

03085



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

2
24

INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA

UNIDAD ACADÉMICA DE LOS CICLOS PROFESIONAL Y DE POSGRADO
DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

PROYECTO ACADÉMICO DE ESPECIALIZACIÓN, MAESTRIA Y
DOCTORADO EN CIENCIAS DEL MAR

ESTRUCTURA E INTERACCIONES ECOLÓGICAS DE
LAS COMUNIDADES DE PECES DE LA PLATAFORMA
CONTINENTAL Y LA LAGUNA DEL MAR MUERTO,
EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC AL SUR DEL
PACÍFICO MEXICANO

T E S I S

PARA OBTENER EL DOCTORADO
EN CIENCIAS DEL MAR

OCEANOGRAFIA BIOLÓGICA Y PESQUERA

P R E S E N T A :

MARGARITO TAPIA GARCIA

MEXICO, D. F.

1997

**TESIS CON
FOLIA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ESTRUCTURA E INTERACCIONES ECOLÓGICAS DE LAS COMUNIDADES DE PECES DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL Y LA LAGUNA DEL MAR MUERTO, EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC AL SUR DEL PACÍFICO MEXICANO

MARGARITO TAPIA GARCÍA

El Golfo de Tehuantepec presenta dos subsistemas desde el punto de vista hidrológico y sedimentológico. El subsistema Oaxaqueño (al este) determinado principalmente por el periodo de surgencias; se caracteriza por bajas temperaturas y alta concentración de nutrimentos en la época de secas-vientos Tehuanos, sedimentos arenosos y escasos aportes epicontinentales. El subsistema Chiapaneco (al oeste) se caracteriza por la presencia de sistemas lagunares-estuarinos que influyen sobre las condiciones hidrológicas y la presencia de sedimentos areno-lodosos y de arenas con gravas; no está influenciado directamente por los vientos "Tehuanos" ni por las surgencias. La ictiofauna demersal está constituida por más de 170 especies, 101 géneros y 51 familias. Los valores altos de biomasa y densidad se presentan frente a la zona comprendida de la Boca de San Francisco a la Boca de Tonalá, y disminuyen a mayor profundidad; los valores altos se presentan en la época de lluvias. El patrón de distribución de la ictiofauna coincide con los subsistemas mencionados. Las especies *P. stephanophrys/quiescens*, *S. russula*, *N. entemedor*, *P. margaritatus* y *P. grandisquamis* son características del subsistema Oaxaqueño. Las especies *Urotrygon sp.*, *M. altipinnis*, *C. zonatus* y *B. longipes* son características del subsistema Chiapaneco. La mayor diversidad de especies se presenta al inicio de la época de lluvias y frente a sistemas lagunares-estuarinos (subsistema Chiapaneco). *S. latifrons*, *E. gracilis*, *B. constellatus*, *O. chalcousiredingi*, *S. ovale*, *Urotrygon sp.*, *S. peruviana*, *C. orqueta*, *P. axillaris*, *P. nitidus* y *D. peruvianus*, son dominantes.

La Laguna del Mar Muerto se divide en tres subsistemas hidrológicos. El subsistema eurihalino es la parte más interna de la laguna con alta turbidez, grandes variaciones de salinidad. El subsistema marino está en contacto directo con el mar a través de la Boca de Tonalá, tiene la mayor profundidad con menor variación de salinidad y temperatura, y baja turbidez. El subsistema de transición constituye la parte media de la laguna y representa una unidad de transición entre el subsistema eurihalino y el subsistema marino. La Laguna del Mar Muerto tiene amplias variaciones de temperatura (21.5 a 38.5 °C) y salinidad (13 a 90 ups), determinadas por las épocas climáticas prevalecientes. Durante la época de secas-vientos Tehuanos y en el principio de la época de lluvias, la laguna se comporta como un antiestuario; durante la época de lluvias, el patrón observado es inverso al de la época de secas. La ictiofauna está constituida por 65 especies, 44 géneros y 29 familias. La mayor producción del sistema (biomasa y densidad) se presenta en la época de lluvias, sobresaliendo la parte nor-noreste del subsistema marino por su máxima abundancia. La diversidad de especies es mayor en la época de lluvias y en el subsistema marino. Hay tres asociaciones de peces, acordes con los subsistemas mencionados. La comunidad de peces se divide en cuatro grupos principales: un grupo dominante, constituido por *D. peruvianus*, *L. stollifera*, *A. mundeola*, *A. lucida*, *A. macrolepidota*, *C. robalito*, *A. curta*, *A. mazatlanus*, *E. currani*, *C. liropus* y *C. caninus*, caracterizado por una amplia distribución y alta abundancia en la laguna; otro grupo subdominante se distribuye hacia el subsistema eurihalino y está constituido por *P. sphenops*, *P. fasciata* y *D. latifrons*; el tercer grupo está conformado por un gran número de especies no dominantes de limitada distribución, que se localizan hacia los subsistemas marino y de transición; el cuarto grupo está constituido por especies poco frecuentes u ocasionales, que ocurren principalmente en el subsistema marino.

Hay 36 especies comunes entre la plataforma continental y la Laguna del Mar Muerto, que constituyen el 54.5% de las especies registradas en la laguna y el 21.2% de las especies registradas en la plataforma. La mayor biomasa, densidad y diversidad en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec tienden a concentrarse frente a sistemas lagunares-estuarinos, y aumentan previo y al inicio de la época de lluvias. La mayor diversidad y abundancia en zonas de influencia estuarina, revela la dependencia biológica y ecológica de la comunidad de los procesos estuarinos, como áreas de alimentación, protección y reproducción para un gran número de especies marinas, especies asociadas a procesos estuarinos y especies dependientes estuarinas.

Vc. 34
C. Tapia García

STRUCTURE AND ECOLOGICAL INTERACTIONS OF THE FISH COMMUNITIES FROM THE CONTINENTAL SHELF AND THE MAR MUERTO LAGOON, IN THE GULF OF TEHUANTEPEC SOUTHERN MEXICAN PACIFIC

MARGARITO TAPIA GARCÍA

The Gulf of Tehuantepec have two subsystems, in relation to hydrological and sedimentological conditions. The "Oaxaqueño" subsystem (to the east) is mainly determined by the upwelling period; it has low temperatures and high concentration of nutriments during the windy period (Tehuanos). The "Chiapaneco" subsystem (to the west) is characterized for the presence of estuarine systems, which determine the presence of sandy-silty sediments and sand with gravel; it is not influenced by the Tehuanos winds neither the upwelling. The demersal fish community is constituted by at least 170 species, 101 genera and 51 families. The biomass and density are higher in the area in front of San Francisco inlet and Tonalá inlet, and they diminish with depth; the values are higher during the rainy season. The fish assemblage distribution is associated to the subsystems referred. *P. stephanophrys/quiescens*, *S. russula*, *N. entemedor*, *P. margaritatus* y *P. grandisquamis* are characteristic of the Oaxaqueño subsystem. *Urotrygon* sp., *M. altipinnis*, *C. zonatus* and *B. longipes* are characteristic of the Chiapaneco subsystem. The highest diversity was found in front of the estuarine systems during the starting rainy season (Chiapaneco subsystem). *S. latifrons*, *E. gracilis*, *B. constellatus*, *O. chalceus/redingi*, *S. ovale*, *Urotrygon* sp., *S. peruviana*, *C. orqueta*, *P. axillaris*, *P. nitidus* and *D. peruvianus* are dominants.

The Mar Muerto Lagoon has three subsystems. The eurihaline subsystem is located at the most internal part of the lagoon; it has high salinity and turbidity as well as wide variations of these parameters. The marine subsystem is directly connected to the sea through the Tonalá inlet; this subsystem is the deepest one with low salinity and temperature variations. The transition subsystem found at the middle of the lagoon constitutes a transition unit between the eurihaline subsystem and the marine subsystem. The Mar Muerto Lagoon has wide variations of temperature (21.5 to 38.5 °C) and salinity (13 to 90 ups), determined by seasonal changes. During the Tehuanos winds period and the starting of the rainy season, the lagoon is a negative estuary; during the rainy season, the observed patron is inverse to the dry season. The fish community is constituted by at least 66 species, 44 genera and 29 families. The highest biomass and density is found during the rainy season, mainly in the northeast part of marine subsystem. There are three fish assemblages related to the mentioned subsystems. The fish community has four main groups: a dominant group, constituted by *D. peruvianus*, *L. stolidera*, *A. mundeola*, *A. lucida*, *A. macrolepidota*, *C. robalito*, *A. curta*, *A. mazatlanus*, *E. currani*, *C. liropus* and *C. caninus*, which has a wide distribution and high abundance; a subdominant group distributed mainly towards the eurihaline subsystem, which is constituted by *P. sphenops*, *P. fasciata* and *D. latifrons*. The third group is conformed by a great number of not dominant species of limited distribution. These species are found in the marine and transition subsystems; the fourth group is constituted by not frequent or occasional species that they occur mainly in the marine subsystem.

There are 36 common species between the continental shelf and the Mar Muerto Lagoon. These species constitute 54.5% of the registered species in the lagoon, and 21.2% of the species in the shelf. The fish biomass, density and diversity of the continental shelf reach the highest values in front of estuarine systems, and previous to the beginning of the rainy season. The highest diversity and abundance in zones of estuarine influence reveal the biological and ecological dependence of the community on the estuarine processes. These areas are used as nursery places by a great number of marine species, species associated to estuarine processes and estuarine dependent species.

Va. Bg
C. Garcia

**CLAUDIA
PARIS ADRIÁN
MARIAN ASTRID**

**DEDICO ESTA TESIS A USTEDES
QUE SON LA PRINCIPAL
RAZÓN DE MI VIDA**

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	6
ANTECEDENTES	11
OBJETIVOS	13
ÁREA DE ESTUDIO	19
MATERIALES Y MÉTODOS	19
Actividades de campo	19
Plataforma continental del Golfo de Tehuantepec	19
Laguna del Mar Muerto	21
Actividades de laboratorio	22
RESULTADOS	26
Golfo de Tehuantepec	26
Caracterización de los factores abióticos	26
Caracterización de la comunidad	30
Composición taxonómica	30
Lista sistemática	31
Enero, 1989	39
Marzo, 1990	42
Mayo, 1989	45
Agosto, 1990	48
Noviembre, 1989	51
Laguna del Mar Muerto	55
Caracterización de los factores abióticos	55
Caracterización de la comunidad	57
Composición taxonómica	57
Lista sistemática	58
Inicio de la época de secas	63
Final de la época de secas	64
Inicio de la época de lluvias	66
Final de la época de lluvias	68
Interacciones estuario-mar	71
DISCUSIÓN	74
Golfo de Tehuantepec	74
Caracterización de los factores abióticos	74
Caracterización de la comunidad	82
Composición taxonómica	82
Distribución y abundancia espacio-temporal	85
Diversidad	88
Especies dominantes	89
Abundancia por familias	91
El Golfo de Tehuantepec como ecosistema	93
Laguna del Mar Muerto	97
Caracterización de los factores abióticos	97
Caracterización de la comunidad	103
Composición taxonómica	103
Distribución y abundancia espacio-temporal	104
Diversidad	105
Especies dominantes	107
La Laguna del Mar Muerto como ecosistema	111
Interacciones estuario-mar	114
CONCLUSIONES	119
AGRADECIMIENTOS	123
REFERENCIAS	125

RESUMEN

El objetivo general de la presente tesis fue caracterizar la composición, distribución y abundancia de la ictiofauna de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec y la Laguna del Mar Muerto, así como las asociaciones de peces con relación a los factores abióticos, estableciendo las posibles interacciones estuario-mar entre la plataforma y la laguna. Para las colectas de peces se hicieron 5 campañas oceanográficas en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec de 1989 a 1990, y 13 muestreos en la Laguna del Mar Muerto de 1991 a 1993. La abundancia se determinó en Kg/Ha e individuos/Ha, la diversidad mediante la riqueza de especies y el índice de Shannon y Weaver, y para la determinación de las asociaciones de peces se realizó una clasificación por conglomerados y por componentes principales. Este último análisis también se realizó para los factores abióticos. La similaridad entre la ictiofauna de la laguna y la plataforma se determinó a través del índice de Jaccard.

Los resultados obtenidos indicaron que el Golfo de Tehuantepec presenta dos subsistemas desde el punto de vista hidrológico y sedimentario. El subsistema Oaxaqueño se ubica frente a la zona comprendida entre Salina Cruz y la Boca de Tonalá, se extiende mar adentro (hacia el sur-sureste), y se determina principalmente por el periodo de surgencias; se caracteriza por bajas temperaturas y alta concentración de nutrientes en la época de secas-vientos Tehuanos, sedimentos arenosos y escasos aportes epicontinentales. El subsistema Chiapaneco se ubica frente a la zona que comprende de la Boca de Tonalá al Río Suchiate y se caracteriza por tener sistemas lagunares-estuarinos que influyen sobre las condiciones hidrológicas y la presencia de sedimentos arenolodos y de arenas con gravas; no esta influenciado directamente por los vientos "Tehuanos" ni por las surgencias. La comunidad de peces demersales del Golfo de Tehuantepec esta constituida por más de 170 especies, 101 géneros y 51 familias. Los valores altos de biomasa se presentan frente a la zona comprendida de la Boca de San Francisco a la Boca de Tonalá, y disminuyen a mayor profundidad; la menor biomasa se observa al final de la época de secas y la mayor en la época de lluvias. La densidad tiene un patrón similar al de la biomasa. La comunidad presenta un patrón de distribución semejante a los subsistemas hidrológicos-sedimentológicos mencionados. El subsistema Oaxaqueño alcanza su mayor dimensión durante la época de secas, y se extiende hacia el sureste; en la época de lluvias disminuye su extensión; las especies *P. stephanophrys/quiescens*, *S. russula*, *N. entemedor*, *P. margaritatus* y *P. grandisquamis* son características de este subsistema. El subsistema Chiapaneco alcanza su mayor dimensión durante la época de lluvias, y disminuye en la época de secas. Las especies *Urotrygon sp.*, *M. altipinnis*, *C. zonatus* y *B. longipes* son características del subsistema. El límite entre los subsistemas Oaxaqueño y Chiapaneco, varía durante el año, y se ubica en la línea de costa hacia la Boca de Tonalá en la época de secas-vientos Tehuanos, y entre Salina Cruz y la Boca de San Francisco en la época de lluvias. La mayor diversidad de especies se observa al inicio de la época de lluvias y la menor al inicio de la época de secas-vientos Tehuanos. La mayor diversidad se presenta frente a sistemas lagunares-estuarinos (subsistema Chiapaneco). *S. latifrons*, *E. gracilis*, *B. constellatus*, *O. chalcousredingi*, *S. ovale*, *Urotrygon sp.*, *S. peruviana*, *C. orqueta*, *P. axillaris*, *P. nitida* y *D. peruvianus*, son dominantes en las capturas por su abundancia numérica y en peso. Las familias Haemulidae, Bothidae, Scaenidae, Carangidae, Ariidae y Gerreidae son dominantes, ya que son abundantes tanto en número como en peso, y aportan más del 80% de la captura.

La Laguna del Mar Muerto se divide en tres subsistemas hidrológicos. El subsistema eurihalino es la parte más interna de la laguna con alta turbidez, grandes variaciones de salinidad y de temperatura durante el año; es somero (profundidad promedio 1m), con escasa vegetación costera, y grandes extensiones de algas verdiazules en la parte oeste. El subsistema marino está en contacto directo con el mar a través de la Boca de Tonalá, tiene mayor profundidad con una menor variación de salinidad y temperatura, y alta transparencia del agua; presenta abundante vegetación litoral, así como amplias praderas de pastos marinos y praderas de algas; hay un delta interno resultado del flujo de marea que deposita sedimentos arenosos hacia el interior de la laguna; las condiciones marinas prevalecen la mayor parte del año. El subsistema de transición constituye la parte media de la laguna y representa una unidad de transición entre el subsistema eurihalino y el

subsistema marino; si se presenta un fuerte gradiente salino en la laguna este subsistema es muy evidente; se conjunta con el subsistema eurihalino para formar una unidad cuando el gradiente salino es más débil, y su límite se puede extender hasta el subsistema marino. La Laguna del Mar Muerto tiene amplias variaciones de temperatura (21.5 a 38.5 °C) determinadas por las épocas climáticas prevalecientes en la región; los valores bajos de temperatura corresponden al principio de la época de secas-vientos Tehuanos, y los más altos al final de esta misma época. Las variaciones de salinidad son muy grandes (13 a 90), con los valores más bajos en la época de lluvias y los más altos en la época de secas vientos-Tehuanos; la salinidad promedio de la laguna generalmente excede la salinidad marina, lo que caracteriza a la laguna como hipersalina. Durante la época de secas-vientos Tehuanos y en el principio de la época de lluvias, la laguna se comporta como un antiestuario; durante la época de lluvias, el patrón observado es inverso al de la época de secas. La ictiofauna de la Laguna del Mar Muerto está constituida por 65 especies, 44 géneros y 29 familias. La mayor producción del sistema (biomasa y densidad) se presenta en la época de lluvias, sobresaliendo la parte nor-noreste del subsistema marino por su máxima abundancia. La diversidad de especies es mayor en la época de lluvias que en la época de secas; la mayor diversidad de especies se presenta en el subsistema marino y disminuye hacia el subsistema eurihalino. La comunidad de peces se divide en 3 subsistemas, acordes con los subsistemas hidrológico-sedimentológicos. La comunidad de peces se divide en cuatro grupos principales: un grupo dominante, constituido por *D. peruvianus*, *L. stollifera*, *A. mundeola*, *A. lucida*, *A. macrolepidota*, *C. robalito*, *A. curta*, *A. mazatlanus*, *E. currani*, *C. liropus* y *C. caninus*, caracterizado por una amplia distribución y alta abundancia en la laguna; otro grupo subdominante se distribuye hacia el subsistema eurihalino y está constituido por *P. sphenops*, *P. fasciata* y *D. latifrons*; el tercer grupo está conformado por un gran número de especies no dominantes de limitada distribución, que se localizan principalmente hacia los subsistemas marino y de transición; el cuarto grupo está constituido por especies poco frecuentes u ocasionales, que se distribuyen preferentemente en el subsistema marino.

Hay 36 especies comunes entre la plataforma continental y la Laguna del Mar Muerto, las que constituyen el 54.5% de las especies registradas en la laguna y el 21.2% de las especies registradas en la plataforma. La mayor biomasa, densidad y diversidad en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec tiende a concentrarse frente sistemas lagunares-estuarinos, las que se acrecientan previo y al inicio de la época de lluvias. El mayor número de especies comunes entre la laguna y la plataforma se presenta en el periodo comprendido de marzo a julio, que corresponde al final de la época de secas y principio de la época de lluvias, periodo característico de alta producción en ecosistemas costeros tropicales. La mayor diversidad y abundancia en zonas de influencia estuarina, revela la importancia de los estuarios en los procesos biológicos y ecológicos de la comunidad, ya que son importantes áreas de alimentación, protección y reproducción para un gran número de especies marinas, especies asociadas a procesos estuarinos y especies dependientes estuarinas.

De los resultados obtenidos ahora se sabe cual es la composición de especies, la diversidad, distribución, abundancia y asociaciones de la ictiofauna del Golfo de Tehuantepec y la Laguna del Mar Muerto, así como las especies que interaccionan en estos sistemas. Aún cuando ya existen estudios sobre las poblaciones de peces de la región en términos de su reproducción, distribución y abundancia, es importante abordar investigaciones orientadas al conocimiento de la dinámica poblacional, dinámica que también refleja el comportamiento del ecosistema, y que permitiría conocer con más detalle cual es su estructura y función para su mejor manejo.

INTRODUCCIÓN

En la zona costera, la plataforma continental y las lagunas costeras adyacentes interactúan a través de las bocas de conexión, mediante procesos geológicos, físicos, químicos, biológicos, y por lo tanto ecológicos, que determinan que la dinámica de estos sistemas y sus interacciones sean complejas. En ecosistemas costeros tropicales, la gran diversidad de productores primarios y consumidores ocasionan que las interacciones ecológicas estuario-mar sean aún más complejas que en ecosistemas fríos y templados, dando como resultado una variación espacial y temporal de las especies, así como en sus actividades de reproducción, reclutamiento y alimentación.

Las interacciones estuario-mar tienen un significado ecológico en la producción natural de los ecosistemas costeros, ya que se sabe que diversos procesos físicos, químicos, geológicos y ecológicos -denominados mecanismos de producción- que se presentan en la zona costera y principalmente en sistemas lagunares, tienen un efecto directo en la producción natural de la plataforma continental, como es el caso de las descargas fluviales, áreas de vegetación costera y mareas, entre otros, que están directamente relacionados a la magnitud de la producción secundaria (Soberón Chávez y Yáñez-Arancibia, 1984; Yáñez-Arancibia *et al.* 1985a).

Como parte de la producción secundaria, las comunidades de peces en ecosistemas costeros tienen gran importancia en las interacciones estuario-mar, principalmente como reguladores energéticos, debido a su habilidad de desplazamiento dentro del ecosistema, así como entre ecosistemas, y por su estrecha relación con la dinámica ambiental, a la cual han adaptado sus estrategias biológicas y ecológicas (Yáñez-Arancibia y Nugent, 1977). Esto además de tener una importancia ecológica, tiene gran importancia desde un punto de vista económico, ya que repercute directamente en la producción pesquera, con el consiguiente impacto social y político.

Por lo anterior, las investigaciones sobre interacciones estuario-mar han tenido un gran desarrollo en los últimos 20 años, como se observa en los trabajos de Woodwell *et al.* (1977), Haines (1979), Darnell y Soniat (1979), Yáñez-Arancibia *et al.* (1985b) y Yáñez-Arancibia *et al.* (1991), quienes mencionan que el entendimiento de las interacciones estuario-mar son clave para el conocimiento de los ecosistemas costeros, y por consiguiente para el manejo de los recursos que poseen. Al respecto, diversas investigaciones mencionan la importancia de las interacciones estuario-mar para la existencia y persistencia de los recursos bióticos y por consiguiente de los recursos pesqueros en la zona costera (Yáñez-Arancibia 1986; Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988; Gracia, 1989).

En México, el Golfo de Tehuantepec es una de las principales áreas de pesca, ya que tiene el cuarto lugar en cuanto a la producción de camarón a nivel nacional,

con una intensa actividad industrial en la ciudad de Salina Cruz, Oaxaca, dirigida en primer término a la refinación del petróleo, y con una fuerte proyección hacia el turismo en la costa oeste del golfo. En la región, también se localizan un gran número de sistemas lagunares, donde la actividad pesquera artesanal es intensa y está dirigida principalmente al camarón. Esto ha determinado un desarrollo urbano-costero desordenado que ha traído consigo el uso de los recursos bióticos existentes, aún sin conocer su composición, magnitud y dinámica ecológica.

En la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec se ha observado una sensible disminución de las capturas de la principal pesquería de la región que es el camarón (Anónimo, 1978-1994), y no existen investigaciones que expliquen este comportamiento. Esta situación se ha atribuido a una sobre-explotación del stock de camarón que de alguna forma también debe afectar a otras especies, principalmente a las comunidades de peces que constituyen la pesca acompañante. Aún cuando se aplica una veda temporal cada año a la captura de camarón en la plataforma continental, no se ha visto una solución a dicho problema, y la industria camaronera atribuye la falta de recuperación del stock a la intensa actividad de pesca que se presenta en sistemas lagunares donde el camarón se pesca intensamente en su etapa juvenil y ocasionalmente en la etapa de postlarva para su cultivo, lo que probablemente afecta su ciclo vital y la evolución natural de las comunidades bióticas. Esta situación ha provocado conflictos entre la pesca artesanal ribereña y la industrial, con diversos alcances políticos, económicos y sociales.

En los sistemas lagunares de la región, la actividad pesquera artesanal es intensa y también está dirigida en primer término al camarón. Sobre esta pesquería, las restricciones existentes para la explotación del recurso se limitan principalmente al tamaño de la malla de las redes y la prohibición de algunas artes de pesca. La pesca de escama está constituida principalmente por lisa, robalo, macabí y bagre, entre otros. Sin embargo, por el bajo volumen de estas capturas, estas especies son consumidas principalmente en forma local. A pesar de que estos sistemas costeros sufren una intensa explotación pesquera dirigida al camarón, no se conocen sus recursos bióticos en términos de composición de especies, ni en su abundancia, como también sucede en la plataforma continental.

La Laguna del Mar Muerto no escapa a esta problemática, además de que se enfrenta a una situación geográfica política que agudiza dichos problemas. Al respecto, la parte oeste de esta laguna forma parte del estado de Oaxaca y la parte este al estado de Chiapas, lo que determina una pugna entre las sociedades cooperativas pesqueras de ambos estados por el recurso camarón, y por consiguiente una competencia por una mayor producción pesquera en detrimento de la pesquería del camarón y la pesca de escama. Esta situación ha determinado diversos problemas políticos, económicos y sociales entre las poblaciones ribereñas de ambos Estados, dejando en último término el manejo racional de los recursos y la importancia biológica y ecológica que representa la Laguna del Mar Muerto en la producción y persistencia de los recursos pesqueros del Golfo de Tehuantepec.

La Laguna del Mar Muerto y la plataforma continental adyacente presentan interacciones físicas, químicas, biológicas y por lo tanto ecológicas a través de la Boca de Tonalá, interacciones que probablemente también suceden en otros sistemas lagunares de la región, y cuyo conocimiento debe ser clave para el entendimiento de la funcionalidad de estos ecosistemas, por lo que la información obtenida sobre estas interacciones será de gran importancia para el manejo racional de los recursos bióticos de la región, acorde con la dinámica natural del ecosistema. Como parte de estos recursos, se encuentran las comunidades de peces, cuyo papel ecológico debe ser de gran importancia en las interacciones estuario-mar, principalmente como reguladores energéticos, como sucede en otros ecosistemas costeros, y sobre las cuales los antecedentes son escasos (Yáñez-Arancibia, 1978; Yáñez-Arancibia, 1986; Yáñez-Arancibia *et al.* 1991). Por esta razón, las investigaciones en la región deben ser tendientes a conocer la dinámica ecológica de sus recursos y a la vez dar las bases para futuras investigaciones y estrategias de manejo de los recursos bióticos existentes.

ANTECEDENTES

De las investigaciones sobre interacciones estuario-mar que se desarrollan a nivel mundial, se han observado relaciones directas entre la dinámica físico-ambiental y la producción en sistemas costeros, y principalmente su efecto en la productividad pesquera. Al respecto, las investigaciones son abundantes y diversas, entre las que se encuentran los trabajos de Moore *et al.* (1970), sobre la relación de la distribución de los peces demersales y la influencia del Río Mississippi; Sutcliffe (1972), quien relacionó las capturas demersales y la descarga fluvial en el Golfo de St. Lawrence; Stone (1976), analizó las descargas del Río Mississippi con las capturas comerciales de peneidos y clupeidos; Turner (1977), informó que las capturas comerciales de peneidos están relacionadas con la latitud, áreas de vegetación intermareal y condiciones hidrológicas, las que son controladas por el clima y las descargas fluviales; Stone *et al.* (1978), concluyó que las pesquerías neríticas están relacionadas con los pantanos intermareales; Deegan *et al.* (1983, 1986), estudiaron las relaciones entre los procesos marinos y climáticos, y la productividad primaria en sistemas estuarinos; Boesch y Turner (1984), Rogers y Herke (1985) y Yáñez-Arancibia *et al.* (1994), analizan la dependencia estuarina de especies comerciales y no comerciales; Soberón-Chávez y Yáñez-Arancibia (1984) y Soberón-Chávez (1985), mencionan como mecanismos de producción natural a los factores ambientales que determinan la abundancia de las comunidades de peces demersales; Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1986), hacen una análisis de los factores que determinan la abundancia de los recursos marinos

en sistemas costeros; Gracia (1989), relaciona la abundancia del camarón blanco con factores ambientales en el suroeste del Golfo de México; Yáñez-Arancibia *et al.* (1991), analizan la importancia de las bocas en las interacciones estuario-mar.

De las investigaciones sobre comunidades de peces demersales a nivel nacional, existe un gran número para el sur del Golfo de México entre las que se pueden mencionar los trabajos de Yáñez-Arancibia *et al.* (1985b) y Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1988). En el Pacífico central Mexicano y Golfo de California se han desarrollado diversas investigaciones sobre evaluación de la fauna demersal, como son los estudios de Ramírez-Hernández y Páez (1965), Ramírez-Hernández *et al.* (1965), Chávez y Arvizu (1972), Rosales (1976), Young y Romero (1979), Pérez Mellado (1980), Pérez Mellado *et al.* (1983), Hendrickx *et al.* (1984), Amezcua Linares (1985, 1990), Hendrickx (1985), van der Heiden (1985) y Pérez Mellado y Findley (1985).

En el Pacífico sur Mexicano correspondiente a las costas del Golfo de Tehuantepec, los únicos antecedentes existentes sobre comunidades demersales son una lista preliminar de peces (Ramírez Hernández *et al.* 1964) y posteriormente los de Anónimo (1980), Chávez (1979b), Anónimo (1989), Acal y Arias (1990), Bianchi (1991), Tapia-García *et al.* (1990) y Tapia-García *et al.* (1994), en los que se hace un análisis sobre composición y abundancia. Asociados al trabajo de Tapia-García *et al.* (1994), se han desarrollado diversos estudios sobre la biología y ecología de las poblaciones y familias dominantes de

peces demersales, entre los que se encuentran los de Balderas Palacios (1990) y Ayala Pérez (1992) sobre la familia Gerreidae, Cerdenas Ladrón de Guevara (1992) sobre *Bothus constellatus*, Fernández Galicia (1992) sobre las familias Carangidae y Stromateidae, Guzmán Salazar (1993) sobre el género *Pomadasys*, y Macuitl Montes (1995) sobre la familia Sciaenidae.

Los antecedentes sobre las comunidades de peces en las lagunas costeras de la región son escasos, entre los que se pueden mencionar los de Chávez (1976, 1979a), Castro-Aguirre *et al.* (1977) y Castro-Aguirre (1982) para las Lagunas Oriental y Occidental. En la Laguna del Mar Muerto solo existe un antecedente sobre la comunidad de peces en el que se hizo un estudio ecológico descriptivo básico que abarca diferentes temas (Álvarez del Villar y Díaz Pardo, 1973). Asociados a esta investigación se encuentran los trabajos de Jordán *et al.* (1973) y Santoyo y Signoret (1979) sobre producción primaria y fitoplancton. Otro antecedente sobre esta laguna es el de Cervantes-Castro (1969), sobre el comportamiento físico en la Barra de Tonalá. Esta escasa información hace evidente la necesidad de estudios sobre esta laguna.

Los antecedentes que no se refieren a comunidades de peces y a comunidades demersales en general, son numerosos y diversos. Desde un punto de vista geológico los trabajos existentes son numerosos, entre los que se encuentran los de Fisher (1961), quien hace una descripción fisiográfica de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec; Cutz (1977), Avendaño (1978) y Zárata

(1978), presentan estudios granulométricos de la sedimentología de los ríos y lagunas de la región; Sánchez Barreda (1981), describe la evolución geológica del margen continental del Golfo de Tehuantepec; Pedrazzini *et al.* (1982), realizan una evaluación geológica-geoquímica de la parte noroccidental de Golfo de Tehuantepec; Carranza-Edwards *et al.* (1980, 1988) y Carranza-Edwards (1986) realizaron un estudio sedimentario de la parte sur del Istmo de Tehuantepec y las playas de Chiapas, respectivamente; Montoya y Vega (1989), Carranza *et al.* (1989), Morales de la Garza (1990) y Morales de la Garza y Carranza-Edwards (1995), quienes estudiaron las concentraciones de fosforita, distribución de sedimentos, distribución de oxígeno disuelto y características geomorfológicas, entre otros; Pérez-Cruz y Machaín (1990) analizaron los foraminíferos bentónicos de la capa de mínimo oxígeno; Molina-Cruz y Martínez-López (1994), estudiaron la distribución de radiolarios y su relación a la hidrografía; Ayala Duval *et al.* (1996), analizaron la distribución de la biomasa zooplanctónica.

Los antecedentes en relación con el efecto de los vientos sobre la circulación, temperatura del agua y surgencias en el Golfo de Tehuantepec también son abundantes, entre los que se pueden mencionar los de Hurd (1929), Roden (1961), Stumpf (1975), Legeckis (1978), Álvarez *et al.* (1983), Álvarez *et al.* (1989), McCreary *et al.* (1989) y Lavin *et al.* (1992). Entre otros antecedentes sobre el comportamiento físico-químico del Golfo de Tehuantepec se encuentran los trabajos de Vázquez Gutiérrez (1990), Turner-Garcés (1992) y Salvador López (1993). Sobre productividad primaria se encuentran los trabajos de Owen y

Zeitzschel (1970), Moulin (1979) y Robles-Jarero y Lara-Lara (1988).

Finalmente, existen estudios oceanográficos generales como son los de Blackburn (1962), Anónimo (1980) e Anónimo (1988).

Estos antecedentes resaltan la escasa información sobre composición, distribución y abundancia de la ictiofauna de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec y sistemas lagunares adyacentes, así como la nula información existente sobre las interacciones estuario-mar, y principalmente en lo que se refiere a recursos bióticos, que indiquen la importancia de estas interacciones sobre la existencia y persistencia de los recursos, lo que determina la relevancia de estas investigaciones en la región del Golfo de Tehuantepec.

OBJETIVOS

El objetivo general de la presente tesis es caracterizar la composición, distribución y abundancia de la ictiofauna de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec y la Laguna del Mar Muerto, así como las asociaciones de peces con relación a los factores abióticos, estableciendo las posibles interacciones estuario-mar entre la plataforma y la laguna.

- 1. Realizar una caracterización del Golfo de Tehuantepec y la Laguna del Mar Muerto en relación con los factores abióticos.**
- 2. Determinar la composición, diversidad, distribución y abundancia de la ictiofauna de la Laguna del Mar Muerto y la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec.**
- 3. Analizar la variación espacial y temporal de la ictiofauna del Golfo de Tehuantepec y la Laguna del Mar Muerto en cuanto a su composición, distribución y abundancia.**
- 4. Determinar las poblaciones dominantes en la ictiofauna del Golfo de Tehuantepec y la Laguna del Mar Muerto, en función de su distribución, frecuencia y abundancia, en las diferentes épocas climáticas.**

- 5. Determinar la similitud de la ictiofauna y analizar su interacción entre la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec y la Laguna del Mar Muerto.**

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec, correspondiente a los estados de Oaxaca y Chiapas, que se localiza a $96^{\circ}7'30''$ y $92^{\circ}14'30''$ de Longitud oeste, $14^{\circ}30'15''$ y $16^{\circ}13'$ de Latitud norte; al este, está delimitada por la desembocadura del Río Suchiate, Chiapas y al oeste por las Bahías de Huatulco, Oaxaca; al sur se tomó como límite de referencia la isóbata de 80 m (Fig. 1).

De acuerdo a García (1988), la región presenta el clima que se describe a continuación. Tiene un clima cálido subhúmedo (Aw''), con lluvias abundantes en verano (por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia del mes más húmedo de la mitad caliente del año, que el mes más seco), con una época de secas marcada en el invierno, y una corta en el verano, temperatura media del mes más frío mayor a 18°C , y la promedio anual superior a 22°C , y con el mes más caliente antes de junio (g). La costa oeste del golfo presenta un cociente precipitación/temperatura (P/T) menor de 43.2 (Aw_0), lluvia invernal menor al 5% - (w)-, con oscilación anual de las temperaturas medias anuales menores a 5°C - isothermal (i)-. La costa norte del golfo (central), entre la Boca de San Francisco y la Laguna del Mar Muerto, a diferencia de la costa oeste, el cociente P/T está entre 43.2 y 55.3 (Aw_1), con baja oscilación de las temperaturas medias mensuales entre 5° y 7°C (i'). La costa este del golfo, correspondiente al estado de Chiapas, se diferencia por tener un cociente P/T mayor a 55.3 (Aw_2) e isothermal

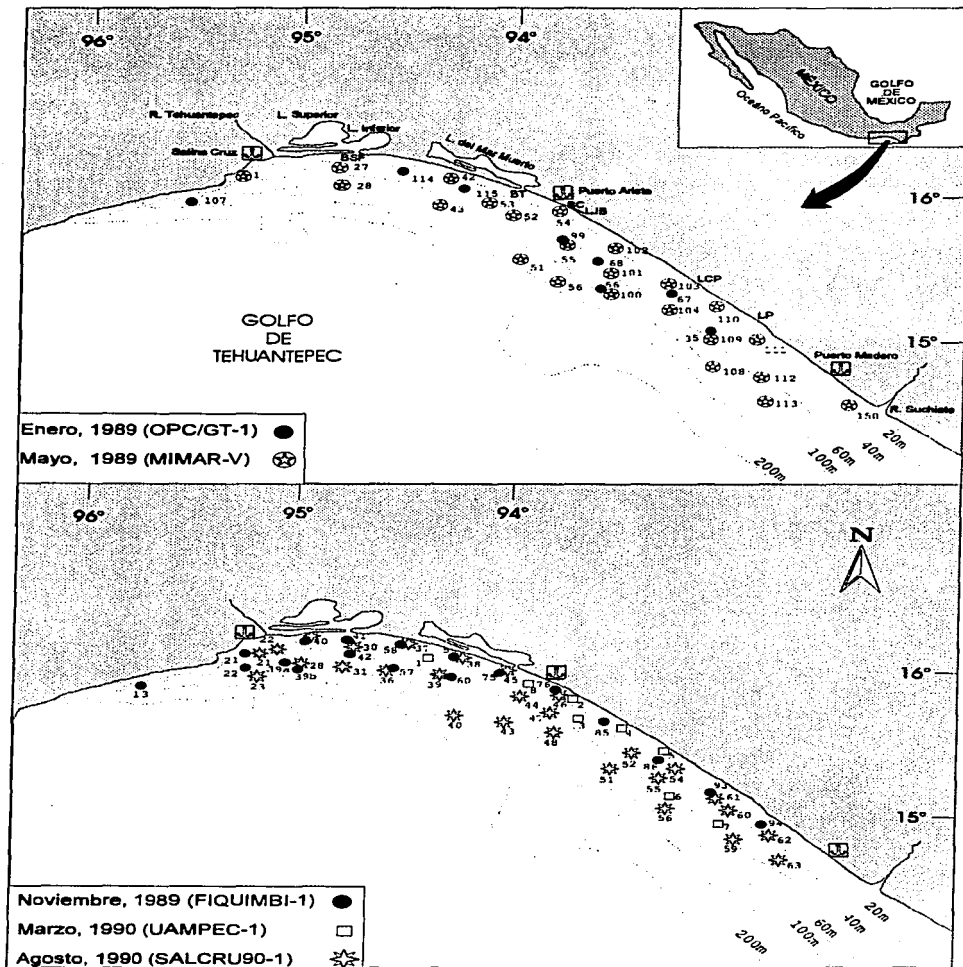


Figura 1. Golfo de Tehuantepec. Localización de las estaciones de muestreo de cada una de las campañas oceanográficas realizadas. BSF=Boca de San Francisco, BT=Boca de Tonalá, BC=Boca del Cielo, LJB=Lagunas La Joya-Buenavista, LCP= Lagunas Carreta-Pereyra, LP= Lagunas Chantuto-Panzacola

(i). La precipitación promedio anual en la costa oeste y norte (central) del golfo es menor de 1000 mm, y en la costa este excede los 1000 mm e incluso puede exceder los 1500 mm.

Se observan dos épocas climáticas bien marcadas, correspondientes a la época de secas (noviembre a abril-mayo) y a la época de lluvias (mayo-junio a octubre). Durante la época de secas, se presentan vientos "nortes" en el Golfo de México denominados "Tehuano", "Tehuantepecos" o "Tehuantepecanos". Estos vientos son el resultado de fenómenos meteorológicos a gran escala y características topográficas locales, descritos por Hurd (1929), Roden (1961), Blackburn (1962, 1963), Clarke (1988), McCreary *et al.* (1989) y Lavin *et al.* (1992). En la parte noroeste de Canadá se forman anticiclones polares que se desplazan hacia el sureste, y en ocasiones llegan al Golfo de México. El paso de esta masa de aire se limita por la Sierra Madre, la que se interrumpe en el Istmo de Tehuantepec en una franja de 40 Km de ancho, donde hay una altura promedio de 250 m sobre el nivel del mar y que se conoce como el paso de Chivela. Este paso forma un embudo donde se establece una diferencia de presión atmosférica entre el Golfo de México y el Golfo de Tehuantepec, que empuja violentamente el aire hacia el Golfo de Tehuantepec, aire que por ser más denso (más frío y seco) penetra por la parte inferior la masa de aire tropical. Al salir de la costa el viento tiene forma de chorro (violento), y posteriormente disminuye su velocidad al expandirse horizontalmente y hacia mar adentro, afectando un área aproximada de 200 Km de ancho y 500 Km de largo.

Quando el viento sopla sobre la superficie del mar, arrastra el agua en la misma dirección del viento. Si la intensidad es constante produce un transporte de Ekman (90° a la derecha de la dirección del viento), lo que acumula agua en la parte oeste del "chorro" de viento y forma una convergencia, que determina el hundimiento de la termoclina. Hacia el este de la zona de viento se forma una divergencia que produce una surgencia que acarrea nutrientes hacia la superficie y se manifiesta en una producción primaria alta. Este comportamiento general, describe un giro ciclónico al este del chorro de viento y un giro anticiclónico al oeste (Blackburn, 1963; Stumpf, 1975; Stumpf y Legeckis, 1977; Clarke, 1988; McCreary *et al.* 1989; Lavin *et al.* 1992). Además de la surgencia que se forma por el giro ciclónico, también se presenta una surgencia costera en la parte norte del golfo (central), resultado del arrastre directo del viento. Las surgencias son de aproximadamente 10 m por día, lo que determina las temperaturas superficiales más bajas del año (Roden, 1961).

Durante el verano los vientos son generalmente débiles, y se establecen corrientes superficiales en dirección oeste y noroeste, con velocidades de 5 cm seg^{-1} y temperaturas superficiales entre 28 °C y 30 °C (Hurd, 1929; Roden, 1961; Vázquez-Gutiérrez, 1990). Morales de la Garza (1990), menciona que en Salina Cruz, Oax., la marea es mixta semidiurna, con una amplitud promedio entre el nivel de pleamar media y el de baja mar media de 1.094 m, y de 2 a 4 m hacia el este del mismo puerto.

Desde un punto de vista geológico, de acuerdo a Carranza-Edwards *et al.* (1989) y Morales de la Garza (1990), el Golfo de Tehuantepec es principalmente arenoso, con una franja de arena mezclada con lodo paralela a la línea de costa en la parte sureste, entre los 10 y 30 m de profundidad, y con parches de arena y grava entre los 30 y 40 m de profundidad. En profundidades de 80 a 100 m predominan los lodos arenosos, y a mayor profundidad los lodos, donde sobresalen dos áreas someras de lodos mezclados con arenas y arenas mezcladas con lodos, con alta concentración de fosforita y que son denominados el Banco Oaxaqueño y el Banco Chiapaneco por Carranza-Edwards *et al.* (1989) (Fig. 2).

En el área del Golfo de Tehuantepec se encuentran numerosas bahías y lagunas, así como numerosos ríos que desembocan a lo largo de la costa. El número de ríos es mayor en la costa de Chiapas que en la costa de Oaxaca. Entre los principales ríos se encuentran los Ríos Tehuantepec (escurrimiento de 1439 millones de m³), Juchitán (89 millones de m³), Ostuta (1590 millones de m³), Huehuetán (1716 millones de m³), Coatán (2874 millones de m³) y Suchiate (3040 millones de m³), que en general los principales ríos de la costa de Chiapas exceden los 1500 millones de m³ de escurrimiento (Morales de la Garza, 1990).

Entre las lagunas presentes en el área de estudio, sobresalen por sus dimensiones las Lagunas Superior e Inferior y la del Mar Muerto; esta última es la más extensa, con un área aproximada de 700 Km².

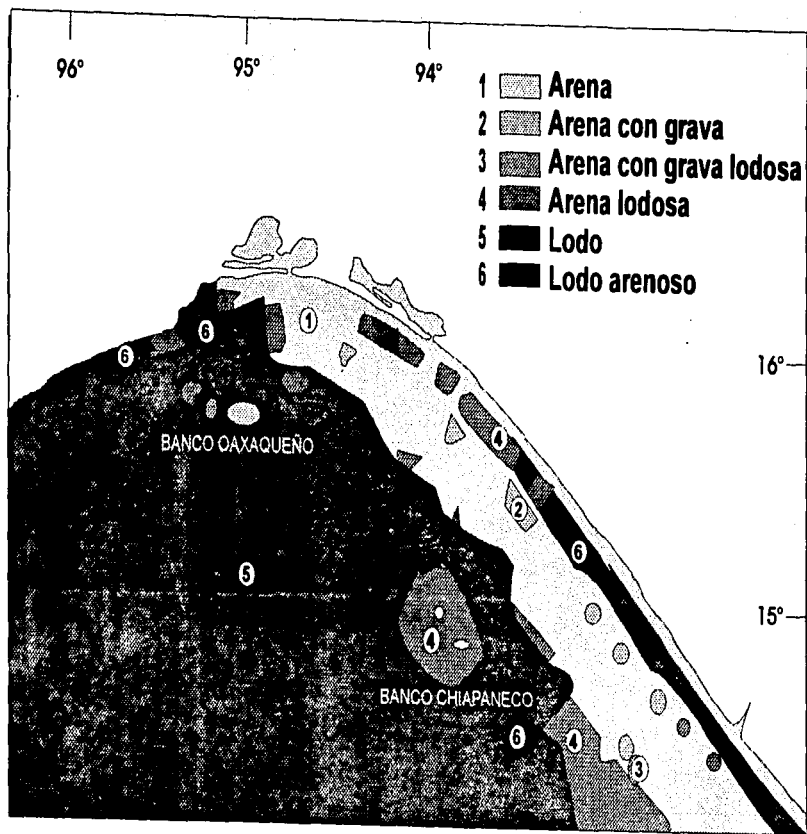


Figura 2. Tipo de sedimentos y su distribución en el Golfo de Tehuantepec (tomado de Morales de la Garza, 1990).

La Laguna del Mar Muerto, se localiza en la parte norte del Golfo de Tehuantepec entre los 15° 58' y 16° 17' de Latitud norte, y entre los 93° 50' y 94° 25' de Longitud oeste, y forma parte de los estados de Oaxaca y Chiapas. Tiene una longitud aproximada de 12 Km en su parte más ancha y 60 Km de largo (Fig. 3). La forma general de la laguna es alargada con la parte de mayor longitud situada del sureste al noroeste, paralela a la línea de costa, se conecta al Océano Pacífico a través de la Boca de Tonalá, que es una estrecha entrada de 1,600 m de ancho y 3.6 m de profundidad (Cervantes Castro, 1969).

Álvarez del Villar y Díaz Pardo (1973), hicieron una descripción general de la Laguna del Mar Muerto sobre la que mencionan las siguientes características. Presenta tres áreas amplias y dos estrechas. Estas áreas estrechas son someras por lo que constituyen barreras físicas entre las tres áreas amplias. Las áreas amplias central y sureste tienen una extensión aproximada de 28,050 hectáreas. En la sureste prevalecen condiciones marinas, que no tienen variación por el aporte constante de agua de mar a través de la Boca de Tonalá, y en el área central el intercambio es limitado lo que provoca una variación estacional. El área noroeste es muy somera y presenta grandes variaciones estacionales, lo que determina que sea un sistema de condiciones euriahhalinas e hiperhalinas. En general la laguna es muy somera, ya que el 49.5% tiene profundidades menores a 1m y sólo el 2.3% alcanza más de 5 m. Desembocan un gran número de ríos de escasa dimensión los que se mantienen secos durante la época de secas, entre

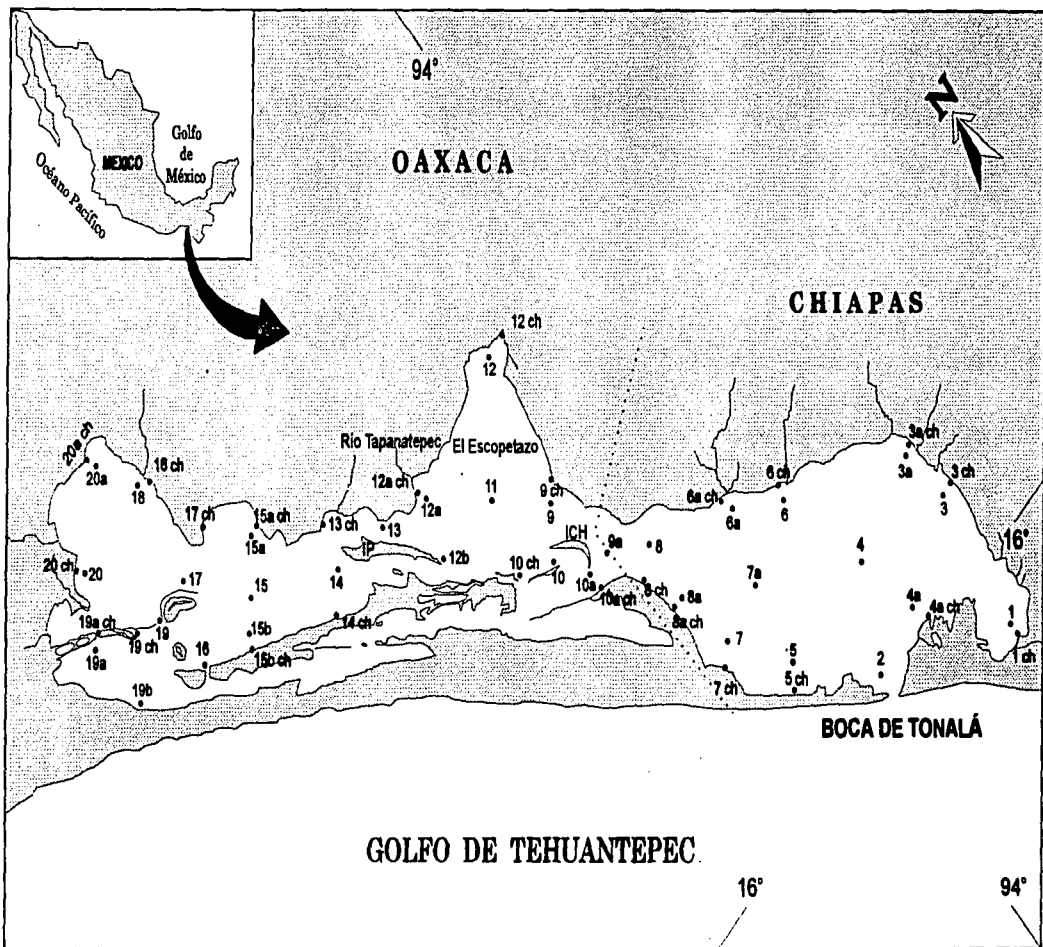


Figura 3. Laguna del Mar Muerto. Se indica la red de estaciones de colecta realizada. Los puntos donde se indica la extensión "ch", corresponde a muestreos con red tipo chinchorro. Los puntos restantes corresponden a muestreos con red de arrastre. IP=Isla Palizada, ICH=Isla Punta Chal.

estos el de mayor importancia es el Río Tapanatepec que desemboca en la región denominada "El Escopetazo". La causa principal de las corrientes son las mareas, que ocasionan la entrada y salida de agua de la laguna; la influencia de las mareas no es de gran amplitud, debido a que la Boca de Tonalá es relativamente pequeña. Durante octubre, noviembre y diciembre se presentan con frecuencia vientos denominados "Nortes", a pesar de que tienen una dirección oeste-este, y disminuyen de enero a marzo. Estos vientos ocasionan una corriente superficial hacia la Boca de Tonalá, lo cual determina que el nivel de la laguna disminuya notablemente; el nivel se restablece cuando cesan los vientos nortes. Durante la época de lluvias, la precipitación pluvial también provoca corrientes que se dirigen hacia la Boca de Tonalá. La temperatura varía de 24 °C en febrero a 35 °C en abril y mayo, pero la variación puede ser mayor. El agua superficial y profunda presenta temperaturas similares. La salinidad más baja se presenta en la parte central de la laguna, y la más alta en la parte oeste.

MATERIALES Y MÉTODOS

Actividades de campo

Plataforma continental del Golfo de Tehuantepec

Las colectas de peces en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec se realizaron en cinco campañas oceanográficas entre las Bahías de Huatulco, Oaxaca y Puerto Madero, Chiapas. Cuatro de estas campañas fueron a bordo del B/O "El Puma" de la Universidad Nacional Autónoma de México, y la campaña restante (marzo de 1990), se realizó en el B/M "Don Nachito" perteneciente a la compañía "Pesca Industrializada de Salina Cruz S.A. de C.V.". Las fechas en que se realizaron las campañas fueron las siguientes:

Del 5 de enero al 6 de febrero de 1989 (OPC/GT-1)

Del 1 al 15 de mayo de 1989 (MIMAR-V)

Del 8 al 24 de noviembre de 1989 (FIQUIMBI-1)

Del 15 al 30 de marzo de 1990 (UAMPEC-1)

Del 7 al 27 de agosto de 1990 (SALCRU90-1)

Entre las 5 campañas se cubrió un total de 85 estaciones de muestreo para las captura de peces. En el B/O "El Puma", las colectas se hicieron con una red de arrastre comercial de 12 m de abertura de trabajo y abertura de malla de 1 3/4";

los arrastres fueron diurnos y nocturnos a una velocidad de 2 a 3 nudos durante 30 minutos (Fig. 1). En el B/M "Don Nachito", los arrastres se realizaron con dos redes de arrastre comerciales de 9 m de abertura de trabajo y abertura de malla de 1 3/4", a una velocidad promedio de 2 nudos. En todos los cruceros los lances fueron diurnos y nocturnos entre los 15 y 80 m de profundidad. En cada estación de muestreo se registraron datos de estación, fecha, hora de colecta, y profundidad, tiempo, posición y velocidad de arrastre.

Cuando las capturas obtenidas no fueron abundantes, se analizaron preliminarmente a bordo en cuanto a su composición y abundancia. En el caso de que las capturas fueron abundantes se tomaron submuestras que comprendieron del 25 al 50% de la captura total de acuerdo a su volumen, a las que se les hizo el análisis antes mencionado. Las muestras fueron fijadas con formaldehído al 10% y empacadas para su posterior análisis en el laboratorio.

Como resultado de una participación multidisciplinaria en las campañas oceanográficas se hicieron mediciones de parámetros abióticos, como temperatura, conductividad y profundidad a través de un perfilador CTD Neil Brown Mark-IIIIB, salinidad con un salinómetro de inducción Beckman y oxígeno disuelto por el método de Winkler. Estos datos fueron tomados de Vázquez Gutiérrez *et al.* (1990), Turner Garcés (1992) y Salvador López (1993).

Laguna del Mar Muerto

En la Laguna del Mar Muerto se realizaron 13 muestreos correspondientes a los meses de julio y septiembre de 1991, marzo, abril, junio, agosto, octubre y diciembre de 1992, y marzo, mayo, julio, septiembre y noviembre de 1993. Se realizaron un máximo de 60 estaciones, lo que permitió caracterizar áreas contrastantes de la Laguna del Mar Muerto -ambientes de baja salinidad, hipersalinidad y marinos- (Fig. 3). En 32 estaciones, las colectas se realizaron con una red de arrastre de prueba camaronesa de 5 m de largo, 2.4 m de abertura de trabajo y luz de malla de $\frac{3}{4}$ ", a una velocidad promedio de 2 nudos y una duración de 15 minutos. Las colectas en las 28 estaciones restantes, se realizaron con una red tipo chinchorro playero de 20 m de largo y una luz de malla de $\frac{3}{4}$ ". Las muestras obtenidas fueron fijadas en formaldehído al 10 % neutralizado con borato de sodio y empacadas en bolsas de plástico para su posterior procesamiento en el laboratorio.

En las estaciones que se utilizó red de arrastre de prueba camaronesa se hicieron mediciones de temperatura ambiente y temperatura del agua con un termómetro convencional, salinidad con un refractómetro, profundidad con una sonda y transparencia con un disco de Secchi.

Actividades de laboratorio

En el laboratorio, los peces e invertebrados que fueron colectados tanto en la plataforma continental como en la Laguna del Mar Muerto, fueron separados, lavados y colocados en agua durante 48 horas para su hidratación. Los peces fueron determinados taxonómicamente de acuerdo a la literatura específica y se elaboró un listado sistemático de especies. Posteriormente los peces fueron contados, medidos y pesados por especie y estación, y colocados en alcohol etílico al 70%. Las mediciones se realizaron con un ictiómetro convencional de 50 cm y precisión de 1 mm, y una balanza granataria Ohaus Triple Beam con capacidad de 2.61 Kg y precisión de 0.1 g.

En el análisis de la composición, diversidad, distribución y abundancia de la ictiofauna de la Laguna del Mar Muerto, y su variación espacial y temporal, se utilizaron los muestreos realizados con la red de arrastre de prueba camaronera. El elenco sistemático de la ictiofauna de la laguna se complementó mediante la utilización de las muestras obtenidas con red tipo chinchorro.

La abundancia de peces en la plataforma continental se calculó en densidad (individuos/Ha) y biomasa (Kg/Ha), a partir de la velocidad y tiempo de arrastre. En la Laguna del Mar Muerto, la abundancia se cuantificó en captura por unidad de esfuerzo, por carecerse de información precisa sobre la velocidad de arrastre. Se determinó el intervalo de tallas y peso promedio de las especies por estación

de muestreo y por mes de colecta.

A partir de la información obtenida en las actividades de campo y a la aportada por Carranza-Edwards *et al.* (1989), Morales de la Garza (1990), Vázquez Gutiérrez *et al.* (1990), Turner-Garcés (1992) y Salvador López (1993), se realizó un análisis de los factores físicos y químicos de la laguna y la plataforma para determinar las áreas contrastantes y su variación estacional. También se realizó un análisis de los patrones de distribución y de afinidad de la ictiofauna, para lo cual se aplicó el análisis de factores a través del método de componentes principales y además se utilizó el análisis de clasificación por conglomerados a través del método de Ward (1963) considerando la presencia y ausencia de las especies (Pielou, 1984; Ludwig y Reynolds, 1988; Magurran, 1988; Gauch, 1989), para lo cual se utilizó el paquete estadístico "STATISTICA" para Windows, versión 4.5 de StatSoft, Inc. 1993. El método de clasificación propuesto por Ward (1963) consiste en la agrupación inicial de N grupos, los que contienen un solo individuo; en cada ciclo de agrupación N-1, se unen los grupos más similares entre sí, a la vez que se calcula una matriz de similaridad que produce una agrupación jerárquica por medio de una transformación combinatoria de los coeficientes de similaridad; en la transformación los grupos P y Q son fusionados. La similaridad $S(R, P+Q)$ entre cualquier grupo R y el nuevo grupo (P+Q) es obtenida de la transformación:

$$S(R, P+Q)=AP*S(R,P)+AQ*S(R,Q)+B*S(P,Q)$$

donde:

$$AP=(NR+NP)/(NR+NP+NQ)$$

$$AQ=(NR+NQ)/(NR*NP*NQ)$$

$$B=NR/(NR+NP+NQ)$$

NR, NP y NQ son tamaños de los grupos.

Para la descripción en mapas de los grupos de estaciones clasificadas se utilizó la distancia media entre las estaciones que bordean a los grupos clasificados.

Por otra parte, se determinó la diversidad de especies para cada estación de colecta a través del índice de Shannon y Weaver (1963):

$$H'n = \frac{N \log_{10} N - \sum n_i \log_{10} n_i}{N}$$

donde N representa el número total de individuos colectados, y n_i el número de individuos de la especie i.

Puesto que la diversidad en sistemas costeros tropicales es alta y el grupo de especies dominantes no es tan evidente como en sistemas fríos y templados, se consideró como especies dominantes en la plataforma continental a aquellas que presentaron una frecuencia en las capturas superior al 45%, y una abundancia relativa en número y peso superior al 1%, comprendiendo estas especies en su conjunto más del 80% de la captura total. En la laguna se tomó como base una frecuencia superior al 40% y una abundancia relativa superior al 5%, y estas especies comprendieron en su conjunto más del 80% de la captura total.

Debido a que las artes de pesca utilizadas para el muestreo en la laguna y la plataforma fueron diferentes, para determinar la similaridad entre las dos áreas, se utilizó el método de Jaccard presentado por Brower y Zar (1977), en los cuales sólo se considera la presencia de las especies, y que corresponden con las siguientes expresiones:

$$C_j = \frac{c}{s_1 + s_2 - c}$$

donde s_1 y s_2 son el número de especies en las comunidades 1 y 2, respectivamente, y c es el número de especies comunes entre ambas comunidades

RESULTADOS

Golfo de Tehuantepec

Caracterización de los factores abióticos

Complementaria a la información aportada en la sección de área de estudio, se realizó una caracterización de los factores abióticos del Golfo de Tehuantepec, y se tomó en consideración la información aportada por Anónimo (1978), Anónimo (1989), Carranza-Edwards *et al.* (1989), Vázquez Gutiérrez *et al.* (1990), Morales de la Garza (1990), Turner-Garcés (1992) y Salvador López (1993).

La salinidad desde la costa hasta áreas con profundidad de 50 m presentó una variación de 28.6 a 34.9 ups con los valores promedio más bajos de junio a noviembre; en los meses restantes la salinidad promedio fue mayor. Los valores más bajos y altos, corresponden al mes de noviembre, donde se presentó la mayor variación (d.s.= 0.5 en una profundidad de 10 m; d.s.= 1.1 en 50 m de profundidad). Los datos utilizados para esta variación corresponden a diferentes muestreos, de años diversos y esfuerzos de muestreo disímiles, por lo que las variaciones obtenidas deben ser consideradas con prudencia (Fig. 4).

La temperatura del agua desde la costa hasta áreas con profundidad de 50 m, presentó una variación de 11.9 °C a 31.5 °C, con los valores promedio más bajos

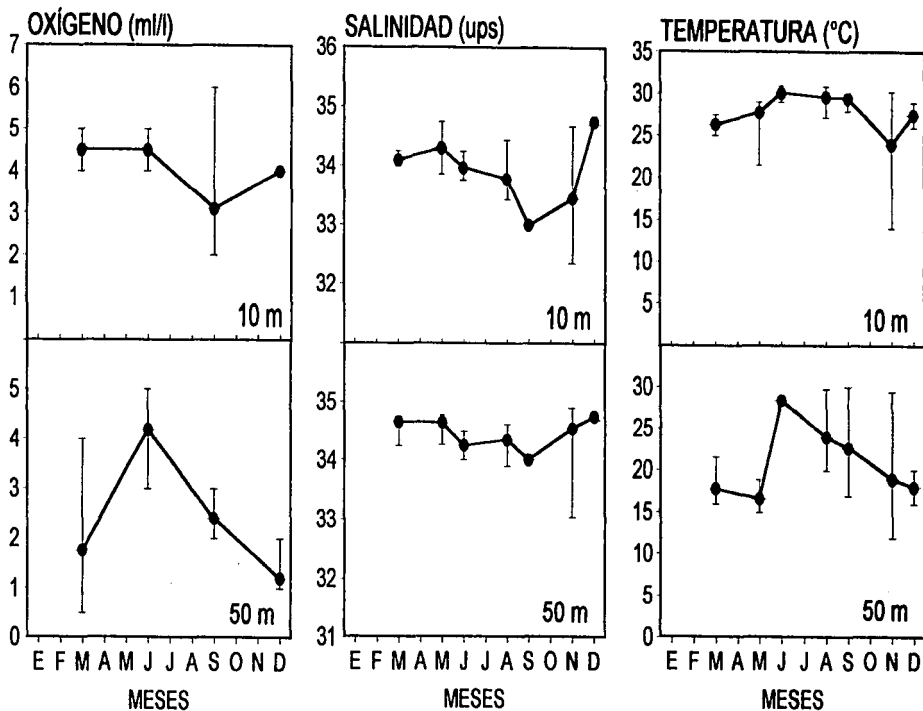


Figura 4. Variación anual del oxígeno disuelto, salinidad y temperatura promedio del agua en el Golfo de Tehuantepec en niveles de 10 m y 50 m de profundidad. Se indican los valores máximos y mínimos. Los datos fueron tomados de Anónimo (1988), Vázquez-Gutiérrez et al. (1990), Turner-Garcés (1992) y Salvador López (1993).

de noviembre a mayo; los valores de temperatura promedio más altos fueron registradas entre junio y octubre. La mayor variación de la temperatura se presentó en el mes de noviembre (d.s.= 5.04 a 50 m de profundidad) (Fig. 4).

El oxígeno disuelto en general es mayor en aguas superficiales (10 m) que a mayor profundidad (50 m). El oxígeno disuelto varió de 0.5 ml/l en marzo (50 m de profundidad) a 6.0 ml/l en septiembre (10 m de profundidad). La variación promedio anual en un nivel de 50 m, indica la mayor concentración en junio (4.2 ml/l), y a partir de este mes hay una disminución hasta alcanzar el valor promedio más bajo en diciembre (1.2 ml/l) (Fig. 4).

En mayo en un nivel de 10 m de profundidad se presenta la máxima concentración de oxígeno y la menor de nutrientes - nitritos (0.54 μM), nitratos (2.6 μM), ortofosofatos (0.39 μM), y fosfatos totales (0.66 μM)-, y en noviembre los nutrientes son altos -nitritos (71.2 μM), nitratos (32.5 μM), ortofosofatos (0.75 μM), y fosfatos totales (3.0 μM)-.

Con relación al comportamiento espacial de los parámetros abióticos, Vázquez Gutiérrez *et al.* (1990), Turner-Garcés (1992) y Salvador López (1993), informan que la alcalinidad total es mayor en mayo que en noviembre. El amoniaco en general es mayor en mayo que en noviembre; sin embargo, los valores más altos en mayo se presentan frente a Salina Cruz y la Laguna Superior-Inferior, y disminuye hacia la periferia. En noviembre, es mayor la concentración de

amoniaco hacia mar adentro frente a las Lagunas Superior-Inferior y del Mar Muerto.

Del análisis de los datos aportados por Turner-Garcés (1992), a continuación se hace una descripción de la distribución de los parámetros abióticos en el Golfo de Tehuantepec en los meses de mayo y noviembre (Figs. 5a, 5b). Los nitratos en el mes de mayo se presentan en mayor concentración frente a la Laguna del Mar Muerto y hacia mar adentro, y disminuyen hacia el oeste y el sureste; en noviembre la concentración es mayor, con los valores más altos en la parte central y oeste del golfo, y disminuyen hacia el sureste. Con relación al oxígeno disuelto, en mayo los máximos valores se presentan hacia mar adentro y en la parte oeste del golfo; en noviembre los máximos valores se distribuyen hacia la línea de costa, y los valores más bajos en la parte central del golfo. El pH en el mes de mayo no presentó un patrón de distribución regular; sin embargo, en el mes de noviembre es bajo en la parte central del golfo. La salinidad en mayo es baja hacia la línea de costa y aumenta mar adentro y hacia el sureste del golfo. En noviembre la mayor salinidad se presenta en la parte central del golfo y disminuye a la periferia, con los valores más bajos en el sureste del golfo. La temperatura en el mes de mayo es alta en el sureste del golfo y disminuye hacia el oeste; en noviembre los registros de temperatura más altos se presentan en la parte sureste del golfo, principalmente frente a la Laguna del Mar Muerto (Figs. 5a, 5b).

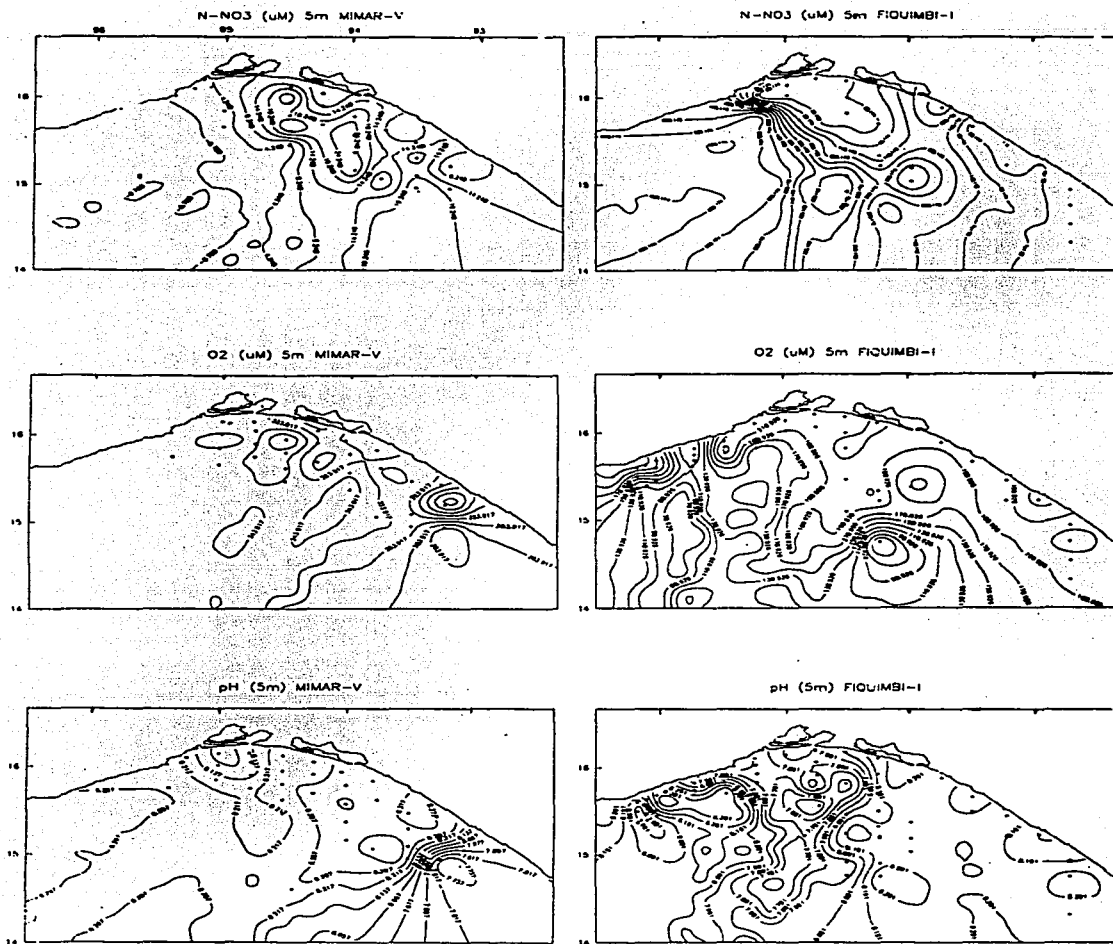


Figura 5a. Distribución de los valores de nitratos, oxígeno y pH en el Golfo de Tehuantepec en los niveles de 5 y 50 m de profundidad. Tomada de Turner-Garcés (1992).

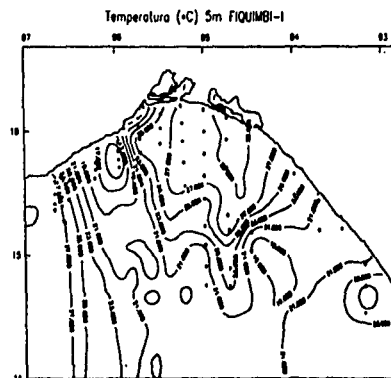
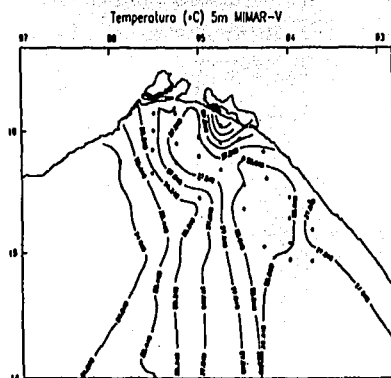
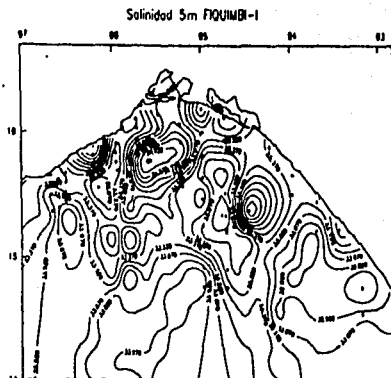
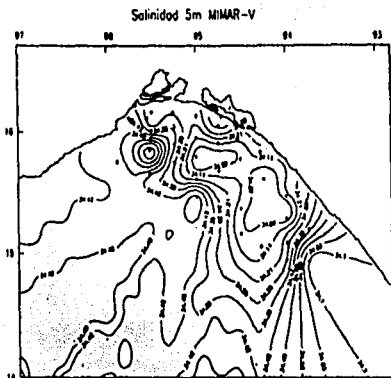


Figura 5b. Distribución de los valores de salinidad y temperatura en el Golfo de Tehuantepec en los niveles de 5 y 50 m de profundidad. Tomada de Turner-Garcés (1992).

Como resultado del análisis de factores por componentes principales de los parámetros físico-químicos (salinidad, temperatura y pH) aportados por Vázquez Gutiérrez *et al.* (1990), en el mes de mayo a un nivel de 5m de profundidad, se obtuvieron dos agrupamientos de estaciones de muestreo, de los cuales uno comprende la mayor parte de la plataforma continental en profundidades menores de 80 m; el segundo grupo está representado por estaciones próximas a la Boca de San Francisco (Laguna Inferior), la Boca de Tonalá (Laguna del Mar Muerto) y Boca del Cielo (Laguna la Joya-Buenavista) (Fig. 6). En un nivel de 10 m de profundidad, también se observan dos grupos de estaciones. En un nivel de 50 m de profundidad, los dos grupos de estaciones observados, indican una separación entre las aguas costeras y las que están hacia mar adentro (Fig. 6).

En el mes de noviembre el análisis de factores para un nivel de 5 m de profundidad mostró también la presencia de 2 grupos de estaciones. El análisis de factores a un nivel de 50 m de profundidad mostró un comportamiento similar al de 5 m (Fig. 6).

El análisis por componentes principales de los sedimentos obtenidos en el crucero MIMAR-V (mayo de 1989) (Carranza-Edwards *et al.* 1989), indicó para profundidades menores de 80 m, dos grupos de estaciones que reflejan las fracciones sedimentarias de dos áreas. La de mayor dimensión se ubica al noroeste del golfo constituida principalmente de arenas, y una de menor

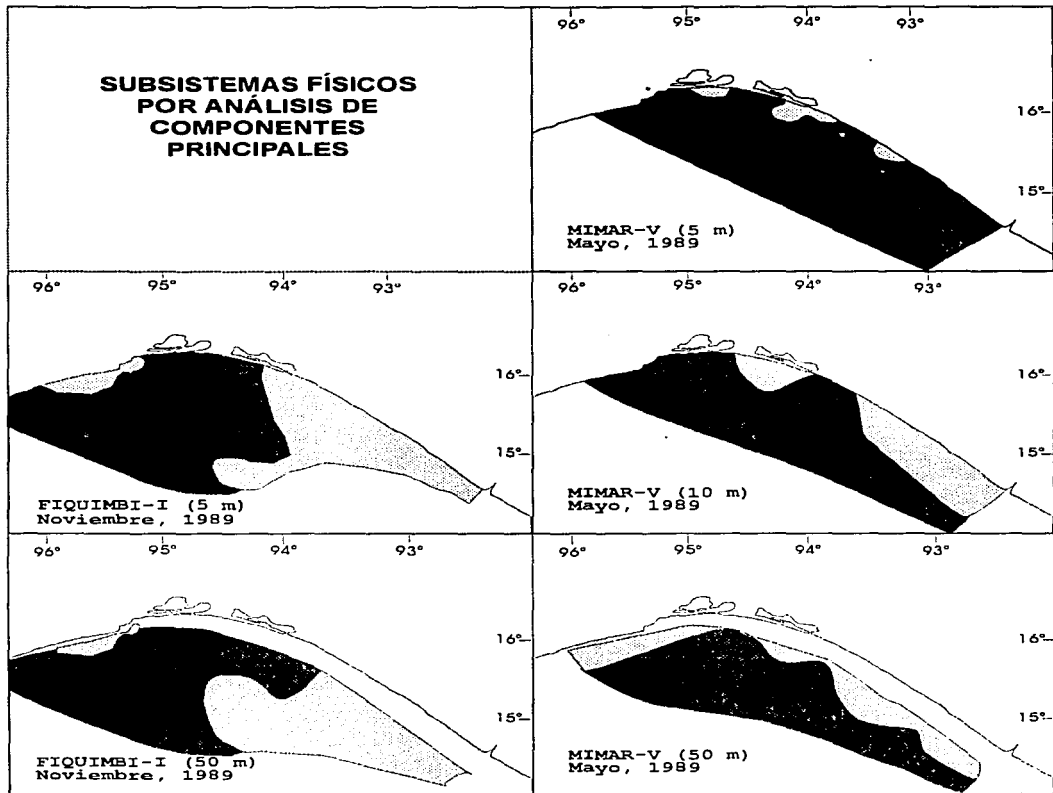


Figura 6. Subsistemas obtenidos del análisis de los parámetros físicos (pH, S, T°C) por componentes principales en el Golfo de Tehuantepec (datos aportados por Vázquez Gutiérrez et al. 1990).

dimensión que presenta mezcla de arenas-lodos y arenas-gravas, y se ubican paralelas a la línea de costa de Chiapas (Fig. 7).

Caracterización de la comunidad

Composición Taxonómica

Del análisis de las muestras obtenidas en las cinco campañas realizadas, se determinó un total de 170 especies, 101 géneros y 51 familias que aportaron un total de 123,508 individuos con un peso total de 5,673 Kg.

Las especies se ordenaron sistemáticamente de acuerdo al criterio de Greenwood *et al.* (1966) con modificaciones efectuadas por Nelson (1984) para categorías supragenéricas de Teleósteos. Para los Seláceos se utilizó el criterio de Castro (1983) y Nelson (1984), con modificaciones sobre tiburones presentadas por Compagno (1984).

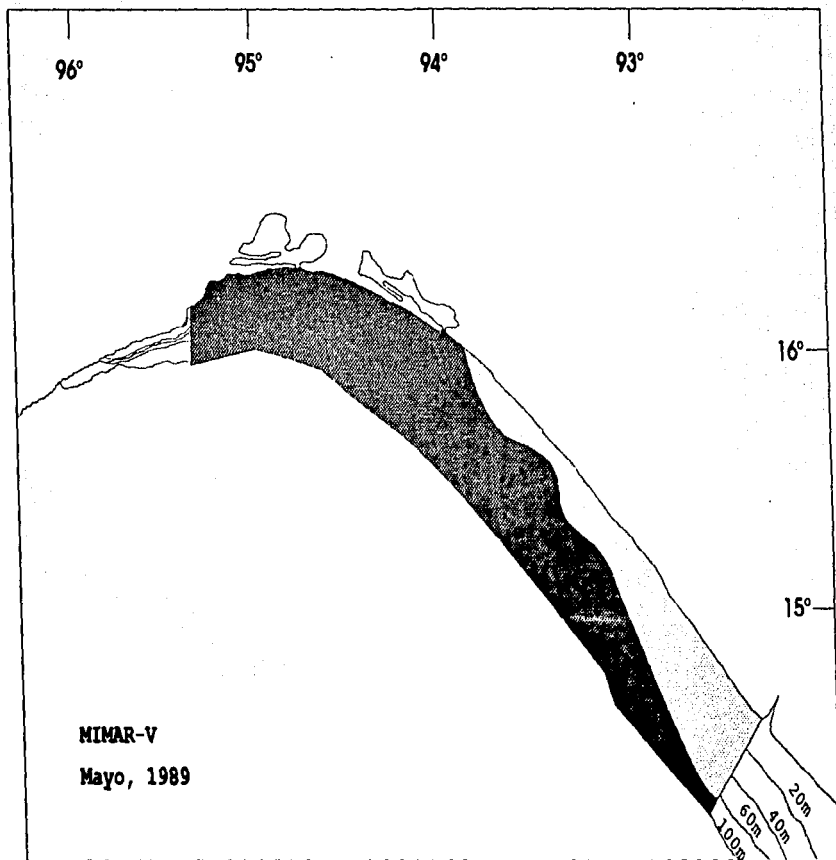


Figura 7. Subsistemas obtenidos del análisis por componentes principales de los sedimentos presentes en la plataforma continental interna del Golfo de Tehuantepec (datos de Carranza-Edwards et al. 1989).

Lista Sistemática de Peces Demersales del Golfo de Tehuantepec

- Clase Chondrichthyes
Subclase Elasmobranchi
Superorden Selachimorpha
Orden Carcharhiniformes
Suborden Scylirhinoidei
Familia **Sphyrnidae**
Género *Sphyrma* Rafinesque, 1810
Sphyrma lewini (Griffith y Smith, 1834)
Familia **Triakidae**
Género *Mustelus* Linck, 1790
Mustelus lunulatus Jordan y Gilbert, 1883
Superorden Batoidoidimorpha
Orden Rajiformes
Suborden Torpedinoidei
Familia **Torpedinidae**
Género *Narcine* Henle, 1834
Narcine entemedor Breder, 1928
Narcine vermiculatus Jordan y Starks, 1895
Suborden Rajoidei
Familia **Rhinobatidae**
Género *Rhinobatos* Bloch y Schneider, 1801
Rhinobatos leucorhynchus Günther, 1866
Género *Zapterix* Jordan y Gilbert, 1883
Zapterix exasperata (Jordan y Gilbert, 1880)
Familia **Rajidae**
Género *Raja* Linnaeus, 1758
Raja equatorialis Jordan y Bollman, 1890
Suborden Myliobatoidei
Familia **Dasyatidae**
Género *Dasyatis* Rafinesque, 1810
Dasyatis longus (Garman, 1880)
Familia **Urolophidae**
Género *Urotrygon* Gill, 1863
Urotrygon chilensis (Günther, 1871)
Urotrygon mundus Gill, 1863
Urotrygon nana Miyake y McEachran, 1988
Urotrygon rogersi (Jordan y Starks, 1895)
Familia Myliobatidae
Género *Aetobatus* Blainville, 1816
Aetobatus narinari (Euphrasen, 1790)
Clase Osteichthyes

Infraclase Teleostei**División Taeniopodia****Superorden Elopomorpha****Orden Elopiformes****Suborden Albuloides****Familia Albulidae**Género *Albula* Gronow, 1763*Albula nemoptera* (Fowler, 1911)*Albula vulpes* (Linnaeus, 1758)**Orden Anguilliformes****Suborden Anguilloides****Familia Muraenidae**Género *Gymnothorax* Bloch, 1795*Gymnothorax panamensis* (Steindachner, 1876)**Familia Congridae**Género *Ariosoma* Swainson, 1838*Ariosoma nitens* (Jordan y Bollman 1890)**Familia Ophichthidae**Género *Ophichthus* Ahl, 1789*Ophichthus zophochir* (Jordan y Gilbert, 1882)*Ophichthus triserialis* (Kaup, 1856)*Ophichthus* sp**Superorden Clupeomorpha****Orden Clupeiformes****Suborden Clupeoides****Familia Clupeidae**Género *Harengula* Valenciennes, 1847*Harengula thrissina* (Jordan y Gilbert, 1882)Género *Opisthonema* Gill, 1861*Opisthonema libertate* (Günther, 1867)*Opisthonema medirastre* Berry y Barret, 1964Género *Opisthopecterus* Gill, 1861*Opisthopecterus dovii* (Günther, 1868)*Opisthopecterus equitorialis* Hildebrand, 1946Género *Pliosteostoma* Norman, 1923*Pliosteostoma lutipinnis* (Jordan y Gilbert, 1881)**Familia Engraulididae**Género *Anchoa* Jordan y Evermann, 1927*Anchoa ischana* (Jordan y Gilbert, 1882)*Anchoa lucida* (Jordan y Gilbert, 1882)*Anchoa nasus* (Kner y Steindachner, 1866)*Anchoa panamensis* (Steindachner, 1876)*Anchoa spinifer* (Valenciennes, 1848)*Anchoa walkeri* Baldwin y Chang, 1970Género *Anchovia* Jordan y Evermann, 1896

Anchovia macrolepidota (Kner y Steindachner, 1865)

Género *Cetengraulis* Günther, 1868

Cetengraulis mysticetus (Günther, 1867)

División Euteleostei

Superorden Protacanthopterygii

Orden Scopeliformes

Suborden Myctophoidei

Familia Synodontidae

Género *Synodus* Bloch y Schneider, 1801

Synodus evermanni Jordan y Bollman, 1890

Synodus scituliceps Jordan y Schneider, 1882

Superorden Ostariophysii

Orden Siluriformes

Familia Ariidae

Género *Ariopsis* Gill, 1861

Ariopsis seemani (Günther, 1864)

Género *Arius* (Cuvier, Valenciennes, 1862)

Arius dasycephalus Günther, 1864

Arius platypogon Günther, 1864

Género *Bagre* Oken, 1817

Bagre panamensis (Gill, 1863)

Género *Cathorops* Jordan y Gilbert, 1882

Cathorops liropus (Bristol, 1895)

Superorden Paracanthopterygii

Orden Batrachoidiformes

Familia Batrachoididae

Género *Batrachoides* (Lacépède, 1798)

Batrachoides boulengeri Gilbert y Starks, 1904

Batrachoides waltersi Collete y Russo, 1981

Género *Porichthys* Girard, 1854

Porichthys margaritatus (Richardson, 1844)

Porichthys ephippiatus Walker y Rosenblatt, 1988

Orden Lophiiformes

Suborden Lophioidei

Familia Lophiidae

Género *Lophiodes* Goode y Bean, 1896

Lophiodes caulinaris (Garman, 1899)

Lophiodes spirulus (Garman, 1899)

Suborden Antennarioidei

Familia Ogcocephalidae

Género *Zalieutes* Jordan y Evermann, 1895

Zalieutes elater (Jordan y Gilbert, 1882)

Orden Gadiformes

Suborden Gadoidei

Familia Bregmacerotidae

- Género *Bregmaceros* Thomson, 1840
Bregmaceros longipes Garman, 1899
Suborden Ophidioidei
Familia **Ophidiidae**
Género *Brotula* Cuvier, 1929
Brotula clarkae Hubbs, 1944
Género *Brotuloides* Robins, 1961
Brotuloides emmelas (Gilbert, 1890)
Género *Lepophidium* Gill, 1895
Lepophidium pardale (Gilbert, 1890)
Género *Othophidium* Gill, 1885
Othophidium scrippsi Hubbs, 1916
Superorden Acanthopterygii
Orden Gasterosteiformes
Suborden Aulostomoidei
Familia **Fistulariidae**
Género *Fistularia* Linnaeus, 1758
Fistularia corneta Gilbert y Starks, 1904
Suborden Sygnathoidei
Familia **Syngnathidae**
Género *Hippocampus* Rafinesque, 1810
Hippocampus ingens Girard, 1859
Orden Scorpaeniformes
Suborden Scorpaenoidei
Familia **Scorpaenidae**
Género *Pontinus* Poey, 1861
Pontinus sierra (Gilbert, 1890)
Género *Scorpaena* Linnaeus, 1758
Scorpaena russula Jordan y Bollman, 1890
Familia **Triglidae**
Género *Bellator* Jordan y Evermann, 1896
Bellator loxias Gilbert, 1897
Bellator xenisma Jordan y Bollman, 1890
Género *Prionotus* Lacépède, 1802
Prionotus albirostris Jordan y Bollman, 1890
Prionotus birostratus Richardson, 1845
Prionotus horrens Richardson, 1843
Prionotus quiescens Jordan y Bollman, 1890
Prionotus ruscarius Gilbert y Starks, 1904
Prionotus stephanophrys Lockington, 1880
Orden Perciformes
Suborden Percoidei
Familia **Centropomidae**
Género *Centropomus* Lacépède, 1802
Centropomus robalito Jordan y Gilbert, 1882

Familia Serranidae

Género *Diplectrum* Holbrook, 1855

Diplectrum euryplectrum Jordan y Bollman, 1890

Diplectrum eumelum Rosenblatt y Johnson, 1974

Diplectrum labarum Rosenblatt y Johnson, 1974

Diplectrum macropoma (Günther, 1864)

Diplectrum pacificum Meek y Hildebrand, 1925

Género *Epinephelus* Bloch, 1793

Epinephelus analogus Gill, 1864

Epinephelus multiguttatus (Günther, 1866)

Epinephelus nigritus (Holbrook, 1855)

Epinephelus sp

Género *Rypticus* Cuvier, 1829

Rypticus nigripinnis Gill, 1862

Familia Priacanthidae

Género *Pristigenys* Bleeker, 1869

Pristigenys serrula (Gilbert, 1890)

Familia Apogonidae

Género *Apogon* Lacépède, 1802

Apogon parri Breder, 1936

Familia Carangidae

Género *Alectis* Rafinesque, 1815

Alectis ciliaris (Bloch, 1787)

Género *Carangoides* Bleeker, 1862

Carangoides vinctus (Jordan y Gilbert, 1882)

Género *Caranx* Lacépède, 1802

Caranx caballus Günther, 1869

Caranx caninus Günther, 1868

Caranx otrynter (Jordan y Gilbert, 1883)

Género *Chloroscombrus* Girard, 1858

Chloroscombrus orqueta Jordan y Gilbert, 1883

Género *Decapterus* Bleeker, 1855

Decapterus hypodus Gill, 1862

Género *Hemicaranx* Bleeker, 1862

Hemicaranx leucurus (Günther, 1864)

Hemicaranx zelotes Gilbert, 1898

Género *Oligoplites* Gill, 1863

Oligoplites altus (Günther, 1868)

Oligoplites mundus Jordan y Starks 1898

Oligoplites saurus (Bloch y Schneider, 1801)

Género *Selar* Bleeker, 1862

Selar crumenophthalmus (Bloch, 1793)

Género *Selene* Lacépède, 1803

Selene brevoortii (Gill, 1863)

Selene oerstedii Lütken, 1880

Selene peruviana (Guichenot, 1866)

Familia Lutjanidae

Género *Lutjanus* Blotch, 1790

Lutjanus colorado Jordan y Gilbert, 1882

Lutjanus guttatus (Steindachner, 1869)

Lutjanus peru (Nichols y Murphy, 1922)

Familia Gerreidae

Género *Diapterus* Ranzani, 1840

Diapterus aureolus (Jordan y Gilbert, 1881)

Diapterus peruvianus (Cuvier y Valenciennes, 1830)

Género *Eucinostomus* Baird y Girard, 1854

Eucinostomus currani Zahuranec, 1967

Eucinostomus dowi (Gill, 1863)

Eucinostomus gracilis (Gill, 1862)

Género *Gerres* Cuvier, 1824

Gerres cinereus (Walbaum, 1792)

Familia Haemulidae

Género *Conodon* Cuvier y Valenciennes, 1830

Conodon nobilis (Linnaeus, 1758)

Género *Orthopristis* Girard, 1859

Orthopristis chalceus (Günther, 1864)

Orthopristis reddingi Jordan y Richardson, 1895

Orthopristis sp

Género *Pomadasys* Lacépède, 1803

Pomadasys axillaris (Steindachner, 1869)

Pomadasys elongatus (Steindachner, 1879)

Pomadasys leuciscus (Günther, 1864)

Pomadasys nitidus (Steindachner, 1869)

Pomadasys panamensis (Steindachner, 1875)

Género *Xenichthys* Gill, 1863

Xenichthys xanti Gill, 1863

Familia Sciaenidae

Género *Cynoscion* Gill, 1854

Cynoscion phoxocephalus Jordan y Gilbert, 1881

Cynoscion reticulatus (Günther, 1864)

Género *Elattarchus* Jordan y Evermann, 1895

Elattarchus archidium (Jordan y Gilbert, 1882)

Género *Isopisthus* Gill, 1862

Isopisthus remifer Jordan y Gilbert, 1881

Género *Larimus* Cuvier y Valenciennes, 1830

Larimus acclivis Jordan y Bristol, 1898

Larimus argenteus (Gill, 1864)

Larimus effulgens Gilbert, 1898

Larimus pacificus Jordan y Bollman, 1890

Género *Menticirrhus* Gill, 1861

Menticirrhus elongatus (Günther, 1864)

Menticirrhus nasus (Günther, 1869)

Menticirrhus panamensis (Steindachner, 1875)

Género *Micropogonias* Bonaparte, 1881

Micropogonias altipinnis (Günther, 1864)

Género *Nebris* Cuvier y Valenciennes, 1830

Nebris occidentalis Vaillant, 1897

Género *Paralonchurus* Bocourt, 1869

Paralonchurus goodei Gilbert, 1898

Género *Stellifer* Oken, 1817

Stellifer furthii, (Steindachner, 1875)

Stellifer illecebrosus Gilbert, 1898

Género *Umbrina* Cuvier, 1817

Umbrina xanti Gill, 1862

Familia **Mullidae**

Género *Pseudopeneus* Bleeker 1863

Pseudopeneus grandisquamis Gill, 1864

Familia **Ephippidae**

Género *Chaetodipterus* Lacépède, 1803

Chaetodipterus zonatus (Girard, 1858)

Familia **Chaetodontidae**

Género *Chaetodon* Linnaeus, 1758

Chaetodon humeralis Günther, 1860

Suborden Mugiloidei

Familia **Mugilidae**

Género *Mugil* Linnaeus, 1758

Mugil curema Cuvier y Valenciennens, 1836

Suborden Sphyraenoidei

Familia **Sphyraenidae**

Género *Sphyraena* Rose, 1793

Sphyraena ensis Jordan y Gilbert, 1882

Suborden Polynemoidei

Familia **Polynemidae**

Género *Polydactylus* Lacépède, 1803

Polydactylus approximans (Lay y Bennet, 1839)

Polydactylus opercularis (Gill, 1863)

Suborden Scombroidei

Familia **Trichiuridae**

Género *Trichiurus* Linnaeus, 1758

Trichiurus nitens Garman, 1899

Familia **Scombridae**

Género *Scomberomorus* Lacépède, 1801

Scomberomorus sierra Jordan y Starks, 1895

Suborden Stromateoidei

Familia **Stromateidae**

- Género *Peprilus* Cuvier, 1800
Peprilus medius (Peters, 1869)
Peprilus snyderi Gilbert y Starks, 1904

Orden Pleuronectiformes

Suborden Pleuronectoidei

Familia **Bothidae**

- Género *Ancylosetta* Gill, 1864
Ancylosetta dendritica Gilbert, 1891
Género *Bothus* Rafinesque, 1810
Bothus constellatus (Jordan, 1889)
Género *Citharichthys* Bleeker, 1862
Citharichthys gilberti Jenkins y Evermann, 1889
Citharichthys platophrys Gilbert, 1891
Género *Cyclosetta* Gill, 1889
Cyclosetta panamensis (Steindachner, 1875)
Cyclosetta querna (Jordan y Bollman, 1890)
Género *Dorsopsetta* Nielsen, 1963
Dorsopsetta norma Nielsen, 1963
Género *Engyophrys* Jordan y Bollman, 1890
Engyophrys sanctilaurentii Jordan y Bollman, 1890
Género *Etropus* Jordan y Gilbert, 1882
Etropus crossotus Jordan y Gilbert, 1882
Género *Monolene* Goode, 1881
Monolene asaedai Clark, 1936
Monolene dubiosa Garman, 1899
Género *Paralichthys* Girard, 1858
Paralichthys woolmani (Jordan y Williams, 1897)
Género *Syacium* Ranzani, 1840
Syacium latifrons (Jordan y Gilbert, 1882)
Syacium ovale (Günther, 1864)

Suborden Soleoidei

Familia **Achiridae**

- Género *Achirus* Lacépède, 1803
Achirus fimbriatus (Günther, 1862)
Achirus mazatlanus (Steindachner, 1869)
Achirus scutum (Günther, 1862)
Achirus zebrinus Clark, 1936
Género *Trinectes* Rafinesque, 1832
Trinectes fonceceensis (Günther, 1862)

Familia **Cynoglossidae**

- Género *Symphurus* Rafinesque, 1810
Symphurus atramentatus Jordan y Bollman, 1890
Symphurus atricauda (Jordan y Gilbert, 1880)
Symphurus elongatus (Günther, 1869)

Orden Tetraodontiformes

Suborden Balistoidei**Familia Balistidae**Género *Alutera* Cuvier, 1817*Alutera scripta* (Osbeck, 1765)Género *Balistes* Linnaeus, 1758*Balistes polylepis* Steindachner, 1876**Suborden Tetraodontoidei****Familia Tetraodontidae**Género *Sphoeroides* Lacépède, 1798*Sphoeroides annulatus* (Jenyns, 1843)*Sphoeroides furthii* (Steindachner, 1876)*Sphoeroides lobatus* (Steindachner, 1870)**Familia Diodontidae**Género *Diodon* Linnaeus, 1758*Diodon holocanthus* Linnaeus, 1758*Diodon hystrix* Linnaeus, 1758**Enero, 1989 - época de secas, vientos Tehuantepecanos-****(Campana oceanográfica OPC/GT-1)**

Se registró un total de 64 especies que aportaron 2,403 individuos y 158.3 Kg. La biomasa varió de 0.082 a 25.4 Kg Ha⁻¹, con un promedio de 8.15 Kg Ha⁻¹ (Fig. 8); la distribución de la biomasa presentó los valores más altos en la zona comprendida entre la Boca de San Francisco y la Boca de Tonalá, con valores bajos hacia el oeste y el sureste (Fig. 9). La densidad varió de 1 a 486 ind. Ha⁻¹ en las estaciones muestreadas, con un promedio de 129 ind. Ha⁻¹; su distribución fue similar al de la biomasa (Fig. 10). La diversidad (H'n) fue alta frente a la zona entre las Lagunas Superior-Inferior y la Laguna del Mar Muerto y frente a la zona entre las lagunas La Joya- Buenavista y Carreta-Pereyra (Fig. 11).

A partir del análisis de clasificación de las estaciones de muestreo por

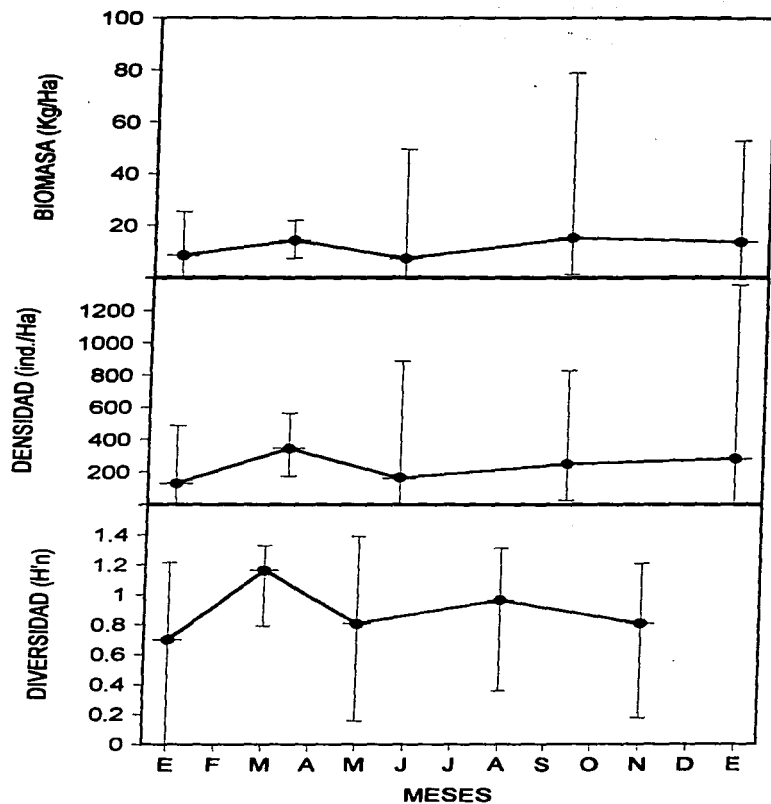


Figura 8. Variación anual de la biomasa, densidad y diversidad promedio en el Golfo de Tehuantepec. Se indican los valores máximos y mínimos.

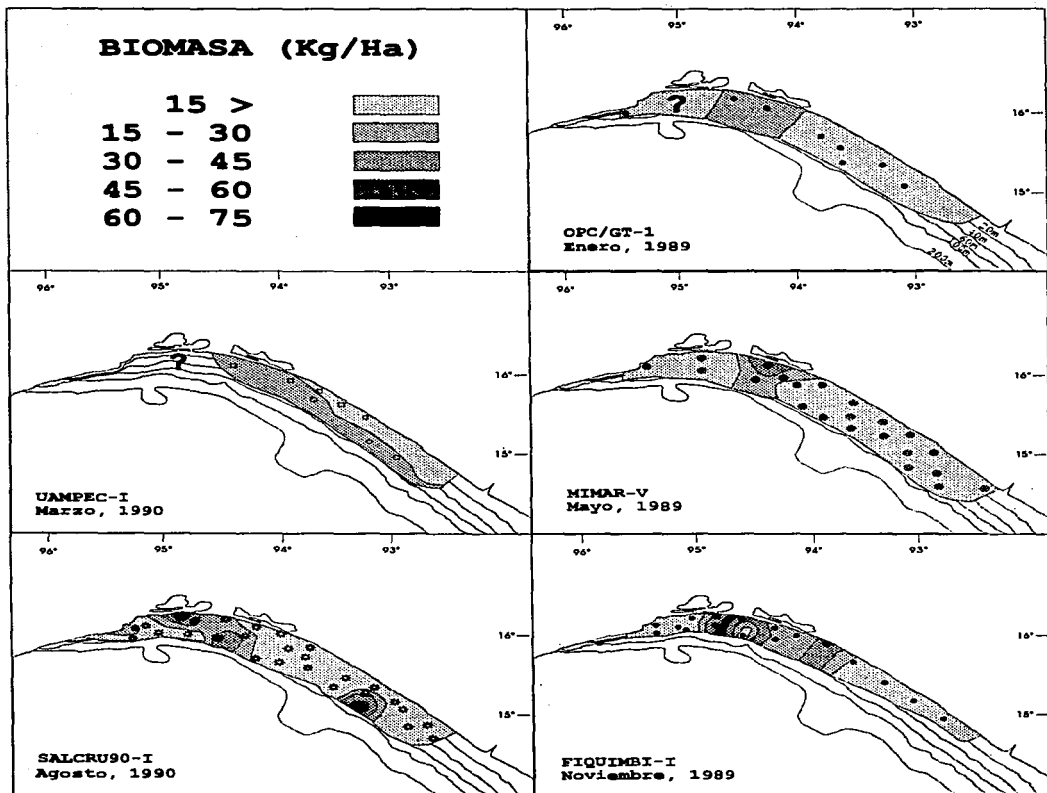


Figura 9. Distribución de los valores de biomasa en el Golfo de Tehuantepec por mes de muestreo.

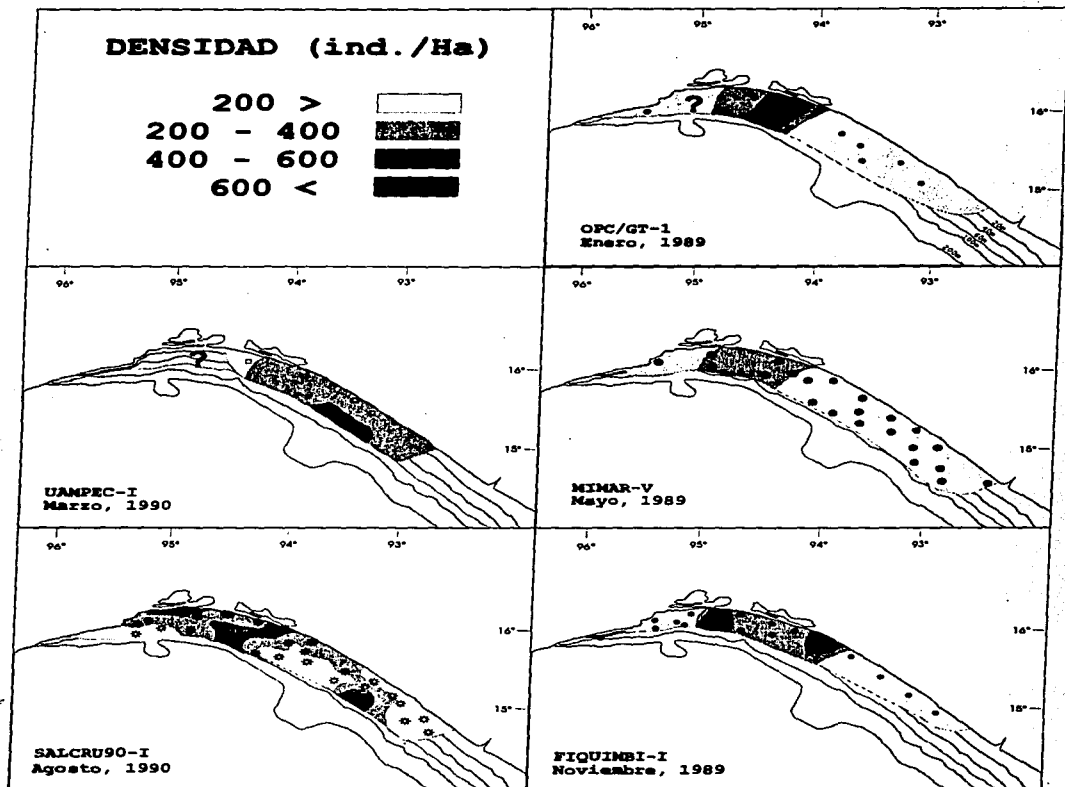


Figura 10. Distribución de los valores de densidad en el Golfo de Tehuantepec por mes de muestreo.

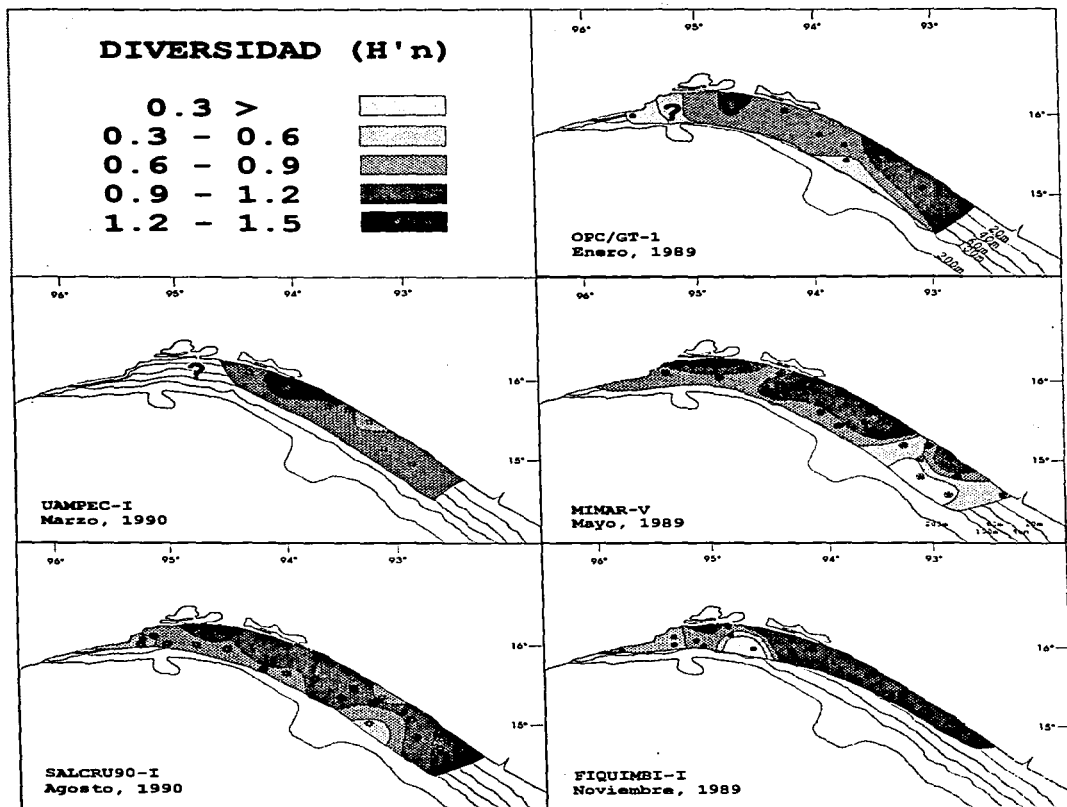


Figura 11. Distribución de los valores de diversidad (H'n) en el Golfo de Tehuantepec por mes de muestreo.

componentes principales en cuanto a la densidad y biomasa de las especies, se detectaron dos grupos de estaciones, uno constituido por las estaciones 66, 68, 99, 114 y 115, y otro por las estaciones 35, 67 y 107. El primer grupo incluye a las estaciones que se presentan frente a la Laguna del Mar Muerto y hacia el sureste. El segundo grupo incluye a las estaciones que están frente a la Laguna Superior-Inferior (Figs. 12, 13, 14, 15).

Mediante el análisis de clasificación de las estaciones de muestreo por composición de especies (presencia-ausencia) a través del método de Ward, se observaron dos grupos; un grupo comprende a las estaciones 67, 114 y 115, y otro está constituido por las estaciones 35, 99, 68, 107 y 66 (Figs. 16, 17). El primer grupo comprende a estaciones que se ubican en profundidades menores de 35 m hacia la costa de Chiapas; el segundo grupo esta constituido por estaciones de profundidades mayores de 35 m de las costa de Chiapas, y de aguas someras de Oaxaca. La mayor riqueza de especies se presentó hacia la plataforma de Chiapas en profundidades menores de 40 m.

A partir del análisis de clasificación de las especies por el método de Ward con base en su presencia y ausencia, se detectaron dos grandes grupos. Un grupo está constituido por especies de baja frecuencia y escasa distribución (Tabla 1). El segundo grupo se divide en tres subgrupos, de los cuales uno comprende a las especies de mayor frecuencia y amplia distribución, y los dos subgrupos restantes corresponden a especies que también tienen frecuencia y distribución amplia,

Tabla 1. Especies registradas en enero de 1989. Se indica su presencia y ausencia en las estaciones muestreadas.

ESPECIE/ESTACIÓN	67	114	115	35	99	98	107	86	ESPECIE/ESTACIÓN	67	114	115	35	99	98	107	86
SP1 <i>Arius platyogon</i>	1	1	1	0	1	1	0	1	SP33 <i>Raja equatorialis</i>	0	1	0	0	0	1	0	0
SP2 <i>Bothus constellatus</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	SP34 <i>Sphoeroides lobatus</i>	0	1	1	0	0	0	0	0
SP3 <i>Prionothys margaritatus</i>	1	1	1	0	1	0	1	0	SP35 <i>Sphoeroides annulatus</i>	1	0	1	0	0	0	0	0
SP4 <i>Prionotus ruscarius</i>	1	1	1	1	0	1	0	0	SP36 <i>Synodus evermanni</i>	0	1	0	0	1	0	0	0
SP5 <i>Siacium latifrons</i>	1	1	1	0	1	1	0	0	SP37 <i>Synodus scitulleps</i>	0	1	1	0	0	0	0	0
SP6 <i>Narcine entemedor</i>	0	1	1	1	0	1	0	0	SP38 <i>Achirus zebrinus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
SP7 <i>Zapterix exasperata</i>	0	1	1	0	1	1	0	0	SP39 <i>Ariopsis seemani</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
SP8 <i>Arius dasycephalus</i>	1	0	1	0	1	0	0	0	SP40 <i>Ballistes polylepis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
SP9 <i>Bagre panamensis</i>	0	0	1	0	1	1	0	0	SP41 <i>Batrachoides pacifici</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
SP10 <i>Diplectrum labarum</i>	0	1	0	1	1	0	0	0	SP42 <i>Brotuloides emmela</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
SP11 <i>Euclinostomus gracilis</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	SP43 <i>Conodon nobilis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
SP12 <i>Lutjanus guttatus</i>	1	1	0	1	0	0	0	0	SP44 <i>Cynoscion reticulatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
SP13 <i>Orthopristis chalceus</i>	1	1	0	1	0	0	0	0	SP45 <i>Chloroscombrus orqueta</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
SP14 <i>Prionotus quiescens</i>	0	1	0	1	1	0	0	0	SP46 <i>Lophiodes caulinaris</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
SP15 <i>Prionotus albirostris</i>	0	0	1	1	0	1	0	0	SP47 <i>Micropogonias altipinnis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
SP16 <i>Pristiglenys serrula</i>	1	1	0	1	0	0	0	0	SP48 <i>Monolene dubioea</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
SP17 <i>Scorpaena russula</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	SP49 <i>Narcine vermiculatus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
SP18 <i>Urotygon sp</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	SP50 <i>Ophichthus triseriatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
SP19 <i>Albula nemoptera</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	SP51 <i>Opiethonema libertate</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
SP20 <i>Caranx otrynter</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	SP52 <i>Peprilus snyderi</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
SP21 <i>Cyclopssetta querna</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	SP53 <i>Polydactylus opercularis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
SP22 <i>Diodon holacanthus</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	SP54 <i>Pomadasyx elongatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
SP23 <i>Diplectrum euryplectrum</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	SP55 <i>Pomadasyx panamensis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
SP24 <i>Epinephelus nigritus</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	SP56 <i>Pomadasyx axillaris</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
SP25 <i>Euclinostomus currani</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	SP57 <i>Pontinus sierra</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
SP26 <i>Euclinostomus dowi</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	SP58 <i>Prionotus birostratus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
SP27 <i>Gymnothorax panamens</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	SP59 <i>Prionotus loxias</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
SP28 <i>Larimus pacificus</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	SP60 <i>Rhinobatos leucorhynchus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
SP29 <i>Ophichthus sp</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	SP61 <i>Selar crumenophthalmus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
SP30 <i>Orthopristis reddingi</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	SP62 <i>Selene peruviana</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
SP31 <i>Prionotus stephanophis</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	SP63 <i>Siacium ovale</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
SP32 <i>Pseudopeneus grandisq</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	SP64 <i>Xenichthys xanti</i>	1	0	0	0	0	0	0	0

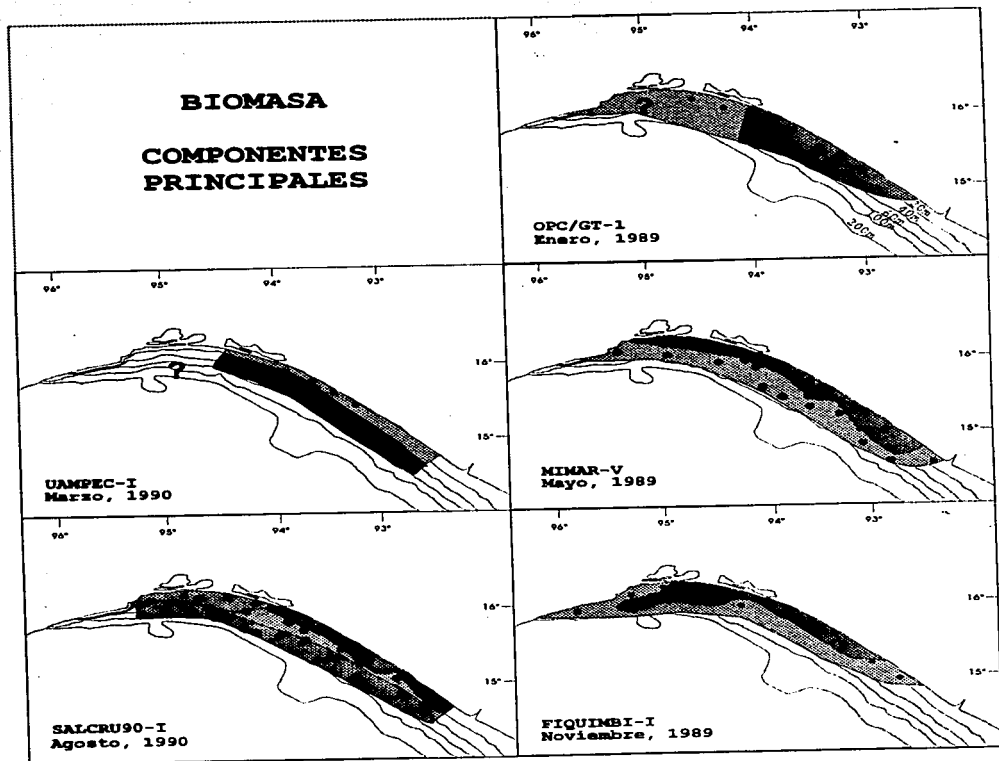


Figura 12. Subsistemas obtenidos por el análisis de componentes principales en relación a la biomasa de las especies en el Golfo de Tehuantepec por mes de muestreo.

**ANÁLISIS DE FACTORES:
ESTACIONES DE COLECTA-
BIOMASA DE LAS ESPECIES**

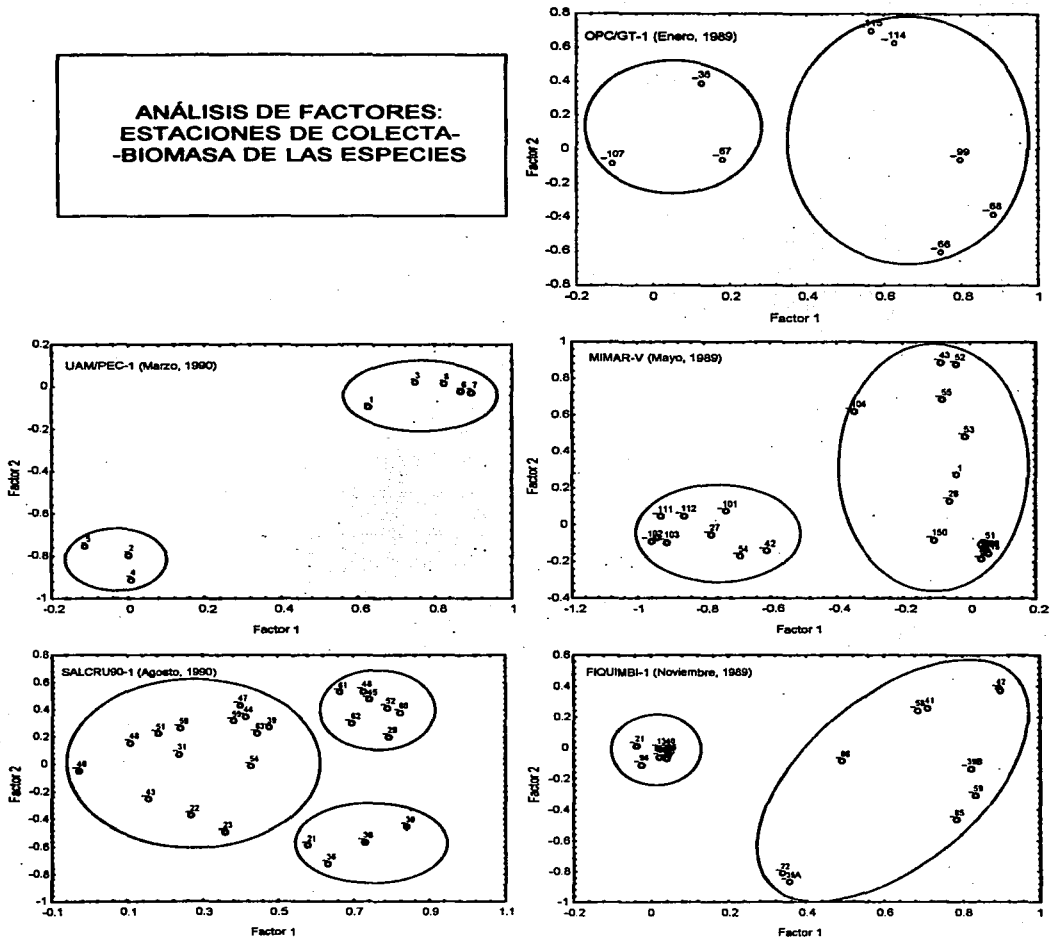


Figura 13. Análisis por componentes principales de las estaciones de colecta para cada mes de muestreo considerando la biomasa de las especies.

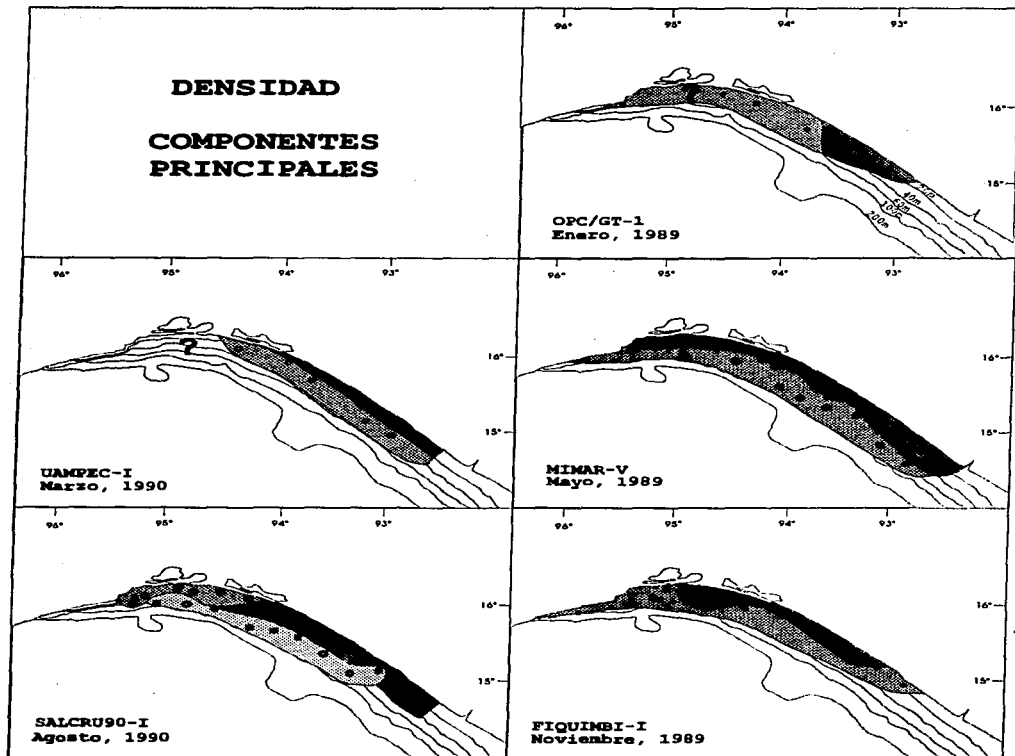


Figura 14. Subsistemas obtenidos a través del análisis por componentes principales de la densidad en el Golfo de Tehuantepec por mes de muestreo.

**ANÁLISIS DE FACTORES:
ESTACIONES DE COLECTA-
DENSIDAD DE LAS ESPECIES**

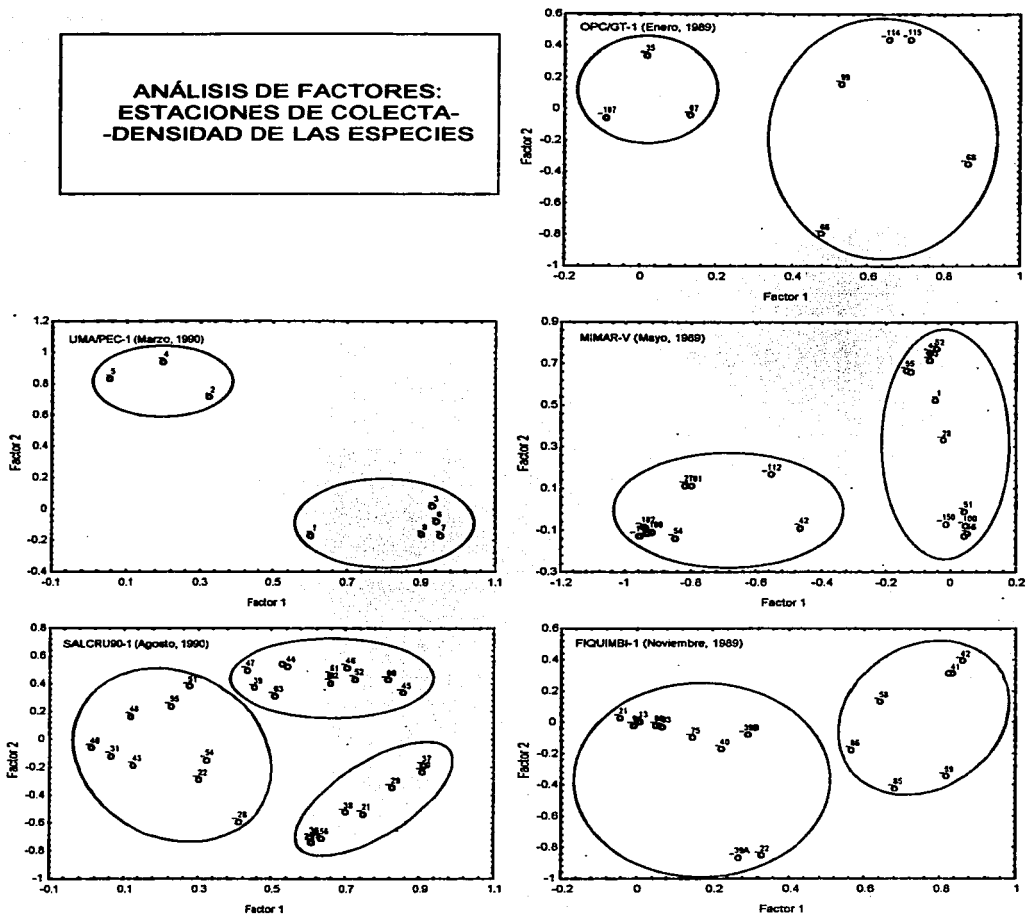


Figura 15. Análisis por componentes principales de las estaciones de colecta para cada mes de muestreo considerando la densidad de las especies.

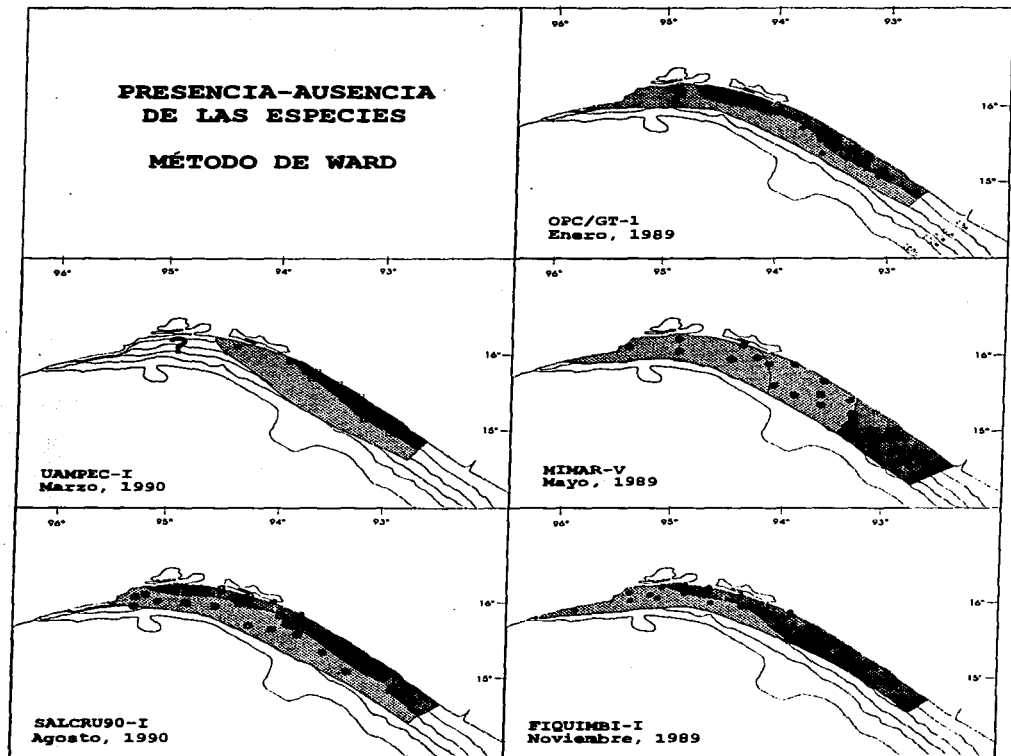


Figura 16. Subsistemas obtenidos a través del análisis de agrupación de la presencia y ausencia de las especies en el Golfo de Tehuantepec por mes de muestreo.

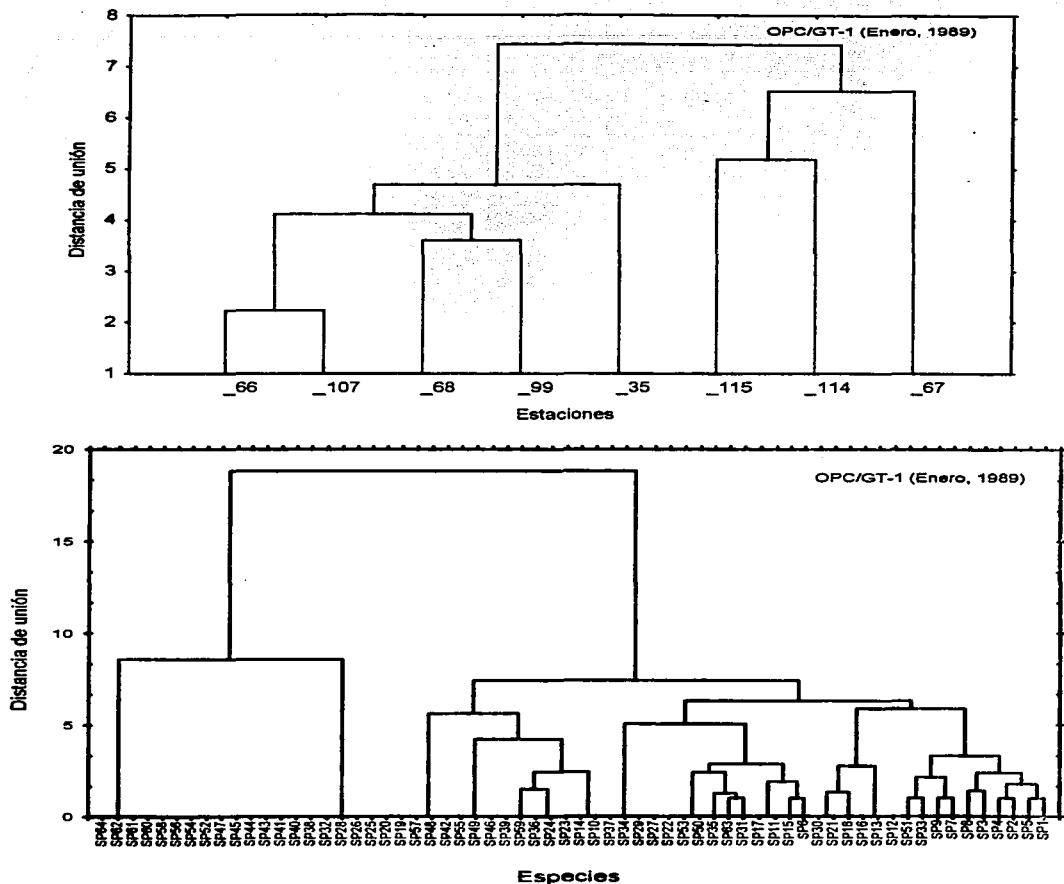


Figura 17. Análisis cluster de las estaciones de muestreo y de las especies, considerando la presencia y ausencia de las especies en las estaciones de muestreo, correspondiente a enero de 1989.

pero con una tendencia a distribuirse hacia aguas someras de la costa Chiapaneca (Tabla 1, Fig.17).

En enero las especies *Urotrygon sp.*, *A. nemoptera*, *C. otrynter*, *C. querna*, *D. holocanthus*, *E. currani*, *E. dowi*, *G. panamensis*, *L. pacificus*, *S. lobatus* y *S. scituliceps* son características del sureste del golfo. Las especies del género *Prionotus* son características del noroeste del golfo.

Siete especies (10.9%) presentaron amplia distribución (frecuencia mayor al 50%): *A. platypogon*, *B. constellatus*, *P. margaritatus*, *P. ruscarius*, *S. latifrons*, *N. entemedor* y *Z. exasperata*. De estas especies, ninguna se distribuye en la Laguna del mar Muerto; sin embargo, del total de especies registradas, 11 (17.2%) entran a la Laguna del Mar Muerto en algún momento de su ciclo vital. Las siete especies mencionadas integran el grupo dominante en cuanto su distribución en el mes de enero.

Dieciocho especies presentaron una abundancia numérica superior al 1%, y comprenden más del 80% de la abundancia total, entre las que sobresalieron en orden de abundancia *S. russula*, *B. constellatus*, *S. latifrons*, *O. chalceus/reddingi* y *E. gracilis* (Fig. 18). Diecinueve especies presentaron una abundancia en peso superior al 1%, y comprenden más del 80% de la abundancia total, entre las que se encuentran *N. entemedor*, *S. latifrons*, *S. russula*, *A. platypogon* y *O. chalceus/reddingi* (Fig. 19).

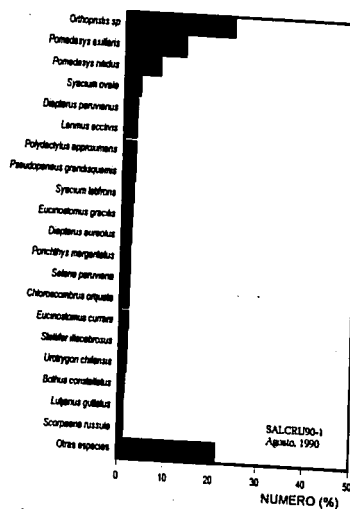
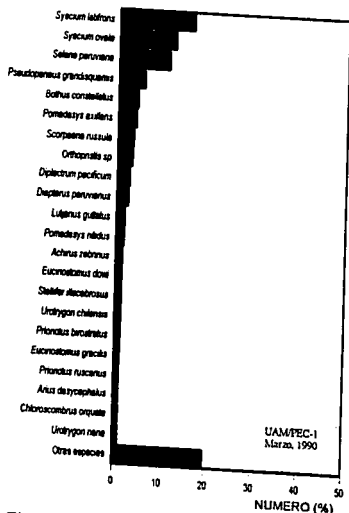
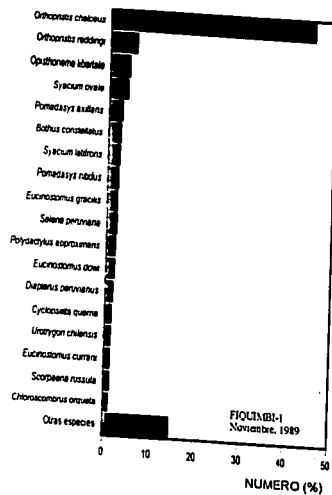
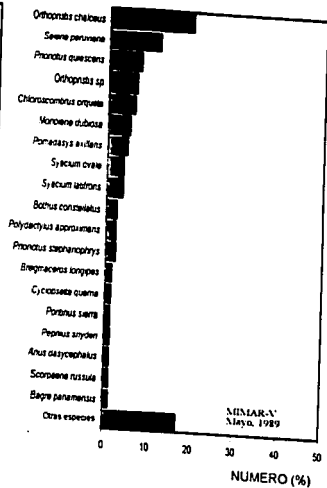
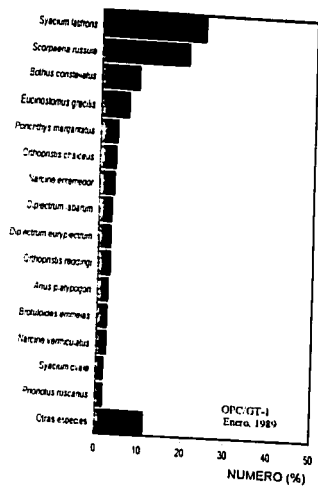


Figura 18. Abundancia relativa (%) por especie durante las campañas

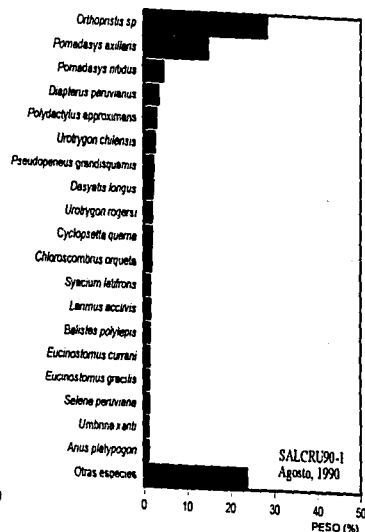
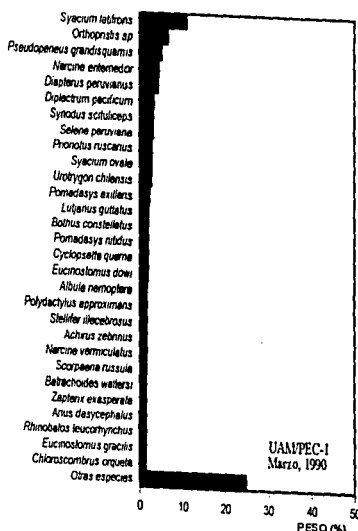
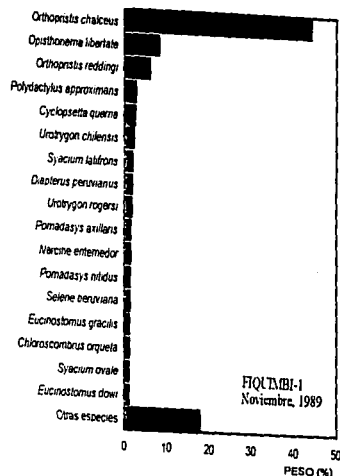
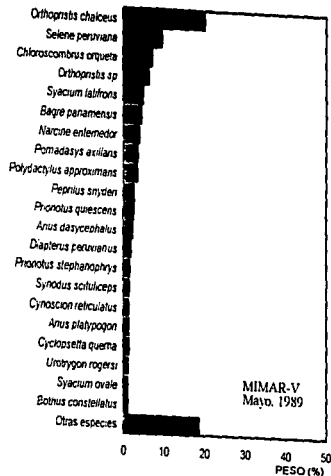
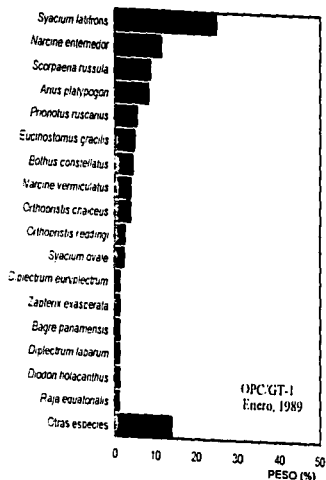


Figura 19. Biomasa relativa (%) por especie durante las campañas oceanográficas realizadas.

Once familias presentaron una abundancia numérica superior al 2%, y comprenden más del 90% de la abundancia total, y sobresalen en orden de abundancia Scorpaenidae, Bothidae, Haemulidae, Gerreidae y Serranidae (Fig. 20). Catorce familias presentaron una abundancia en peso superior al 2%, comprendiendo más del 90% de la abundancia total, y las más abundantes fueron Bothidae, Torpedinidae, Ariidae, Scorpaenidae y Haemulidae (Fig. 21).

Marzo, 1990 -época de secas-
(Campaña oceanográfica UAM/PEC-1)

Se registró un total de 106 especies que aportaron 75,281 individuos y 3,074.6 Kg. La biomasa varió de 7.4 a 21.9 Kg Ha⁻¹ en las estaciones muestreadas, con un promedio de 14.2 Kg Ha⁻¹ (Fig. 8). La distribución de la biomasa presentó los valores más altos frente a la zona comprendida entre la Barra de San Francisco y la Barra de Tonalá, con valores bajos hacia el sureste (Fig. 9). La densidad varió de 174 a 564 ind. Ha⁻¹ en las estaciones muestreadas, con un promedio de 346 ind. Ha⁻¹; la distribución de la densidad presentó los valores más altos hacia el sureste en aguas profundas, frente a la parte central del estado de Chiapas. La diversidad (H'n) fue alta en aguas someras frente a la zona comprendida entre la Barra de Tonalá y el sistema lagunar Carreta-Pereyra (Fig. 11).

En el análisis de clasificación de las estaciones de muestreo por componentes principales en cuanto a la densidad y biomasa de las especies, se detectaron dos

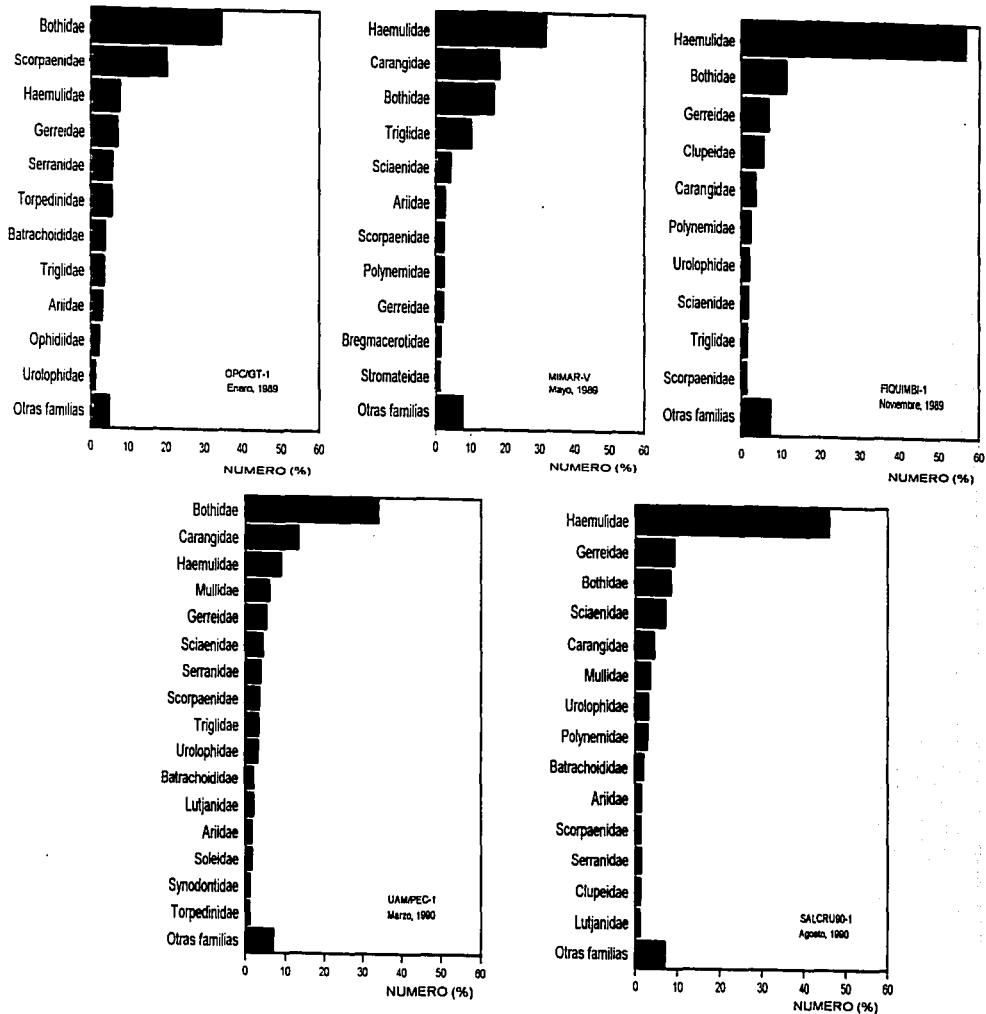


Figura 20. Abundancia en número (%) por familia durante las campañas oceanográficas realizadas.

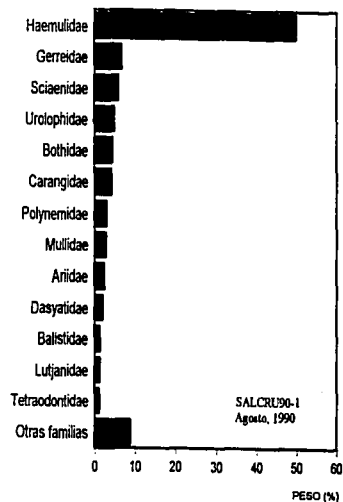
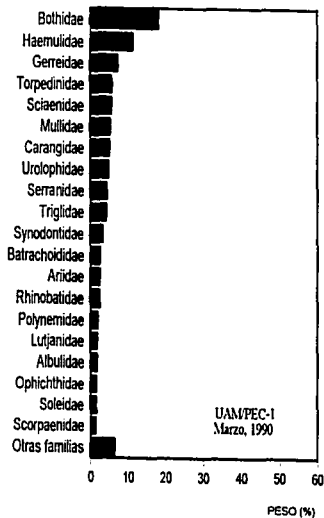
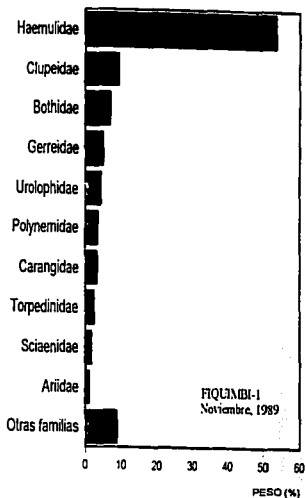
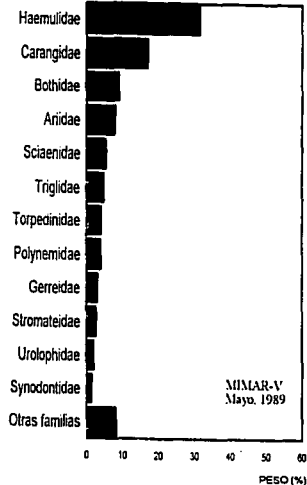
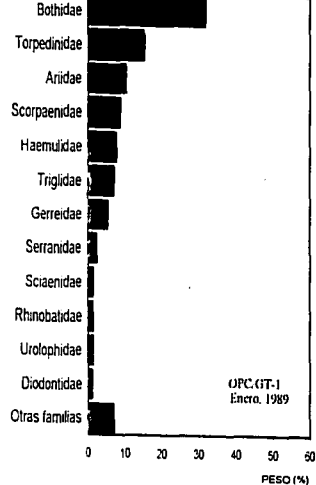


Figura 21. Abundancia en peso (%) por familia durante las campañas oceanográficas realizadas.

grupos de estaciones, uno constituido por estaciones menores de 20 m de profundidad (2, 4, 5), y otro por estaciones mayores a 20 m de profundidad (1, 3, 6, 7) (Figs. 12, 13, 14, 15).

Mediante el análisis de clasificación de las estaciones de muestreo (por el método de Ward) por composición de especies (presencia-ausencia), se observaron dos grupos; un grupo comprende a las estaciones 1, 3, 6, 7 y 8, y otro está constituido por las estaciones 2, 4 y 5. El primer grupo corresponde a estaciones que se ubican en el sureste del golfo, similar al mes de enero, pero su límite con el área noroeste se ha recorrido hacia el sureste de la Boca de Tonalá; el segundo grupo está constituido por estaciones de profundidades mayores correspondientes al área oaxaqueña (noroeste del golfo) (Figs. 16, 22). El número de especies fue ligeramente mayor en las estaciones del noroeste del golfo.

A partir del análisis de clasificación de las especies por su presencia y ausencia a través del método de Ward, se detectaron dos grandes grupos. Un grupo está constituido por especies de baja frecuencia y escasa distribución (Tabla 2, Fig. 22). El segundo grupo se divide en dos subgrupos, de los cuales uno comprende a las especies que tienden a distribuirse hacia el noroeste del golfo, y el segundo comprende a todas las especies dominantes de alta frecuencia y amplia distribución.

En marzo las especies características del noroeste del golfo fueron *L. guttatus*, *P.*

Tabla 2. Especies registradas en marzo de 1990. Se indica su presencia y ausencia en las estaciones muestreadas.

ESPECIE/ESTACION	2	4	3	8	8	5	7	1	1	ESPECIE/ESTACION	2	4	3	8	8	5	7	1	1
SP1 Prionotus ruscarius	1	1	1	1	1	1	1	1		SP54 Ophiapterus dovii	1	1	0	0	0	1	0	0	0
SP2 Urothya sp.	1	1	1	1	1	1	1	1		SP55 Polydetylus opercularis	0	0	0	1	0	1	0	1	1
SP3 Bothus constellatus	1	1	1	1	0	1	1	1		SP56 Pristigaster serrata	0	0	0	0	1	0	1	0	1
SP4 Diplectrum pacificum	1	1	1	1	0	1	1	1		SP57 Sphaeroides annulatus	0	0	1	1	0	0	0	1	0
SP5 Orthopristia sp.	1	1	1	1	0	1	1	1		SP58 Stellifer iliceobroeus	1	1	0	0	0	1	0	1	0
SP6 Pomadasys auxiliaris	1	1	1	1	1	1	0	0		SP59 Achirus acutum	0	1	0	1	0	0	0	0	0
SP7 Syacium ovate	1	1	1	1	1	1	0	0		SP60 Albulus neroptera	0	0	0	0	0	1	1	0	0
SP8 Arius dasycephalus	1	1	1	1	1	1	0	0		SP61 Alutera scripta	0	1	0	0	1	0	0	0	0
SP9 Chloroconurus orqueta	1	1	1	1	1	0	0	0		SP62 Caranx hippos	0	1	0	0	0	1	0	0	0
SP10 Cyclopaetta querna	1	0	1	1	1	1	0	1		SP63 Citharichthys gilberti	1	0	1	0	0	0	0	0	0
SP11 Eucinostomus curranii	1	1	1	1	0	1	0	0		SP64 Cynoscion panamensis	0	0	0	1	0	0	1	0	0
SP12 Narcine vermiculatus	1	0	1	1	1	0	1	1		SP65 Cynoscion phoxocephalus	0	1	0	0	0	1	0	0	0
SP13 Polydactylus approximans	1	1	1	1	0	1	0	1		SP66 Epinephelus nigrifus	1	0	0	0	0	0	1	0	0
SP14 Pomadasys nitidus	1	1	1	1	1	0	1	0		SP67 Eucinostomus gracilis	0	0	1	1	0	0	0	0	0
SP15 Pseudopomacentrus grandisquamis	1	0	1	1	1	0	1	1		SP68 Hemirhamphus zetes	0	0	0	0	0	0	1	1	0
SP16 Rhinobatos leucorhynchus	1	1	1	1	0	0	0	0		SP69 Mericichthys panamensis	0	1	0	0	0	1	0	0	0
SP17 Selene peruviana	1	1	1	0	1	0	1	0		SP70 Micropogonias atlipinnis	1	1	0	0	0	0	0	0	0
SP18 Sphaeroides lobatus	0	0	1	1	0	1	1	1		SP71 Mulloidichthys dentatus	1	0	0	0	1	0	0	0	0
SP19 Synodus scutiropeus	1	0	1	1	1	0	1	1		SP72 Ophichthys sp.	0	0	0	1	0	0	0	1	0
SP20 Urotrigon mustus	1	1	1	1	1	0	0	0		SP73 Ophichthys triseriata	0	1	0	1	0	0	0	0	0
SP21 Achirus zebrius	1	0	1	1	1	0	1	0		SP74 Ophichthodermis equifloria	0	1	0	0	0	1	0	0	0
SP22 Ancylopaetta dendritica	1	1	1	1	1	0	0	0		SP75 Othopidium scrippsi	0	0	1	0	0	0	1	0	0
SP23 Arius platypogon	1	1	0	1	0	1	0	1		SP76 Paraconchurus goodii	0	1	0	0	0	1	0	0	0
SP24 Batrachoides pacifici	1	0	1	1	1	0	0	0		SP77 Piloosteorhina lutipinnis	0	0	0	0	0	1	0	1	0
SP25 Diplectrum labarum	0	0	1	1	0	1	1	1		SP78 Selene brevicornis	1	1	0	0	0	0	0	0	0
SP26 Fistularia cornata	1	0	1	1	1	0	0	1		SP79 Sphyræna ensis	1	1	0	0	0	0	0	0	0
SP27 Luljanus guttatus	0	0	1	1	1	0	1	1		SP80 Stellifer furthli	0	1	0	0	0	1	0	0	0
SP28 Porichthys margaritatus	0	0	1	1	1	0	1	1		SP81 Symphurus atricauda	1	0	1	0	0	0	0	0	0
SP29 Prionotus stephanophrys	0	0	1	1	0	1	1	1		SP82 Symphurus elongatus	0	1	1	0	0	0	0	0	0
SP30 Scorpaena russula	0	0	1	1	0	1	1	1		SP83 Zapater exasperata	0	1	0	0	1	0	0	0	0
SP31 Syacium latifrons	0	0	1	1	1	0	1	1		SP84 Achirus mazatlanus	0	0	0	1	0	0	0	0	0
SP32 Caranx otrmyler	0	0	1	1	1	0	1	0		SP85 Achirus sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0
SP33 Eucinostomus dowii	0	0	1	1	0	1	1	1		SP86 Albulus vulpes	0	0	0	0	0	0	1	0	0
SP34 Narcine entereador	0	0	1	1	0	0	1	1		SP87 Anchoa lucida	0	0	0	0	0	0	1	0	0
SP35 Ophichthys zophochir	1	1	1	0	1	0	0	0		SP88 Anchoa nasus	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SP36 Prionotus birostratus	0	0	1	1	1	0	1	0		SP89 Apogon parri	0	0	0	0	0	0	0	1	0
SP37 Prionotus quiescens	0	0	1	1	0	0	1	1		SP90 Bagre panamensis	0	0	0	0	1	0	0	0	0
SP38 Selar crumenophthalmus	0	1	0	0	1	0	1	1		SP91 Centropomus robalio	0	1	0	0	0	0	0	0	0
SP39 Anchoa macrocephala	1	1	0	0	0	1	0	0		SP92 Cynoscion reticulatus	0	0	0	0	0	0	1	0	0
SP40 Balistes polytepis	0	0	0	0	1	0	1	1		SP93 Decapterus vulgatus	0	0	0	1	0	0	0	0	0
SP41 Batrachoides boulengeri	1	1	1	0	0	0	0	0		SP94 Diapterus aureolus	0	0	0	0	1	0	0	0	0
SP42 Chaetodipterus zonatus	1	1	0	0	0	1	0	0		SP95 Estiartichus archidium	1	0	0	0	0	1	0	0	0
SP43 Chaetodon tumeralis	1	0	1	1	0	0	1	0		SP96 Epinephelus analepis	0	1	0	0	0	1	0	0	0
SP44 Conodon nobilis	1	1	0	0	0	1	0	0		SP97 Larimus argenteus	0	0	0	0	0	1	0	0	0
SP45 Diapterus peruvianus	1	1	0	0	0	1	0	0		SP98 Nebris occidentalis	0	0	0	0	0	1	0	0	0
SP46 Diodon holacanthus	0	0	1	0	1	0	1	0		SP99 Paralichthys woolmani	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SP47 Epinephelus multiguttatus	0	1	0	0	1	0	1	0		SP100 Papilius andrei	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SP48 Etropus elongatus	0	1	1	0	0	1	0	0		SP101 Pomadasys elongatus	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SP49 Gymnothorax panamensis	0	0	0	0	0	1	0	1		SP102 Pomadasys leuciscus	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SP50 Isopisthus remifer	1	1	0	0	0	1	0	0		SP103 Pomadasys panamensis	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SP51 Larimus acedus	1	1	0	0	0	1	0	0		SP104 Scomberomorus diabolus	0	0	0	0	1	0	0	0	0
SP52 Larimus affligens	1	1	0	0	0	1	0	0		SP105 Synodus evermanni	0	0	0	1	0	0	0	0	0
SP53 Pseudonotus liberatae	1	1	0	0	0	1	0	0		SP106 Umbrina xanti	0	1	0	0	0	0	0	0	0

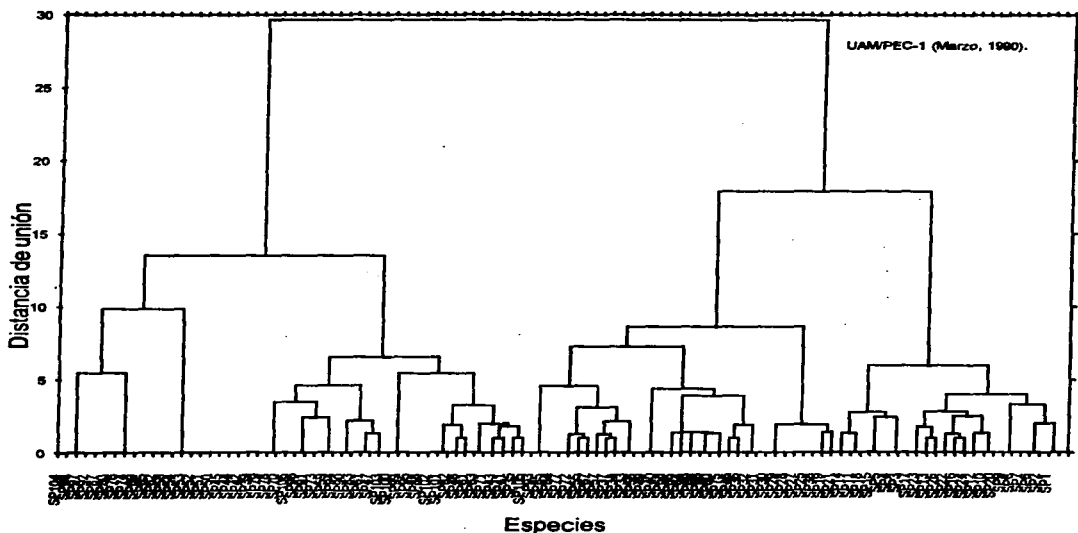
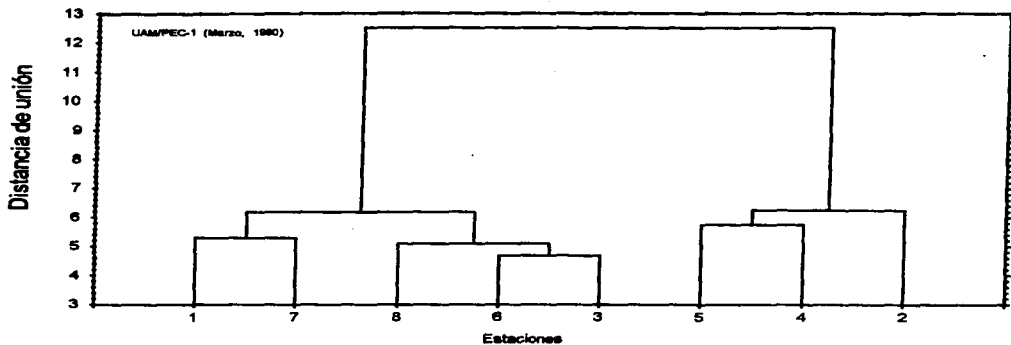


Figura 22. Análisis cluster de las estaciones de muestreo y de las especies, considerando la presencia y ausencia de las especies en las estaciones de muestreo, correspondiente a marzo de 1990.

margaritatus, *P. stephanophrys/quiescens*, *S. russula*, *S. latifrons*, *C. otrynter*, *E. dowi*, *N. entemedor*, *B. polylepis*, *S. annulatus* y *P. serrula*. En el sureste del golfo fueron características *A. macrolepidota*, *C. zonatus*, *Urotrygon sp.*, *A. nemoptera*, *C. otrynter*, *C. quema*, *D. holocanthus*, *E. currani*, *E. dowi*, *G. panamensis*, *L. pacificus*, *S. lobatus* y *S. scituliceps* son características del sureste del golfo. Las especies comunes con la Laguna del Mar Muerto tienden a distribuirse en el sureste del golfo (Tabla 2).

Veinte especies (18.9%) presentaron una distribución amplia (frecuencia mayor al 75%). *P. rusarius*, *Urotrygon sp.*, *B. constellatus*, *D. pacificum*, *O. reddingi/chalceus*, *P. axillaris* y *S. ovale*, tuvieron una frecuencia mayor al 80%; de estas especies, solo *P. axillaris* y *S. ovale* entran a la Laguna del Mar Muerto; y del total de especies registradas 27 (25.5%) entran a la laguna en algún momento de su ciclo vital. Veinticuatro especies presentaron una abundancia numérica superior al 1%, y comprenden más del 80% de la abundancia total, entre las que sobresalieron en orden de abundancia *S. latifrons*, *S. ovale*, *S. peruviana*, *P. grandisquamis* y *P. axillaris* (Fig. 21). Treinta y dos especies tuvieron una abundancia en peso superior al 1%, y comprenden más del 80% de la captura total, entre las que destacaron en orden de abundancia *S. latifrons*, *O. chalceus/reddingi*, *P. grandisquamis*, *Urotrygon sp.* y *N. entemedor* (Fig. 19).

Quince familias aportaron una abundancia numérica superior al 2%, y comprenden más del 90% de la captura total, entre las que sobresalen en orden

de abundancia Bothidae, Carangidae, Haemulidae, Mullidae y Gerreidae. Veintiún familias tuvieron una abundancia en peso superior al 2%, y comprendieron más del 90% de la abundancia total, entre las que sobresalen en orden de abundancia Bothidae, Haemulidae, Gerreidae, Torpedinidae y Urolophidae (Figs. 20, 21)

**Mayo, 1989 -final de la época de secas e inicio de la época de lluvias-
(Campaña oceanográfica MIMAR-V)**

Se registró un total de 113 especies que aportaron 10,450 individuos y 446.8 Kg. La biomasa varió de 0.05 a 49.4 Kg Ha⁻¹ (Fig. 8); en las estaciones muestreadas, con un promedio de 7.3 Kg Ha⁻¹; la distribución de la biomasa presentó los valores más altos frente a la Laguna del Mar Muerto, con valores bajos en el resto del golfo (Fig. 9). La densidad varió de 2 a 885 ind. Ha⁻¹ en las estaciones muestreadas, con un promedio de 164 ind. Ha⁻¹; la distribución de los registros de densidad presentó el mismo comportamiento que el de la biomasa (Fig. 10). La diversidad (H'n) fue alta en general en aguas someras, y disminuye a mayor profundidad (Fig. 11).

A partir del análisis de clasificación de las estaciones de muestreo por componentes principales en cuanto a la densidad y biomasa de las especies, se detectaron dos grupos de estaciones, uno constituido por estaciones de aguas someras (profundidades menores de 40 m), y en profundidades mayores de 40 m (Figs. 12, 13, 14, 15).

El análisis de clasificación de las estaciones de muestreo por composición de especies (presencia-ausencia) a través del método de Ward, mostró dos grupos; un grupo comprende a las estaciones 1, 27, 28, 42, 43, 51, 52 y 53, que son características del noroeste del golfo, cuyo límite inicia en la línea de costa cerca de la Boca de Tonalá y se extiende hacia mar adentro hacia el sureste (Figs. 16, 17). El otro grupo corresponde al sureste del golfo y está dividido en 2 subgrupos; un subgrupo está constituido por las estaciones 54, 55, 56, 100, 101, 102, 103 y 104, que comprenden desde la Boca de Tonalá hasta la Boca de la Laguna La Joya-Buenavista. El otro subgrupo está compuesto por las estaciones 108, 109, 110, 111, 112, 113 y 150, y corresponde a la parte sureste del golfo. El número de especies fue mayor en las estaciones del noroeste del golfo, y menor hacia la parte sureste.

El análisis de clasificación de las especies por el método de Ward con base en su presencia y ausencia, permitió la identificación de dos grandes grupos. Un grupo está constituido por las especies de alta frecuencia y amplia distribución, que se distribuyen principalmente hacia el noroeste y parte del sureste del golfo. Es importante comentar que el número de especies por estación y la frecuencia de las especies fue muy baja en el sureste del golfo (Tabla 3, Fig. 23). El segundo grupo se divide en dos subgrupos, uno de los cuales se restringe a especies que se distribuyen en el noroeste del golfo, y otro incluye a las especies de baja frecuencia, donde sobresalen agrupaciones que corresponden a especies que se restringen al sureste del golfo.

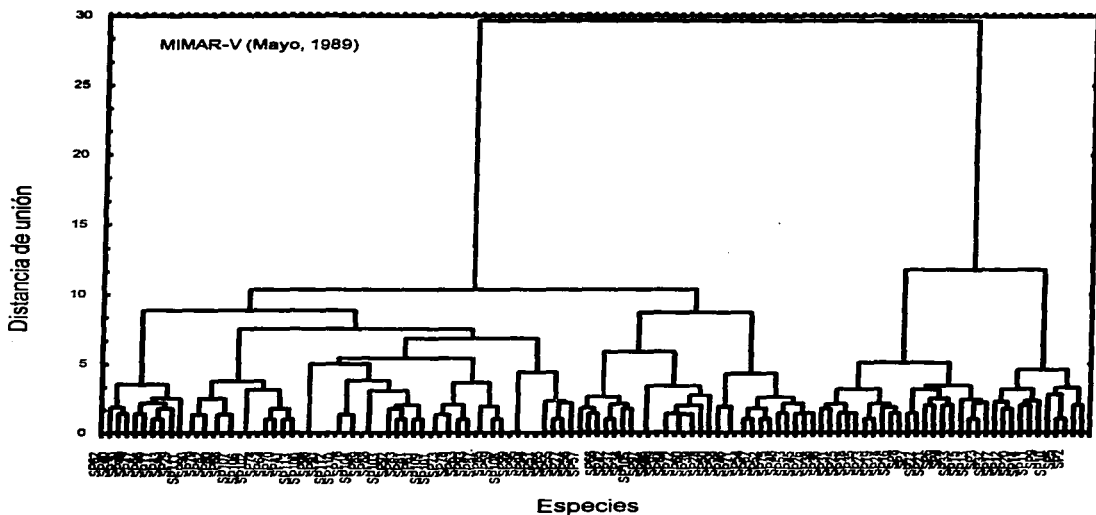
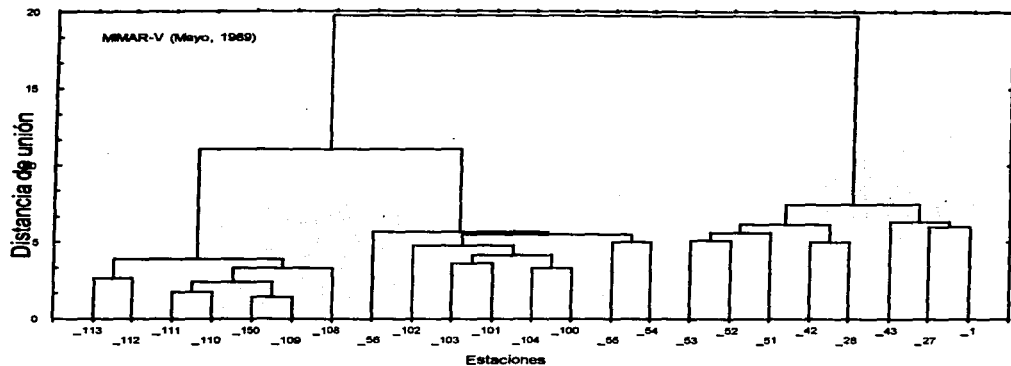


Figura 23. Análisis cluster de las estaciones de muestreo y de las especies, considerando la presencia y ausencia de las especies en las estaciones de muestreo, correspondiente a mayo de 1989.

En este mes las especies características del noroeste del golfo fueron *A. dascycephalus*, *A. platypogon*, *C. reticulatus*, *D. peruvianus*, *S. peruviana*, *E. currani*, *L. acclivis*, *P. leuciscus*, *R. leucorhynchus*, *S. illecebrosus*, *C. zonatus*, *P. grandisquamis*, *U. xanti*, *L. pacificus*, *I. remifer* y *L. effulgens*, entre otras. En el sureste del golfo, contiguo al área noroeste, fueron *D. labarum*, *D. euryplectrum* y *P. serrula*. En el sureste del golfo fueron características las especies *P. sierra*, *B. longipes*, *L. pardale* y *M. dubiosa*. Las especies que son comunes con la Laguna del Mar Muerto en este mes tienden a distribuirse en el noroeste del golfo (Tabla 3).

Once especies (9.7%) presentaron amplia distribución (frecuencia mayor al 45%): *B. constellatus*, *O. reddingi/chalceus*, *C. orqueta*, *S. ovale*, *P. quiescens/stephanophrys*, *B. panamensis*, *C. querna*, *P. approximans*, *P. margaritatus* y *S. scituliceps*. De estas especies, sólo *S. ovale* y *P. approximans* entran a la Laguna del Mar Muerto; y del total de especies registradas 25 (22%) entran a la laguna en algún momento de su ciclo vital. Diecinueve especies presentaron una abundancia numérica superior al 1%, y comprenden más del 80% de la abundancia total, entre las que sobresalen en orden de abundancia *O. chalceus/reddingi*, *S. peruviana*, *P. quiescens*, *C. orqueta* y *M. dubiosa* (Fig. 18). Veintiún especies presentaron una abundancia en peso superior al 1%, y aportaron más del 80% de la abundancia total, entre las que sobresalieron en orden de abundancia *O. chalceus/reddingi*, *S. peruviana*, *C. orqueta*, *S. latifrons* y

***B. panamensis* (Fig. 19).**

Once familias presentaron una abundancia numérica superior al 2%, y comprenden más del 90% de la abundancia total, entre las que sobresalieron en orden de abundancia Haemulidae, Carangidae, Bothidae, Triglidae y Sciaenidae. Doce familias presentaron una abundancia en peso superior al 2%, comprenden más del 90% de la abundancia total, entre las que sobresalieron en orden de abundancia Haemulidae, Carangidae, Bothidae, Ariidae y Sciaenidae (Figs. 20, 21).

Agosto, 1990 -época de lluvias-
(Campana oceanográfica SALCRU90-1)

Se registró un total de 133 especies que aportaron 23,459 individuos y 1,422.5 Kg. La biomasa varió de 1.1 a 79.0 Kg Ha⁻¹ en las estaciones muestreadas, con un promedio de 15 Kg Ha⁻¹; la distribución de la biomasa presentó los valores más altos frente a la Laguna Superior-Inferior y hacia el sureste de esta zona en aguas de mayor profundidad (Fig. 9). La densidad varió de 25 a 829 ind. Ha⁻¹ en las estaciones muestreadas, con un promedio de 250 ind. Ha⁻¹; la distribución de la densidad presentó un comportamiento similar al de la biomasa (Fig. 10). La diversidad (H'n) fue alta en general en aguas someras, y disminuye a mayor profundidad (Fig. 11).

Del análisis de clasificación de las estaciones de muestreo por componentes principales en cuanto a la densidad y biomasa de las especies, se detectaron dos grupos de estaciones, uno correspondiente a profundidades mayores de 40 m y otro a aguas someras. Este último se subdividió en uno que se ubica hacia el noroeste del golfo y otro hacia el sureste (Figs. 12, 13, 14, 15).

Del análisis de clasificación de las estaciones de muestreo por composición de especies (presencia-ausencia) a través del método de Ward, se observaron dos grupos; un grupo comprende a las estaciones 21, 22, 23, 28, 31, 36, 39, 40, 43, 44, 48, 51, 56 y 59, y otro está constituido por las estaciones 29, 30, 38, 45, 46, 47, 52, 54, 55, 60, 61, 62 y 63 (Fig. 24). El primer grupo comprende a las estaciones que se ubican en el noroeste del golfo, que en este mes corresponde al estrato de mayor profundidad, y el segundo grupo al sureste del golfo que se ha extendido en aguas someras (profundidades menores de 40 m). En ambos grupos se observan dos subdivisiones que indican una separación batimétrica en el caso del noroeste del golfo, y una separación entre la zona frente a los grandes subsistemas fluviolagunares de la región y la parte sureste del golfo (Figs. 16, 24). El número de especies fue mayor en las estaciones del sureste del golfo.

El análisis de clasificación de las especies por su presencia y ausencia por el método de Ward, mostró dos grandes grupos. Un grupo está constituido por 2 subgrupos de especies, uno de alta frecuencia y amplia distribución en ambas áreas, que comprende a las especies dominantes, y otro de amplia distribución

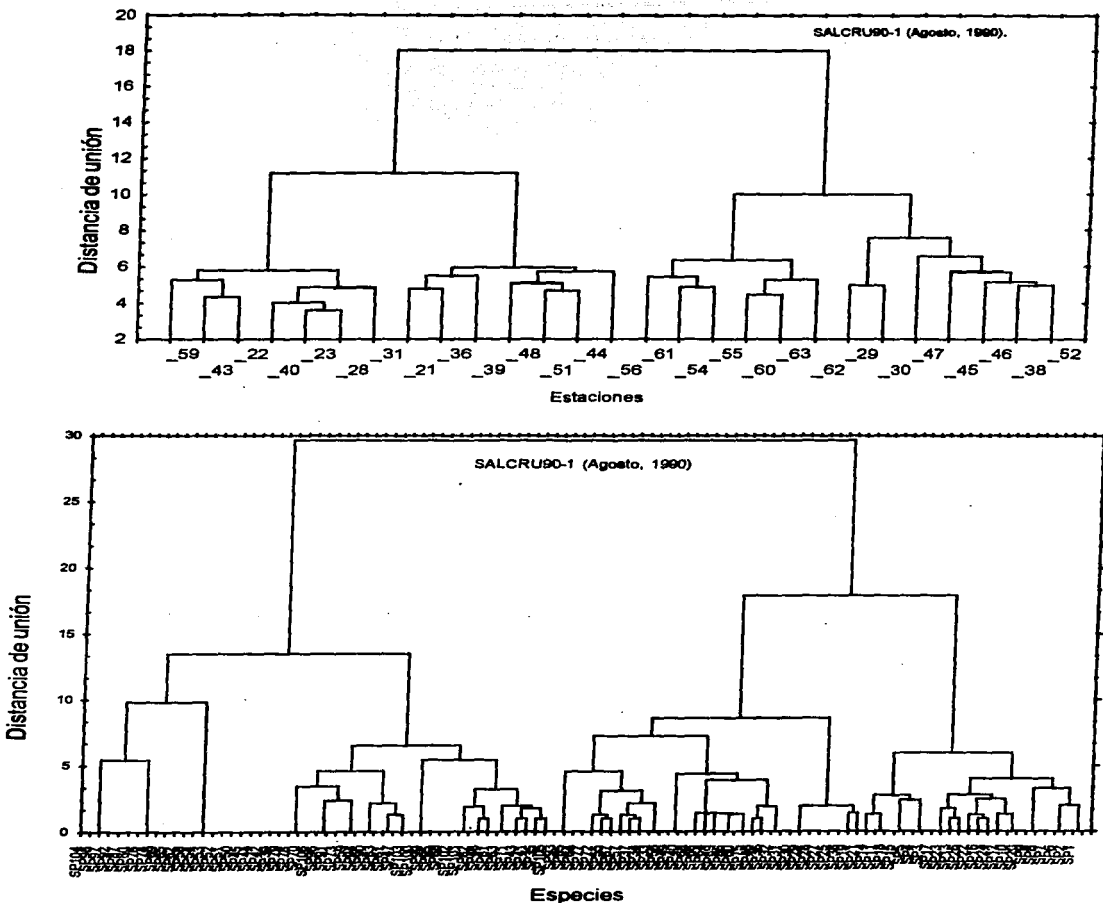


Figura 24. Análisis cluster de las estaciones de muestreo y de las especies, considerando la presencia y ausencia de las especies en las estaciones de muestreo, correspondiente a agosto de 1990.

hacia el sureste del golfo (Tabla 4, Fig. 24). El segundo grupo que es muy grande, se divide en tres subgrupos, de los cuales el mayor comprende a las especies de baja frecuencia y limitada distribución; otro subgrupo comprende a las especies de mayor profundidad (típicas marinas); y el tercer grupo comprende a especies de limitada distribución en ambas áreas.

En este mes las especies características del noroeste del golfo fueron *P. margaritatus*, *N. entemedor*, *E. dowi*, *E. gracilis*, *D. aureolus*, *D. labarum*, *P. quiescens/stephanophrys*, *S. russula*, *D. euryplectrum* y *M. dubiosa*, entre otras (Tabla 4). En el sureste del golfo fueron características las especies *L. acclivis*, *D. peruvianus*, *C. zonatus*, *D. pacificum*, *M. altipinnis*, *C. robalito*, *S. annulatus*, *C. gilberti*, *O. dovii*, *P. opercularis*, *B. pacifici*, *I. remifer* y *C. reticulatus*, entre otras. Las especies que son comunes con la Laguna del Mar Muerto tienden a distribuirse principalmente en el sureste del golfo.

Quince especies (11.3%) presentaron amplia distribución (frecuencia mayor al 60%). *O. reddingi/chalceus*, *P. axillaris*, *P. nitidus*, *S. ovale*, *P. approximans*, *A. platypogon*, *B. polylepis*, *S. peruviana*, *E. currani*, *P. grandisquamis*, *S. lobatus*, *Urotrygon* sp., *A. dascycephalus*, *B. constellatus* y *C. orqueta*; de estas especies, solo *P. axillaris*, *S. ovale*, *P. approximans* y *E. currani* entran a la Laguna del Mar Muerto; y del total de las especies registradas 34 (25.6%) entran a la laguna en algún momento de su ciclo vital. Veintidós especies tuvieron una abundancia numérica superior al 1%, y aportaron más del 80% de la abundancia total, y las

Tabla 4. Especies registradas en agosto de 1990. Se indica su presencia y ausencia en las estaciones muestreadas.

ESPECIE/ESTACION	52	45	62	30	47	46	38	56	39	29	55	63	60	61	36	44	48	21	61	31	22	64	43	28	59	40	23	
SP1 Orthopretia sp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP2 Pomadasys exilans	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP3 Pomadasys nitidus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP4 Syacum ovale	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP5 Polydactylus approximans	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP6 Arius platycephalus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP7 Ballistes polyepis	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP8 Seleno peruana	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP9 Eucinostomus currani	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP10 Pseudoperca grandisqu	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP11 Sphoeroides lobatus	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP12 Urotygion sp	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP13 Arius cisticephalus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP14 Bothus constellatus	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP15 Chloroscombrus orqueta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP16 Larinus acivus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP17 Prionotus ruscatus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP18 Syacum latifrons	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP19 Bagre panamensis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP20 Diaplectus peruvianus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP21 Multoidichthys dentatus	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP22 Synodus scitullopes	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP23 Cnaeolodius zonatus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP24 Achirus zebrinus	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP25 Urotygion mundus	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP26 Didon holacanthus	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP27 Diaplectum pacificum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP28 Micropogonias altipinnis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP29 Porichthys margaritatus	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
SP30 Centropomus robusto	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP31 Chaetodon humeralis	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP32 Cyclosetta querna	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP33 Lujanus guttatus	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SP34 Rhinobatis fructuhyndus	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP35 Sphoeroides annulatus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP36 Sphyræna ensis	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP37 Carangoides otrynter	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP38 Citranchthys gilberti	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP39 Narcine vermiculatus	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP40 Opisthoporus dooni	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP41 Polydactylus opercularis	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP42 Pomadasys panamensis	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP43 Abulia vulpes	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP44 Isopisthus renifer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP45 Mentidirus nasus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP46 Symphurus elongatus	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP47 Elatichthys archidrum	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP48 Narcine entemedus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SP49 Stelifer illecebrosus	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP50 Caranx caballus	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP51 Eucinostomus dowi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP52 Eucinostomus gracilis	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SP53 Larinus efulgens	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP54 Phaeolectoma fuliginosa	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP55 Seleno brevirostris	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP56 Symphurus atricauda	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP57 Batrachoides pacifici	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP58 Conodon nobilis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SP59 Cynoscion reticulatus	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP60 Diaptenus aureolus	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SP61 Diploclitrus labrum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP62 Harengula thrasura	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SP63 Nebris occidentalis	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP64 Oparichthys equitorialis	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SP65 Peprilus erythrin	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SP66 Prionotus quiescens	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SP67 Fistularia cornuta	0	0	1	0	0	0	0	0																				

especies más abundantes en orden de abundancia fueron *O. chalceus/reddingi*, *P. axillaris*, *P. nitidus*, *S. ovale* y *D. peruvianus* (Fig. 18). Veinte especies presentaron una abundancia en peso superior al 1%, y aportaron más del 80% de la abundancia total, entre las que sobresalieron en orden de abundancia *O. chalceus/reddingi*, *P. axillaris*, *Urotrygon* sp., *P. nitidus* y *D. peruvianus* (Fig. 19).

Quince familias presentaron una abundancia numérica superior al 2%, y comprendieron más del 90% de la abundancia total, entre las que sobresalieron en orden de abundancia Haemulidae, Gerreidae, Bothidae, Sciaenidae y Carangidae. Doce familias presentaron una abundancia en peso superior al 2%, y en conjunto aportaron más del 90% de la abundancia total, de las que fueron más importantes en orden de abundancia Haemulidae, Gerreidae, Torpedinidae, Sciaenidae y Bothidae (Figs. 20, 21).

Noviembre, 1989 -final de la época de lluvias y principio de la época de secas-

(Campaña oceanográfica FIQUIMBI-1)

Se registró un total de 111 especies que aportaron 11,915 individuos y 571.1 Kg. La biomasa varió de 0.33 a 52.6 Kg Ha⁻¹ en las estaciones muestreadas, con un promedio de 13.6 Kg Ha⁻¹ (Fig. 8); la distribución de la biomasa presentó los valores más altos frente a la zona comprendida entre la Barra de Tonalá y el sistema lagunar Carreta-Pereyra, y fue baja en el resto del Golfo (Fig. 9). La

densidad varió de 1 a 1358 ind. Ha⁻¹ en las estaciones muestreadas, y un promedio de 283 ind. Ha⁻¹; la distribución de los valores de densidad tuvieron un comportamiento similar al de la biomasa (Fig. 10). La diversidad (H'n) fue alta en aguas someras frente a la zona comprendida entre la Laguna Superior-Inferior y la Laguna del Mar Muerto (Fig. 11).

Del análisis de clasificación de las estaciones de muestreo por componentes principales en cuanto a la densidad y biomasa de las especies, resultaron dos grupos de estaciones, uno en profundidades mayores de 40 m y otro hacia aguas someras (profundidades menores de 40 m) que comprendió desde la boca de San Francisco hasta el sistema lagunar Carreta-Pereyra (Figs. 12, 13, 14, 15).

A partir del análisis de clasificación de las estaciones de muestreo por composición de especies (presencia-ausencia) mediante el método de Ward, se observaron dos grupos. Un grupo comprendió a las estaciones 13, 21, 22, 39a, 39b, 40, 42, 57 y 60, y otro a las estaciones 41, 58, 59, 75, 76, 85, 86, 93 y 94 (Figs. 16, 25). El primer grupo contiene a estaciones que se ubican en la parte noroeste del golfo y en aguas más profundas hacia el sureste. Esta área se subdividió en dos subáreas, una correspondiente a la parte oeste, donde el declive de la plataforma continental es más grande, y otro a la parte este que se ubica frente a la Laguna Superior-Inferior y se extiende hacia el sureste. El sureste del golfo también se subdividió en dos subáreas; una se ubica desde la Boca de San Francisco hasta la Boca de Tonalá, y la otra comprende la Boca de

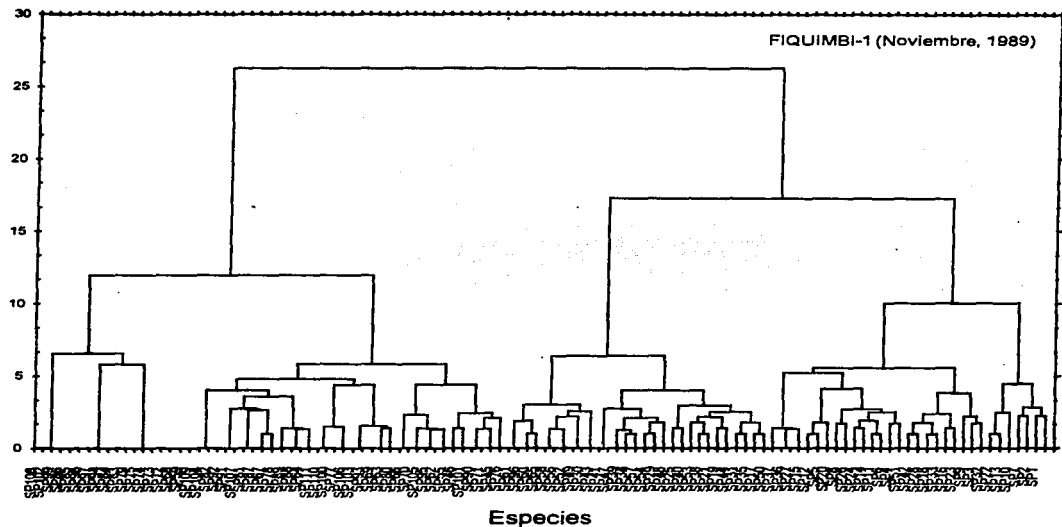
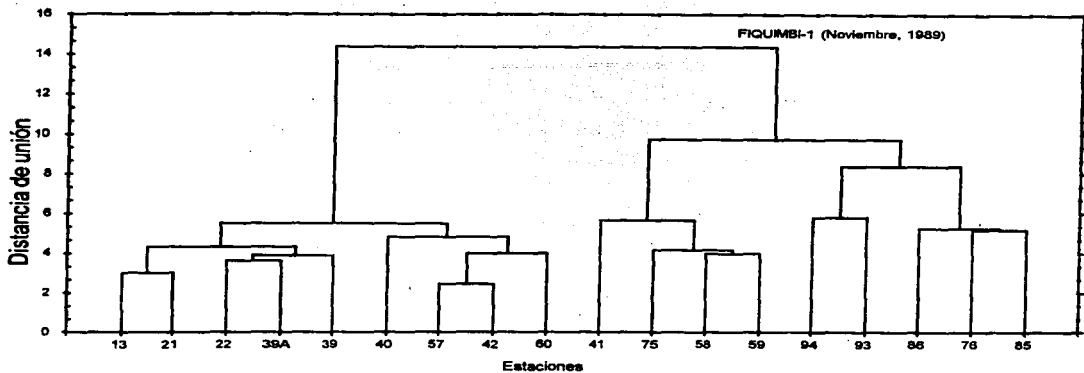


Figura 25. Análisis cluster de las estaciones de muestreo y de las especies, considerando la presencia y ausencia de las especies en las estaciones de muestreo, correspondiente a noviembre de 1989.

Tonalá hacia el sureste. El número de especies fue mayor en las estaciones del sureste del golfo.

Mediante el análisis de clasificación de las especies por el método de Ward con base en su presencia y ausencia, se detectaron dos grandes grupos. Un grupo quedó conformado por 2 subgrupos de especies, uno de alta frecuencia y amplia distribución en ambas áreas, que comprendieron a las especies dominantes, y otro de amplia distribución hacia el sureste del golfo (Tabla 5, Fig. 25). El segundo grupo comprendió a las especies de baja frecuencia y escasa distribución. El grupo de especies de alta frecuencia se dividió en dos subgrupos, uno constituido por las especies de mayor frecuencia y amplia distribución, y otro por especies de alta frecuencia pero con una tendencia a distribuirse hacia el sureste del golfo.

En este mes las especies características del noroeste del golfo fueron *P. quiescens/stephanophrys* y *S. russula* (Tabla 5). En el sureste del golfo fueron características las especies *P. nitidus*, *A. dascycephalus*, *B. polylepis*, *E. currani*, *L. guttatus*, *P. ruscarius*, *A. zebrinus*, *A. platypogon*, *C. humeralis*, *E. dowi*, entre otras. Las especies que son comunes con la Laguna del Mar Muerto tienden a distribuirse principalmente en el sureste del golfo.

Trece especies (11.7%) presentaron amplia distribución (frecuencia mayor al 45%). *C. querna*, *O. reddingi/chalceus*, *B. constellatus*, *S. peruviana*, *Urotrygon sp.*, *C. orqueta*, *S. ovale*, *S. scituliceps*, *P. margaritatus*, *P. grandisquamis*, *S.*

annulatus y *S. latifrons*; de estas especies sólo *S. ovale* y *S. annulatus* entran a la Laguna del Mar Muerto; y del total de las especies registradas 26 (23.4%) entran a la laguna en algún momento de su ciclo vital. Dieciocho especies presentaron una abundancia numérica superior al 1%, y comprenden más del 80% de la abundancia total, entre las que sobresalieron en orden de abundancia *O. chalceus/reddingi*, *O. libertate*, *S. ovale*, *P. axillaris* y *S. latifrons* (Fig. 18). Quince especies presentaron una abundancia en peso superior al 1%, y comprendieron más del 80% de la abundancia total, entre las que sobresalieron en orden de abundancia *O. chalceus/reddingi*, *O. libertate*, *Urotrygon* sp., *P. approximans* y *C. querna* (Fig. 19).

Diez familias presentaron una abundancia numérica superior al 2%, y comprenden más del 90% de la abundancia total, entre las que sobresalieron en orden de abundancia Haemulidae, Bothidae, Gerreidae, Clupeidae y Carangidae. Diez familias presentaron una abundancia en peso superior al 2%, y comprendieron más del 90% de la abundancia total, entre las que sobresalieron en orden de abundancia Haemulidae, Clupeidae, Bothidae, Gerreidae y Urolophidae (Figs. 20, 21).

Laguna del Mar Muerto

Caracterización de los factores abióticos

La temperatura ambiente presentó una variación de 20 °C en noviembre a 37 °C en mayo. Los valores promedio más bajos correspondieron a marzo, julio, noviembre y diciembre, y los más altos en abril y mayo. La tendencia general a partir de abril-mayo, fue una disminución de la temperatura hasta alcanzar los valores más bajos de noviembre a marzo (Fig. 26).

El comportamiento de la temperatura del agua reflejó el comportamiento de la temperatura ambiente. La temperatura más baja del agua se registró en el mes de diciembre (21.5 °C) y la más alta en mayo (38.5 °C). Los valores promedio más bajos se presentaron de noviembre a marzo; a partir de marzo se observó un incremento hasta alcanzar los máximos valores de mayo a agosto, para disminuir posteriormente (Fig. 26).

La salinidad presentó una variación de 13 ups en noviembre hasta 90 ups en mayo. Los valores promedio más bajos se presentaron de junio a noviembre, correspondientes a la época de lluvias. Los valores más altos se presentaron de diciembre a mayo (Fig. 26).

La transparencia del agua varió de 10 cm en octubre a 200 cm en marzo. La

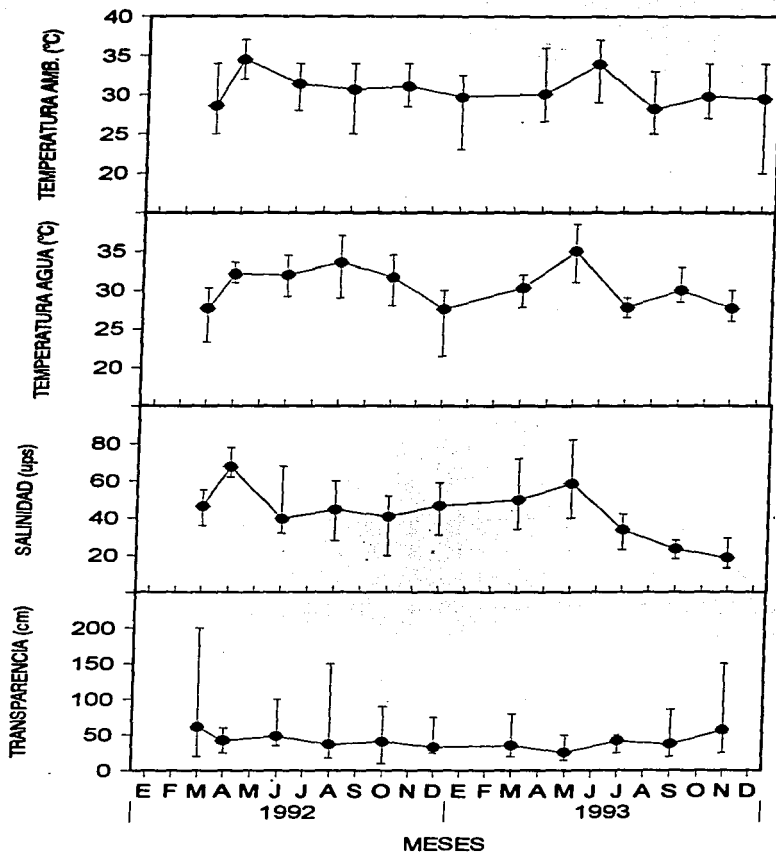


Figura 26. Variación anual de la temperatura ambiente y la temperatura, salinidad y transparencia del agua en la Laguna del Mar Muerto. Se indican los valores máximos y mínimos.

transparencia promedio de la laguna fue mayor durante la época de secas y menor durante la época de lluvias (Fig. 26).

En los meses correspondientes al final de la época de secas (marzo- mayo), los registros de temperatura presentaron un gradiente, con los valores más altos en la parte más interna de la laguna, y disminuyeron hacia la boca. El área contigua a la boca, presentó los registros de temperatura más bajos. De junio a octubre, los registros de temperatura fueron más homogéneos en toda la laguna, con una tendencia a ser ligeramente mayor en aguas someras y hacia la parte más interna de la laguna (Figs. 27, 28).

La distribución de la salinidad presentó un fuerte gradiente durante la época de secas y al principio de la época de lluvias (diciembre a junio), con hipersalinidad en la mayoría de la laguna. Los valores más altos correspondieron a la parte más interna de la laguna, los cuales disminuyeron hasta alcanzar los valores del agua de mar hacia la boca. De julio a noviembre, que comprende la época de lluvias, el patrón observado durante la época de secas se invierte, con los valores de salinidad más bajos hacia la parte más interna de la laguna, y los más altos hacia la boca (Figs. 29, 30).

Los valores de transparencia presentaron un patrón de distribución general durante todo el año, con un gradiente de mayor transparencia del agua en el área de influencia marina, que disminuyó hacia el interior de la laguna. Este patrón fue

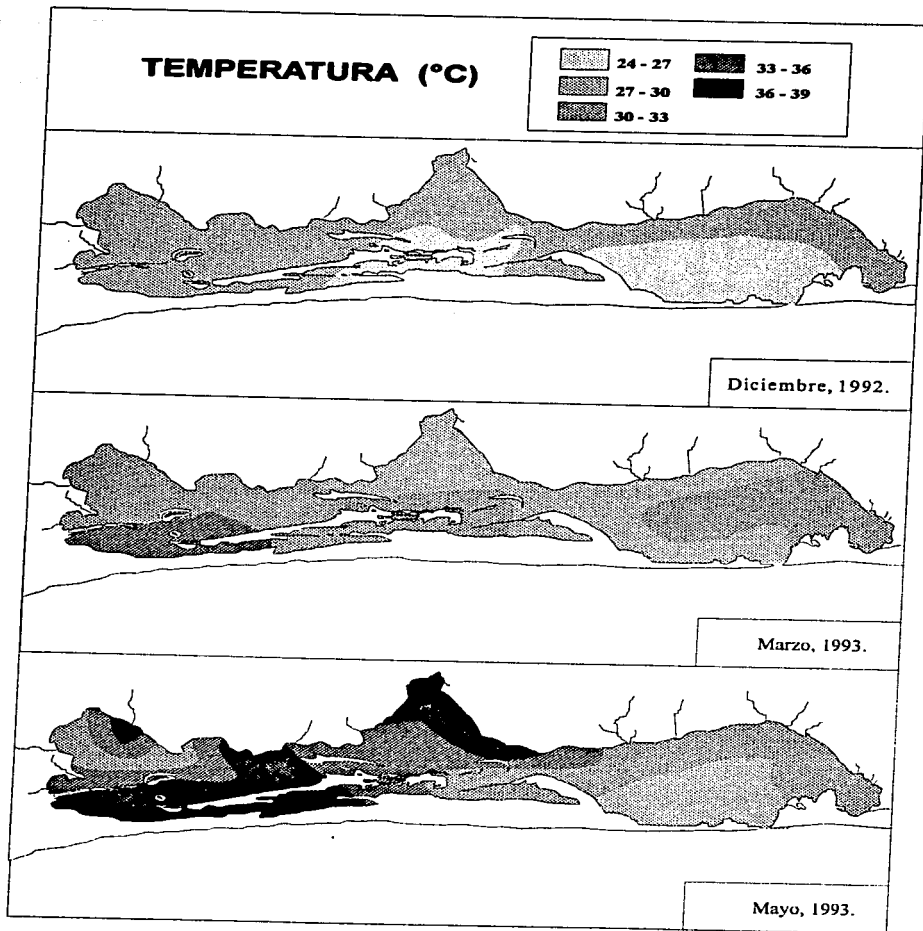


Figura 27. Distribución de la temperatura en la Laguna del Mar Muerto, en meses correspondientes a la época de secas.

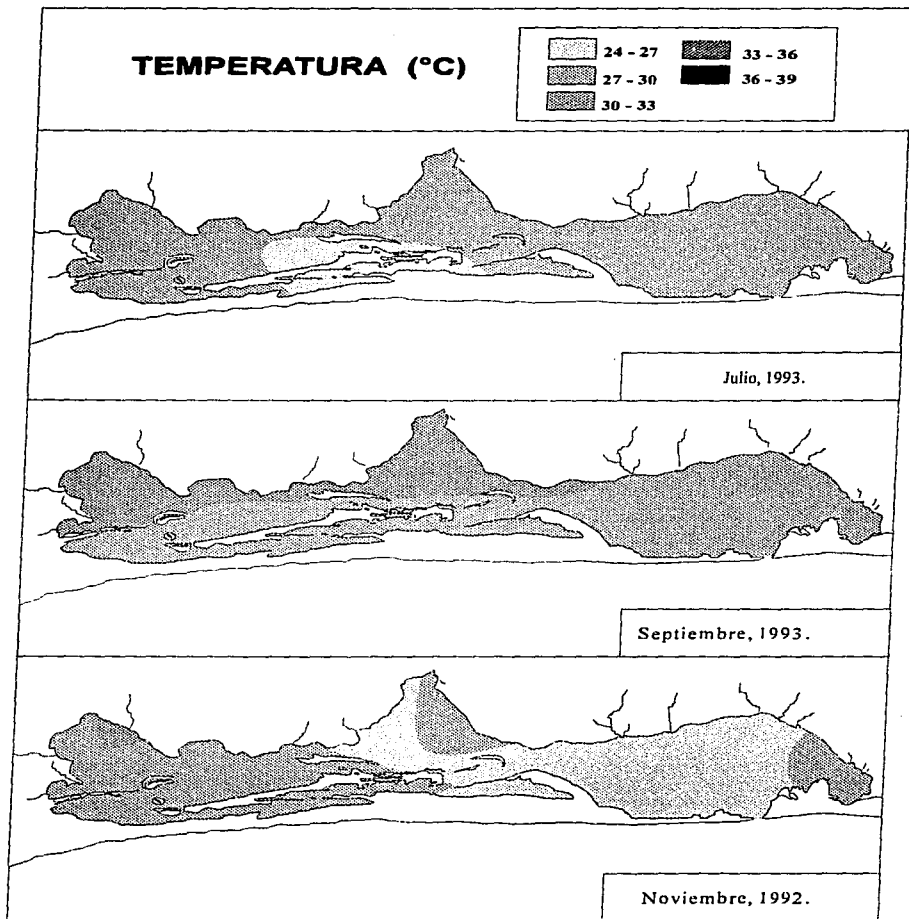


Figura 28. Distribución de la temperatura en la Laguna del Mar Muerto, en meses correspondientes a la época de lluvias.

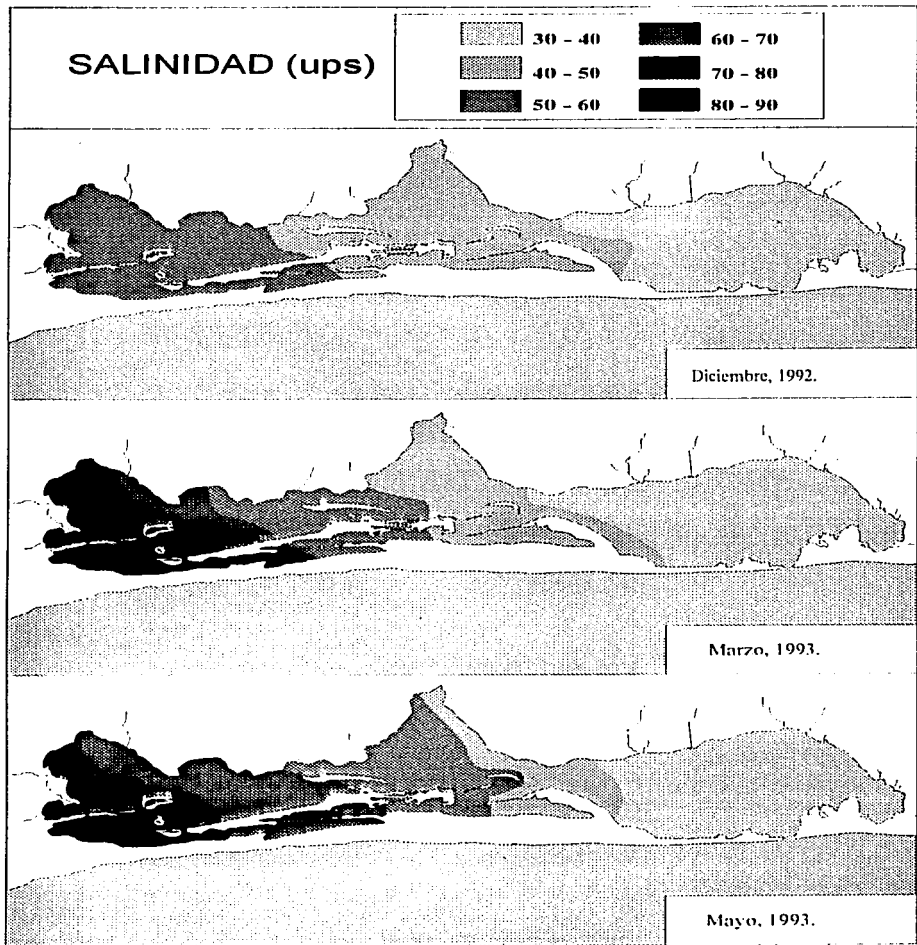


Figura 29. Distribución de la salinidad en la Laguna del Mar Muerto, en meses correspondientes a la época de secas.

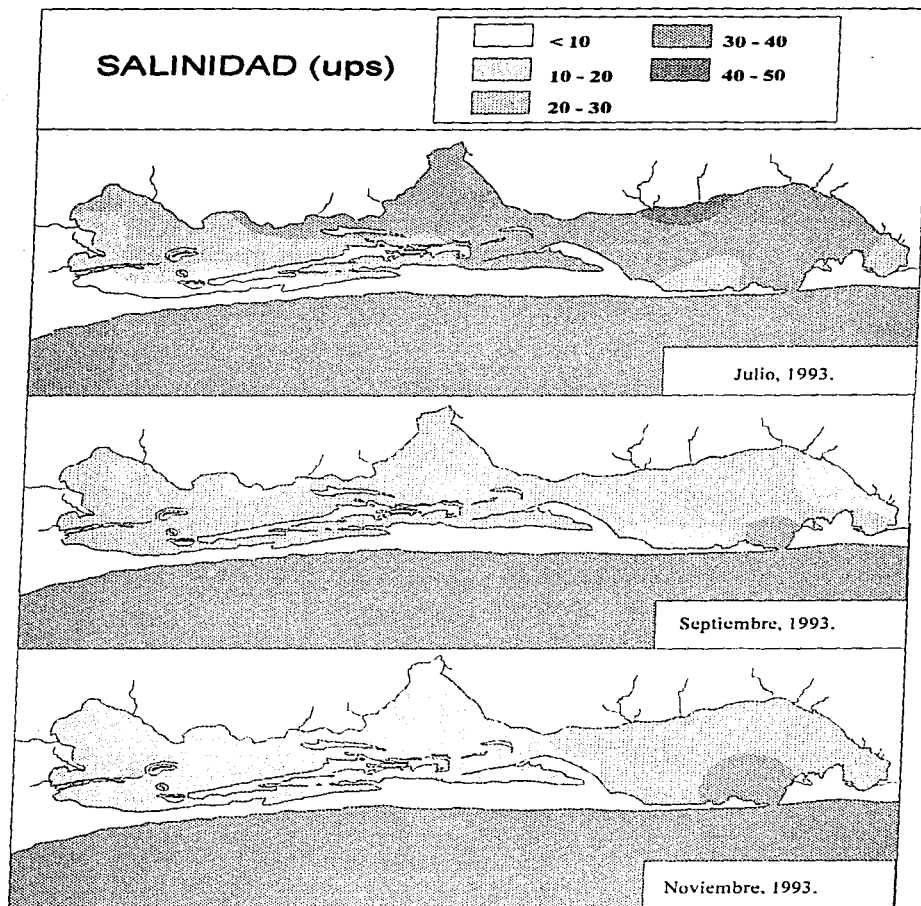


Figura 30. Distribución de la salinidad en la Laguna del Mar Muerto, en meses correspondientes a la época de lluvias.

más evidente durante la época de lluvias (Figs. 31, 32).

Como resultado del análisis de factores por componentes principales (salinidad, temperatura y transparencia), se observaron tres grupos de estaciones, que reflejaron en general las tres áreas mencionadas, y los límites entre ellas fueron variables y por lo general coinciden con las partes estrechas que las separan (Figs. 33, 34, 35). En la época de secas se detectaron solo dos agrupaciones (Figs. 36, 37).

Caracterización de la comunidad

Composición taxonómica

De las muestras analizadas se determinó un total de 66 especies, 45 géneros y 29 familias que aportaron un total de 27,971 individuos con un peso de 120.9 kg. Para la determinación taxonómica de las especies se presentaron problemas similares a los de la plataforma continental. Las especies fueron ordenadas sistemáticamente de la misma forma que las de la plataforma continental.

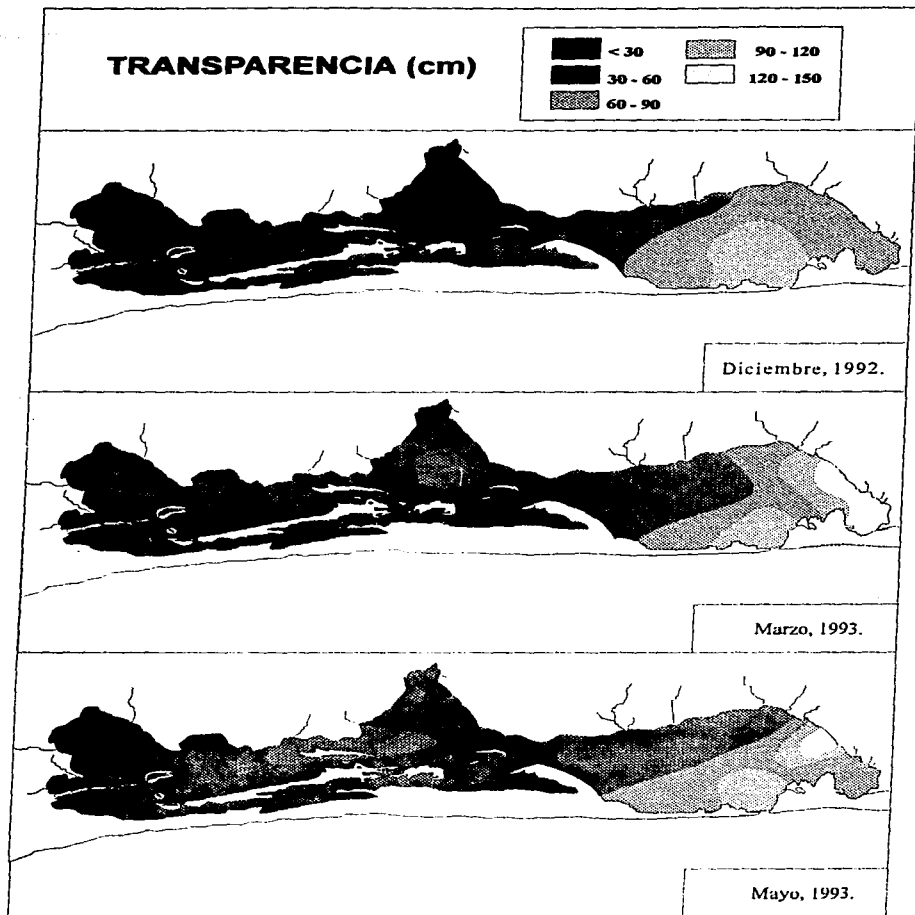


Figura 31. Distribución de la transparencia del agua en la Laguna del Mar Muerto, en meses correspondientes a la época de secas.

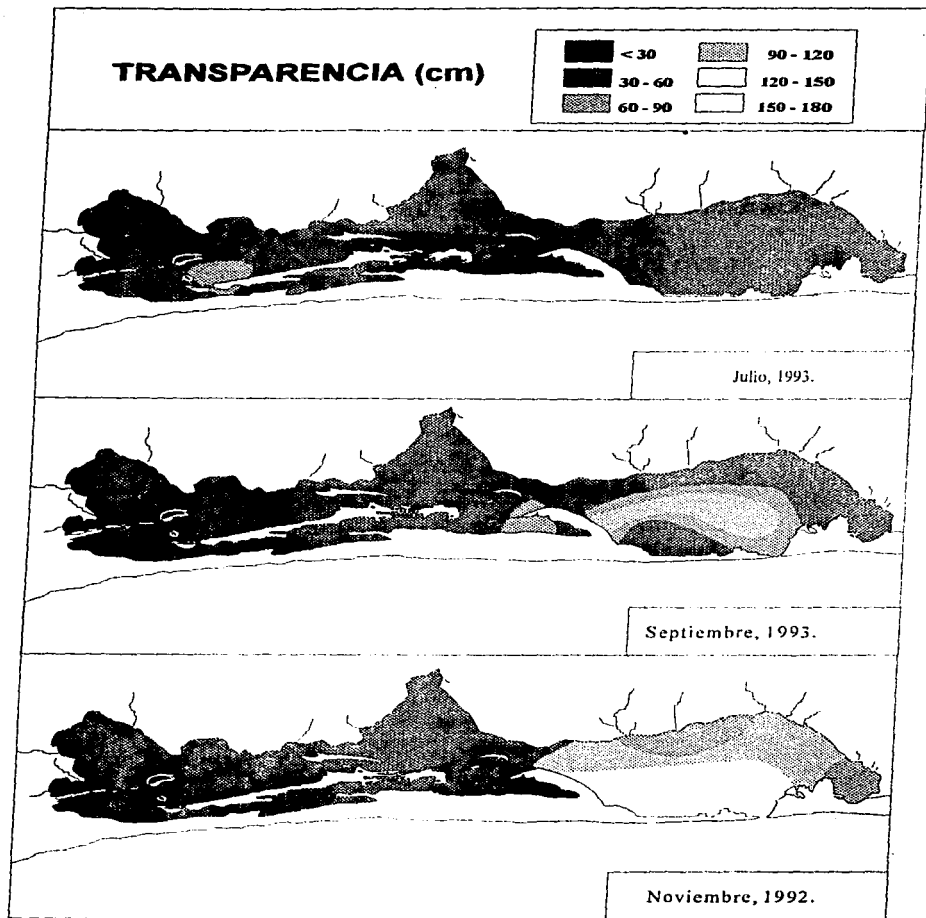


Figura 32. Distribución de la transparencia en la Laguna del Mar Muerto, en meses correspondientes a la época de lluvias.

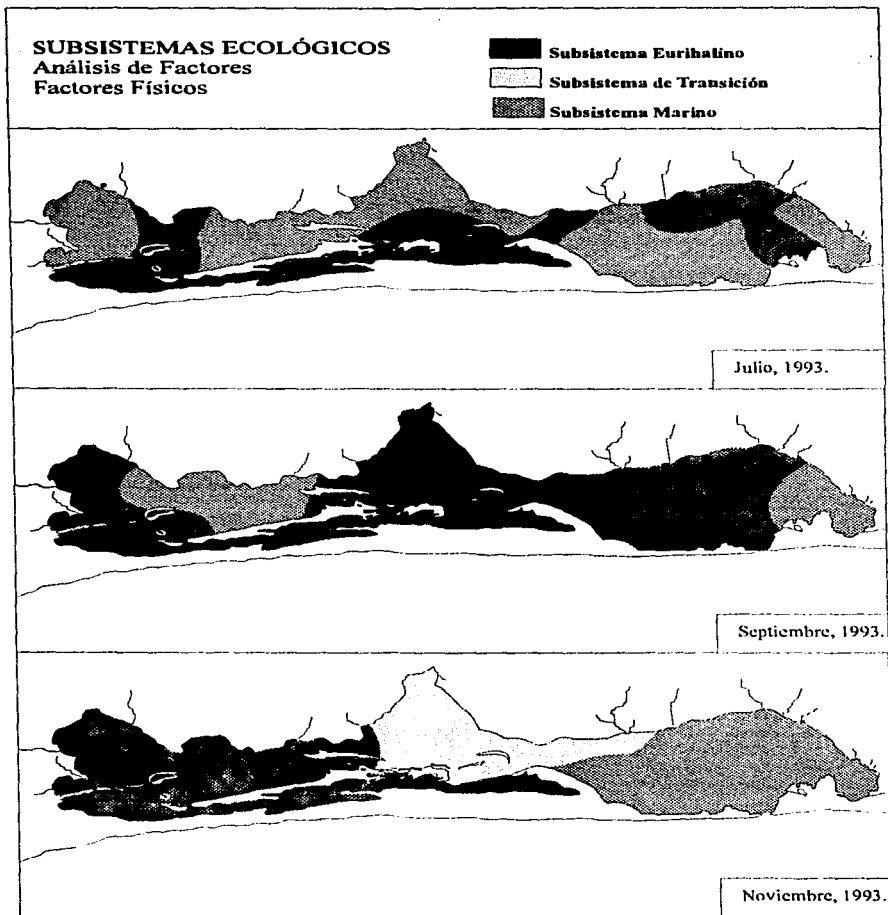


Figura 33. Subsistemas ecológicos de la Laguna del Mar Muerto derivado del análisis de factores físico-ambientales por componentes principales correspondiente a la época de lluvias.

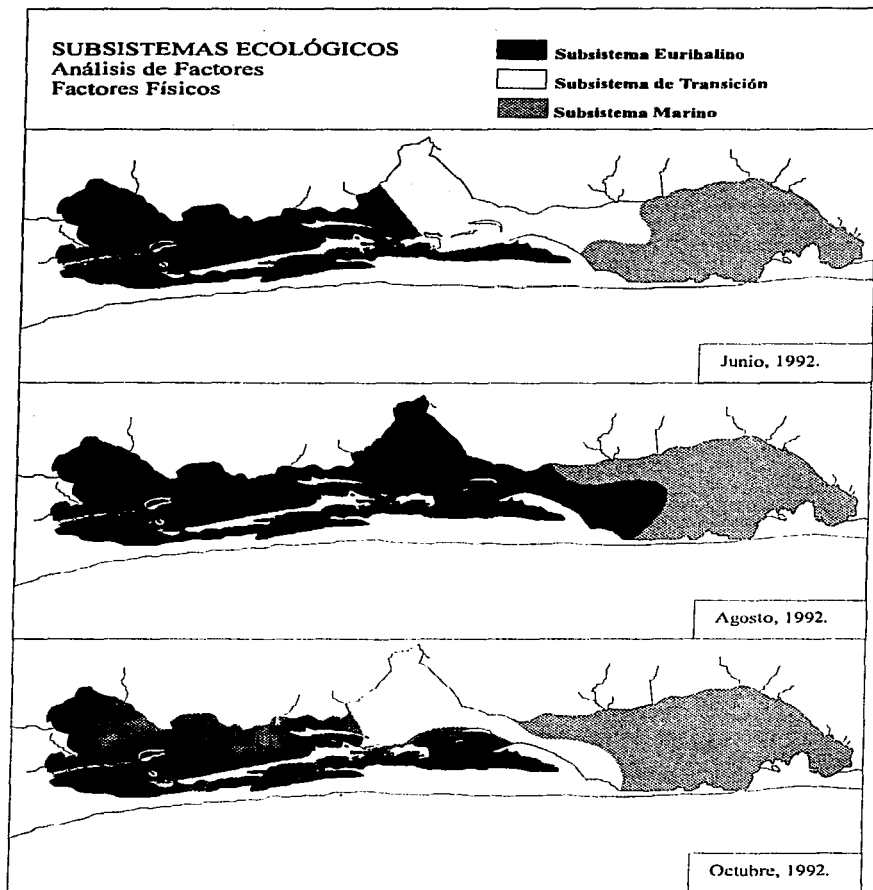


Figura 34. Subsistemas ecológicos de la Laguna del Mar Muerto derivado del análisis de factores físico-ambientales por componentes principales correspondiente a la época de lluvias.

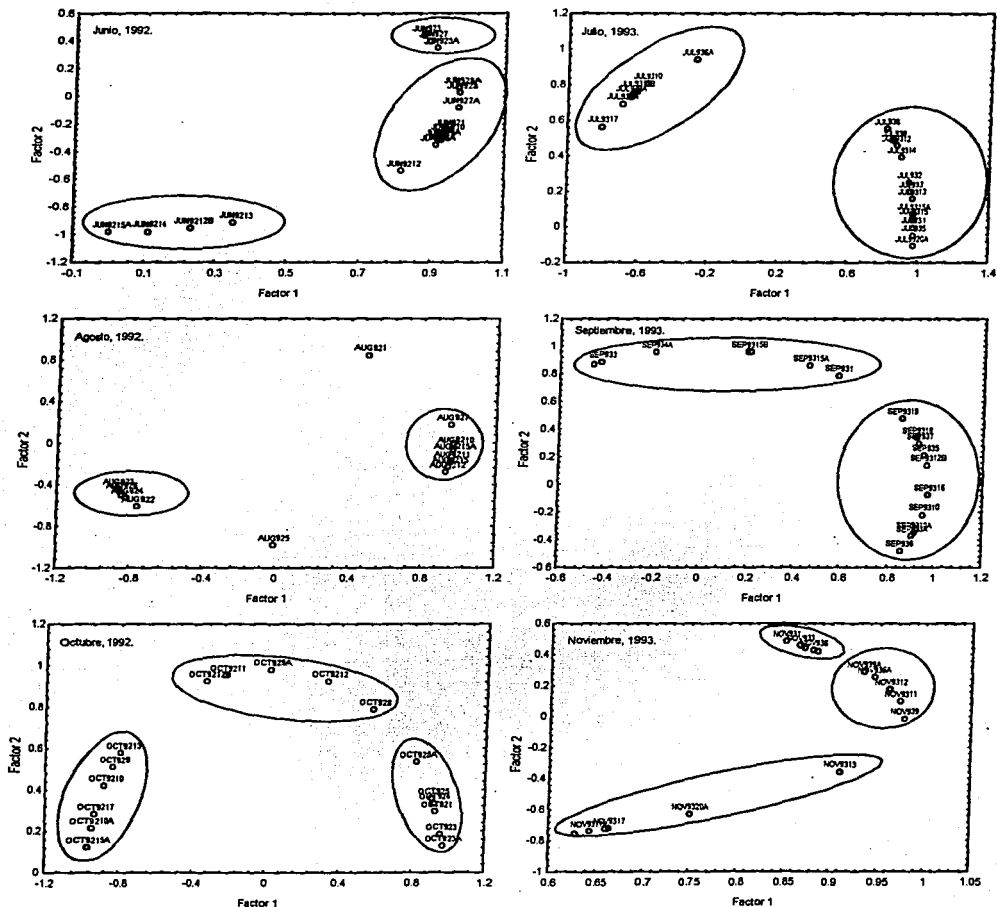


Figura 35. Análisis por componentes principales de las estaciones de colecta para meses correspondientes a la época de lluvias en la Laguna del Mar Muerto considerando los parámetros físicos.

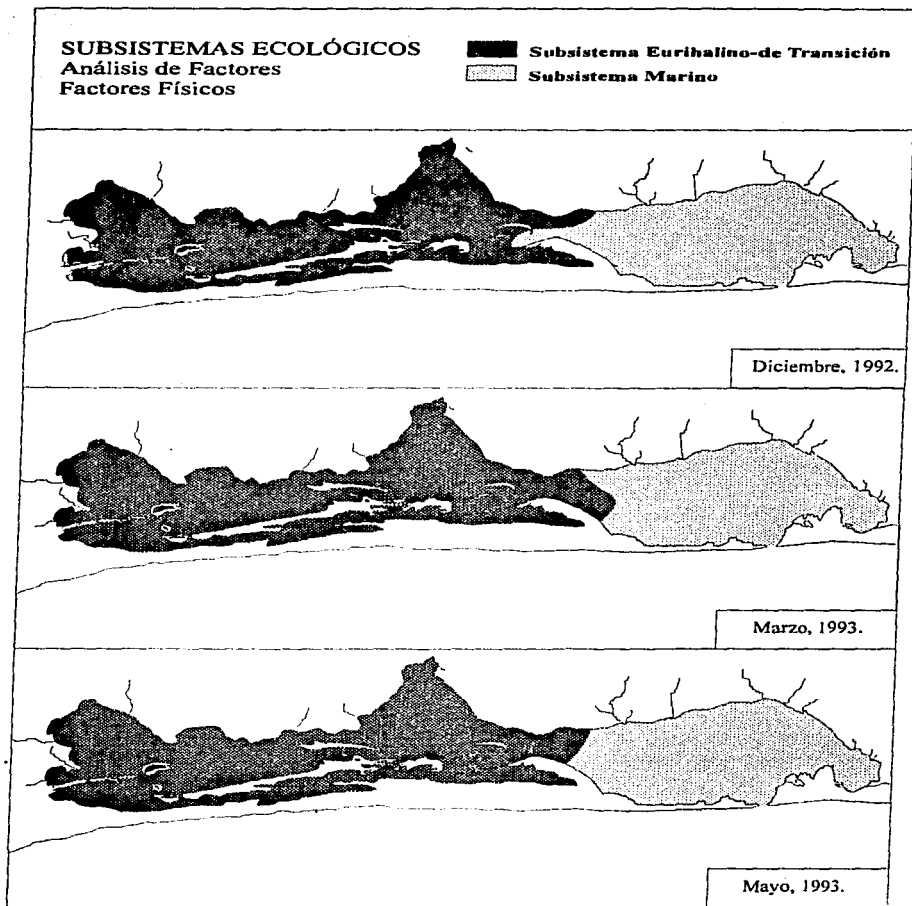


Figura 36. Subsistemas ecológicos de la Laguna del Mar Muerto derivado del análisis de factores físico-ambientales por componentes principales correspondiente a la época de secas.

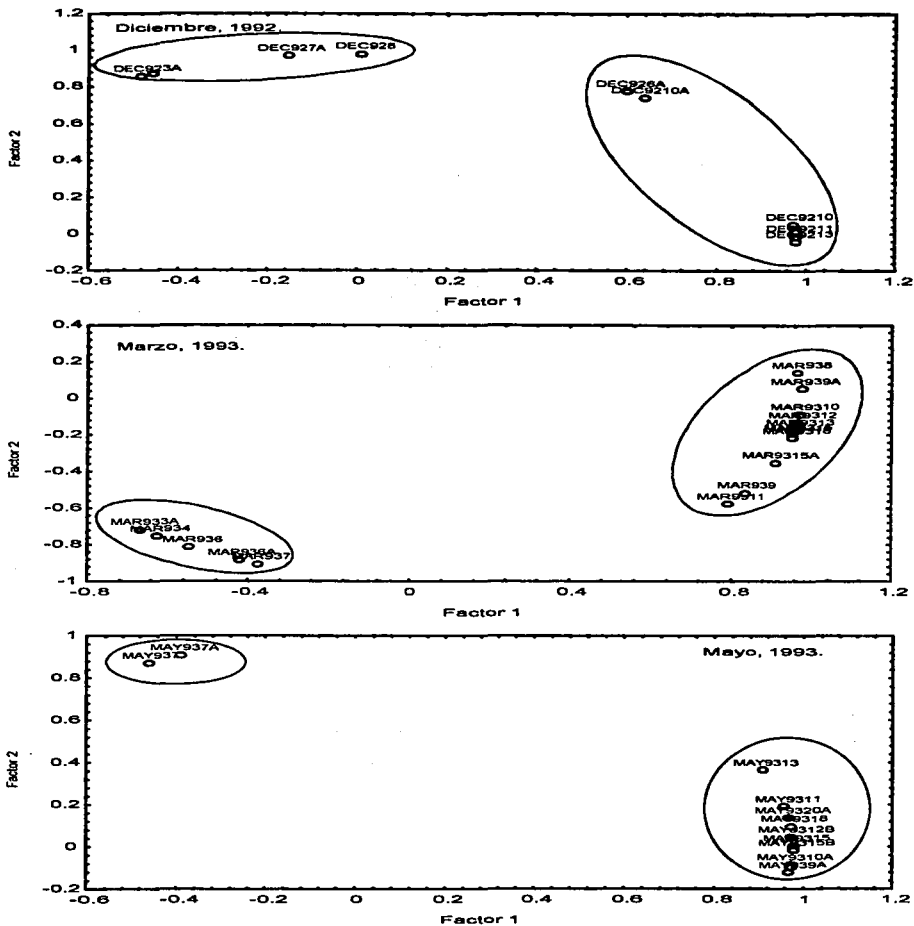


Figura 37. Análisis por componentes principales de las estaciones de colecta para meses correspondientes a la época de secas en la Laguna del Mar Muerto considerando los parámetros físicos.

Lista Sistemática de Peces de la Laguna del Mar Muerto

- CLASE Osteichthyes**
Infraclase Teleostei
División Taeniopodia
Superorden Elopomorpha
Orden Elopiformes
Suborden Elopoidei
Familia Elopidae
 Género *Elops* Lineus, 1766
 Elops affinis Reagan, 1909
Suborden Albuloidei
Familia Albulidae
 Género *Albula* Gronow, 1763
 Albula vulpes (Linnaeus, 1758)
Orden Gonornynchiformes
Suborden Chanoidei
Familia Chanidae
 Género *Chanos* Lacépède, 1803
 Chanos chanos (Forsk., 1775)
Superorden Clupeomorpha
Orden Clupeiformes
Suborden Clupeoidei
Familia Clupeidae
 Género *Opisthonema* Gill, 1861
 Opisthonema libertate (Günther, 1867)
 Opisthonema medirastre Berry y Barret, 1964
 Género *Lile* Jordan y Evermann, 1896
 Lile stollifera (Jordan y Gilbert, 1881)
Familia Engraulididae
 Género *Anchoa* Jordan y Evermann, 1927
 Anchoa argentivittata (Ragan, 1904)
 Anchoa curta (Jordan y Gilbert, 1882)
 Anchoa ischana (Jordan y Gilbert, 1882)
 Anchoa lucida (Jordan y Gilbert, 1882)
 Anchoa mundeola (Gilbert y Pierson, 1898)
 Género *Anchovia* Jordan y Evermann, 1986
 Anchovia macrolepidota (Kner y Steindachner, 1865)
División Euteleostei
Superorden Ostariophysii
Orden Siluriformes
Familia Ariidae
 Género *Cathorops* Jordan y Gilbert, 1882

- *Cathorops liropus* (Bristol, 1906)
- Género *Galeichthys* Cuvier y Valenciennes, 1840
- Galeichthys caeruleascens* Günther, 1864
- Superorden Paracanthopterygii
- Orden Batrachoidiformes
- Familia Batrachoididae
- Género *Batrachoides* (Lacépède, 1798)
- Batrachoides waltersi* Collette y Russo, 1981
- Orden Haplomi
- Familia Poeciliidae
- Género *Poecilia* Bloch y Schneider, 1801
- Poecilia sphenops* Cuvier y Valenciennes, 1836
- Género *Poeciliopsis* Poey, 1855
- Poeciliopsis fasciata* Meek, 1904
- Familia Anablepidae
- Género *Anableps* (Artedi) Bloch, 1795
- Anableps dovii* Gill, 1864
- Superorden Atherinomorpha
- Orden Atheriniformes
- Suborden Exocoetoidei
- Familia Exocoetidae
- Género *Hyporhamphus* Gill, 1859
- Hyporhamphus rosae* (Jordan y Gilbert, 1880)
- Hyporhamphus unifasciatus* (Ranzani, 1842)
- Familia Belonidae
- Género *Tylosurus* Cocco, 1833
- Tylosurus exilis* (Girard, 1854)
- Familia Atherinidae
- Género *Atherinella* Steindachner, 1875
- Atherinella guatemalensis* (Günther, 1864)
- Superorden Acanthopterygii
- Orden Perciformes
- Suborden Percoidei
- Familia Centropomidae
- Género *Centropomus* Lacépède, 1802
- Centropomus robalito* Jordan y Gilbert, 1882
- Centropomus nigrescens* Günther, 1869
- Familia Serranidae
- Género *Epinephelus* Bloch, 1793
- Epinephelus multiguttatus* (Günther, 1866)
- Familia Carangidae
- Género *Caranx* Lacépède, 1802
- Caranx caninus* Günther, 1868
- Género *Oligoplites* Gill, 1863
- Oligoplites altus* (Günther, 1868)

- Oligoplites mundus* Jordan y Starks, 1898
Oligoplites refulgens Gilbert y Starks, 1904
Oligoplites saurus (Bloch y Schneider, 1801)
Género *Selene* Lacépède, 1803
Selene oerstedii Lütken, 1880
Familia Lutjanidae
Género *Lutjanus* Bloch, 1790
Lutjanus argentiventris (Peters, 1869)
Lutjanus colorado Jordan y Gilbert, 1882
Lutjanus guttatus (Steindachner, 1869)
Familia Gerreidae
Género *Diapterus* Ranzani, 1840
Diapterus aureolus (Jordan y Gilbert, 1881)
Diapterus peruvianus (Cuvier y Valenciennes, 1830)
Género *Eucinostomus* Baird y Girard, 1854
Eucinostomus currani Zahuranec, 1967
Eucinostomus dowi (Gill, 1863)
Eucinostomus gracilis (Gill, 1862)
Género *Gerres* Cuvier, 1824
Gerres cinereus (Walbaum, 1792)
Familia Haemulidae
Género *Anisotremus* Gill, 1861
Anisotremus dovii (Günther, 1864)
Anisotremus pacifici (Günther, 1864)
Género *Pomadasys* Lacépède, 1803
Pomadasys axillaris (Steindachner, 1869)
Pomadasys leuciscus (Günther, 1864)
Pomadasys macracanthus (Günther, 1864)
Familia Scieanidae
Género *Cynoscion* Gill, 1854
Cynoscion stolzmanni (Steindachner, 1879)
Género *Micropogonias* Bonaparte, 1881
Micropogonias altipinnis (Günther, 1864)
Familia Ephippidae
Género *Chaetodipterus* Lacépède, 1803
Chaetodipterus zonatus (Girard, 1858)
Familia Chaetodontidae
Género *Chaetodon* Linnaeus, 1758
Chaetodon humeralis Günther, 1860
Familia Cichlidae
Género *Cichlasoma* Swainson, 1839
Cichlasoma octofasciatum (Regan, 1906)
Suborden Mugiloidei
Familia Mugilidae
Género *Mugil* Linnaeus, 1758

Mugil cephalus Linnaeus, 1758

Mugil curema Valenciennes, 1836

Suborden Polynemoidei

Familia Polynemidae

Género *Polydactylus* Lacépède, 1803

Polydactylus approximans (Lay y Bennet, 1839)

Suborden Gobioidi

Familia Eleotrididae

Género *Dormitator* Gill, 1862

Dormitator latifrons (Richardson, 1844)

Género *Gobiomorus* Lacépède, 1800

Gobiomorus maculatus (Günther, 1859)

Familia Gobiidae

Género *Gobionellus* Girard, 1858

Gobionellus microdon (Gilbert, 1891)

Gobionellus sagittula (Günther, 1861)

Género *Microgobius* Poey 1876

Microgobius miraflorensis Gilbert y Starks, 1904

Orden Pleuronectiformes

Suborden Pleuronectoidei

Familia Bothidae

Género *Citharichthys* Bleeker, 1862

Citharichthys gilberti Jenkins y Evermann, 1889

Género *Cyclopsetta* Gill, 1888

Cyclopsetta panamensis (Steindachner, 1875)

Género *Etropus* Jordan y Gilbert, 1882

Etropus crossotus Jordan y Gilbert, 1882

Género *Syacium* Ranzani, 1840

Syacium ovale (Günther, 1864)

Suborden Soleoidei

Familia Achiridae

Género *Achirus* Lacépède, 1803

Achirus mazatlanus (Steindachner, 1869)

Achirus zebrinus Clark, 1936

Orden Tetraodontiformes

Suborden Tetraodontoidei

Familia Tetraodontidae

Género *Sphoeroides* Lacépède, 1798

Sphoeroides annulatus (Jenyns, 1843)

Género *Arothron* Linnaeus, 1758

Arothron hispidus Linnaeus, 1758

De las especies colectadas sólo fueron accesibles a la red tipo chinchorro 54 especies y a la red de arrastre 57 especies, y son comunes para ambas artes de pesca el 69 % (Tablas 6 y 7).

La menor riqueza de especies se presenta hacia la parte más interna y la mayor riqueza en el extremo sureste en el área de influencia marina. En las estaciones que se localizan en la barra de Tonalá o cercanas a ella (estaciones 2, 4, 4a y 5), la riqueza de especies es baja. De las 66 especies registradas algunas presentan amplia distribución en la laguna como reflejo de su dominancia; entre estas especies se encuentran *Diapterus peruvianus*, *Lile stolifera*, *Anchoa mundeola*, *Anchoa lucida* y *Centropomus robalito*. También fueron dominantes en algunos meses *Anchoa macrolepidota*, *Atherinella guatemalensis*, *Poeciliopsis fasciata* y *Poecilia sphenops*. Algunas se distribuyeron preferentemente hacia la parte más interna de la laguna como es el caso de *A. guatemalensis*, *P. fasciata* y *P. sphenops*, y otras se distribuyeron hacia el área de influencia marina, como son *D. peruvianus*, *L. stolifera*, *A. mundeola* y *A. lucida*. De las especies registradas para la plataforma continental se observa que 36 especies (57.6%) de la Laguna del Mar Muerto también se distribuyen en la plataforma, lo que indica la dependencia estuarina de esas especies. Estas especies sobresalen por su amplia distribución *D. peruvianus*, *A. mundeola*, *A. lucida*, *C. robalito* y *Mugil curema*.

Por otro lado, algunas especies se distribuyeron solamente en ecosistemas lagunares estuarinos, y entre las más conspicuas por su amplia distribución se

encuentran *L. stolifera*, *P. sphenops*, *P. fasciata*, *A. guatemalensis* y *H. unifasciatus*.

Inicio de la época de secas-vientos Tehuantepecanos (diciembre-febrero)

En diciembre de 1992 se registró un total de 20 especies que aportaron 746 individuos y 2573 g. La biomasa por estación (considerado como cpue: captura por unidad de esfuerzo) varió de 13 a 611 g en las estaciones muestreadas, con un promedio de 173 g (Fig. 38). La densidad (número de individuos por estación de muestreo) varió de 3 a 157 individuos en las estaciones muestreadas, con un promedio de 37 individuos. La distribución de los valores de densidad y biomasa indican que la abundancia fue mayor hacia la boca de la laguna y en la parte central, con valores bajos en el resto de la laguna (Figs. 39, 40). La diversidad ($H'n$) así como el número de especies fue mayor en las zonas de mayor abundancia mencionadas anteriormente, así como en el área de influencia marina (Figs. 41, 42).

Mediante el análisis de clasificación de las estaciones de muestreo por componentes principales en cuanto a la densidad y biomasa de las especies, se detectaron dos grupos de estaciones, uno que comprendió las estaciones ubicadas en el margen oeste de la parte interna y media de la laguna, y otro que comprendió al resto de las estaciones muestreadas (Fig. 43).

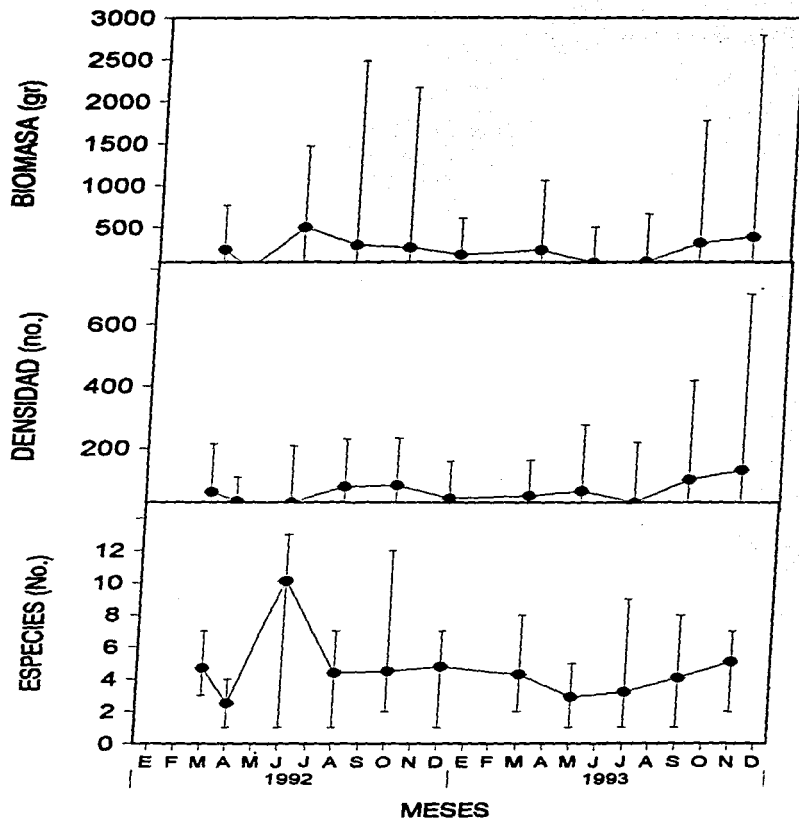


Figura 38. Variación anual de la biomasa, densidad y número de especies promedio por estación de muestreo en la Laguna del Mar Muerto. Se indican los valores máximos y mínimos.

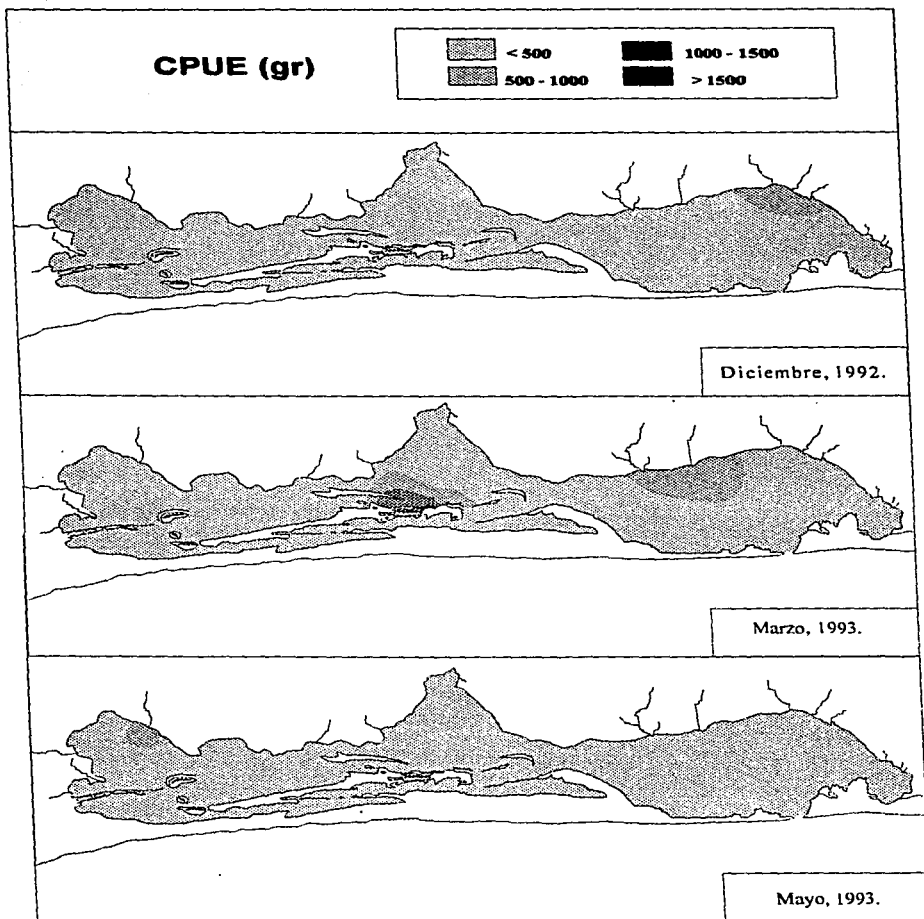


Figura 39. Distribución de la captura por unidad de esfuerzo de peces en la Laguna del Mar Muerto, en meses correspondientes a la época de secas.

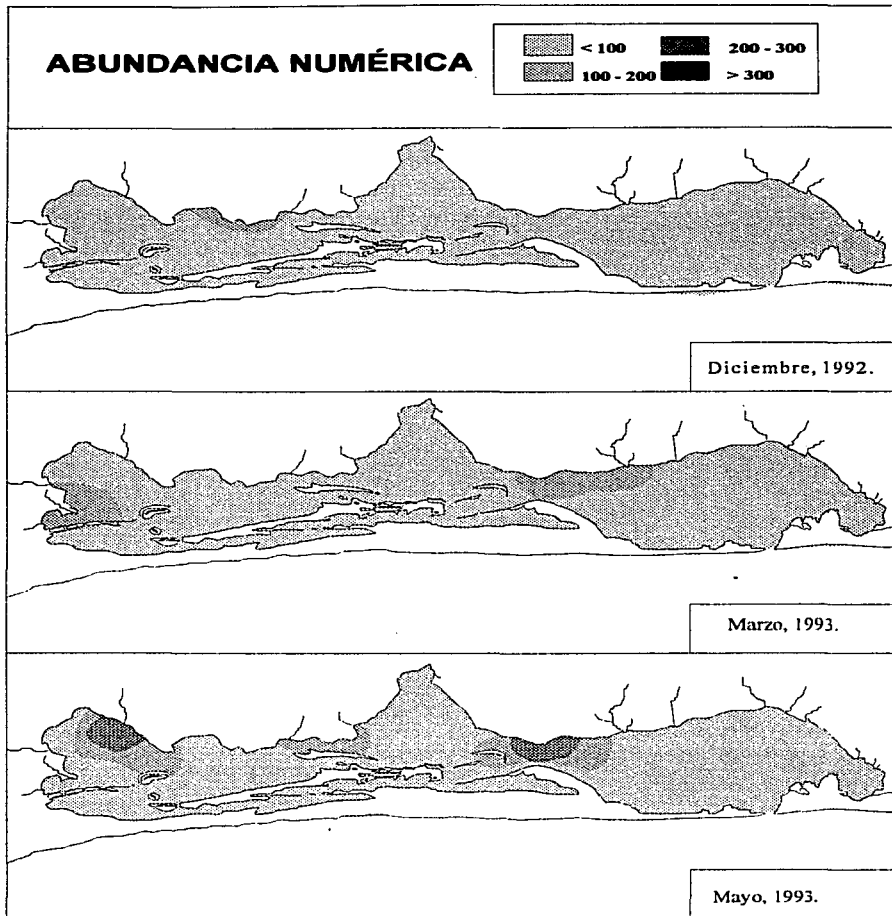


Figura 40. Distribución de la abundancia numérica de peces en la Laguna del Mar Muerto, en meses correspondientes a la época de secas.

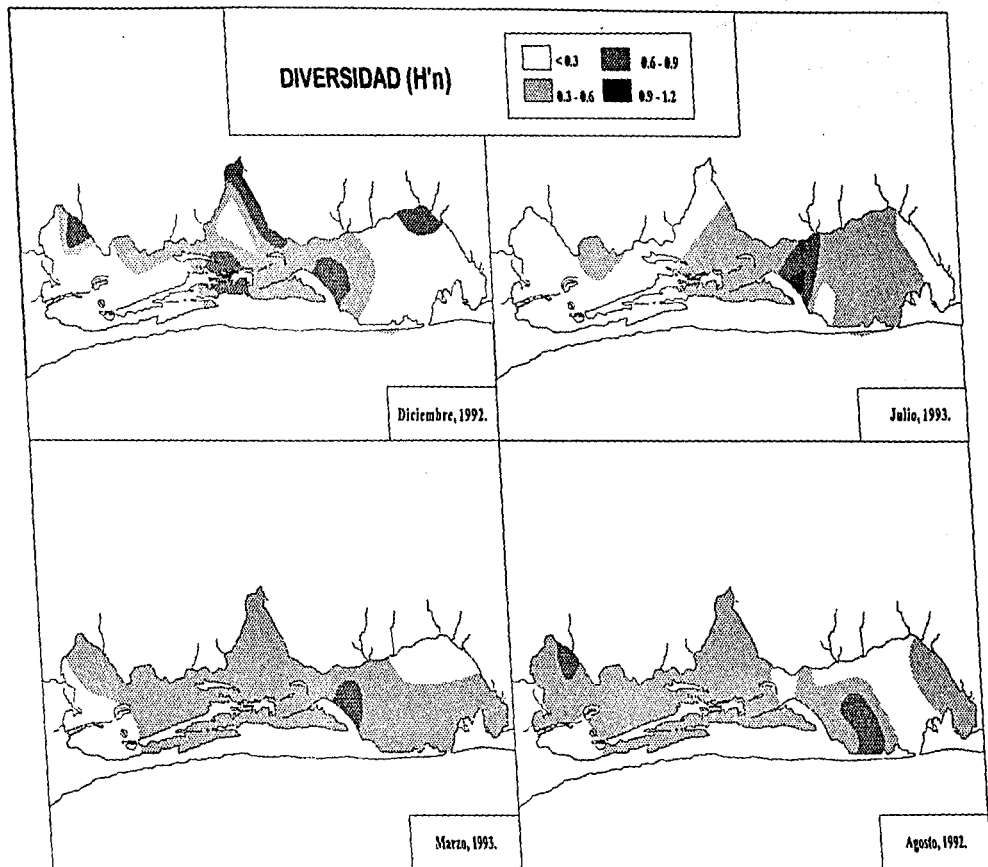


Figura 41. Distribución de la diversidad de especies (H'n) en la Laguna del Mar Muerto, en diferentes meses analizados

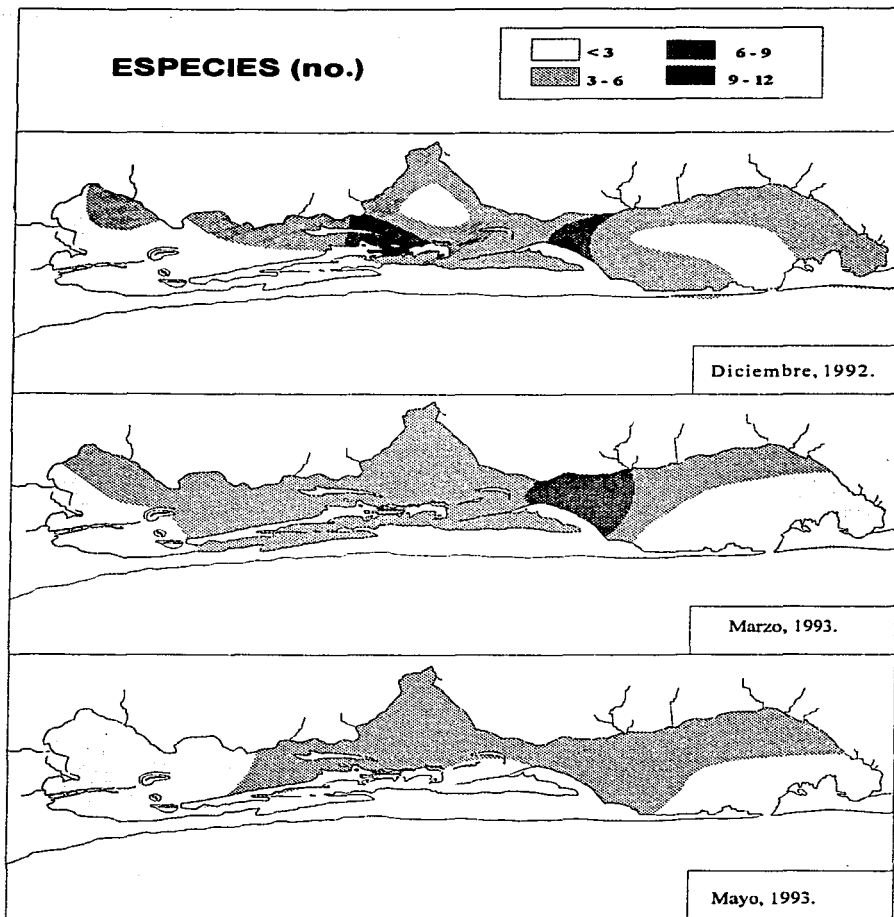


Figura 42. Distribución de la riqueza de especies en la Laguna del Mar Muerto, en meses correspondientes a la época de secas.

SUBSISTEMAS ECOLÓGICOS

Análisis de Factores

Peso-Número de las Especies

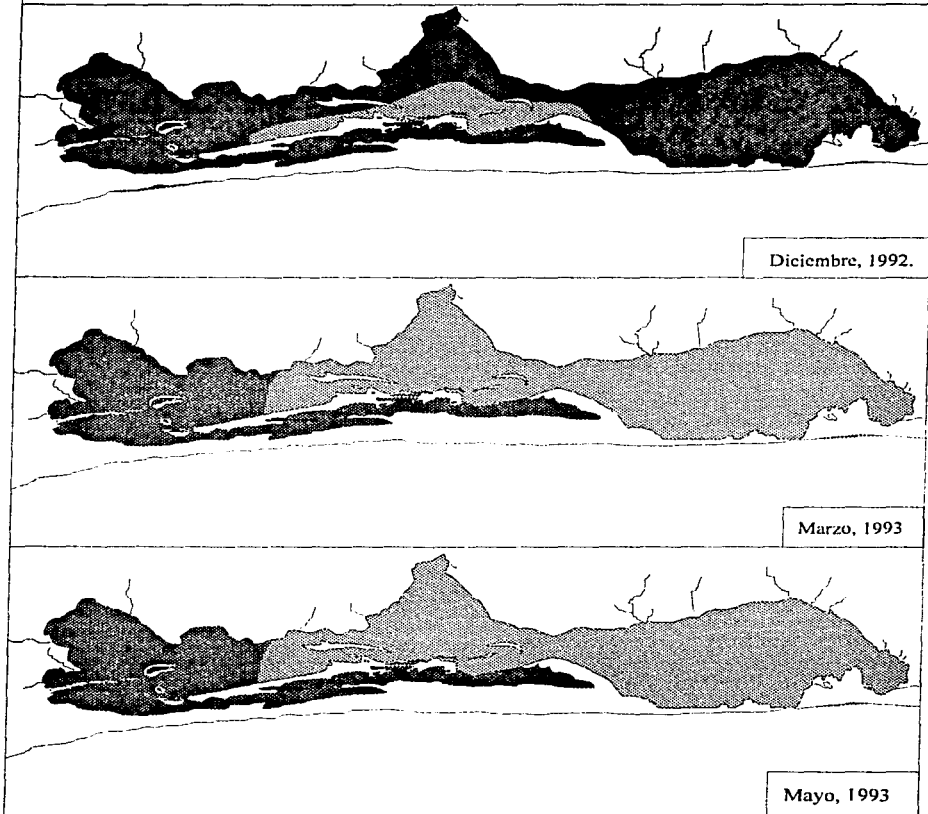


Figura 43. Subsistemas ecológicos de la Laguna del Mar Muerto derivados del análisis de factores por componentes principales con base en la abundancia en número y peso de la especies. Época de secas.

En el análisis de clasificación de las estaciones de muestreo por composición de especies (presencia-ausencia) a través del método de Ward, también se observaron dos grupos, uno que comprendió las estaciones más internas de la laguna, que compartieron similaridad con estaciones de la parte central y hacia la boca de la laguna, y otro grupo que incluyó las estaciones restantes de la laguna (Fig. 44).

De un total de 20 especies registradas, cuatro especies (20%) presentaron amplia distribución con una frecuencia de aparición en las colectas mayor al 40%; estas especies en orden de mayor frecuencia fueron *D. peruvianus*, *A. mundeola*, *L. stolifera* y *A. lucida* (Fig. 45). Las cuatro especies mencionadas anteriormente, también tuvieron una abundancia numérica superior al 5%, y comprendieron más del 80% de la abundancia total (Fig. 46). Seis especies (30%) presentaron una abundancia en peso superior al 5%, y comprendieron más del 80% de la abundancia total; estas especies fueron *D. peruvianus*, *B. waltersi*, *M. curema*, *C. robalito*, *C. nigrescens*, y *L. argentiventris* (Fig. 47). Del total de especies registradas, 15 especies (75%) también están presentes en la plataforma continental en algún momento de su ciclo vital.

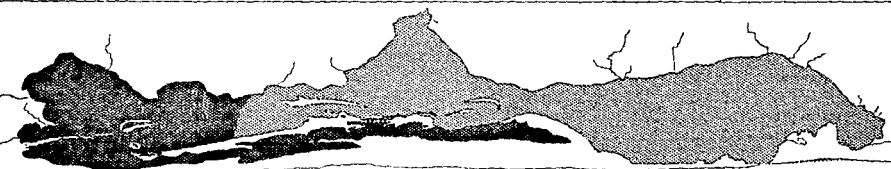
Final de la época de secas (marzo-mayo)

En marzo de 1992 se registró un total de 18 especies que aportaron 644 individuos y 2558 g. La biomasa (cpue) varió de 50 a 762 g en las estaciones

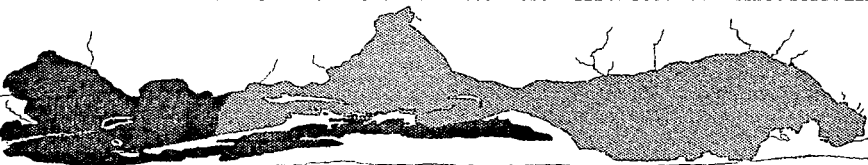
SUBSISTEMAS ECOLÓGICOS
Análisis de Factores
Peso-Número de las Especies



Diciembre, 1992.



Marzo, 1993



Mayo, 1993

Figura 44. Subsistemas ecológicos de la Laguna del Mar Muerto derivados del análisis de factores por componentes principales con base en la abundancia en número y peso de la especies. Época de secas.

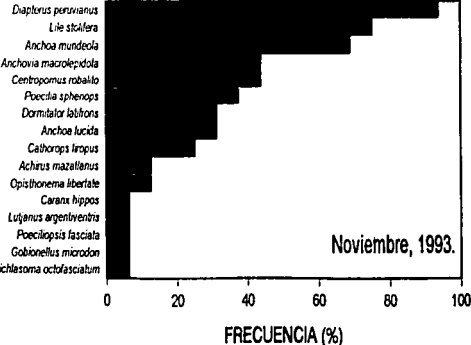
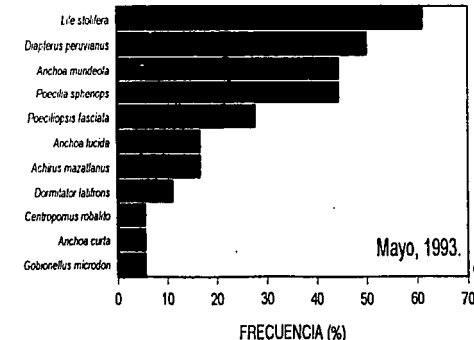
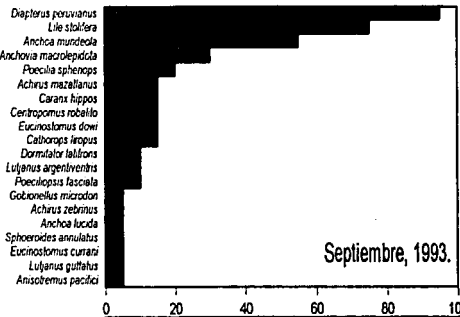
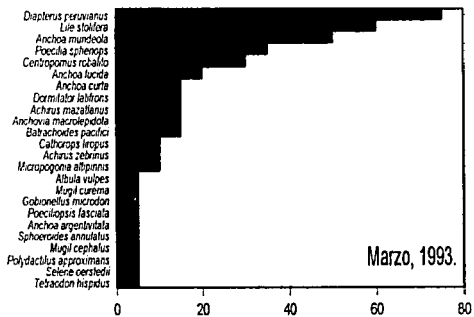
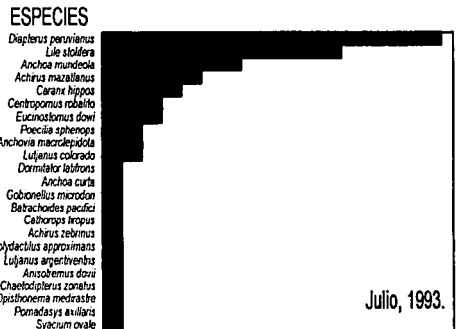
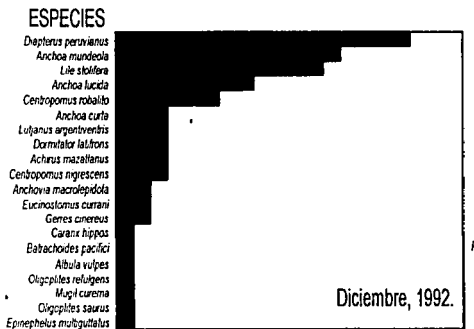
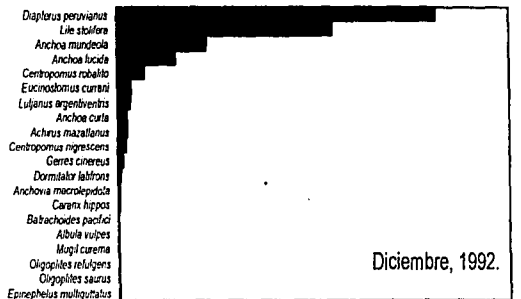


Figura 45. Frecuencia de aparición de las especies en los muestreos, en meses correspondientes a las épocas de secas y de lluvias en la Laguna del Mar Muerto.

ESPECIES



ESPECIES

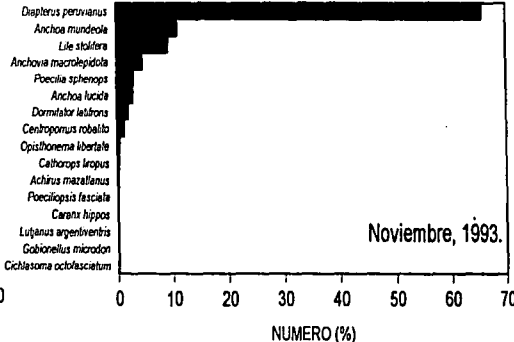
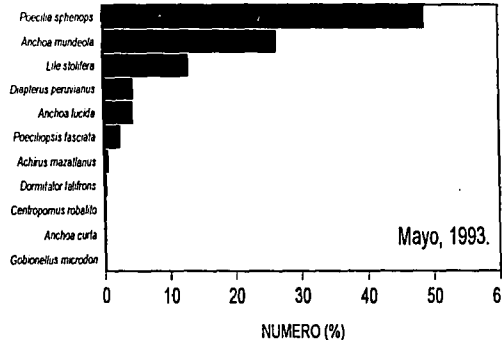
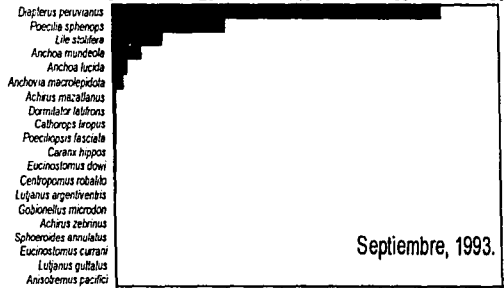
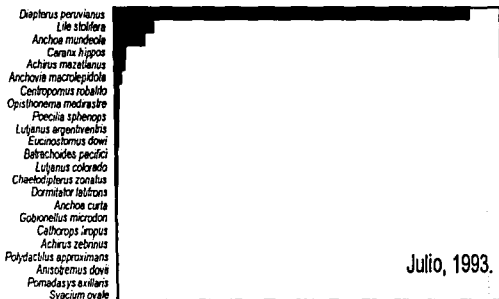
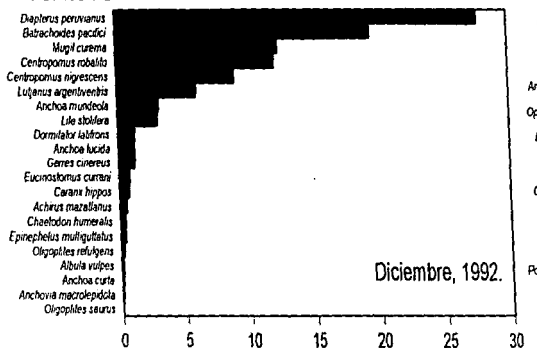


Figura 46. Abundancia numérica de las especies en la Laguna del Mar Muerto, en meses correspondientes a las épocas de secas y de lluvias.

ESPECIES



ESPECIES

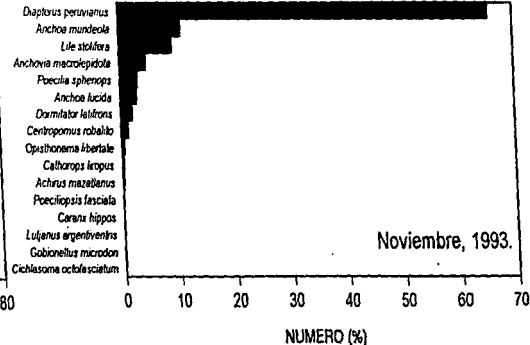
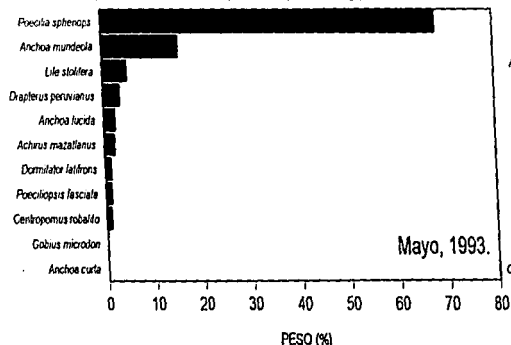
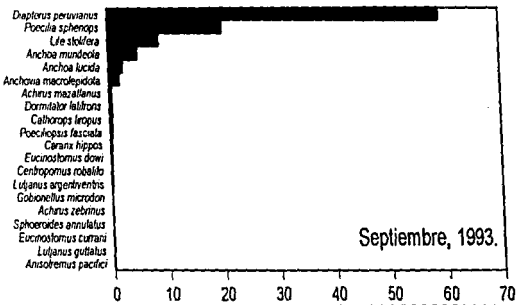
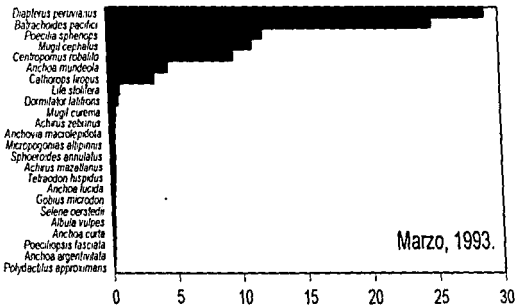
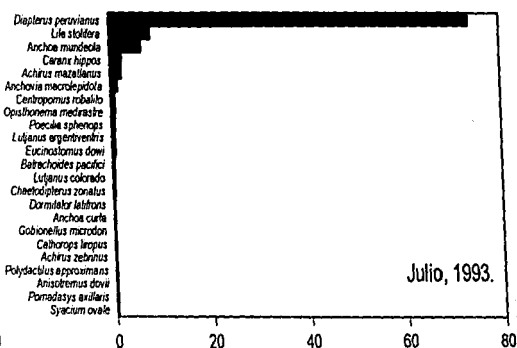


Figura 47. Abundancia en peso de las especies en la Laguna del Mar Muerto, en meses correspondientes a las épocas de secas y de lluvias.

muestreadas, con un promedio de 232.6 g (Fig. 38). En marzo de 1993 se registraron 24 especies que aportaron 904 individuos y 4584 g; la cpue varió de 13 a 1,060 g, con un promedio de 229.2 g. La densidad (número de individuos por estación de muestreo) varió de 3 a 327 individuos en las estaciones muestreadas, con un promedio de 94 individuos en marzo de 1992; en marzo de 1993 la densidad varió de 2 a 161 individuos, con un promedio de 45 individuos. La distribución de los valores de densidad y biomasa indican que la abundancia fue mayor en la parte norte del área de influencia marina y en el oeste de la parte central de la laguna (Figs. 39, 40). La diversidad ($H'n$) así como el número de especies fue mayor en general en aguas someras, principalmente en la parte este del área de influencia marina, así como en la zona de conexión con la parte central, la cual presentó alta diversidad principalmente hacia su parte sur. La diversidad también fue alta hacia el norte de la parte más interna; en general la diversidad fue baja en estaciones ubicadas en la parte central de la laguna (Figs. 41, 42).

A partir del análisis de clasificación de las estaciones de muestreo por componentes principales en cuanto a la densidad y biomasa de las especies, se detectaron dos grupos de estaciones, uno correspondiente a la parte más interna de la laguna, y otro que comprendió al resto de las estaciones muestreadas (Fig. 43).

En el análisis de clasificación de las estaciones de muestreo por composición de especies (presencia-ausencia) a través del método de Ward, también se observaron dos grupos de forma similar al obtenido por componentes principales (Fig. 44).

Seis especies (16.2%) de un total de 37 registradas en este periodo, presentaron amplia distribución en alguno de los meses muestreados (frecuencia de aparición en las colectas mayor al 40%); estas especies en orden de mayor frecuencia fueron *D. peruvianus*, *A. mundeola*, *L. stolifera*, *A. lucida*, *P. sphenops* y *A. mazatlanus* (Fig. 45). Cinco especies (13.5%) tuvieron una abundancia numérica superior al 5%, y comprendieron más del 80% de la abundancia total; estas especies fueron *D. peruvianus*, *A. mundeola*, *L. stolifera*, *A. lucida* y *P. sphenops* (Fig. 46). Nueve especies (24.3%) presentaron una abundancia en peso superior al 5%, y aportaron más del 80% de la abundancia total; estas especies fueron *D. peruvianus*, *B. waltersi*, *C. robalito*, *M. cephalus*, *M. curema*, *C. stolzmanni*, *A. mundeola*, *L. stolifera* y *P. sphenops*. Asimismo, 20 especies (54%) también estuvieron presentes en la plataforma continental en algún momento de su ciclo vital (Fig. 47).

Inicio de la época de lluvias (junio-agosto)

En junio de 1992 se registró un total de 30 especies que aportaron 793 individuos y 4,053 g; la biomasa (cpue) varió de 1 a 1,465 g en las estaciones muestreadas,

con un promedio de 500.1 g (Fig. 38). En julio de 1993 se registraron 23 especies que aportaron 520 individuos y 1,984 g; la cpue varió de 2 a 658 g, con un promedio de 90 g. En agosto de 1992 se registró un total de 21 especies que aportaron 1,975 individuos y 7,480 g; la cpue varió de 1 a 2,481 g, con un promedio de 288 g.

La densidad varió de 1 a 208 individuos en las estaciones muestreadas, con un promedio de 24 individuos en junio de 1992; en julio de 1993 la densidad varió de 1 a 219 individuos, con un promedio de 23 individuos; en agosto de 1992 la densidad varió de 1 a 231 individuos, con un promedio de 76 individuos.

La distribución de los valores de densidad y biomasa indicaron que la abundancia fue mayor en la parte nor-noreste del área de influencia marina y la zona que la conecta con la parte central (Figs. 48, 49). La diversidad ($H'n$) así como el número de especies fue mayor en las zonas de máxima abundancia mencionadas anteriormente, y en la parte norte de la parte interna (Figs. 41, 50).

En cuanto a la densidad y biomasa de las especies se detectaron dos grupos de estaciones resultado del análisis de clasificación de las estaciones de muestreo por componentes principales; uno correspondió a la parte noroeste de la laguna (interna) y otro incluyó al resto de la laguna (Fig. 51).

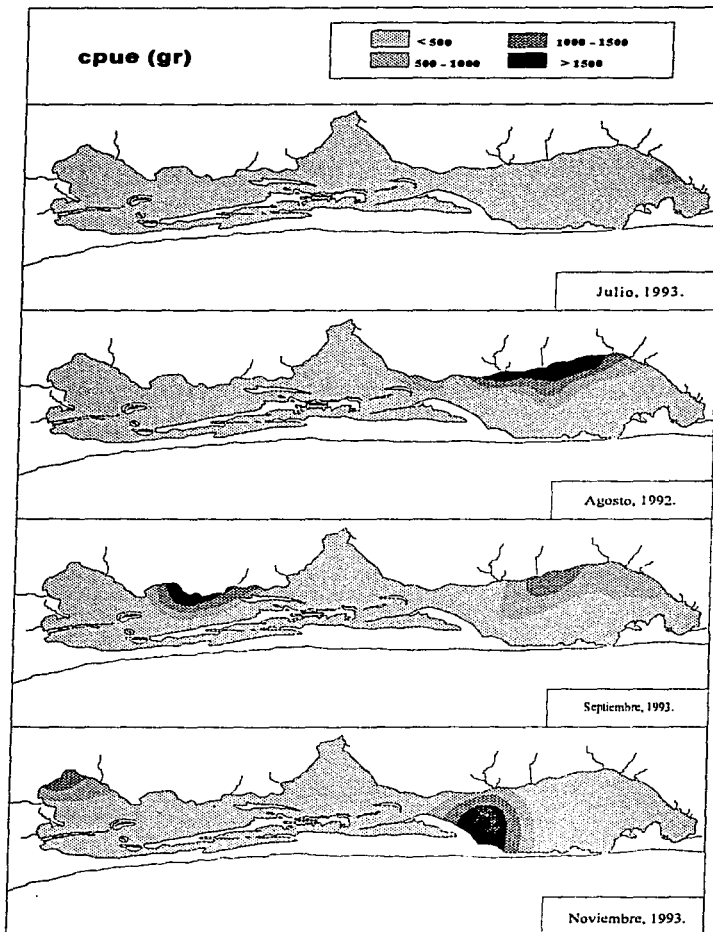


Figura 48. Distribución de la cpue de peces en la Laguna del Mar Muerto, en meses correspondientes a la época de lluvias.

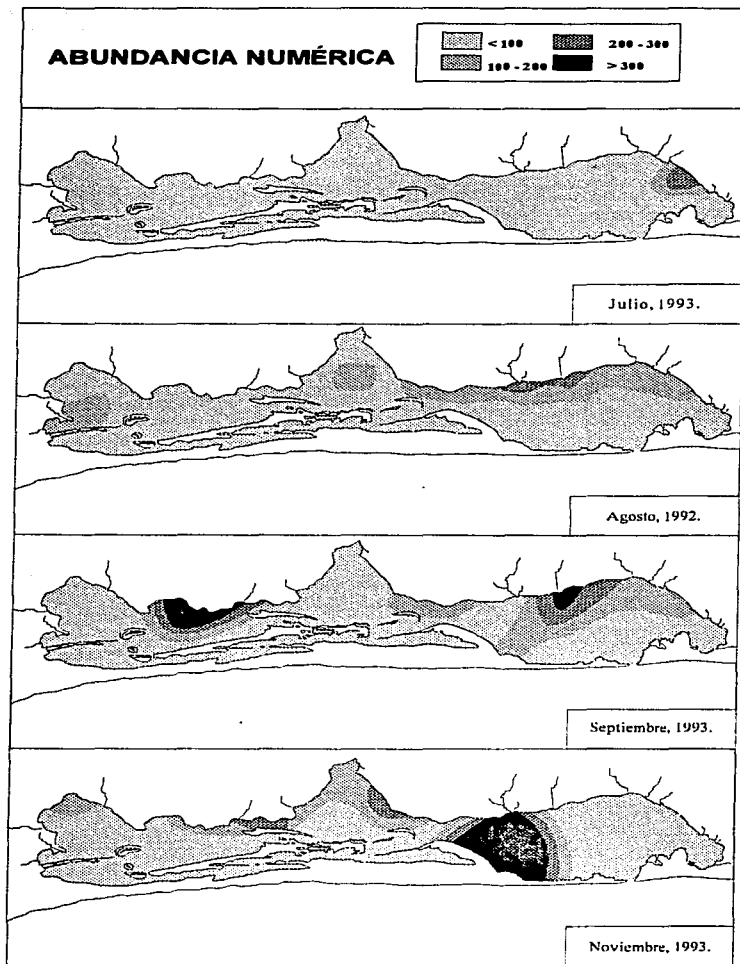


Figura 49. Distribución de la densidad de peces en la Laguna del Mar Muerto, en meses correspondientes a la época de lluvias.

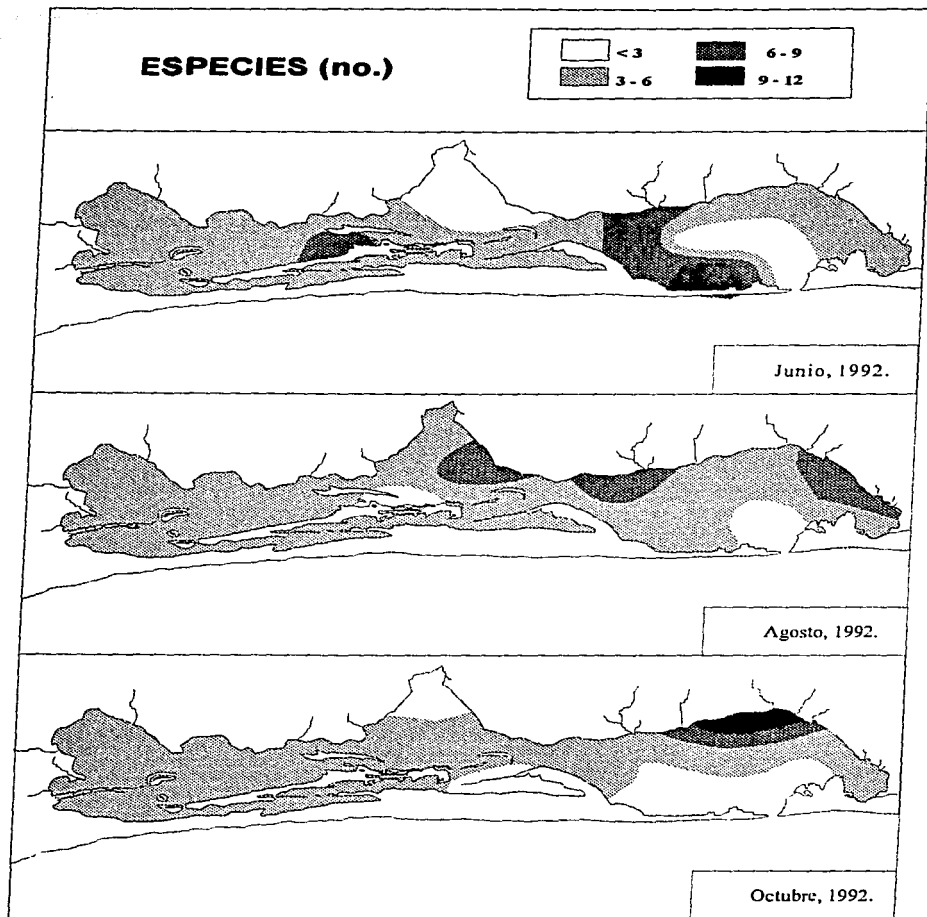
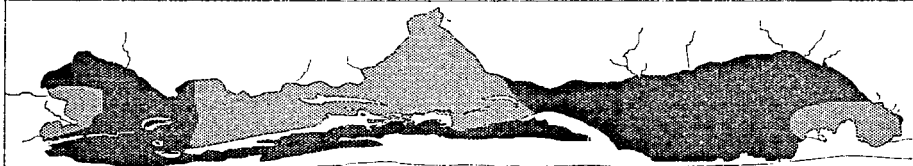


Figura 50. Distribución de la riqueza de especies en la Laguna del Mar Muerto, en meses correspondientes a la época de lluvias.

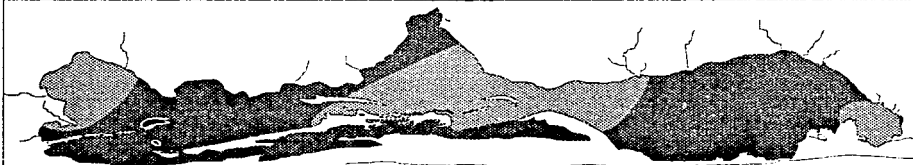
SUBSISTEMAS ECOLÓGICOS
Análisis de Factores
Peso-Número de las Especies



Julio, 1993.



Septiembre, 1993



Noviembre, 1993.

Figura 51. Subsistemas ecológicos de la Laguna del Mar Muerto derivados del análisis de factores por componentes principales con base en la abundancia en número y peso de la especies. Época de lluvias.

El análisis de clasificación de las estaciones de muestreo por composición de especies (presencia-ausencia) a través del método de Ward, no permitió detectar grupos claros (Fig. 52).

De un total de 46 especies registradas en este periodo, cuatro especies (8.7%) presentaron amplia distribución en alguno de los meses muestreados (frecuencia de aparición en las colectas mayor al 40%), las cuales fueron *D. peruvianus*, *A. mundeola*, *L. stolifera*, *C. caninus*, *A. lucida* y *A. curta* (Fig. 45). Seis especies (13%) tuvieron una abundancia numérica superior al 5%, y comprendieron más del 80% de la abundancia total; estas especies fueron *D. peruvianus*, *A. mundeola*, *A. guatemalensis*, *P. fasciata*, *L. stolifera* y *A. lucida* (Fig. 46). Diez especies (21.7%) tuvieron una abundancia en peso superior al 5%, y aportaron más del 80% de la abundancia total; estas especies fueron *D. peruvianus*, *B. waltersi*, *S. annulatus*, *C. caninus*, *A. dovii*, *A. guatemalensis*, *A. mundeola*, *C. robalito*, *C. liropus* y *P. macracanthus* (Fig. 47). Del total de especies registradas, 28 especies (60.9%) están presentes en la plataforma continental en algún momento de su ciclo vital.

Final de la época de lluvias (septiembre-noviembre)

En septiembre de 1993 se registró un total de 20 especies que aportaron 1970 individuos y 6,299 g; la biomasa (cpue) varió de 7.2 a 1,771 g en las estaciones muestreadas, con un promedio de 315 g (Fig. 38). En octubre de 1992 se

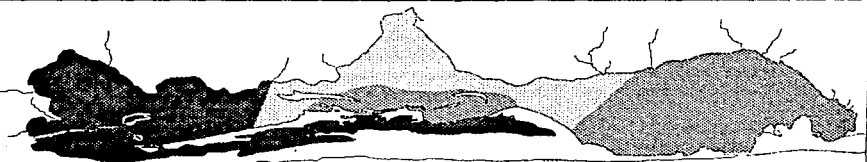
SUBSISTEMAS ECOLÓGICOS
Método de Ward



Julio, 1993.



Septiembre, 1993.



Noviembre, 1993.

Figura 52. Subsistemas ecológicos de la Laguna del Mar Muerto, basado en el análisis de clasificación cluster de la abundancia en número y peso de las especies. Época de lluvias.

registraron 24 especies que aportaron 1,609 individuos y 5,192 g; la cpue varió de 8 a 2,165 g, con un promedio de 259.6 g. En noviembre de 1993 se registraron 16 especies que aportaron 2,077 individuos y 6,156 g; la cpue varió de 7 a 2,794 g, con un promedio de 385 g.

La densidad varió de 2 a 418 individuos en las estaciones muestreadas, con un promedio de 98 individuos en septiembre de 1993; en octubre de 1992 la densidad varió de 1 a 233 individuos, con un promedio de 80.4 individuos. En noviembre de 1993, la densidad varió de 5 a 697 individuos, con un promedio de 129.8 individuos.

La distribución de los valores de densidad y biomasa indicaron mayor abundancia en la parte nor-noreste del área de influencia marina y al este de la parte central, con valores bajos en el resto de la laguna (Figs. 50, 51). La diversidad ($H'n$) así como el número de especies fue mayor en la zona nor-noreste del área de influencia marina (de máxima abundancia mencionada anteriormente), y también en la parte más interna de la región denominada "El Escopetazo" en la parte central (Figs. 41, 50).

Mediante el análisis de clasificación de las estaciones de muestreo por componentes principales con base en la densidad y biomasa de las especies, se logró detectar tres grupos de estaciones, correspondientes a las tres partes en que se divide la laguna (Fig. 51).

El agrupamiento obtenido mediante el análisis de clasificación de las estaciones de muestreo por composición de especies (presencia-ausencia) según el método de Ward, no fue muy claro; sin embargo, se presentó cierta semejanza con lo observado en el análisis por componentes principales (Fig. 52).

Seis especies (17.6%) de un total de 34 registradas en este periodo, presentaron amplia distribución en alguno de los meses muestreados en este periodo (frecuencia mayor al 40%), las cuales fueron *D. peruvianus*, *A. mundeola*, *L. stolifera*, *A. lucida*, *A. macrolepidota* y *C. robalito* (Fig. 45). Seis especies (17.6%) presentaron una abundancia numérica superior al 5, y comprenden más del 80% de la abundancia total; estas especies fueron *D. peruvianus*, *P. sphenops*, *A. mundeola*, *L. stolifera*, *A. lucida* y *A. macrolepidota* (Fig. 46). Diez especies (17.6%) presentaron una abundancia en peso superior al 5%, y comprendieron más del 80% de la abundancia total; estas especies fueron *D. peruvianus*, *P. sphenops*, *B. waltersi*, *M. curema*, *D. latifrons* y *C. robalito* (Fig. 49). Del total de 34 especies registradas en este periodo, 19 especies (55.9%) están presentes en la plataforma continental en algún momento de su ciclo vital.

Interacciones estuario-mar

De los resultados mencionados anteriormente para la plataforma continental y la Laguna del Mar Muerto, a continuación se recapitula la información correspondiente a las áreas contiguas entre la plataforma y la laguna, y sus interacciones a través de la Boca de Tonalá.

Los parámetros abióticos, frente a las Lagunas del Mar Muerto y Superior-Inferior, y en general para el sureste del golfo, se observaron valores altos de nutrientes en mayo y noviembre, salinidad alta en mayo (época de secas) y baja en noviembre (final de la época de lluvias), y la temperatura en general es alta en el área de influencia estuarina (sureste) (Fig. 5); en esta zona, los sedimentos están compuestos de arenas-lodos y arenas-gravas, y se ubican paralelos a la línea de costa de Chiapas (Fig. 2).

En la Laguna del Mar Muerto, el área contigua a la Boca de Tonalá tiene características marinas, con poca variación de salinidad (semejante a la marina) respecto al resto de la laguna (Figs. 29, 30); la transparencia del agua es la mayor de la laguna (Figs. 31, 32).

Los valores de biomasa, densidad y diversidad de la ictiofauna de la plataforma continental, en general fueron altos hacia el sureste del golfo en zonas de influencia estuarina, que comprende las zonas frente a las Lagunas Superior-

Inferior y la Laguna del Mar Muerto y frente a la zona entre las Lagunas La Joya-Buenavista y Carreta-Pereyra (Figs. 9, 10,11). En la Laguna del Mar Muerto la mayor abundancia y diversidad se presentó en el área de influencia marina (Figs. 39, 40, 41, 42).

De las especies registradas en la plataforma continental en cada mes de muestreo respecto a las registradas en la Laguna del Mar Muerto, constituyeron 11 (17.2%) en enero, 27 (25.5%) en marzo, 25 (22%) en mayo, 34 (25.6%) en agosto y 26 (23.4%) en noviembre

En la laguna, en el inicio de la época de secas-vientos Tehuantepecanos (diciembre-febrero) del total de especies registradas, 15 especies (75%) están presentes en la plataforma continental en algún momento de su ciclo vital; en el final de la época de secas-vientos Tehuantepecanos (marzo-mayo), 20 especies (54%) son comunes; en el inicio de la época de lluvias (junio-agosto), 28 especies (60.9%) son comunes; y en el final de la época de lluvias (septiembre-noviembre), 19 especies (55.9%) son comunes.

En el Golfo de Tehuantepec, 36 especies son comunes con la Laguna del Mar Muerto (índice de Jaccard = 0.18). Las especies comunes entre la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec y la Laguna del Mar Muerto, representan el 54.5% de las especies registradas en la laguna y el 21.2% de las especies registradas en la plataforma. Entre las especies que sobresalen por su amplia

distribución se encuentran *D. peruvianus*, *A. mundeola*, *A. lucida*, *C. robalito* y *Mugil curema*. En la figura 59 se indican las especies que se distribuyen principalmente en el área de influencia marina, las que en su mayoría también se distribuyen en la plataforma.

DISCUSIÓN

Golfo de Tehuantepec

Caracterización de los factores abióticos

La variación de los parámetros abióticos considerados, reflejan los cambios estacionales del Golfo de Tehuantepec. Al respecto, la salinidad presenta una variación estacional influenciada por los periodos de lluvias y secas-vientos Tehuantepecanos, ya que los valores más bajos y la mayor variación se presenta en noviembre que corresponde a la terminación de la época de lluvias e inicio del periodo de surgencias, debido a los aportes continentales hacia la zona costera. La variación observada debe ser considerada con prudencia, ya que los datos utilizados corresponden a diferentes muestreos, de años diversos y esfuerzos de muestreo disímiles.

La variación de la temperatura del agua también indica los cambios estacionales en la región, con los valores más bajos en la época de secas y los más altos en la época de lluvias. Los valores promedio más bajos de noviembre a mayo, que comprenden la época de secas-vientos Tehuantepecanos, está determinado por la presencia de surgencias como lo indica Roden (1961). Los valores de temperatura promedio más altos de junio a octubre -época de lluvias- se deben a que los vientos Tehuantepecanos cesan y por lo tanto las surgencias eólicas

también, como lo señalan Roden (1961), Legeckis (1978), Alvarez *et al.* (1989) y Lavin *et al.* (1992). La mayor variación de la temperatura en el mes de noviembre puede ser un indicador de la terminación de la época de lluvias y el inicio del periodo de surgencias.

La mayor concentración de oxígeno y menor concentración de nutrientes en aguas superficiales al final de la época de secas e inicio de la época de lluvias (mayo), indica la mayor actividad fotosintética en superficie así como el intercambio gaseoso que se lleva a cabo con la atmósfera, lo que ha sido señalado por Turner-Garcés (1992), y que es un proceso biológico común en el océano. La alta concentración de nutrientes en aguas superficiales durante la época de secas-vientos Tehuantepecanos hace evidente la presencia de una surgencia, que determina una producción primaria alta como lo mencionan Robles Jarero y Lara Lara (1993).

La mayor alcalinidad total y el amoníaco presente en mayo, que en noviembre también se atribuye a procesos biológicos -fotosíntesis y respiración- (Vázquez Gutiérrez *et al.* 1990; Turner-Garcés 1992; Salvador López, 1993), con los valores más altos en mayo en la zona de surgencias, principalmente frente a Salina Cruz y las Lagunas Superior-Inferior, y disminuye hacia la periferia, lo que puede ser resultado del aporte de nutrimentos a la superficie por las surgencias y la consiguiente actividad biológica. En noviembre, es mayor la concentración de amoníaco hacia mar adentro frente a las Lagunas Superior-Inferior y del Mar

Muerto, correspondiente a la zona de surgencias. En ambos meses el fenómeno de surgencias es determinante en la disponibilidad de nutrientes y por lo tanto en los procesos productivos de la región.

El análisis de los datos aportados por Turner-Garcés (1992), sugieren que la distribución de los parámetros abióticos en el Golfo de Tehuantepec en los meses de mayo y noviembre están asociados a la dinámica estacional de la región. En estos meses, que corresponden al final de la época de secas-inicio de la época de lluvias, y al final de la época de lluvias-principio de la época de nortes, se presentan cambios en la zona costera asociados al inicio o conclusión del periodo de lluvias y que determinan los aportes de aguas epicontinentales que se manifiestan en cambios de salinidad y disponibilidad de nutrientes; asimismo, en aguas mar adentro las surgencias originadas por los vientos Tehuantepecanos, se manifiestan en cambios de temperatura y disponibilidad de nutrimentos principalmente. Al respecto, la distribución de los valores de nitratos, oxígeno disuelto, pH, salinidad y temperatura, indican claramente el fenómeno de surgencias, ya que los máximos valores de nutrientes se presentan en la parte central y norte del golfo asociados a valores bajos de oxígeno disuelto y temperatura, y a los máximos valores de salinidad y pH. Esta surgencia, resultado del empuje de los vientos Tehuantepecanos en la época de secas (Roden, 1961; Legeckis, 1978; Alvarez *et al.* 1989; Lavin *et al.* 1992), determina los máximos valores de nutrientes, salinidad y pH, y los menores de oxígeno y temperatura en la parte central y norte del golfo. Asimismo, hacia la parte oeste del golfo y

principalmente hacia la parte sureste es evidente la influencia de los procesos costeros sin el efecto de la surgencia, que se manifiesta en valores menores de nutrientes, salinidad y pH, y los máximos valores de oxígeno y temperatura. Este comportamiento de las masas de agua es acorde con las fotografías de satélite del Golfo de Tehuantepec presentadas por Lavín *et al.* (1992). En la época de lluvias, el comportamiento observado durante la época de secas en relación a las surgencias, tiende a invertirse en relación a los parámetros abióticos, ya que hacia la costa los valores de nutrientes y temperatura son mayores, y la salinidad, pH y temperatura son menores.

Con relación a la sedimentología del Golfo de Tehuantepec, la franja de arena mezclada con lodo en la parte sureste (Carranza-Edwards *et al.* 1989), correspondiente a la costa de Chiapas, probablemente es resultado de la influencia epicontinental, ya que en esta zona hay un gran número de sistemas lagunares en contacto con el Golfo de Tehuantepec, que por los aportes de agua dulce que recibe en la época de lluvias y probablemente asociados a las mareas, determinan un acarreo de sedimentos (lodos arenosos) entre los 10 y 30 m de profundidad. Estos sedimentos no se mencionan en profundidades menores, lo cual puede estar relacionado a la alta energía del oleaje que se manifiesta en la costa y que no permite la sedimentación de estos lodos. Este proceso probablemente es más evidente en la época de lluvias cuando los ríos y las lagunas aportan una gran cantidad de sedimentos a la plataforma. Por el contrario, hacia la parte norte-noroeste del golfo (frente a las Lagunas Superior-

Inferior) en aguas someras los sedimentos son principalmente arenosos, y la escasa presencia de lodos indica escasos aportes epicontinentales; esto también puede ser resultado de los fuertes vientos Tehuantepecanos que pueden transportar arenas hacia la costa. Esta distribución de sedimentos marca dos zonas en profundidades menores de 200 m, correspondiente a la costa de Chiapas y otra a la costa de Oaxaca. A mayor profundidad, prácticamente a partir del borde de la plataforma continental, la presencia de lodos indica una baja hidrodinámica. La presencia de los Bancos Oaxaqueño y Chiapaneco (Carranza-Edwards *et al.* 1989), caracterizados por la presencia de nódulos de fosforita, son la evidencia de las surgencias que permiten que estos nódulos se formen al incrementar los fosfatos disponibles en el agua, como lo mencionan Vázquez Gutiérrez *et al.* (1990), Turner-Garcés (1992) y Salvador López (1993). El Banco Chiapaneco corresponde con la parte este de la surgencia (al este del chorro de viento), y el Banco Oaxaqueño con el evidente giro anticiclónico al oeste del chorro de viento donde se produce el hundimiento de la masa de agua, movimientos de agua ampliamente descritos por Blackburn (1963), Stumpf y Legeckis (1977) y Lavin *et al.* (1992).

El análisis por componentes principales de la salinidad, temperatura y pH, mostró el comportamiento ambiental descrito anteriormente, ya que en el mes de mayo en niveles de 5 y 10 m de profundidad, se diferencia el área de influencia de las lagunas del resto del golfo. En un nivel de 50 m de profundidad hay una clara separación entre las aguas costeras y las que están hacia mar adentro, lo que

manifiesta el efecto de los procesos costeros. De la misma forma, en el mes de noviembre el análisis de factores para los niveles de 5 m y 50 m de profundidad también indican claramente el efecto de la surgencia, en una amplia franja que se ubica de Salina Cruz a zonas cercanas a la Barra de Tonalá y hacia mar adentro (hacia el sur). Estos agrupamientos obtenidos separan el golfo en dos masas de agua que indican una dinámica marcada por la época de lluvias y los aportes epicontinentales de las lagunas hacia la plataforma, y las surgencias provocadas por los vientos Tehuantepecanos. De esta forma, en la época de lluvias hay una separación de las aguas costeras de las oceánicas, patrón que cambia con la presencia de los vientos Tehuantepecanos, los que determinan una separación de las aguas costeras hacia la costa de Chiapas de las surgencias provocadas por estos vientos y que comprenden la parte norte y central del golfo.

El análisis por componentes principales de los sedimentos también indicó que la dinámica de las masas de agua (principalmente el correspondiente al periodo de surgencias), donde un área se caracteriza por estar constituida principalmente de arenas, y la otra área está constituida de arenas-lodos y arenas-gravas, lo que puede ser resultado de la influencia de los sistemas lagunares que se ubican en el sureste del golfo, contrario a lo que sucede en el estado de Oaxaca donde los aportes epicontinentales son menores y hay una fuerte influencia de los vientos Tehuantepecanos que tienen la capacidad de transportar arenas hacia el mar.

De lo anterior, se puede señalar que la plataforma continental puede ser dividida en dos subsistemas desde el punto de vista hidrológico y sedimentológico, cuyo límite entre ellos es variable durante el año. Los factores determinantes en la separación de estos subsistemas son los aportes continentales de la región hacia la plataforma, la profundidad, los vientos Tehuantepecanos y las surgencias que provocan. En la época de vientos Tehuantepecanos, en el Golfo de Tehuantepec se definen principalmente dos masas de agua, una caracterizada por la surgencia y hundimiento de agua derivada del efecto directo de los vientos; abarca de Salina Cruz hasta el litoral de la Laguna del Mar Muerto y se extiende a mayor profundidad hacia el sur-sureste; en este subsistema quedan incluidos los giros ciclónico y anticiclónico resultado del efecto de los vientos (Blackburn, 1963), los bancos oaxaqueño y chiapaneco planteados por Carranza Edwards *et al.* (1989), y el área de distribución del conjunto de radiolarios "upwelling assemblage" propuesto por Molina-Cruz y Martínez-López (1994). La parte este y sureste del golfo conforman otra unidad, que tiene escasa influencia de los vientos Tehuantepecanos y por lo tanto de las surgencias, pero que tiene fuerte influencia de los procesos continentales, que se manifiesta en la presencia de sedimentos lodo-arenosos y de arenas-gravas (Morales de la Garza, 1990; Morales de la Garza y Carranza-Edwards, 1995), y la ausencia de radiolarios (Molina-Cruz y Martínez-López, 1994).

Para los objetivos de la presente tesis y como resultado del análisis realizado previamente, los dos subsistemas detectados se les denominará como

"Subsistema Oaxaqueño" y "Subsistema Chiapaneco" respectivamente, que desde el punto de vista hidrológico y sedimentológico se pueden simplificar de la siguiente forma:

1. Subsistema Oaxaqueño: En la costa, se ubica de Salina Cruz hasta la Boca de Tonalá y se extiende mar adentro hacia el sur y hacia el sureste (Fig. 53), determinado principalmente por las surgencias y hundimiento de agua derivada del efecto directo de los vientos; este subsistema se caracteriza por bajas temperaturas en la época de secas-vientos Tehuantepecanos, sedimentos principalmente arenosos, y escasos aportes continentales. Los nutrientes se presentan en concentraciones altas hacia la parte este.
2. Subsistema Chiapaneco: En la costa se ubica de la Boca de Tonalá al Río Suchiate (Fig. 53), caracterizado en el margen costero por la presencia sistemas lagunares que determinan las condiciones hidrológicas y los sedimentos arenosos mezclados con lodos; es una franja estrecha que da la impresión de que penetra en forma de cuña al subsistema Oaxaqueño.

El límite entre estos subsistemas presenta variaciones estacionales.

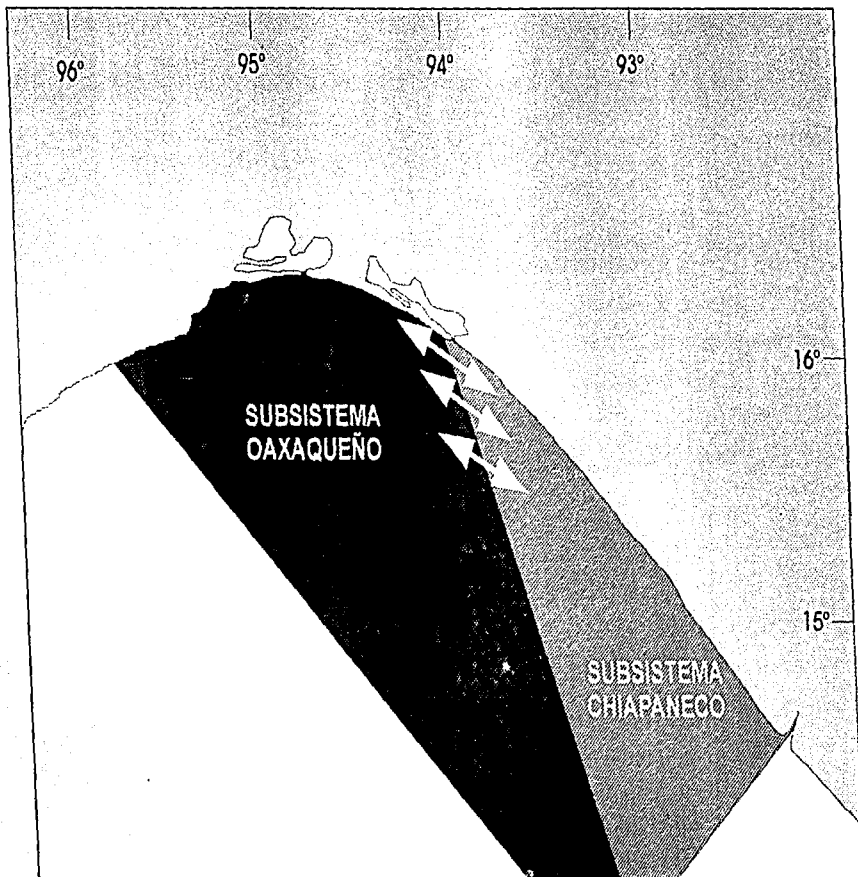


Figura 53. Representación esquemática de los Subsistemas hidrológicos-geológicos (Oaxaqueño y Chiapaneco) del Golfo de Tehuantepec. Las flechas indican un límite con variación estacional entre los subsistemas.

Caracterización de la comunidad

Composición Taxonómica

La determinación taxonómica de las especies fue problemática en algunos casos, como el del género *Eucinostomus* donde las especies presentan gran semejanza; para resolver esta problemática se utilizó la literatura clásica y los trabajos de Zahuranec (1967) y Yáñez-Arancibia (1978), quienes abordan en particular este género. La determinación de los individuos correspondientes a las especies *Orthopristis reddingi* y *O. chalceus* fue problemática y en algunos casos no se pudo resolver, ya que un gran número de caracteres merísticos y morfométricos se traslapan y complican su separación, por lo que se llegó a la conclusión de que se requiere un estudio detallado del género y principalmente de estas especies; por tal motivo se procedió a tratar a estas especies como un grupo *O. chalceus/reddingi* (estas especies fueron las más abundantes en la comunidad). Por otra parte, fue difícil identificar los individuos correspondientes a *Prionotus stephanophrys* y *P. quiescens*, ya que la mayoría de sus características se traslapan; sin embargo, se separaron principalmente de acuerdo a la presencia o ausencia de joroba preorbital y el grado de concavidad del interorbital (Teague 1951); después de la observación de los individuos se encontró una variación en el tamaño de la joroba preorbital, la que prácticamente está ausente en los juveniles, lo que complica su separación; al respecto, Miller y Richards (1991),

cuestionan que *P. stephanophrys* y *P. quiescens* sean especies diferentes, lo que determina la necesidad de profundizar sobre estudios al respecto; para el análisis de abundancia se consideraron ambas especies en un solo grupo. En el caso de las rayas del género *Urotrygon*, Miyake y McEachran (1988), aclaran sinonimias y describen nuevas especies del Pacífico tropical Este; sin embargo, en el presente estudio se observó que *U. chilensis* presenta una gran variabilidad en coloración y en el número de espinas dorsales, lo que determina que algunos individuos presenten características completamente contrastantes, de lo que se concluye que es necesario hacer énfasis en estudios taxonómicos sobre el género y principalmente sobre la especie mencionada. En cuanto a las especies *Oligoplites mundus* y *O. altus* se informan como sinónimos; sin embargo, Schultz (1945) mediante el análisis de individuos de estas especies y descripciones existentes, concluye que son especies diferentes y que la descripción hecha sobre *O. altus* por Jordan y Evermann (1896-1900) se basó en individuos de *O. mundus*, y las descripciones presentadas por Meek y Hildebrand (1923-1928) si corresponden a especies diferentes ya que presentan características completamente contrastantes; esta situación fue comprobada después del análisis merístico y morfométrico de los individuos colectados, por lo que en la presente tesis se trataron como especies diferentes.

De los antecedentes existentes sobre la composición de especies de peces demersales del Golfo de Tehuantepec, Ramírez Hernández *et al.* (1964), elaboraron un listado de 36 familias y 66 especies. Anónimo (1980) menciona un

total de 31 familias, 53 géneros y 76 especies; Tapia-García *et al.* (1990), registran preliminarmente una composición taxonómica de 133 especies y 44 familias; por último, Acal y Arias (1990) informan un total de 292 especies. Sin embargo, este último antecedente debe tomarse con precaución, ya que en el listado ictiofaunístico se mencionan 52 especies únicamente a nivel genérico, 24 no pudieron ser determinadas y se refieren a nivel de familia, y al menos 3 especies se presentan con sus sinónimos en la misma lista. Espinoza *et al.* (1993) mencionan que en el Golfo de Tehuantepec hay un endemismo superior al 15%, y que en toda la provincia panámica a la cual corresponde este golfo, hay un total de 505 especies de peces.

En el Pacífico Mexicano, hay registros de 105 especies para las costas de Sonora y Sinaloa (Pérez Mellado y Findley 1985), 183 especies en el Pacífico central de México (Amezcu-Linares, 1990) y 187 especies en el Golfo de California (van der Heiden 1985), entre otros. De esta información, se puede observar que el número de especies registradas en el Golfo de Tehuantepec es similar a las encontradas para dichas regiones, como se esperaba por tratarse de áreas relativamente contiguas características de provincias biogeográficas costeras tropicales y subtropicales. Al respecto, en el Golfo de Tehuantepec confluyen desde un punto de vista biogeográfico las provincias Panámica y Mexicana (Briggs 1974). Esto determina que se presenten elementos de ambas provincias, por lo que se esperaría que el número de especies registradas fuera mayor que para otras áreas contiguas. Se registran por primera vez *Opisthopterus equitorialis* y *Anchoa*

spinifer, y sobre este resultado Whitehead (1985) y Whitehead *et al.* (1988), respectivamente, ya mencionaban la posibilidad de registrar estas especies en el área, y es probable que con el desarrollo de futuras investigaciones en la región se registren más especies.

Distribución y abundancia espacio-temporal

Los valores más altos de biomasa cercanos a la costa frente a la zona comprendida de la Boca de San Francisco a la Boca de Tonalá, y en menor proporción hacia el este, indican que generalmente la mayor producción se presenta en aguas someras y disminuye con la profundidad. Esta tendencia es característica de ecosistemas costeros y se asocia a la mayor productividad primaria en aguas someras debida a una mayor diversidad de productores primarios (Darnell y Soniat, 1979; Deegan *et al.* 1983; Yáñez-Arancibia *et al.* 1994). Este comportamiento fue más evidente en la época de lluvias donde el área con mayor biomasa en aguas someras es más amplia, con los valores más bajos a mayor profundidad; este comportamiento se ha atribuido a los procesos costeros y principalmente a los aportes continentales, que llevan consigo materia y energía, y que por lo tanto influyen sobre la producción en la plataforma (Soberón-Chávez, 1985). Esta estacionalidad de la abundancia es evidente ya que los valores más bajos de biomasa se presentan en enero y marzo, y los mayores en agosto y noviembre (Fig. 8). Acal y Arias (1990) observaron mayor biomasa en profundidades menores de 50 m, con los valores más altos en el mes

de marzo y los más bajos en diciembre. De acuerdo a lo anterior, los máximos valores de biomasa frente a las Lagunas del Mar Muerto, Superior e Inferior, y otros sistemas costeros de menor dimensión hacia el este revelan la importancia de estos sistemas en la producción en áreas adyacentes a sus bocas, y la disminución hacia el oeste y hacia el Río Suchiate indica un menor impacto de los sistemas costeros. Al respecto, es necesario considerar la gran dimensión de las Lagunas del Mar Muerto y Superior-Inferior, que debe ser un factor importante en la producción. En este sentido la Anónimo (1980), informa -a partir de una campaña oceanográfica realizada en el mes de septiembre de 1977- que la mayor captura por unidad de esfuerzo se presenta en el área frente a Salina Cruz y Laguna Inferior, y frente a la Laguna del Mar Muerto y Puerto Arista, y disminuye a mayor profundidad, con un patrón similar al observado en el presente estudio.

La distribución de los valores de densidad similares a los de biomasa, también indican que los procesos de producción son mayores en las áreas mencionadas y en la época de lluvias (Fig. 8). Asimismo, esto también es indicativo de que los aumentos en biomasa están determinados por el incremento en el número de individuos, probablemente asociado al proceso de reclutamiento de juveniles de las diferentes especies que componen la ictiofauna.

Este patrón de mayor abundancia en profundidades menores de 40 m es similar al observado en otros ecosistemas costeros, como lo mencionan los trabajos de Darnell *et al.* (1983) y Darnell y Kleypas (1987) para el norte del Golfo de México,

donde la mayor abundancia se presenta en la plataforma interna frente a sistemas estuarinos. Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1988), observan este mismo comportamiento en el sur del Golfo de México. En el Pacífico Mexicano, también hay informes de abundancias altas en aguas someras (Amezcuca Linares 1990; van der Heiden 1985).

Las áreas clasificadas por componentes principales con relación a la densidad y biomasa de las especies, así como por el método de Ward con base en la presencia y ausencia de especies, reflejan la dinámica ambiental y tienen por lo tanto cierta semejanza con los subsistemas Oaxaqueño y Chiapaneco, lo que permite inferir que los vientos Tehuantepecanos y por lo tanto las surgencias, durante la época de secas, son un factor determinante en la composición, distribución y abundancia de la ictiofauna (Fig. 54). De la misma forma durante la época de lluvias, la ictiofauna chiapaneca también tiende a distribuirse hacia aguas someras del norte del golfo, frente a las Lagunas Superior-Inferior, con lo que se considera que el grupo oaxaqueño es característico hacia el noroeste y en aguas de mayor profundidad. Lo anterior refleja una dinámica de la ictiofauna asociada a la dinámica climática de la región donde los factores más importantes son el periodo de lluvias y por lo tanto los aportes continentales, y los vientos Tehuantepecanos y las surgencias que producen.

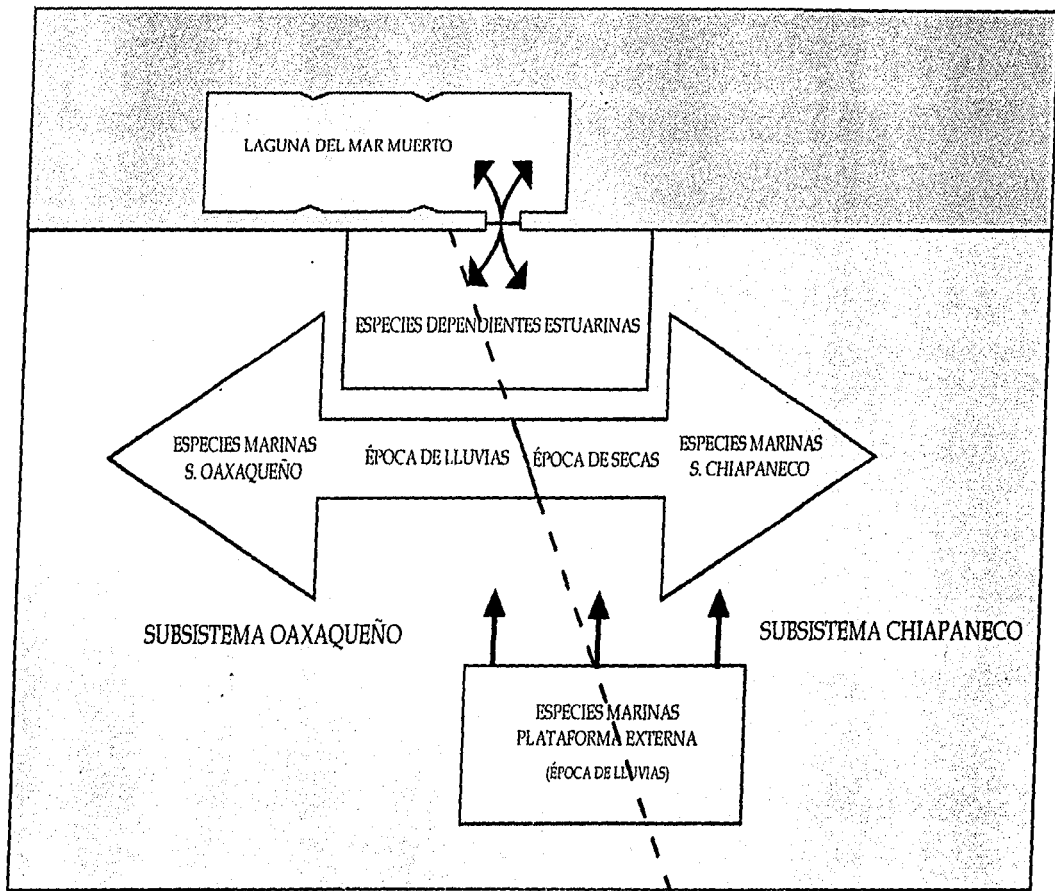


Figura 54. Modelo conceptual sobre la distribución de las especies que componen la comunidad de peces de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec. Se indica el límite entre ambos subsistemas y su variación estacional, así como las asociaciones de peces presentes.

Diversidad

En general la mayor diversidad se presenta desde la costa hasta áreas con profundidad de 40 m, lo cual es más evidente hacia la parte sureste del golfo y frente a las lagunas Superior-Inferior y del Mar Muerto. Es importante mencionar que esta mayor diversidad está asociada con sistemas lagunares, los cuales a pesar de ser pequeños son abundantes en el estado de Chiapas (sureste del golfo). Asimismo, se sabe que la producción de los sistemas lagunares determina una alta diversidad de especies hacia la línea de costa, y que el menor efecto de la producción a mayor profundidad se refleja en una disminución de la diversidad, lo que hace evidente la importancia ecológica de los sistemas lagunares. Al respecto, los valores máximos al final de la época de secas (Fig. 8) y principalmente frente a sistemas lagunares, indican una congregación de especies que debe ser permitida por algún factor o conjunto de factores. En ecosistemas costeros frío-templados este comportamiento se ha señalado como característico (Nikolsky, 1978), ya que en la primavera la producción primaria y secundaria se incrementa, como resultado de la disponibilidad de nutrientes. En ecosistemas costeros tropicales también hay un comportamiento estacional, donde la producción primaria y secundaria se incrementa al inicio y durante la época de lluvias, resultado del incremento en los aportes continentales que acarrearán gran cantidad de nutrientes hacia la zona costera que determina un incremento en la producción primaria y secundaria (Sutcliffe, 1972; Woodwell *et al.* 1977; Stone *et al.* 1978; Soberón Chávez, 1985; Yáñez-Arancibia *et al.* 1991), lo

cual puede popiciar la coexistencia de un gran número de especies con fines reproductivos y/o alimentarios.

Especies Dominantes

De las 170 especies determinadas, un promedio de 20 especies son dominantes por representar más del 80% de la abundancia relativa en cada mes de muestreo. Las especies *S. latifrons*, *E. gracilis*, *B. constellatus*, *Orthopristis chalceusreddingi*, *S. ovale*, *Urotrygon* sp., *S. peruviana*, *C. orqueta*, *P. axillaris*, *P. nitidus* y *D. peruvianus* resultaron abundantes tanto en número como en peso al menos en tres meses de muestreo, lo que indica que su dominancia persiste en la diferentes épocas climáticas. En comunidades de alta diversidad, como es el caso de las comunidades demersales, las especies coexisten presentando estrechas relaciones inter e intraespecíficas, relacionadas también a la dinámica ambiental. De estas relaciones, algunas especies presentan mayor éxito y dominancia que otras, reflejo de sus adaptaciones biológicas y ecológicas que se manifiestan en su mayor abundancia y amplia distribución. Este es el caso de las especies mencionadas, y su coexistencia con diversas especies con hábitos similares sólo es posible cuando existe acoplamiento en el tiempo y espacio con la dinámica ambiental, o programación estacional. Al respecto, se han desarrollado algunos trabajos que analizan la variación espacial de algunas de las especies dominantes del Golfo de Tehuantepec, en los que se menciona la variación en la dominancia de las especies de acuerdo con la dinámica estacional (Balderas Palacios, 1990;

Ayala Pérez, 1992; Cerdaneres Ladrón de Guevara, 1992; Fernández Galicia, 1992; Guzmán Salazar, 1993; Macuitl Montes, 1995).

Para el área de estudio, Acal y Arias (1990) hacen mención en orden decreciente de biomasa a *Chloroscombrus orqueta*, *Orthopristis* sp., *Orthopristis chalceus*, *Opisthonema* sp., *Polydactylus opercularis*, *Sphyraena ensis*, *Diapterus peruvianus*, *Pomadasys leuciscus*, *Diapterus aureolus*, *Eucinostomus gracilis*, *Pomadasys axillaris* y *Scomberomorus sierra*, además señalan variaciones de biomasa o ausencia de algunas de estas especies en los meses muestreados. Es conveniente mencionar que en esta investigación se utilizaron redes de arrastre de fondo y de media agua, lo que puede explicar las diferentes especies abundantes.

Algunas de las especies mencionadas como abundantes, también presentan gran abundancia en otras áreas tropicales adyacentes, como lo indican los trabajos de Amezcua Linares (1990), van der Heiden (1985), Pérez Mellado y Findley (1985), entre otros. Asimismo, en otras áreas distantes no se presentan las mismas especies; sin embargo, se presentan especies equivalentes o gemelas, de las cuales se conocen sus estrategias biológicas y ecológicas que probablemente sean similares para las especies registradas en el presente estudio; estas estrategias determinan la gran abundancia de las especies detectadas y su relación con los sistemas estuarinos. Esta premisa se deriva de los trabajos de Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1988) para el sur del Golfo de México, Darnell et

al. (1983) para el norte del Golfo de México, lo que indica la dominancia de algunos géneros y familias en regiones tropicales.

De las especies mencionadas como abundantes, todas son de importancia biológica y ecológica por las estrechas relaciones bióticas que tienen en el ecosistema. Aún cuando no fue uno de los objetivos de la presente tesis, desde un punto de vista económico, la mayoría de las especies que componen la ictiofauna pueden ser aprovechadas como harina o pulpa, y algunas pueden ser utilizadas para consumo directo, fresco o salado. Entre estas últimas se pueden mencionar a *Orthopristis chalceus/reddingi*, *Syacium latifrons*, *Diapterus peruvianus*, *Ciclopssetta querna*, *Pomadasys nitidus* y *P. axillaris* entre otras, ya que alcanzan tallas que hacen posible su consumo directo. Localmente estas especies son consumidas frecuentemente.

Abundancia por Familias

Al analizar la información en cuanto al número de especies por familia, así como su abundancia numérica y en peso, las familias Haemulidae, Bothidae, Sciaenidae, Carangidae, Ariidae y Gerreidae son abundantes tanto en número como en peso al menos en 4 de los meses analizados, así como por presentar al menos 4 especies, que aportan más del 80% de la captura total.

Este comportamiento también fue observado por la Anónimo (1980) para el mes de septiembre, y mencionan que las familias Haemulidae, Bothidae, Carangidae, Sciaenidae y Ariidae, presentaron alta biomasa y amplia distribución. Asimismo, las familias Haemulidae, Bothidae, Carangidae y Sciaenidae fueron las que presentaron más especies.

Por su gran abundancia y amplia distribución, las familias anteriormente mencionadas son clave para el entendimiento de la estructura y función de la ictiofauna de la región. Estas familias también han sido mencionadas como dominantes en el Golfo de California (van der Heiden 1985), Sonora y Sinaloa (Pérez Mellado y Findley 1985), Pacífico central Mexicano (Amezcuca Linares 1990), norte del Golfo de México (Darnell *et al.* 1983) y sur del Golfo de México (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil 1988), entre otras regiones costeras tropicales y cálido templadas. Estas familias son características de ecosistemas costeros tropicales y subtropicales, con capacidad eurihalina de un gran número de las especies que las integran, lo que determina que sean grupos exitosos en dichos ecosistemas. Por la capacidad eurihalina de las familias mencionadas, también son características de sistemas lagunares, lo que puede explicar la gran abundancia observada frente a las Lagunas Superior-Inferior y del Mar Muerto.

El Golfo de Tehuantepec como ecosistema

En general los cambios estacionales en el Golfo de Tehuantepec, se manifiestan en cambios de salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y nutrientes, caracterizando dos épocas climáticas. En la época de secas-vientos Tehuantepecanos, el efecto de los vientos provoca los fenómenos de surgencias, lo que asociado a los escasos aportes de agua dulce por el periodo de sequia determinan bajas temperaturas y bajas concentraciones oxígeno disuelto, mayor salinidad, y alta concentración de nutrientes. Esto da como resultado que al final de esta época el oxígeno disuelto aumente y los nutrientes disminuyan, lo que puede estar asociado a la producción fitoplanctónica y al intercambio gaseoso con la atmósfera.

Al principio de la época de lluvias, al cesar los vientos Tehuantepecanos y por lo tanto las surgencias, los valores de temperatura y oxígeno disuelto se incrementan, y los de los nutrientes disminuyen, como resultado de la producción fitoplanctónica ya mencionada. Con el incremento de los aportes de agua dulce, los valores de salinidad tienden a ser menores que en la época de secas.

Los cambios estacionales también tienen un efecto directo en la distribución espacial de los valores de salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y nutrientes. En la época de secas se delimitan dos zonas, una que comprende el área de surgencias en la parte oeste del golfo a partir de la Laguna del Mar Muerto y que

se extiende hacia aguas profundas en el sureste, donde los valores de oxígeno disuelto y temperatura son bajos, y los de nutrientes y salinidad son altos. En la parte sureste del golfo que corresponde a las aguas someras de la costa de Chiapas los valores de oxígeno disuelto y temperatura son altos, y los de nutrientes y salinidad son bajos, lo que indica que no hay una influencia directa de las surgencias.

En la época de lluvias la distribución de los parámetros mencionados es inversa al comportamiento en la época de secas, y también se observan dos zonas. Una zona comprende la parte sureste del golfo que comprende generalmente las aguas someras de la costa de Chiapas a partir de la Laguna del Mar Muerto, donde los valores de oxígeno disuelto y salinidad son bajos, y los de temperatura y nutrientes son altos, lo que está determinado por los aportes de agua dulce provenientes de sistemas lagunares que aportan nutrientes hacia la plataforma y que se manifiestan en sedimentos arenosos mezclados con lodos. El límite de esta zona se puede extender hacia el noroeste del golfo, abarcando el área costera de Oaxaca, lo que puede ser resultado de un aumento en los aportes epicontinentales y las corrientes predominantes este-oeste.

La otra zona comprende la parte oeste del golfo y hacia aguas profundas, donde la salinidad y oxígeno disuelto son mayores, y la temperatura y nutrientes son menores. Esto probablemente se debe a que esta zona no está influenciada directamente por los aportes epicontinentales y que se manifiesta principalmente

en la presencia de sedimentos arenosos.

La variación estacional y espacial de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes permitió definir los subsistemas Oaxaqueño y Chiapaneco descritos anteriormente.

La diversidad y abundancia de la ictiofauna también tiene un comportamiento espacial y temporal con los valores más altos en la época de lluvias y lo más bajos en la época de secas, lo que indica que en la época de lluvias los procesos de producción permiten un mayor desarrollo de la ictiofauna que en la época de secas. Esta mayor abundancia y diversidad en general se presenta en áreas cercanas a la costa frente a la zona comprendida de la Boca de San Francisco hasta la Boca de Tonalá, lo cual sugiere además la importancia de los aportes epicontinentales sobre la comunidad de peces.

El patrón de distribución de la ictiofauna con relación a su diversidad y abundancia, en general indica dos asociaciones que corresponden con los subsistemas Oaxaqueño y Chiapaneco (Fig. 54). La asociación del subsistema Oaxaqueño, tiene menor abundancia y diversidad, lo que se puede atribuir a las condiciones contrastantes que se presentan entre la época de secas y la época de lluvias y que probablemente no permite una estabilidad de esta asociación, considerando que la ictiofauna es de características tropicales, y que las bajas temperaturas determinadas por las surgencias en el subsistema Oaxaqueño

provocan una migración de la ictiofauna hacia aguas someras en el subsistema Chiapaneco.

En el subsistema Chiapaneco (Fig. 54) la diversidad y abundancia es alta y asociada a sistemas lagunares estuarinos, principalmente los de mayor dimensión, lo que indica que la ictiofauna depende o esta relacionada a los procesos estuarinos de las lagunas en el subsistema Chiapaneco, como sucede en otros ecosistemas tropicales costeros. De la misma forma que otros ecosistemas costeros, algunas especies tienden a ser características de los hábitats, como es el caso de *P. stephanophrys/quiescens*, *S. russula*, *N. entemedor*, *P. margaritatus* y *P. grandisquamis*, que se distribuyen principalmente hacia el subsistema Oaxaqueño y las especies *Urotrygon* sp., *M. altipinnis*, *C. zonatus* y *B. longipes*, que se distribuyen hacia el subsistema Chiapaneco.

En el Golfo de Mexico y en el Pacífico central Mexicano, se ha observado que la dominancia en la ictiofauna no se restringe a una o dos especies como sucede en ecosistemas frios-templados. En el Golfo de Tehuantepec un promedio de 20 especies comprenden más del 80% de la abundancia entre las que sobresalen *S. latifrons*, *E. gracilis*, *B. constellatus*, *Orthopristis chalceus/reddingi*, *S. ovale*, *Urotrygon* sp., *S. peruviana*, *C. orqueta*, *P. axillaris*, *P. nitidus* y *D. peruvianus*, lo que pone de manifiesto las características tropicales de la ictiofauna, con alta diversidad y baja dominancia.

Las familias Haemulidae, Bothidae, Sciaenidae, Carangidae, Ariidae y Gerreidae dominan sobre otras en la ictiofauna, ya que fueron abundantes tanto en número como en peso, así como por presentar la mayor riqueza de especies.

Por su gran abundancia, amplia distribución y por lo tanto, por su dominancia, las especies y familias anteriormente mencionadas, son clave para el entendimiento de la estructura y función de la comunidad de peces demersales de la región, ya que sus estrategias biológicas y ecológicas exitosas indican una clara adaptación a la dinámica ambiental. Por esta razón, el entendimiento de dichas estrategias es importante para tener un mejor entendimiento del ecosistema.

La mayoría de las especies y familias mencionadas son eurihalinas y también caracterizan sistemas lagunares, lo que puede explicar la gran abundancia observada frente a las Lagunas Superior-Inferior y del Mar Muerto.

Laguna del Mar Muerto

Caracterización de los factores abióticos

De acuerdo al comportamiento de los parámetros abióticos de la laguna, estos reflejan un comportamiento estacional que también está asociado a la dinámica climática de la región. Esto se manifiesta claramente en los valores de temperatura ambiente, ya que los valores bajos corresponden principalmente con

el periodo de secas, y esporádicamente en algunos meses de la época de lluvias. Los valores bajos en el periodo de secas se atribuyen a los vientos Tehuantepecanos denominados en esta laguna como vientos Chicapa de características frías y secas, y aún cuando tienen menor intensidad respecto al Istmo de Tehuantepec, tienen un efecto directo en las condiciones locales. La temperatura ambiente determina la temperatura del agua, ya que siguen un comportamiento similar. Al respecto, los valores bajos de temperatura durante la época de lluvias, Ocampo y Emilsson (1974) lo atribuyen a la alta nubosidad que reduce la radiación solar, así como por los escurrimientos fluviales intensos que provienen de la sierra contigua de mayor altitud y menor temperatura.

Generalmente la salinidad promedio de la laguna, excede la salinidad marina (hipersalina) durante la época de secas, resultado de la alta evaporación y las escasez de escurrimiento fluvial, contrario a lo que sucede durante la época de lluvias. Sobre la salinidad, Ocampo y Emilsson (1974) mencionan para la Laguna La Joya-Buenavista (sistema aledaño a la Laguna del Mar Muerto), que en la época de secas las isolíneas de salinidad (principalmente por efecto de las mareas) avanzan hacia el interior del sistema a una velocidad de 30 Km/mes, lo cual también esta asociado a la intensa evaporación de la época de secas, la ausencia de lluvias y los escasos aportes fluviales. Esta situación es similar en la Laguna del Mar Muerto, donde la parte más interna de la laguna alcanza valores de hipersalinidad, que disminuye hasta la Boca de Tonalá donde se encuentran características marinas. De la misma forma, Ocampo y Emilsson (1974)

mencionan que en la época de lluvias, las isohalinas de salinidad mayores a 10 ups retroceden bruscamente observándose valores menores a 10 ups; este comportamiento lo atribuyen a lluvias torrenciales. En el mismo sentido la Laguna del Mar Muerto, la parte más interna presenta hiposalinidad, con condiciones marinas hacia la Boca de Tonalá. El comportamiento de la salinidad indica una expulsión de agua salada en el inicio de la época de lluvias y la incursión de agua marina en la época de secas con tendencia a la hipersalinidad por la alta evaporación.

La transparencia también refleja la importancia de los aportes fluviales a la laguna, los que determinan una baja transparencia en la parte más interna y mayor transparencia hacia la Boca de Tonalá.

Es importante mencionar que la parte más interna es somera y de menor circulación, lo cual probablemente también influye para tener una mayor temperatura, y por lo tanto mayor evaporación y salinidad.

Los patrones observados, pueden presentar modificaciones debido a periodos de sequía y por lo tanto al retraso o adelanto de la época de lluvias, como sucedió en el mes de agosto cuando se presentó un gradiente claramente antiestuarino.

El comportamiento espacial de los parámetros abióticos mencionados, indican una variación de acuerdo a las épocas climáticas; y de acuerdo al resultado del

análisis de factores por componentes principales, se observa que en general hay tres áreas de características diferentes en la laguna, y que los límites entre ellas son variables y por lo general coinciden con las partes estrechas de la laguna. Puesto que estas tres áreas coinciden con las tres áreas geomorfológicas de la laguna, para motivos descriptivos las parte más interna de la laguna se le denominará posteriormente como "subsistema eurihalino", la parte media "subsistema de transición", y la parte hacia la Boca de Tonalá "subsistema marino" (de influencia marina).

Los meses en que se detectaron estos tres subsistemas, coinciden con los meses en los que el gradiente de salinidad fue débil, correspondiente a la época de lluvias; ya que es muy evidente el subsistema de transición entre el subsistema eurihalino y el subsistema marino. En la época de secas se detectaron sólo dos subsistemas hidrológicos, época en la cual el gradiente de salinidad fue muy fuerte; como resultado de la hipersalinidad hacia la parte más interna de la laguna, los subsistemas eurihalino y de transición observados en la época de lluvias, conforma un solo subsistema en la época de secas. Asimismo, es importante mencionar que en algunos meses los subsistemas mencionados anteriormente no son claros, lo que puede ser resultado de cambios hidrológicos observados en los subsistemas de la laguna, resultado de una fuerte hidrodinámica determinada por diversos factores como son el efecto de los vientos ("nortes" en la época de secas, y "surestes" en la época de lluvias), la variación de las mareas, los aportes pluviales y las sequías, en adición a que la laguna es muy somera, razón por la

cual los factores mencionados tienen mayor impacto en la hidrodinámica de la laguna. Esta hidrodinámica se refleja en la distribución de sedimentos, ya que de acuerdo a Guilbert López (1996), la composición textural de los sedimentos de la laguna cambian evidentemente en las diferentes época climáticas, con una tendencia general de arenas muy finas, finas y medias en la parte más interna de la laguna, limos gruesos y arenas muy finas en la parte central, y arenas finas y medias en el subsistema marino. La tendencia a presentarse arenas gruesas y muy gruesas en el subsistema eurihalino puede ser resultado del efecto de los vientos Tehuantepecanos que provienen del noreste (en la región se le denominan vientos "Chicapa"), cuya actividad erosiva puede transportar arenas que se acumulan en esta parte de la laguna. La presencia de limos gruesos y arenas muy finas en el subsistema de transición frente al Río Tapanatepec, probablemente manifiesta la influencia de este río hacia la laguna. El predominio de arenas finas y medias en el subsistema marino es posible que indiquen el efecto del transporte litoral y las mareas hacia el interior de la laguna a través de la Boca de Tonalá.

A partir de lo anterior, se puede concluir que la Laguna del Mar Muerto se divide en tres subsistemas hidrodinámicos con las siguientes características:

1. Subsistema eurihalino.- Es la parte más interna de la Laguna del Mar Muerto (Fig. 55), con grandes variaciones de salinidad durante el año. La vegetación costera litoral es escasa, la profundidad es muy somera con un promedio de 1 m y

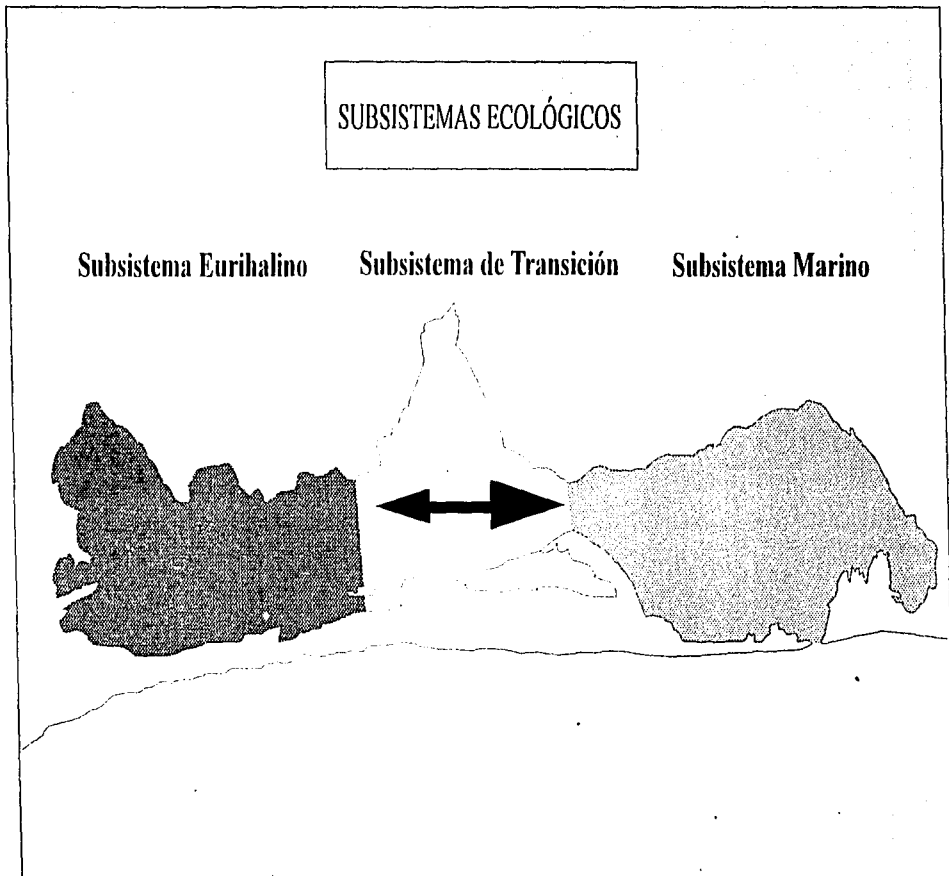


Figura 55. Subsistemas ecológicos de la Laguna del Mar Muerto. El subsistema de transición es variable y su presencia o dimensión cambia durante el año.

presenta arenas medias, finas y muy finas; en la porción oeste hay grandes extensiones de algas verdiazules.

2. Subsistema de transición.- Este subsistema constituye la parte media de la laguna y representa una unidad de transición entre el subsistema eurihalino y el subsistema marino. Cuando el gradiente salino en la laguna es débil se forma este subsistema. Conforma un subsistema con el subsistema eurihalino cuando el gradiente salino es más fuerte. Se caracteriza por una vegetación litoral de manglar de bajas dimensiones, una zona de forma triangular con profundidad de hasta 4m (el Escopetazo) y sedimentos predominantes de limos gruesos. Las estrechas zonas que la conectan con el subsistema eurihalino y el subsistema marino se ubican las Islas Palizada y Punta Chal, respectivamente, que contribuyen a limitar la circulación del agua entre las tres áreas. En la parte suroeste se forman áreas de inundación donde se distribuyen algas verdiazules, y contigua a estas áreas el fondo está caracterizado por gran abundancia de conchas de mejillones (Fig. 55).

3. Subsistema marino.- Esta subsistema tiene una fuerte influencia marina a través de la Boca de Tonalá (Fig. 55). Esta es la región más profunda, caracterizada por abundante vegetación litoral donde predomina el mangle. El margen costero sur hacia la Boca de Tonalá se caracteriza por ser muy somero, que difícilmente excede 1 m de profundidad, en el que se localizan amplias praderas de pastos marinos. El margen costero opuesto también es somero

donde hay amplias praderas de algas verdes. En la cuenca central hay un canal de hasta 5 m de profundidad en dirección noroeste-sureste. Hacia la barra de Tonalá se presenta un delta interno resultado del flujo de marea que deposita sedimentos arenosos (arenas finas y medias) hacia el interior de la laguna. Las condiciones marinas prevalecen la mayor parte del año.

Caracterización de la comunidad

Composición taxonómica

La ictiofauna de la Laguna del Mar Muerto está constituida al menos por 66 especies, 45 géneros y 30 familias. Al respecto, Álvarez del Villar y Díaz Pardo (1973), registraron un total de 36 especies en la Laguna del Mar Muerto, por lo que se incrementa en gran medida con el presente trabajo el número de especies registradas. El número de especies registradas es alto comparado con los informados para otros sistemas lagunares del Pacífico Mexicano. Yáñez-Arancibia (1978), informa para las lagunas del estado de Guerrero, un total de 43 especies en la Laguna de Nuxco, 25 especies en la Laguna Salinas del Cuajo, 25 en la Laguna de Coyuca, 16 especies en la Laguna de Mitla, 33 especies en la Laguna de Tecomate, 39 especies en la Laguna Salinas de Apozahualco y 85 especies en la Laguna de Chautengo. Álvarez-Rubio *et al.* (1986), registraron un total de 76 especies en el sistema lagunar Teacapan-Agua Brava, Nayarit, mientras que para el sistema Huizache-Caimanero Amezcua-Linares (1977), informa sobre 60

especies. En las Lagunas Oriental-Occidental adyacentes a la Laguna del Mar Muerto Castro-Aguirre *et al.* (1977), Chávez (1979a) y Castro Aguirre (1982), registran un total de 72 especies. Como se puede observar, en relación al número de especies en sistemas lagunares del Pacífico Mexicano, sólo algunas lagunas sobresalen por su riqueza de especies, entre las que se encuentra la Laguna del Mar Muerto.

Distribución y abundancia espacio-temporal

La menor abundancia de la ictiofauna en la época de secas es característica de ecosistemas costeros tropicales, ya que durante este periodo la producción primaria del sistema disminuye, lo que se refleja en una menor producción secundaria, como señala Yáñez-Arancibia (1986). Por el contrario, durante la época de lluvias la abundancia de la ictiofauna es mayor, lo que probablemente está asociado a las descargas fluviales que aportan nutrientes a la laguna y que se manifiesta en una mayor producción primaria y secundaria, como ha sido observado en otros ecosistemas costeros (Soberón-Chávez, 1985). Al respecto, sobresale la parte norte-noreste del subsistema marino donde se presenta la mayor abundancia de peces, y que probablemente esta asociada a una mayor estabilidad estacional y a la abundante vegetación costera. Por los resultados obtenidos, se aprecia que hay otras zonas en la laguna donde la abundancia es alta, la que va a estar asociada principalmente a la descarga de ríos (y por consiguiente a la época de lluvias).

La distribución de los valores de densidad similares a los de biomasa, es indicativo de que los aumentos en biomasa están determinados por el incremento en el número de individuos, probablemente asociado al proceso de reclutamiento de juveniles de las diferentes especies que componen la ictiofauna.

Diversidad

Como patrón general la mayor riqueza de especies corresponde a la época de lluvias, y la menor riqueza a la época de secas. Este comportamiento también es característico de ecosistemas costeros tropicales, ya que durante la época de lluvias reciben aportes fluviales y por lo tanto nutrientes, que tienen un papel importante en los procesos productivos, y permiten que un gran número de especies coexistan y aprovechen dichos procesos, lo cual se manifiesta en un incremento de la diversidad y de la abundancia. Este comportamiento se ha observado en varios ecosistemas costeros tropicales y subtropicales, entre los que se pueden mencionar a la Laguna de Términos (Yáñez-Arancibia y Day, 1988), las lagunas del estado de Guerrero (Yáñez-Arancibia, 1978), el sistema lagunar Teacapán-Agua Brava (Álvarez-Rubio *et al.* 1986) y la plataforma continental del noreste del Golfo de México (Darnell y Kleypas, 1987).

En general el subsistema con menor riqueza de especies es el subsistema eurihalino, y esto puede ser explicado por los cambios radicales que presenta durante el año, con salinidades muy bajas en la época de lluvias, y muy altas

(hipersalinidad) en la época de secas (Fig. 52); esta dinámica drástica, no permite que un gran número de especies puedan residir permanentemente, y aquellas que lo logran deben ser eurihalinas; asimismo, algunas especies pueden utilizar este subsistema en forma oportunista en algún periodo del año, cuando las condiciones ambientales les son adecuadas. Reflejo de esta situación, es la escasa diversidad de productores primarios en el subsistema eurihalino. La riqueza de especies aumenta desde el subsistema eurihalino hacia el subsistema marino, resultado de una mayor estabilidad, que se refleja en una mayor abundancia y diversidad de productores primarios (Fig. 56).

La mayor o menor diversidad de especies de peces en sistemas costeros, ha sido abordada por varios autores y se ha relacionado a los procesos ecológicos, la heterogeneidad y estabilidad ambiental, así como a la productividad y a la diversidad de productores primarios, diversidad que también se manifiesta en la diversidad de consumidores (Yáñez-Arancibia *et al.* 1985a, 1986; Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988). En este sentido, es entendible el hecho de que la parte más interna de la laguna con escasos productores primarios y poca estabilidad ambiental, presente baja diversidad. Por el contrario, la parte de la laguna que tiene conexión directa con el mar y que presenta abundante vegetación costera (mayor diversidad de productores) y mayor estabilidad ambiental, determina que el subsistema marino presente mayor diversidad, la que también se incrementa con la inmigración de especies provenientes de la plataforma.

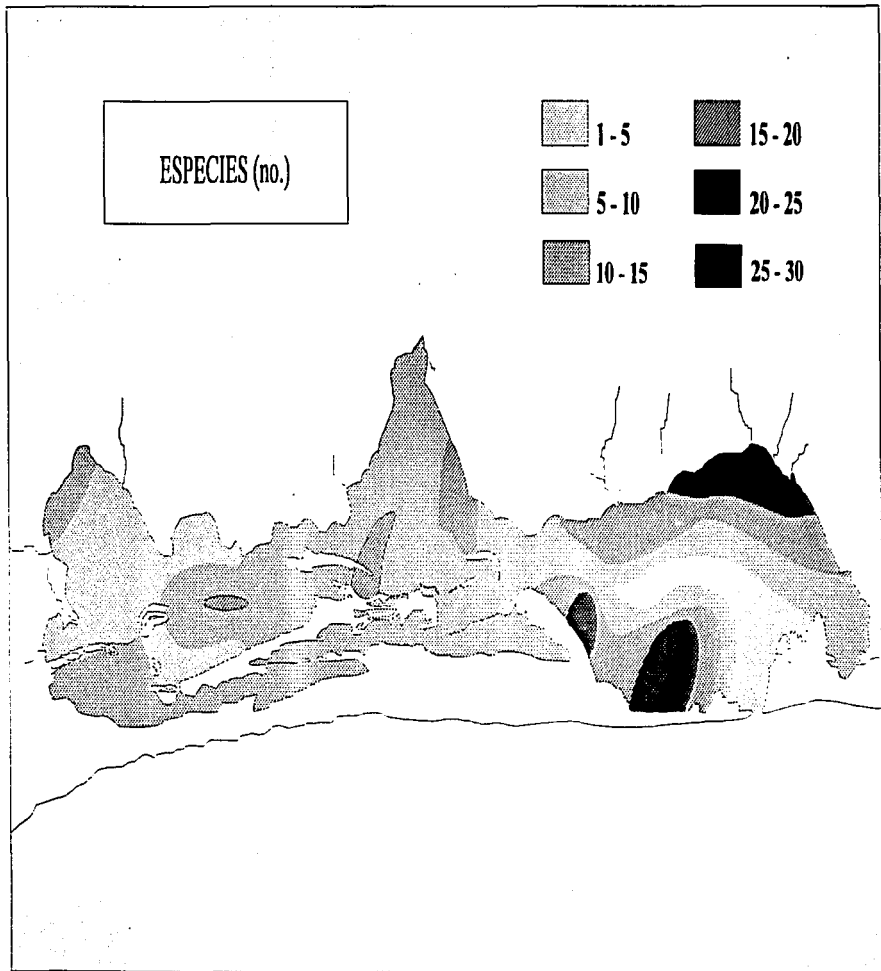


Figura 56. Distribución de la riqueza total de especies en la Laguna del Mar Muerto.

Los resultados obtenidos resaltan la importancia ecológica de la Laguna del Mar Muerto en la región, ya que además de constituir una área de alimentación y desarrollo para el camarón en su etapa de postlarva y juvenil, recurso sobre el cual se centra la principal actividad pesquera de la región, también un gran número de especies de peces dependen de este ecosistema de forma cíclica u ocasional para completar sus ciclos biológicos. La importancia de estos ecosistemas lagunares en la dinámica ecológica de los ecosistemas adyacentes ya ha sido señalada por diversos autores, como lo menciona Yáñez-Arancibia (1986).

Especies Dominantes

De las 66 especies registradas algunas presentan amplia distribución en la laguna como consecuencia de su dominancia; entre estas especies se encuentran *Diapterus peruvianus*, *Lile stolifera*, *Anchoa mundeola*, *Anchoa lucida* y *Centropomus robalito*, *Anchovia macrolepidota*, *Atherinella guatemalensis*, *Poeciliopsis fasciata* y *Poecilia sphenops* (Fig. 57). Algunas se distribuyen preferentemente hacia la parte más interna de la laguna como es el caso de *A. guatemalensis*, *P. fasciata* y *P. sphenops*, y otras se distribuyen en toda la laguna y principalmente hacia el área de influencia marina, como son *D. peruvianus*, *L. stolifera*, *A. mundeola* y *A. lucida*.

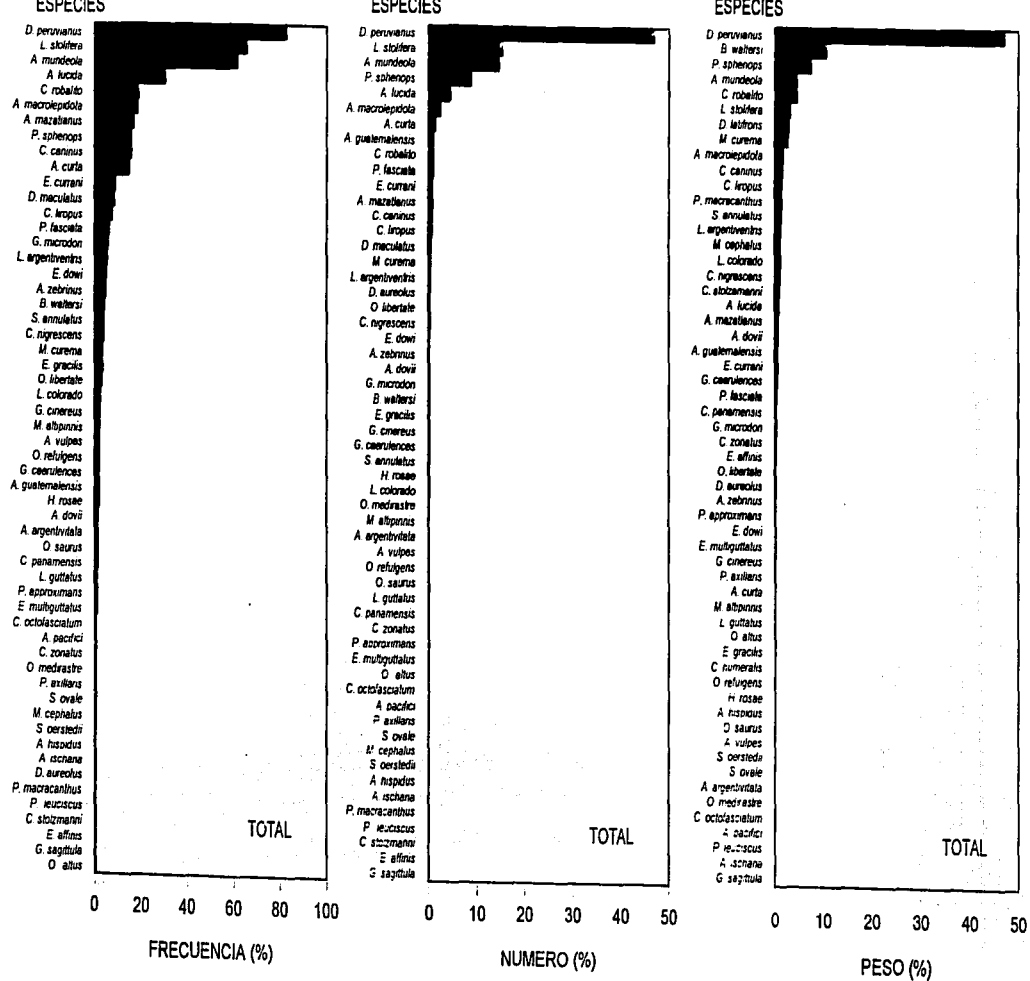


Figura 57. Frecuencia de aparición y abundancia numérica y en peso de las especies para el total de muestros realizados en la Laguna del Mar Muerto.

Algunas de las especies registradas son características de lagunas costeras, en particular en la Laguna del Mar Muerto, y las más conspicuas por su amplia distribución y abundancia son *L. stolifera*, *P. sphenops*, *P. fasciata*, *A. guatemalensis* y *H. unifasciatus* (Fig. 57).

El análisis de clasificación por el método de Ward para agrupar las especies por su presencia y ausencia en las estaciones y meses muestreados, también destaca al grupo dominante que incluye a las especies *D. peruvianus*, *L. stolifera*, *A. mundeola*, *A. lucida*, *A. macrolepidota*, *C. robalito*, *A. curta*, *A. mazatlanus*, *E. currani*, *C. liropus* y *C. caninus*, quienes se caracterizan por una amplia distribución en la laguna (Figs. 58, 59). El segundo grupo (dominante eurihalino), está constituido por *P. sphenops*, *P. fasciata* y *D. latifrons*, que se caracteriza por distribuirse preferiblemente hacia el área euriahalina. El tercer grupo está conformado por un gran número de especies no dominantes de baja distribución, que se localizan hacia los subsistemas marino y de transición. Finalmente el cuarto grupo está formado por especies poco frecuentes u ocasionales, que se presentan principalmente hacia el subsistema marino.

El grupo dominante está caracterizado por especies de amplia distribución, el cual puede ser subdividido en tres subgrupos (Fig. 58): 1) el primer subgrupo corresponde a las especies *D. peruvianus*, *L. stolifera* y *A. mundeola* que presentaron una frecuencia mayor al 90%; 2) el segundo subgrupo está formado por *A. lucida*, *A. macrolepidota*, *C. robalito* y *A. curta* con una frecuencia del 22 al

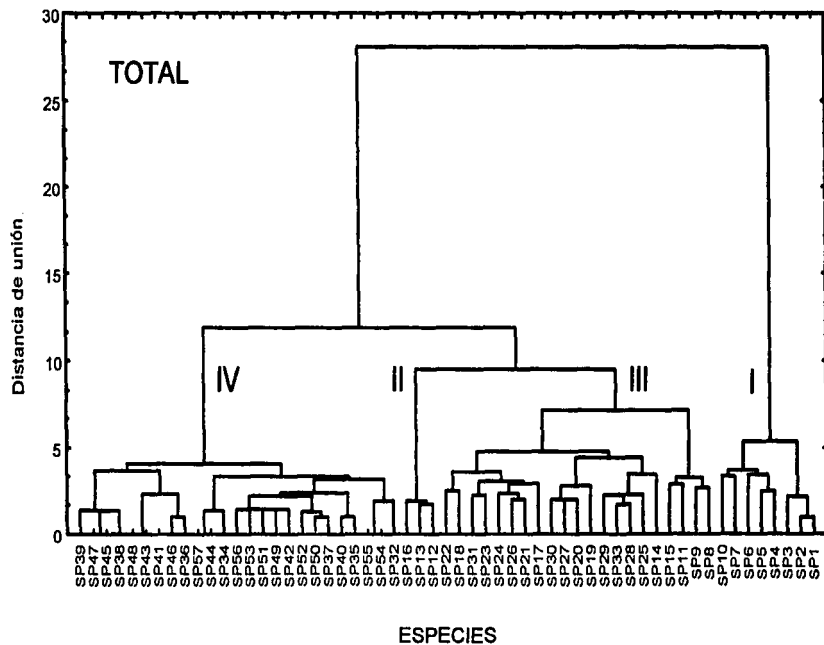


Figura 58. Análisis de clasificación de las especies de la Laguna del Mar Muerto por el método de Ward, considerando la presencia y ausencia de las especies para el total de meses muestreados.

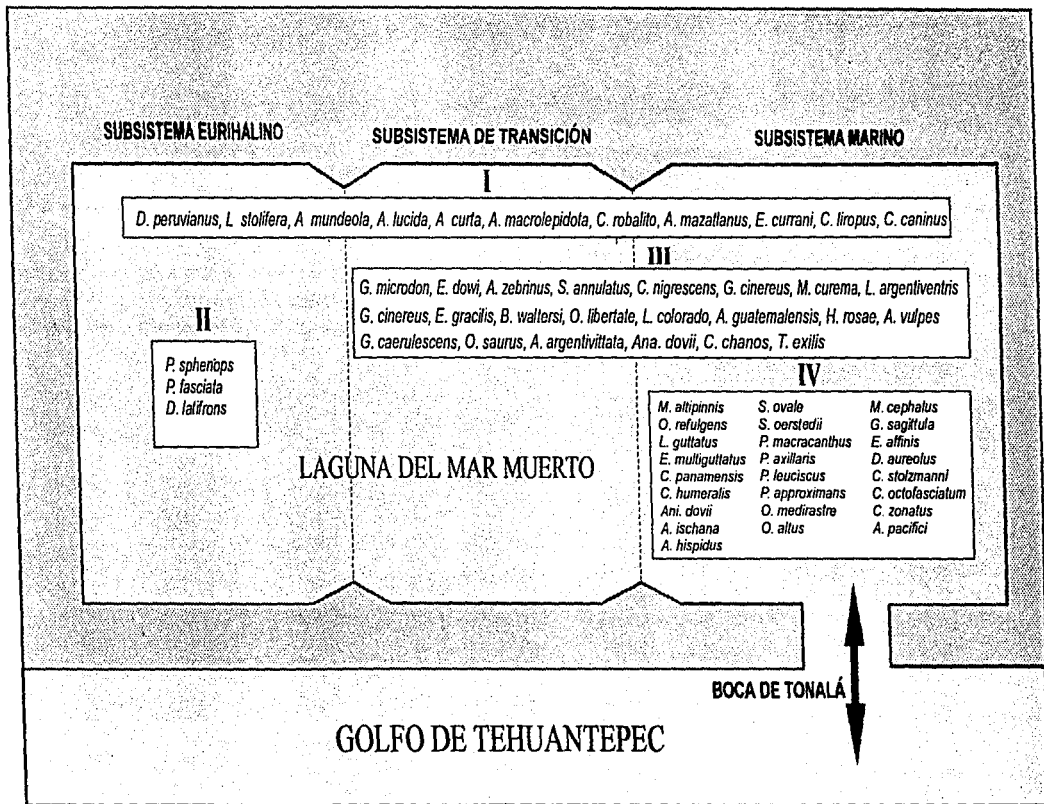


Figura 59. Modelo conceptual sobre la distribución de las especies que componen la comunidad de peces de la Laguna del Mar Muerto. El grupo I corresponde a la especies dominantes de amplia distribución; el grupo II corresponde a especies que se distribuyen preferentemente en el Subsistema Eurihalino; el grupo III se distribuye en los Subsistemas de Transición y Marino; y el grupo IV se distribuye principalmente hacia el Subsistema Marino.

31%, que se distribuyen en los tres subsistemas hidrodinámicos de la laguna; 3) el tercer subgrupo corresponde a *A. mazatlanus* y *E. currani*, cuya distribución se restringe hacia los subsistemas de transición y marino.

De las 66 especies registradas en la Laguna del Mar Muerto, 38 son comunes con las registradas en la plataforma continental, y 27 que no se encuentran en la plataforma se consideran como características de la laguna. De las especies residentes permanentes, *Poecilia sphenops*, *Poeciliopsis fasciata* y *Dormitator latifrons* tienen su distribución restringida al subsistema eurihalino, especies que por consiguiente soportan grandes cambios de salinidad durante el año. *Atherinella guatemalensis*, *Hyporhamphus rosae* y *Galeichthys caeruleus* tienden a distribuirse en el subsistema de transición, aunque también se encuentran ocasionalmente en el subsistema marino. *Lutjanus argentiventris* y *Centropomus nigrescens*, tienden a distribuirse en el subsistema marino.

Las especies de menor frecuencia en la laguna tienden a distribuirse en el subsistema marino lo que determina que esta área sea la de mayor riqueza específica, además de que estos componentes en su mayoría también se distribuyen en la plataforma continental, lo que indica que estos son visitantes cíclicos.

Se sabe que las especies que componen las comunidades de peces en ecosistemas costeros tropicales, presentan diversas estrategias biológicas y

ecológicas en el uso de los hábitats. Al respecto, hay especies de peces dulceacuícolas que ocasionalmente penetran aguas salobres, especies anádromas y catádromas en tránsito, especies típicas estuarinas que pasan toda su vida en el estuario y especies marinas que penetran ocasional o regularmente el estuario para alimentarse y desarrollarse (Yáñez-Arancibia, 1986). La diversidad de estrategias biológicas y ecológicas de las especies están estrechamente relacionadas al aprovechamiento óptimo de los recursos del ecosistema y se reflejan en los patrones de diversidad, distribución y abundancia de la comunidad. Esta situación es evidente en la Laguna del Mar Muerto, ya que a pesar de poseer hábitats muy dinámicos y contrastantes, en ellos se distribuyen diversas especies que no ocurren necesariamente en un mismo hábitat a un mismo tiempo, resultado de procesos evolutivos y adaptaciones de las especies, que determinan una distribución diferencial. La coexistencia de especies con hábitos biológicos y ecológicos similares, es posible cuando la producción del sistema u otro factor limitante lo permiten, pues de lo contrario, esta coexistencia se puede transformar en una competencia que puede resultar en una exclusión competitiva y la adaptación de las especies a condiciones diferentes con el efecto correspondiente en las poblaciones (reproducción, mortalidad, reclutamiento, crecimiento, etc.). En este sentido, en la Laguna del Mar Muerto hay especies que se distribuyen preferentemente en cada uno de los tres subsistemas, algunas se distribuyen en el subsistema de transición y en el subsistema marino, y algunas se distribuyen en toda la laguna, lo que indica una programación espacial de las especies, que por otro lado, ha permitido caracterizar las asociaciones que se

presentan en la laguna.

Como resultado de la distribución preferencial que presentan las 66 especies en la Laguna del Mar Muerto, se propone un modelo conceptual de interacciones entre las poblaciones de peces (Fig. 59).

La Laguna del Mar Muerto como sistema

En general los cambios estacionales en la Laguna del Mar Muerto, se manifiestan en cambios de sus parámetros abióticos, que corresponden con las dos épocas climáticas de la región. En la época de secas-vientos La Laguna del Mar Muerto tiene amplias variaciones de temperatura (21.5 a 38.5 °C); los valores bajos de temperatura corresponden al principio de la época de secas-vientos Tehuantepecanos, y los más altos al final de esta misma época. En la época de secas-vientos Tehuantepecanos (marzo-mayo), la temperatura es mayor en el subsistema eurihalino, y disminuye hacia el subsistema marino; en la época de lluvias, y durante la época de vientos Tehuantepecanos (noviembre-diciembre) la temperatura tiende a ser homogénea en toda la laguna. El comportamiento de la temperatura se puede atribuir a que en la época de lluvias la temperatura disminuye por la alta nubosidad que reduce la radiación solar; asimismo, en noviembre y diciembre hay un mínimo en la temperatura que responde al descenso térmico de la región y el efecto de los vientos Tehuantepecanos.

Las variaciones de salinidad son muy grandes (13 a 90 ups), con los valores más bajos en la época de lluvias y los más altos en la época de secas vientos-Tehuantepecanos. La salinidad promedio de la laguna generalmente excede la salinidad marina, lo que caracteriza a la laguna como hipersalina. Durante la época de secas-vientos Tehuantepecanos y en el principio de la época de lluvias, la laguna se comporta como un antiestuario; durante la época de lluvias, el patrón observado es inverso al de la época de secas, y esto se atribuye a los escurrimientos fluviales intensos, que se reflejan en la disminución de la salinidad. La transparencia promedio de la laguna es mayor durante la época de secas y menor durante la época de lluvias, lo que también refleja la importancia de los aportes fluviales.

De acuerdo a la salinidad, temperatura y transparencia, la Laguna del Mar Muerto se puede dividir en tres subsistemas hidrológicos. Uno comprende la parte más interna de la laguna con grandes variaciones de salinidad y temperatura durante el año, alta turbidez, somero (profundidad promedio 1m), con escasa vegetación costera, y grandes extensiones de algas verdiazules en la parte oeste. Otro está en contacto directo con el mar a través de la Boca de Tonalá, de mayor profundidad, con menor variación de salinidad y temperatura, y alta transparencia del agua; presenta abundante vegetación litoral, así como amplias praderas de pastos marinos y praderas de algas; tiene un delta interno resultado del flujo de marea que deposita sedimentos arenosos hacia el interior de la laguna, y las condiciones marinas prevalecen la mayor parte del año. La parte central de la

laguna representa una unidad de transición entre el subsistema eurihalino y el subsistema marino; cuando el gradiente salino es débil, este subsistema es muy evidente; cuando el gradiente salino es fuerte, conforma una unidad con la parte más interna de la laguna. Estas tres áreas de la laguna reciben el nombre de subsistema eurihalino, subsistema marino y subsistema de transición, respectivamente.

La ictiofauna tiene su mayor abundancia en la época de lluvias, lo cual es característico de ecosistemas costeros tropicales, sobresaliendo la parte nor-noreste del subsistema marino por su máxima abundancia. La diversidad de especies es mayor en la época de lluvias que en la época de secas. En la época de secas la diversidad es mayor principalmente en la parte nor-noreste del subsistema marino. Durante la época de lluvias la diversidad de especies más alta se presenta en el subsistema marino y disminuye hacia el subsistema eurihalino.

Por la forma en como se distribuye la ictiofauna, se presentan asociaciones de peces que corresponden con los subsistemas hidrológicos. En la época de secas se presenta un subsistema eurihalino, y otro constituido por los subsistemas de transición y marino, el cual es homogéneo en cuanto a la asociación de peces. En la época de lluvias tienden a formarse tres subsistemas que coinciden con los tres subsistemas hidrológicos.

La comunidad de peces se divide en cuatro grupos principales: un grupo dominante, constituido por *D. peruvianus*, *L. stolifera*, *A. mundeola*, *A. lucida*, *A. macrolepidota*, *C. robalito*, *A. curta*, *A. mazatlanus*, *E. currani*, *C. liropus* y *C. caninus*, caracterizado por una amplia distribución y alta abundancia en la laguna; un grupo subdominante se distribuye hacia el subsistema eurihalino y está constituido por *P. sphenops*, *P. fasciata* y *D. latifrons*; el tercer grupo está conformado por un gran número de especies no dominantes de limitada distribución, que se localizan hacia los subsistemas marino y de transición; el cuarto grupo que está constituido por especies poco frecuentes u ocasionales, ocurren principalmente en el subsistema marino.

Interacciones estuario-mar

A través del análisis de las especies registradas en la plataforma continental, se observa que algunas especies de la Laguna del Mar Muerto también se encuentran en el ambiente marino como consecuencia de la dependencia estuarina de esas especies. Entre estas especies sobresalen por su amplia distribución *D. peruvianus*, *A. mundeola*, *A. lucida*, *C. robalito* y *Mugil curema*.

Se han realizado diversos estudios donde se analizan las interacciones estuario-mar, donde es evidente el intercambio físico, químico y biológico entre estos sistemas a través de las bocas de conexión. A este intercambio las comunidades bióticas han adaptado sus estrategias biológicas y ecológicas para aprovechar los

procesos productivos que se derivan de esta interacción.

A lo largo de los resultados y análisis obtenidos en el presente estudio se ha observado que los valores de biomasa y densidad en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec tienden a ser mayores frente a los sistemas lagunares, los cuales aumentan previo y en el inicio de la época de lluvias. Este comportamiento es similar para la diversidad, ya que en estas mismas áreas la diversidad y la riqueza de especies es alta, lo que hace evidente la importancia de estos sistemas. Como se ha observado en otros ecosistemas costeros tropicales (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1978; Yáñez-Arancibia, 1986), lo anterior probablemente indica una agregación de un gran número de especies frente a sistemas estuarinos para aprovechar la máxima producción que se presenta en este periodo y que hace posible la coexistencia de un gran número de especies, así como una mayor probabilidad de que la reproducción de las especies sea exitosa, para garantizar su persistencia en el ecosistema.

Al respecto, se han desarrollado un gran número de investigaciones, donde se han analizado las estrategias biológicas y ecológicas en comunidades de peces demersales, así como su distribución espacio-temporal que permite la coexistencia de diversas especies, con estrategias que atenúan la competencia, como son la separación de áreas y/o periodos de alimentación, reproducción y reclutamiento (Yáñez-Arancibia, 1986; Yáñez-Arancibia *et al.* 1985a, 1985b; Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988). De acuerdo a las estrategias biológicas y

ecológicas de las especies de peces demersales en la plataforma continental del sur del Golfo de México, Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1988), reconocen tres grupos: 1) especies dependientes estuarinas, 2) especies asociadas a procesos estuarinos, y 3) especies típicas marinas. En el Golfo de Tehuantepec, hay especies que se adaptan a las características de los tres grupos mencionados. Entre las especies dependientes estuarinas se encuentran las especies de la familia Gerreidae (Ayala Pérez, 1992), *Caranx caninus*, *Oligoplites saurus*, *O. mundus*, *O. altus* y *Selene oerstedii* (Fernández Galicia, 1992), *Pomadasys axillaris* y *P. leuciscus* (Guzmán Salazar, 1993), *Micropogonias altipinnis* (Macuitt Montes, 1995). Entre las especies asociadas a procesos estuarinos se encuentran *Bothus constellatus* (Cerdenares Ladrón de Guevara, 1992), *Peprilus snyderi* y *P. medius* (Fernández Galicia, 1992), *Pomadasys nitidus* y *P. elongatus* (Guzmán Salazar, 1993).

Durante el final de la época de secas y principio de la época de lluvias, estos tres grupos de especies tienden a confluir en o cerca de sistemas estuarinos para actividades de reproducción y/o maduración.

En el Golfo de Tehuantepec lo anterior se pone de manifiesto, ya que del total de las especies registradas, 36 son comunes con la Laguna del Mar Muerto (índice de Jaccard = 0.18). Las especies comunes entre la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec y la Laguna del Mar Muerto, son el 54.5% de las especies registradas en la laguna y el 21.2% de las especies registradas en la plataforma,

lo que representa un alto porcentaje si se considera que excede más de la mitad de las especies que se encuentran en la laguna. Ciertamente estas especies comunes no están presentes todo el año en la laguna, ya que su presencia va a estar asociada a la dinámica ecológica del sistema al que han adaptado sus estrategias. Sobre esta variación, el mayor número de especies comunes se presentó en el periodo comprendido de marzo a julio, que corresponde al final de la época de secas y principio de la época de lluvias, periodo en el que se ha mencionado una alta producción primaria y secundaria, y que determina la posibilidad de coexistencia de un mayor número de especies con diversas estrategias biológicas. Esto se refleja en altos valores de diversidad y abundancia frente a sistemas lagunares, y principalmente como resultado de especies que son dependientes estuarinas o asociadas a los procesos estuarinos que se manifiestan en la plataforma. La producción de los sistemas costeros no solo es importante para éstas especies, sino también para las especies típicas marinas, ya que estas también tienden a concentrarse frente a sistemas lagunares estuarinos (aunque a mayor profundidad) para aprovechar los procesos ecológicos que se presentan en el periodo mencionado.

Como se ha mencionado la gran importancia que presentan los sistemas lagunares en la plataforma continental adyacente por la materia orgánica y nutrientes que exportan, determina un aumento en la producción primaria y secundaria, que explica la mayor abundancia de la comunidad frente a estos sistemas costeros (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988). Asimismo, son

importantes como áreas de crianza para un gran número de especies, como se puede corroborar con las especies que Castro Aguirre (1982) informa para las Lagunas Oriental y Occidental, que se localizan entre la Laguna Inferior y la Laguna del Mar Muerto, donde 24 especies son comunes con la plataforma. Por otro lado, de las especies de la Laguna del Mar Muerto registradas por (Álvarez del Villar y Díaz Pardo, 1973) y las registradas en este trabajo, 38 especies son comunes con la plataforma continental. Los procesos físicos, químicos, biológicos y por lo tanto ecológicos en las zonas de interacción estuario-mar puede explicar el hecho de una mayor abundancia de la comunidad frente a la Laguna del Mar Muerto y la Laguna Inferior.

Las interacciones estuario-mar observadas no son exclusivas de la Laguna del Mar Muerto, ya que en la plataforma continental se observaron valores altos de diversidad y abundancia frente a las Lagunas Superior-Inferior, la Joya-Buenavista y Carreta-Pereyra, en las cuales es importante realizar este tipo de estudios para evaluar su importancia en la producción total de la plataforma continental.

CONCLUSIONES

Plataforma Continental

1. Se establecen dos subsistemas ecológicos en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec denominados Subsistema Oaxaqueño y Subsistema Chiapaneco, determinados principalmente por el periodo de surgencias y los aportes epicontinentales.
2. La ictiofauna demersal del Golfo de Tehuantepec está constituida por más de 170 especies, 101 géneros y 51 familias.
3. La mayor abundancia y diversidad de la ictiofauna se presenta al inicio de la época de lluvias y la menor al inicio de la época de secas-vientos Tehuantepecanos. La mayor diversidad se distribuye en aguas someras y principalmente frente a sistemas lagunares-estuarinos (subsistema Chiapaneco).
4. *S. latifrons*, *O. chalceus/reddingi*, *N. entemedor*, *E. gracilis*, *S. ovale*, *S. peruviana*, *C. orqueta*, *P. axillaris*, *D. peruvianus*, *C. querna*, *P. nitidus*, *B. constellatus* y *P. approximans*. *S. latifrons*, *E. gracilis*, *B. constellatus*, *O. chalceus/reddingi*, *S. ovale*, *Urotrygon* sp., *S. peruviana*, *C. orqueta*, *P. axillaris*, *P. nitidus* y *D. peruvianus*, son dominantes en la ictiofauna.

Laguna del Mar Muerto

1. La Laguna del Mar Muerto se divide en tres subsistemas ecológicos denominados Subsistema eurihalino, Subsistema marino y Subsistema de transición.
2. Durante la época de secas-vientos Tehuantepecanos y en el principio de la época de lluvias, la laguna se comporta como un antiestuario; durante la época de lluvias, el patrón observado es inverso al de la época de secas.
3. La ictiofauna de la Laguna del Mar Muerto esta constituida por 66 especies, 44 géneros y 29 familias.
4. La mayor diversidad y abundancia de la ictiofauna se presenta en la época de lluvias; la parte nor-noreste del subsistema marino sobresale por su mayor abundancia y diversidad.
5. La ictiofauna se divide en cuatro grupos principales: un grupo dominante, constituido por *D. peruvianus*, *L. stolifera*, *A. mundeola*, *A. lucida*, *A. macrolepidota*, *C. robalito*, *A. curta*, *A. mazatlanus*, *E. currani*, *C. liropus* y *C. caninus*, caracterizado por una amplia distribución y alta abundancia en la laguna; un grupo subdominante se distribuye hacia el subsistema eurihalino y

está constituido por *P. sphenops*, *P. fasciata* y *D. latifrons*; el tercer grupo está conformado por un gran número de especies no dominantes de limitada distribución, que se localizan hacia los subsistemas marino y de transición; el cuarto grupo que está constituido por especies poco frecuentes u ocasionales, ocurren principalmente en el subsistema marino.

Interacciones estuario-mar

1. De las 66 especies registradas en la Laguna del Mar Muerto, 36 son comunes con las registradas en la plataforma continental. Al respecto, estas especies constituyen el 54.5% de las especies registradas en la laguna y el 21.2% de las especies registradas en la plataforma.
2. La mayor abundancia y diversidad en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec se presenta frente a sistemas lagunares-estuarinos y se relaciona a periodos de mayor producción durante la época de lluvias.
3. La producción de los sistemas costeros además de ser importante para las especies costeras, también es importante para las especies típicas marinas, ya que estas también tienden a concentrarse a mayor profundidad frente a sistemas lagunares estuarinos aprovechando los procesos ecológicos que se presentan. La mayor diversidad y abundancia en zonas de influencia estuarina, revela la dependencia biológica y ecológica de la comunidad sobre los

procesos estuarinos, por constituir importantes áreas de alimentación, protección, y reproducción para un gran número de especies marinas, especies asociadas con procesos estuarinos y especies dependientes estuarinas.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa el apoyo institucional y económico para la realización del presente estudio. El trabajo forma parte de los proyectos de investigación "Oceanografía del Golfo de Tehuantepec" (UAM-I/SEP C89-01-025), "Composición, distribución y abundancia de las comunidades de peces demersales en las costas de Oaxaca y Chiapas" (UAM-I/CONACYT P2220CCOR892177), "Distribución y abundancia de las comunidades de peces de la Laguna del Mar Muerto, Oaxaca y Chiapas" (UAM-I/CBS, 1995), "Diversidad, dinámica y patrones reproductivos de la comunidad de peces demersales del Golfo de Tehuantepec" (UAM-I/CONABIO No. FB151-B094-94), y "Relaciones ecológicas entre las comunidades de peces de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec y la Laguna del Mar Muerto, en el sur del Pacífico mexicano" (UAM-I/CBS, 1997).

Un especial agradecimiento al Dr. Adolfo Gracia Gasca por su dirección y asesoramiento en la presente tesis. A los Doctores Virgilio Arenas Fuentes, Felipe Vázquez Gutiérrez, Arturo Carranza Edwards, Ingvar Emilsson, Adolfo Molina Cruz y Cesar Flores Coto, por la cuidadosa revisión del texto, sus comentarios y sugerencias.

Un agradecimiento al grupo de trabajo que apoyó en las actividades de campo y laboratorio, con profesionalismo y dedicación, en especial a José Alejandro Gamboa Contreras, Camerina Macuitl Montes, Genoveva Cerdenares Ladrón de Guevara, María de la Cruz García Abad, Gabriela Ayala Pérez, Gabriela González Medina, Hugo Martínez Paz, Claudia Suárez Núñez, Susana Fernández Galicia, Enrique Ayala Duval, María del Carmen Maldonado Monroy, Melesio Balderas Palacios, Rosario Miranda Reyes y Enrique Guzmán Salazar.

Las campañas oceanográficas en el B/O El Puma fueron financiadas por la Universidad Nacional Autónoma de México, Petróleos Mexicanos y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Esto fue posible gracias a los Doctores Felipe Vázquez Gutiérrez y Arturo Carranza Edwards, y al Instituto Mexicano del Petróleo. Se agradece al Sr. Rogelio Gómez López su apoyo para el desarrollo de la campaña UAM/PEC-1 en el B/M Don Nachito. Las actividades de campo en la Laguna del Mar Muerto fueron apoyadas por la cooperativa pesquera "Progresistas del Mar", La Gloria, Chiapas; al respecto un agradecimiento especial a los señores Apolinar López Lorenzana, Armando Torres, José Luis Ramírez y Alberto Marroquí.

REFERENCIAS

- ACAL, D.E. y A. ARIAS, 1990. Evaluación de los recursos demerso-pelágicos vulnerables a redes de arrastre de fondo en el sur del Pacífico de México. *Ciencias Marinas*, 16(3): 93-129.
- ÁLVAREZ DEL VILLAR y J. DÍAZ PARDO, 1973. Estudio bioecológico del Mar Muerto, Chiapas. Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. 85 p.
- ÁLVAREZ-RUBIO, M., AMEZCUA-LINARES, F. y A. YAÑEZ-ARANCIBIA, 1986. Ecología y estructura de las comunidades de peces en el sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, Nayarit, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 13(1): 185-242
- ÁLVAREZ, L.G., R. DURAZO y J. PÉREZ, 1983. Estudio de circulación superficial frente a Salina Cruz, Oaxaca, en octubre de 1982. Informe final para el IMP. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C. 43p.
- ÁLVAREZ, L.G., A. BADÁN-DANGÓN y A. VALLE, 1989. On coastal currents off Tehuantepec. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 29: 89-96.
- AMEZCUA-LINARES, F., 1977. Generalidades ictiológicas del sistema lagunar costero de Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 4(1): 1-26
- AMEZCUA-LINARES, F., 1985. Recursos potenciales de peces capturados con redes camarонерas en la costa del Pacífico de México, Cap. 2: 39-94. In: Yáñez-Arancibia A. (Ed.) *Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón*. Progr. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. Pesca, UNAM, México D.F. 748 p.
- AMEZCUA-LINARES, F., 1990. Los peces demersales de la plataforma continental del Pacífico central de México. Tesis de Doctorado en Ciencias del Mar, Universidad Nacional Autónoma de México, 263 p.
- AVENDAÑO, S. S., 1978. Estudio granulométrico de sedimentos de la porción oeste del Golfo de Tehuantepec. Tesis Profesional, ESIA-IPN., 42 p.
- AYALA PÉREZ, G. 1992. Composición, distribución, abundancia y reproducción de la Familia Gerreidae en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec. Servicio Social, Licenciatura en Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.
- AYALA-DUVAL, E., M. del C. MALDONADO-MONROY, J.A. BECERRIL-MARTÍNEZ, X.M. AYALA-FERNÁNDEZ, V. BARRIOS-OROZCO, D.T. GARCÍA-TAMAYO y C. JUÁREZ-ORTIZ, 1996. Spatial and temporal distribution of zooplankton biomass in the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Pacific Science*, 50(4): 415-426.

- BALDERAS PALACIOS, M. 1990. Importancia de las mojarras en las capturas demersales del Golfo de Tehuantepec. Servicio Social, ENEP-Zaragoza, UNAM.
- BIANCHI, G., 1991. Demersal assemblages of the continental shelf and slope edge between the Gulf of Tehuantepec (Mexico) and the Gulf of Papagayo (Costa Rica). *Mar. Ecol. Ser.* 73: 121-140.
- BLACKBURN, M., 1962. An oceanographic study of the Gulf of Tehuantepec. U.S. Fish and Wild Life Service, U.S.A.
- BLACKBURN, M., 1963. Distribution and abundance of tuna related to wind and ocean conditions in the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *FAO Fish. Rep.*, 3(6): 1557-1582.
- BOESH, D.F. y R.E. TURNER, 1984. Dependence of fishery species on salt marshes: the role of food and refuge. *Estuaries* 7: 460-468.
- BRIGGS, J.C. 1974. Marine zoogeography. McGraw Hill, Book Company, USA.
- BROWER, J.E. y J.H. ZAR, 1977. Field and laboratory methods for general ecology. Brown Company Publishers, USA, 194p.
- CARRANZA-EDWARDS, A., 1986. Estudio sedimentológico regional de las playas del estado de Chiapas, México. *An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol, UNAM*, 13(1): 331-344.
- CARRANZA- EDWARDS, A., 1980. Ambientes sedimentarios recientes de la llanura costera sur del Istmo de Tehuantepec. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 7(2): 13-65.
- CARRANZA-EDWARDS, A., L. ROSALES-HOZ y R. LOZANO-SANTACRUZ, 1988. Estudio sedimentológico de las playas del estado de Oaxaca, México. *An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol., UNAM*, 15(2): 23-38.
- CARRANZA-EDWARDS, A., L. ROSALES HOZ, E. RUÍZ RAMÍREZ y S. SANTIAGO PÉREZ, 1989. Investigations of phosphorite deposits in the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Marine Mining*, 8: 317-323.
- CASTRO, J.I., 1983. The sharks of North American waters. Texas A y M University Press.
- CASTRO-AGUIRRE, J.L., 1982. Los peces de las Lagunas Oriental y Occidental, Oaxaca, México y sus relaciones con la temperatura y salinidad. II Análisis Multifactorial. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México*, 26: 85-100.
- CASTRO-AGUIRRE, J.L., PARRA-ALCOCER, M.J. y F. DE LACHICA-BONILLA, 1977. Los peces de las Lagunas Oriental y Occidental, Oaxaca, y sus relaciones con la temperatura y salinidad. *Memorias del V Congreso Nacional de Oceanografía, Guaymas, Sonora, México*: 148-161.

- CERDENARES LADRÓN DE GUEVARA, G. 1992. Reproducción, distribución y abundancia de *Bothus constellatus* (Pisces: Bothidae) en las comunidades demersales del Golfo de Tehuantepec. Servicio Social, Licenciatura en Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.
- CERVANTES-CASTRO, D., 1969. Estabilidad del acceso a la Laguna del Mar Muerto, Chiapas, México. In: Ayala-Castañares, A. y F.B. Phleger (Eds.) *Lagunas Costeras un Simposio. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO, Nov. 28-30, 1967, México, D.F.: 367-376.*
- COMPAGNO, L.J.V., 1984. FAO Species catalogue. Sharks of the world, an annotated and illustrated catalogue of sharks species know date. Part. 2: Carcharhiniformes. FAO Fisheries Synopsis, 4(125): 251-655.
- CUTZ, E.N., 1977. Comportamiento sedimentológico y orgánico de sedimentos en la parte sureste del Golfo de Tehuantepec. Tesis Profesional, ESIA-IPN.
- CHÁVEZ, E.A., 1976. A study on the communities of two coastal lagoons of south western Mexico. Joint Oceanographic Assembly, Edinburg, Scotland: 1-17.
- CHÁVEZ, E.A., 1979a. Análisis de la comunidad de una laguna costera en la costa sur occidental de México. An. Centro. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 6(2): 15-44.
- CHÁVEZ, E.A., 1979b. Diagnósis de la pesquería del camarón del Golfo de Tehuantepec, Pacífico Sur de México. An. Centro de Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 6(2): 7-14.
- CHÁVEZ, H. y J. ARVIZU, 1972. Estudio de los recursos pesqueros demersales del Golfo de California, 1968-1969. III. Fauna de acompañamiento del camarón (peces finos y "basura"). In: Carranza, J. (Ed.) Mem. IV Cong. Nac. Ocean. (México), Nov. 17-19, 1969: 361-378.
- DARNELL, R.M. y T.M. SONIAT, 1979. The estuary continental shelf as an interactive system, p. 487-526- In: R.J. Livingston (Ed.) *Ecological processes in coastal marine system. Marine Science 10, Plenum Press, New York, 548 p.*
- DARNELL, R.M. y J.A. KLEYPAS, 1987. A study of the distribution of demersal fishes and penaeid shrimp of soft bottoms of the continental shelf from the Mississippi river delta to the Florida Keys. OCS STUDY MMS 86-0041.
- DARNELL, R.M., R.E. DEFENBAUGH y D. MOORE, 1983. Northwestern Gulf shelf bio-atlas; a study of the distribution of demersal fishes and penaeid shrimp of soft bottoms of the continental shelf from the Rio Grande to the Mississippi river delta. Open File Report No. 82-04. Metaire, LA: Minerals Magament Service, Gulf of Mexico OCS Regional Office; 438.

- DEEGAN, L.A., W.B. JOHNSON, J.G. GOSSELINK, J.W. DAY, Jr., A. YÁÑEZ-ARANCIBIA, G. WOODSUM y M. DUEVER, 1983. Estuarine primary production in the Gulf of Mexico: a complex response to physiographic climatic and marine processes. *Estuaries*, 6(3): 284-285.
- DEEGAN, L.A., J.W. DAY, Jr., J.G. GOSSELINK, A. YÁÑEZ-ARANCIBIA, G. SOBERÓN CHÁVEZ y P. SÁNCHEZ-GIL, 1986. Relationships among physical characteristics, vegetation distribution and fisheries yield in Gulf of Mexico estuaries, p. 83-100. In: Wolfe, D.A. (Ed.) *Estuarine variability*. Academic Press Inc., New York, 510p.
- ESPIÑOZA-PÉREZ, H., P.FUENTES MATA, M. TERESA GASPARDILLANES y V. ARENAS FUENTES, 1993. Notes on Mexican ichthyofauna, 229-252. In: Ramamoorthy, T.P., A. Lot y J. Fa (Eds.). *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, New York, 812 p.
- FERNÁNDEZ GALICIA, S. 1992. Composición, distribución y abundancia de las familias Carangidae y Stromateidae en las comunidades de peces demersales del Golfo de Tehuantepec, con algunos aspectos biológicos de las especies dominantes. Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Zaragoza, UNAM. 115 p.
- FISHER, A.L., 1961. Middle America Trench: topography and structure. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 72: 703-720.
- GARCÍA, E., 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Talleres Larios, S.A. México. 252p.
- GAUCH, H.G., 1989. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press.
- GRACIA, A., 1989. Relationship between environmental factors and white shrimp abundance in the southwestern Gulf of Mexico. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 16:171-182.
- GREENWOOD, P.H., D.E. ROSEN, S.H. WEITZMAN y G.S. MYERS, 1966. Phyletic studies of teleost fishes, with a provisional classification of the living forms. *Bulletin of American Museum of Natural History* 131(4): 341-455.
- GUILBERT LÓPEZ, E.A., 1996. Análisis sedimentológico y su correlación faunística de la Laguna de Mar Muerto, Oaxaca, México. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, 75p.
- GUZMÁN SALAZAR E., 1993. Composición, distribución y abundancia del género Pomadasys (Pisces: Haemulidae), en las comunidades de peces demersales del Golfo de Tehuantepec, con énfasis en aspectos reproductivos. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 103 p.
- HAINES, E.B., 1979. Interactions between Georgia salt marshes and coastal waters: a changing paradigm, p. 35-46. In: R.J. Livingston (Ed.) *Ecological processes in coastal and marine systems*. Plenum Press, New York and London, 548 p.

- HENDRICKX, M.E., 1985. Diversidad de los macroinvertebrados bentónicos acompañantes del camarón en el área del Golfo de California y su importancia como recurso potencial, Cap. 3: 95-148. In: Yáñez-Arancibia A. (Ed.) Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón. Progr. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. Pesca, UNAM, México D.F. 748 p.
- HENDRICKX, M.E., A.M. Van der HEIDEN y A. TOLEDANO GRANADOS, 1984. Resultados de las campañas SIPCO (sur de Sinaloa, México) a bordo del B/O "El Puma". III. Hidrología y composición de las capturas efectuadas en los arrastres. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 11(1): 107-122.
- HURD, W.E., 1929. Northerners of the Gulf of Tehuantepec. Monthly Waether Rev., 57, a929: 192-194.
- ANÓNIMO, 1988. Informe final "Prospecciones de los recursos pesqueros de la plataforma pacífica entre el sur de México y Colombia, 1987". Institute of Marine Research, Bergen, 96p.
- JORDAN, D.S. y B.W. EVERMANN, 1896-1900. The fishes of north and middle America. Bulletin of the U.S. Naturalist Museum, 47(1-4):1-3313.
- JORDÁN D.E., R. de LA TORRE, A. VÁZQUEZ y H. SANTOYO, 1973. Informe final sobre el estudio de reconocimiento de producción primaria en la Laguna del Mar Muerto en los estados de Oaxaca y Chiapas, Méx. Instituto de Biología, Departamento de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, 35p.
- LAVÍN, M.F., J.M. ROBLES, M.L. ARGOTE, E.D. BARTON, R. SMITH, J. BROWN, M. KOSRO, A. TRASVIÑA, H.S. VELEZ y J. GARCÍA, 1992. Física del Golfo de Tehuantepec. Ciencia y Desarrollo, 18(103): 97-107.
- LEGECKIS, R., 1978. A Survey of Worldwide Sea Surface Temperature Fronts Detected by Environmental Satellites. Journal of Geophysical Research. V. 83, No. C9, p. 4501-4522.
- LUDWING, J.A. y J.F. REYNOLDS, 1988. Statistical ecology: a primer on methods and computing. John Wiley and Sons.
- MACUITL MONTES M.C., 1995. Composición, distribución y abundancia de la familia Sciaenidae en las comunidades de peces demersales del Golfo de Tehuantepec, con énfasis en aspectos reproductivos de las especies dominantes. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. 96 p.
- MAGURRAN, A.E., 1988. Ecological diversity and it's measurement. John Wiley and Sons.
- McCREARY, J.P., H. S. LEE y D.B. ENFIELD, 1989. The response of the coastal ocean to strong offshore winds: with application to circulation in the Gulf of Tehuantepec and Papagayo. J. Mar. Res., 47: 81-109.

- MEEK, S.E. y S.F. HILDEBRAND, 1923-1928. The marine fishes of Panama. Field Publications of the Museum of Natural History, Zoological Series, **15(1-4):1-1045**.
- MILLER, G.C. y W.J. RICHARDS, 1991. Nomenclatural changes in the genus *Pronotus* (Pisces: Triglidae). *Bulletin of Marine Science*, **48(3): 757-762**.
- MINCHACA SAN JUAN F., 1995. Variación nictemeral de las comunidades de peces del Balneario de Santa Brígida de la Laguna del Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas. Licenciatura en Ecología, Universidad del Valle de México. 86 p
- MIYAKE, T. y J.D. Mc ECHRAN, 1988. Three new species of the stingray genus *Urotrygon* (Myliobatiformes: Urolophidae) from the Eastern Pacific. *Bulletin of Marine Science*, **42(3): 366-375**.
- MOLINA-CRUZ y M. MARTÍNEZ LÓPEZ, 1994. Oceanography of the Gulf of Tehuantepec, Mexico, indicated by Radiolaria remains. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **110: 179-195**.
- MONTOYA, A..I. y S.J.A. VEGA, 1989. Estudio de sedimentos de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec, México. Tesis Profesional, Facultad de Ingeniería, UNAM. 68 p.
- MOORE, D., H.A. BRUSHER y L. TRENT, 1970. Relative abundance, seasonal distribution and species composition of demersal fishes off Louisiana and Texas, 1962-1963. *Contr. Mar. Sci.* **15:45-70**.
- MORALES de la GARZA, E.A., 1990. Estudio de sedimentos fosfatados en el Golfo de Tehuantepec, México. Tesis de Maestría, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, 113p.
- MORALES de la GARZA, E.A. y A. CARRANZA-EDWARDS, 1995. Sedimentos fosfatados en el Golfo de Tehuantepec. *Hidrobiológica*, **5(1-2): 25-36**.
- MOULIN, J., 1979. Estudio de la Productividad Primaria del Golfo de Tehuantepec, México. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM., 31 p.
- NELSON, J.S., 1984. *Fishes of the world*. John Wiley y Sons, Inc. New York.
- NIKOLSKY, G.V., 1978. *The ecology of fishes*. T.F.H. Publications, Inc. Ltd. USA. 352 p.
- OCAMPO R. E. e I. EMILSSON, 1974. Investigaciones sobre el tipo hidrológico de las lagunas litorales la Joya-Buenavista . *An. Inst. Geofísica, UNAM*, **20: 21-36**.
- OWEN, R.W. y B. ZEITZSCHEL, 1970. Phytoplankton production. Seasonal change in the oceanic eastern tropical Pacific. *Mar. Biol.*, **7: 32-36**.

- PEDRAZZINI, C., N. HOLGUÍN, y R. MORENO, 1982. Evaluación geológico-geoquímica de la parte Noroccidental del Golfo de Tehuantepec. *Rev. del Inst. Mex. del Petróleo*. 14(4): 6-26
- PÉREZ MELLADO, J., 1980. Análisis de la fauna de acompañamiento del camarón capturado en las costas de Sonora y Sinaloa, México. Guaymas, México, ITSM. 98p.(Tesis de Maestría).
- PÉREZ MELLADO, J., J.M. ROMERO, R.H. YOUNG y L.T. FINDLEY, 1983. Rendimientos y composición de la fauna acompañante del Golfo de California, p. 61-63. In: Pesca acompañante del camarón-un regalo del mar. Informe de consulta técnica sobre la utilización de la pesca acompañante del camarón celebrada en Georgetown, Guyana, 27-30 octubre 1981. Ottawa, Ont., 1983. 175 p.
- PÉREZ MELLADO, J. y L.T. FINDLEY, 1985. Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón comercial capturado en las costas de Sonora y norte de Sinaloa, Cap. 5: 201-253. In: Yáñez-Arancibia A. (Ed.) Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón. Progr. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. Pesca, UNAM, México D.F. 748 p.
- PÉREZ-CRUZ L.L. y C.M.L. MACHAÍN, 1990. Benthic foraminifera of the oxygen minimum zone, continental shelf of the Gulf of Tehuantepec, México. *J. Foraminifera Res.*, 20(4): 314-315.
- PIANKA, E.R., 1982. *Ecología evolutiva*. Ediciones Omega S.A., Barcelona. 365 p.
- PIELOU, E.C., 1984. *The interpretation of ecological data. A primer on classification and ordenation*. John Wiley y Sons.
- RAMÍREZ HERNÁNDEZ, E. y J. PÁEZ, 1965. Investigaciones ictiológicas en las costas de Guerrero.I. *An. Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq. México*, 1: 327-358.
- RAMÍREZ HERNÁNDEZ, E., G. CARRILLO y D. LLUCH, 1964. Investigaciones ictiológicas de las costas de Chiapas. Lista de peces colectados en las capturas camaroneras (agosto-septiembre 1959, abril-mayo-junio 1960). Secretaría de Industria y Comercio, Dir. Gral. Pes. Ind. Conn. México, Publ. Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq., 5: 1-17.
- RAMÍREZ HERNÁNDEZ, E., N. VÁZQUEZ, R. VÁZQUEZ y C. GUERRA, 1965. Investigaciones ictiológicas en las costas de Sinaloa. Lista de peces colectados en las capturas camaroneras (agosto 1961, abril-octubre 1962, mayo-septiembre 1963). Secretaría de Industria y Comercio. Dir. Gral. Pes. Ind. Conn. México, Publ. Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq., 12: 1-36.
- ROBLES JARERO, E.G. y J.R. LARA-LARA, 1993. Phytoplankton biomass and primary productivity by size classes in the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Journal of Plankton Research*, 12 : 1341-1358.

- RODEN, G.I., 1961. Sobre la circulación producida por el viento en el Golfo de Tehuantepec y sus efectos sobre las temperaturas superficiales. *Geoffs. Inter.* (3): 55-72.
- ROGERS, B.D. y W.H. HERKE, 1985. Estuarine-dependent fish and crustaceans movements and their management. In: C.F. Beyand, P.J. Zurank y R.H. Chabreck (Eds.) *Fourth Coastal Marsh and Estuary Management Symposium*. 201-219 p. Baton Rouge LA: Louisiana State University Press.
- ROSALES, F.J., 1976. Contribución al conocimiento de la fauna de acompañamiento del camarón en alta mar, frente a la costa de Sinaloa, México. In: Instituto Nacional de Pesca, *Memorias de la Reunión sobre los Recursos de la Pesca Costera de México*. México, D.F., Instituto Nacional de Pesca: 25-80.
- SALVADOR-LÓPEZ, G., 1993. Estudio del sistema del dióxido de carbono en el Golfo de Tehuantepec, durante la época de lluvias (1990-1). Tesis en Biología, Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Zaragoza, UNAM. 44p.
- SÁNCHEZ-BARREDA, L. A., 1981. Geologic evolution of the continental margin of the Gulf of Tehuantepec in Southeastern México. Ph. D. Dissertation, Univ. of Texas at Austin, 191 p.
- SANTOYO, H. y M. SIGNORET, 1979. Fitoplancton de la Laguna del Mar Muerto en el sur del Pacífico México. *An. Centro. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM*, 6(2): 71-80.
- SCHULTZ, L.P., 1945. The latherjackets, Carangid fishes of the genus *Oligoplites* Gill, inhabiting american waters. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 35(10):330-336.
- ANÓNIMO, 1980. Estudio oceanográfico del Golfo de Tehuantepec. Tomos I-III (Biología; Física y Química; Geología). Secretaría de Marina, Dirección General Oceanografía, Talleres de la Nación, México.
- ANÓNIMO, 1978-1994. Anuarios estadísticos de pesca. Secretaría de Pesca, México.
- SHANON, C.E. y W. WEAVER, 1963. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press. Urbana, 117p.
- SOBERÓN-CHAVEZ, G. 1985. Mecanismos de producción natural de las poblaciones de peces demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México. *Variables de interacción ecológica*. Tesis de Maestría en Ciencias del Mar, Colegio de Ciencias y Humanidades, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México, 200p.
- SOBERÓN-CHAVEZ, G. y A. YÁÑEZ-ARANCIBIA, 1984. Control ecológico de los peces demersales: variabilidad ambiental de la zona costera y su influencia en la producción natural de los recursos pesqueros, 399-486 p. In: Yáñez-Arancibia A. (Ed.) *Recursos pesqueros potenciales de México: la pesca acompañante del camarón*. Progr, Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de

Pesca, UNAM, México D.F., 748 p.

- STONE, J.H., 1976. Environmental factors related to Louisiana menhaden harvest. Louisiana State University, Center for Wetland Resources. Baton Rouge, La. Final Rept. U.S. Dept. Comm., NOAA. Nat. Mar. Fish. Serv., St. Petersburg, Fla.
- STONE, J.H., J.W. DAY, Jr., L.M. BAHR, Jr. y R.A. MULLER, 1978. The impact of possible climatic changes on estuarine ecosystems, p. 305-322. In: M.L. Wiley (Ed.) Estuarine interactions. Academic Press, Inc. New. York, 604p.
- STUMPF, H.G., 1975. Satellite detection of upwelling in the Gulf of Tehuantepec, México. J. Phys. Oceanogr., (5): 383-388.
- STUMPF, H.G. y R.V. LEGECKIS, 1977. Satellite observations of mesoscale eddy dynamics in the eastern tropical Pacific Ocean. J. Phys. Oceanogr., 7(5): 648-658.
- SUÁREZ NÚÑEZ C., 1993. Caracterización de las comunidades de peces de la Laguna del Mar Muerto. Servicio Social, Licenciatura en Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. 91p.
- SUTCLIFFE, Jr. W.H., 1972. Some relations of land drainage, nutrients, particulate material and fish catch in two eastern Canadian Bays. J. Fish. Res. Bd. Canada, 30(6): 856-859.
- TAPIA-GARCÍA, M., G. GONZÁLEZ-MEDINA, S. FERNÁNDEZ GALICIA, M. BALDERAS PALACIOS y M.C. MACUITL-MONTES, 1990. Evaluación prospectiva de la composición y abundancia de las comunidades de peces demersales del Golfo de Tehuantepec. In: Memorias del VIII Congreso Nacional de Oceanografía, 21-23 de noviembre de 1990, Mazatlán, Sin., México.
- TAPIA-GARCÍA, M., M.C. GARCÍA ABAD, G. GONZÁLEZ-MEDINA, M.C. MACUITL-MONTES y G. CERDENARES L. DE GUEVARA, 1990. Composición, distribución y abundancia de la comunidad de peces demersales del Golfo de Tehuantepec, México. Tropical Ecology 35(2):229-252.
- TEAGUE, G.W., 1951. The sea-robins of America. A revision of the genus *Prionotus*. Comunicaciones Zoológicas del Museo Historia Natural de Montevideo, 3(61): 1-53.
- TURNER, R.E., 1977. Intertidal vegetation and commercial yields of penaeid shrimp. Trans. Am. Fish. Soc. 106(5): 411-416.
- TURNER-GARCÉS, M., 1992. Estudio oceanográfico de algunos parámetros físicos y químicos de la zona de surgencia del Golfo de Tehuantepec en los meses de mayo y noviembre de 1989. Tesis de Licenciatura en Biología. Esc. Nal. de Estudios Profesionales-Zaragoza, UNAM, 34p.
- Van der HEIDEN, A.M., 1985. Taxonomía, biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California, Cap. 4: 149-199. In: Yáñez-Arancibia A. (Ed.) Recursos

pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón. Progr. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. Pesca, UNAM, México D.F. 748 p.

- VÁZQUEZ GUTIÉRREZ, F., H. ALEXANDER, M. TURNER, H. DELGADO, R. DÍAZ y C. RUIZ, 1990. La costa de Chiapas, parámetros fisicoquímicos de la calidad de sus aguas. Revista de Difusión Científica-Tecnológica y Humanística. Consejo Estatal de Fomento a la Investigación y la Difusión de la Cultura, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 1: 65-68.
- WARD, J., 1963. Hierarchical grouping to optimise an objective function. J. Amer. Statist. Ass. 58: 236-244.
- WHITEHEAD, P.J.P., 1985. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (suborder Clupecoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 1. Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. FAO Fisheries Synopsis, 125 (7), Pt. 1: 1-303.
- WHITEHEAD, P.J.P., G.J. NELSON y T. WONGRATANA, 1988. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (suborder Clupecoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 2. Engraulididae. FAO Fisheries Synopsis, 125 (7), Pt. 2: 305-579.
- WOODWELL, G.M., D.E. WHITNEY, C.A.S. HALL y R.A. HOUGHTON, 1977. The Flox pond ecosystem study: exchange of carbon in water between a salt marsh and Long Island Sound. Limnol. Oceanogr., 22: 833-838.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México. Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Publicación Especial 2: 1-306
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., 1986. Ecología de la zona costera: Análisis de siete tópicos. AGT Editor, S.A. México, 189p.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. y J.W. DAY, Jr., 1988. Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del Golfo de México: la región de la Laguna de Términos. Universidad Nacional Autónoma de México, Organización de los Estados Americanos, 518p.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. y R.S. NUGENT, 1977. El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. Inst. Cienc. del Mar. y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 4(1): 107-113.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. y P. SANCHEZ-GIL, 1986. Los peces demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México. Vol. 1. Caracterización del ecosistema y ecología de las especies, poblaciones y comunidades. Inst. Cienc. del Mar. y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, Publ. Esp. 9: 230 p.

- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. y P. SANCHEZ-GIL, 1988. Ecología de los recursos demersales marinos: fundamentos en costas tropicales. AGT Editor, México D.F., 208p.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., G. SOBERÓN-CHAVEZ y P. SÁNCHEZ-GIL, 1985a. Ecology of control mechanisms of natural fish production in the coastal zone. Chap. 27: 571-594. In: A. Yáñez-Arancibia (Ed.) Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards and ecosystem integration, UNAM, México, 654 p.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., A.L. LARA-DOMÍNGUEZ, P. SÁNCHEZ-GIL, I. VARGAS MALDONADO, M.C. GARCÍA-ABAD, H. ÁLVAREZ GUILLÉN, M. TAPIA GARCÍA, D. FLORES HERNÁNDEZ y F. AMEZCUA LINARES, 1985b. Ecology and evaluation of fish community in coastal ecosystem: estuary-shelf interrelationships in the southern Gulf of Mexico, Chap. 22: 475-498. In: A. Yáñez-Arancibia (Ed.) Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards and ecosystem integration, UNAM, México, 654p.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., P. SÁNCHEZ-GIL y A.L. LARA-DOMÍNGUEZ, 1991. Interacciones ecológicas estuario-mar: estructura funcional de bocas estuarinas y su efecto en la productividad del ecosistema. Publ. Academia de Ciencias Sao Paulo, ACIESP, 73(4): 1-35.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., A.L. LARA-DOMÍNGUEZ y D. PAULY, 1994. Coastal lagoons as fish habitats. Cap. 12: 363-376. In: B. Kjerfve (Ed.) Coastal lagoon processes, Elsevier Science Publishers B.V.
- YOUNG, R.H., y J.M. ROMERO, 1979. Variability in the yield and composition of by-catch recovered from Gulf of California shrimping vessels. Tropical Science, 21(4): 249-264.
- ZAHURANEC, B.J., 1967. The gerreid fishes of the genus *Eucinostomus* in the eastern Pacific. Tesis de Maestría, University of California, EUA.
- ZARATE, C.G., 1978. Distribución granulométrica de sedimentos recientes en la porción sureste del Golfo de Tehuantepec. Tesis Prof. ESIA-IPN., 49 p.