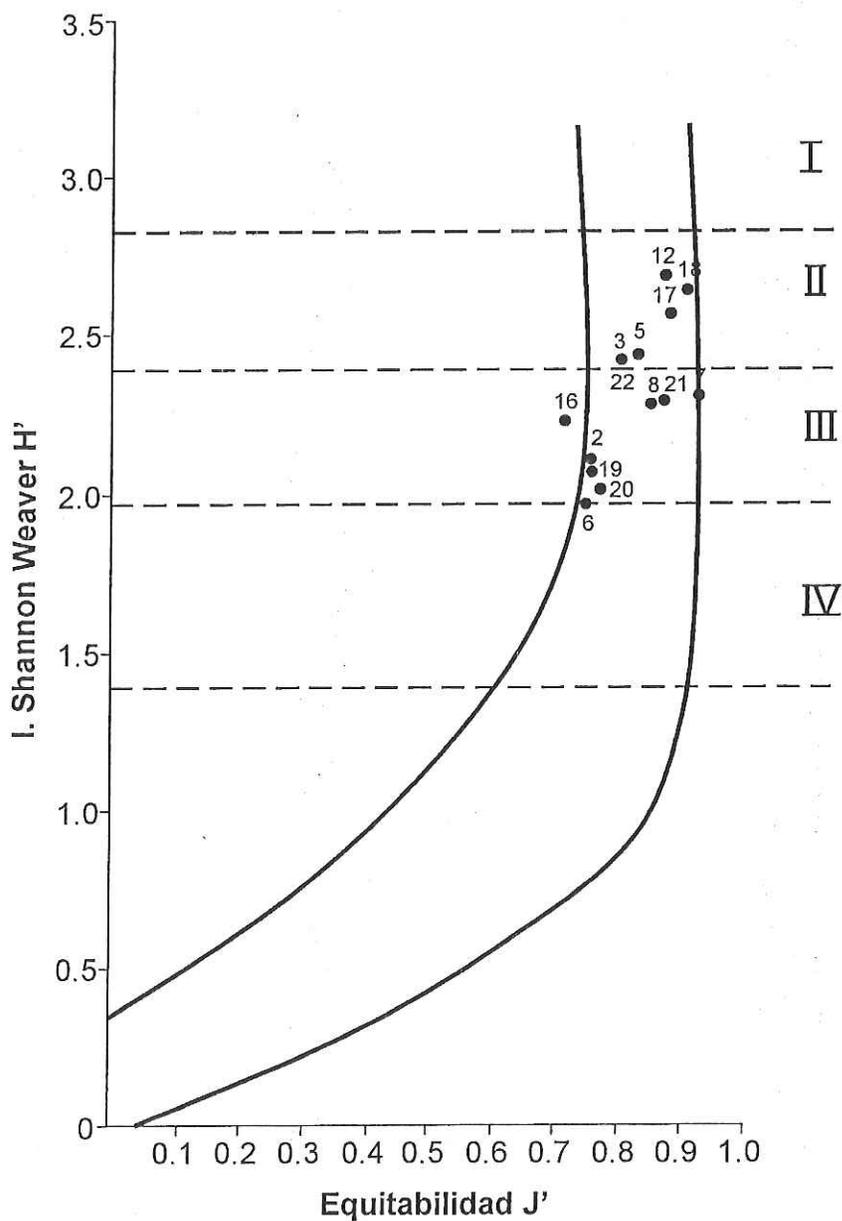


Figura 29. Modelo de Rigor-Predictibilidad en Bahía Salsipuedes en 2003. Las estaciones están localizadas en diferentes ambientes. I Muy favorable y estable, II favorable y estable, III constante con un grado de tensión ambiental, IV moderadamente favorable, condiciones inestables y un cierto grado de tensión ambiental.

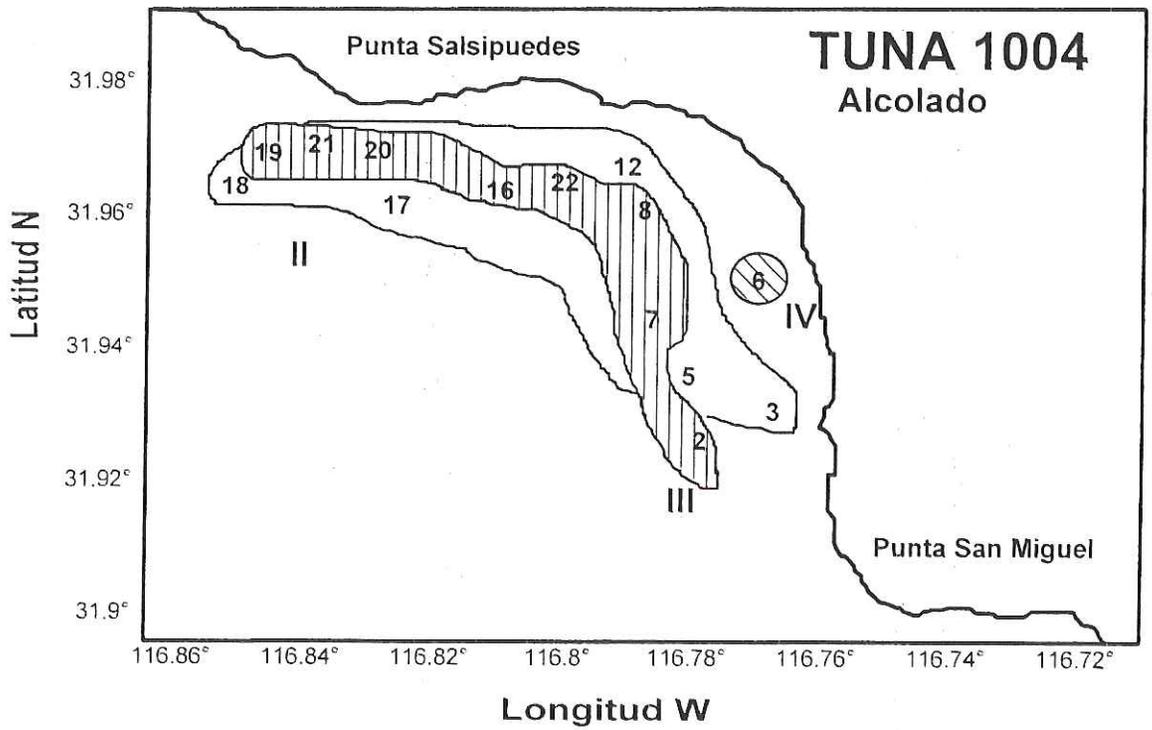


Figura 30. Distribución de los ambientes encontrados con la prueba de Rigor-Predictibilidad en 2004.

VI.7. Análisis de asociación

En 2003 el análisis cualitativo de Sorensen agrupó a las estaciones de muestreo con un 25 % de similitud en res grupos (Fig. 31).

El grupo I constituido por las estaciones 1 y 3, cada una presentó 10 y 9 familias respectivamente y se ubicaron en la parte sur de la bahía (Fig. 32). Las familias que compartieron fueron Spionidae, Glyceridae, Cirratulidae, Lumbrineridae, Syllidae y Onuphidae.

El grupo II se subdividió en dos subgrupos. El II-A con las estaciones 2 y 19, presentaron 15 y 17 familias respectivamente, se ubicaron en los extremos sur y norte alejados de la costa. Compartieron a las familias Sternaspidae, Nephtyidae, Glyceridae, Cirratulidae, Capitellidae, Lumbrineridae, Syllidae y Onuphidae. El subgrupo II-B constituido por las estaciones 9, 12 y posiblemente la 6, presentaron de 9 a 19 familias y se ubicaron en la parte sur y norte de la bahía (Fig. 32). Compartieron a las familias Spionidae, Nephtyidae, Glyceridae, Cirratulidae, Capitellidae, Maldanidae, Nereididae, Onuphidae, Paraonidae y Sigalionidae.

El grupo III también se subdividió en dos subgrupos. El III-A con las estaciones 13 y 16 con 21 y 26 familias respectivamente, se ubicó en la parte norte al oeste de los encierros de atún. Las familias comunes fueron Sternaspidae, Spionidae, Nephtyidae, Glyceridae, Cirratulidae, Ampharetidae, Capitellidae, Hesionidae, Maldanidae, Lumbrineridae, Terebellidae, Syllidae, Orbinidae, Onuphidae, Paraonidae, Pholoidae, Polynoidae, Sabellidae, Magelonidae y Cossuridae.

El subgrupo III-B constituido por las estaciones 15 y 17 presentaron 20 y 22 familias respectivamente, se ubicó en la parte norte de la bahía (Fig. 32). Las familias que compartieron fueron Sternaspidae, Spionidae, Nephtyidae, Glyceridae, Cirratulidae, Ampharetidae, Capitellidae, Hesionidae, Maldanidae, Nereididae, Lumbrineridae, Terebellidae, Owenidae, Syllidae, Orbinidae, Onuphidae, Paraonidae, Pholoidae, Polynoidae y sabellidae.

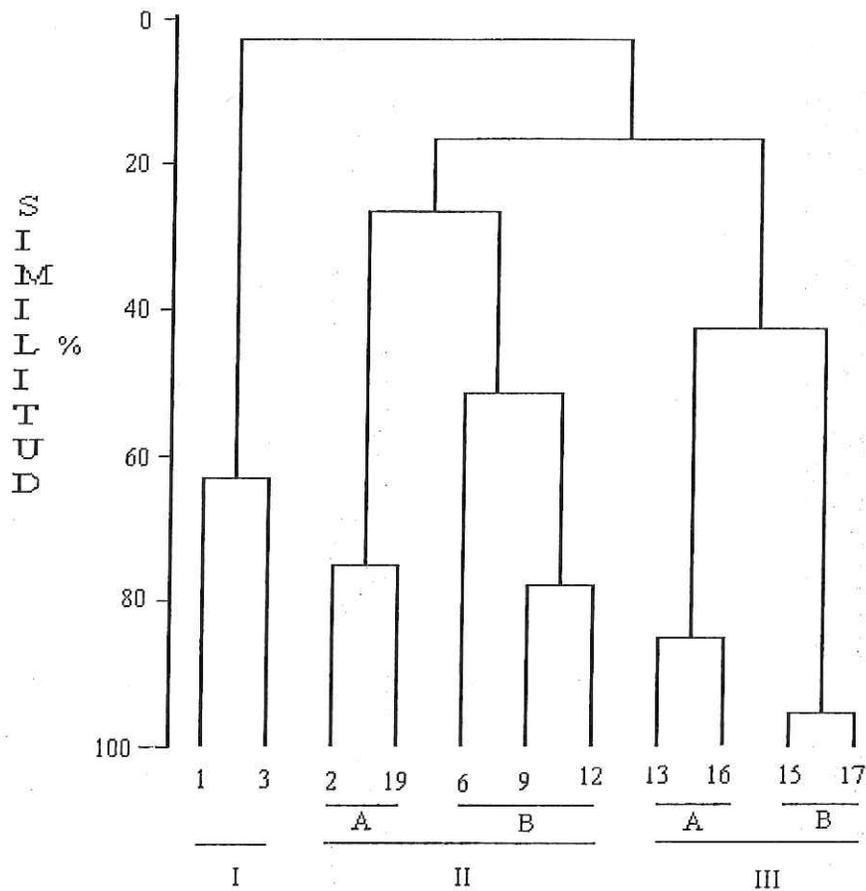


Figura 31. Dendrograma generado con el coeficiente de Sorensen para los datos de presencia-ausencia en 2003.

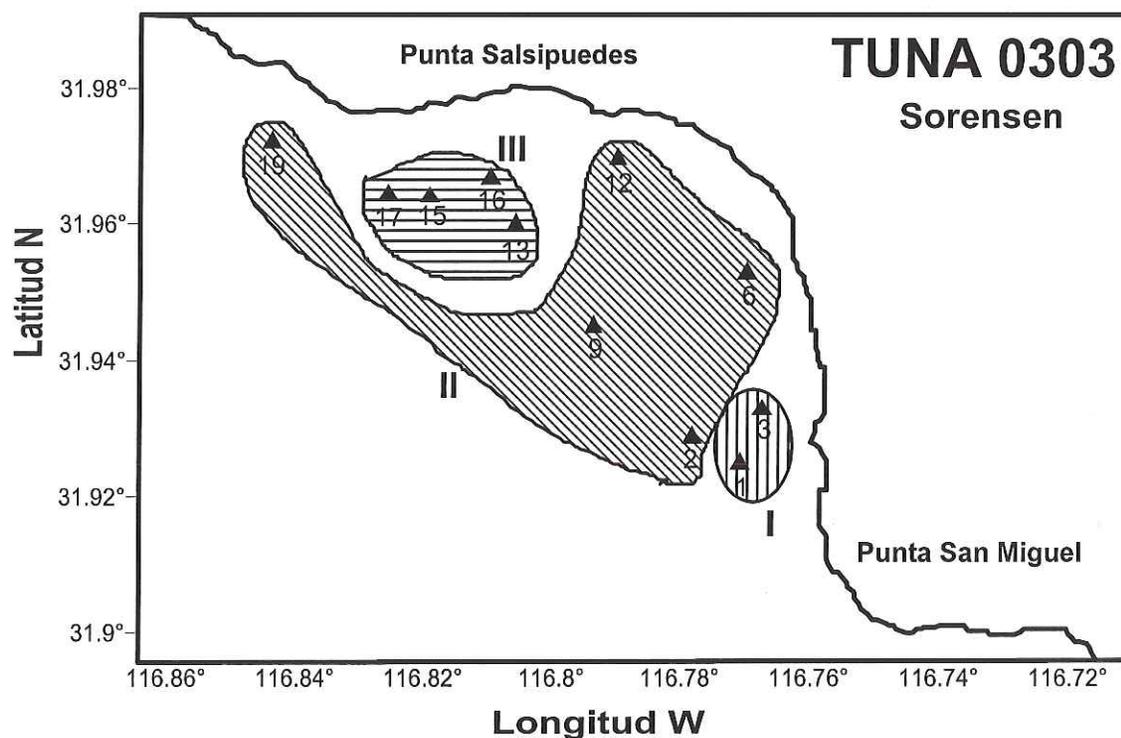


Figura 32. Distribución resultante basada en el dendrograma de Sorensen en 2003.

El dendrograma resultante utilizando el coeficiente cuantitativo de Bray-Curtis mostró la separación de las estaciones en los grupos I y II (Fig. 33).

El grupo I estuvo constituido por las estaciones 9 y 13 y posiblemente la 19, ubicadas en la parte sur y noroeste de la bahía, cada una con 17 a 21 familias (Fig. 34). Compartieron a las familias Sternaspidae, Nephtyidae, Glyceridae, Cirratulidae, Capitellidae, Maldanidae, Lumbrineridae, Syllidae, Onuphidae, Paraonidae, Pholoidae, Sabellidae y Magelonidae.

El grupo II se subdividió en dos grupos. El grupo II-A constituido por las estaciones 12 y 6 abarcando la parte sur y norte, presentaron 9 y 17 familias respectivamente. Las familias que compartieron fueron Spionidae, Nephtyidae, Glyceridae, Cirratulidae, Capitellidae, Maldanidae, Nereididae, Orbinidae, Onuphidae, Paraonidae, Polynoidae y Sigalionidae. El subgrupo II-B constituido por las estaciones 1, 2 y 3 con 9 a 15 familias, se ubicó en la parte sur de la bahía (Fig. 34). Las especies comunes fueron Spionidae, Cirratulidae, Lumbrineridae y Syllidae.

Las estaciones 15, 16 y 17 resultaron independientes con este análisis.

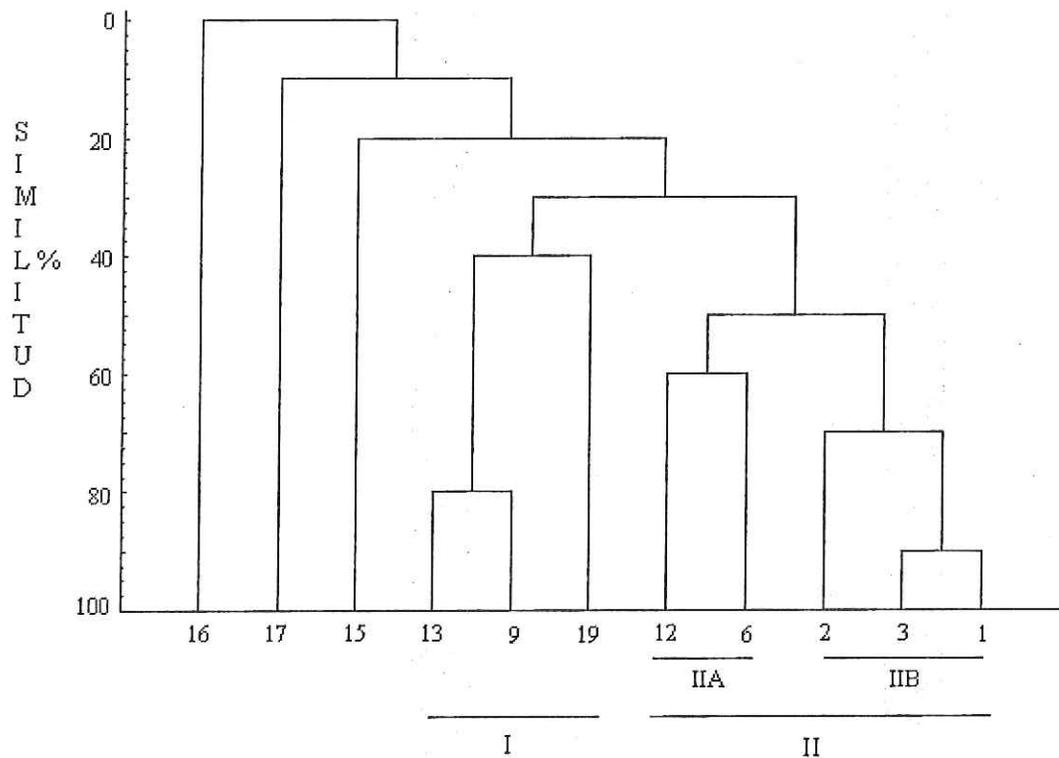


Figura 33. Dendrograma generado con el coeficiente de Bray-Curtis para la abundancia de 2003 transformada a $\log(X+1)$.

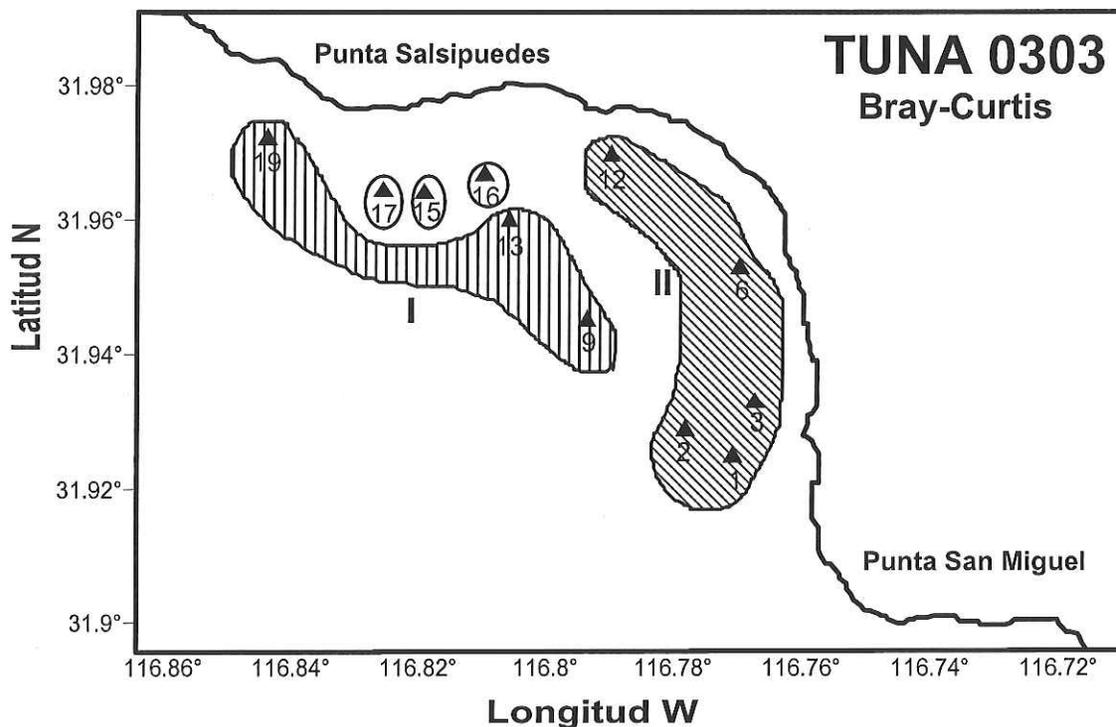


Figura 34. Distribución resultante basada en el dendrograma de Bray-Curtis en 2003.

En 2004, el dendrograma resultante de la aplicación del coeficiente de Jaccard (Fig. 35) definió 3 grupos de estaciones a un nivel de similitud de 12 %, cada uno de los cuales se subdividió en dos subgrupos.

Del grupo I, subgrupo I-A estuvo constituido por las estaciones 2 y 7 ubicadas en la parte sur de la bahía (Fig. 36), cada una con 12 familias. Las familias que compartieron fueron Paraonidae, Cirratulidae, Spionidae, Syllidae, Glyceridae, Lumbrineridae, Sternaspidae, Terebellidae, Sigalionidae y Goniadidae. El I-B se formó por las estaciones 3, 6 y 8 ubicadas en la parte sur y norte cerca de la costa, presentaron de 14 a 20 familias.

Compartieron las familias Paraonidae, Cirratulidae, Spionidae, Syllidae, Maldanidae, Onuphidae, Glyceridae, Sigalionidae y Goniadidae.

Del grupo II, el subgrupo II-A estuvo constituido por las estaciones 5, 19 y 21 ubicadas en la parte sur y noroeste (Fig. 36), presentaron de 13 a 18 familias. Compartieron las familias Paraonidae, Cirratulidae, Spionidae, Capitellidae, Syllidae, Orbiniidae, Glyceridae, Lumbrineridae y Phyllodocidae. El II-B formado por las estaciones 17 y 22 con 18 y 22 familias respectivamente, se ubicó en la parte norte de la bahía. Las familias que compartieron fueron Paraonidae, Cirratulidae, Spionidae, Capitellidae, Syllidae, Nephtyidae, Oweniidae, Maldanidae, Onuphidae, Orbiniidae, Glyceridae, Lumbrineridae, Terebellidae, ampharetidae, Phyllodocidae, Trichobranchidae y Sabellidae.

El grupo III, el subgrupo III-A estuvo constituido por las estaciones 12 y 16 ubicadas en la parte norte, presentaron 22 familias cada una. Las familias comunes fueron Paraonidae, Ciorratulidae, spionidae, Capitellidae, syllidae, Nephtyidae, Maldanidae, Onuphidae, Orbiniidae, Glyceridae, Lumbrineridae, Pholoidae, Sabellidae, Nereididae, Ampharetidae, Phyllodocidae, Polynoidae y Flabelligeridae. El subgrupo III-A estuvo formado por las estaciones 18 y 20 ubicadas en la parte noroeste de la bahía (Fig. 36) con 11 y 13 familias respectivamente. Compartieron las familias Paraonidae, Cirratulidae, Spionidae, Oweniidae, Maldanidae, Onuphidae, Orbiniidae, Glyceridae, Lumbrineridae, Pholoidae, Sternaspidae y Flabelligeridae.

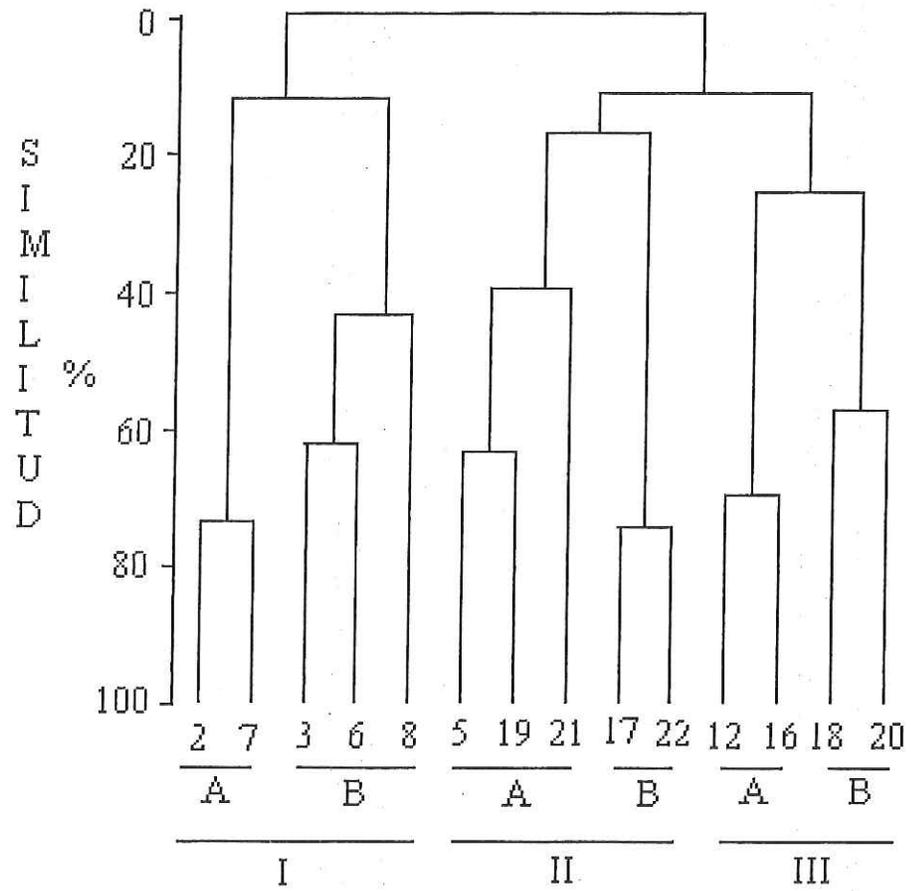


Figura 35. Dendrograma resultante con el coeficiente de Jaccard para los datos de presencia-ausencia en 2004.

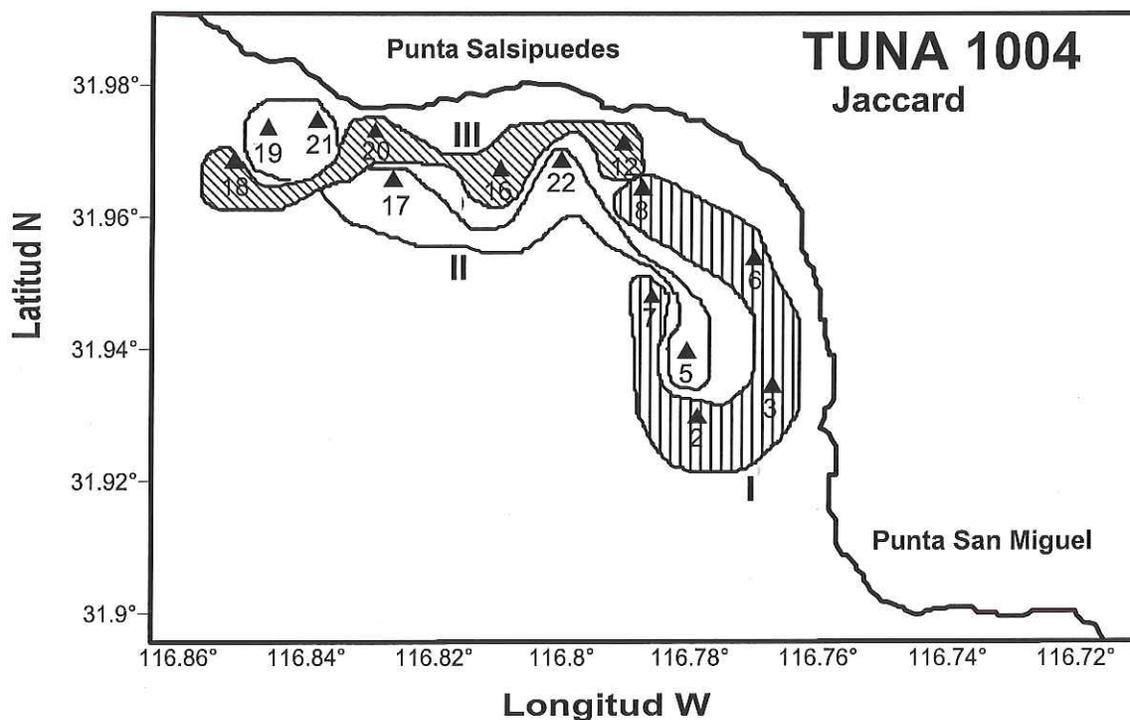


Figura 36. Distribución resultante basada en el dendrograma de Jaccard en 2004.

El análisis de similitud de Bray-Curtis agrupó a las estaciones de muestreo con una similitud de 58% en tres grupos: I, II, III (Fig. 37).

El grupo I estuvo constituido por las estaciones 2, 6, 7 y 8, ubicadas en la parte sur y norte de la bahía (Fig. 38), cada una con 12 a 14 familias. Las familias que compartieron fueron Paraonidae, Cirratulidae, Spionidae, Syllidae, Glyceridae y Goniadidae.

El grupo II agrupó a las estaciones 3, 5, 12, 16, 17, 18, 19 y 22 ubicadas en la parte sur y norte. Estas estaciones presentaron de 13 a 22 familias. Las familias comunes fueron Paraonidae, Cirratulidae, Spionidae, Maldanidae, Syllidae, Maldanidae, Orbiniidae, Glyceridae y Lumbrineridae.

El grupo III constituido por las estaciones 20 y 21 con 14 y 15 familias respectivamente, se ubicó en la parte noroeste de la bahía al oeste de encierros de atún. Las familias que compartieron fueron Paraonidae, Cirratulidae, Spionidae, Orbiniidae, Glyceridae, Lumbrineridae, Sternaspidae, Terebellidae, Phyllodocidae y Flabelligeridae.

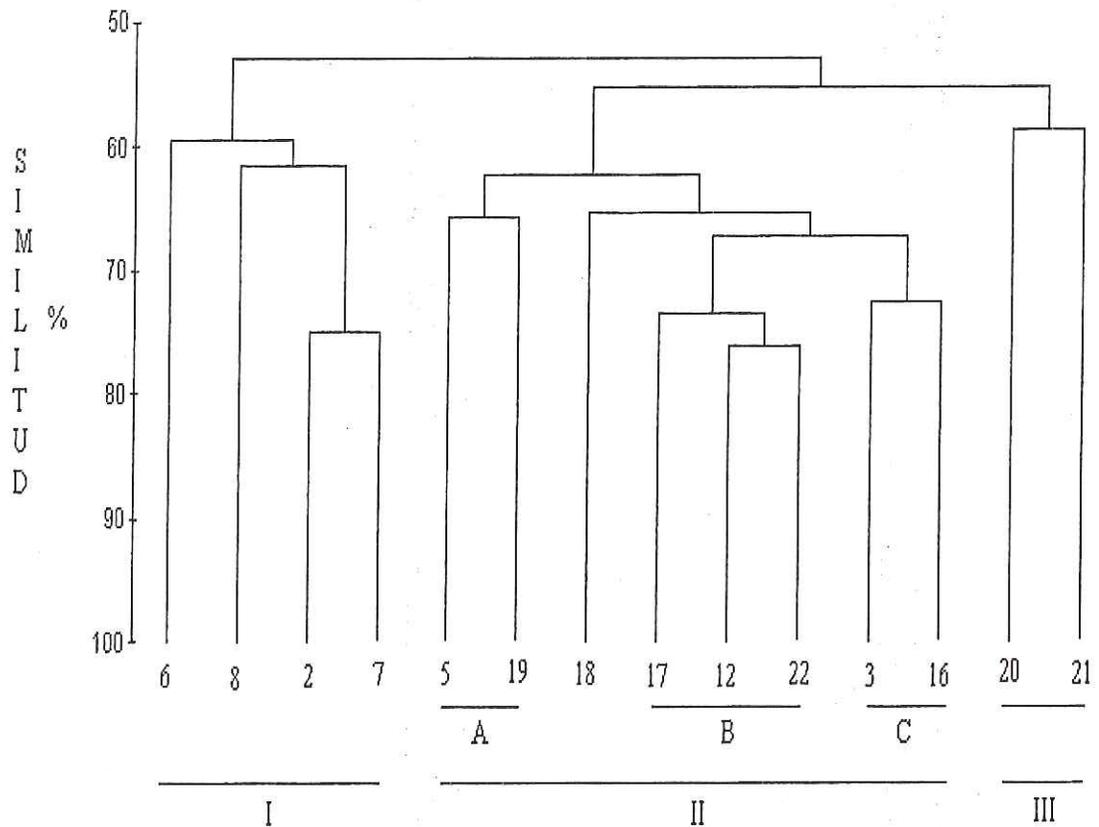


Figura. 37. Dendrograma generado con el coeficiente de Bray-Curtis para la Abundancia de 2004 transformadas a $\log(X+1)$.

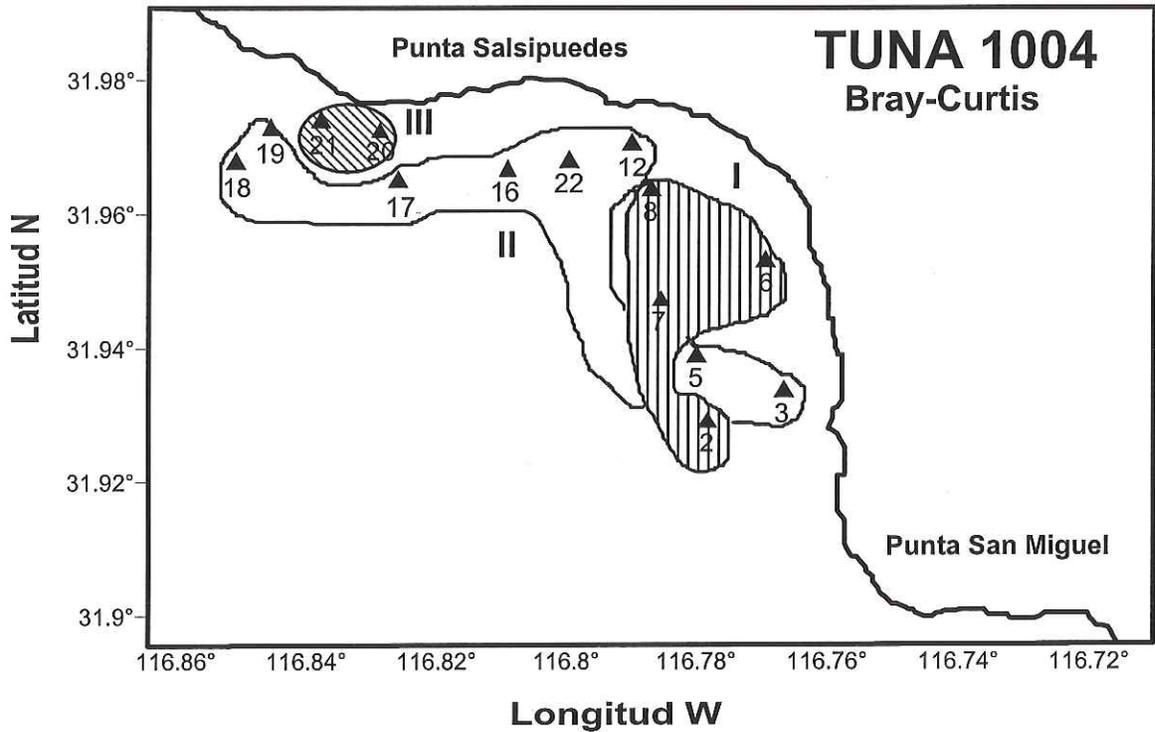


Figura. 38. Distribución resultante basada en el dendrograma de Bray-Curtis en 2004.

VI.8. Escalamiento Multidimensional no Métrico

En 2003 el análisis de MDS aplicado a una matriz de 30 familias y 11 estaciones, dio como resultado una ordenación de las estaciones en dos principales grupos bien definidos. El valor de stress de 0.05 indica que la configuración tuvo una buena representación de las similitudes faunísticas entre estaciones. El grupo I reunió a las estaciones 1, 2, 3 y 6, las que se ubicaron en la parte costera sur alejadas de los encierros (Fig. 39). El grupo II estuvo constituido por las estaciones 9, 12, 13, 15, 16, 17 y 19, ubicadas al sur y norte de la

bahía, con la estación 16 cerca de encierros. Este patrón es similar al obtenido con el análisis de clasificación.

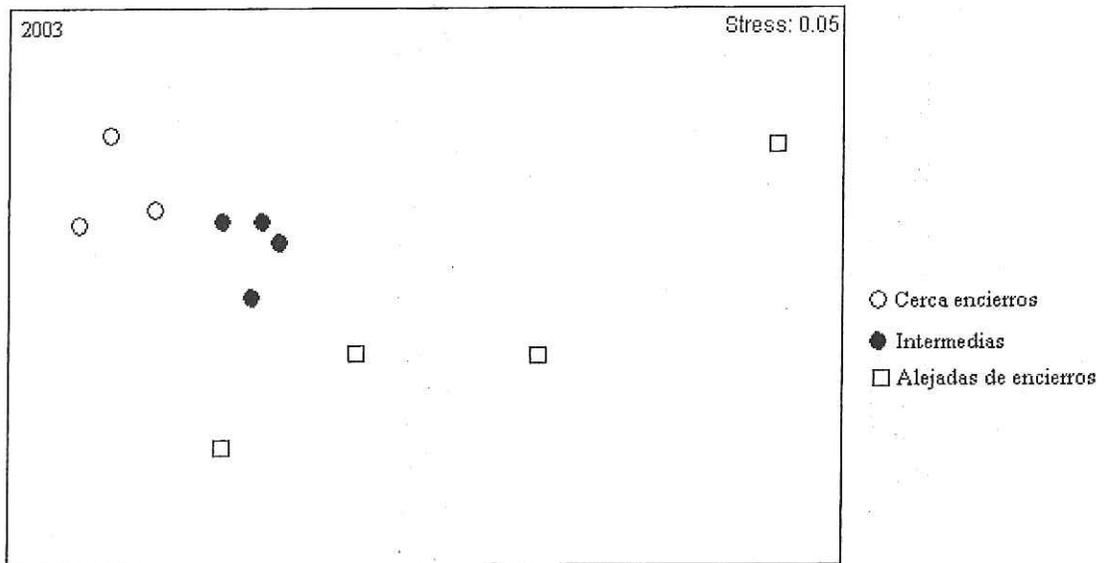


Figura 39. Ordenamiento MDS de 2003 basada en abundancias transformadas a $\log(X+1)$ y similitud Bray-Curtis.

En 2004 el MDS aplicado a una matriz de 31 especies y 14 estaciones mostró dos grupos. El grupo I incluyó a las estaciones 2, 3, 5, 6, 7 y 8 que corresponden a una franja costera sur a norte alejada de los encierros (Fig. 40). El grupo II estuvo constituido por las estaciones 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22 que se ubicaron en la parte norte y noroeste, con las estaciones 16, 20 y 22 situadas al oeste de los encierros. El valor de stress obtenida fue de 0.17 lo cual indica que el patrón observado puede presentar algunas dificultades para ser totalmente explícito.

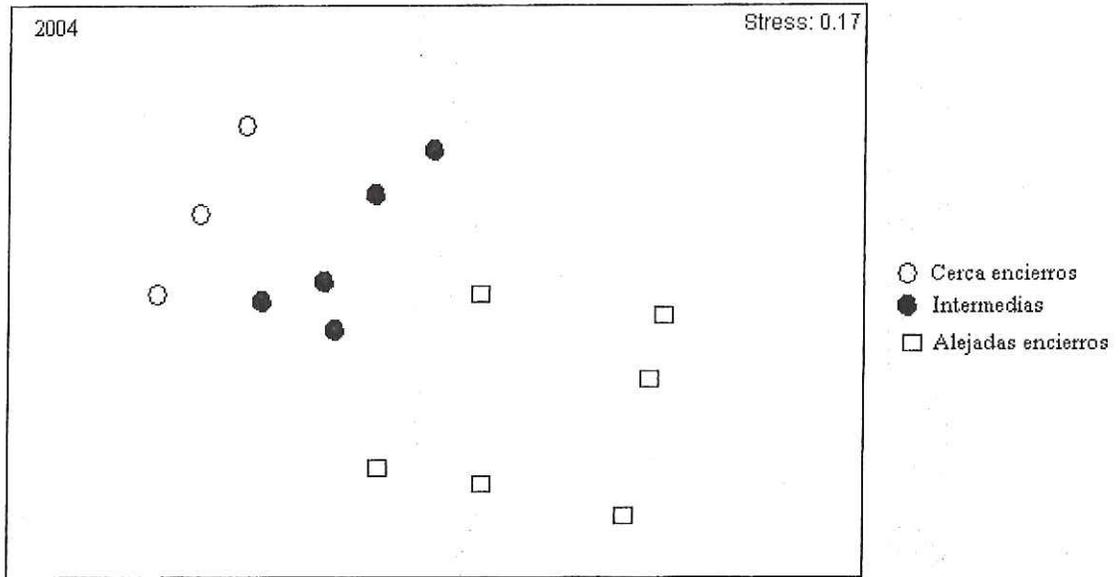


Figura. 40. Ordenación MDS de 2004 basada en abundancias transformadas a $\log(X+1)$ y similitud Bray-Curtis.

VI.9. Análisis de Componentes Principales

Sólo se realizó este análisis para el 2004 debido a que para el 2003 el número de variables fue muy reducido. Con el propósito de dilucidar las posibles influencias de las variables abióticas sobre las variables bióticas, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para correlacionar el potencial redox (Eh), porcentaje de fracción fina (% FF), carbón orgánico (% C), nitrógeno orgánico (% N), oxígeno disuelto (OD) con abundancia y biomasa de poliquetos encontrados en la zona. El ACP extrajo tres componentes principales con una varianza explicada total de 80 %. Sólo las correlaciones mayores a 0.60

fueron consideradas significativas. El primer componente o eje principal está compuesto principalmente por OD, % N y % FF en ese orden y explica el 34.7 % de la varianza total. El segundo factor está representado por únicamente por las variables bióticas abundancia y biomasa y explica el 22.8 % de la varianza total. El tercer componente es representado por Eh y % C y determina el 22.3 % de la varianza total (Tabla XVI).

Debido a que el propósito de este análisis es examinar la correlación entre variables bióticas y abióticas, sólo se examinó la gráfica del primer componente principal *versus* el tercer componente principal. La Figura 41 nos indica que la abundancia está determinada por el primer componente principal (OD, % N, % FF en ese orden), lo que significa que a un cambio importante en cualquiera de estas variables se espera un cambio en abundancia de poliquetos en el área de estudio. Por otro lado, en la misma figura podemos ver que la biomasa está determinada de igual manera por ambos componentes o factores lo que nos indica que un cambio en las variables abióticas medidas afectará la biomasa de poliquetos.

Tabla XVI. Factores de peso para la extracción de componentes principales y proporción de la varianza explicada para cada factor.

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Oxígeno disuelto	-0.783055	0.072485	-0.262106
Potencial redos (Eh)	-0.121073	-0.089689	-0.937167
% Carbono orgánico	0.560328	0.065780	0.684088
% Nitrógeno	0.848293	-0.217500	0.223068
% Iodos (FF)	0.803363	0.294928	0.100447
Abundancia	-0.257942	0.864131	-0.086106
Biomasa	0.249127	0.838046	0.283508
Varianza explicada	2.435392	1.601362	1.562596
Proporción de la varianza total	0.347913	0.228766	0.223228

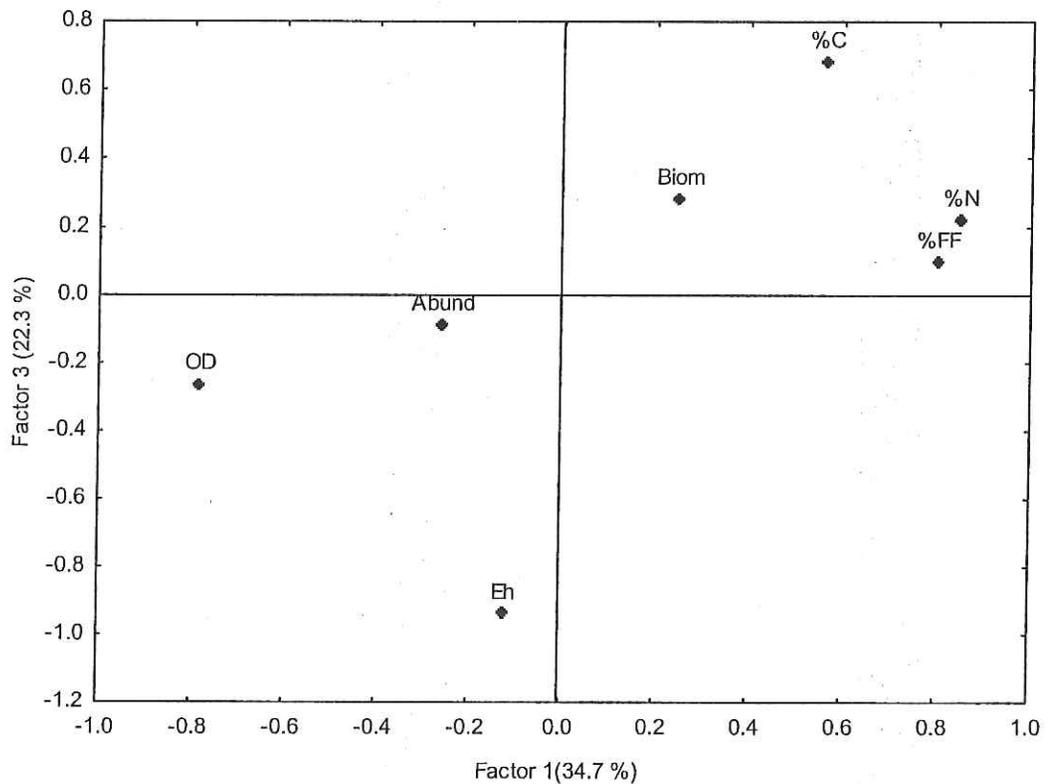


Figura. 41. Gráfica de correlaciones de las variables en el factor 1 vs. Factor 3.

VII. DISCUSION

El presente estudio aporta información sobre la macrofauna béntica y particularmente sobre las comunidades de anélidos poliquetos de Bahía Salsipuedes, donde opera una granja de encierros de engorda de atún aleta azul. Adicionalmente, al norte de esta zona se hará una terminal regasificadora de gas natural, por lo que este estudio aporta información de esta área antes de la construcción de la terminal.

En relación con la caracterización ambiental, la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto no mostraron un patrón definido en Bahía Salsipuedes. En marzo de 2003 se presentaron valores ligeramente menores de temperatura y mayores de salinidad con respecto a octubre de 2004 (Tablas 2 y 3). En áreas cercanas a Bahía Salsipuedes se reportan resultados similares, Díaz-Castañeda y Harris (2005) mencionaron que en Bahía de Todos Santos en octubre de 1994, los valores de temperatura y salinidad a profundidades entre 30 y 90 m se ubican en los rangos reportados en este estudio. Figueroa-González (2002) indicó que frente a Ensenada entre 50 y 100 m de profundidad, se presentó una mayor influencia de agua cálida durante El Niño de 1998 con temperaturas y salinidades mayores a los aquí reportados. Cabe mencionar que durante el presente estudio en Bahía Salsipuedes no se presentaron condiciones El Niño (ENSO).

Los valores de oxígeno disuelto (2.99 a 4.84 ml/L) oscilaron de manera similar a los reportados por Díaz-Castañeda y Harris (2004) para la Bahía Todos Santos (2.9 a 4.6 ml/L) a profundidades entre 30 y 75 m. Figueroa-González (2002) encuentra valores de 2.5 a 5.4 ml/l a profundidades entre 50 y 100 m. Este autor encuentra en Ensenada que los valores de oxígeno son menores cerca de la costa, en donde la cantidad de materia orgánica es mayor, aumentando la concentración de oxígeno hacia la zona oceánica. Estos resultados no concuerdan con los resultados de este estudio, donde los valores más elevados se ubican cerca de la costa mostrando una tendencia a disminuir con la profundidad. Es probable que en Bahía Salsipuedes los valores más altos de oxígeno cerca de la costa estén relacionados con un mayor hidrodinamismo debido a la topografía de la zona.

En las diferentes estaciones de muestro en 2003 se encontró un menor porcentaje de fracción fina del sedimento que en 2004, esto podría estar relacionado a las condiciones de invierno con corrientes derivadas de tormentas que removieron los sedimentos finos y probablemente también influyeron las diferentes técnicas usadas (i. e. tamices y dispersión de luz). Mientras en 2004 las condiciones de otoño probablemente fueron de menor agitación, permitiendo una mayor acumulación de sedimento fino. De manera global los limos y arcillas fueron más abundantes en la parte noroeste de la bahía (estaciones 17, 18 y 20) en 2004 a profundidades entre 59 y 72 m, mientras que las arenas predominaron en la parte norte en 2003, a profundidades entre 20 y 76 m. La distribución de los sedimentos siguió una tendencia con la profundidad, con menores cantidades de fracción fina cerca de la costa y cantidades altas de fracción fina a mayor profundidad. Díaz-Castañeda y Harris

(2004) encontraron que de acuerdo a los análisis granulométricos, la Bahía de Todos Santos se caracterizó por presentar sedimentos de arena media a limos gruesos a profundidades entre 10 y 40 m. En tanto que los sedimentos limo-arcillosos se distribuyeron desde la dársena portuaria de Ensenada hasta el cañón submarino. Una distribución similar fue observada en el presente estudio en Bahía Salsipuedes. Pérez-Peña (1994) reportó la presencia de limos y arcillas en el área entre Rosarito y Punta Descanso a profundidades entre 41 a 106 m. Esta distribución de limos y arcillas es similar a la reportada en el presente estudio a profundidades entre 38 a 92 m.

El potencial de óxido-reducción indica el grado de oxigenación de los sedimentos y es un factor fundamental para el desarrollo de la macrofauna. En el presente estudio los valores de Eh fueron siempre negativos y más bajos (-100 a -300 mV) a los reportados en otros estudios, con valores más negativos en las estaciones cercanas a los encierros y valores menos negativos en las estaciones lejanas. Esto sugiere una cierta intensidad reductora producto de una mayor tasa de oxidación de la materia orgánica, ya que las concentraciones de carbono orgánico registradas en Bahía Salsipuedes son moderadas, excepto en la estación 18. Este parámetro presentó los valores más negativos en la parte norte donde se ubican los encierros y los valores menos negativos en la parte sur. En términos generales, en 2004 se presentaron valores más negativos que en 2003. Los valores más negativos de Eh coincidieron con los valores altos de fracción fina, carbono y nitrógeno orgánicos, como ha sido reportado en otros estudios (Cheshire *et al.*, 1996; Magni, 2003; Qin-Feng *et al.*, 2005). Las concentraciones elevadas de carbono orgánico y los valores de Eh más negativos se presentaron a distancias más cercanas de los encierros.

Karakassis *et al.* (2000) en un estudio en granjas de peces en el Mediterráneo, reportan valores negativos de Eh (-150 a -190 mV) en el sedimento bajo y cerca de los encierros (0-10 m) y un aumento progresivo hacia valores positivos al alejarse de los encierros. Estos autores indicaron que estos valores bajos se deben a la descarga de materia orgánica producto de los encierros de peces. Lee *et al.* (2006) también encontraron valores negativos de Eh, entre -50 y -100 mV en sitios impactados por operaciones de maricultura en Hawai.

Pawar *et al.* (2001) encontraron que el Eh varió entre -120 a -162 mV en encierros de peces marinos de pargo rojo (*Pagrus major*) y robalo (*Lateolabra japonicus*) en el Mar de Seto, en Japón, señalando que estos valores podrían indicar una fuerte contaminación orgánica a largo plazo.

En Bahía Salsipuedes los valores elevados de carbono y nitrógeno orgánicos se encontraron en la parte noroeste (estaciones 18, 19, 20 y 21) y los valores bajos en la parte sur. Cabe mencionar que en la estación 18, se presentó el valor más alto de carbón orgánico (2.52 %) coincidiendo con un valor alto de nitrógeno orgánico, el valor más negativo de Eh y una elevada cantidad de fracción fina. Esta alta concentración probablemente se debe a que en esta estación se presentaron condiciones hidrodinámicas estables que permitieron la acumulación de materia orgánica proveniente ya sea de los encierros o de fuentes naturales producto de surgencias (Argote-Espinoza, comunicación personal) y a una mayor cantidad de fracción fina. En los encierros de atún se suministran 34 tons de alimento dos veces al día, lo que puede indicar que una cantidad importante de éste se deposita en los sedimentos.

Rodríguez-Villanueva (2005) en un estudio en 1998 y 2001 en el área costera de Tijuana a Punta Banda encontró valores de carbono orgánico entre 0.13 y 0.63 % en cinco estaciones de muestreo en Bahía Salsipuedes, en la parte norte de Punta Descanso a Punta Salsipuedes los valores oscilaron entre 0.10 a 1.42% y en la parte sur (Bahía Todos Santos) entre 0.18 y 1.49%. Estos valores son similares con los encontrados en el presente estudio en Bahía Salsipuedes y menores a los de la parte norte y sur encontrados por este autor . Pawar *et al.* (2001) encontraron altas concentraciones de carbono orgánico del orden de 1.8 a 3.9 % bajo y cerca de encierros de pargo (*Pagrus major*) y robalo (*Lateolabra japonicus*) en Japón, mientras en áreas control los valores fueron de 0.65 a 0.95 %. Karakassis *et al.* (2000) reportaron concentraciones de carbono orgánico en el sedimento de 1.5 a 3.2 % y de nitrógeno orgánico de 0.20 a 0.30 % bajo encierros de robalos (*Dicentrarchus labrax*), estos valores disminuyen con la distancia. Cabe mencionar que los maricultivos donde se hicieron estos estudios han estado operando desde hace 25 años, por lo que probablemente ha existido una mayor acumulación de materia orgánica en estas áreas que en bahía Salsipuedes. Ranasinghe *et al.* (1999) en un estudio de monitoreo regional de la Cuenca de las Californias encontraron valores promedios de carbón orgánico de 1.39 %, 1.36 % y 1.08 % para las marinas, puertos y fondos de bahía respectivamente. Estos resultados son mayores a los encontrados en Bahía Salsipuedes por un factor de dos a tres, lo que se debe probablemente a la distancia a la que fueron tomadas las muestras.

Por otra parte, no se pudieron determinar las concentraciones de carbono y nitrógeno orgánicos bajo los encierros y a distancias más cercanas debido a que la empresa no permitió el acceso. Lo más cerca que se tomaron los datos fue a 250 m.

En 2003 y 2004 la macrofauna béntica estuvo representada por siete Phyla y los grupos zoológicos dominantes fueron poliquetos, crustáceos, moluscos y equinodermos principalmente. Los poliquetos constituyeron el grupo más abundante representando el 61% de la macrofauna. La composición de la macrofauna béntica representada por estos taxa en Bahía Salsipuedes, es similar a lo encontrado en otros estudios en el Pacífico mexicano (Muñoz-Palacios, 1993; Pérez-Peña, 1994; Díaz-Castañeda *et al.*, 2005; Rodríguez-Villanueva, 2005) y en la plataforma continental del sur de California (Bergen *et al.*, 2001).

En este estudio se identificaron 34 familias de poliquetos. Los análisis efectuados se realizaron a nivel de familia y sólo las cuatro familias dominantes fueron identificadas a nivel de especie. Considerando que los resultados a nivel de familia son interpretables, no se pierde mucha información con el uso de esta categoría taxonómica y se podrían reducir los costos en los estudios sobre monitoreo ambiental, como lo señalan en estudios de suficiencia taxonómica Warwick (1988); Dauvin *et al.*, (2003) y Terlizzi *et al.*, (2003).

En 2003 se colectaron 30 familias, mientras que en 2004 fueron 31 familias de poliquetos. Por su elevada abundancia, las familias Paraonidae, Cirratulidae, Spionidae, Capitellidae, Syllidae, Nephtyidae, Glyceridae, Maldanidae y Lumbrineridae dominaron la estructura de la comunidad. Las primeras cuatro familias corresponden con las familias más diversas a nivel mundial (Salazar-Vallejo, 1989).

Lizárraga-Partida (1973) reportó para la dársena portuaria de Ensenada que las familias Capitellidae y Nephtyidae fueron las más abundantes. En otros estudios sobre la fauna

poliquetológica de la plataforma continental del Pacífico mexicano, Hernández-Alcántara (1992) encontró para fondos blandos del Golfo de California a las familias Spionidae, Cirratulidae y Nephtyidae dentro de las más abundantes. En Baja California Sur, Rodríguez-Valencia (1994) encontró que las familias Spionidae, Nephtyidae, Paraonidae y Cirratulidae son las dominantes en Bahía San Juanico, Baja California Sur. Hernández-Guevara (1994) destaca a las familias Spionidae y Ampharetidae dentro de las mejor representadas en Bahía Vizcaíno, Baja California. En la Bahía Todos Santos, Díaz-Castañeda y Harris (2004) mencionaron que las familias Spionidae, Capitellidae, Paraonidae, Cirratulidae, Maldanidae, Ampharetidae y Nephtyidae dominaron la estructura de la comunidad. En Bahía San Quintín ubicada a 200 km al sur de Salsipuedes, Díaz-Castañeda *et al.*, (2005) encontraron en Bahía San Quintín en 1995 y 1998 que las familias mejor representadas fueron Capitellidae, Spionidae, Syllidae, Sabellidae, Lumbrineridae, Nereididae, Cossuridae, Paraonidae y Orbiniidae.

De manera general se observaron mayores abundancias en marzo de 2003 (3,764 individuos) en relación a octubre de 2004 (1,950 individuos). Esto puede deberse a la influencia de agua subsuperficial dentro de Bahía Salsipuedes que se origina por el transporte de agua debido a los eventos de surgencia (Mancilla y Martínez, 1991) los que se intensifican en primavera y verano (Alvarez-Borrego y Alvarez-Borrego, 1982; Gómez, 1983). El aporte de nutrientes a la zona eufótica por afloramiento favorece el crecimiento de las comunidades fitoplanctónicas (Espinoza-Carreón, 1996) permitiendo el buen desarrollo de los organismos del bentos que se alimentan de estas, así como de sus

desechos. También puede deberse a que la concentración de materia orgánica y el Eh se están volviendo menos favorables para el desarrollo de estos organismos.

En 2003, los valores altos de abundancia se presentaron en la porción norte de Bahía Salsipuedes (estaciones 9, 13, 15, 16 y 17) y los menores en la zona sur (estaciones 1, 2, 3 y 6). Las estaciones que presentaron abundancias altas pueden ser consideradas heterogéneas debido a las características arenosas y arenosas-limosas del sedimento, con algunas diferencias en cuanto a profundidad, lo cual indica que la disponibilidad de micro hábitats favoreció estas abundancias. Esto se apoyan con lo mencionado por Salazar-Vallejo (1985) y Bastida-Zavala (1991) quienes señalan la importancia de la relación organismo-sustrato para determinar mayor o menor abundancia dependiendo de la disponibilidad de micro hábitats. Estas altas abundancias probablemente respondan a la cercanía de estas estaciones a los encierros de atún y a una descarga de materia orgánica de estos, lo que favoreció el aumento de las poblaciones de poliquetos.

En 2004 las altas abundancias también se presentaron en las estaciones ubicadas en la parte norte de la bahía (estaciones 12, 16, 20 y 22) y las menores abundancias se encontraron en la parte sur (2, 5, 6, 7, 8), sin embargo las altas abundancias fueron menores a las encontradas en 2003. Las estaciones 16, 20 y 22 se ubicaron a una distancia de 250 a 300 m de los encierros de atún con una probable influencia de la descarga de materia orgánica, lo que junto con la heterogeneidad del sedimento y valores medios a altos de carbono y nitrógeno orgánicos probablemente favoreció la abundancia de macrofauna particularmente de poliquetos. Es probable que otros factores del ambiente tales como, régimen

hidrodinámico, concentración de oxígeno disuelto y Eh determinaron las bajas abundancias en el área.

Díaz-Castañeda y Harris (2004) reportaron una abundancia promedio de poliquetos de 144 org./0.1 m² para la bahía de Todos Santos. Estos resultados son cercanos a los reportados en este estudio donde en promedio para los dos años se encontró una abundancia de 140 org./0.1 m². Pérez-Peña (1994) encuentra una abundancia promedio de poliquetos de 235 org./0.1 m² en el área comprendida entre Tijuana y Punta Salsipuedes, resultados que son mayores a los encontrados en el presente estudio, probablemente debido a las características granulométricas e hidrodinámicas y a una mayor descarga de materia orgánica en toda esa región y también probablemente a la presencia de mantos de sargazo.

Cheshire *et al.*, (1996) estudiaron los efectos ambientales producidos por encierros de atún aleta azul en Australia y reportaron abundancias de poliqueto entre 325 y 518 org./0.1 m² cerca de los encierros, mientras que a distancias de 300 m las abundancias disminuyen a 185-215 org./0.1 m². Estos autores encuentran un efecto significativo a distancias de hasta 20 m de los encierros, el cual disminuye a distancias mayores.

Karakassis *et al.* (1998) reportaron en Grecia altas abundancias de macrofauna del orden de 250 a 485 org./0.1m² cerca de encierros de peces. Estas abundancias disminuyen (165-203 org./0.1m²) a distancias mayores de 250 m. Ellos encontraron abundancias elevadas (175-280 org./m²) del poliqueto *Capitella capitata* cerca de los encierros, una especie indicadora de presencia de materia orgánica (Pearson y Rosenberg, 1978). En nuestro estudio se encontraron abundancias de Capitellidae del orden de 130 a 402 org./m², siendo las especies más abundante *Mediomastus ambiseta* y *M. Californianus* con abundancias de

15 a 230 org./m² . Los valores presentados por estos autores son mayores a los reportados en este estudio, la variación puede deberse a la densidad de encierros, tiempo de operación de las granjas y a las condiciones topográficas e hidrodinámicas de las diferentes áreas.

Pearson y Rosenberg (1978) afirmaron que el aumento de las poblaciones macrobénticas refleja una combinación del valor nutricional de cantidades moderadas de materia orgánica presentes en el sedimento y otras condiciones ambientales favorables. Estos autores señalaron que la abundancia y la diversidad se incrementa en relación a un aumento de materia orgánica hasta un cierto nivel por encima del cual, la concentración excesiva de materia orgánica expone a la macrofauna a un estrés fisiológico ocasionando una disminución de estas variables biológicas como una evidencia de un ambiente degradado. En este estudio es probable que las abundancias elevadas en 2003 se debieron a una descarga moderada de materia orgánica, mientras en 2004 las bajas abundancias se relacionaron con una mayor descarga impidiendo el desarrollo de las poblaciones de poliquetos, como lo señalan los autores antes mencionados.

.En 2003 las cuatro familias más abundantes en orden decreciente fueron Paraonidae, Cirratulidae, Spionidae y Capitellidae, representando el 67 % del total de individuos. Estas familias estuvieron presentes en más del 80 % de las estaciones. La estación 16, cercana a los encierros, presentó las mayores abundancias de las familias Paraonidae, Cirratulidae y Capitellidae. Esto se debió probablemente a la composición del sedimento y a un mayor contenido de materia orgánica, que influyeron favorablemente en el hábitat y en el aporte de alimento para estas familias que son fundamentalmente depositóvoras de superficie y

subsuperficie. El resto de las estaciones presentaron abundancias medias y bajas. Gray (1974) señaló que las muestras con sedimentos de grano grueso presentan una comunidad más variada y más densa que la de grano fino, mientras Snelgrove y Butman (1994) sugirieron que la energía hidrodinámica y la disponibilidad de materia orgánica son las fuerzas principales que organiza a las comunidades bénticas, junto con la profundidad y la granulometría como fuerzas secundarias.

En 2004 las abundancias fueron menores en comparación con el año anterior, sin embargo las familias dominantes fueron las mismas que en 2003. Las familias que presentaron mayor abundancia fueron Cirratulidae y Spionidae. Estas dos familias contienen especies altamente oportunistas (Reish, 1970; Dauer y Conner, 1980) y depositóvoras de superficie, algunas selectivas del tamaño y composición de las partículas. Los espionidos tienen la ventaja de poder cambiar de depositóvoros a suspensívoros según las condiciones del ambiente (Fauchald y Jumars, 1979).

Las ocho especies dominantes de estas familias por orden abundancia decreciente en los dos años fueron *Apelochaeta multifinis*, *Mediomastus ambiseta*, *Prionosprio steenstrupi*, *Paraonella sp.*, *Monticellina sp.*, *Aricidea (Allia) ramosa*, *Spiophanes bombyx* y *Levinsenia gracilis*.

Encalada-Fleites y Millan-Nuñez (1990) quienes estudiaron el impacto de las aguas residuales y domésticas sobre la comunidad béntica de la Bahía Todos Santos, mencionaron la presencia de *Spiophanes bombyx* y *Paraprionospio pinnata* como

abundantes, de las cuales en el presente estudio, la primera forma parte de las especies abundantes y la segunda de las menos abundantes.

Díaz-Castañeda y Harris (2004) reportaron 11 especies dominantes, de las cuatro familias señaladas, en Bahía Todos Santos: *Mediomastus* spp., *Apoprionospio pigmaea*, *Cirratulus cirratus*, *Aricidea (Acmira) wassi*, *Spiophanes bombyx*, *S. duplex*, *Prionospio* spp., *A. (Acmira) catherinae*, *A. (Acmira) simplex*, *A (Allia) sp A* y *Levinsenia gracilis*, ocho de estas especies encontradas por estos autores coinciden con las encontradas en el presente estudio. Pérez-Peña (1994) encontró que las especies dominantes de Tijuana a Punta Salsipuedes fueron *Mediomastus* sp., *Chaetozone setosa*, *Acmira catherinae*, *Spiophanes missionensis*, *Prionospio* sp. y *Spiophanes bombyx*, de las cuales *Mediomastus* sp. y *Prionospio* sp. coinciden por su abundancia con el presente estudio. Rodríguez-Villanueva (2005) reporta para Bahía Salsipuedes a las especies dominantes *Spiophanes duplex*, *Spiophanes fimbrinata*, *Apoprionospio pigmaea*, *Spiophanes bombyx*, *Prionospio lighti* y *Prionospio pinnata*. Todas pertenecientes a la familia Spionidae que a nivel mundial tienen una distribución muy amplia (Blake, 1996). Estas especies estuvieron presentes en este estudio pero con bajas abundancias.

Las dos especies más abundantes de Capitellidae fueron *Mediomastus ambiseta* y *M. californiensis*, este género ha sido reconocido como oportunista en zonas de enriquecimiento orgánico (Simboura, 2005). Se ha documentado que *M. ambiseta* es una especie colonizadora que sigue a episodios de perturbación, teniendo una respuesta positiva con el aumento de su población en áreas que han sido orgánicamente enriquecidas (Sanders *et al.*, 1980).

Las 34 familias de poliquetos identificadas correspondieron con tres diferentes tipos de alimentación: depósívoros, carnívoros y suspensívoros. Dentro de estas categorías tróficas destacaron los depósívoros que en 2003 representaron el 73 % mientras que en 2004 representaron el 66 %, seguidos de los carnívoros con 22 % en 2003 y 33 % en 2004 y finalmente los suspensívoros representaron el 5 % en 2003; y el 2.5 % en 2004. Algunas de las familias tienen la capacidad por dos tipos de alimentación dependiendo de la competencia por el alimento. El alimento disponible a diferentes niveles del sedimento permite la cohabitación de diferentes familias y el aprovechamiento al máximo de la energía disponible en el ecosistema.

Los depósívoros dominaron prácticamente en toda la bahía, esta dominancia se podría explicar por la textura del sedimento y las concentraciones de materia orgánica que provienen de los encierros de atún o por procesos de surgencia. La mayor abundancia se encontró en las estaciones cerca de los encierros en donde se presentaron concentraciones relativamente altas de carbono y nitrógeno orgánicos, Eh negativos y sedimentos arenosos, areno-limosos y limo-arenosos. De acuerdo con Salazar-Vallejo (1991), estos organismos regularmente se asocian con niveles moderados de materia orgánica y con fondos arenosos, constituyendo el grupo dominante. Díaz-Castañeda y Harris (2004) indicaron que un aumento en el contenido de materia orgánica de los sedimentos produce un aumento de especies depósívoras, que son capaces de alimentarse del detritus y sus microorganismos asociados. Estos autores señalan también que algunas especies oportunistas pertenecientes a las familias Spionidae, Capitellidae y Orbiniidae son capaces de explotar rápidamente

sedimentos enriquecidos orgánicamente, aumentando sus densidades y reproduciéndose rápidamente.

Levinton (1989) destaca el efecto que los depositóvoros tienen sobre las propiedades fisicoquímicas de los sedimentos, modificando la resuspensión y su transporte. De esta manera pueden influir en la disposición y degradación de la materia orgánica que viene adherida a las partículas sedimentarias. También pueden afectar las tasas de mineralización y retorno de los nutrientes disueltos a la columna de agua, determinando en cierto modo la presencia de los organismos filtradores (Gray, 1981).

Salazar-Vallejo (1991) encontró una mayor presencia de carnívoros en sedimentos más gruesos (arena fina) relacionado a una heterogeneidad de hábitats, lo que ofrece nichos espaciales potenciales que son ocupados por estos organismos. En este estudio los carnívoros fueron más abundantes en la estación 3 ubicada en la parte sur cerca de la costa que presentó una menor cantidad de fracción fina y se encuentra en la zona menos afectada, lo que coincide con lo encontrado por este autor. Aunque de manera general los carnívoros se distribuyeron en toda la bahía en áreas que abarcaban desde sedimentos arenosos a limo-arenosos, su presencia probablemente indica que su dieta incluye a algunas especies depositóvoras o suspensívoras.

De manera general, los valores altos de diversidad (H') y equitabilidad (J') en los dos años de este estudio se presentaron en la parte norte de la bahía, aunque los valores de diversidad pueden ser considerados relativamente bajos debido a que se calculó a nivel de

familia. Los valores de equitabilidad indicaron que la distribución de los individuos en las familias es más o menos homogénea.

En 2003 el 73 % de las estaciones presentaron valores altos de diversidad (2.03-2.29) y de equitabilidad J' (0.69-0.78), mientras que en 2004 el 80 % de las estaciones presentaron valores altos de diversidad (2.01-2.63) y de equitabilidad (0.72-0.93). Los valores bajos de diversidad (< 2.0) en 2003 se encontraron en la parte sur con valores de equitabilidad que oscilaron entre 0.65-0.85, mientras que en 2004 los valores bajos de diversidad (< 2.0) se encontraron en dos estaciones (6 y 19) en la parte sur y noroeste con bajas abundancias y número de familias. Los valores altos de diversidad probablemente se deben a la variedad en el tamaño del grano del sedimento y al alto contenido de materia orgánica, los que pudieron favorecer el establecimiento de un mayor número de especies. Los bajos valores en la parte sur probablemente se relacionaron con una menor cantidad de fracción fina en el sedimento y menores concentraciones de materia orgánica.

Rodríguez-Villanueva (2005) en un estudio de la porción sur de la Cuenca Sur de California en agosto-septiembre de 1998 y julio de 2001, reportó en cuatro estaciones en Bahía Salsipuedes valores de diversidad de la macrofauna béntica a nivel de especie entre 3.10 y 4.66 y valores de equitabilidad entre 0.66 y 0.86, antes de la instalación de los encierros de atún aleta azul. Este autor indica que se puede considerar a esta área un hábitat aún no muy perturbado, lo que podría estar relacionado con el contenido de materia orgánica y los valores del índice de Shannon. Díaz-Castañeda y Harris (2004) encontraron en 40 estaciones en la Bahía Todos Santos que los valores de diversidad de especies de poliquetos variaron entre 2.06 y 4.80, mientras el 58 % de las estaciones presentaron

valores superiores a 0.80 de equitabilidad. Estos autores indicaron que Bahía Todos Santos es un medio ambiente adecuado para el desarrollo de los poliquetos.

Karakassis *et al.* (2000) reportaron en granjas de pargo y robalo ubicadas en el Mediterráneo que los valores de diversidad fueron bajos (0.5-2.5) en los encierros y a distancias de 5 m, aumentando a distancias mayores de 25 m a 4.0 a 5.0 bits/ind. Encontraron que la variabilidad geoquímica y faunística fue siempre más pronunciada cerca de los encierros que en las estaciones control localizadas a 1 km de los encierros. Lee *et al.* (2006) en un estudio en granjas de pez moi del Pacífico (*Polydactylis sexfilis*) en Hawaii, encontraron que la diversidad varió entre 1.0 y 2.85 en un período de 13 meses en estaciones ubicadas cerca de los encierros. Ellos consideran que debido al enriquecimiento de materia orgánica en los encierros de peces, los sitios impactados tuvieron valores de diversidad inicialmente más altos que los sitios control, valores que disminuyeron progresivamente conforme aumentó la acumulación de materia orgánica en el fondo marino. Los altos niveles de materia orgánica van ligados a bajas concentraciones de oxígeno y niveles más negativos de Eh del sedimento..

En términos generales los valores obtenidos en este estudio son menores a los reportados por estos autores, cabe mencionar que las estaciones de muestreo se ubicaron a distancias mayores de 250 m de los encierros de atún aleta azul. Cuando los aportes de materia orgánica no son muy elevados, la macrofauna se ve favorecida, ya que al alejarse de la fuente de aporte de materia orgánica se observa que las abundancias disminuyen. Por otra parte el que no se haya encontrado al poliqueto *Capitella capitata* es indicativo de que el ambiente no está muy degradado.

Gray (1981) indica que la diversidad parece estar relacionada con la variedad de la estructura del sedimento, que permite una gran disponibilidad de microhábitats, que a su vez permiten soportar una alta diversidad de poliquetos. Esto no pudo ser comprobado en el presente estudio debido a que no identificamos a nivel de especie.

Al aplicar el análisis de Olmstead y Tukey se observó un alto porcentaje de familias dominantes, así como de familias ocasionales o raras, estas últimas son las que contribuyen a la diversidad. El análisis anterior mostró que la comunidad no está siendo dominada por una sola familia sino más bien por un conjunto de familias. Margalef (1974) indicó que las especies dominantes controlan de manera preferente la estructura y desarrollo de la comunidad, jugando un papel importante en la producción secundaria macrobéntica.

Estas familias presentan una diversidad en sus modos de reproducción y desarrollo en comparación con otros taxa. Esta plasticidad reproductiva que se manifiesta con frecuencia en la morfología de juveniles y adultos, le confieren una ventaja en la colonización de fondos marinos (Wilson, 1991; Blake, 1994).

Las familias que estuvieron representadas por uno a tres individuos en toda el área de estudio fueron Oeonidae, Dorvilleidae, Eunicidae, Scalibregmatidae y Sabellaridae, las primeras cuatro fueron colectadas en sedimento con predominio de arenas. Eagle (1985) señaló que los patrones de diversidad y densidad varían drásticamente en relación al tipo de sustrato, los fondos lodosos y arenosos presentan diferentes especies y también diferentes asociaciones tróficas. En este estudio encontramos que la diversidad y la densidad fueron

similares en sedimentos arenosos y lodosos. Los depositóvoros y los carnívoros se encontraron en los dos tipos de sedimentos en proporciones importantes.

Las familias que presentaron densidades elevadas y destacaron entre las familias fueron Paraonidae, Cirratulidae, Spionidae Capitellidae y Syllidae, debido probablemente a sus modos de desarrollo. Estas familias tienen un alto grado de importancia ya que controlan en gran medida la energía disponible y se designan como dominantes ecológicos. Salazar-Vallejo *et al.* (1989) indican que las familias Spionidae, Capitellidae, Paraonidae, Cirratulidae y Maldanidae son favorecidos por fondos blandos ricos en materia orgánica. Gray (1982); Salazar-Vallejo (1985) y Gamenick *et al.* (1996) afirman que estas familias pueden caracterizar ambientes expuestos a descargas de aguas de desecho o zonas de alta productividad debido a surgencias; algunas especies de las familias Capitellidae, Spionidae, Cirratulidae y Orbiniidae poseen una alta movilidad, efectiva dispersión larvaria y rápida reproducción asexual.

El análisis de Olmstead y Tukey para las especies de las cuatro familias dominantes mostró un alto porcentaje de especies abundantes y especies ocasionales o raras. Las especies dominantes fueron *Apelochaeta multifinis*, *Mediomastus ambiseta*, *Prionospio steenstrupi*, *Spiophanes bombyx* y *Levinsenia gracilis*, las que presentaron altas densidades (65 a 229 org./0.1 m²) y se distribuyeron de manera amplia en la bahía.

Encalada-Fleites y Millán-Núñez (1990) en un estudio sobre el impacto de las aguas residuales domésticas e industriales de la Bahía Todos Santos, mencionan la presencia de *Mediomastus* sp, *S. duplex*, *S. bombyx* y *Prionospio pinnata* como las más abundantes y

más ampliamente distribuidas. Estos autores encuentran que *Mediomastus* sp y *Prionospio pinnata* son consideradas como tolerantes a descargas de materia orgánica. Las primeras tres especies fueron encontradas como dominantes en Bahía Salsipuedés, lo que probablemente estuvo relacionado a la textura del sedimento y a la abundancia o disponibilidad de materia orgánica. Pérez-Peña (1994) en el área de Point Loma, San Diego California, E.U.A. hasta Punta San Miguel, B.C., México, reportó a las especies *Mediomastus* sp, *S. duplex*, *S. bombyx*, *Monticellina* sp y *Prionospio jumata* como las de mayor abundancia y distribución en el área. Las primeras tres especies coinciden en este estudio, mientras que *Monticellina* sp no es considerada como dominante.

Rodríguez-Villanueva (2005) reportó para la plataforma continental de Tijuana a Punta Banda que *Spiophanes duplex* presentó una amplia distribución y alta abundancia en el 70 % del área de estudio. También encontró que las especies *Spiophanes bombyx*, *Mediomastus* sp y *P. pinnata* presentaron altas abundancias y dominaron la estructura comunitaria. Estos resultados concuerdan con el presente estudio en el caso de las primeras tres especies que corresponden a las familias Spionidae y Capitellidae

Las cinco especies que presentaron claramente una mayor contribución tanto en densidad como en frecuencia, mostraron una distribución que se podría explicar por su preferencia alimenticia y por el tipo de sustrato. *Apelochaeta multifinis*, *Prionospio steenstrupi*, *Spiophanes bombyx* y *Levinsenia gracilis* son sedimentívoros superficiales, mientras *Mediomastus ambiseta* es sedimentívoro subsuperficial (Fauchald y Jumars, 1979). Estas especies pueden ser encontradas en sedimentos de arena, arena limosa, arena limo-arcillosa

y arena arcillosa (Salazar-Vallejo, 1990; Hernández-Alcántara, 1992; De León-González, 1994).

De manera global, el método ABC permitió observar un cambio en las condiciones de salud de la bahía en donde en términos generales se puede considerar a esta área como un ambiente poco perturbado (algunas zonas presentan un cierto grado de perturbación). Este grado de perturbación podría ser atribuido al aumento en las actividades de los encierros de atún o a condiciones naturales de aporte de materia orgánica por efecto de las surgencias. Las curvas de comparación de biomasa/abundancia (ABC) mostraron en 2003 que en una franja costera situada de sur a norte (36 % de las estaciones) se presentaron condiciones que Warwick (1986) define como no perturbadas, esta franja se situó lejos de la posible influencia de los encierros de atún y en donde la biomasa predominó sobre la abundancia. Una franja de sur a norte más alejada de la línea de costa (27 % de las estaciones) presentó condiciones de moderadas a no perturbadas, donde probablemente se presentaron condiciones que permitieron un ligero aumento de la abundancia sobre la biomasa, lo que quiere decir que había organismos de pequeña talla que aportaron poco a la biomasa y/o presencia de oportunistas. En la parte norte más cerca de los encierros (36 % de las estaciones), se presentaron las condiciones moderadamente perturbadas, donde la abundancia de poliquetos predominó sobre la biomasa. En esta parte es probable que la cantidad de materia orgánica tuvo un efecto sobre el reclutamiento de individuos de poliquetos aumentando su abundancia. Agard *et al.* (1993) encontró que el método ABC le permitió observar que el área de perturbación puede extenderse en zonas con descargas de

materia orgánica y con derrame de petróleo en ambientes tropicales de Trinidad y Tobago, lo que se reflejó en un aumento en la abundancia de especies oportunistas.

En 2004 las condiciones no perturbadas se presentaron en el 50 % de las estaciones localizadas en la parte sur y norte de la bahía, mientras que las condiciones moderadas a no perturbadas se presentaron en el 36 % de las estaciones distribuidas también en la parte sur y norte. El 14 % de las estaciones presentaron condiciones consideradas moderadamente perturbadas.

Con el método de rigor-predictibilidad de Alcolado (1992) en los dos años de estudio se encontró que aproximadamente el 61 % de la bahía, que corresponde a la parte norte, es un ambiente constante con un grado de tensión ambiental. Esta área que es donde se ubican los encierros de atún presentó los niveles más negativos de Eh y concentraciones relativamente altas de carbono y nitrógeno lo que probablemente favoreció el asentamiento de poblaciones poco diversas de poliquetos. Se detectó que el 21 % de la bahía correspondió a un ambiente moderadamente favorable, con condiciones ambientales y un cierto grado de tensión ambiental. Esta área se ubicó en la parte sur cerca de la costa en donde es probable que la corriente con dirección sur-norte (Argote-Espinosa, comunicación personal;) ocasionó el transporte de descargas residuales del Sauzal produciendo una elevada concentración de materia orgánica que podría estar afectando al bentos. Sólo en el 2004 el 36 % del área que abarcó la parte sur y norte presentó un ambiente favorable y estable con niveles menos negativos de Eh y bajas concentraciones de carbono y nitrógeno orgánicos. Es probable que estas condiciones favorecieron poblaciones más diversas de poliquetos. Lo

anterior sugiere que los eventos de disturbio pueden controlar el nivel de diversidad y la estructura de la comunidad. Es necesario mencionar que esta prueba se aplicó originalmente en comunidades de coral y esponjas, donde los tensores ambientales son la intensidad y frecuencia del oleaje y la acción impredecible de huracanes y tormentas, así como la eutroficación. En este sentido, los límites establecidos por Alcolado (1992) reflejan el análisis cuidadoso de las referencias que pueden hacerse sobre estos ambientes a partir de los valores de los índices de diversidad y equitabilidad.

Connell (1978); Gray (1981) y Warwick *et al.*, (1990) indicaron que el macrobentos depende de la estabilidad del hábitat para mantener su alta diversidad, las cuales pueden ser alteradas por eventos de disturbio. Persson (1983) en el Báltico detectó un gradiente natural de estrés que es mayor en aguas someras, por los diversos aportes continentales. Para el Pacífico noroeste, Reish (1980) y Zmarsly *et al.*, (1994) reportaron que la fauna béntica situada cerca de una fuente de contaminación orgánica disminuyó su diversidad y aumentó la abundancia de las especies más tolerantes. Sin embargo conforme la distancia a la fuente de disturbio aumentó, se observó un patrón de diversidad y abundancia considerado normal. Lo señalado por estos autores es similar a lo encontrado en este estudio, donde las mayores abundancias se encontraron cerca de los encierros, disminuyendo con la distancia.

Los grupos definidos en los dendrogramas integraron la respuesta de las familias de poliquetos a las condiciones ambientales y bióticas de la zona. Se observó una tendencia en separar a los grupos de las zonas someras y profundas de la bahía, así como una separación entre los grupos norte y sur.

En términos generales, la agrupación de las estaciones mostró una afinidad en cuanto al número de familias que se comparten entre los grupos y en las abundancias presentes, aún en estaciones afines separadas en la parte sur y norte y en estaciones de la parte somera y profunda de la bahía.

En la plataforma continental del sur de California Bergen *et al.*, (2001) encontraron que los grupos de poliquetos estuvieron distribuidos en la parte somera, profunda media y profunda de la plataforma. Estos autores indicaron que estos grupos estuvieron asociados con la profundidad y el tamaño de grano del sedimento. Rodríguez-Villanueva *et al.*, (2003) reportaron para la región de la Cuenca Sur de California una separación de las poblaciones de poliquetos en tres grupos definidos principalmente con las condiciones físicas relacionadas a la profundidad. En un estudio de la estructura de las especies de poliquetos en Bahía Todos Santos Díaz-Castañeda y Harris (2004) encontraron una separación de los grupos de poliquetos localizados preferencialmente en la parte somera, profunda media y profunda de la bahía. Estos autores consideraron que la granulometría, el contenido de materia orgánica y la profundidad determinaron este tipo de distribución. Los resultados del presente estudio son similares a los encontrados por estos autores. Es probable que el agrupamiento de las estaciones esté relacionado con la cantidad de materia orgánica y con la granulometría.

Los resultados del MDS confirman la separación de las estaciones más cercanas a los encierros de las estaciones más alejadas. Se encontró un cierto gradiente que va del área norte con las estaciones que pueden estar siendo impactadas por los encierros al área sur

con las estaciones menos impactadas. Esto coincidió con los valores altos de abundancia y diversidad en la parte norte y con los valores bajos de abundancia y diversidad en la parte sur. Es probable que la energía hidrodinámica, la heterogeneidad del sedimento y la cantidad de materia orgánica fueron las variables que determinaron esta separación. Hernandez-Arana *et al.* (2005) encontraron una separación de las estaciones de muestreo con la distancia en una plataforma de petróleo en el Golfo de México. El impacto sobre la macroinfauna fue mayor cerca de la plataforma, disminuyendo progresivamente a distancias mayores de 8 km. Rivero *et al.* (2005) en un estudio sobre un gradiente de materia orgánica en un puerto del Mar de Plata, Argentina, mostraron que la parte interna presentó pobres condiciones ambientales dominadas por *capitella capitata*, la parte intermedia más diversificada estuvo dominadas por *Polydora* sp., *Mediomastus* sp. y *Capitella capitata* y la boca del puerto presentó condiciones ambiental saludables en la en donde dominaron *Mediomastus* sp. y Maldanidae. En este estudio se presentó una separación similar de las estaciones con la distancia de los encierros, lo que probablemente se deba a un gradiente de materia orgánica el cual disminuye con la distancia de los encierros.

Los resultados del ACP mostraron que las variables ambientales que tuvieron un mayor peso o poder de influencia sobre las variables bióticas fueron el oxígeno disuelto, el nitrógeno, la fracción fina del sedimento, el potencial de óxido-reducción y el carbono orgánico. Rodríguez-Villanueva (2005) reportó que la profundidad, distribución del tamaño de grano del sedimento y el contenido de carbono orgánico fueron los descriptores

importantes en la abundancia de la macrofauna de la plataforma continental de Tijuana a Punta Banda. Sarkar *et al.* (2005) encontraron en la costa noreste de la India que el carbón, el nitrógeno y la granulometría fueron los factores más importantes que controlaron la abundancia de poliquetos. Mistri *et al.* (2002) mostraron que en Valle Magnavaca, Italia la estructura de la comunidad de poliquetos estuvo determinada por el oxígeno disuelto, cantidad de materia orgánica y el potencial redox. Peeters *et al.* (2004) señaló que entre mayor sea la heterogeneidad biológica mayor será el número de variables ambientales necesarias para explicar la variación biológica. Los resultados de este estudio son similares a los reportados por estos autores y sugieren que un cambio en cualquiera de las variables detectadas en este análisis ocasionará un cambio en la abundancia y la biomasa de las poblaciones de poliquetos.

Los resultados generales del presente estudio realizados a nivel de familia no permitieron detectar efectos negativos importantes relacionados con las descargas orgánicas de los encierros de atún. Esto se debe probablemente a que las muestras fueron tomadas a distancias mayores de 250 m, ya que la empresa no mostró disposición para realizar los muestreos cerca de los encierros a pesar de contar con el apoyo del CICESE y de autoridades oficiales (SAGARPA). También es probable que el tiempo de operación del rancho (1-3 años) y las bajas densidades de cultivo no han sido suficientes para ocasionar algún efecto de las descargas orgánicas hacia el medio béntico. Sin embargo, es importante realizar un monitoreo temporal que implique tomar muestras bajo los encierros, cerca de ellos y a distancias progresivas para observar los cambios en los factores ambientales y la

macrofauna, ya que actualmente en Bahía Salsipuedes el número de encierros está aumentando.

VIII. CONCLUSIONES

En Bahía Salsipuedes la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto presentaron un comportamiento variado probablemente en relación a las corrientes de la zona y a las surgencias que se presentan en primavera.

Los sedimentos de la bahía presentaron una heterogeneidad en el tamaño de grano, una intensa actividad reductora y concentraciones moderadas de carbón y nitrógeno orgánicos, excepto en la estación 18 (noroeste) donde se encontró el valor más alto de carbono orgánico (2.5 %).

La macrofauna de Bahía Salsipuedes estuvo constituida por cuatro taxa principales: poliquetos, crustáceos, moluscos y equinodermos. Se identificaron 34 familias de poliquetos que constituyeron el 61 % del total de la macrofauna. Se identificaron 31 especies de las cuatro familias dominantes.

Las familias con mayor abundancia fueron Spionidae, Cirratulidae, Paraonidae y Capitellidae.

Las especies dominantes fueron *Apelochaeta multifilis*, *Mediomastus ambiseta*, *Prionosprio steenstrupi*, *Paraonella* sp, *Monticellina* sp, *Aricidea (Allia) ramosa*, *Spiophanes bombyx* y *Levinsenia gracilis*, entre otras.

En 2003 y 2004 la categoría trófica dominante fue la de los depositóvoros, seguida por los carnívoros-omnívoros y suspensívoros, con una predominancia de depositóvoros superficiales y subsuperficiales.

Los valores de diversidad en la bahía fueron menores a los encontrados en otros estudios en áreas cercanas, lo que probablemente se debe a que éste estudio se realizó a nivel de familia.

El método de Olmstead y Tukey mostró que el mayor porcentaje de los poliquetos estuvo representado por las familias dominantes y raras. Las familias con mayor distribución en la bahía fueron Spionidae, Cirratulidae y Paraonidae y dentro de las especies fueron *Apelochaeta multifilis*, *Mediomastus ambiseta* y *Prionosprio steenstrupi*.

Los coeficientes de similitud cualitativos y cuantitativos utilizados mostraron de manera global que las estaciones se separaron entre someras y profundas y sur y norte de la bahía, probablemente relacionadas con la granulometría y la cantidad de materia orgánica.

El método de las curvas de abundancia /biomasa (ABC) indicó que alrededor del 80 % del área presentó condiciones de ambiente no perturbado.

El análisis gráfico de rigor-predictibilidad de Alcolado indicó que actualmente la mayor parte de la bahía es una zona poco perturbada.

El análisis de ordenamiento (MDS) agrupó las estaciones cercanas, a distancias intermedias y distantes de los encierros.

El ACP mostró que la abundancia y la biomasa están principalmente determinadas por el oxígeno disuelto, el nitrógeno orgánico, el porcentaje de fracción fina del sedimento, el potencial redox y el carbono orgánico.

En función de los resultados encontrados en Bahía Salsipuedes, no se detectan hasta ahora efectos fuertes relacionados con las descargas orgánicas de los encierros.

IX. LITERATURA CITADA

- Alcolado M. P. 1992. Sobre la interpretación del ambiente marino mediante el empleo de los índices de diversidad y equitabilidad. *Cienc. Biol.* 24: 124-127 p.
- Agard, J. B. R., J. Gobin y R. M. Warwick. 1993. Analysis of the marine macrobenthic community structure in relation to pollution, natural oil seepage and seasonal disturbance in a tropical environment (Trinidad, West Indies). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 92: 233-243 p.
- Alvarez-Sánchez, L. G., R. Hernández y R. Durazo. 1988. Patrones de deriva de los trazadores lagrangeanos en la Bahía de Todos Santos. *Cienc. Mar.* 14(4): 135-162 p.
- Alvarez-Santamaría, F. (1994). Caracterización de masas de agua y zonas de surgencias en la costa noroccidental de Baja California, México (1990). *Fac. Ciencias Marinas México*, 70 p.
- Argote-Espinoza, M. L., F. J. Gavidia y A. Amador. 1991. Wind-induced circulation in Todos Santos Bay, B. C., México. *Atmósfera.* 4: 101-115 p.
- Bastida-Zavala, J. R. 1991. Los poliquetos (Annelida: Polychaeta) del sureste de la Bahía de la Paz, B.C.S., México: Taxonomía y aspectos biogeográficos. UABC. Tesis profesional. 158 p.
- Bastida-Zavala, J. R. 1993. Los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la Bahía de la Paz, B.C.S., México: Taxonomía y composición biogeográfica. *Ciencias Marinas UABC.* 4(1): 11-39 p.
- Bergen, M., Weisberg, S. B., Smith, R. W., Cadien, D. B., Dalkey, A., Montague, D. E., Stull, J. K., Velarde, R. G. y Ranasinghe, J. A. 2001. Relation between depth, sediment, latitude, and the structure of benthic infaunal assemblages on the mainland shelf of southern California. *Marine Biology* 138: 637-647 p.
- Blake, J. A. 1994. Introduction to the Polychaeta. En: Blake, J. A. y Hilbig, B. (eds). *Taxonomic atlas of the benthic fauna of the Santa Maria Basin and western Santa*

- Barbara Channel. Vol. 4. Oligochaeta and Polychaeta:Phyllodocida (Phyllodocidae to Paralacydoniidae). Santa Barbara Museum of Natural History. 39-114 p.
- Blake, J. A. 2000. Family Capitellidae Grube, 1862. En: Blake, J. A., Hilbig, B y Scott, P. V. Taxonomic atlas of the benthic fauna of the Santa Maria Basin and western Santa Barbara Channel. Vol. 7. The Annelida Part 4 Polychaeta: Flabelligeridae to Sternaspidae. Santa Barbara Museum of Natural History. 47-90 p.
- Blake, J.A. y B. Hilbig. 1994. Taxonomic atlas of the benthic fauna of the Santa Maria basin and western Santa Barbara channel. Vol 4. The Annelida Part 1. Oligochaeta and Polychaeta: Phyllodocida (Phyllodocidae to Paralacydaniidae). Santa Barbar Museum of Natural History. 375 p.
- Blake, J. A., B. Hilbig, B. y Scott, P. H. 1995. Taxonomic atlas of the benthic fauna of the Santa Maria basin and western Santa Barbara channel. Vol. 5. Part 2. Polychaeta: Phyllodocidae (Syllidae and Scale Bearing Families), Amphinomididae, and Eunicidae. Santa Barbara Museum of Natural History. 377 p.
- Blake, J. A., Hilbig, B. y Scott, P. H. 1996. Taxonomic atlas of the benthic fauna of the Santa Maria basin and western Santa Barbara channel. Vol. 6. The Annelidaa Part 3. Polychaeta: Orbiniidae to Cossuridae. *Santa Barbara* Museum Of Natural History. 415 p.
- Blake, J. A., Hilbig, B. y Scott, P. V. 2000. Taxonomic atlas of the benthic fauna of the Santa Maria basin and western Santa Barbara channel. Vol. 6. The Annelida Part 4. Polychaeta: Flabelligeridae to Sternaspidae. Santa Barbara Museum of Natural History. 348 p.
- Brower, J.E. y J. H. Zar. 1976. Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Company Publ. Dubuque, Iowa. 255 p.
- Brooks, K. M., Stierns, A. R., Mahnken, C. V. y Blackburn, D. B. 2003. Chemical and biological remediation of benthos near Atlantic salmo farms. *Aquaculture* 219:355-377 p.

- Calderón-Aguilera, L. E. y Jorajuria-Corbo, A. 1986. Nuevos registros de especies de Poliquetos (Annelida: Polychaeta) para la Bahía de San Quintín, Baja California, México. *Ciencias Marinas* 12 (3): 41-61 p.
- Calderón-Aguilera, L. E. 1992. Análisis de la infauna béntica de Bahía de San Quintín, Baja California, con énfasis en su utilidad en la evaluación de impacto ambiental. *Ciencias Marinas* 18(4): 27-46 p.
- Cheshire, A., Westphalen, G., Smart, A y Clarke, S. 1996. Investigating the environmental effects of sea cage tuna farming. II: The effect of sea cages. A Report to the FRDC and Tuna Bot Owner Association, University of Adelaide, South, Australia. 52 p.
- Clarke, K.R. y R. M. Warwick. 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 216: 265- 278 p.
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310 p.
- Crisci, J.V. y López-Armengol, M.F. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Secretaría General de la Organización de los estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C. 132 p.
- Dauer, D. M. y Conner, W. G. 1980. Effects of moderate sewage input on benthic polychaete populations. *Est. Coast. Mar. Sci.* 10: 335-346 p.
- Dauvin, J. C., Gomez-Gesteira, J. L. y Salvatore-Fraga, M. 2003. Taxonomic sufficiency: an overview of its use in the monitoring os sublittoral benthic Communities after oil spills. *Mar. Poll. Bull.* 46: 552-555 p.
- Davey, J.T. 1993. Macrofaunal community bioturbation along an estuarine gradient. *Netherlands journal of Aquatic Ecology.* 27(2-4): 147-153 p.
- De León-González, J.A. 1991. Poliquetos de fondos blandos de la costa occidental de Baja California Sur, México, I Pilargide. *Cah. Biol. Mar.* 32: 311-321 p.

- De León-González, J.A. 1994. Poliquetos (Annelida:Polychaeta) de la plataforma continental de la costa oeste de Baja California Sur, México: taxonomía, hábitos alimenticios y distribución. CICIMAR IPN. Tesis maestría, 177p.
- De León-Gonzalez, J.A. y Góngora-Garza, G. 1992. Soft-bottom polychaetes from the western coast of Baja California Sur, Mexico, 3. A new species of *Ceratocephale* (Nereididae). Cah. Biol. Mar. 33: 109-114 p.
- Díaz-Castañeda V. 1989. Etude experimentale *in situ* de la sucesión ecologique lors de la recolonisation d' un sediment defaune par pollution en Mediterranee at en Mar du Nord. These Docteurs Sciences, Universite de s Sciences et Techniques de Lille Flandes Artois, 553 p.
- Diaz-Castañeda, V. y Harris, L.H. 2004. Biodiversity and structure of the polychaete fauna from soft bottoms of Bahía Todos Santos, Baja California, Mexico. Deep-Sea Research II. 51: 827-847 p.
- Díaz-Castañeda, V., De León-González, A y Solana-Arellano, E. 2005. Structure and composition of the polychaeta community from Bahía San Quintín, Pacific coast of Baja California, Mexico. Bull Southern California Acad. Sci. 104(2): 75-99 p.
- Eagle, R. A. 1985. Natural fluctuations in a soft bottom benthic community. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 55: 865-878 p.
- Encalada-Fleites, R. y E. Millan-Nuñez. 1990. Impacto de las aguas residuales Industriales y domésticas sobre las comunidades bentónicas de Bahía de Todos Santos. Ciencias Marinas 16(4): 121-139 p.
- Espinoza-Carreón, T. L. 1996. Productividad primaria y su relación con algunas variables bio-ópticas en la Bahía de Todos Santos, Baja California, México. CICESE. Tesis Maestría. 157 p.

- Fauchald, K. 1970. Polychaetous annelids of the families Eunicidae, Lumbrineridae, Iphitimidae, arabellidae, Lysaretidae and Dorvilleidae from western Mexico. Allan Hancock Monogr. Mar. Biol. 5: 1-135 p.
- Fauchald, K. 1972. Benthic polychaetous annelids from deep water off western Mexico And adjacents areas in the eastern Pacific Ocean. Allan Hancock monogr. Mar. Biol. 7: 1-575 p.
- Fauchald, K. 1977. The polychaete worms. Definitions and keys to the Orders, Families and Genera. Nat. Hist. Mus. Of Los Angeles County Science Series 28, 188 p.
- Fauchald, K y Jumars, P.A. 1979. The diet of worm: A study of polychaete feeding Guilds. Oceanogr. Mar. Biol.. Ann. Rev. 17: 193-284 p.
- Fernandez, T. F., Miller, K. I. y Read, P. A. 2000. Monitoring and regulation of marine aquaculture in Europe. J. Appl. Ichtiol. 16: 138-143 p.
- Figuroa-Gonzalez, J. C. 2002. Circulación superficial considerando geostrofia y la deriva de ekman, entre Ensenada, Baja California y San Carlos baja California Sur durante 1999. Tesis licenciatura, Facultad de CIENCIAS Marinas, UABC. 70 p.
- Frontier, S. 1985. Diversity and structure in aquatic ecosystem. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 23: 253-312 p.
- Gamenick, I. A. J., Vopel, K. y Giere, O. 1996. Hypoxia and sulphidê as structuring factor in a macrozoobenthic community on the Baltic sea shore: colonization studies and tolerance experiments. Mar. Ecol. Prog. Ser. 144: 73-85 p.
- Gómez, V. J. 1983. estructura hidrográfica promedio frente a Baja California. Ciencias Marinas. 9(2): 75-82 p.
- González-Ortiz, L. 1994. Los pliquetos (annelida: Polichaeta) de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec, México. Fac. Ciencias UNAM. Tesis Profesional. 191 p.

- Goodall, D. W. 1973. Sample similarity and species correlation. En: Ordination and classification of communities. R. W. Whittaker (ed.) W. Junk, The Hague, 105-156 p.
- Gray, J. S. 1974. Animal-sediment relationship. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 12: 223-261 p.
- Gray, J. 1981. *The ecology of marine sediments*. Cambridge University Press. 185 p.
- Gray, S. J. 1982. Effect of pollutants on marine ecosystems. *Netherl. J. Sea. Res.* 16: 424-443 p.
- Hartman, O. 1944a. Polychaetous annelids, Part 5. Eunicea. *Allan Han Pac. Exped.* 10(1): 1-238 p.
- Hartman, O. 1944b. Polychaetous annelids, Part 6. Paraonidae, Magelonidae, Longosomidae, Ctenodrilidae and Sabellaridae. *Allan Han Pac. Exped.* 10: 311-389 p.
- Hartman, O. 1944c. Polychaetous annelids from California including the description of Two new genera and nine new species. *Allan Han Pac. Exped.* 10(2): 239-307 p.
- Hartman, O. 1947. Polychaetous annelids, 7. Capitellidae. *Allan Han Pac. Exped.* 10(4): 391-481 p.
- Hartman, O. 1950. Polychaetous annelids: Goniadidae, Glyceridae and Nephtyidae. *Allan Han Pac. Exped.* 15: 1-181 p.
- Hartman, O. 1956. Polychaetous annelids erected by Treadwell, 1981 to 1948, together With a brief chronology. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 109(2): 239-310 p.
- Hartman, O. 1957. Orbiniidae, Apistobranchidae, Paraonidae and Longosomidae. *Allan Han Pac. Exped.* 15(3): 211-393 p.

- Hartman, O.. 1968. Atlas of the polychaetous annelids from California. Allan Hancock Foundation, Univ. So. Calif., 828 p.
- Hartman, O. 1969. Atlas of the sedentariate polychaetous annelids from California. Allan Hancock Foundation, Univ. So. Calif., 812 p.
- Hedges, J. L. y Stern, J. H.. 1984. Carbon and nitrogen determination of carbonate containing solids. *Limnol. Oceanogr.* 29: 657-663 p.
- Hernández-Alcántara, P. 1992. Los poliquetos (Annelida: Polichaeta) de la plataforma continental del Golfo de California, México. Taxonomía, abundancia numérica y distribución geográfica. *UACP y P-CCH UNAM*. Tesis de maestría 427 p.
- Hernandez-Arana, H. A., Warwick, R. M., Attrill, M. J., Rowden, A. A. y Gould-Bouchot, G. 2005. Assesing the impact of oil-related activities on benthic macroinfauna assemblages of the Campeche shelf, southern Gulf of Mexico. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 289: 89-107 p.
- Hernández-Guevara, N.A. 1994. Poliquetos (Annelida: Polichaeta) de Bahía Sebastián Vizcaíno, Baja california, México: Taxonomía y distribución. *Fac. Cienc. Biol. UANL*. Monterrey, Nuevo León. Tesis profesional. 64 p.
- Hotelling, H. 1933. Análisis of a complex of statistical variables into principal components. *J. Educ. Psychol.* 24: 417-441 y 198-520 p.
- Jiménez-Cueto, M.S. y Salazar-Vallejo. 1990. Anélidos poliquetos de la reserva de la biosfera de Sian Ka'an. En: Navarro, L.D. y J.G. Robinson. *Diversidad biológica La reserva de la biosfera de Sian Ka'n Quintana Roo, México*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO), Chetumal, Quintana Roo, México. 147-150 p.
- Karakassis, I., Tsapakis, M. y Hatziyama E. 1998. Seasonal variability in sediment profiles beneath fish farm cages in the Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 162: 243-252 p.

- Karakassis, I., Tsapakis, M., Astillan, E., Papadopoulou, K.-N. y Plaiti, W. 2000. Impact of cage farming of fish on the seabed in three Mediterranean coastal areas. *J. Mar. Sci.* 57: 1462-1471 p.
- Kingston, P.F. y M.J. Riddle. 1989. Cost effectiveness of benthic faunal monitoring. *Mar. poll. Bull.* 20(10): 490-496 p.
- Kraufvelin, P., Sinisalo, B., Leppakoski, E., Mattila, J. y Bondsdorff, E. 2001. Changes in zoobenthic community structure after pollution abatement from fish farms in the Archipelago Sea (N. Baltic Sea). *Mar. Environ. Research.* 51: 229-245 p.
- Lalli, C. M. y Parson, T. R. 1997. *Biological oceanography: An introduction.* Butterworth Heinemann. 314 p.
- Lee, H. W., Bailey-Brock, J. H. y McGurr, M. M. 2006. Temporal changes in the Polychaete infaunal community surrounding a Hawaiian mariculture operation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 307: 175-185 p.
- Lenihan, H. S. y Micheli, F. 2001. Soft sediment community. *In* Bertnes, M. D., Gaines, S. D. and Hay, M. E. (eds.). *Marine Community Ecology.* Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts. pp. 253-287.
- Levinton, J. S. 1989. Deposit-feeding and coastal oceanography. *En* López, G., Taghon, G. y Levinton, J. (eds.). 1989. *Ecology of Marine Deposit Feeder.* Springer, Verlag. New York: 1-23 p.
- Lizárraga-Partida, M. L. 1973. Contribución al estudio de los vermes anélidos poliquetos Como indicadores de contaminación orgánica. U.A.B.C. Tesis profesional 25 p.
- Lorax Consultores. 2004. Rancho Marino para la engorda de atún aleta azul en la Bahía Salsipuedes, Ensenada, B.C. Manifiesto de Impacto Ambiental. 360 p.
- Lozano-Huguenin, 2005. El cultivo de atún aleta azul en Baja California: un análisis de la industria. *Fac. Ciencias Marinas UABC.* Tesis licenciatura 36 p.

- Magni, P. 2003. Biological benthic tools as indicator of coastal marine ecosystems health. *Chemistry and Ecology* 19(5): 363-372. p.
- Mancilla, P. M. y G. M. Martinez. 1991. Variación estacional de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la Bahía de Todos Santos, B. C., México (marzo 1986 a junio de 1987). *Rev. Inv. Cient.* 2(2): 33-45. p.
- Margalef, R. 1974. *Ecología*. Omega Barcelona. 951 p.
- Mistri, M., Fano, E. A., Ghion, F. y Rossi, R. Disturbance and community pattern of polychaetes inhabiting Valle Magnavacca (Valli di Comacchio, Northern Adriatic Sea, Italy). *Marine Ecology* 23(1): 31-49 p.
- Muñoz-Palacios, L.E. 1993. El sistema bentónico sublitoral en las costas de Pacífico norte: campañas TOES (Febrero, 1987). Tesis maestría CICESE. 135 p.
- Padilla-Galicia, E. 1984. Estudio cualitativo y cuantitativo de las poblaciones de anélidos poliquetos de la plataforma continental de Sinaloa. *Fac.Cienc. UNAM*. Tesis profesional. 106 p.
- Pawar, V., Matsuda, O., Yamamoto, T., Hashimoto, T. y Rajendran, N. 2001. spatial and temporal variation of sediment quality in and around fish cage farm: A case study of aquaculture in the Seto Inland Sea, Japan. *Fish. Sci.* 67: 619-627 p.
- Persson, L. E. 1983. Temporal and spatial variations in coastal macrobenthic community structure, hand Bay (Southern Baltic). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 68(1): 277-293 p.
- Pearson, T. y Rosenberg, R. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 16: 229-311 p.

- Pérez-Peña, M. 1994. El sistema bentónico sublitoral en la costa norte del Pacífico México-E.U.A.: Campaña ECOBAC III 0690. *CICESE*. Tesis maestría. 89 p.
- Pielou, E.C. 1977. *Mathematical ecology*. Harper and Row, New York. 397 p.
- Pocklington, P. y Wells, P. 1992. Polychaetes: Key taxa for marine environmental quality monitoring. *Mar. Pollut. Bull.* 24: 593-598 p.
- Qin-Feng, G., Kwok-Leung, C., Siu-Gin, C. y Shin, P. K. S. 2005. Effect of nutrient enrichment derived from fish farming activities on macroinvertebrates assemblages in a subtropical region of Hong Kong. *Mar. Poll. Bull.* 51: 994-1002 p.
- Ranasinghe, J. A., Scott, C.C. y Kelley, F. S. 1999. South California Bight Water Quality Monitoring Program. Long-term benthic monitoring and assessment component level I comprehensive report. July 1964-December 1998. Prepared for Columbia, Maryland Department of Natural Resource by Verser. Inc. Columbia, MD. 60 p.
- Reish, D. 1970. A critical review of the use of marine invertebrates as indicador of varying negrees of marine pollution. F.A.O. Technical Conference of Marine Pollution end its Effect on Living Resourses and Fishing. 9-18 Dec. 1970, Rome Italy. FIR:MP/70/R-9.
- Reish, D. 1980. Effect of domestic wastes on the benthic marine communities of southern California. *Helgol, Meeresunters.* 33: 337-383 p.
- Reish, D. 1984. Domemstic Wastes. En: Kinne, O (ed.). *Marine ecology*. Wiley, New York. 5: 1711-1768 p.
- Ritz D. A., Lewis, M. E. y Shen, M. 1989. Response to organic enrichment of infaunal macrobenthic communities under salmonid seacage. *Mar. Biol.* 103: 211-214 p.
- Rodriguez-Valencia, J.A. 1994. Poliquetos (Annelida: Polichaeta) de la Bahía de San Juanico, Baja california Sur, México. *Fac. Cienc. Bio. UANL*. Monterrey, Nuevo León. Tesis profesional. 65 p.

- Rodríguez-Villanueva, V., Martínez-Lara, R. y Macías-Zamora, V. 2003. Polychaeta community structure of the northwestern coast of Mexico: pattern of abundance and distribution. *Hydrobiologia* 496: 385-399 p.
- Rodríguez-Villanueva, L. V. 2005. Estructura de las comunidades de invertebrados Macrobénticos y su relación con variables físico-químicas en la zona costera Tijuana-Ensenada, Baja California, México. Facultad de Ciencias Marinas UABC. Tesis doctoral. 264 p.
- Salazar-Vallejo, S. I. 1985. Contribución al conocimiento de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de Bahía Concepción, Baja California Sur, México. CICESE. Tesis Maestría. 311 p.
- Salazar-Vallejo, S.I. 1987. Pilargidae (Annelida: Polychaeta) de México: Lista de especies, nueva especie y biogeografía. *Cah. Biol. Mar.* 27(2): 193-209 p.
- Salazar-Vallejo, S.I. 1990. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de fondos blandos de Isla Rasa, Golfo de California. *Ciencias Marinas* 16(4): 75-85 p.
- Salazar-Vallejo, S. I. 1991. Contaminación marina. Métodos de evaluación biológica. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. Fondo de Publicaciones y Ediciones Gobierno del Estado de Quintana Roo. Chetumal, Quintana Roo. 193 p.
- Salazar-Vallejo, S.I., De León-González, J. A. y Salaices, H. 1989. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México. Univ. Aut. Baja California Sur. Libros Universitarios, 211 p.
- Salazar-Vallejo, S. I., De León-González, J. A. y Chavez-Comparán, J. C.. 1990. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la Bahía de Manzanillo, con una clave ilustrada Para las especies de Colima, México. *Rev. Biol. Trop.* 36(2A): 211-229 p.
- Sanders, H. L., Grassle, J. F., Hampson, G. R., Morse, L. S., Garner-Price, S. y Jones, C. C. 1980. Anatomy of an oil spill: long term effects from the grounding of the barge *Florida* off West Falmouth, Massachusetts. *Journal of Marine Research* 38: 265-380 p.

- Sarkar, S. K., Bhattacharya, A., Giry, S., Bhattacharya, B., Sarkar, D., Nayak, D. C. y Chattopadhyaya, A. K. 2005. Spatiotemporal variation in benthic polychaetes (Annelida) and relationships with environmental variables in a tropical estuary. *Ecology and Management* 13: 55-67 p.
- Silva-Iñiguez, L. (1995). Factores de vulnerabilidad en sistemas litorales de Baja California (México): Bahía Salsipuedes, Bahía de Todos Santos y Punta Cabra. Tesis Maestría División Oceanología, CICESE, 145 p.
- Simboura, N., Nicolaidou, A. y Thessalou-Legaki, T. 2000. Polychaete community of Greece: An ecological overview. *Marine Ecology*, 21(2): 129-144 p.
- Snelgrove, P. y Butman, C. A. 1994. Animal-sediment relationship revisited: cause versus effect. *Oceanography and Marine Biology. An annual Review* 32: 111- 177. p.
- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1995. *Biometry*. Freeman, New York, N.Y. 887 p.
- Terlizzi, A., Bevilacqua, S., Fraschetti, S. y Boero, F. 2003. Taxonomic sufficiency and the increasing insufficiency of taxonomic expertise. *Mar. Poll. Bull.* 46: 556-561 p
- Tudela, S. 2002. Grab, cage, fatten, sell. *Samudra Report* 32. 9 – 17 p.
- Varela- Hernandez, J.J. 1993. Anélidos poliquetos de la plataforma continental de Jalisco, México. *Fac. Cien. Biol. Universidad de Guadalajara*. Tesis profesional. 113 p.
- Volle, M. 1985. *Analyse des donnees. Economica*. Paris. 317 p.
- Warwick, R. M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar. Biol.* 92: 557-562 p.
- Warwick, R. M. 1988. Analysis of community attributes of the macrobenthos of Friefjord/Langesundfjord at taxonomic level higher than species. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 46:167-170 p.

- Warwick, R.M. 1993. Environmental impacts studies on marine communities: ragmatical considerations. *Aust. J. Ecol.* 18: 63-80 p.
- Warwick, R. M., Platt, H. M., Clarke, K. R., Agard, J. y Gobin, J. 1990. Analysis of macrobenthic and meiobenthic community structure in relation to pollution and disturbance in Hamilton Harbour, Bermuda. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 138: 119-142 p.
- Warwick, R.M. and Clarke, K.R. 1993. Comparing the severity of disturbance: a meta-analisis of marine macrobenthic community data. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 92:221-231 p.
- Wu, R. S. S. 1995. The environmental impact of marine fish culture: Toward a sustainable future. *Mar. Poll. Bull.*31: 159-166 p.
- Yañez-Arancibia, A. 1986. *Ecología de la zona costera: Análisis de siete tópicos.* AGT Editores, México, D.F. 190 p.
- Zizumbo-Alamilla, C.E. 1999. Biomasa, crecimiento y extracción química de la carogénofita *Mastocarpus papillatus* Kützinger (Rodophyta, Gigartinales) de Puerto San Isidro, B.C. *Fac. Cienc. Mar. UABC.* 39 p.
- Zmarsly, D. L., Stebbins, T. D., Pasko, D., Duggan, R. M. y Barwick, K. L. 1994. Spatial patterns and temporal succession in soft-bottom macroinvertebrate assemblages surrounding an ocean outfall on the southern San Diego shelf: relation to antropogenic and natural events. *Mar Biol.* 118: 293-307 p.