

00381
3
29



Universidad Nacional Autónoma de México

F a c u l t a d d e C i e n c i a s

Análisis de la distribución de los moluscos bentónicos en los abanicos costeros de los principales ríos del Golfo de México (Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva-San Pedro y San Pablo) y su relación con condiciones ambientales y sedimentos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS DOCTORAL

Que para obtener el título de:

DOCTORA EN CIENCIAS (BIOLOGIA)

presenta:

FLOR MARINA CRUZ ABREGO

México, D.F.

Mil novecientos noventa



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.

ANALISIS DE LA DISTRIBUCION DE LOS MOLUSCOS BENTONICOS EN LOS ABANICOS COSTEROS DE LOS PRINCIPALES RIOS DEL GOLFO DE MEXICO (TUXPAN, PAPALOEAPAN, COATZACOALCOS, GRIJALVA-SAN PEDRO Y SAN CARLO) Y SU RELACION CON PARAMETROS AMBIENTALES Y SEDIMENTOS.

CONTENIDO

1.0 INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

1.2 OBJETIVOS

1.3 HIPOTESIS

2.0 AREA DE ESTUDIO

3.0 MATERIAL Y METODOS

4.0 RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Aspectos Generales de la Fauna

4.1.1 Problemas Taxonomicos

4.2 ABANICOS COSTEROS

4.2.1 Parametros Ambientales del Abanico Costero del Rio Tuxpan

Profundidad

Temperatura

Salinidad

Sedimentos

Carbono Organico en el Sedimento

4.2.2 Parametros Ambientales del Abanico Costero del Rio Papaloapan

Profundidad

Temperatura

Salinidad

Sedimentos

Carbono Organico en el Sedimento

4.2.3 Parametros Ambientales del Abanico Costero del Rio Coatzacoalcos

Profundidad

Temperatura

Salinidad

Sedimentos

Carbono Organico en el Sedimento

4.2.4 Parámetros Ambientales del Abanico Costero de los
 Ríos Grijalva-San Pedro y San Pablo
 Profundidad
 Temperatura
 Salinidad
 Sedimentos
 Carbono Orgánico en el Sedimento

4.2.5 ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION DE LOS MOLUSCOS EN LOS
 ABANICOS COSTEROS Y SU RELACION CON PARAMETROS
 AMBIENTALES.

4.2.5.1 Abanico Costero del Rio Tuxpan
4.2.5.2 Abanico Costero del Rio Papaloapan
4.2.5.3 Abanico Costero del Rio Coatzacoalcos
4.2.5.4 Abanico Costero del Rio Grijalva-San Pedro y San
 Pablo

4.3 INFLUENCIA DE LOS PARAMETROS AMBIENTALES EN EL
 ESTABLECIMIENTO DELAS COMUNIDADES DE MOLUSCOS.

4.4 DISTRIBUCION DE MOLUSCOS

4.4.1 Especies con Distribucion Amplia
4.4.2 Especies con Distribucion Limitada
4.4.3 Especies con Distribucion Regionalizada
4.4.4 Nuevos Registros
4.4.5 Distribucion en el Continente Americano
4.4.6 Comparacion Especifica con Lagunas Costeras
4.4.7 Distribucion en el Medio Marino y Lagunar
 Especies Marinas
 Especies Lagunares
 Especies Comunes al Medio Marino y Lagunar

5.0 CONCLUSIONES

ANEXO 1. Sistemática de Moluscos

Tablas: 1-14

LITERATURA CITADA

RESUMEN

En el presente trabajo se analizan las condiciones oceanográficas y de composición de sedimentos en la zona de descarga de varios ríos del Golfo de México o Abanicos Costeros y su relación con la abundancia y distribución de moluscos. Se estudian además los patrones de distribución de moluscos en el Golfo de México.

Se realizaron cuatro cruces oceanográficos a bordo del B/O "Justo Sierra" en los abanicos costeros de los Ríos Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva-San Pedro y San Pablo, durante los meses de febrero-marzo y septiembre de 1985 y 1986 (lluvias y secas). Se tomaron muestras biológicas complementarias frente a las Lagunas Costeras de Los Bocas, Carmen y Machona (Tabasco) y Terrinos (Campeche).

En cada estación de colecta se registró, con una Sonda de conductividad, temperatura, oxígeno (CTD), datos de profundidad, temperatura y salinidad del agua de fondo. Las muestras de sedimento para análisis biológico fueron obtenidas con una draga Van Veen de 40 l de capacidad y una Smith-McIntyre de 20 l; el volumen de muestra fluctuó entre los 30 y 40 l. Se tomó 0.5 l de sedimento para análisis granulométrico y cuantificación de materia orgánica. Las técnicas para separación, preservación y determinación fueron las convencionales.

Se analizó el comportamiento de la temperatura y salinidad de fondo así como la batimetría y distribución de los componentes del sedimento y carbono orgánico en cada temporada y abanico costero.

Los resultados obtenidos indicaron una dinámica oceanográfica importante que provocó la formación de gradientes térmicos y halinos; por otra parte, el flujo generado por los ríos y corrientes litorales marinas orientaron el depósito y transporte de los sedimentos de dichos sistemas.

Se determinaron 586 individuos y 80 especies vivas de moluscos pertenecientes a las Clases Bivalvia, Gastropoda y Scaphopoda. Los Bivalvos dominaron tanto en riqueza específica como en abundancia sobre las otras clases de moluscos.

Se estudiaron las variaciones ambientales de los sitios donde se obtuvieron las especies que por su abundancia y distribución fueron importantes. La abundancia de las especies fue reducida en toda el área de estudio por lo que no fue posible aplicar métodos estadísticos conducentes a conocer la estructura de la comunidad. Se analizan las causas probables de este hecho.

De acuerdo con la distribución de moluscos en el Golfo de México se determinaron especies de distribución amplia, limitada y regionalizada y con relación al ambiente donde se les encontró en: especies marinas, lagunares y de ambos medios. Se verificaron 57 nuevos registros para el Golfo de México.

Las condiciones ambientales de los abanicos costeros influyeron sobre la abundancia y distribución de moluscos ya que afectan los procesos de alimentación, reproducción y crecimiento.

1.0 INTRODUCCION

Los componentes del ambiente juegan el papel relevante en la estructura de las comunidades por lo que es de esperar que se encuentren en diferentes grados de equilibrio con el medio, desde las que se ubican cerca de el hasta las que se consideran alejadas de un equilibrio. Por ello, es importante considerar que la suma de los factores ambientales tiene un efecto particular sobre cada una de las poblaciones que componen una comunidad. Se originan variaciones en los diversos parametros comunitarios como la abundancia, distribución, riqueza específica y diversidad, quien además actúa sobre las relaciones depredador-presa y competencia, así como sobre la trama trófica del mar entre otros (Klopffer, 1959; Verberg et al, 1978).

Uno de los sistemas acuáticos donde se considera que la comunidad carece de equilibrio con el ambiente y las características comunitarias son frecuentemente alteradas, es la zona donde los ríos confluyen al mar, los llamados Abanicos Costeros.

En dichas regiones se llevan a cabo diversos procesos que afectan las propiedades del agua y la composición sedimentológica, efectuándose dos procesos relevantes: Por un lado la mezcla de aguas litorales y marinas traen como consecuencia la formación de un frente oceánico de pluma donde se realizan diversos procesos físico-químicos además de la formación de gradientes horizontales de temperatura y salinidad y consecuentemente de densidad, así como la existencia de corrientes con fuertes velocidades. Se crean condiciones de alta turbulencia y en sus superficies de convergencia, se concentra una variedad de detritos flotantes y otros materiales particulados incluyendo contaminantes (Bowman et al, 1977).

Desde el punto de vista sedimentológico, se lleva al cabo otro proceso que conduce a la formación de un delta y que actúa directamente sobre las características del sedimento del lugar donde el río desemboca en el mar (Scott et al, 1969).

La hidrodinámica y densidad del agua permiten que el influjo sea menos denso efectuándose el transporte de sedimento a la zona del delta (Scott, et al, 1979). De esta forma es posible reconocer diferencias en la depositación de sedimentos finos y gruesos.

La integración de ambos procesos crea condiciones ambientales que no se encuentran en otros sistemas marinos.

En los Estados Unidos Mexicanos existe un gran número de ríos que desembocan en el mar, entre los que se puede mencionar: Colorado, Mayo, Presidio, Balsas, Verde, etc, situados en el Golfo de California y Océano Pacífico. Sin embargo los más caudalosos a excepción del Río Balsas se ubican en el Golfo de México por ejemplo: Bravo, Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos, Crijalva, Usumacinta que desemboca al Golfo de México a través del Río San Pedro y San Pablo y el Champotón.

Debido a que algunos ríos forman unos Abanicos Costeros muy vistosos y persistentes en el tiempo, se decidió analizar sus características oceanográficas y la composición de sedimentos además de su posible relación con un grupo faunístico bentico de interés: los moluscos.

La importancia de estudiar al Phylum Mollusca reside en que son organismos benticos, poco móviles en el sustrato y por lo tanto idóneos para un análisis de impacto de los aportes de los ríos sobre ellos.

A través del tiempo, las especies de moluscos han desarrollado diversas estrategias a nivel fisiológico, reproductivo, de alimentación y de comportamiento que les ha permitido tener una amplia flexibilidad adaptativa en diferentes tipos de habitats. Han invadido tanto el medio terrestre como el acuático. Dentro de este último, es posible reconocerlos en aguas dulces, salobres y marinas.

La mayoría de las especies tiene una estrecha relación con el sedimento en alguna fase de su desarrollo y otros como los Heterópodos y Pterópodos (gasterópodos) marinos son componentes del plancton. Los Cefalópodos a pesar de considerarse parte del necton, emplean el sedimento para la fijación de sus cordones de huevecillos (Arnold, 1983). Por otro lado es posible situar a los Bivalvos y Gasterópodos a diferentes niveles de las capas del sedimento que forman el bentos.

Los moluscos ayudan a la liberación y captación de nutrientes del sedimento, así como a su oxigenación; algunas especies participan en la desintegración de diversos materiales como la madera (Igredo sp) y otras son consideradas como bioindicadoras de contaminación como Corbula sp (Solis, 1982). Son de relevancia para la trama trófica ya que se encuentran formando parte de las tres categorías de consumidores (Cruz-Abrego, 1984), desde el tipo alimenticio más primitivo: de depósitos (bivalvos, gasterópodos y escafópodos), hasta las que cuentan con cierto movimiento y utilizan estrategias para la captura de sus presas.

A la importancia biológica de los moluscos en los sistemas acuáticos se debe agregar la comercial ya que entre estas se encuentran especies con valor nutricional, ornamental y de colección.

A pesar de su amplia adaptación al medio ambiente, cuando las especies se enfrentan a variaciones ambientales y sedimentológicas, se crean condiciones extremas que muchas especies no resisten formándose así una zona inhospita para el desarrollo de las comunidades.

Dadas estas consideraciones, es importante conocer la forma en que las especies de moluscos se encuentran distribuidas en los Abanicos Costeros del Golfo de México, además del efecto que los componentes del ambiente tienen sobre sus poblaciones.

2.0 ANTECEDENTES

Las zonas de Abanicos Costeros han recibido poca atención a pesar de tratarse de áreas altamente dinámicas, con características ambientales y faunísticas particulares. Los trabajos que se han efectuado en ellos analizan de forma independiente a las propiedades oceanográficas de estos sistemas y a la fauna asociada.

Entre los estudios que se han realizado sobre los frentes oceánicos se encuentra el elaborado por Bowman (1977), quien analizó las características generales de los frentes; el de Citrom (1982), en la Bahía de Liverpool, el de Malcolm et al (1977), quien describió la dinámica de los frentes de pluma asociados a varios ríos del mundo y el desarrollado por Paulson et al (1989), en la Bahía de Elliot (E.U.A) en el que se estudió el transporte de metales traza flotantes, existente en la pluma del río.

En México los estudios referentes a frentes oceánicos son escasos, se cuenta con los trabajos de Citrom et al (1982), en la Bahía de Campeche y el de Padilla et al (1986), al Sur del Golfo de México.

Por otro lado la información sobre aspectos biológicos en los frentes oceánicos es reducida. Sin embargo se puede citar a Hooks et al (1976) quienes consideraron a los macroinvertebrados del NE del Golfo de México. Por su parte Maurer et al (1976), analizaron la fauna bentica existente en la plataforma continental adyacente a la Bahía de Delaware (E.U.A). Stepien et al (1981) y Chervin et al (1981), estudiaron las comunidades de copepodos asociados al estuario y pluma costero del Río Hudson (E.U.A). Por su parte Grainger (1988), analizó el efecto de la pluma del Río Great Whale sobre la meiofauna de la plataforma continental

enfrente de la Bahía de Hudson (E.U.A). Las investigaciones sobre las comunidades de moluscos han sido efectuadas por Howe et al (1988), quienes estudiaron la producción secundaria de los moluscos en la zona costera de Delaware (E.U.A).

Por lo que respecta al conocimiento de los sistemas deltaicos Scott et al (1979), efectuaron el análisis de los diferentes tipos de depositación y distribución del sedimento que se realiza en diferentes tipos de deltas.

En México los únicos trabajos biológicos con los que se cuenta en las zonas de abanicos costeros, son los desarrollados por Ruiz del Campo (1989) en el abanico Costero del Río Tuxpan, el de Cruz (1989) en el del Río Coatzacoalcos (en ambos trabajos se analiza la composición de foraminíferos), el de Mendez (1988) sobre la distribución de poliquetos en cuatro abanicos costeros y el de Pérez (1988) quien describe las características sedimentológicas de los abanicos costeros de los Ríos Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva.

Por su parte Molina (en proceso), está estudiando la fauna carcinológica de los abanicos costeros de los Ríos Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva.

Sobre oceanografía física, los trabajos desarrollados en el Golfo de México son los de Tapanes et al (1980), Grijalva (1971), Maul (1977), Bulaniukov (1974), De la Lanza et al (1976); Salas de León (1986) y Monreal et al (1990) y sobre aspectos biológicos los de Bulaniukov et al (1973), Villalobos (1977), Villalobos et al (1975) y Sánchez-Gil (1981).

Los antecedentes sobre moluscos en el Golfo de México son escasos: solo se cuenta con el preparado por Pérez-Rodríguez (1980), en la plataforma continental del Golfo de México, Cruz-Abrego (1984), Cruz-Abrego et al (1987), en la Sonda de Campeche, y el de Vázquez (1988), que trata sobre las comunidades de macroinvertebrados en la plataforma continental del Suroeste del Golfo de México. Rice y Pommeroy (1982), por su parte, analizan la composición malacológica del Arrecife Alacranes y Eldale (1972 y 1974) la correspondiente al NW de Yucatán.

Debido a los antecedentes mencionados se planteó el estudio integral de la influencia de los parámetros ambientales y de composición de sedimentos de los abanicos costeros de los Ríos Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva-San Pedro y San Pablo, sobre la fauna malacológica presente en estas áreas bajo los siguientes objetivos:

1.2. OBJETIVOS

- Contribuir al conocimiento de las características oceanográficas de los frentes oceánicos de pluma asociados a los Ríos Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva-San Pedro y San Pablo, con base en datos de profundidad, temperatura y salinidad de fondo.
- Aportar información sobre la distribución de sedimentos y carbono orgánico en el sedimento de los deltas marinos de la plataforma continental del Golfo de México, adyacente a los Ríos Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva-San Pedro y San Pablo.
- Analizar la abundancia y distribución de moluscos en relación a las características ambientales y de composición de sedimentos existentes en los abanicos costeros de los Ríos Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva-San Pedro y San Pablo.
- Analizar la distribución específica del Phylum Mollusca en el Golfo de México.

2.0 Area de Estudio

Ubicación.

La zona de estudio se situa en el Golfo de México y abarca la plataforma continental de los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche desde Tuxpan, Ver. hasta la Laguna de Terminos en Campeche (Fig 1). Geográficamente se delimita desde los 18° 07' a los 21° 15' de latitud Norte y de los 91° 25' a 97° 20' de longitud Oeste.

Características Geológicas.

De acuerdo con Antoine, et al (1970) el Golfo de México esta dividido en 7 provincias geológicas; las de nuestro interés corresponden a la llamada Plataforma Continental y Talud del Este de México donde existe un cambio en la estructura: de pliegues simples en el Sur a rasgos complejos en el Norte. Otra zona la comprende la Bahía de Campeche que se abre hacia el Golfo y se encuentra bordeada al Este por el Banco de Campeche donde dominan los carbonatos y al Sur y Suroeste por la Sierra Madre Oriental. El Banco de Campeche es una zona carbonatada limitada al Oeste por la baldosa clástica de Tabasco-Campeche y al Este por el Canal de Yucatan. En la frontera Oeste del Banco de Campeche los carbonatos dan lugar a los terrigenos clásticos. Debido a su situación geográfica, la Bahía de Campeche se encuentra en la zona límite de dos extensas áreas sedimentológicas: la terrigena donde descargan los principales rios del estado de Veracruz y Tabasco cuyas aguas contienen altas cantidades de terrigenos y la provincia carbonatada que es una zona arenosa con altas cantidades de Carbonato de Calcio y sin influencia evidente de aguas epicontinentales (Gutiérrez-Estrada, 1977).

Características Geológicas, Genéticas y Geomorfológicas.

Desde el punto de vista geológico y/o genetico y geomorfológico Carranza-Edwards, et al (1975), clasifican al Golfo de México en 4 Unidades Morfotectónicas Continentales de caracter regional para los costas mexicanas.

El area de estudio se ubica dentro de las siguientes Unidades:

Unidad I. Se situa desde el Rio Bravo, Tamps. hasta la Punta Delgada, Ver. Su longitud es de 700 Km y su parte Sur se encuentra dentro de la Planicie Costera Nororiental. De Norte a Sur de la Unidad, se ubican las subprovincias fisiográficas de la cuenca del Rio Bravo, cuenca del Rio Purificación, cuenca Panuco-Tuxpan (de Tampico a Nautla) y la porción NW de Veracruz.

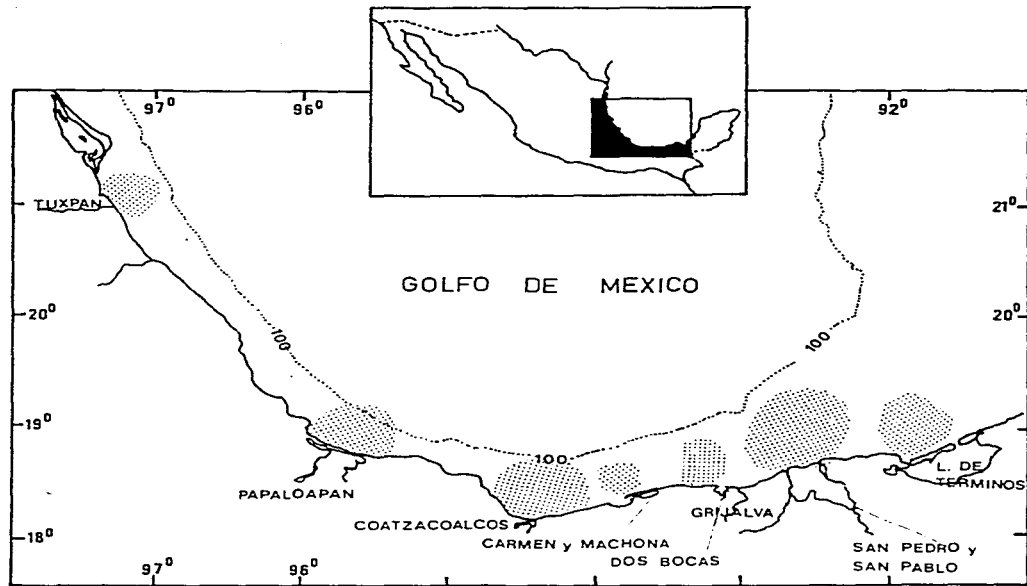


Fig. 1 Localización del área de estudio.

En la llanura costera afloran rocas clásticas terciarias que son típicas de los ambientes litorales (Carta Geológica de la Rep. Mexicana, 1968). En concordancia con Inman y Nordstrom (1971), se menciona que de acuerdo con sus características tectónicas, la Unidad es una costa de mares marginales protegida del océano Atlántico por el Arco del Caribe y abierta entre Florida (E.U.A.) y el Banco de Campeche.

En la Unidad I se presentan dos tipos de costas: 1) costas primarias de deposición subaérea y deposición por ríos deltaicos y 2) costas secundarias de deposición marina, costas de barrera e islas de barrera (Shepard, 1973).

Unidad II. Se extiende desde Punta Delgada, Ver. hasta Contracoalcos, Ver. y su extensión es cercana a los 200 Km. Incluye al Norte parte del extremo oriental de la Cordillera Neovolcánica y al centro y Sur la Planicie Costera de Setavento.

Desde el punto de vista fisiográfico Alvarez (1962), la ubica en la parte central de la zona de Veracruz. Las llanuras costeras son piropleistocénicas formadas por piroclásticos derivados del área volcánica de los Tuxtles o del Pico de Orizaba.

Por sus características tectónicas Inman y Nordstrom (1971), la clasifican como costas marginales; dichos autores refieren a la clasificación de Shepard (1973) para tipificar a las costas en: costas primarias dentro de las que se incluyen las volcánicas, de flujo de lava y de teña; costas secundarias constituidas por arrecifes, arrecifes coralinos, costas de arrecifes bordeantes y costas primarias de deposición subaérea por viento y costas con dunas.

Unidad III. Comprende desde Contracoalcos, Ver. a la porción oriental de la Laguna de Términos, Camp. Esta Unidad, con una extensión de 179 Km, se ubica en la Planicie Costera del Sureste (Carranza-Edwards et al, 1975).

De acuerdo con Ferrilliant-Montoya (1960), la llanura costera es amplia y de pendiente moderada, con lomeríos bajos de suave relieve formados en sedimentos del Mioceno. Tectónicamente representa una costa de mares marginales (Inman y Nordstrom, 1971). Las costas de la Unidad corresponden a: una costa primaria con deposición subaérea, costas por deposición de ríos y costas de complejos deltaicos (Shepard, 1973).

Unidad IV. La última porción costera del Golfo de México abarca desde el borde de la Península de Yucatán en la isla Aguada, Camp. hasta Ek'utamal, Q. Roo y su longitud es de 1100 Km. Tameyo (1970), la ubica en la Plataforma Yucateca que se encuentra en proceso de emergencia desde el Paleoceno y está formada por sedimentos carbonatados del Cuaternario tardío. Su topografía es karstica con ausencia de sistemas superficiales de drenaje (Logan et al, 1969), y corresponde a una costa de mares marginales. De acuerdo a la

clasificación de Shepard, en esta Unidad se encuentran 1) costas primarias de erosión terrestre y con depositación karstica sumergida, 2) costas secundarias por depositación marina, de barrera con playas de barrera, islas de barrera y ganchos de barrera y 3) costas secundarias construidas por organismos, arrecifes coralinos y costas de arrecifes bordeantes.

En relación al ancho de la plataforma continental del Golfo de México, Foag (1981), menciona que la costa mexicana situada entre la ciudad de Tampico, Tamps. y la Laguna de Términos en Campeche es más angosta que los segmentos costeros. Por otro lado Lugo-Hubp (1985), indica que la plataforma continental, tiene una anchura de entre 72 y 80 km a la altura de la desembocadura del Río Bravo. Gradualmente se estrecha hasta el paralelo de los 23° donde se reduce hasta 33 km. A partir de Tampico (Tamps), donde alcanza 45 km, la plataforma tiene dirección NE-SE y a partir de las 22° 30' de latitud Norte su dirección cambia a ENE-WSW hasta la zona volcánica de San Andrés Tuxtla, Ver. En esta última porción la plataforma alcanza una amplitud de entre 6 y 15 km, correspondiente a la parte más angosta del Golfo de México.

Características Oceanográficas.

El Golfo de México tiene un comportamiento oceanográfico particular que lo diferencia del resto del Océano Atlántico. La zona es afectada por la corriente del Golfo y al Este domina la corriente de Lazo: agua que penetra a través del Canal de Yucatán (Nowlin 1970), a medida que penetra al Golfo la corriente se ensancha y ramifica (Sria de Marina, 1979). Durante el invierno, fuertes vientos del norte intensifican los contracorrientes que ocurren en la parte occidental meridional del Golfo y pueden provocar en toda el área una corriente que se dirige hacia el Sur. La vía de salida de la Corriente de Lazo es a través del Canal de Florida.

Cochran (1969) y Monreal (1990), muestran la existencia de una corriente generada por una surgencia en la costa Norte de la Península de Yucatán, el proceso de surgencia al formar un domo de agua fría sobre el Banco de Campeche, genera la circulación ciclónica observada.

Para el otoño, la Secretaría de Marina (1979) cita la presencia de un giro anticiclónico en la parte Oeste del Golfo que intrucciona al Oeste de la Bahía de Campeche. En invierno, la región ciclónica se ubica al Suroeste de la Bahía de Campeche. En los estudios realizados por la Secretaría de Marina (1979), se menciona la existencia de más regiones anticiclónicas entre la principal ubicada al Oeste del Golfo y la que se forma en el centro del sistema de la Corriente de Lazo, al Este.

La Corriente del Golfo oscila a través del año sin cambios significativos en dirección aunque la velocidad varía levemente de una estación a otra. En general, las velocidades de las corrientes son mayores durante el verano y menores en el invierno (Sria. de Marina, 1979).

El comportamiento de la marea del Golfo de México es mixto a excepción de la zona de Alvarado, Ver. donde es diurna (Grijalva, 1971; Salas de Leon, 1986).

Características Hidrometeorológicas.

El Golfo de México se encuentra en una zona subtropical altamente influenciada por el intercambio de masas de aire frío y seco provenientes del interior del continente (E.U.A. y Canadá) con las masas propias del Golfo de origen marino y características tropicales (Iapanes et al, 1980) o "Nortes". Durante los meses de octubre a abril este intercambio entre masas de aire con características diferentes provoca una fuerte frontogenensis atmosférica. En el verano, las características del Golfo son más tropicales con la influencia del régimen de los vientos alisios.

El viento prevaleciente es del NE con velocidades medias de 14.8 Km/h; Los vientos del Norte cubren un 36% del tiempo anual entre los meses de noviembre y marzo y tienen una velocidad promedio de 20.4 km/h. Durante abril y mayo se presentan vientos del SE a velocidades promedio de 14.8 Km/h y de junio a agosto provienen del Este a 11 Km/h. En los meses de septiembre-octubre el Golfo está influenciado por vientos del NE (16.7Km/h).

En el Golfo de México la temporada de "Nortes" es de octubre a abril y se presentan además otros tipos de perturbaciones climatológicas como son los ciclones y huracanes.

De acuerdo con González-Coya et al (1974), la parte oriental del Golfo es la más afectada por huracanes y tormentas tropicales, con una frecuencia de 1.6 al año. En la Sonda de Campeche ocurren desde mayo hasta septiembre.

Rios Principales.

En el Golfo de México confluyen un gran número de rios, los más importantes por extensión y caudal son: Tuxpan, Papaloapan; que desemboca a través de la Laguna de Alvarado, Coatzacoalcos, Grijalva y San Pedro y San Pablo.

El Rio Tuxpan nace en la Sierra Madre Oriental por la unión de los Rios Vinazco y Fantepec, atraviesa la montaña para llegar a la llanura costera que desemboca en el Golfo de México. Su cuenca tiene una extensión de 5440 Km² con escurrimiento medio anual de 4231 millones de m³.

El margen occidental del talud del Rio Tuxpan es de tepetate deleznable mientras que el oriental es arcilloso-arenoso con vegetación en el cauce; el lecho está constituido por material arenoso y rocoso. El Rio Tuxpan es considerado del

tipo permanente, relativamente caudaloso (Tamayo y SARH, 1971).

Asociada a este río se encuentra la Laguna de Tampamachoco, la cual esta separada del mar por una barrera arenosa.

El Río Papaloapan, de acuerdo con Rosalez-Hoz et al (1986), cubre una área de 57 756 Km² y atraviesa los estados de Oaxaca, Puebla y Veracruz. Entre los ríos que descargan en él, se cuentan al Tonto, Santo Domingo, Obispo, Playa San Vicente, San Juan y Tecomate. El Río Papaloapan confluye a la Laguna de Alvarado y de ahí salen sus aguas junto con las del Río Blanco hacia el Golfo de México. Los valores de salinidad y temperatura en la Laguna, cerca de su desembocadura al mar, varían de 3.92‰ y 29.84 °C en mayo a 0.38‰ y 24.02 °C en diciembre.

A lo largo de todo su cauce se ubican varias industrias, principalmente ingenios azucareros, aunque existen otros del tipo químico (Proquivimex y Altos Hornos).

El Río Coatzacoalcos nace en la Sierra Atravesada (Oax.) y sus afluentes principales son los Ríos Chichihua, Almoloya, Malatongo, Sarabia en el Estado de Oaxaca y el Río Pantepec, Solosuchil, Coachapa el Usapanapa y el Calzadas en el de Veracruz.

Su longitud aproximada es de 135 km y drena una cuenca de 4, 801 Km² (Toledo, 1988). Su gasto hidráulico fluctúa entre 79 y 1,375 m³/seg con valores medios anuales de 169 m³/seg en mayo y 4,120 m³/seg en septiembre. De acuerdo con Toledo (1988), el Río Coatzacoalcos recibe 0.610 m³/seg de aportes adicionales de la refinería de Minatitlán, 1 m³/seg del complejo industrial Pajaritos y 780 m³/seg de Puertos Libres Mexicanos.

Existe una variación en el volumen de agua que los Ríos Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva y San Pedro y San Pablo vierten al mar. La máxima descarga se da entre julio y octubre siendo el más alto para el Usumacinta con 10 x 10⁹ m³, en el mes de octubre; las descargas menores se dan de noviembre a mayo (Czitrom et al 1986).

El volumen de acarreo de material en suspensión es mayor en junio y noviembre y menor en diciembre y mayo. El mayor de estos corresponde al sistema Grijalva-Usumacinta (Usumacinta 2284.890 m³ promedio para Septiembre en 10 años) y el menor al Río San Pedro y San Pablo con 28.016 m³ en la misma época (Czitrom, et al, 1986).

Clima.

El clima de la zona se encuentra entre el cálido subhúmedo con lluvias en verano para el Río Tuxpan y el cálido húmedo con lluvias en verano, para los Ríos Coatzacoalcos, Laguna Dos Bocas (El Paraíso), San Pedro y San Pablo y Laguna de Términos; este tipo de clima se debe según García, (1981) a la mayor humedad del Golfo en el invierno producida por los "Nortes".

Frentes Oceánicos.

En la zona de confluencia de los ríos al mar se crean zonas con características particulares de temperatura, salinidad y otros parámetros oceanográficos y sedimentológicos, denominados frentes oceánicos.

Los frentes oceánicos han sido descritos por los pescadores como bandas angostas o líneas en el mar a las cuales están asociadas filamentos y/o masas de material flotante.

Las zonas frontales representan la frontera en posición horizontal entre masas de agua de diferentes propiedades, son un rasgo distintivo fundamental de la turbulencia geofísica y juegan un papel importante en la dinámica oceánica.

En los frentes oceánicos de pluma el afluyente (río) se difunde como una pluma flotante sobre el agua receptora (mar) y si no fuera por la estrecha relación entre el agua superficial y la tracción interfacial, la pluma se expandiría indefinidamente como una extensión adelgazada a condición claro está, de que la fuente fuera continua (Fig. 2). Sin embargo, la fricción interfacial quita el rebote de la extensión flotante y la formación de márgenes frontales agudos en las orillas principales de estas plumas.

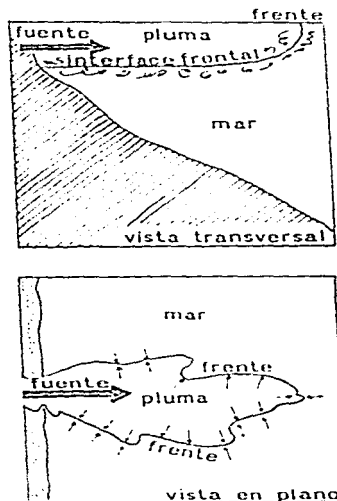


Fig. 2. Formación de un frente oceánico de pluma (Modificado de Bowman et al 1977).

El mecanismo de empuje de estos sistemas es debido a los gradientes de presión horizontal establecidos por la onda o sea, la suspensión de la pendiente del cuerpo ligero del agua y la pendiente opuesta interfacialmente dirigida que separa la pluma del ambiente acuoso sobreyacente (Bowman et al, 1977).

Es claro que la duración de estos procesos se mantendrá hasta que se efectue la mezcla de aguas.

Estas regiones son zonas de convergencia y de movimientos verticales fuertes, donde la circulación frontal puede representar un mecanismo que sigue la cascada de energía.

De acuerdo con Bowman et al (1977), los frentes oceánicos son delineados por algunas particularidades, en gradientes horizontales y/o altas derivaciones de temperatura, salinidad, densidad, velocidad, estado del mar y clorofila. Su localización se define como la posición de una singularidad (máximo gradiente horizontal y/o grandes derivaciones) de una o más de las características mencionadas.

Los frentes oceánicos pueden ser clasificados en seis categorías:

- 1) Frentes a escala planetaria. Asociados con la convergencia de transporte de Ekman y crean fronteras oceánicas.
- 2) Frentes que representan el borde de las fronteras de las corrientes occidentales.
- 3) Frentes de rompimiento de plataforma. Se originan en la frontera de la plataforma y aguas del talud continental.
- 4) Frentes de surgencia. Es la manifestación superficial de una pinoquina inclinada, comunmente formada en las surgencias costeras.
- 5) Frentes de pluma. Se ubican en las fronteras de las plumas de descarga de los rios, en las zonas costeras.
- 6) Frentes de mares someros. En mares continentales y estuarios; alrededor de islas, bancos y cabos.

Los sistemas frontales comparten propiedades comunes de persistencia y fluctúan en el tiempo, de horas a meses a pesar de la difusión de las propiedades a través de fuertes gradientes horizontales y convergencia superficial, con la asociación de una fuerte convección vertical generalmente mayor en orden de magnitud a la del océano abierto.

De esta manera Bowman et al (1977) refieren que el componente del flujo paralelo de los frentes, frecuentemente tiene una discontinuidad intensa en una dirección normal al frente. Dichas discontinuidades deben estar en equilibrio geostrofico para los frentes grandes. Sin embargo, es de esperar que en los flujos cerca de las aguas someras o frentes a pequeña escala sean más fuertemente influenciados por las aceleraciones locales, la presión del fondo y la fricción interfacial, más que por la fuerza de Coriolis.

La importancia de este tipo de sistemas es variada, tienen un efecto notable sobre el clima y son encontrados en las capas superficiales del mar, a profundidades medias cerca del fondo (frentes bálticos) (Bowman et al, 1977).

En sus superficies de convergencia se concentran detritos flotantes y otros materiales particulados. Bowden (1965), encontro que en la zona frontal existe una estructura compleja de velocidad o gradiente de la misma, cuyo papel en la difusión oceánica es de relevancia. Los materiales flotantes como el petróleo y otros contaminantes tienden a ser atrapados debido a la advección y difusión de las partículas en presencia de convergencia lo que se transforma en un problema oceanográfico con implicaciones biológicas y ambientales (Coleman y Polis, 1977).

Los frentes oceánicos tienen la característica de atrapar sustancias y partículas. Se ha registrado la presencia de metales pesados con concentraciones de tres o cuatro ordenes de magnitud mayor en dichas regiones. También es factible determinar la distribución de materiales vertidos al mar incluyendo radioactivos.

Deltas Marinos.

En la zona de confluencia de los ríos al mar se forma, además de un frente oceánico cuyo efecto se refleja en las propiedades físico-químicas del agua, otro proceso que actúa directamente sobre las características sedimentológicas del lugar.

Desde el punto de vista geológico, Perez (1983) define a estas zonas como abanicos costeros; son áreas de depósito sedimentario en la zona litoral de forma cónica aplanada con influencia fluvial, eólica o marina. El mecanismo de depósito se debe a la reducción del gradiente horizontal y pérdida de la fuerza dinámica de transporte fluvial que lo gobierna. No define ambientes sedimentarios y su forma y extensión varían a lo largo del año.

A nivel geológico son sistemas de depositación relacionados con facies sedimentarias.

Un delta puede ser definido simplemente como un sistema de depositación alimentado por un río que resulte en una progradación irregular de la línea de costa y cuyo complejo de lóbulos y sus facies constituyentes comprenden un sistema deltaico. Los deltas se desarrollan en unidades a gran escala de depositación en aquellos casos en que estén alimentados por un río con descargas relativamente altas (Scott et al 1989).

Las variables involucradas en la formación de los deltas incluyen características relacionadas con el sedimento, influjo del sedimento en términos de cantidad, calibre, tasa, variación en la tasa, etc; de la naturaleza de la descarga y de los cuerpos de agua receptores (densidad del agua), de la energía de la cuenca como son corrientes, mareas y olas en relación con la cantidad de sedimento

incluido. Otro factor es la profundidad de la cuenca, el origen del sustrato del cuerpo receptor y de la naturaleza estructural de la cuenca de deposición.

La hidrodinámica es importante en estos sistemas ya que el tipo de flujo de un río que penetra en un cuerpo de agua depende de la densidad existente entre las dos masas de agua.

Rates, (1950) y Scott (1977), señalan las siguientes posibilidades:

- 1) Influjos más densos. Un río entrando a aguas saladas de lagos. El flujo es en un plano a lo largo del fondo y el resultado es una corriente de turbidez.
- 2) Influjos de igual densidad. Se da cuando un río entra a lagos de agua dulce.
- 3) Influjos menos densos. Cuando un río entra al mar, el material suspendido incrementa la densidad del agua del río que en comparación con la densidad del agua salada es insignificante. El flujo del río sale sobre el agua salada y se da estrictamente en un plano de choque (Fig. 3).

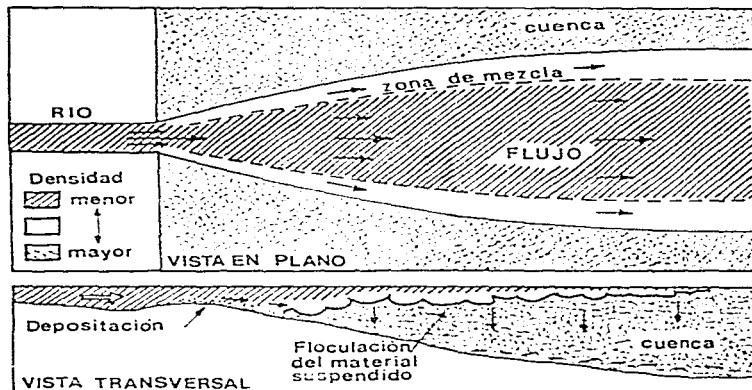


Fig. 3. Formación de un delta. Se muestra la forma de deposición de los sedimentos en la cuenca oceánica. Modificado de Rates (1950) y Scott (1977).

3.0 MATERIAL Y METODOS

Este análisis forma parte del proyecto multidisciplinario llamado "Estudio de los procesos físicos y de la macrofauna benthica asociados a los Abanicos Costeros de los principales rios del sureste del Golfo de México" (Proyecto ABACO).

En dicho proyecto, participaron grupos de física, geología y biología; en este último se incluyen las áreas de foraminíferos, moluscos, poliquetos y crustáceos. Todos los grupos pertenecen al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Para la colecta de datos, se realizaron 4 cruceros oceanográficos a bordo de B/O "Justo Sierra", durante los meses de febrero y septiembre de 1985 y 1986, en las épocas de secas y lluvias.

La ubicación de las estaciones de colecta fue cada por transectos a partir de la boca de cada río y en función de la forma que tuvo cada abanico durante las temporadas de estudio.

Debido a esto, el número de estaciones de colecta fue variable 55 estaciones para el ABACO I, 62 para el ABACO II, 48 para el ABACO III y 50 para el ABACO IV. Además de las zonas mencionadas, se tomaron muestras en la plataforma continental adyacente a las Lagunas de Carmen y Machona (Tab), Dos Bocas (Tab) y Terminos (Camp).

A bordo, se tomaron los datos hidrográficos respectivos para cada estación. Para esto, se utilizó una Sonda de conductividad, temperatura, oxígeno disuelto en el agua, un CTD marca Neil Brown. Con base en los datos obtenidos del CTD se calculó la salinidad y densidad.

La profundidad de la zona fue registrada con una ecosonda Simrad EK 400 y la posición de las estaciones por un navegador por satélite.

Para la colecta de sedimentos se empleó una draya tipo Van Veen de 40 litros de capacidad y una del tipo Smith-MacIntire de 20 litros.

En cada estación se tomó una muestra de 0.5 lt de sedimento para análisis granulométrico de sedimentos y 0.5 lt para cuantificación de materia orgánica.

El análisis granulométrico de los sedimentos fue realizado en el Laboratorio de Sedimentología del I.C.M. y L. de la U.N.A.M.

La determinación del porcentaje de Carbono orgánico, fue efectuada en el Laboratorio de Ecología Costera de la misma Institución. La técnica utilizada para este fue la descrita por Rozales-Hoz (1979).

El volumen de muestra para análisis biológico fluctuó alrededor de los 30 a 40 lt; el volumen varío de acuerdo a la accesibilidad de la zona.

Los sedimentos fueron lavados a bordo con agua marina corriente a través de un tamiz de 0.5 mm de luz de malla. Los moluscos fueron separados a bordo en frascos de vidrio y fijados con una solución de formol al 10% neutralizado con Borato de Sodio.

En el laboratorio, se procedió a la separación de las especies vivas y a la cuantificación de los organismos.

Para la determinación de las especies de moluscos se utilizaron las claves taxonómicas de Warmie et al (1962), Abbott (1974), Morris (1975), Andrews (1977), García-Cubas (1981) y Rehder (1981).

En el presente trabajo, se analizaron únicamente los datos referentes a especies vivas. En efecto, el depósito de las conchas vacías de moluscos tiene lugar en diferentes etapas de tiempo o bien su presencia en un lugar determinado puede ser producto de su arrastre, por parte de las corrientes marinas y litorales, hacia dichas zonas.

De acuerdo con el criterio de Flores-Andolais (Comunicación personal), en lo subsecuente se considerará como organismos vivos a las conchas que en el momento de la colecta contengan la parte blanda del organismo (o vivas) y como conchas vacías a las que carezcan de esta (muertas). Este criterio será aplicado tanto para las especies de la Clase Bivalvia como para las de la Clase Gastropoda.

Para la construcción de isolinias de temperatura, salinidad, carbono orgánico y profundidad se utilizó el paquete de computo SURFER. Este se basa en la formación de una malla regularmente espaciada a partir de datos irregularmente espaciados. El método de interpolación utilizado fue por distancia inversa y/o "kriging" con un polinomio de exponente 5.

Como indicadores de la estructura de la comunidad se emplearon los índices de diversidad de Shannon-Weaver H' (1943) y Simpson (1949) así como también la equitatividad y la varianza de H' .

Para la construcción de dendrogramas se utilizaron los índices de afinidad de Jaccard (1902) y Sørensen (1948); las distancias métricas utilizadas fueron simples y completas. Se utilizó además el método de asociación de Braun-Blanquet.

4.0 RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Aspectos Generales de la Fauna.

En este estudio se recolectó un total de 582 individuos pertenecientes a 85 especies de moluscos entre los que se ubican representantes de las Clases Bivalvia, Gastropoda y Scaphopoda.

En la Clase Bivalvia las especies se ubican en seis Ordenes, 23 Familias, 37 Géneros y 61 especies; en la Clase Gastropoda, 22 especies ubicadas en tres Ordenes, tres Familias y 14 Géneros y en la Clase Scaphopoda 2 especies, un Orden, 2 familias y 2 generos.

En la elaboración de la lista sistemática se consideraron los moluscos vivos ubicados en la plataforma continental frente a los ríos Tuxpan, Papaloapán, Coatzacoalcos, Grijalva y San Pedro y San Pablo y a las lagunas Carmen y Machona, Dos Bocas y Términos (Anexo 1).

El arreglo sistemático de los moluscos se basó para la Clase Gastropoda en la clasificación de Thiele, (1935) adoptada por C. Moore et al (1966), Keen, (1971), la elaborada por Keen y Coan, (1974) y recientemente la propuesta por Turgeon, et al (1988). En la Clase Bivalvia se siguió el arreglo sistemático de Newell (1965) adaptado por Keen, (1971), Keen and Coan (1974) y Turgeon, et al, (1988) y para la Clase Scaphopoda el utilizado por Abbott, (1974) y Turgeon, et al (1988).

La sistemática del Phylum MOLLUSCA ha sido investigada por diversos autores (Dall, 1913; Thiele, 1934-1935; Franc, 1960; Cox, 1960; Newell, 1965, Keen, 1971, etc). Algunos de estos agruparon a las especies con base en ciertas estructuras de la concha como por ejemplo en bivalvos la charnela; otra forma de agrupación fue la forma de vida que cada especie exhibe. En la actualidad los criterios de clasificación en moluscos se han basado en la parte blanda del organismo y las relaciones filogenéticas existentes entre sus representantes; a la vez de que se ha recurrido a otro tipo de estudios como el citogenético, electroforético y las diversas técnicas de taxonomía numérica.

Los autores mencionados con anterioridad han basado sus trabajos, para la elaboración de la sistemática del grupo, en las estructuras anatómicas de las especies.

Es importante considerar que en la determinación de cada organismo se emplean principalmente las características morfológicas de la concha lo que se debe en parte a la dificultad que reviste el efectuar el análisis de cada una de las estructuras anatómicas que diferencian a los organismos de una especie dada.

La determinación en gasterópodos está basada en la morfología estructuras de la concha como la prodisoconcha que es la concha desarrollada a nivel larvario, la columella, el ombligo, las suturas formadas entre las vueltas, en las líneas de crecimiento de la vuelta corporal, en las características del canal sifonal y anal. Otra de estas estructuras es el operculo y el callo además de la coloración y ornamentación de la concha.

En los bivalvos las estructuras empleadas para la determinación de las especies son diferentes a las mencionadas para los gasterópodos. Las valvas pueden diferir de tamaño, forma y estructuras como la lunula, de la cual es importante su ornamentación y forma así como la presencia o ausencia de un escudete, de la misma forma el resilio y condróforo son útiles y particulares de las especies. Sin embargo existe una estructura en la cual los paleontólogos basan sus clasificaciones: la charnela, que se encuentra formada por dientes y alveolos. La presencia y forma de los dientes ayuda a la determinación específica de los organismos, al igual que la forma y número de impresiones musculares, la impresión que deja el borde del manto en la cara interna de la concha o línea paleal y la existencia del seno paleal que es la zona donde se retraen los sifones. La ornamentación y coloración son otros caracteres específicos distintivos.

La determinación de las diferentes especies de escarópodos se basa en el tamaño y curvatura de la concha, la forma del ápice así como en la forma de la apertura y ornamentación de la misma.

En los invertebrados es difícil contar con un registro fósil que apoye las clasificaciones taxonómicas el Phylum Mollusca cuenta con el, debido a esto se conoce la historia evolutiva del grupo con más precisión que la de otros invertebrados. En la clasificación de moluscos se puede contar con diversas armas empleadas en la sistemática como la identificación de caracteres estructurales principales: existencia de celoma, pseudoceloma, metameria, simetría y presencia o ausencia de órganos y su comparación con otros organismos. También se deben considerar las líneas adaptativas que tienen las especies.

Quizás una de las más importantes es la embriogenia la cual puede dar pruebas fehacientes sobre la relación existente entre los organismos. Aunado a estos atributos es indispensable el registro fósil.

Los moluscos constituyen un grupo que por diversas presiones evolutivas ha podido ocupar una amplia variedad de nichos ecológicos. Es importante hacer notar que no todas las especies se distribuyen desde el ambiente terrestre hasta el marino profundo.

Cada Clase posee características particulares que les permite situarlos en un ambiente determinado: los gasterópodos habitan la zona de intermareas, el sedimento, entre la vegetación marina o bien forman parte del plancton en aguas marinas salobres y dulces.

Entre los bivalvos a pesar de que la pérdida de la radula no permitió que el grupo pudiera explotar otros tipos de habitats, sus adaptaciones morfofisiológicas permiten encontrarlos en la zona intermareal, enterrados en el sedimento o bien adheridos a superficies sólidas.

De este grupo es factible encontrar representantes en las zonas abisales lo que denota la especialización que sufrieron las especies para habitar dichas zonas. Estos organismos están bien representados en el mar, lagunas costeras y aguas sin influencia marina.

Por su parte los escafópodos son moluscos muy especializados habitantes de la infauna marina. Su distribución en el medio marino es muy amplia llegando hasta grandes profundidades. Sin embargo no se han encontrado en otro tipo de habitat.

La taxonomía toma en consideración todas estas características por lo que el buen entendimiento y conocimiento de ella son básicos para la comprensión de los sistemas ecológicos.

4.2 Problemas Taxonómicos.

Las dificultades en la determinación de algunas de las especies de moluscos se debió principalmente a que ciertos atributos morfológicos de la concha descritas para las especies mencionadas en la literatura no correspondieron a las que presentaron los ejemplares.

Este es el caso de Nuculana sp en la que la constitución de las líneas concéntricas no correspondió a las especies Nuculana acuta y Nuculana concentrica que son las que concuerdan en un gran número de características con los organismos estudiados. De la misma forma la parte anterior de la concha es más pronunciada y alargada en comparación con las especies mencionadas.

No fue posible determinar las especies del género Olivella señaladas como Olivella sp1 y sp2 ya que sus características no correspondieron a las descritas para otras especies.

Olivella sp1 comparte similitudes morfológicas con la especie Olivella minuta. Sin embargo el canal sutural de Olivella sp1 no es profundo como en O. minuta, sino concavo; la forma del apice es más puntiaguda en Olivella sp1 que en O. minuta.

Por su parte Olivella sp2 es similar a Olivella nivea sin embargo la coloracion de Olivella sp2 consiste de bandas flamigeras de color café rojizo que se distribuyen en la vuelta corporal; el canal sutural es profundo.

En general el estado de los organismos dificultó su identificación a nivel de especie por lo que se decidió mencionar el genero al que por sus características generales pertenecen.

4.2 ABANICOS COSTEROS

En el presente trabajo se analizó el comportamiento oceanográfico de la temperatura y salinidad de fondo, así como la distribución de sedimentos, carbono orgánico en el sedimento y profundidad registrados en los abanicos costeros de los Ríos Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva-San Pedro y San Pablo durante las temporadas de secas y lluvias de 1985 y 1986.

Hasta ahora, no se contaba con registros de los parámetros mencionados en dichos sistemas y que son importantes para el desarrollo de los organismos marinos.

El estudio de las condiciones oceanográficas y sedimentológicas de los abanicos costeros ayudarán a la comprensión de los procesos biológicos que los moluscos realizan en dichas zonas.

El análisis de temperatura y salinidad se realizó a través de interpolaciones de los valores de fondo, registrados en cada estación de muestreo, abanico y temporada de estudio. El mismo tratamiento de datos se aplicó a los registros de profundidad.

Dado que la zona de estudio se encuentra ubicada en deltas marinos y con el objeto de evitar errores en la interpretación de los resultados, la interpolación entre datos de sedimento y carbono orgánico en el sedimento no fue aplicada.

4.2.1. Parámetros Ambientales del Abanico Costero del Río Tuxpan.

La delimitación de la pluma del Río Tuxpan no fue detectada visualmente, su ubicación se realizó con base en datos de salinidad.

La distribución de las estaciones de muestreo se señala en la figura 4.

ABANICO COSTERO DEL RIO TUXPAN

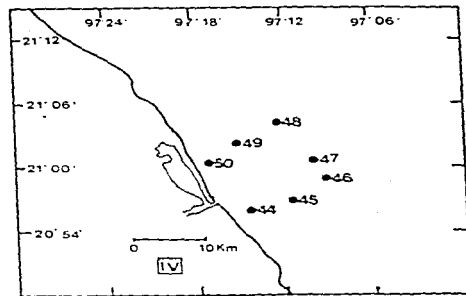
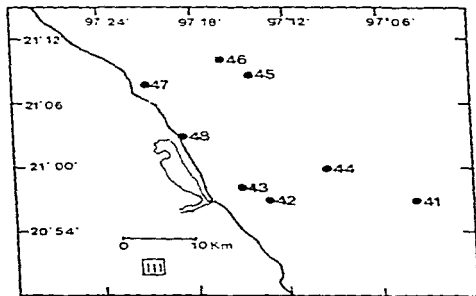
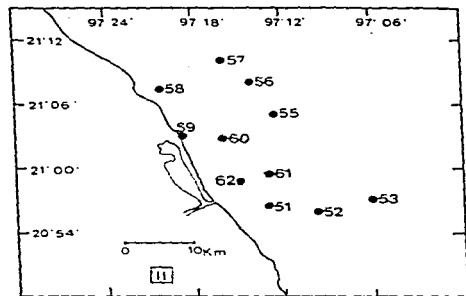
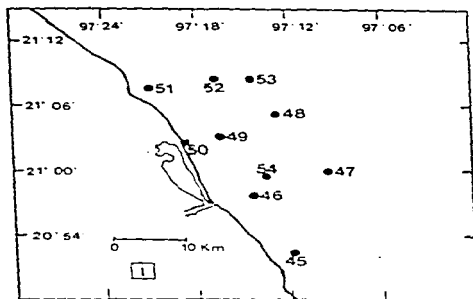


Fig. 4. Ubicación de las estaciones de muestreo en el Abanico Costero del Río Tuxpan.

Profundidad

La profundidad registrada en la plataforma continental adyacente al Río Tuxpan tuvo variaciones en cada época de estudio (Fig. 5, Tabla 1)

ABACO I (secas). En la figura 5 se pueden observar dos zonas de menor profundidad al NW y SE de la boca del Río Tuxpan; al Este se registró un aumento gradual de la profundidad. Las isobatas más cercanas a la costa siguieron la fisiografía de la costa hacia el NE, debido a la forma de la Laguna de Tamiahua cuya barrera tiene la misma dirección. La profundidad mínima fue detectada al NNW de Tuxpan (15 m) y la máxima al Este (36.6 m).

ABACO II (lluvias). La profundidad obtenida durante la primera temporada de lluvias aumento gradualmente en dirección W-E. Al NE de la boca del río se registró la profundidad mínima de 15.0 m y la máxima de 39 m, se ubico al Este del Río Tuxpan. En la zona costera la profundidad se mantuvo en la isobata de los 17 m.

ABACO III (secas). En la segunda época de secas, nuevamente se observaron discontinuidades en la profundidad de la plataforma continental. Al NW de la boca del río se registraron las menores profundidades (isobata de 17 m). Frente a la boca del Tuxpan, se encontro una franja de mayor profundidad cuyo incremento fue notorio en la parte oriental.

A diferencia del muestreo anterior, al Norte se observo un descenso menos pronunciado de la profundidad, que en la parte Sur. Al NW del área se ubico la zona más somera con 16.5 m de profundidad; la más profunda se encontro al NE de la boca del río (39 m).

ABACO IV. La profundidad, en la segunda temporada de lluvias, disminuyo gradualmente al Este del Río Tuxpan. Nuevamente se observo la franja (de SE a NW), que produjo la division en dos zonas de diferente batimetría. Al NE se detectó un rápido aumento de la profundidad hasta los 39 m. Por el contrario, al SW del área descendió hasta los 12.6 m, en las inmediaciones de la boca del Río Tuxpan. En las áreas más distantes del sistema, la profundidad fluctuo ligeramente. Sin embargo prevaleció el incremento hacia el NNE.

Temperatura.

Los datos obtenidos de temperatura de fondo en el área de influencia del Río Tuxpan, tuvieron variaciones significativas en cada época de estudio (Fig. 6, Tabla 1).

PROFUNDIDAD TUXPAN

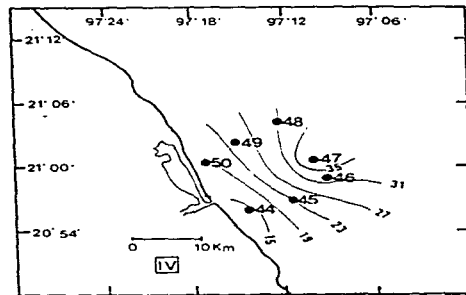
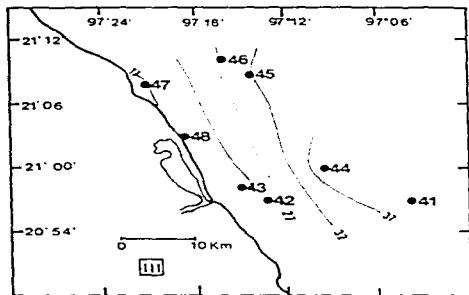
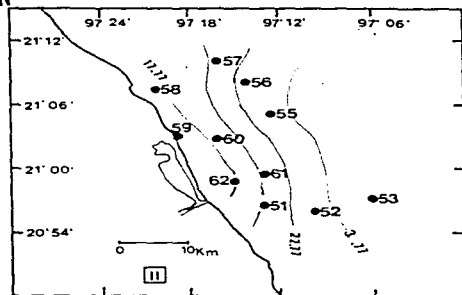
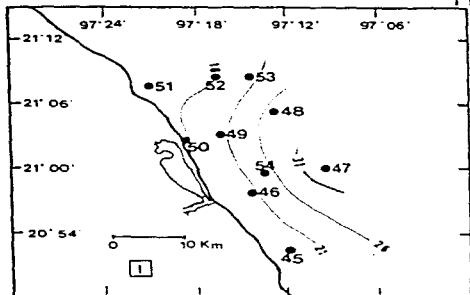


Fig. 5. Profundidad registrada en el Abasco Costero del Río Tuxpan. La notación en números romanos significa ABACO I, II, III y IV.

ABACO I (secas). Durante la primera temporada de secas se observo un gradiente térmico en dirección Oeste a Este, a partir de la desembocadura del río, donde se registraron los valores mínimos (19.90°C); los máximos se ubicaron a mayor profundidad (21.74°C). En la figura 6, se observa la unión de dos tipos de agua con temperaturas diferentes, una con valores menores a los 21°C al parecer proveniente del Río Tuxpan y otra derivada de la corriente litoral cuyos valores fueron superiores a los 21°C . Al Norte de la zona la alteración de la temperatura fue intensa.

El análisis efectuado indica que el Río Tuxpan tuvo influencia notoria en el área y debido a que el muestreo se realizó en la época de secas (invierno), la temperatura del agua del río fue menor que la del mar.

ABACO II (lluvias). La distribución de la temperatura durante la primera época de lluvias, tuvo un patrón diferente al obtenido la temporada anterior. Se encontraron tres zonas con diferencias térmicas: una correspondiente a la boca del Río Tuxpan donde se registró un gradiente térmico, de Sur a Norte, que va de 24.84 a 26.04°C . Dicha zona se extendió perpendicular a la costa en dirección NE. Al Sur la fluctuación no fue tan relevante como en la zona anterior ya que el gradiente observado varió de 24.84°C a 26.44°C en dirección W a E. Una tercera zona se ubicó al Norte donde la temperatura fue superior a los 28°C .

Nuevamente se detectó el aporte de aguas costeras de menor temperatura, las que al mezclarse con las marinas afectaron una extensa zona de la plataforma continental.

ABACO III (secas). En la segunda temporada de secas, los cambios en la temperatura de fondo fueron poco evidentes. Sin embargo, se observó una disminución gradual (22.5 a 22.9°C) al E del área, en dirección W-E. La temperatura disminuyó levemente al N y NE del área correspondientes a las partes más profundas.

Durante el muestreo, la temperatura del agua descendió de acuerdo con la profundidad por lo que el Río Tuxpan no tuvo influencia sobre la del fondo.

ABACO IV (lluvias). Durante el último muestreo tuvo lugar un gradiente térmico negativo originado a partir de la desembocadura del Río Tuxpan; su dirección fue SW-NE, donde el valor mínimo fue de 24.1°C .

A pesar de que el número de datos obtenidos fue reducido, se detectó el aporte de aguas litorales con mayor temperatura, la que mostró una disminución con el aumento de la profundidad.

TEMPERATURA TUXPAN

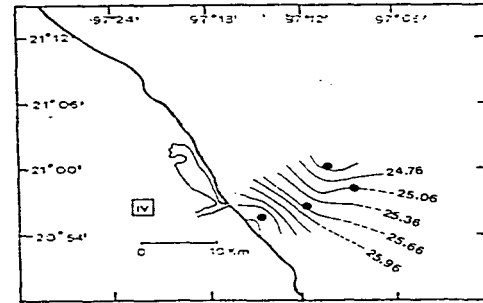
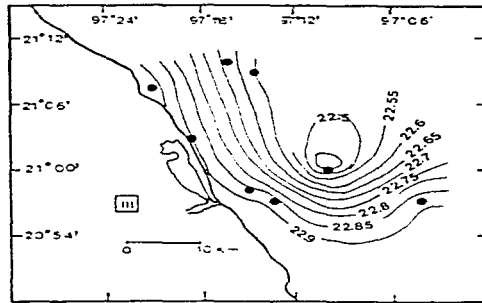
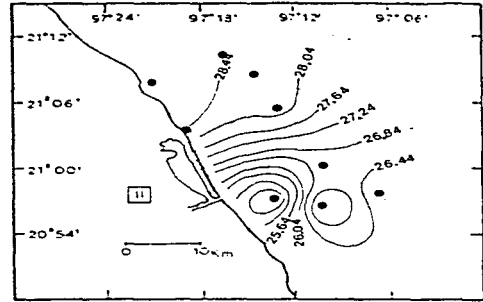
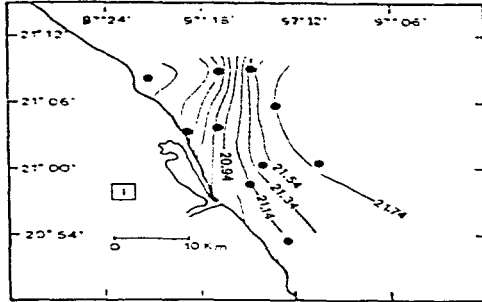


Fig. 6. Distribución de la temperatura de fondo en el Abanico Costero del Río Tuxpan.

La temperatura de la zona no mostró patrones semejantes en cada época estudiada. Sin embargo, los valores más bajos se detectaron durante la época de secas (19.91 a 22.99 °C). Por otro lado, las temperaturas más altas se obtuvieron en la época de lluvias (otoño) con una variación entre 24.12 y 28.8 °C.

Salinidad

En cada uno de los periodos analizados se presentaron variaciones importantes de la salinidad (Fig. 7, Tabla 1).

ABACO I (secas). Los registros obtenidos permitieron detectar un gradiente halino a partir de la desembocadura del río con dirección N-E. Las variaciones oscilaron entre los 34.59% al Norte del Río Tuxpan y 35.98% al NE.

ABACO II (lluvias). Durante el primer periodo de lluvias la salinidad fluctuó de manera importante; al igual que la temperatura se observó un gradiente halino de 35.76% a 36.3% en la zona de descarga del Río Tuxpan. El análisis indicó que la mezcla de aguas dulces y marinas afectó una amplia zona costera en dirección Norte.

ABACO III (secas). Durante la segunda época de secas, las variaciones de la salinidad fueron mínimas. Las diferencias detectadas fueron: de 36.08% a 36.23%, al NW y Este del área respectivamente. A pesar de que el análisis se realizó en época de estío, existió un aporte de agua salobre a la zona que afectó directamente a las regiones someras ya que a dichas profundidades la mezcla de aguas es rápida. El efecto de las aguas salobres fue más intenso en la parte NNW y menor al Sur.

ABACO IV (lluvias). Al igual que la temperatura, la salinidad durante la segunda temporada de lluvias varió en un rango estrecho (Fig. 7). La distribución de la salinidad mostró un gradiente halino negativo poco relevante ya que en la zona enfrente del Río Tuxpan, se observó un aumento de la salinidad hacia la parte más somera (36.45%). Debido a lo escaso de datos comparados, no fue posible inferir las causas del patrón observado.

Al contrario de lo que se pudiera esperar, no se observó un comportamiento estacional de la salinidad. Al parecer las variaciones registradas hicieron que cada año fuera diferente; sin embargo es necesario efectuar más estudios para corroborar esta hipótesis.

SALINIDAD TUXPAN

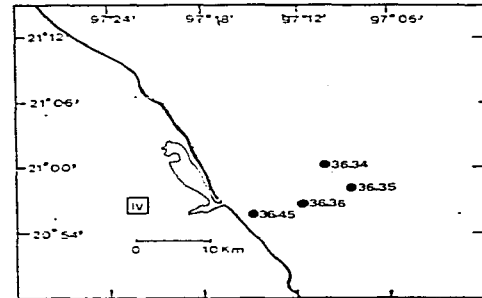
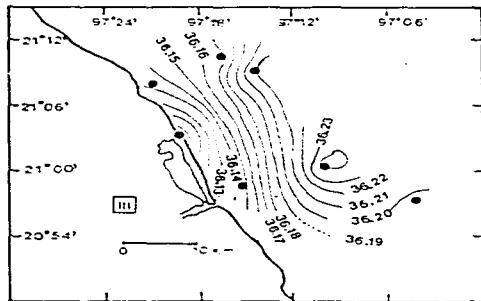
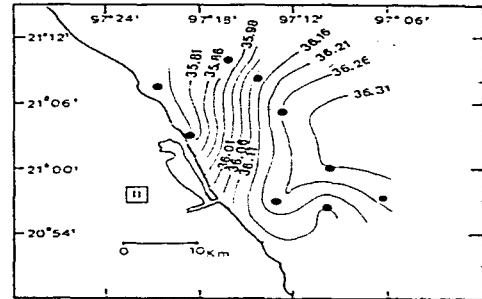
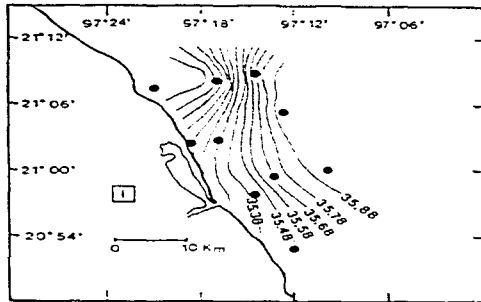


Fig. 7. Salinidad de fondo en el Abanico Costero del Río Tuxpan.

Sedimentos

La distribución sedimentológica observada en el abanico costero del Río Tuxpan fue afectada por el movimiento del sedimento característico de los sistemas deltaicos. La dinámica del sistema trajo consigo diferencias en la ubicación de la franja lodosa y de la barrera arenosa ya que ambas fluctuaron durante cada uno de los monitoreos tanto en extensión como en posición.

ABACO I (secas). En la figura 8, se puede observar la distribución de los porcentajes de arena obtenidos durante la primera época de secas. En la parte Norte de Tuxpan la arena fue el componente más importante ya que se mantuvo dentro del rango de 61 a 90%.

En las estaciones E50 y E51 (Tabla 1) la proporción de lodo fue menor de 20% ; en las restantes el porcentaje aumentó por lo que el sedimento fue, dentro de los areno-lodosos, más lodoso que el anterior.

La zona frontal del río estuvo constituida por lodo-arenoso. Al NE del Tuxpan E47 (Tabla 1), el sedimento fue el más grueso (11.9% de grava) formado por arena gravosa. Al Sur se presentaron lodos arenosos y gravas por lo cual se caracterizó al sedimento como areno-lodoso.

En la vista transversal de distribución tanto de arenas como de lodos se observa una pequeña zona lodosa, frente al río, rodeada por una barrera arenosa.

Los resultados obtenidos indican que la corriente generada por el afluente del Río Tuxpan y el choque respectivo con el agua marina, orientaron la depositación del material fino en dirección NE siendo casi nulo al Este.

De acuerdo con Pérez (1988), la participación lagunar se refleja por la presencia de sedimento lodoso depositado frente a la bocana del río.

ABACO II (lluvias). El patrón granulométrico obtenido durante la primera época de lluvias varío considerablemente con respecto a la temporada anterior. En las figuras 8 y 9 se puede observar la existencia de 3 zonas, una al N de la boca del Tuxpan formada por altas proporciones de arena y reducidas de lodo (areno-lodoso). Al Norte dentro de la misma zona (E57), el sedimento estuvo constituido por 92.7% de arena.

Al Este y frente al Río Tuxpan el lodo predominó formando una franja lodosa en la que la proporción de material fino disminuyó en la misma dirección. Al Sur la composición del sedimento cambió nuevamente a arena-lodosa.

Es evidente la participación que tienen tanto el material terrígeno como orgánico proveniente de la Laguna de Tampamachoy y del Río Tuxpan en la zona frontal del río. Los sedimentos finos descargados por la laguna se ubicaron en el interior del abanico arenoso por efecto de la corriente litoral.

TUXPAN

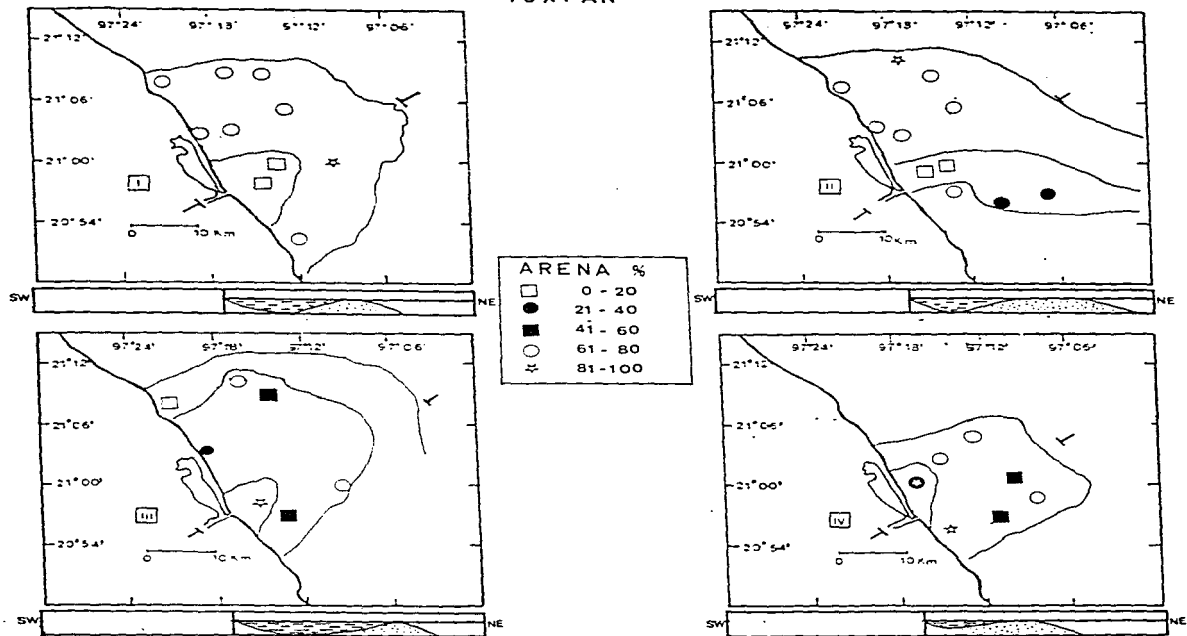


Fig. 8. Ubicación del abanico de arena del Río Tuxpan a través de las temporadas de estudio.

En la representación transversal de distribución de los sedimentos, se observa el crecimiento que tuvo la franja arenosa con respecto a la temporada anterior.

ABACO III (secas). En la segunda temporada de secas, el abanico fue más amplio con orientación NE. Se observaron tres franjas con diferencias de sedimentos: una formada por altas proporciones de lodo frente a la zona de descarga del río. Otra en la parte externa de dicha área donde la proporción de arena se incrementó hasta tornarse, en la última porción analizada, a arenosa (Fig. 8).

En particular la distribución del lodo fue un poco diferente al del esquema anterior. Se encontraron tres franjas con diferentes proporciones de lodo con dirección NE que posteriormente cambiaron de dirección por efecto de la corriente litoral, hacia el NNW. Al Norte de la zona costera se registró una franja donde la proporción de lodo fue reducida, hacia el Sur frente al Río Tuxpan se dio un incremento importante del lodo con dirección NE y NNW. En la última porción delimitada, la proporción de lodo se redujo nuevamente (Fig. 9).

En la vista transversal de la distribución de arenas y lodos se observó la misma situación: una amplia zona de depósito de material fino y el desplazamiento de la barrera arenosa hacia el NE. Cabe mencionar que esta última fue muy angosta.

ABACO IV (lluvias). A diferencia de la primera época de lluvias, durante la presente se registró una zona, al Norte de la boca del Río Tuxpan, donde la proporción de lodo aumento considerablemente (Fig. 9). En su borde se ubicó una franja de dimensión superior a la anterior donde la proporción de arena sufrió un aumento importante. Dicho patrón es aplicable a la distribución de lodos cuya proporción disminuyó hacia aguas más marinas (Fig. 9).

En la vista transversal de ambos casos se observa una pequeña área lodosa y el incremento de la barrera arenosa hacia la costa. Se detectó que la influencia de la corriente litoral sobre el fondo marino fue mayor que la producida por el río.

El depósito de terrígenos provenientes del Río Tuxpan y de la Laguna de Tampamachoco no fue evidente y puede ser atribuido al retraso de la temporada de lluvias (Fig. 10). Debido a tal situación no se pudo observar el patrón sedimentológico descrito para la temporada de lluvias anterior. Durante el mes de agosto de 1986 la precipitación, en la Ciudad de Tuxpan fue de alrededor de 75 mm y para septiembre del mismo año de 250 mm (Servicio Meteorológico Nacional). De esta forma las condiciones durante el mes de septiembre correspondieron a la temporada de inicio de lluvias.

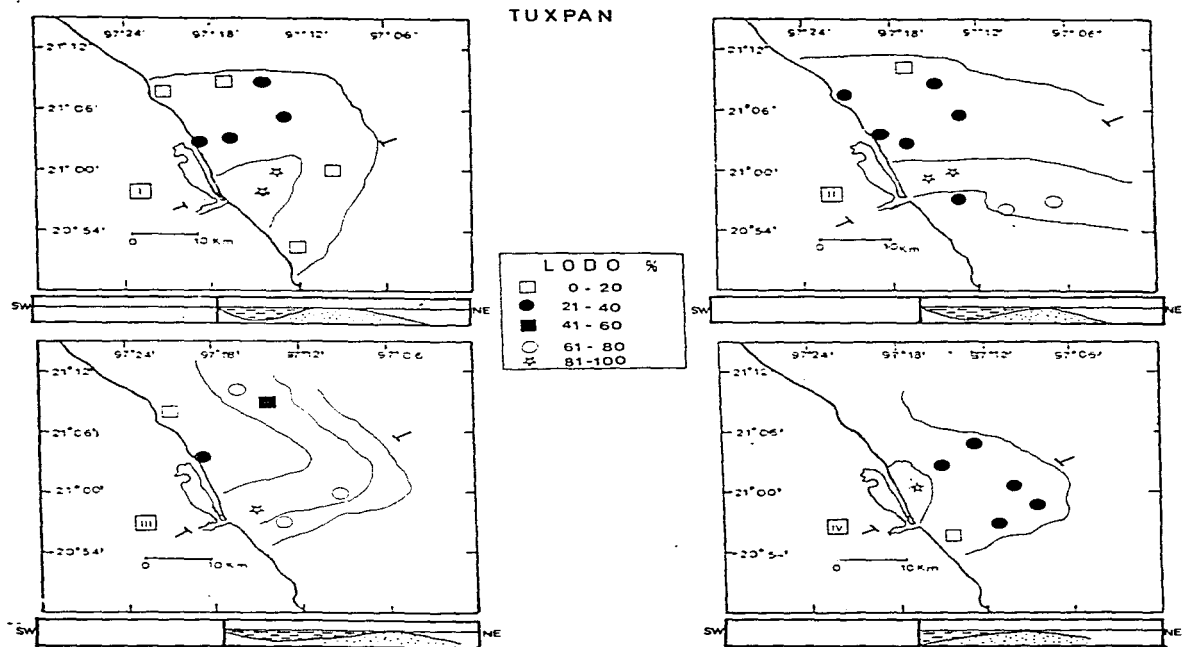


Fig. 9. Ubicación del abanico de lodo del Río Tuxpan y sus variaciones a través de las temporadas de estudio.

CIUDAD DE TUXPAN, VER
Precipitación

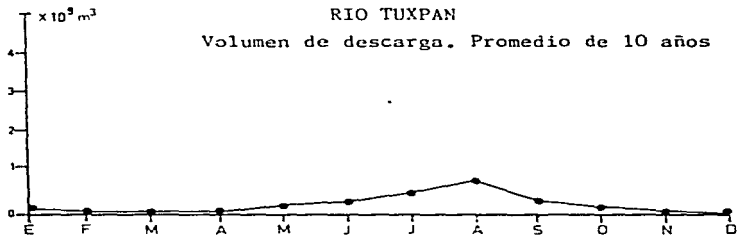
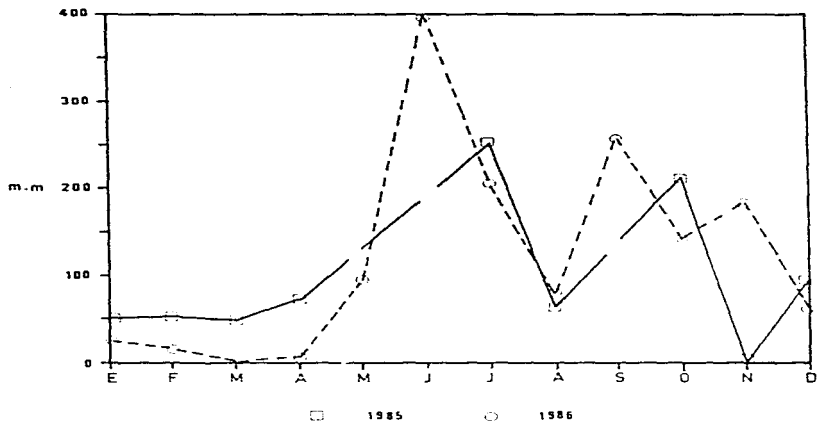


Fig. 10. Variación de la precipitación en la Ciudad de Tuxpan, Ver. y volumen de descarga del Río Tuxpan al mar durante 1985 y 1986 (S.M.N., Czitrom *et al.*, 1986).

La distribución observada de los sedimentos finos y gruesos en el área de Tuxpan, fue determinada por el aporte del río y las corrientes litorales marinas. En las figuras 8 y 9 se muestra el movimiento que tuvo el material en la plataforma continental y que varió de la forma siguiente:

En la primera temporada de secas (ABACO I) se observó una zona lodosa bordeada por una barrera arenosa la que tuvo un desplazamiento hacia el NE durante la temporada de lluvias siguiente (ABACO II) donde se registró un avance de la porción lodosa hacia el E. En la segunda temporada de secas (ABACO III) se detectó una amplia franja lodosa; la barrera arenosa se desplazó, con respecto a la temporada anterior, hacia zonas más profundas. El panorama cambió drásticamente en la segunda temporada de lluvias (ABACO IV) durante la cual, la barrera arenosa creció hacia las partes someras de la plataforma. Esto trajo como consecuencia la reducción de la zona lodosa situada frente a la desembocadura del río completándose de esta forma el ciclo.

El escaso aporte de agua y material en suspensión orientaron la distribución de lodos a áreas más pequeñas cercanas a la boca del río y los más arenosos en los extremos del mismo.

Es decir que la distribución de sedimentos fue afectada directamente por la conjunción entre el material terrestre proveniente del río por los aportes fluviales y a corrientes derivadas por el aporte del río y el litoral.

Carbono Orgánico en el Sedimento.

Los porcentajes de carbono orgánico calculado en cada campaña tuvieron una relación directa con la textura del sedimento. Al igual que los demás parámetros considerados se registraron variaciones en los porcentajes obtenidos en cada época del año (Tabla 1).

ABACO I (secas). La distribución del carbono orgánico en el sedimento permitió detectar la presencia de una franja enfrente de la desembocadura del Río Tuxpan donde las proporciones de carbono orgánico fueron las máximas registradas (Fig. 11). En la parte más cercana al río se calculó un valor de 0.87% ; sin embargo en la estación E54 se obtuvo el valor máximo (1.1076). Dicha zona, se encontró bordeada por una franja donde el porcentaje disminuyó de manera importante.

En la vista transversal se observa la zona de mayor acumulación de carbono orgánico y su proporción en comparación a la zona donde los valores fueron menores.

ABACO II (lluvias). La zona donde se registró la mayor acumulación de carbono orgánico en el sedimento fue frente al Río Tuxpan, en una zona perpendicular a la costa que formó una franja con dirección Este. Los valores más altos se situaron en la franja mencionada y disminuyeron en las franjas que la bordean hacia el Norte y Sur. Un valor de 1.08% (E62) fue el máximo registrado en la parte frontal al

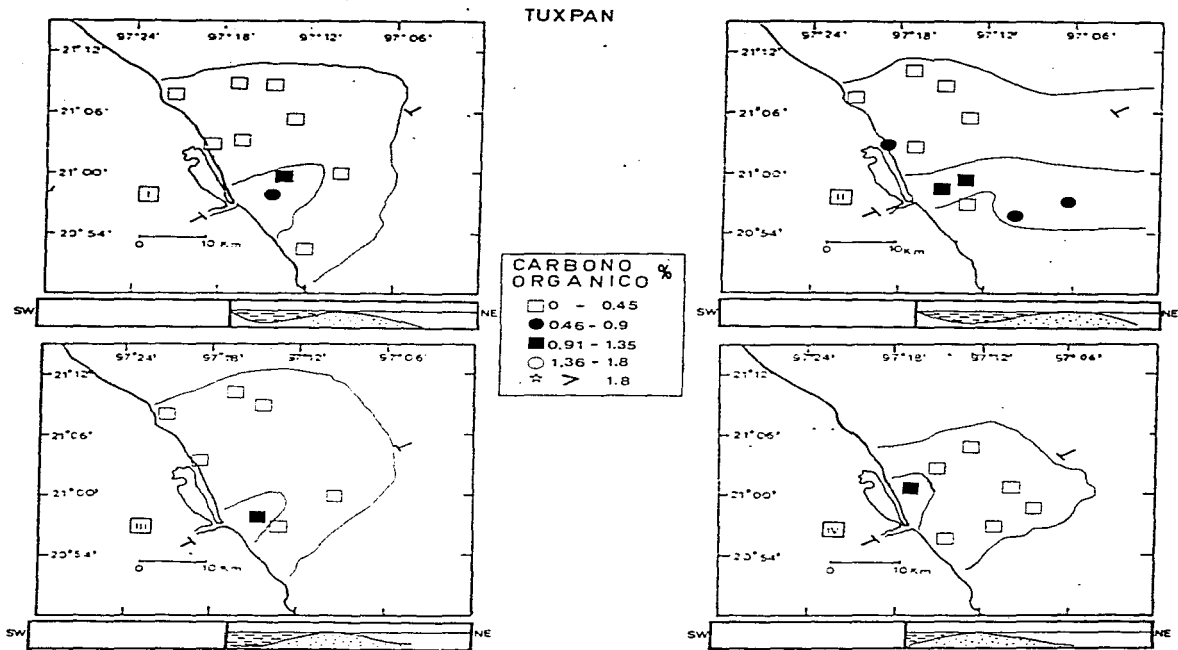


Fig. 11. Distribución de la proporción de Carbono Orgánico en el Abanico Costero del Río Tuxpan y sus variaciones a través de las temporadas de estudio.

Río Tuxpan. La zona con menores cantidades de carbono orgánico fue al Norte del río. Se registró un crecimiento de la franja con bajas proporciones de carbono orgánico en el sedimento con dirección a la costa, lo cual concuerda con el patrón observado para lodos y arenas.

ABACO III (secas). En la segunda temporada de secas, al igual que en la temporada anterior, se registró mayor acumulación de material orgánico en las cercanías del Río Tuxpan con 0.92% (E43), alrededor de esta se redujo el porcentaje (Fig. 11).

ABACO IV (lluvias). Durante la segunda temporada de lluvias la zona con mayor proporción de carbono orgánico (1.1157%), se ubico en la E50 situada frente al Río Tuxpan. En la franja adyacente al área mencionada, la cantidad de carbono orgánico presente en los sedimentos fue mínima, dentro del rango de 0% a 0.45%.

El análisis permite señalar un aporte de agua con poca cantidad de materia orgánica cuya máxima depositación se dio al Norte del Río Tuxpan.

Durante los cuatro monitoreos realizados en la zona del abanico costero del Río Tuxpan se encontraron variaciones en su distribución halina, térmica y sedimentológica. La conjunción de los parámetros analizados mostró que la dirección del abanico en secas (ABACO I) fue hacia el NE. Dicha dirección estuvo determinada por la corriente litoral proveniente del SE detectada a partir de las isoclinas de temperatura y salinidad. Esta corriente y la del río orientaron el depósito de los sedimentos en la forma ya mencionada. Durante el ABACO II, se detectó que el agua del río afectó gran parte de las condiciones ambientales del fondo marino; la orientación del abanico fue hacia el Este. En el ABACO III se observó la influencia de las aguas marinas sobre la reducción del abanico cuya dirección fue nuevamente hacia el NE.

Por último, durante el ABACO IV el abanico conservó la misma dirección que la de la temporada anterior aunque se debe hacer notar que el agua marina participó en el incremento que tuvo la barrera arenosa hacia la costa; por otra parte el lodo se encontró restringido a una pequeña área frente a la boca del mismo.

Los resultados muestran que las variaciones registradas en las condiciones ambientales, de composición de sedimentos y proporción de carbono orgánico en el sedimento de la zona del Río Tuxpan fue determinada por la intensidad del flujo de agua dulce vertida al mar por el río y a las corrientes litorales marinas que provocaron los gradientes ambientales descritos.

4.2.2 Parametros Ambientales del Abanico Costero del Rio Papaloapan

En invierno la delimitación del abanico costero del Rio Papaloapan fue clara en la superficie del agua. En la zona de confluencia de la pluma del rio y el mar se observó la agrupación de plantas acuáticas y Cnidarios como las medusas. La ubicación de las estaciones de muestreo se observa en la figura 12.

Profundidad

La profundidad registrada en la plataforma continental adyacente al área de influencia del Rio Papaloapan tuvo el siguiente comportamiento:

ABACO I (secas). Durante esta campaña la profundidad aumento rápidamente hacia el NE (Fig. 13, Tabla 2); la parte somera se ubicó en una amplia zona costera frente a la desembocadura del rio y al SE de la misma. La profundidad mínima detectada fue de 20.4 m cerca de la boca del rio y la máxima al NE donde se obtuvieron 86.4 m. Las isobatas tuvieron un aumento gradual en sus valores de manera perpendicular a la costa con excepción de la zona meridional, donde el incremento comenzó a ser paralelo.

ABACO II (lluvias). Las mediciones efectuadas tuvieron un patron similar al de la temporada anterior ya que el valor mínimo registrado de 17.6 m, fue situado al NNW de la boca del rio; al NE se observó un nuevo aumento de la profundidad hasta los 82.9 m. Es posible que debido a la forma de la costa se observe un incremento de la profundidad en la forma descrita anteriormente.

ABACO III (secas). Los registros batimétricos mostraron un incremento gradual de la profundidad, paralelo a la línea de costa y en dirección NE. La zona somera se encontró frente a la boca del Rio Papaloapan y al NW de la misma. Al Norte la profundidad aumento considerablemente (se registró 160 m). Cabe mencionar que dicho cambio se dio en una zona pequeña. Durante el estudio se detectaron profundidades mayores a las obtenidas en los muestreos anteriores siendo más evidente en las partes someras de la plataforma.

ABACO IV (lluvias). Se registro una cierta uniformidad en la profundidad de la zona costera paralela a la costa. Los valores obtenidos fluctuaron entre 16.6 m (cercano a la boca del rio) y 33.2 m al SE (Fig. 13, Tabla 2). En general el área se mantuvo entre las isobatas de los 17.9 a 27.9 m, a partir de aquí existió, al igual que en la campaña anterior, un incremento gradual de la profundidad hacia el NE hasta llegar a los 90.6 m (E37).

ABANICO COSTERO DEL RIO PAPALOAPAN

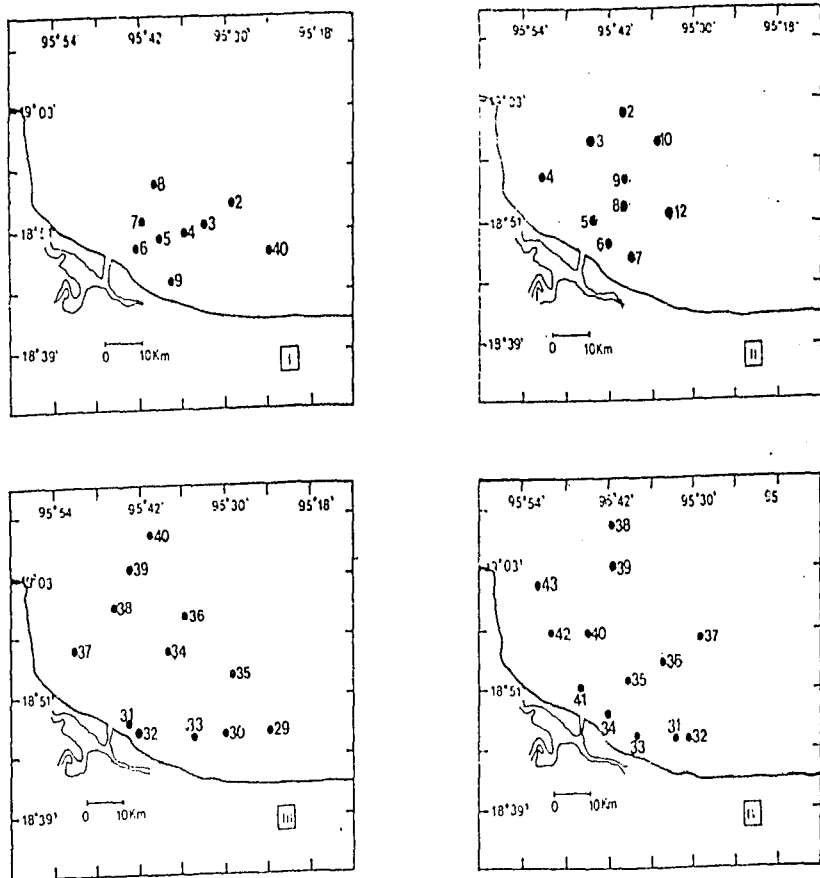


Fig. 12. Ubicación de las estaciones de muestreo en el Abanico Costero del Río Papaloapan.

ABANICO COSTERO DEL RIO PAPALOAPAN

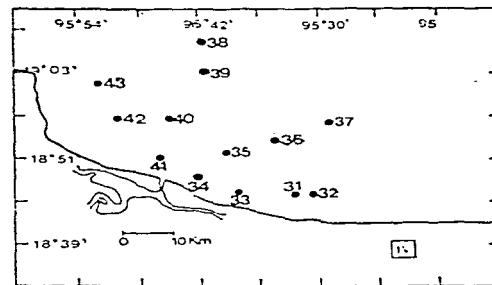
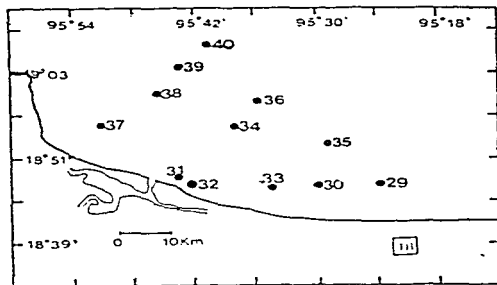
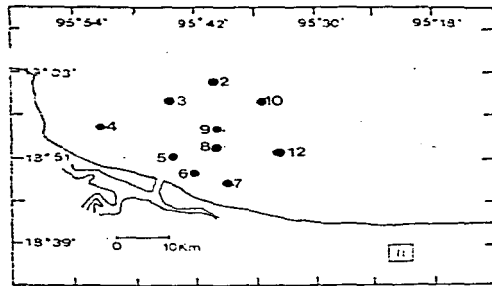
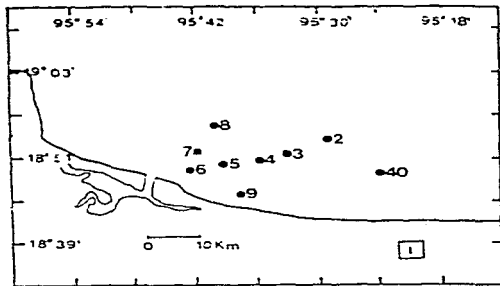


Fig. 12. Ubicación de las estaciones de muestreo en el Abanico Costero del Río Papaloapan.

PROFUNDIDAD PAPALOAPAN

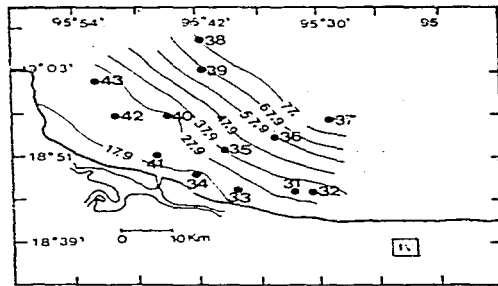
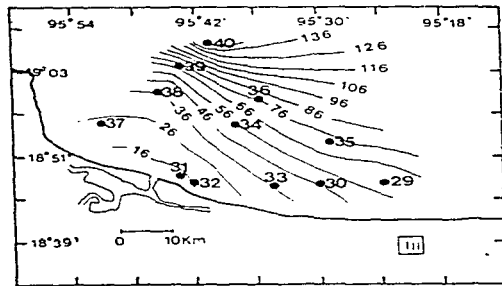
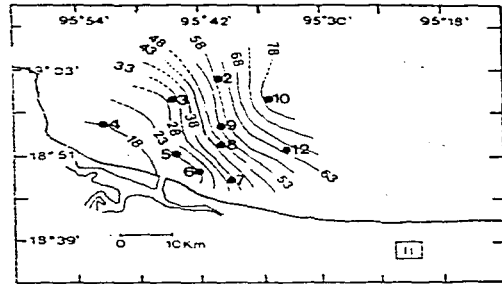
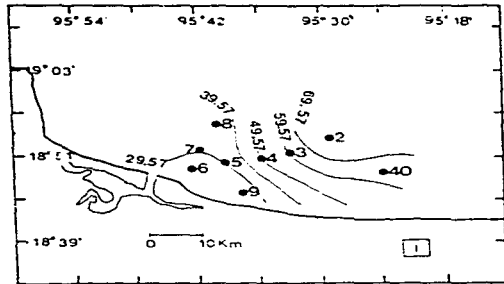


Fig. 13. Profundidad registrada en el Abanico Costero del Río Papaloapan. La notación en números romanos significa AEACO I, II, III y IV.

En general se puede decir que la plataforma continental adyacente a la desembocadura del Río Papaloapan es más angosta al NE y más ancha al NW.

Temperatura

ABACO I (secas). Durante la primera temporada de secas se observó un gradiente térmico de SW a NE. (Fig. 14). Frente a la desembocadura del Río Papaloapan el agua del fondo tuvo menor temperatura que el resto del área (20.45 °C, E7). Adyacente a la misma, se ubicó una pequeña intrusión de agua más cálida hasta la isoterma de los 22.2 °C al NE. Es importante mencionar que en la región más alejada del río (NE de la zona), se encontraron aguas cálidas marinas en dirección SW. La variación en la temperatura se manifestó en toda el área contemplada.

ABACO II (lluvias). La situación durante septiembre de 1985 cambió ya que con los valores obtenidos se vislumbró un gradiente térmico de Este a Oeste a partir de la isoterma de 21 a la de 28 °C en zonas profundas y costeras respectivamente.

No toda la zona costera presentó altas temperaturas solo el NW, ya que al SE la temperatura registrada osciló alrededor de los 21 °C. Al Este del área se detectó la temperatura mínima (21.79 °C) y la máxima al Oeste, donde alcanzó 28.79 °C.

En la figura 14 se observa claramente al área influenciada por las aguas litorales y la dirección de S a N que tiene el flujo de agua proveniente del Río Papaloapan. En dicha zona se realizó la mezcla de agua cálida proveniente del río y la fría del mar. Es clara la participación de la corriente litoral que en dicha temporada tuvo orientación SE-NW.

ABACO III (secas). La distribución de la temperatura fue diferente ya que se observó un gradiente negativo en dirección S-N.

En una amplia zona de la costa, la temperatura se mantuvo sin cambios, en la isoterma de 23.28 °C.

El análisis efectuado parece mostrar que las aguas suprayacentes a la plataforma continental, en zonas someras, fueron más cálidas que las del Norte por efecto de la profundidad, con lo que se deduce que durante esta temporada el Río Papaloapan y la corriente litoral no influyeron, como en los casos anteriores, sobre la temperatura del fondo de la zona.

ABACO IV (lluvias). En las isotermas obtenidas durante septiembre de 1985 se observó un gradiente negativo de SW a NE.

En las partes costeras cercanas a la desembocadura del río, se registraron los valores más altos del gradiente con un valor de 29.16 °C (E34); al NE la temperatura disminuyó hasta los 21.92 °C.

TEMPERATURA PAPALOAPAN

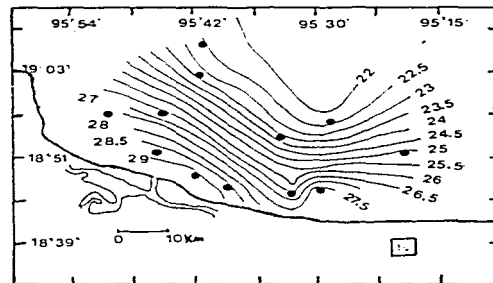
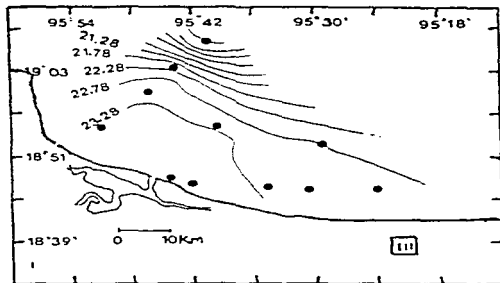
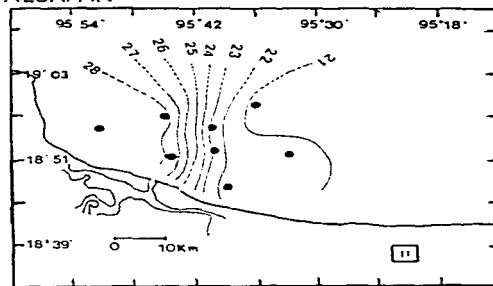
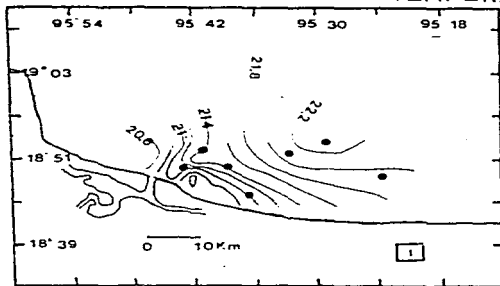


Fig. 14. Distribución de la temperatura de fondo en el Abanico Costero del Río Papaloapan.

En la figura 14 se puede observar a toda el área afectada de manera importante por los cambios en la temperatura resultante de la mezcla de aguas litorales y marinas. Al Norte existe una zona donde los valores de temperatura fueron los mínimos registrados. Los resultados obtenidos indican que la masa de agua marina fue más fría durante esta temporada que la costera.

El análisis del comportamiento de la temperatura muestra que el Río Papaloapan tuvo gran influencia sobre las características hidrológicas del agua costera. Durante la época correspondiente a invierno (secas) se detectaron temperaturas por abajo de los 22.5 °C. En contraste, las aguas del fondo durante el otoño (lluvias) fueron más calidas.

Durante 1985, fue clara la participación del río y de la corriente litoral en la distribución de la temperatura del fondo. En 1986 su efecto fue mínimo registrándose temperaturas dadas por los procesos de calentamiento de la zona costera. Pérez (1988) menciona que la temperatura media del agua superficial del Golfo de México es de 27 °C en verano y de 25 °C en invierno en el Sur y de 17° C en el Norte.

Los resultados indican que la temperatura del agua continental es o más fría o más cálida, dependiendo de la temporada, que la del mar.

La zona de influencia del Río Papaloapan siempre fue en dirección NE.

Salinidad

ABACO I (secas). Las variaciones de la salinidad fueron más evidentes que las obtenidas en el abanico costero del Río Tuxpan (Tabla 2). Se observó una zona afectada por un gradiente halino con dirección Norte (Fig.15). El valor mínimo registrado fue 32.6‰, frente a la desembocadura del Río Papaloapan y el máximo al NE (36.37‰).

Al parecer, existe un flujo de agua litoral hacia el Este que afectó con mayor intensidad la parte Sur.

La variación en la salinidad parece indicar que a pesar de tratarse de una época de secas, el río aportó el agua suficiente para causar un fenómeno como el antes descrito.

ABACO II (lluvias). Aunque la variación de la salinidad registrada varió entre 35.05 y 36.40‰, se observó un comportamiento particular de las isohalinas. En primer término, se detectó una posible corriente de agua continental hacia el Norte. Se formó un gradiente halino hacia el N donde chocó con una franja de mayor salinidad (36.32‰), para posteriormente formar otro gradiente negativo en la misma dirección. El mínimo valor registrado fue de 35.32‰.

SALINIDAD PAPALOAPAN

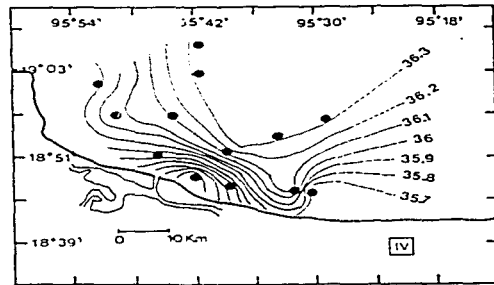
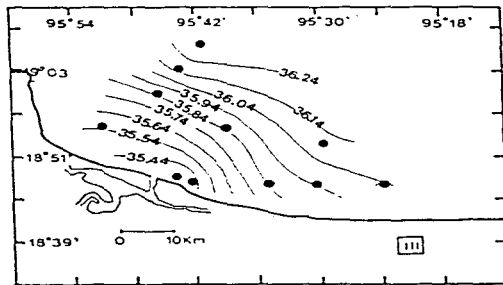
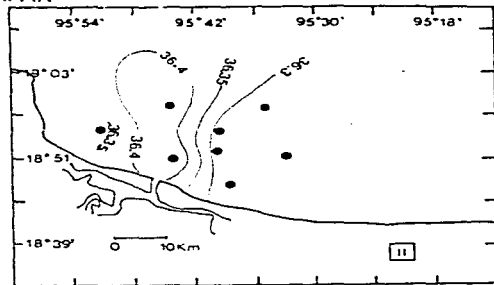
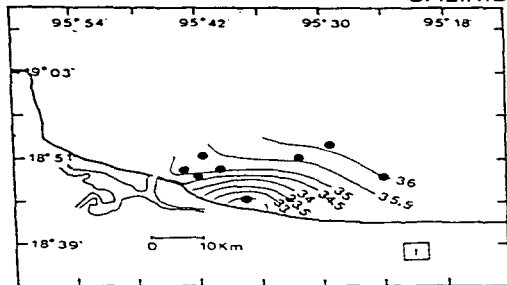


Fig. 15. Salinidad de fondo en el Abanico Costero del Río Papaloapan.

En contraste, la parte NE permaneció sin cambios aparentes en sus concentraciones salinas.

Con estos resultados se puede inferir que en la parte N y NW del área tuvo efecto la mezcla de agua proveniente del río y el agua marina.

No hay que olvidar que asociada a este río se encuentra la Laguna de Alvarado la cual por condiciones naturales de las lagunas costeras puede conferir características diferentes al agua litoral que es aportada al sistema marino.

ABACO III (secas). En la segunda temporada de secas se observó un gradiente halino de SW a NE. En el esquema obtenido se observa que gran parte del área estudiada está afectada por el agua del río, lo cual provocó una reducción en la salinidad del agua marina en la zona litoral y cuyo efecto fue perceptible en el agua del fondo. Dicho efecto fue poco evidente en las partes más alejadas de la costa, donde la profundidad fue mayor.

El Río Papaloapan tuvo influencia en la zona aun durante la época de secas, aunque no fue tan evidente como en el ABACO I.

ABACO IV (lluvias). El esquema obtenido de la salinidad fue más complejo que el registrado en las temporadas anteriores. Al NE y E del río la mezcla de agua continental y marina fue más evidente. Se presentó un gradiente halino al NE con una fluctuación en las concentraciones de 35.05 a 35.38‰. Al parecer, en esta área el agua proveniente del río y mezclada posteriormente con la marina, chocó con otra masa de agua con características más salinas continuando el incremento de la salinidad, hasta la isohalina de los 36.3‰, al NE del área.

Al Este del río se encontró otra masa de agua salina donde se dio el mismo efecto descrito anteriormente. Al NW el gradiente halino derivó de una menor salinidad (35.5‰). Probablemente el agua con menor salinidad provenga del río en dirección NW-SW. Al NE del área las condiciones se tornaron más salinas debido a la influencia marina.

No existió ninguna similitud entre la distribución de la salinidad en la segunda época de secas y los anteriores registros.

Sedimentos.

Las líneas marcadas en las gráficas de distribución de arenas, lodos y carbono orgánico en el sedimento, no corresponden a isocurvas con valores determinados. Se emplearon únicamente para mostrar la tendencia de la distribución de sedimentos en la zona.

ABACO I (secas). La distribución de sedimentos durante febrero de 1985 mostró la existencia de una franja formada por altos porcentajes de lodo (Fig. 17), que parte de la desembocadura del río hacia el N. Las proporciones de arena

PAPALOAPAN

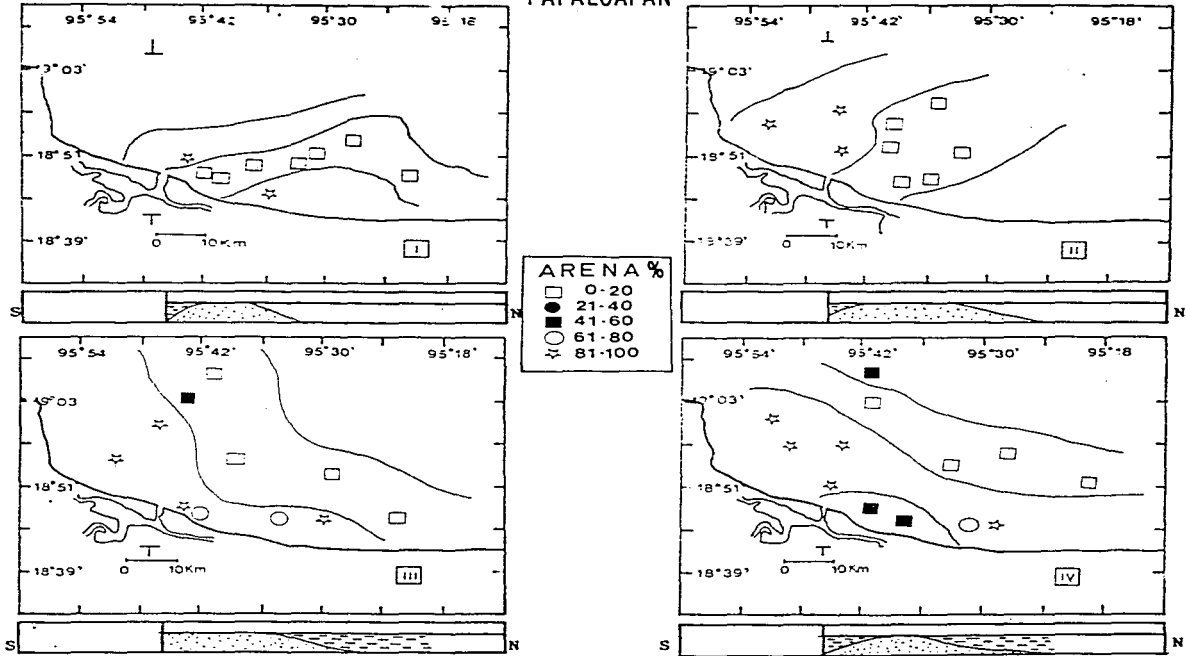


Fig. 16. Ubicación del abanico de arena del Río Papaloapan a través de las temporadas de estudio.

en dicha area, fueron relativamente pequeñas por lo que el sedimento fue del tipo lodo-arenoso. Al N y S de la franja se ubicaron dos zonas de composición sedimentológica diferente a la anterior: una se encontró situada al Norte del Papaloapan y la otra al Este; en ambas la proporción de arena fue superior a la del lodo (sedimento areno-lodoso). El material grueso representado por las gravas estuvo ausente en todas las áreas analizadas.

ABACO II (lluvias). Se obtuvo una relación inversa entre la distribución de arenas y lodos, ya que al NW del área el ustrato se encontró formado por altas proporciones de arena (Fig. 16). Se puede observar que en la misma area la proporción de lodo fue reducida lo que hizo que el sedimento fuera areno lodoso.

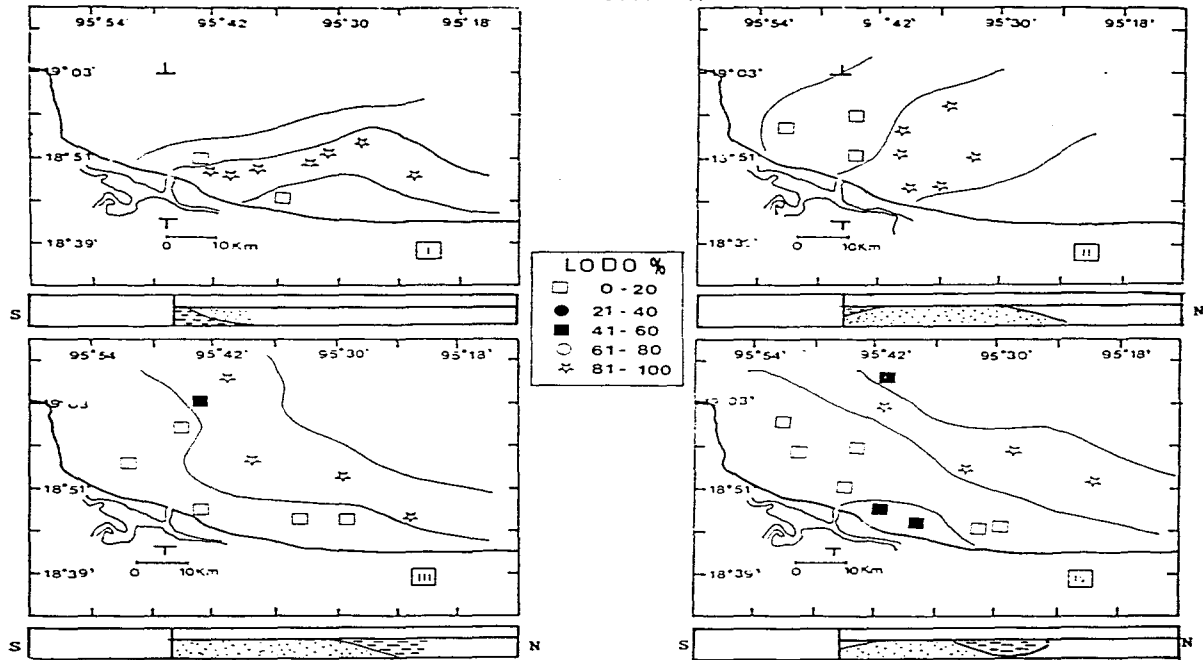
La parte NE y E estuvo formada por un escaso porcentaje de arena. El sedimento de las estaciones muestreadas en ella tuvieron menos del 20% de arena. Por otro lado se evidenció que el componente principal del área fue el lodo lo que trajo consigo la formación de un sedimento areno lodoso. (Figs. 16 y 17). El sedimento grueso representado por grava fue nulo (Tabla 2).

El depósito de lodos durante la época de lluvias 1985 fue hacia el NE.

ABACO III (secas). Como era de esperar, la composición del sedimento registrado en la segunda temporada de secas fue diferente a la anterior. En la zona costera cercana a la desembocadura del río se presentaron dos zonas con variaciones en sus proporciones de arena; hacia el Norte la proporción de arena disminuyó hasta un 20%. Al comparar con la figura de lodos, se observa que en la parte somera, la cantidad de lodos fue reducida (entre 0 y 20%) (Fig. 17) y hacia el Norte aumentó considerablemente. Cabe señalar que en la E37, E38, y E39 la grava estuvo presente (Tabla 2). Frente al río se encontró una pequeña zona formada por arena gruesa. Hacia el Este y paralelo a la costa, la cantidad de arena disminuyó para aumentar nuevamente en la E20; el sedimento de la zona fue areno-lodoso. En la parte media de la plataforma se encontraron zonas con sedimento lodo-arenoso.

ABACO IV (lluvias). Durante el último muestreo efectuado en el abanico costero del Río Papaloapan, el sedimento de la plataforma continental permitió separar una serie de franjas con diferente constitución sedimentológica. La ubicación de estas fue paralela a la costa. En la zona más cercana a la desembocadura del río estuvo formado por mezclas de arena y lodo (Figs. 18 y 17); continúa a esta zona se presenta una área formada principalmente por arenas. En las partes más profundas el sedimento fue lodoso. En la parte más externa

PAPALOAPAN



de la plataforma el sedimento volvió a ser arenolodoso. Se observó que durante el ABACO IV no hubo aporte de material fino al mar. Sin embargo, se obtuvo una franja lodosa alrededor de los 50 m.

En las secciones transversales del área, se observa que en la dirección del flujo del río (de Sur a Norte), el constituyente lodoso estuvo poco representado. El crecimiento de la barrera arenosa se dio de la temporada de secas (ABACO I) a la de lluvias (ABACO II). En la época de secas posterior (ABACO III) la barrera arenosa disminuyó en extensión y apareció una amplia franja lodosa en zonas más profundas. Este patrón se conservó en la época de lluvias (ABACO IV), aunque la ubicación de dichas franjas fue diferente. Se obtuvo también un aumento de lodos en la desembocadura del río.

Carbono Orgánico en el Sedimento.

Por lo que respecta a la distribución del porcentaje de carbono orgánico en el sedimento, en la plataforma continental del Río Papaloapan, se obtuvo lo siguiente:

ABACO I (secas). Se registraron dos zonas al NE de la boca del río a profundidades someras donde se obtuvieron los valores más altos de este componente del sedimento. En la estación E5 (Tabla 2) se obtuvo el máximo valor con 1.8% ; en la parte central del área se presentó una franja con proporciones reducidas (de 0.45% a 0.9%). Al Este, la cantidad de material orgánico fue superior a 0.91% y por último, al SE de la zona se presentaron cantidades reducidas (Fig. 18).

El área de mayor depositación de material orgánico fue al NE del Río Papaloapan; sin embargo el material orgánico se siguió depositando hacia el NE en dirección de la corriente generada por el río.

ABACO II (lluvias). Los datos de materia orgánica en forma de carbono orgánico tuvieron los valores más bajos en la parte Noroeste del área. Los más altos se ubicaron al NE donde se incrementó el porcentaje calculado. Frente al río las proporciones llegaron hasta 0.834% (E8); al Este se registró una zona donde se obtuvo la mayor proporción.

ABACO III (secas). No se encontró un patrón definido en la distribución de materia orgánica. Aun así, en la figura 18 se observó una zona, al Oeste del río, con bajas proporciones de carbono orgánico. El porcentaje mínimo registrado fue de 0.01% (E18) y al N y NE aumentó hasta 0.76% (Norte). Frente a la desembocadura del Papaloapan se hallaron dos muestras con altas proporciones de carbono orgánico. Cabe mencionar que fue en la parte oriental donde

PAPALOAPAN

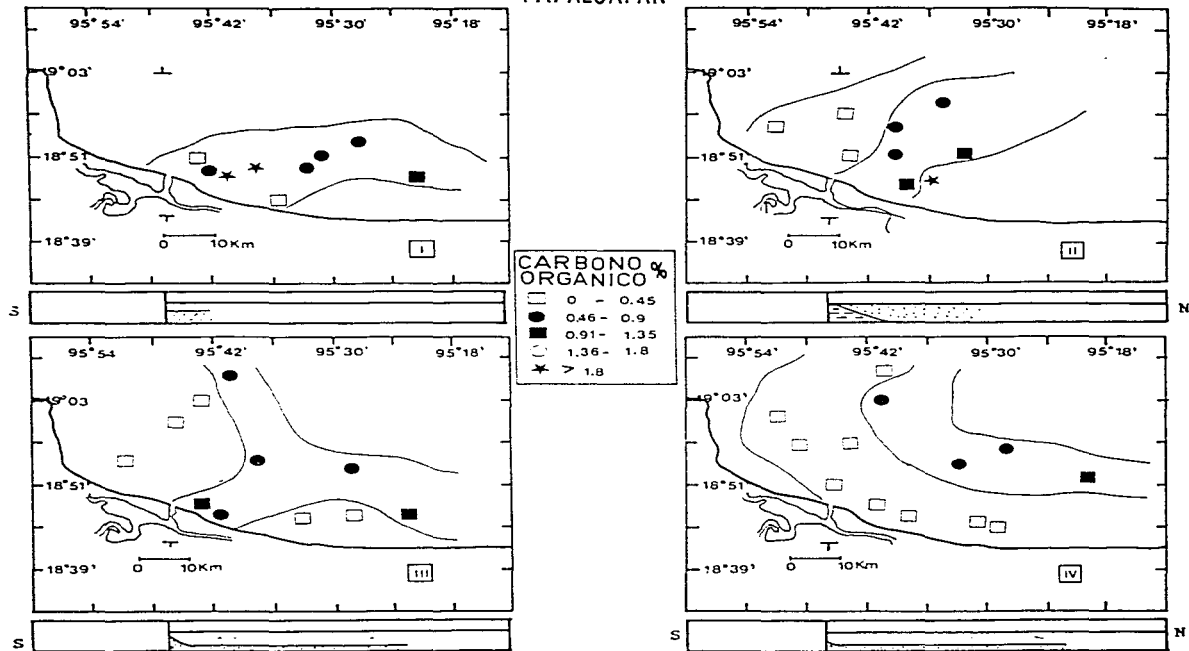


Fig. 18. Distribución de la proporción de Carbono Orgánico en el Abanico Costero del Río Papaloapan y sus variaciones a través de las temporadas de estudio.

se obtuvo el valor máximo (1.07%). Al Este, en la parte somera nuevamente se registraron valores reducidos de carbono orgánico.

ABACO IV (lluvias). Se encontró que en gran parte del área correspondiente a la zona somera paralela a la costa, se presentaron valores oscilantes entre los 0 y 0.45% de carbono orgánico. El valor mínimo registrado en la zona fue de 0.04% (E40). En la parte central se ubicó una franja donde los valores que se obtuvieron fueron superiores al 0.4 %, sólo en la parte Este se calculó un porcentaje mayor (0.94%).

Como se pudo observar, en esta temporada la acumulación de materia orgánica en el área fue mínima.

En la sección transversal de distribución de carbono orgánico (Fig. 18), se muestra que a excepción del primer periodo de estudio, la proporción registrada fue muy reducida (de 0 a 0.45 %). Estos resultados indican que la acumulación de material orgánico en el área fue escaso.

Durante las épocas de estudio se registraron variaciones en cada uno de los parámetros ambientales considerados.

Por lo que respecta a la temperatura, se observó que durante 1985 las descargas provenientes del río y la corriente litoral fueron importantes en la distribución de la temperatura. En 1986 no se detectó dicho comportamiento, por lo que es probable que la temperatura del agua se afecte por los procesos de calentamiento que se llevan a cabo en la plataforma continental y que los aportes de agua de la Laguna de Alvarado contribuyan a incrementar los valores de este parámetro en la zona costera.

La variación de la salinidad fue afectada por los aportes de agua de la Laguna de Alvarado y del Río Papaloapan, por lo que en cada uno de los muestreos se identificaron los gradientes halinos descritos.

En lo que respecta a la composición de sedimento y proporción de carbono orgánico, se obtuvo que la amplitud y dirección del abanico arenoso estuvo relacionado directamente con los aportes de terrígenos del Río Papaloapan y la Laguna de Alvarado. Además, la distribución del sedimento fino en las franjas arenosas registradas, son una evidencia de los mecanismos de distribución de este tipo de sedimentos hacia zonas más profundas (Pérez, 1983) y en consecuencia las mayores proporciones de carbono orgánico se ubicaron en ellas.

En general, se puede decir que el Río Papaloapan ejerce una influencia importante en el abanico costero que se forma en el mar y que provoca una extensa zona de mezcla de agua.

4.2.3. Parametros Ambientales del Abanico Costero del Rio Coatzacoalcos

La pluma del Rio Coatzacoalcos no pudo ser observada en la superficie por lo que su ubicacion se efectuó a traves de datos de temperatura y salinidad. La ubicacion de las estaciones de muestreo se observa en la figura 19.

Profundidad.

ABACO I (secas). Las isobatas obtenidas durante la campaña tuvieron un incremento hacia el Norte; al Noreste del Rio Tuxpan, se observó una zona mas profunda inmersa entre dos areas someras (Fig. 20, Tabla 3).

El minimo valor obtenido fue de 24.5 m al E de la zona, en las proximidades de la costa y el maximo de 54.5 m, al Norte.

La parte mas cercana a la desembocadura del Rio Coatzacoalcos corresponde a una zona somera de aproximadamente 30 m. Cabe mencionar que fue la mas profunda de las areas costeras monitoreadas en la region.

ABACO II (lluvias). La distribucion de la profundidad tuvo un patron diferente al obtenido en la temporada anterior.

En la parte mas cercana a la costa se encontro una amplia zona dentro de la isobata de 36.40 m; a partir de la cual se verificó un aumento de la profundidad de SE a NW.

La maxima profundidad obtenida fue de 67.3 m al NW de la boca del rio y la minima de 30.3 m en la estacion 48.

ABACO III (secas). En las isobatas elaboradas con los datos de profundidad recabados durante febrero de 1986, se obtuvo un aumento gradual de la profundidad de Sur a Norte.

La variacion fue ligera en las partes mas cercanas a la costa, hasta la isobata de 38 m. Posteriormente se registro un rapido aumento hacia el NNW donde se encontro la profundidad maxima; la minima de 8 m se ubico frente a la desembocadura del rio.

ABACO IV (lluvias). El patron de distribucion de la profundidad durante septiembre de 1986 fue semejante al de los muestreos anteriores.

Nuevamente el aumento de la profundidad fue de Sur a Norte; al NW se registraron los valores minimos de 23.6 m y al NE los maximos con 57 m de profundidad (Tabla 3).

En general la profundidad de la zona de descarga del Rio Coatzacoalcos aumento de Sur a Norte. La minima detectada se ubico en las cercanias de la desembocadura del rio (ABACO III, E25) y la maxima al Norte (ABACO II, E50).

ABANICO COSTERO DEL RIO COATZACOALCOS

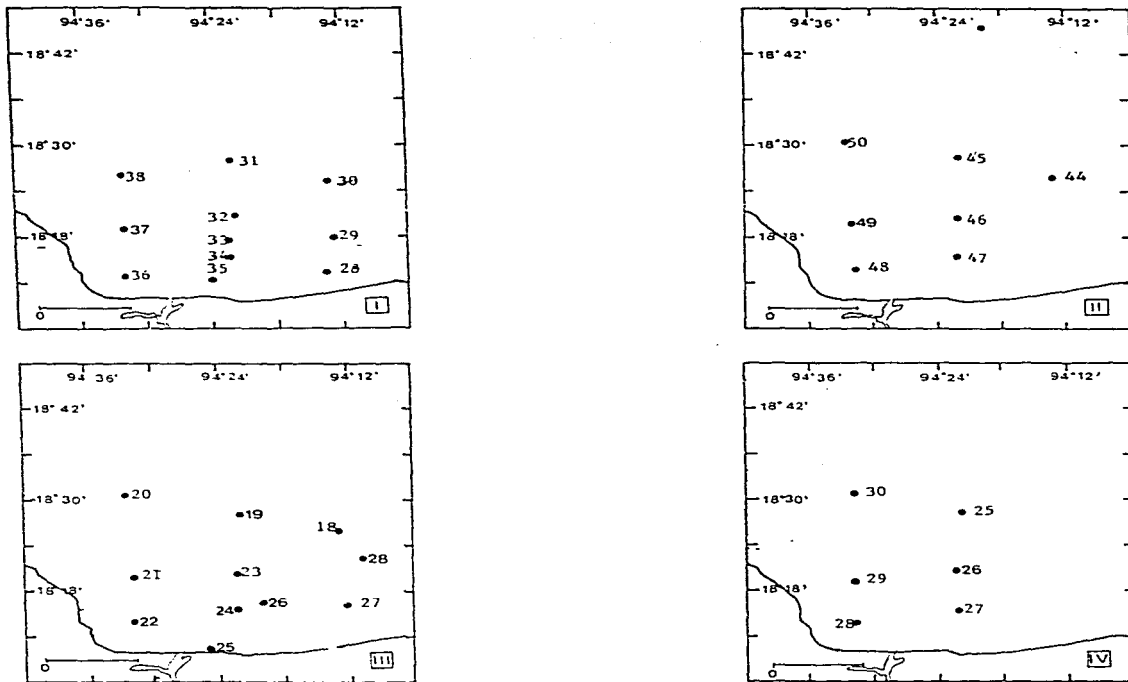


Fig. 19. Ubicación de las estaciones de muestreo en el Abanico Costero del Río Coatzacoalcos.

PROFUNDIDAD COATZACOALCOS

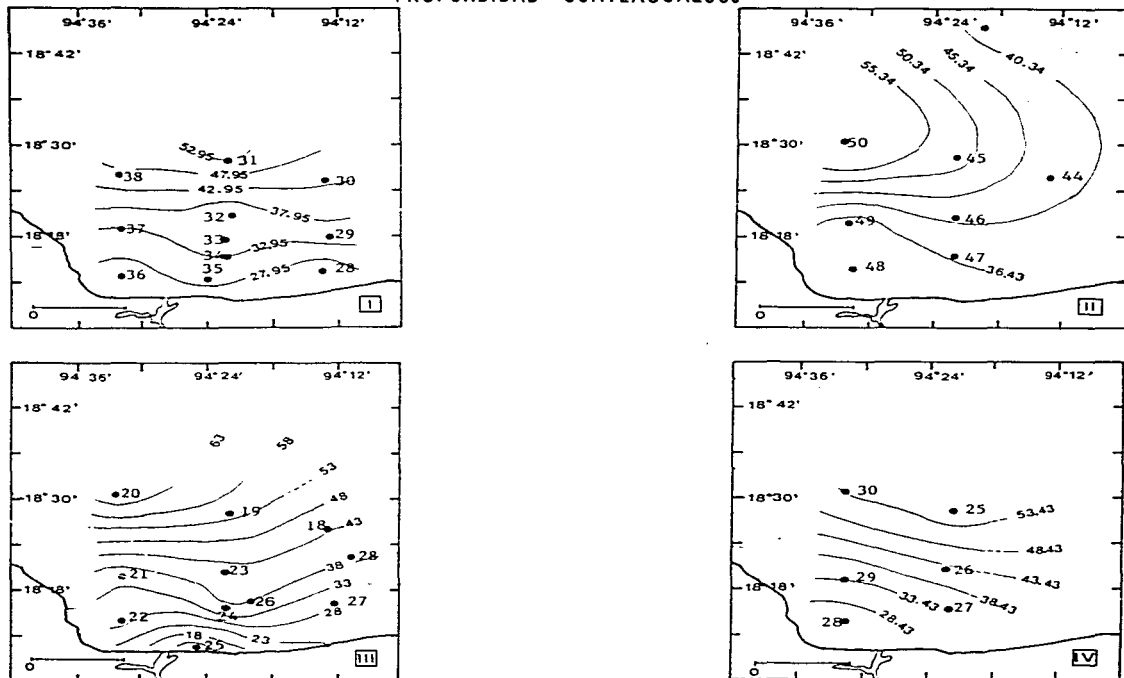


Fig. 20. Profundidad registrada en el Abanico Costero del Río Coatzacoalcos. La notación en números romanos significa ABACO I, II, III y IV.

Temperatura.

La temperatura del fondo de la zona presento variaciones durante cada una de las campañas efectuadas (Fig. 21).

ABACO I (secas). Durante febrero de 1985 se detecto un gradiente termico con orientacion NE. El valor minimo de dicho gradiente fue registrado en la parte mas cercana a la boca del Rio Coatzacoalcos; al NE la temperatura tuvo un valor maximo de 22.74 °C. En una pequeña zona casi frente al rio, se observo un rapido aumento de 21.62 °C a 22.22 °C a partir de la cual las variaciones fueron menos marcadas.

Los resultados parecen indicar que el agua proveniente del rio tuvo menor temperatura que el agua marina y probablemente el flujo afecto con mayor intensidad las capas superficiales del agua.

ABACO II (lluvias). La variacion de la temperatura durante septiembre de 1985 fluctuo en un amplio rango. En la parte occidental de la bocana se ubico la máxima temperatura registrada (28.55 °C). A partir de la estacion 48 se verifico un gradiente negativo en direccion N hasta la isoterma de los 22.51 °C a partir de la que se detecto un nuevo incremento hasta los 25.40 °C. La parte mas cercana a la costa tuvo los valores mas altos; a partir de la isoterma de los 24.51 °C se formo un nucleo en gran parte del area cuyo valor central fue de 22.51 °C; se encontro rodeado por aguas de mayor temperatura. En la parte costera occidental se verificaron gradientes negativos mas intensos que al Este donde la variacion, aunque evidente, fue menor (24.51 a 27.51 °C).

Al comparar con la figura de profundidad pareciera existir una relacion directa entre ambos parametros con lo cual se plantea que el flujo de agua litoral se realizo en aguas superficiales por lo que el efecto de las aguas litorales sobre el frente benthico no fue apreciable.

ABACO III (secas). Durante el muestreo de febrero de 1986 se observo un gradiente negativo de temperatura de Sur a Norte. En la parte NE se ubico una region entre las isotermas de 23.36 °C a 24.06 °C donde la variacion se realizo rapidamente en una pequeña zona. El area costera al Este del rio tuvo valores por arriba de 24 °C correspondientes a los máximos obtenidos.

ABACO IV (lluvias). La distribucion de la temperatura genero un gradiente negativo durante el mes de septiembre de 1989 que fluctuo dentro del rango de 22.59 a 27.27 °C. Debido a que no se cuenta con mayor numero de datos no se pueden discutir las causas del patrón observado.

TEMPERATURA COATZACOALCOS

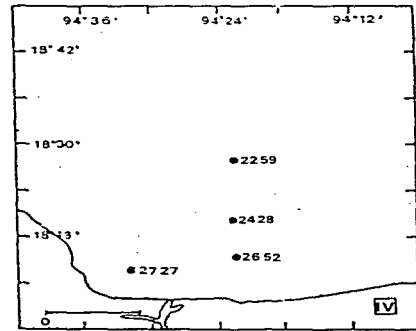
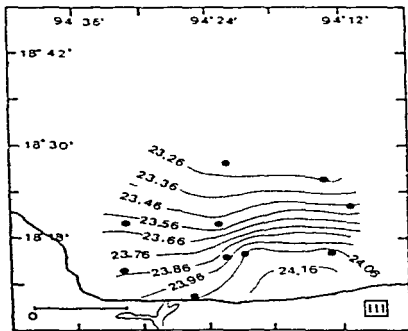
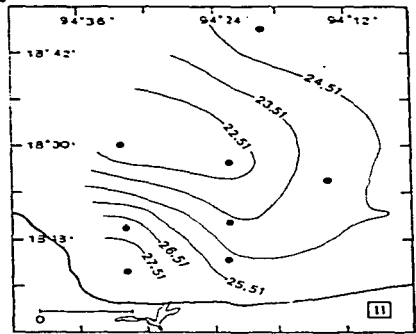
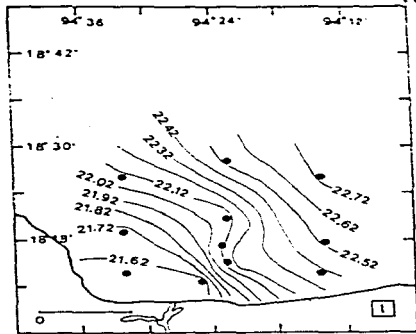


Fig. 21. Distribución de la temperatura de fondo en el Abanico Costero del Río Coatzacoalcos.

En general la temperatura del agua de fondo del abanico costero del Río Coatzacoalcos fue más fría durante el invierno (21.5 a los 24.04 °C) y más cálida en el verano (21.47 a 28.55 °C).

Salinidad.

ABACO I (secas). Las isohalinas construidas con los datos de salinidad indican una ligera variación de la salinidad en el área. El rango de fluctuación fue de 35.07 a 35.9%. correspondientes a la parte frontal del río y el Norte del área respectivamente (Fig.22). El gradiente halino tuvo dirección SW a NE; al NE de la desembocadura del río se verificó una pequeña zona donde la salinidad se incrementó de la isohalina de 35.17% a 35.57%. Durante la temporada muestreada, la salinidad del fondo pudo ser afectada por el agua del río. Por otra parte la corriente litoral marina parece haber tenido una dirección NE-SE.

ABACO II (lluvias). Los valores obtenidos de salinidad fueron superiores a los recabados la temporada de secas anterior. La zona donde se obtuvo el valor máximo fue al NW de la boca del Río Coatzacoalcos y frente a la Laguna del Ostión, donde se encontró un gradiente halino negativo de W a E. Las variaciones en el resto del área fueron mínimas.

Los datos indican que a pesar de que el muestreo fue efectuado dentro de la época de lluvias, el rango de fluctuación de la salinidad no señala un aporte evidente de agua litoral a la zona. Sin embargo, parece que la Laguna del Ostión tuvo mayor influencia sobre este parámetro lo que puede ser debido al incremento de la salinidad de sus aguas dada por procesos de evaporación o bien a que la descarga del río se dio en las capas superficiales del agua sin afectar el fondo.

ABACO III (secas). La salinidad registrada durante la segunda temporada de secas tuvo un comportamiento diferente al de las campañas anteriores. En la zona más cercana al río se obtuvo una salinidad de 34.71%. (E25) pero fue aún menor al Oeste, en las cercanías de la Laguna del Ostión, donde se obtuvo una salinidad de 34.27%. (E22). A partir de dicha zona se generó un gradiente halino con dirección NE. Estos valores mostraron un aporte de agua litoral a la costa que redujo los valores de salinidad, por lo que se puede decir que el Río Coatzacoalcos tuvo una descarga significativa a la zona y que su efecto se dio aun más en las capas superficiales de la columna de agua.

ABACO IV (lluvias). La fluctuación de la salinidad durante este periodo fue la mínima obtenida en la plataforma continental frente al Río Coatzacoalcos donde se obtuvo un valor máximo de 36.36% y un mínimo de 36.34%.

SALINIDAD COATZACOALCOS

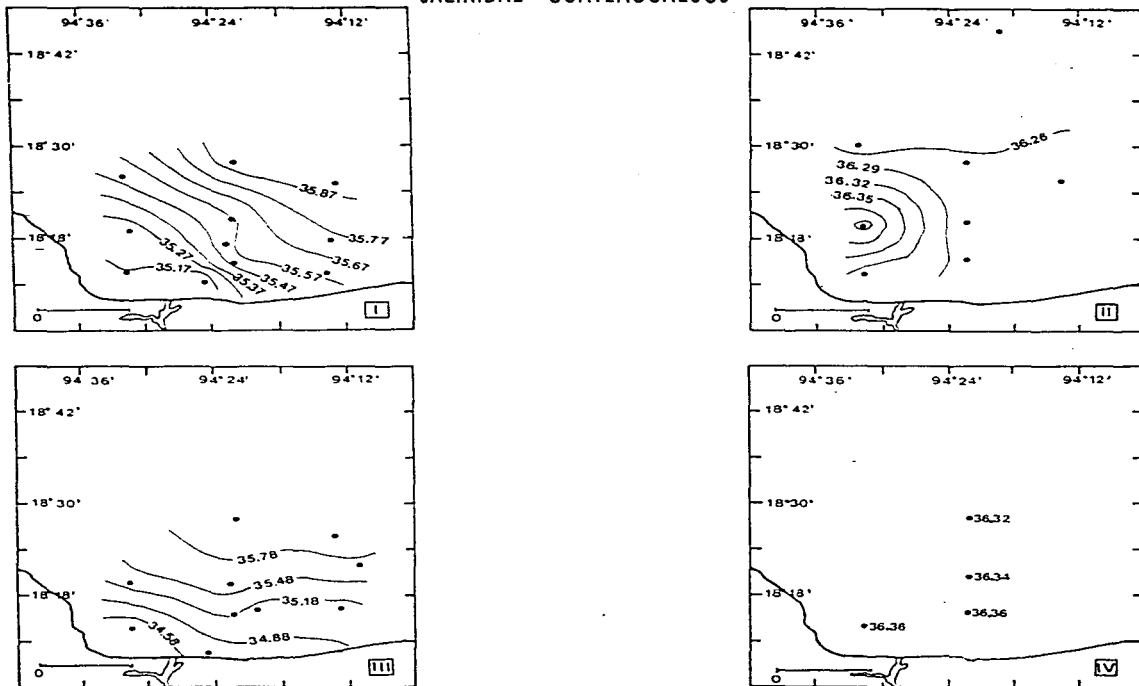


Fig. 22. Salinidad registrada en el Abanico Costero del Río Coatzacoalcos.

La carencia de un mayor numero de datos hizo dificil el marcar el posible efecto del rio en esta area. Sin embargo los datos obtenidos indican que el flujo de agua litoral se realizo en las capas superficiales del agua marina por lo que no se observaron variaciones de la salinidad en el fondo a pesar de tratarse de la epoca de lluvias.

El análisis del comportamiento de la salinidad indica un efecto evidente en la salinidad de la zona por el Rio Coatzacoalcos y en menor medida por la Laguna del Ostion. Esto puede estar relacionado con la forma en que es aportada el agua del rio al mar, es decir el flujo neto del agua del rio pudo estar fluyendo en la superficie del agua por lo que no se registraron cambios salinos en el fondo.

En general se obtuvo que durante la epoca de secas los valores calculados variaron entre los 35 y 36‰ y durante la epoca de lluvias fueron superiores a 36‰. De esta forma se infiere que la pluma afecto en mayor medida las aguas del fondo durante la epoca de secas y la salinidad del agua de superficie en epoca de lluvias.

Sedimentos.

ABACO I (secas). La distribución de los sedimentos en el abanico costero del Rio Coatzacoalcos mostro una zona donde el componente principal fue la arena (Figs. 23 y 24). Al Oeste, la parte cercana a la costa estuvo constituida por arena con una proporción de lodo inferior al 20% (2%). Al Norte vario a un grano mas grueso formado por arena gravillenta para tornar de nuevo a arena. Frente al rio, el sedimento estuvo formado por un mayor porcentaje de arena, lo que ocasiono que el sedimento fuera areno-lodoso. Dicha constitucion cambio hacia el Norte a arena. En esta zona volvio a incrementarse la proporción de lodos al 64% por lo que el sedimento estuvo formado por arena-lodosa. La variación de la zona mostro nuevamente una area donde las estaciones mas al Norte se encontraron formadas por arena. Al oriente, el lodo arenoso fue el principal constituyente de la parte costera. La distribución mencionada permitió caracterizar al abanico del rio como una zona con variaciones dentro del rango de los sedimentos arenosos. Por otro lado, no se observo influencia de material fino por lo que durante esta temporada de secas, el aporte de sedimentos finos por parte del rio fue escaso. Así el factor que determino la composición del sedimento fue la corriente litoral marina.

ABACO II (lluvias). La composición del suelo marino tuvo ciertas variaciones con respecto a la temporada anterior. Se observo una sabana arenosa con dirección NE la cual se encontró bordeada por una franja cuya constitución fue básicamente lodosa. Al occidente, la zona mas cercana a la costa permanecio formada por arena. Sin embargo, en la estación E49 disminuyo la proporción de grava por lo que el

COATZACOALCOS

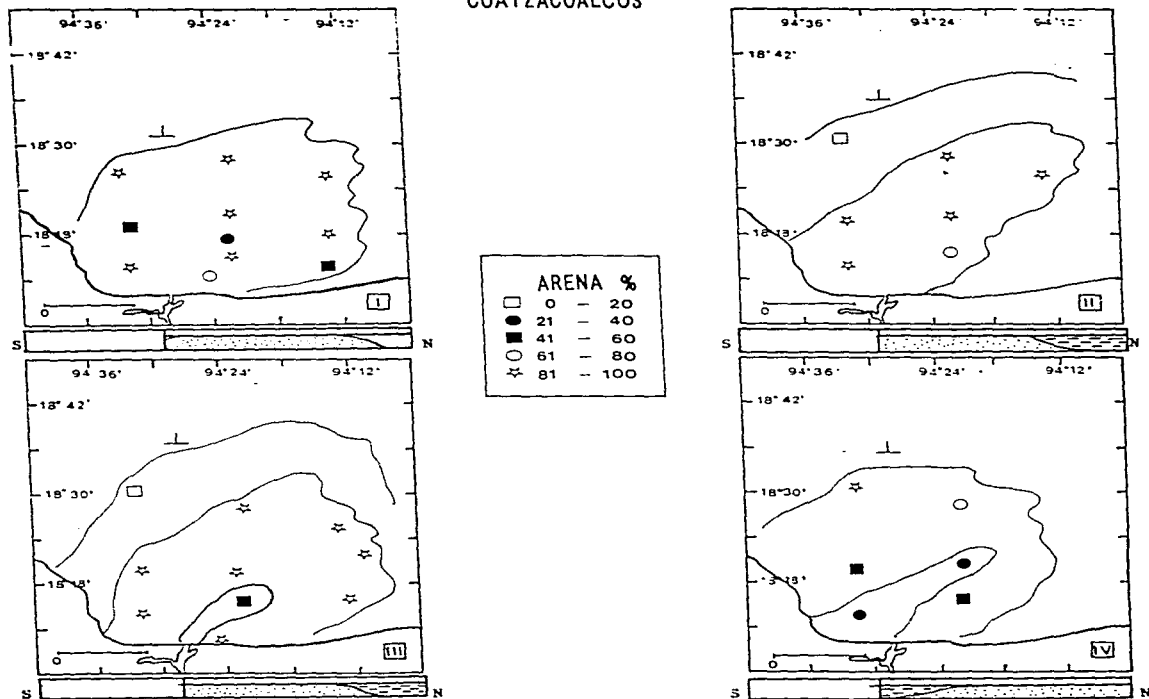


Fig. 23. Ubicación del abanico de arena del Río Coatzacoalcos a través de las temporadas de estudio.

sedimento fue arenoso. Al Noreste y cerca del rio, se detecto un aumento en la proporcion de lodo (23%) por lo que el tipo fue areno-lodoso. El area restante estuvo formada por arenas.

Se registro un ligero deposito de terrigenos al NE del rio. Los datos indican la depositacion de material fino en zonas lejanas a la costa (Figs. 23 y 24).

ABACO III (secas). Los datos obtenidos tuvieron un patrón semejante al anterior. Sin embargo, se observo un aumento de material grueso en forma de grava en algunas zonas. Se obtuvo una amplia region constituida por sedimentos arenosos y cuya orientacion fue hacia el NE. Alrededor se ubico una franja donde el sedimento cambio a lodoso. Al NW solo la E20 estuvo formada por material lodoso. En las estaciones mas costeras predomino la arena (Tabla 3).

Como era de esperar, la estacion frente a la boca del rio estuvo formada por material grueso en forma de arena; la proporcion de lodo fue del 1%. Hacia el Norte se observo la depositacion de material fino por lo que la estacion E23 estuvo formada por lodo arenoso. En cambio la zona Norte se formo por arena gravillenta. El Noreste del area dominaron los granos gruesos en forma de arena a excepcion de la E28 donde el sedimento fue arena gravillenta.

Durante la segunda temporada de secas se observo una escasa acumulacion de sedimentos finos. Solo al NW se apreció una cantidad notable de lodos que pudieron ser aportados por la Laguna del Ostión (Figs. 23 y 24), o bien transportados al area por la corriente marina proveniente del Este.

ABACO IV (lluvias). La situacion fue diferente en la ultima campaña. Se obtuvo una situacion contraria a las registradas anteriormente ya que existio un considerable aumento de material fino en forma de lodo que se acumulo en una franja con direccion NE. Alrededor se encontro otra franja con variaciones en la proporcion de arena siendo este elemento el mas importante en la composicion granulométrica. Es evidente que en la distribucion descrita intervino de manera importante la corriente generada por el rio y la litoral marina. Ambas orientaron la posicion del abanico en cada temporada que tambien fue afectada por la fisiografia de la costa la cual influye en la direccion de la corriente.

En las secciones proyectadas se puede observar la variacion en longitud de la barrera arenosa que abarca toda la zona durante la época de secas (ABACO I). En la de lluvias, (ABACO II) la region con deposito de lodos se hizo evidente; dicha situacion se mantuvo durante la época de secas (ABACO III). Sin embargo, en época de lluvias (ABACO IV) se detectó un ligero aumento de la traccion lodosa debido al aporte de terrigenos por parte del rio.

COATZACOALCOS

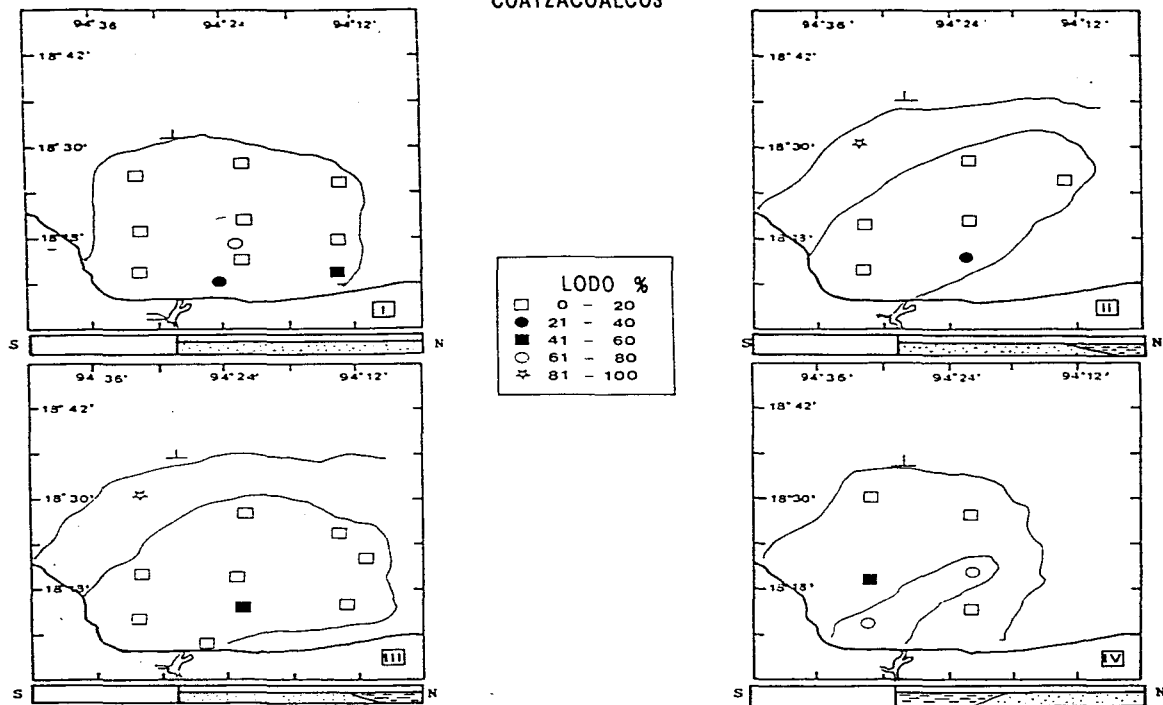


Fig. 24. Ubicación del abanico de lodo del Río Coatzacoalcos y sus variaciones a través de las temporadas de estudio.

Carbono Orgánico en el Sedimento.

ABACO I (secas). Los porcentajes calculados de carbono orgánico en el sedimento fueron inferiores al 0.45% , a excepción de la E29 donde se registró un valor de 0.63%. El valor mínimo obtenido fue de 0.02% en la E30 al NNE del río. En la figura 25 se puede observar la homogeneidad de este factor en el área de estudio.

ABACO II (lluvias). Durante la primera época de secas se obtuvo un patrón semejante al de la colecta anterior. En las partes más someras, frente al río, se registró una acumulación mayor de material orgánico de hasta 0.48% en la E47 (Tabla 3). Otra zona de importancia fue al NNW del río donde la proporción calculada fue de 0.83%. En el área restante se obtuvieron valores por debajo del 0.45% . Esta distribución indica que la mayor acumulación de carbono orgánico en el sedimento se efectuó enfrente del Río Coatzacoalcos y la Laguna del Ostion.

ABACO III (secas). En la totalidad del área se calcularon porcentajes menores al 0.45% de carbono orgánico en el sedimento.

Dicha distribución indica, al igual que lo registrado para los sedimentos, mayor depositación de sedimento fino con material orgánico al NE del río. También es importante el suministro de este por parte de la Laguna del Ostion.

ABACO IV (lluvias). Durante la segunda temporada de lluvias la zona presentó valores reducidos de carbono orgánico en el sedimento. El mínimo registrado fue de 0.80% en la E30 y el máximo de 0.45% en la E25 al NNW y NNE del Río Coatzacoalcos respectivamente.

Los porcentajes de carbono orgánico obtenidos indican que el depósito de material orgánico en la zona fue reducido, producto del flujo, velocidad del agua del río y cantidad de material que transporta.

El comportamiento hidrológico de la zona muestra la presencia de gradientes térmicos y halinos causados por el efecto del Río Coatzacoalcos y la corriente marina sobre las aguas de la región. Dicho efecto se observa en la dirección que tiene el abanico en cada temporada de trabajo. Durante el ABACO I (secas) se registró un abanico con orientación NNE que puede advertirse en las isocurvas de temperatura y salinidad y en los datos referentes a sedimentos. En el ABACO II se detectó la misma situación; sin embargo el abanico (arenoso) tuvo mayor extensión. Debido a que las variaciones de la salinidad fueron mínimas es probable que las aguas del río se distribuyeran, durante esta época, por encima de las marinas.

COATZACOALCOS

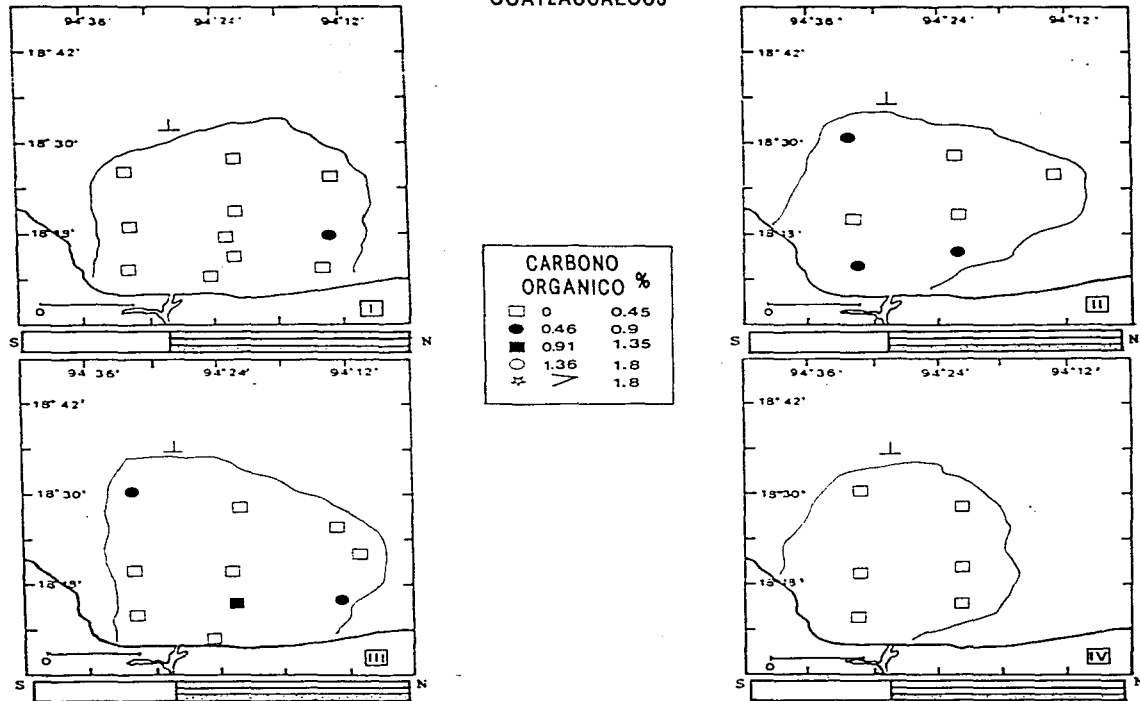


Fig. 25. Distribución de la proporción de Carbono orgánico en el Abanico Costero del Río Coatzacoalcos y sus variaciones a través de las temporadas de estudio.

Por lo que se refiere a la campaña ABACO III, el afluente del río y la corriente litoral determinaron su orientación NE. Los valores de salinidad permiten señalar que existe un ligero efecto por parte del agua litoral en el agua de fondo. Por último para el ABACO IV se mantuvo la dirección del abanico al NE; la salinidad fluctuó ligeramente. En general, se puede decir que la influencia del Río Coatzacoalcos sobre las características hidrologicas y de composición de sedimentos fue importante durante los ciclos analizados ya que favoreció la formación de gradientes de cada uno de los parámetros analizados.

4.2.4. Parámetros Ambientales del Abanico Costero del Río Grijalva, San Pedro y San Pablo.

La ubicación de la pluma del Grijalva fue detectada visualmente gracias a la diferencia existente en el color del agua de la pluma y el mar así como a la acumulación de materiales en la zona de confluencia de ambos tipos de agua. El caso fue diferente para la zona frontal del Río San Pedro y San Pablo donde la delimitación de la pluma se basó en datos de salinidad. La ubicación de las estaciones de muestreo se observa en la figura 26.

Profundidad.

ABACO I (secas). La profundidad registrada durante el muestreo se presenta en la figura 27 donde se observan dos zonas con diferencias batimétricas: una, ubicada al Norte del Río Grijalva donde se obtuvo la profundidad mínima de 16.7 m (E12) en la parte más cercana a la costa y una máxima de 90.20 m al Norte. El incremento de la profundidad fue más notable a partir de la isobata de 51.63 m donde se verificó un gradiente importante en una área limitada hasta llegar a la isobata de 36.63 m.

La distribución de las isobatas en la segunda zona, tuvo una cierta homogeneidad en la parte costera cercana al Río San Pedro y San Pablo. La profundidad mínima fue de 12.5 m; a partir de la isobata de los 21.63 m el aumento de la profundidad fue gradual en dirección NNW.

ABACO II (lluvias). La distribución de la profundidad fue diferente al de la temporada anterior. Al Norte se detectó el aumento gradual de este parámetro.

Las partes más someras se ubicaron al Este del Río San Pedro y San Pablo donde se detectaron 10.7 m de profundidad.

Estos resultados muestran que la plataforma continental frente a la desembocadura de ambos ríos es extensa y disminuye hacia el Oeste y Este.

ABANICO COSTERO DE LOS RIOS GRIJALVA, SAN PEDRO Y SAN PABLO

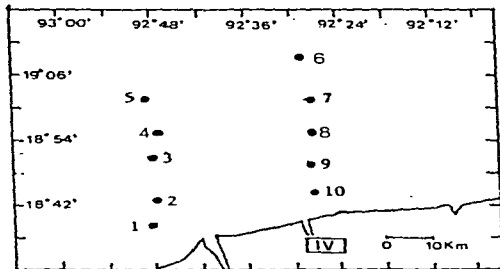
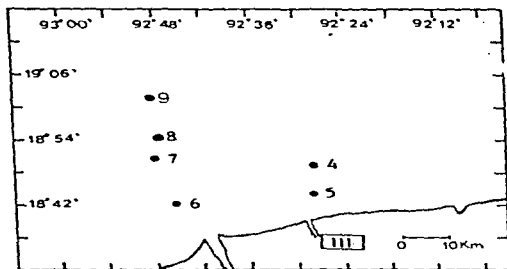
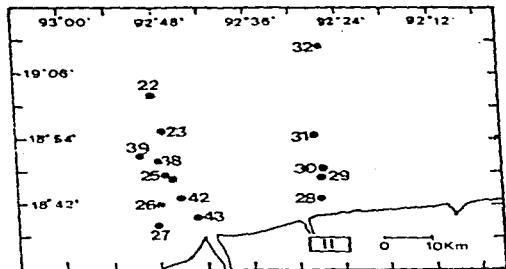
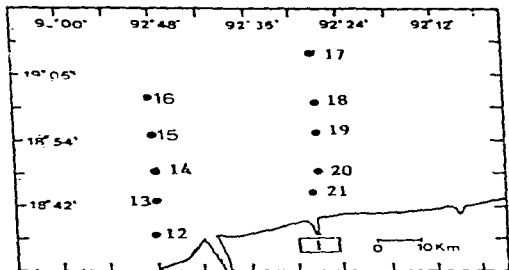


Fig. 26. Ubicación de las estaciones de muestreo en el Abanico Costero de los Ríos Grijalva, San Pedro y San Pablo.

PROFUNDIDAD GRIJALVA SAN PEDRO Y SAN PABLO

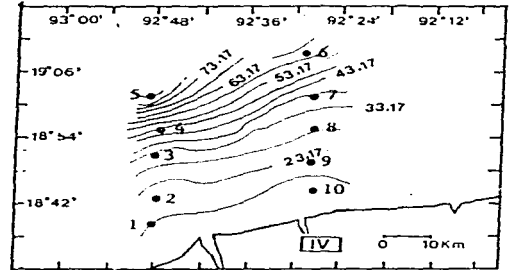
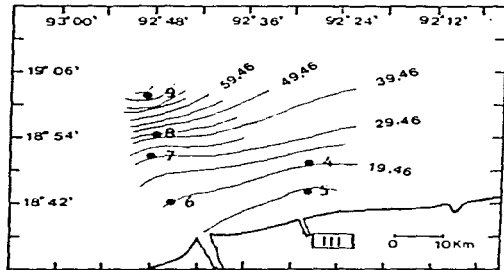
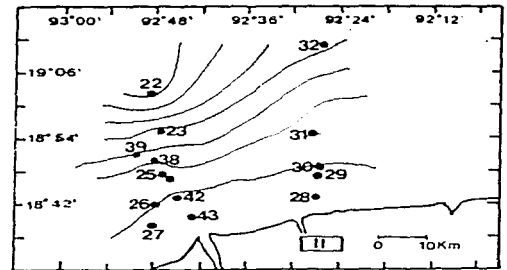
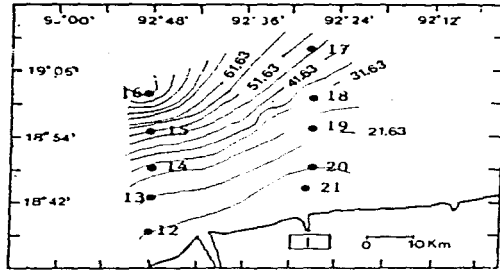


Fig. 27. Profundidad registrada en el Abasco Costero de los Ríos Grijalva, San Pedro y San Pablo. La notación en números romanos significa ABACO I, II, III y IV.

ABACO III (secas). La batimetría obtenida en la segunda temporada de secas fue similar a las antes descritas. Existió un aumento rápido de la profundidad en dirección NNW, que fue más evidente al Norte de la desembocadura del Grijalva. Al Este del área se registraron incrementos de profundidad con dirección NNE.

ABACO IV (lluvias). En la segunda temporada de lluvias las profundidades mínimas fueron de 14.4 m (E 10) al NW del Río San Pedro y San Pablo y la máxima de 87.4 (E 5) m al N del Río Grijalva.

Aunque el patrón batimétrico obtenido fue similar a los antes descritos, se observaron profundidades mayores para cada isobata, lo que muestra la influencia de los ríos en su calidad de removedores de materiales.

En general se puede decir que la plataforma continental en esta zona es estrecha a excepción de la parte situada entre ambos ríos. Tanto al NNW como al NNE se encontró un aumento brusco de la profundidad.

Los datos sugieren una batimetría compleja de la zona. Sin embargo no hay que olvidar que ambas áreas están sujetas a procesos importantes de erosión de la costa debidos a la modificación en la cantidad de agua y materiales que conducían al mar desde la implantación de presas río arriba (Aguayo, com personal).

Temperatura.

La distribución de la temperatura en la zona varió en cada una de las campañas realizadas (Fig. 28, Tabla 4)

ABACO I (secas). Se observó una zona, en forma triangular, que abarcó gran parte de la plataforma continental frente al Río San y Pedro San Pablo, donde la temperatura se mantuvo dentro de la isoterma de 23.85 °C.

A partir de la isoterma de 23.55 °C se notó un gradiente térmico negativo con dirección NNW hasta la isoterma de 22.55 °C.

La temperatura máxima obtenida fue de 23.9 °C al Norte del San Pedro y San Pablo y la mínima de 22.46 °C al NNW.

Aunque las variaciones fueron pequeñas se puede constatar que el agua sufrió modificaciones térmicas causadas por la profundidad de la plataforma.

ABACO II (lluvias). Las fluctuaciones térmicas durante este período fueron más evidentes que en el muestreo anterior. Se obtuvieron registros desde los 20.17 °C al NNE de la zona hasta 26.54 °C en la estación E38. En el área de mayor influencia del San Pedro y San Pablo la salinidad no tuvo cambios significativos.

TEMPERATURA GRIJALVA SAN PEDRO Y SAN PABLO

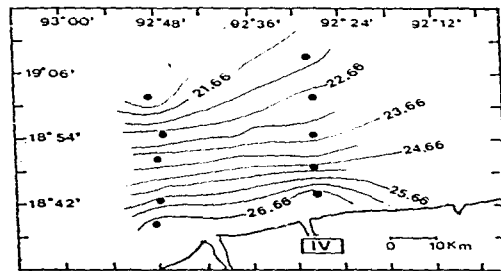
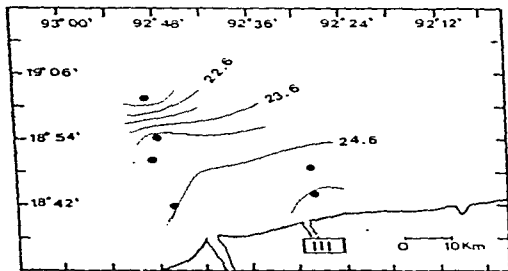
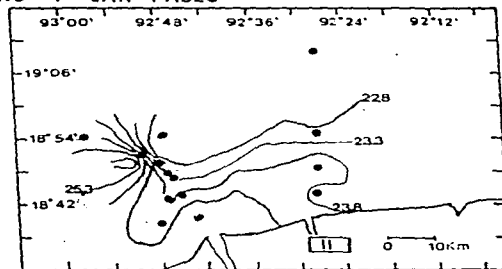
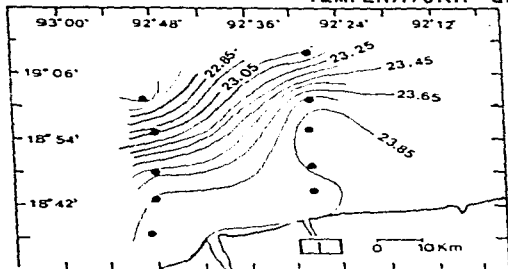


Fig. 28. Distribución de la temperatura de fondo en el Abanico Costero de los Rios Grijalva San Pedro y San Pablo.

En la parte oriental del área se registro un núcleo donde la temperatura fue máxima a partir del que se formo un gradiente termico negativo hacia el Norte y Suroeste del mismo.

Las temperaturas obtenidas permiten decir que la parte correspondiente al Rio San Pedro y San Pablo fue poco influenciada por aguas de diferente temperatura no así las aguas de la plataforma enfrente del Rio Grijalva donde las variaciones fueron importantes.

ABACO III (secas). La temperatura minima del agua (21.57 °C) se obtuvo al NNW de la zona y la maxima de 25.12 °C frente al San Pedro y San Pablo.

Las isotermas obtenidas indican la existencia de un gradiente termico negativo de SE a NNW y señala la probabilidad de que la influencia del rio fuera mayor en las aguas de la superficie que en las del fondo, por lo que las variaciones en los valores de temperatura fueron influenciadas por la profundidad.

ABACO IV (lluvias). La distribución de la temperatura tuvo valores dentro del rango de los 20.67 a 27.08 °C al N del Rio Grijalva y frente al Rio San Pedro y San Pablo respectivamente.

Al Norte del Grijalva se pudo observar un gradiente termico negativo hasta la isoterma de 25.16 °C donde se dio un cambio en dirección hacia el NNW (isoterma de 21.16 °C).

Se sugiere la intrusión de agua con menor temperatura del NNW que chocó, con una masa de agua cálida costera provocando el gradiente descrito.

Se pudo observar que las variaciones de temperatura del área se encuentran poco afectadas por la temperatura del agua de los rios. En cada uno de los muestreos, se advierte un efecto mayor por parte del San Pedro y San Pablo.

Es clara la existencia de un choque de agua con menor temperatura proveniente del NNW y una masa de agua cálida en dirección contraria que creó una zona de mezcla de aguas y trajo como consecuencia los gradientes térmicos observados.

Salinidad.

El comportamiento de la salinidad frente a la desembocadura de ambos rios, tuvo diferencias en cada una de las temporadas monitoreadas.

ABACO I (secas). En la primera época de secas se observó al área afectada por un gradiente halino en dirección Sur a Norte. Los mínimos valores fueron registrados frente al Rio San Pedro y San Pablo donde la isohalina tuvo un valor de 35.11‰; en contraste, frente al Rio Grijalva se obtuvo 35.81‰.

SALINIDAD GRIJAVA SAN PEDRO Y SAN PABLO

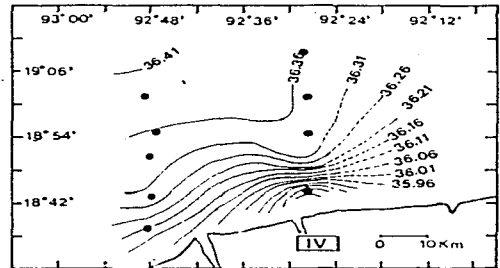
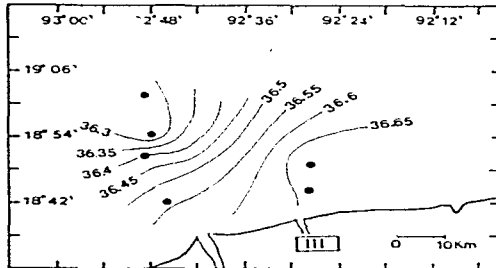
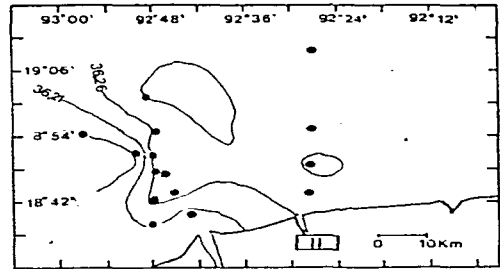
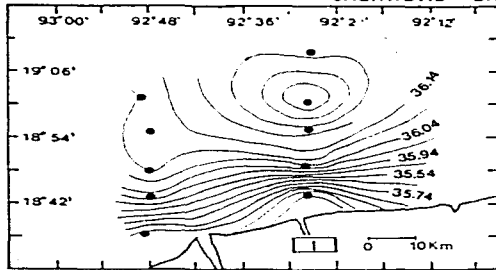


Fig. 29. Distribución de la salinidad de fondo en el Abanico Costero de los Río Grijalva San Pedro y San Pablo.

de fondo en el Abanico Costero de los Río Grijalva-

El gradiente halino más evidente se encontró frente al Río San Pedro y San Pablo. Al Norte, a partir de la isohalina de 36.14%, el aumento de la salinidad fue menor hasta los 36.41%, en la parte más alejada disminuyó a 36.21% formándose un núcleo cuyo centro fue más salino. En el Grijalva los cambios más notorios se dieron hasta la isohalina de 36.04%; donde se modificó la dirección del gradiente (NNE). La salinidad aumentó hasta el sitio donde se registro el valor más alto de este parámetro (al Norte, E18) (Fig.29).

ABACO II (lluvias). La salinidad en la primera temporada de lluvias, tuvo ligeros cambios en su distribución. El rango de fluctuación fue de 36.16% frente al Grijalva y el máximo de 36.31%, al Norte del mismo. Dados los resultados se infiere que durante esta temporada, el flujo de agua litoral se efectuó en las capas superficiales, por lo que no se detectaron variaciones de la salinidad de fondo.

ABACO III (secas). El gradiente halino registrado en la segunda temporada de secas fue negativo con orientación SE-NW. Los valores más altos se obtuvieron frente al San Pedro y San Pablo (36.7%) y el mínimo al NE del Grijalva (36.27%). Aunque el rango de variación fue reducido, se evidenció la influencia del agua de los ríos sobre la marina.

El flujo de los ríos tuvo orientación NW y fue afectado por la corriente marina litoral proveniente del SE.

ABACO IV (lluvias). Los registros de salinidad en la segunda época de lluvias fluctuaron de 35.76% en la desembocadura del San Pedro y San Pablo a 36.41% al N del Grijalva (Fig. 29).

Frente al Grijalva se demarcó un gradiente halino orientado de Sur a Norte que indica un probable efecto del río sobre el agua marina del fondo.

Por otro lado en la zona del San Pedro y San Pablo se ubicó un gradiente halino de mayor importancia debido a que la variación de la salinidad fue importante en una área reducida. En la parte cercana a la costa se efectuó un choque de masas de agua litoral y marina, aunque hay que mencionar que el Río San Pedro y San Pablo mantuvo su influencia al Norte.

Al comparar ambas zonas se pudo observar que el Río San Pedro y San Pablo tuvo mayor efecto en el agua del fondo que el Río Grijalva.

El análisis del comportamiento de la salinidad durante las temporadas de estudio mostró que en el ABACO I (época de secas) y IV (época de lluvias), fue importante el efecto de los ríos sobre el agua del fondo ya que generó gradientes halinos en ambas áreas con las variaciones más importantes frente al Río San Pedro y San Pablo.

El frente generado en el ABACO II fue superficial, en cambio durante el ABACO I (época de secas) se detectó un frente bentónico.

Los resultados muestran que la descarga de los ríos no tiene estacionalidad y que la formación de frentes bentónicos se determina por el flujo de agua litoral y las corrientes marinas que afectan la zona.

Sedimentos

Con referencia a la composición sedimentológica de este abanico costero se puede decir lo siguiente:

ABACO I (secas). Los sedimentos gruesos en forma de arena fueron escasos en gran parte de las zonas analizadas. A excepción de la E13 (Tabla 4), en el resto de las estaciones el porcentaje de arena fue menor de 20 % lo cual fue debido a la alta proporción de lodo contenido en el sedimento. Frente a la desembocadura del Río Grijalva estuvo constituido por lodo arenoso y en las áreas restantes predominó el lodo (Figs. 30 y 31).

ABACO II (lluvias). La composición del sedimento durante esta campaña fue muy similar a la del muestreo anterior. Nuevamente la textura del sedimento fue muy fina: en las zonas monitoreadas el componente principal fue el lodo. La única estación donde el porcentaje de arena fue superior se ubico al Norte del Grijalva (E26) donde alcanzo un 22.5%. Las gravas estuvieron ausentes en todas las estaciones.

ABACO III (secas). Para esta colecta el lodo fue el componente mas abundante ya que no se registraron sedimentos con textura de grano gruesa. La distribución de los porcentajes de arena y lodo se observan en las figuras 30 y 31.

ABACO IV (lluvias). Nuevamente la zona frente al Río Grijalva exhibió sedimentos lodo-arenosos. Al Norte del mismo y en la franja de estaciones ubicadas frente al Río San Pedro y San Pablo los sedimentos fueron lodosos.

El analisis indica que es importante el aporte de sedimentos finos de la plataforma continental. De acuerdo con Aguayo (Com. personal), el delta de estos rios esta sufriendo los procesos de erosión inherentes a la variación en el volumen de agua que transportan al oceano. Dicha situación provoca que el mar actúe severamente sobre la costa erosionando a la misma. De esta forma se puede explicar la ausencia de sedimentos gruesos en el area.

GRIJALVA SAN PEDRO Y SAN PABLO

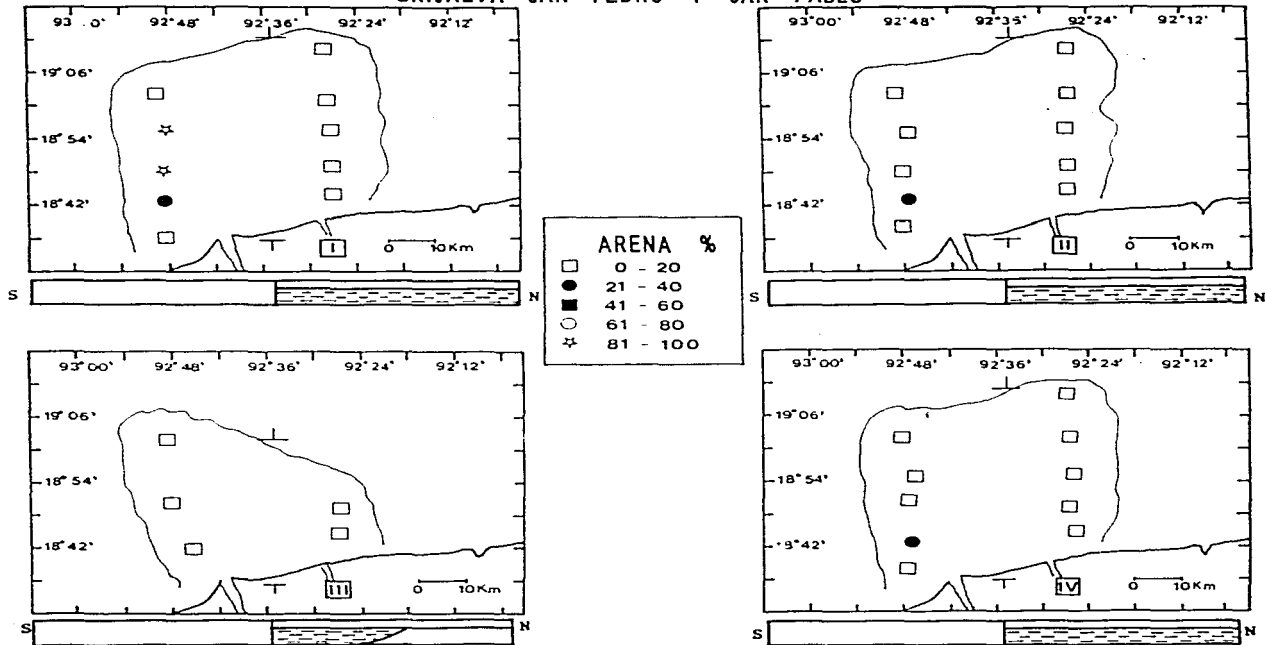


Fig. 30. Ubicación del abanico de arena de los Rios Grijalva-San Pedro y San Pablo a través de las temporadas de estudio.

En las secciones proyectadas de la zona se muestra que en parte de la plataforma se verifico una alta acumulacion de lodos, lo cual fue producto de los materiales que ambos rios acarrearán desde el continente hacia el mar. La diferencia encontrada durante la campaña ABACO III puede ser atribuida, en parte, a la carencia de catos en la zona Norte del Rio San Pedro y San Pablo.

Carbono Organico en el Sedimento.

ABACO I (secas). Las proporciones de carbono organico en el area muestreada fueron en general bajas; sin embargo, en cada una de las estaciones analizadas se observaron variaciones en los porcentajes obtenidos. En gran parte de las zonas muestreadas, ubicadas al Norte del Grijalva y San Pedro y San Pablo, enfrente de la desembocadura de este ultimo, el porcentaje de carbono organico fluctuo en el rango de 0.91 a 1.35%. Los valores más reducidos correspondieron a la parte de la plataforma ubicada frente al Rio Grijalva y los más altos a las cercanias del Rio San Pedro y San Pablo (Fig. 32).

ABACO II (lluvias). Durante esta campaña se observo un incremento general en las proporciones de carbono organico en el sedimento que fueron calculadas en cada una de las estaciones de colecta. Las zonas donde fue mayor se encontraron frente a las desembocaduras de ambos rios. Al Norte, las proporciones fueron menores situandose dentro del rango de 0.91 a 1.35%. En dicha zona y al Norte del San Pedro y San Pablo se ubico el area con mayor cantidad de material organico (1.47%) (Fig. 32).

ABACO III (secas). Las proporciones de carbono organico en el sedimento en la segunda temporada de secas fueron similares a las de los muestreos anteriores. Cuatro de las cinco estaciones analizadas, estuvieron constituidas por proporciones dentro del rango de 0.91 a 1.35%. Solo en la estacion E7 se redujo a 0.83%.

ABACO IV (lluvias). Nuevamente se registraron valores entre los 0.91 a 1.35% de carbono organico en la mayoría de las estaciones. Se encontraron dos zonas al Norte del Rio Grijalva donde estos valores disminuyeron.

En las áreas estudiadas se detecto una cierta homogeneidad en las proporciones de carbono organico en el sedimento. Se puede decir que existio mayor acumulacion de este componente en las zonas cercanas a la costa, siendo más evidente frente al Rio Grijalva. Como se puede observar existe una relacion directa entre el tipo de sedimento y los porcentajes de carbono organico calculado.

GRIJALVA SAN PEDRO Y SAN PABLO

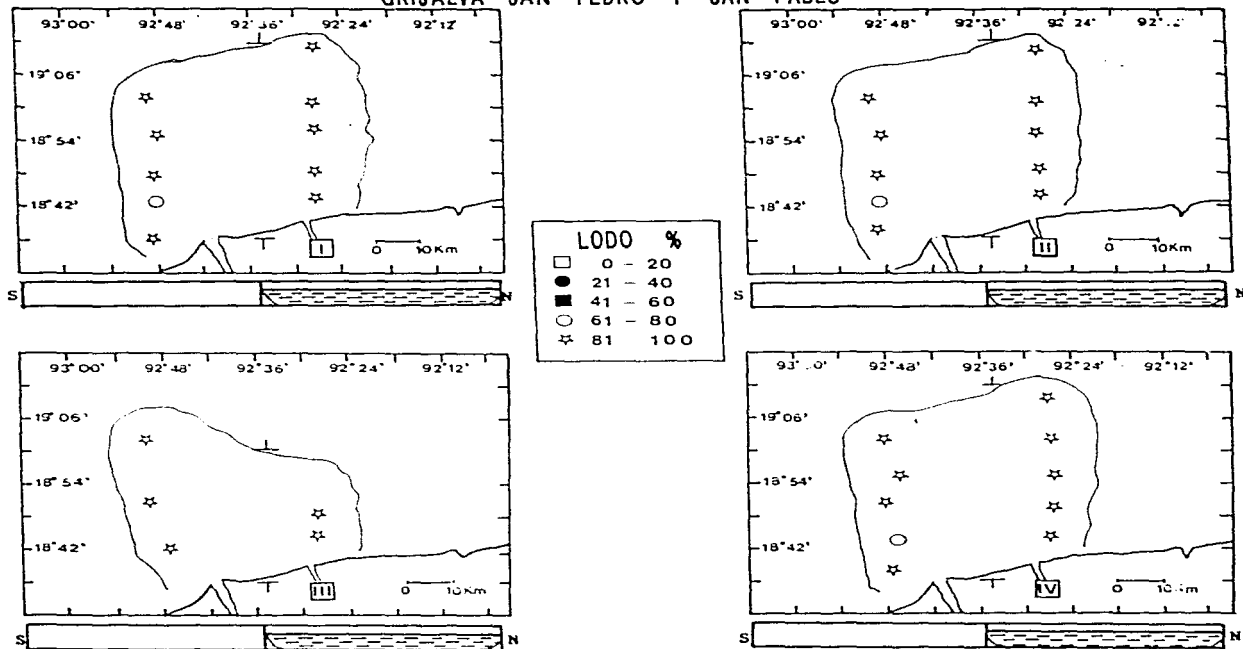


Fig. 31. Ubicación del abanico de lodo de los Rios Grijalva-San Pedro y San Pablo a través de las temporadas de estudio.

El análisis de los datos indica una variación en la batimetría de la plataforma que es más estrecha entre ambos ríos y que aumenta de proporciones de manera importante hacia el NNW y NNE. La región es altamente influenciada por los procesos de erosión de la costa.

Durante las temporadas de estudio se observaron gradientes térmicos y halinos. Sin embargo, no es clara la existencia de una estacionalidad en el efecto de la descarga de los ríos en las aguas del fondo.

En general el sedimento de la zona fue lodoso con importantes proporciones de carbono orgánico, con lo que el aporte de sedimentos finos del litoral fue considerable y al parecer mayor frente al Río Grijalva.

El flujo de agua de ambos ríos orientó el abanico hacia el Norte mostrándose una escasa influencia de las corrientes marinas en la distribución de los sedimentos.

Observaciones:

El agua del fondo en el abanico costero del Río Tuxpan tuvo menor temperatura durante el invierno y mayor en el otoño. La misma situación se observó en el abanico de los Ríos Papaloapan y Coatzacoalcos.

La salinidad de fondo de los abanicos costeros de los Ríos Tuxpan y Papaloapan no tuvo comportamiento estacional. La única excepción tuvo lugar durante el ABACO I, en el abanico del Papaloapan durante el cual la salinidad fluctuó levemente.

Las variaciones en los valores de salinidad de fondo del abanico costero del Coatzacoalcos fueron mayores que en el resto de las áreas estudiadas registrándose ligeras diferencias entre las épocas de lluvias y secas.

En el abanico del Grijalva-San Pedro y San Pablo no se detectó estacionalidad en la distribución de la salinidad de fondo.

No se observó un comportamiento estacional ni regional de la temperatura y salinidad de las diversas zonas analizadas.

GRIJALVA SAN PEDRO Y SAN PABLO

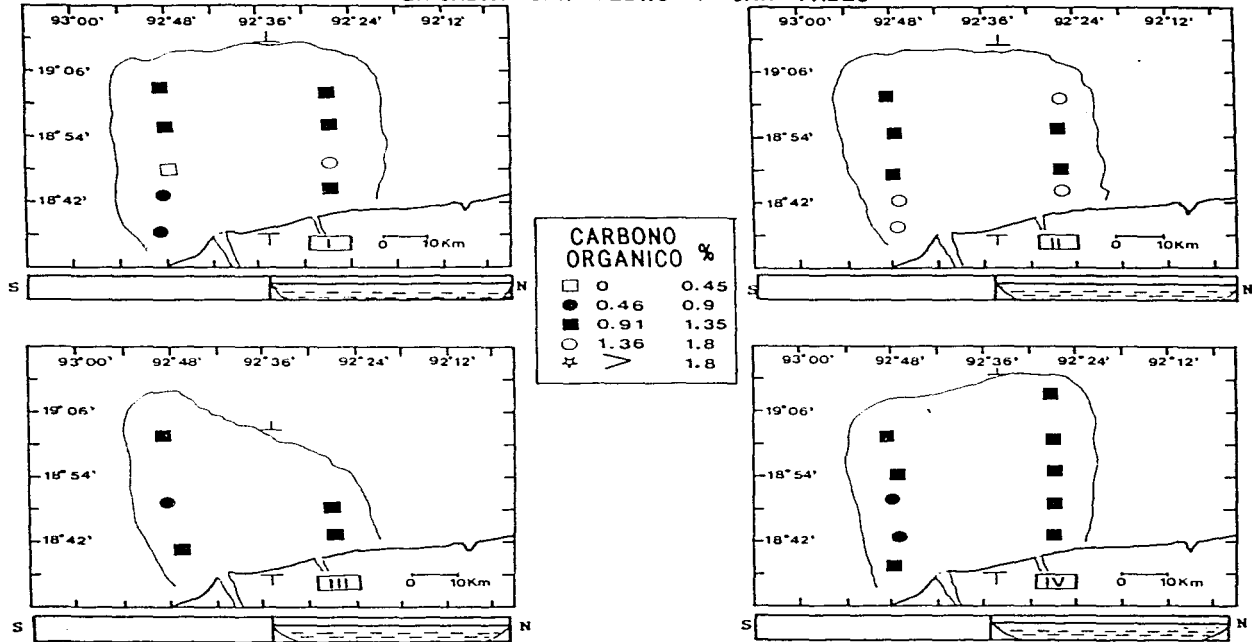


Fig. 32. Distribución de la proporción de Carbono Orgánico en el Abanico Costero de los Rios Grijalva-San Pedro y San Pablo.

4.2.5. ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION DE LOS MOLUSCOS EN LOS ABANICOS COSTEROS DEL GOLFO DE MEXICO. RELACION CON PARAMETROS AMBIENTALES.

En este capítulo se analiza la abundancia y distribución de moluscos en los abanicos costeros del área de estudio así como la relación existente entre los parámetros ambientales y las especies de mayor frecuencia de aparición.

4.2.5.1 Abanico Costero del Río Tuxpan.

Se determinó un total de 314 individuos incluidos en 39 especies, de las que 38 pertenecen a la Clase Bivalvia y solo una a la Clase Gastropoda (Tabla 5). Durante la primera época de secas se recolectaron 21 especies y 68 organismos en 5 de las 11 estaciones muestreadas; en la siguiente campaña (lluvias) se encontraron moluscos en 9 estaciones de las 12 analizadas, la riqueza específica fue de 26 y la abundancia de 203 especímenes. La situación fue diferente en la segunda temporada de secas (ABACU III) ya que solo se registraron 13 especies y 31 organismos. En el último periodo de estudio (lluvias) se determinaron 15 individuos incluidos en 8 especies.

Es importante mencionar que de los 104 organismos pertenecientes a Corbula barratiana, 100 fueron recolectados en la ES9 del ABACU II al NNW de Tuxpan.

Las especies con mayor frecuencia de aparición en este abanico fueron: Corbula barratiana, Tellina versicolor, Macoma tenta y Cyclinella tenuis (Tabla 5).

La distribución de las especies en el abanico costero del Río Tuxpan fue en las franjas arenosas adyacentes a la zona de mayor acumulación de lodos.

En dichas áreas se registró un movimiento considerable del sedimento de una temporada a otra, lo cual está determinado por el efecto que imprime el volumen de agua vertida por el Río Tuxpan al mar. Este hecho crea condiciones fluctuantes del medio lo cual propició la formación de los gradientes de temperatura y salinidad descritos anteriormente (Figs. 6 y 7).

La especie Corbula barratiana se registró entre los 15.5 y 28.3 m de profundidad. La temperatura de colecta fluctuó entre 19.9 y 23.6 °C y la salinidad de 34.59 a 36.36 ‰; el tipo de sedimentos fue de lodoso a areno-lodoso, con un porcentaje de carbono orgánico que varió en el rango de 0.143 a 1.089 % (Tabla 5).

La distribución en el abanico costero de C. barratiana fue principalmente en áreas cercanas a la costa. La zona donde

se registró la mayor abundancia, correspondió a la parte más alejada de la influencia del río donde las condiciones ambientales no fueron tan cambiantes (Fig. 33).

Es factible observar el movimiento que sufrió la distribución de la especie con la variación del sedimento ya que en el ABACO I (lluvias) se situó en la zona arenosa al N y E del río. Con el crecimiento de la barrera arenosa en el ABACO II (secas), los organismos se ubicaron en la parte costera al N del Tuxpan. Asimismo, en el ABACO III, se registraron en la barrera arenosa y por último en la campaña ABACO IV el individuo registrado se encontró en la franja arenosa.

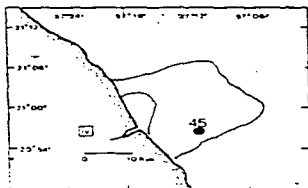
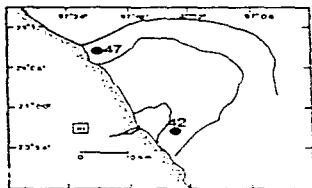
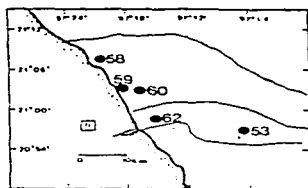
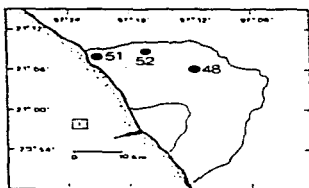
Los organismos tienen una relación estrecha con el sustrato debido a su forma de vida infaunal y a sus preferencias alimenticias del tipo filtrador. Los moluscos, a través de su evolución, han desarrollado una estructura resultante de la fusión de los bordes del manto: los sifones. Esto ha permitido la colonización del sedimento más profundo y por lo tanto tienen una cierta selectividad en la toma de alimento. Los sifones también tienen como función la respiración (Allen, 1983; Lahn, 1983).

El bivalvo Tellina versicolor tuvo una alta frecuencia en los muestreos. La profundidad de colecta fue desde los 15.5 a los 40.2 m y la temperatura osciló de 19.9 (secas) a 28.6 °C (lluvias). La variación de la salinidad fue importante ya que fluctuó entre 34.59‰ (secas) y 36.45‰ (lluvias); el tipo de sedimento fue arena-lodoso con una proporción de arena de 71.9 % en promedio. La variación en la proporción de carbono orgánico fue de 0.118 (lluvias) a 0.437% (secas) (Tabla 6).

Las zonas donde se recolectó a T. versicolor se ubicaron al N y E del río (Fig. 33). Durante el ABACO I, se encontró en zonas similares a las registradas en la campaña ABACO II lo que está directamente relacionado con el movimiento que tuvo la franja lodosa hacia el Oeste en esta época de lluvias. En el ABACO III se restringió al Este al igual que en la última época de lluvias, en ambos muestreos en la barrera arenosa. La especie T. versicolor pertenece a la Familia Tellinidae y a pesar de que forma parte de la infauna, su alimentación se efectúa por medio de la filtración del agua. En la familia, el tamaño del ctenidio está relacionado con el hábito alimenticio de la especie (Morton, 1983), por lo que el ctenidio es grande y los palpos labiales pequeños. Su función es la separación de materiales además de la respiratoria.

Macoma tenuis fue encontrada a profundidades entre los 15.1 y 39 m; al igual que T. tenuis, fue recolectada bajo condiciones variables de temperatura y salinidad: en temperaturas desde los 19.9 (secas) hasta los 28.5 °C (lluvias) y en salinidades de 34.59 a 36.19 ‰ en secas (Tabla 6).

Corbula barratiana



Tellina versicolor

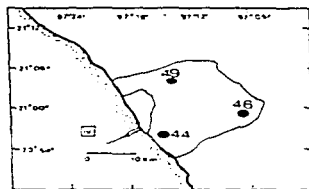
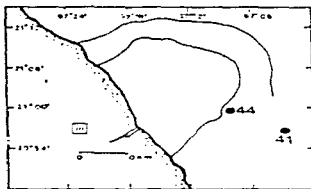
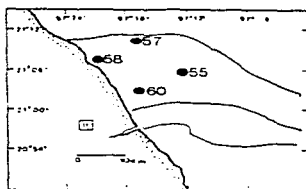
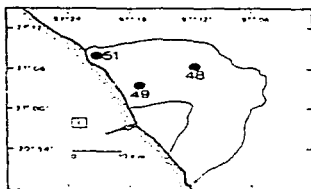


Fig. 23. Ubicación de Corbula barratiana y Tellina versicolor en el Abanico Costero del Río Tuxpan.

M. tenta estuvo presente en una amplia gama de sedimentos, con diferentes proporciones de lodo, arena y grava; esto es en sedimentos arenolodosos formados por un 77.8 % de arena hasta lodosos con una proporción mínima de arena (3%) (Tabla 6).

La zona donde se registro con mayor frecuencia fue en la parte costera al Norte del Rio Tuxpan. La distribución de la especie vario de acuerdo con el movimiento de la franja arenosa (segunda época de secas) (Fig. 34).

La especie pertenece a la Familia Tellinidae, Orden Veneroida en el que se agrupa el mayor número de especies de la Clase Bivalvia. Forma parte de la infrafauna y su alimentación consiste en depósitos orgánicos que toma del sedimento. El hábito alimenticio por depósitos ha sido adoptado por un gran número de especies de esta familia. Al respecto, Morton (1983) menciona que los organismos se encuentran entre depósitos de sedimento suaves y que poseen largos sifones separados. Las especies con el tipo de captación del alimento mencionado poseen grandes palpos labiales y otros pequeños que ayudan a la captación del material.

Otra especie que se distingue por su frecuencia es Cyclinella tenuis que fue obtenida en profundidades someras (de 19.5 a 40.2 m). La temperatura del agua tuvo una amplia fluctuación, desde 19.7 (secas I) a valores de 28.55 °C (lluvias I). Por otro lado la salinidad, vario de 34.59 (secas I) a 36.24%. (lluvias II) (Tabla 6).

A diferencia de las especies anteriores, C. tenuis fue recolectada en sedimentos arenolodosos con un 87.1% de arena, hasta en mezclas donde el lodo fue abundante (74%) (Tabla 6).

Su distribución durante la primera época de secas fue unicamente al N del rio (Fig. 30). La ubicación de la especie vario en cada temporada de estudio y se relaciono con el crecimiento de la barrera arenosa.

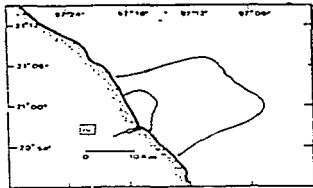
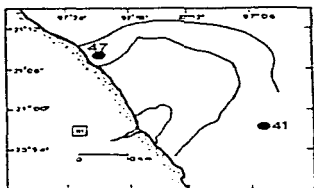
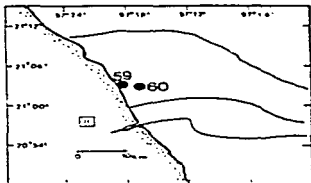
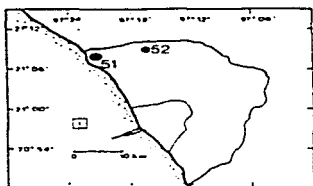
C. tenuis es una especie perteneciente a la Familia Veneridae; su forma de vida es infrafaunal y su alimentación se realiza por medio de la filtración. Al igual que I. versicolor posee sifones y una eulamelibranquia.

4.2.5.2. Abanico Costero del Rio Papaloapan.

En la zona de descarga del Rio Papaloapan se obtuvieron 39 organismos vivos entre los cuales fue posible determinar a 27 especies; 19 corresponden a la Clase Bivalvia y 8 a la Clase Gastropoda (Tabla 7).

En el abanico costero del Rio Papaloapan se conto con registros de moluscos en menos de la mitad de las estaciones monitoreadas en cada temporada de muestreo. La época donde las apariciones fueron menos abundantes y frecuentes fue durante la primera temporada de secas, con 2 individuos y 2 especies detectadas en una sola estación. Durante el ABACO II (lluvias) aumento el número de especies y organismos a 7

Macoma tenta



Cyclinella tenuis

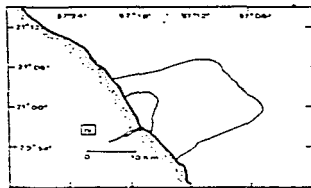
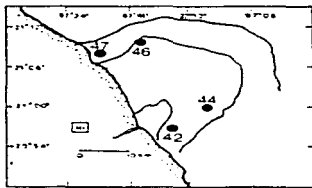
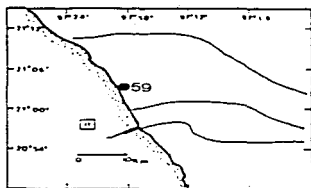
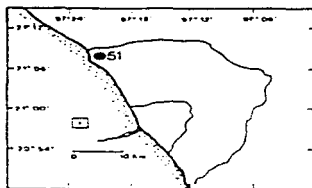


Fig. 34. Ubicación de Macoma tenta y Cyclinella tenuis en el Abanico Costero del Río Tuxpan.

y 8 respectivamente y en la segunda época de secas (ABACO III) a 12 en ambos casos. En la segunda época de lluvias se obtuvieron 17 individuos pertenecientes a 11 especies distribuidas en 6 estaciones oceanográficas (Tabla 7). La distribución general de las especies muestra un pequeño grupo presente en más de una colecta.

Las especies Macoma tenta y Oliya savana figuraron entre las especies más frecuentes.

La especie M. tenta se presentó en el área del Papaloapan a profundidades entre 27.9 y 41.4 m. La temperatura fluctuó de 25.04 (lluvias, ABACO IV) a 28.6 °C (lluvias ABACO II) y la salinidad varió ligeramente de 36.29 a 36.46%. El sustrato estuvo formado por sedimentos lodo-arenosos hasta las arenas gravosas con un porcentaje de carbono orgánico de 0.06 % a 0.94% (Tabla 9).

La ubicación de la especie en el abanico costero del Río Papaloapan fue errática. En el ABACO I se registró en la franja arenosa descrita en la sección de parámetros ambientales (Fig. 35). Para el ABACO IV fue hallada en un nuevo sitio: la barrera arenosa situada frente al río. La ubicación de los organismos de esta especie durante el ABACO IV fue en la barrera arenosa cercana a la costa y en la franja lodosa a mayor profundidad. En ambos casos al Este del área (Fig. 35).

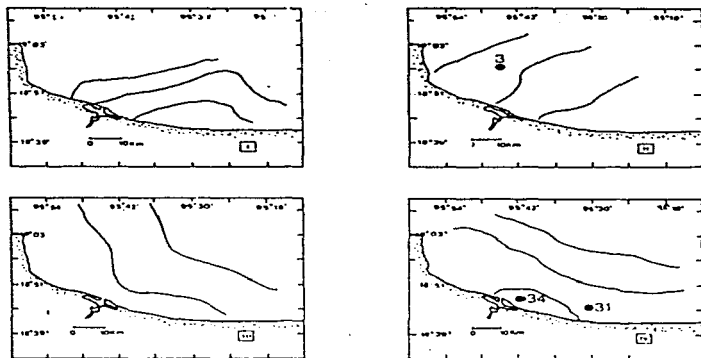
Su forma de vida es infaunal y se alimenta de los materiales depositados en el sedimento.

El gasterópodo Oliya savana fue registrado en solo dos temporadas de estudio. Se encontró en un amplio margen de profundidad, desde los 16.2 m hasta los 41.4 en temperaturas de 22.4 (ABACO I, secas) a 28.7 °C (ABACO IV, lluvias) y la salinidad de 35.4 a 36.3%. (Tabla 10). A este gasterópodo se le ubicó en sedimentos formados por mezclas de arena y lodo donde los porcentajes de carbono orgánico variaron de 0.37 a 0.94%.

Su distribución en el abanico costero abarcó la barrera arenosa registrada en el ABACO III; en la temporada siguiente (ABACO IV), se ubicó tanto en la zona costera, influenciada en mayor proporción por el Río Papaloapan, como en la franja lodosa (Fig. 35).

O. savana se sitúa dentro de la Familia Olividae, Orden Neogastropoda. Forma parte de la infauna y se alimenta tanto de organismos vivos como muertos (carnívoro-carroñero); presenta estrategias para asegurar la captura de sus presas.

Macoma tenta



Oliva sayana

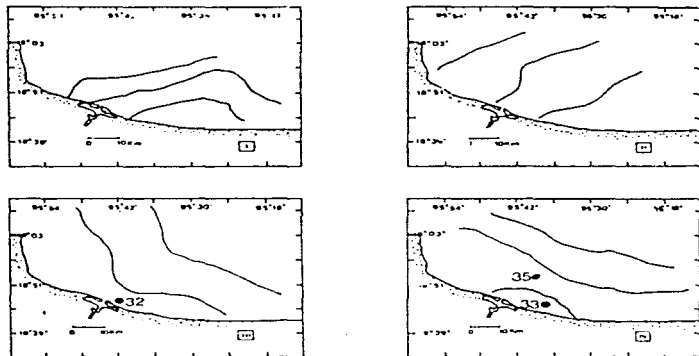


Fig. 35. Ubicación de Macoma tenta y Oliva sayana en el Atlántico Costero del Río Papaloapan.

4.2.5.3. Abanico Costero del Rio Coatzacoalcos.

En el abanico costero del Rio Coatzacoalcos se recolectaron 61 individuos y 27 especies. La mayoría de las especies pertenece a la Clase Bivalvia (22) y el resto a las Clases Gastropoda y Scaphopoda (Tabla 9). Durante la primera época de secas (ABACO I) se realizaron 11 estaciones de colecta en el área pero solo se detectaron moluscos en tres. En la campaña ABACO II (lluvias), fue posible reconocer organismos vivos (5 especies) en tres estaciones de las siete estudiadas mientras que en el ABACO III (secas), donde se tomaron muestras biológicas en 11 estaciones, se registraron moluscos (18 especies) en siete. La proporción de estaciones donde se identificaron moluscos en el ABACO IV fue mayor que en los muestreos anteriores ya que en 4 de seis estaciones se determinaron moluscos (9 especies (Tabla 9)).

La distribución de las especies en las estaciones efectuadas durante todo el estudio fue reducida. Las más frecuentes fueron: Tellina versicolor, Diploidonta semiaspera, Nuculana verrilliana, Corbula barratiana y Macoma lagelliformis.

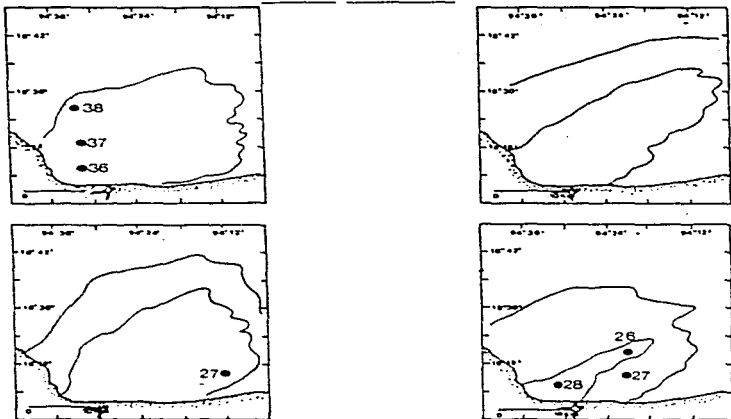
T. versicolor fue encontrada entre las isobatas de 20 y 40 m. Las temperaturas de las zonas de estudio variaron de 21.5 en secas (ABACO I) a 27.3 °C en lluvias (ABACO IV). A su vez la salinidad, fluctuó de 35.17‰ (ABACO I) a 36.36‰ (ABACO IV) (Tabla 11). El sustrato estuvo tomado por sedimentos que variaron de lodo-arenoso hasta arenas-gravosas. Esta situación propició que las cantidades de carbono orgánico en el sedimento variaran de 0.04% (ABACO I) a 0.77% (ABACO III). Como se puede observar, la abundancia de las especies fue reducida (Tabla 10).

T. versicolor se ubicó en la primera temporada de secas, en la barrera arenosa del abanico costero, en línea perpendicular a la costa frente a la desembocadura del río. En la segunda época de secas se observó al Este del área, mientras que durante la segunda temporada de lluvias se ubicó en la franja lodosa derivada del aporte de terrígenos del Rio Coatzacoalcos (Fig. 36).

El bivalvo D. semiaspera también fue registrado entre las isobatas de 20 y 40 m y a temperaturas entre los 21.7 (ABACO I, secas) y 27.3 °C (ABACO III, secas); la salinidad de colecta no tuvo variaciones importantes (Tabla 11). La composición del sedimento varió desde lodos arenosos hasta arena gravosa, asimismo la proporción de carbono orgánico varió de 0.04% a 0.77%.

La ubicación de D. semiaspera en el abanico costero, correspondió a la parte Norte del río (ABACO I), en zonas arenosas. En el ABACO III su distribución se localizó al Este, en la franja donde el mayor constituyente del sedimento fue la arena. Por último, la zona de depósito de la especie en el ABACO IV fue frente al Rio Coatzacoalcos en sedimentos lodosos (Fig. 36).

Tellina versicolor



Dipiodonta semiaspera

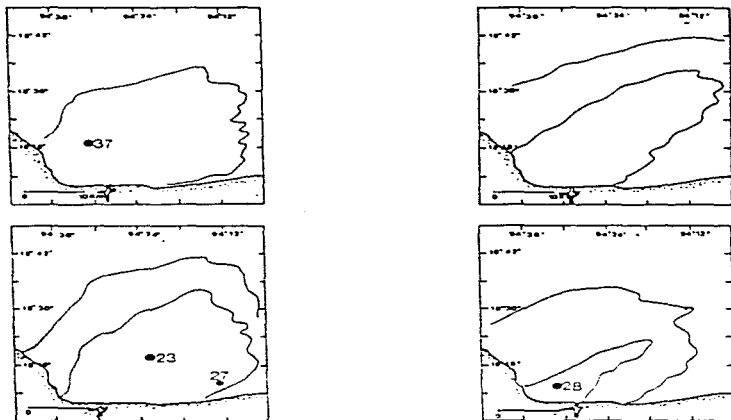


Fig. 36. Ubicación de Tellina versicolor y Dipiodonta semiaspera en el Abasco Costero del Río Coatzacoalcos.

Esta especie está incluida dentro de la Familia Ungulinidae (Anexo 1). Forma parte de la infauna y toma su alimento por medio de la filtración del agua. Posee eulamelibranquias para realizar los procesos de alimentación y respiración.

La especie Nuculiana verrilliana se ubico entre los 34 y 38 m de profundidad a temperaturas de 23 a 26 °C y a salinidades de 35.22 a 36.30%. (Tabla 10). Dicha especie fue capturada en sedimentos lodo-arenosos y arena-lodosos. En dichos sedimentos las proporciones de carbono organico fueron mayores que las mencionadas para las especies anteriores de 0.41% (ABACO IV) a 0.933% (ABACO III).

N. verrilliana fué la única especie que pudo ser encontrada en el mismo sitio durante tres temporadas de colecta (con excepción del ABACO I) (Fig. 37).

La especie pertenece a la Familia Nuculanidae (Anexo 1); su forma de vida es infaunal y se alimenta del material detritico del fondo marino. De acuerdo con Morton (1983), tiene palpos proboscídeos especializados para captar el material que es separado por los palpos labiales; presenta filibranquias.

Corbula barratiana fue recolectada entre los 24 y 36 m de profundidad a temperaturas de 24.7 a 27.27 °C y a una salinidad de fondo que mostro poca variación (de 36.27 a 36.36%) (Tabla 10). El sedimento estuvo constituido por lodo arenoso y arena lodosa y el carbono organico fue de 0.28% (ABACO I) a 0.48% (ABACO II).

En la figura 37 se observa que la distribución de la especie en el abanico costero tuvo lugar en el mismo sitio durante ambas temporadas de lluvias; en la última de estas correspondiente al ABACO IV se le ubico además al NNW del rio. En ambos casos, se obtuvieron gradientes de los parámetros ambientales en las zonas de reconocimiento de esta especie. Sin embargo el lodo fué el mayor constituyente del sedimento.

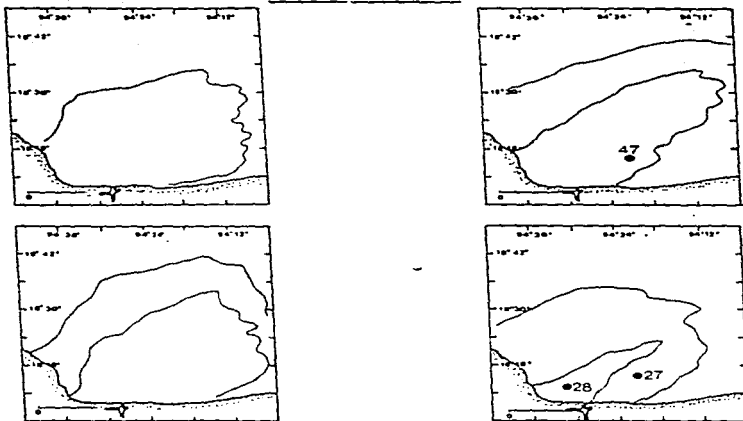
Como ya se menciona C. barratiana es una especie infaunal con un hábito alimenticio del tipo filtrador.

El macomido Macoma facelliformis estuvo presente entre las isobatas de los 30 y 40 m de profundidad y la variación de la temperatura fue menor que para las especies antes mencionadas (23.4 a 27.2°C) (Tabla 10). El sedimento fué por lo general grueso, constituido por arena-lodosa hasta arena-gravosa por lo que el porcentaje de carbono organico calculado vario de 0.01 a 0.49% (Tabla 10).

La ubicación de la especie fue en la franja arenosa formada a partir del rio en la época de lluvias (ABACO II) y al Este en la temporada siguiente (secas) (Fig. 38).

Es una especie infaunal que se alimenta de depositos.

Corbula barratiana



Nuculana verrilliana

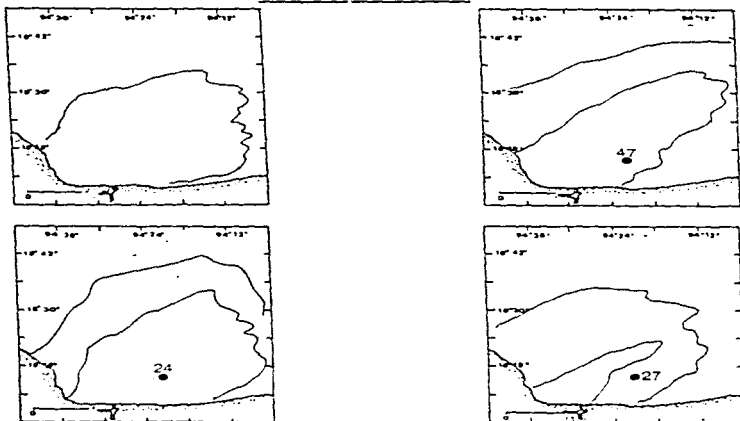


Fig. 37. Ubicación de Corbula barratiana y Nuculana verrilliana en el Abasco Costero del Río Coatzacoalcos.

A pesar de que en la zona existen fuertes gradientes halinos y térmicos la composición del sedimento se mantuvo dentro del rango de los arenosos. Dada esta situación es factible que el establecimiento de las comunidades pueda llevarse a cabo en la zona con éxito relativo. Sin embargo, la ausencia de especies y organismos probablemente fué influenciada por otro factor ambiental no considerado en el estudio. También se debe tomar en cuenta la contaminación del agua marina causada por las aguas del Río Coatzacoalcos o a la mezcla de todos los factores ambientales analizados.

4.2.5.4. Abanico Costero del Río Grijalva-San Pedro y San Pablo.

En la zona deltaica del Río Grijalva-San Pedro y San Pablo se determinó un total de 10 especies de moluscos y 31 organismos vivos. Nueve especies pertenecen a la Clase Bivalvia y solo una a la Clase Gastropoda.

El número de estaciones donde se obtuvieron registros de moluscos fué menor de la mitad de estaciones realizadas en cada campaña.

En el ABACO I (secas) y ABACO II (lluvias) se obtuvieron moluscos en solo una estación, en el ABACO III (secas) en 2 y en el ABACO IV (lluvias) en cinco (Tabla 11).

La ubicación de la mayoría de las especies fué al Norte del Grijalva (E15, E3) en las partes someras. En el abanico del San Pedro y San Pablo (E7, E9, E10) se localizó al Norte.

La distribución de las especies en la zona del Grijalva-San Pedro y San Pablo fué poco evidente.

Las únicas especies que fueron registradas en más de una colecta fueron Corbula barratiana y Lima pellucida. C. barratiana fué hallada a una profundidad promedio de 13.9 m, en temperaturas desde los 25 hasta 27 °C y salinidades de 35.7 a 36.6‰. El tipo de sedimento en el que se encontró, fué lodoso conteniendo hasta 1.192% de carbono orgánico (Tabla 12).

Esta especie es infaunal, filtradora.

Por otro lado L. pellucida estuvo en un rango estrecho de profundidad entre 22.3 y 24.8 m a temperaturas de 24.5 a 25.7 °C y salinidades de 36.3‰. Dicha especie se ubicó en sedimentos lodosos con proporciones de carbono orgánico de hasta 1.064%.

Esta especie está incluida en la Familia Limidae, Orden Ostreoida (Anexo 1); pertenece a la infauna y su alimentación se realiza por filtración del agua. Tiene un bisco para adherirse al sustrato y de acuerdo con Furchon

Macona tageliformis

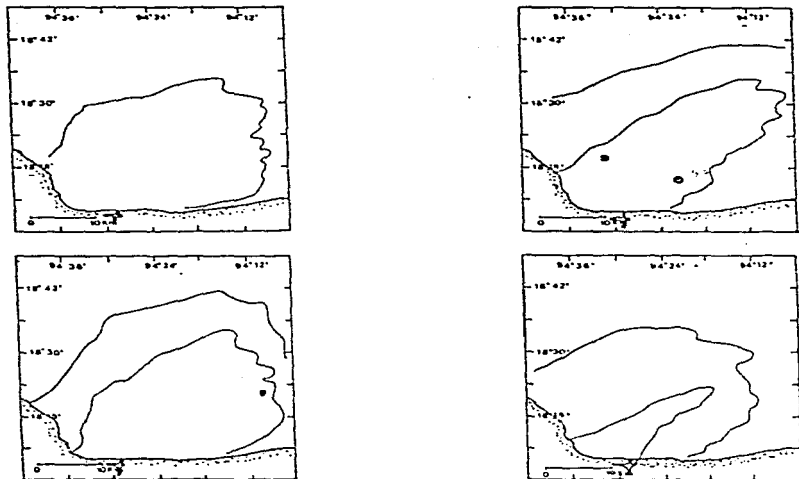


Fig. 38. Distribución de Macona tageliformis en el Abasco Costero del Río Coatzacoalcos.

(1977) se encuentra principalmente en sedimentos gruesos donde otras especies del género tienen altas densidades lo que es contrario a lo registrado en este trabajo.

La ausencia de especies y organismos vivos en esta zona es debida a que el área está compuesta principalmente por sedimentos lodosos. Posteriormente se hará mención de los problemas que dicha situación representa en la sobrevivencia de los organismos.

El avance provocado por el mar dentro del continente hace que los procesos de erosión de la costa sean más intensos y en conjunción con las condiciones ambientales imperantes en la zona, dados por el aporte de agua dulce al mar, crean condiciones extremas para los organismos que la habitan.

4.3 INFLUENCIA DE LOS PARAMETROS AMBIENTALES EN EL ESTABLECIMIENTO DE LAS COMUNIDADES DE MOLUSCOS.

Con el objeto de tener una visión de la estructura de las comunidades de moluscos en los abanicos costeros, a través del tiempo y espacio, se calculó el índice de diversidad de Shannon-Weaver (1943) para cada estación de muestreo, zona y época de estudio.

Los resultados del análisis mostraron que el índice de diversidad H' , no puede ser aplicado a conjuntos de datos con baja abundancia y riqueza específica. La reducida abundancia de las especies afecta el valor del índice a la vez que se obtienen valores máximos de J' (equitabilidad). Otras técnicas estadísticas aplicadas a los datos fueron los análisis de clasificación. Los índices empleados fueron diversos (Jaccard, 1908; Sørensen, 1948) y las distancias: promedio, simples y completas.

Los resultados indican que no existe afinidad entre las muestras comparadas por lo que se reunieron los datos concernientes a los cuatro cruceros (en cada zona de estudio), con el objeto de observar su grado de asociación. Sin embargo el resultado al igual que los anteriores fue negativo.

Por consiguiente, se puede decir que los análisis de clasificación no son comparables con otros conjuntos de datos en las zonas de abanicos costeros.

Con la finalidad de observar la relación entre la distribución y abundancia de las especies y los parámetros ambientales en estudio (en particular sedimento) se utilizó el método de Braun-Blanquet. Los resultados obtenidos fueron negativos ya que según lo mostrado con anterioridad, la distribución y abundancia de las especies estuvo dada principalmente por los movimientos del sedimento que se realizan en esos sitios. Dicha situación hace difícil estimar el efecto que tienen los parámetros ambientales considerados sobre la abundancia y distribución de moluscos.

Una de las causas probables de estos resultados, puede ser por el muestreo ya que la cantidad de sedimento tamizado debe ser mayor que el analizado. Al respecto, se puede decir que la mayoría de los trabajos que tratan sobre moluscos, consideran un volumen de muestra inicial determinado (2 litros, 10 litros) sin tomar en cuenta que el volumen tamizado varía de acuerdo con el tipo de sedimento de que se trate. Asimismo, no se estipulan diferencias en el volumen considerado para el ambiente marino y lagunar (Sanders, 1968; Maurer et al 1976; Howe et al 1988; Flores-Andolaís, 1989, entre otros). Debido a esto, los métodos mencionados en la literatura no permitieron formar un criterio sobre el volumen de muestra que debe ser obtenido para el estudio de las comunidades de moluscos en los abanicos costeros. Sería importante contar con algún método que permitiera unificar criterios al respecto.

En estas regiones se debe realizar la estimación del volumen mínimo de muestra el que, por las condiciones propias de los abanicos costeros puede ser muy alto y variar a través del año. La homogeneidad entre los volúmenes muestreados es un factor relevante ya que además permite aplicar diversas pruebas cualitativas y cuantitativas.

Por otro lado en los sitios donde existe estabilidad ambiental se presenta una mayor diversidad de especies dada por la prevalencia de un mayor número de nichos que las especies ocupan o pueden ocupar. Este concepto ha sido empleado por diversos autores (Hutchinson, 1958; Preston 1962; Levins, 1960; Hulbert 1971.) quienes además consideran más diversa la fauna tropical que la de zonas templadas y frías. Al respecto Klopfer (1959) menciona que en sitios donde las condiciones ambientales tienen una mínima fluctuación estacional, los procesos como la alimentación, cobertura y zonas de anidamiento se mantendrán constantes. Sin embargo dicha situación cambia cuando la estabilidad del ambiente se reduce.

Es importante considerar que estas áreas se encuentran en la zona de transición entre el medio dulceacuicícola y marino por lo cual las actividades biológicas y químicas son más evidentes que en dichos medios.

El reducido número de trabajos que hasta la fecha se han realizado en áreas semejantes a la del presente estudio, mencionan un número inferior de especies al registrado en este trabajo. Maurer et al (1976), reportan 18 especies de moluscos; a excepción de Lellina agilis de la que en dos temporadas de estudio se obtuvieron 21 organismos no se hace mención de la abundancia de las especies restantes. El número de estaciones analizado fue de 18 en total. Es importante mencionar que en dicho listado no se dice si los organismos fueron recolectados vivos o bien se trata de conchas vacías.

En contraste, el trabajo efectuado por Howe et al (1988), considera una área a 15 km aproximadamente al Norte del Río Indio cercano a la Bahía Delaware y otra zona al Sur (7 Km) del mismo. A pesar de que no se menciona la abundancia de las especies, se indica que la producción en términos de producción secundaria no es significativamente inferior a la registrada en otros sitios.

En el presente trabajo no fue posible encontrar ningún tipo de relación estacional o medioambiental; sin embargo se coincide con los trabajos citados en la baja abundancia de las especies.

Se debe considerar por lo tanto que las condiciones ambientales existentes en los abanicos costeros afectan de forma importante la subsistencia de los organismos que se puedan presentar en ellos. Es importante tomar en cuenta los posibles efectos que cada uno de los componentes ambientales estudiados tiene sobre las poblaciones de moluscos.

Profundidad. Uno de los factores importantes en la distribución de moluscos que habitan la plataforma continental del Golfo de México es la profundidad. Las variaciones de relevancia se marcan por las diferencias faunísticas entre la plataforma y las zonas abisales o la intermareal, por lo que no se analizara con mayor detenimiento su influencia sobre las poblaciones de moluscos.

Turbidez. Por un lado se debe considerar la turbidez que existe en el agua de los abanicos costeros provocada por los sedimentos y otros materiales que los ríos transportan al mar y que permanecen suspendidos en el agua hasta su depósito en áreas distintas a su origen. Las diferencias en densidad debidas a la intrusión del flujo del río al mar, pueden concentrar los materiales en una zona de turbidez máxima. Se debe considerar la relevancia del factor ya que el aumento de la turbidez influye sobre la penetración uniforme de la luz a través de la columna de agua y afecta a los organismos como las plantas, que necesitan la luz para efectuar algún proceso vital.

En la zona de los abanicos costeros se encuentran los elementos necesarios para el desarrollo del fitoplancton que está directamente relacionado con los nutrientes inorgánicos provenientes del río. Sin embargo, su desarrollo se ve alterado, de acuerdo con Joint (1931), es debido a la alta turbidez que causa la suspensión y acarreo de sedimento litoral y marino así como por el tiempo de duración del flujo de agua litoral; ambos factores limitan su crecimiento.

La importancia de dicha situación estriba en la carencia de alimento para los organismos filtradores que se hallan en el fondo. En el caso de los moluscos, un gran número de lamelibranquios explotan el fitoplancton (Younger (1976), como recurso alimenticio.

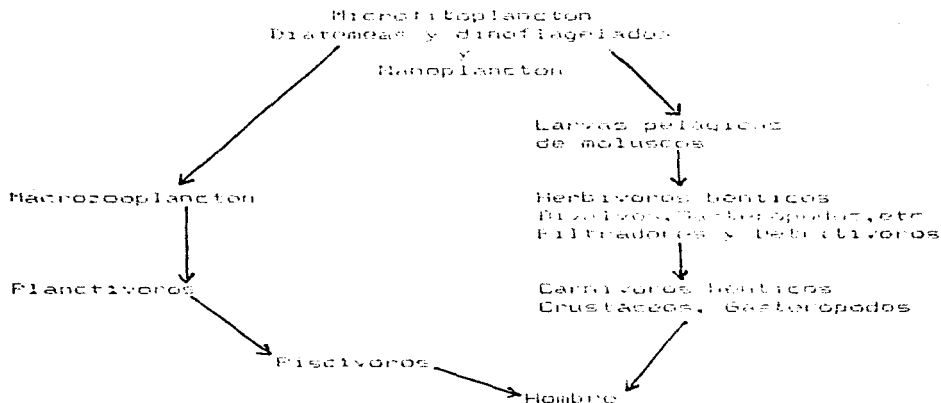
En los bivalvos además, la reproducción se relaciona con las explosiones de fitoplancton, que representa alimento para las larvas veliger fitotróficas. Dicha relación no se lleva a cabo si las larvas no se alimentan o bien si el estado larvario está suprimido.

Como se menciona, la gran mayoría de especies determinadas en estas zonas corresponden a bivalvos (61 especies) que se alimentan principalmente de fitoplancton además de zooplancton y de otros materiales suspendidos en la columna de agua.

Las especies con hábitos detritófagos fueron poco numerosas (10 especies). Entre ellas, se encuentran las de las Familias: Nuculidae, Nuculanidae, Tellinidae, Solecurtidae y Semelidae (Anexo 1).

Los gasterópodos registrados se alimentan de otros organismos y se sitúan entre los carnívoros y carnívoros-carroñeros.

Como se puede observar en la siguiente figura que muestra una cadena trófica modificada de Enebs (1977) y donde se señala el patrón general de transferencia de energía en la plataforma continental marina, los hábitos alimenticios de las especies obtenidas en este estudio revelan la interrupción del flujo normal de la energía en una cadena alimenticia.



La falta de alguno de estos niveles tróficos afectará de manera sustancial la existencia de otros grupos de organismos que se alimentan de los del nivel trófico posterior provocando en este caso, la reducción en la variedad de hábitos alimenticios.

Como ya se mencionó, en este trabajo se encontraron principalmente organismos filtradores es decir que se nota la falta de gasterópodos herbívoros y carnívoros. Es probable que en los ambientes costeros no haya la suficiente productividad primaria en forma de diatomeas, epifitas y macroalgas de las que los moluscos y otros organismos pertenecientes a los consumidores primarios se puedan alimentar. En este caso, los gasterópodos carnívoros no tendrían las presas suficientes para mantener sus poblaciones.

Los sitios donde la mayoría de las especies fueron determinadas, se obtuvieron en áreas lejanas a la desembocadura de los ríos donde las condiciones ambientales y de composición de sedimentos fueron menos fluctuantes. Cabe mencionar que la abundancia registrada para poliquetos (obs. personal) y crustáceos (Helina, en preparación) en estas

mismas zonas, corresponden en cierta medida a lo registrado para moluscos.

Temperatura. Otro factor que es importante de considerar es la temperatura. El efecto que tiene sobre los organismos repercute en su distribución ya que afecta en gran medida los procesos de sobrevivencia, reproducción y desarrollo de los juveniles y larvas. Krebs (1977), menciona que además influye en la competencia con otros organismos que se encuentran cerca de los límites de su tolerancia a la temperatura. Esto claro, afecta las relaciones depredador-presa, así como a los parásitos y en cierta forma promueve o elimina algunas enfermedades.

Los moluscos a pesar de encontrarse en una amplia gama de ambientes tienen límites de tolerancia a la temperatura donde la reproducción pueda efectuarse, asegurando así la subsistencia de la especie. Sin embargo, al incrementarse la temperatura, el metabolismo también aumenta, creándose una presión extra para el organismo dada por el medio ambiente circundante.

De acuerdo con Furchon (1977), Parsons (1977) y Morton (1983), el inicio del desove, en muchas especies de moluscos, es reconocido por un incremento de la temperatura y al existir variaciones como las registradas en los abanicos costeros es muy probable que no pueda ser identificado. No debe olvidarse que los organismos juveniles de moluscos tienen menor tolerancia a las variaciones de la temperatura que los adultos. Por otro lado se debe considerar que la fase más vulnerable en el desarrollo de los moluscos es el estado larvario ya que durante esa fase de vida la protección que tienen contra otros organismos y a los cambios del ambiente es mínima. A pesar de esto, las larvas planctotróficas de bivalvos tienen la habilidad de mantenerse en las capas de agua donde se ubican las temperaturas favorables para su desarrollo (Westley, 1956). Sin embargo, como ya se ha podido constatar en capítulos anteriores, en las zonas de estudio existen gradientes térmicos horizontales que afectan a toda la columna de agua y al fondo. Si el tiempo que permanecen las larvas bajo condiciones ambientales como las de los abanicos costeros es considerable, la sobrevivencia de las larvas de moluscos podría verse reducida. Es factible que las especies que soportan dichas condiciones puedan ser transportadas mar adentro por las corrientes, a lugares donde la temperatura se mantenga más estable y por lo tanto puedan continuar su desarrollo y establecimiento en el fondo. Las especies frecuentes (Figs. 33 a 38) se distribuyeron en zonas donde las variaciones de temperatura fueron menos marcadas esto es en los extremos de los abanicos costeros, lo cual apoya la hipótesis planteada.

Salinidad. Para los organismos que se encontraron cerca de la costa, las variaciones en la salinidad son de importancia ya que la descarga de los ríos altera las concentraciones de

sales del agua marina. Dichas variaciones pueden afectar a los organismos que se encuentran en las zonas costeras ya que pueden provocar una variación en la presión osmótica entre un animal y el agua circundante. De acuerdo con Weihaupt (1984), la presión osmótica varía el contenido de sales dependiente de la diferencia entre la salinidad de los tejidos de un organismo y el agua de mar, o sea el agua que puede pasar hacia adentro y fuera del cuerpo.

En los moluscos que habitan la zona de transición entre el agua dulce y marina, el proceso mencionado solo puede ser realizado por algunas especies y se reduce conforme las condiciones marinas de salinidad son más estables. Un incremento de la salinidad y temperatura puede ocasionar un estado de presión para el organismo que morirá si no cuenta con las estrategias adecuadas para sobrellevarlas.

Las especies que tuvieron amplia distribución se encontraron en salinidades desde 34.5‰ hasta 36.46‰. En dicho grupo se ubican las especies *G. papilionum*, *L. pellucida* y *G. savana* (Tablas 6, 8, 10 y 12), que en este trabajo son consideradas como marinas. De estas solo *G. papilionum* fue hallada en salinidades superiores a los 36‰; sin embargo la abundancia fue reducida en la mayoría de los casos.

Como ya se mencionó en los parámetros antes analizados, las especies se distribuyeron en los extremos de los abanicos costeros. Esto probablemente se deba a que las condiciones que se crean en la zona de descarga de los ríos al mar son muy severas y provoca la exclusión de los moluscos, que colonizan zonas más benignas.

Dadas las variaciones de salinidad registradas, es difícil decir si la salinidad por sí sola es el factor que determina la distribución de moluscos.

Sedimento. Diversos autores (Jones, 1956; Driscoll y Brandon, 1973; Parken, 1975; Sanders, 1986; Maurer, 1984; Tenore, 1972; Levings, 1975, etc), han estudiado la distribución de las especies en relación al tipo de sedimento.

En general, el sedimento es una variable ambiental integrada que refleja una variedad de estímulos y recursos que afectan directa o indirectamente al espectro de las respuestas bióticas. Es importante en la metamorfosis de la larva, refugio para juveniles y adultos, amortiguador para los procesos físicos y geológicos, refugio de los depredadores, material para excavadores o para constructores de tubos o bien como recurso de alimento, por lo que tiene influencia en la composición de especies, densidad, diversidad y biomasa de moluscos.

Los moluscos guardan una estrecha relación con el sedimento por lo que se debe considerar que su abundancia y distribución puede estar directamente relacionada con la composición del sustrato.

Debido a las diversas relaciones que guardan los moluscos con el sedimento, es lógico pensar que exista una correlación entre su distribución y la variabilidad granulométrica registrada.

En el presente trabajo la mayoría de las especies que se alimentan por filtración se identificaron en sustratos formados por arena lodosa. Al respecto, Jones (1956) y Rodríguez (1972), refieren que en la arena-lodosa se encuentra una fauna fácilmente reconocible cuya biomasa es mayor que en otros tipos de depósitos, además de que el sedimento generalmente es cubierto por una capa delgada de material floculado (Maurer et al 1976). Las condiciones mencionadas hacen suponer que la arena-lodosa es el tipo de sedimento apropiado para el desarrollo de las poblaciones.

Se debe tomar en consideración que si el sedimento es muy lodoso puede repercutir en la sobrevivencia de los organismos, ya que las partículas finas pueden obstruir los sistemas de alimentación y respiración que en el caso de los bivalvos y gasterópodos están formados por los sifones.

Por otro lado Coleman y Cuff (1980), observaron que los organismos que se alimentan de depósitos tienen preferencia para establecerse en sedimentos finos y lodosos lo cual está directamente relacionado con el incremento de contenido orgánico ya que los organismos ingieren granos de sedimento de los que toman los materiales alimenticios.

En este estudio, la existencia de especies que se alimentan de depósitos fue reducida e indica que a pesar de existir un tipo de sedimento lodoso en el área, la presencia de organismos con tal hábito alimenticio fue fortuita, producto del arrastre de otras zonas.

A pesar de estas consideraciones, la carencia de patrones de distribución y ocurrencia de las especies en las diferentes temporadas del año estudiadas no permiten la correlación entre el tipo de sedimento y la malacofauna. Es claro que las zonas donde predomina el lodo están casi desprovistas de especies; por otro lado, las especies que tienen mayor ocurrencia y distribución en los abanicos, se concentraron en zonas específicas, alrededor de la salida del flujo de agua litoral. Como ya se mencionó en el análisis de los parámetros ambientales, en cada abanico costero se registraron diversos patrones de distribución de sedimentos determinados por el flujo de agua, materiales del río y las corrientes marinas. En el caso del Río Tuxpan provocaron un movimiento de la barrera arenosa que parece ser la responsable de la distribución observada de las especies en dicha zona.

Contenido de Carbono Orgánico en el Sedimento. La materia orgánica calculada como contenido de carbono orgánico, es otro de los factores que inducen el establecimiento de los organismos y se ha relacionado con la distribución de los organismos bentónicos.

Se debe considerar que la materia orgánica promueve la actividad bacteriana, que es la encargada de transformar el material orgánico que llega al suelo y de que se lleven a cabo los ciclos del Nitrogeno y Fósforo. Sin embargo su cantidad puede variar en las partes más someras debido al movimiento del agua provocado por las olas o mareas que son consideradas como la influencia dominante que afecta la acumulación de la materia orgánica, el tamaño de grano del sedimento y los niveles de oxigenación en el sedimento (Parsons et al, 1977).

A pesar de que en algunas zonas de los abanicos costeros se registraron altos valores de carbono orgánico, es posible pensar que debido a la acción de mezcla que se lleva a cabo en ellos, no es posible la formación de capas bacterianas alrededor del sedimento.

La importancia del material orgánico que existe en el sedimento reside en que es la forma en que algunos constituyentes detriticos son transformados para que los organismos, principalmente invertebrados, los puedan ingerir ya sea junto con sedimentos en el caso de los que se alimentan de depositos o solubles para los filtradores.

Por ultimo, se debe tomar en consideración que los organismos de una area determinada cuentan con ciertas estrategias a diferentes niveles: fisiológico, morfológico y de comportamiento que les permite sobrevivir y reproducirse.

En general, se espera una relación organismo-ambiente equilibrada. Sin embargo cuando uno de los componentes del ambiente se torna extremo y el organismo no puede compensar el cambio, el equilibrio es roto y da como resultado la muerte (Vernberg et al, 1978).

Como se ha podido observar a lo largo de este trabajo, en la zona de los abanicos costeros el equilibrio referido no existe. Es probable que las especies que se encuentran en las desembocaduras de los rios deban esforzarse en contra de la lluvia de sedimentos que se da en estos lugares, para evitar ser enterrados. En tal caso el gasto energético dado por este proceso redundará en una orientación de la energía destinada a la reproducción y crecimiento, hacia la evasión del medio ambiente y al no poderse efectuar la reproducción, los organismos morirán sin aumentar su población.

Como se recordará, la abundancia específica fue reducida, por lo tanto la probabilidad de encuentros entre los organismos de la misma especie es poco factible. Si se llegara a efectuar, los moluscos utilizarían la amplia variedad de estrategias reproductivas que tienen y que les ha permitido subsistir en habitats diferentes. En bivalvos, las larvas son planctónicas pero algunas especies mantienen adheridos sus huevos a la concha o al bisco. Los gasterópodos, en cambio pueden tener larvas planctónicas o bien huevos dentro de una capsula de donde los organismos emergen en estado juvenil. Los escafópodos, por su parte,

4.4 DISTRIBUCION

La carencia de estudios malacológicos en la plataforma continental del Golfo de México hace difícil la ubicación de las especies, ya que se desconocen las zonas donde se encuentran de manera natural o endémica. Por otra parte, la mayoría de los trabajos que hasta ahora se han efectuado en las costas mexicanas y que hacen mención de la distribución de moluscos tratan indistintamente a los organismos vivos y a las conchas vacías.

Es por estos motivos que se analiza la distribución de las especies determinadas en diferentes zonas del Golfo de México en estudio correspondientes a: la plataforma continental frente a las Lagunas de Carmen y Machona, Dos Bocas y Terminos y de los Ríos Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva y San Pedro y San Pablo.

Del análisis sobre la distribución específica de moluscos se obtuvieron varios grupos fácilmente distinguibles como:

4.4.1. Especies con Distribución Amplia.

La distribución de las especies fue variable, mostrando cada una un patrón particular. En la Figura 39a se observa la distribución de Lima pellucida desde Tuxpan (Ver.) hasta la Laguna de Terminos (Camp), a excepción de la plataforma frente a la Laguna Dos Bocas.

A las especies Corbula barratiana, Corbula contracta y Corbula krebiana se les ubicó en casi todas las áreas de estudio a excepción de la zona del Grijalva.

El bivalvo Macrogallista maculata se situó desde Tuxpan hasta Dos Bocas y frente a la Laguna de Terminos (Fig. 39a). De la misma forma Nuculana verrilliana fue una especie de distribución amplia, la zona donde fue ubicada fue a partir del Río Tuxpan a la Laguna Dos Bocas (Fig. 39a).

4.4.2. Especies con Distribución Limitada.

Otras especies cuya distribución es importante mencionar son aquellas que se encontraron en una porción determinada de la plataforma continental. Tal es el caso de Neverita duplicatus que se situó desde la zona del Papaloapan hasta la Laguna de Carmen y Machona. Por otra parte, los bivalvos Anadara chemnitzii y Amygdalum papirianum se presentaron tanto en la plataforma del Río Tuxpan como en la del Papaloapan (Fig. 39b).

Las especies Nuculana crenulata, Olivella verreauxi y Solecurtus senstambartzi tuvieron limitada su distribución a la zona del Papaloapan y Coatzacoalcos (Fig. 39b).

Otra especie cuya distribución se vio restringida a la plataforma continental de las Lagunas Carmen y Machona y Dos Bocas fue el gasterópodo Natica cayennensis (Fig. 39c).

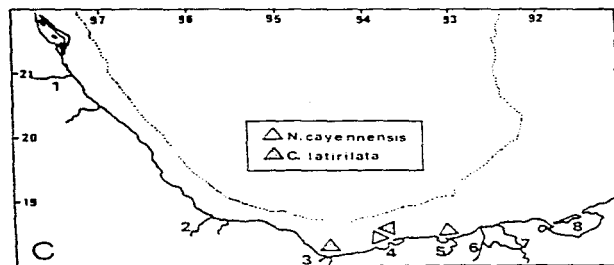
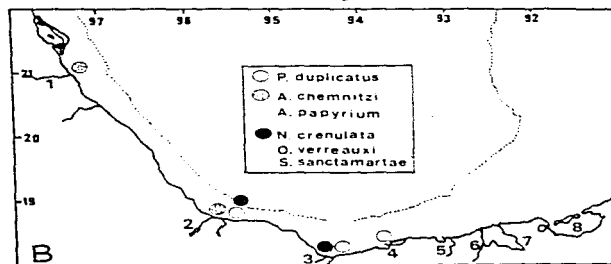
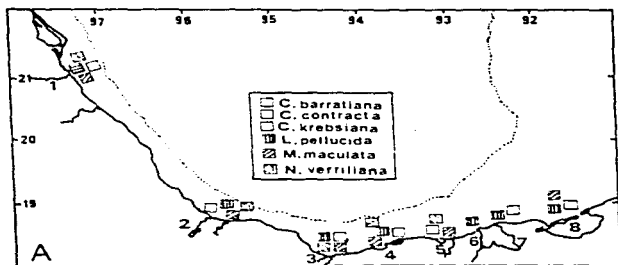


Fig. 39. Ubicación de las especies con a) Amplia Distribución y b) y c) de Distribución Limitada en el Golfo de México. 1) Río Tuxpan, 2) Río Papaloapan, 3) Río Coatzacoalcos, 4) Laguna Carmen y Machona, 5) Laguna Dos Bocas, 6) Río Grijalva, 7) Río San Pedro y San Pablo y 8) Laguna de Términos.

La última especie del grupo fue Chione latirivata, este bivalvo se registró en el área del Coatzacoalcos y Carmen y Machona (Fig. 39c).

4.4.3. Especies con Distribución Regionalizada.

Entre las especies determinadas en este trabajo se encontraron algunos grupos formados por especies cuya distribución estuvo limitada a una sola área de estudio y por ello fácilmente distinguibles.

En la plataforma continental del Rio Iuxpan se determinaron 17 especies cuya ubicación en el Golfo de México se restringió a esta zona (Tabla 13). Dentro del grupo mencionado 15 especies son bivalvos y solo Terebra dislocata y Ventricularia rigida gasterópodos.

De la misma forma en el Papaloapan se ubicaron 6 especies de moluscos con distribución regionalizada, correspondieron a bivalvos y 3 a gasterópodos (Tabla 13).

En la zona del Coatzacoalcos también se determinaron 6 especies exclusivas de este sitio: 5 bivalvos y un escafópodo Cadulus quadridentatus (Tabla 13).

En la zona de Carmen y Machona se situaron cinco especies: tres bivalvos, un gasterópodo (Terebra sp1) y una especie de escafópodo (Dentalium texanum).

Aunque el número de especies fue menor en la zona de Dos Bocas se encontró a 5 bajo esta condición; Cadulus sp fue el único escafópodo identificado así como Incorillia cf nucleata el único gasterópodo.

El área que mostró menor número de especies con distribución restringida fue la del San Pedro y San Pablo donde se identificó a las especies Simplidona marginata, S. hemphilli (bivalvos) y al gasterópodo Anachis sparsa (Tabla 13).

En el área de Terminos se determinaron cinco especies: 4 de bivalvos y el gasterópodo Eusinus lineus.

En la zona de descarga del Rio Orizaba no se registraron especies con distribución regionalizada.

Este análisis indica que los moluscos tienen diferentes patrones de distribución en el Golfo de México

4.4.4. Nuevos registros.

Debido a que se desconocen las zonas del Golfo de México donde se distribuyen las especies de moluscos, se cotejó la registrada en este trabajo con la reportada en la literatura especializada (Abbott, 1974; Andrews, 1977; Moore et al, 1966, entre otros). Se debe tener presente que en dichos trabajos no se menciona la ubicación de las especies en la parte mexicana del Golfo de México.

Se consideraron también los estudios de Cruz-Abredo (1987) y Vazquez (1988) realizados en la plataforma continental del Golfo de México.

Los resultados del análisis permiten señalar como nuevos registros para el Golfo de México (Tamaulipas a Puerto Progreso), a 42 especies de la Clase Bivalvia, 13 pertenecientes a la Clase Gastropoda y las dos especies determinadas de la Clase Scaphopoda (Anexo 1).

En este grupo de especies se conto con registros puntuales de 9 especies. Sin embargo, al comparar su ubicación con la mencionada en la literatura se obtuvieron diferentes patrones de distribución. Este fue el caso de los bivalvos Linga amiantus, Chione grus, Corbula trebeiana y Gouldia cerina; entre las especies de gasterópodos Margaritella apicina, Neverita duplicatus y el escafópodo Dentalium texanum de los que solo se tenían registros en la Sonda de Campeche (Cruz-Abrego, 1984). Por su parte Macrosalista maculata y Chione latirilata fueron reportados por Vazquez (1988), para la plataforma continental frente a la Laguna de Carmen y Machona.

Los patrones de distribución mencionados para estas especies variaron en el presente estudio, ya que L. amiantus y C. grus se registraron frente al Rio Tuxpan por lo que ambas especies son marcadas como nuevos registros para el área de Tuxpan.

Por el contrario C. trebeiana fue detectada desde Tuxpan hasta la zona frente a la Laguna de Terminos, excepto frente al Grijalva. En virtud del patron de distribución de la especie, es posible que se situe también en el área del Grijalva por lo que su distribución en el Golfo de México es a partir de Tuxpan en Veracruz hasta la Laguna de Terminos (Campeche).

Del reducido número de especies de gasterópodos estudiados, M. apicina es un nuevo registro para Dos Bocas y Coatzacoalcos.

Con respecto a la especie N. duplicatus, se señala como nuevo registro de distribución en la plataforma continental adyacente a los rios Papaloapan y Coatzacoalcos así como frente a la Laguna de Carmen y Machona. Por su parte, el escafópodo Dentalium texanum es un nuevo registro frente a Carmen y Machona. Cabe señalar que solo fue determinado frente a la laguna mencionada y que la captura de organismos vivos de escafópodos es muy difícil, por lo cual se señala la importancia del hallazgo.

Otra especie que es nuevo registro en la plataforma continental del Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos Dos Bocas y Laguna de Terminos es Macrosalista maculata; dicha especie solo se tenía citada frente a la Laguna de Carmen y Machona (Vazquez, 1988) su distribución indica que puede ser encontrada en la plataforma continental del Grijalva y San Pedro y San Pablo.

El bivalvo Chione latirilata fue reportado por Vazquez (1988), frente a las Lagunas de Carmen y Machona; en el presente estudio se lo encontró además frente al Rio Coatzacoalcos, por lo que su distribución en el Golfo de

México queda señalada desde la plataforma continental frente al Río Coatzacoalcos hasta la Laguna Carmen y Machona. La especie Couldia corina fue registrada al Noreste de la Laguna de Términos y en este estudio se determinó en la zona del Río Tuxpan por lo cual se señala como registro nuevo en el área.

4.4.5. Distribución en el Continente Americano.

Los diversos rangos de distribución que los autores (Abbott, 1974; Andrews, 1977; Morton et al 1986) indican que un gran número de las especies obtenidas en este estudio habitan desde el Norte de Estados Unidos hasta Brasil, por lo que son consideradas como especies pancaribeñas.

El único registro de distribución del bivalvo Nemocardium transversum era para el estado de Louisiana (E.U.A.). En el presente estudio se le encontró frente al Río Tuxpan; las especies restantes tienen una distribución más amplia. Por otro lado, los bivalvos Tellina listeri, Corbula costata, Chama ligata y Glycymeris ovata, son especies pancaribeñas que no se habían determinado con anterioridad en el Golfo de México.

4.4.6. Comparación Específica con Lagunas Costeras.

Como ya se ha mencionado, el grupo de los moluscos ha incursionado en diversos tipos de habitats, por lo que se consideró importante efectuar la comparación entre las especies registradas en algunas lagunas costeras del Golfo de México y los datos obtenidos en este trabajo.

Se debe recordar que algunas lagunas costeras están asociadas a ríos. Tal es el caso del Río Tuxpan y la Laguna de Tampamachoco y el Río Papaloapan y la Laguna de Alvarado. Los datos utilizados para el análisis provienen de la Laguna de San Andrés (Covarrubias, 1988), en el estado de Tamaulipas, la Laguna de Iamiahua (Cruz-Abrego, 1986), Tampamachoco (Zuñiga, 1984), La Mancha (Flores-Andolais, 1988), Chica y Grande (Elizarraraz, 1987) todas en el estado de Veracruz y la de Términos (García-Cubas, 1981) en Campeche. Tres de estos trabajos corresponden a tesis de licenciatura, uno fue presentado en Congreso Nacional y dos ya han sido publicados.

Es importante mencionar que los ejemplares determinados en cada uno corresponden a conchas vacías en un porcentaje superior al 95% del total, a excepción de los datos provenientes de la Laguna de Iamiahua en el que se consideraron únicamente organismos vivos. Se debe hacer notar que existen otros trabajos sobre moluscos en el Golfo de México; sin embargo no se consideraron por tratarse de temas muy específicos. Entre estos se encuentran trabajos sobre el género Crasostrea virginica, moluscos de importancia comercial o de habitats particulares como Ihalassia testudinum y Kizophora mangla

asi como de anatomia y aspectos histológicos (Rogers et al 1981 a y b; Ibañez, 1984; Castillo et al, 1986; Solis et al 1986; Hernandez et al 1988).

Se registraron 27 especies comunes en ambos medios (Tabla 14). En algunos casos su distribución fue en áreas similares por ejemplo Anadara transversa que fue encontrada en las Lagunas de San Andrés (Tamps) (Covarrubias, 1988), Tamiahua (Cruz-Abrego et al, 1986), Tampamachoco (Zuñiga, 1984), La Mancha (Flores-Andolaís et al, 1988), Chica y Grande (Elizarraras, 1980) y Terminos en Campeche (García-Cubas, 1981). De esta especie sólo se obtuvieron organismos vivos en las Lagunas de Tamiahua y Tampamachoco; en este trabajo se cuenta con ejemplares en el área de Tuxpan.

En la Laguna San Andrés, Covarrubias (1988) registró organismos vivos de la especie Laevigardium montoni; en el presente estudio se ubico en la plataforma continental de los Rios Tuxpan y Papaloapan.

Otra especie recolectada en la Laguna de San Andrés fue Chione cancellata. Cabe mencionar que también ha sido citada para las Lagunas de Tamiahua, Tampamachoco, Chica y Grande, Carmen y Machona y Terminos.

En algunas de estas lagunas sólo se obtuvieron conchas vacías y en otras (Terminos) no se menciona el estado de los organismos. Su distribución en la plataforma del Golfo de México se restringe a la zona frente a la Laguna Dos Bocas.

En las Lagunas de San Andrés y Tampamachoco se determinaron organismos vivos del bivalvo Chione griseus; en la campaña ABACO se le encontró frente a Tuxpan.

Macoma tenta fue la única especie bien representada en la Laguna Chica y Grande (37 organismos vivos); también se ha identificado en las Lagunas de Tampamachoco, Carmen y Machona y Terminos. En este estudio se encontró en las áreas de Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos y Terminos.

Por último Zuñiga (1984) determinó un organismo vivo de Corbula dietziana en la Laguna de Tampamachoco; su ubicación en la plataforma continental fue frente a la Laguna Dos Bocas. Se tienen datos en la Laguna de Terminos más no se menciona si se obtuvieron organismos vivos de la especie. Desafortunadamente, en los trabajos efectuados por García-Cubas (1981), Antoll (1985) y Flores-Andolaís (1988), no se hace mención sobre la condición de los organismos en el momento de la colecta.

El análisis señala que existen ciertas semejanzas en la composición específica de las lagunas costeras y la plataforma continental del Golfo de México, aunque sus características tanto hidrológicas, fisiográficas y productivas son diferentes. No fue posible reconocer especies lagunares en la plataforma continental ni bajo la condición de conchas vacías. Esto indica que la distribución de las especies es influenciada por la ocupación de habitats determinados con características ecológicas aptas para su desarrollo.

4.4.7. Distribucion en el Medio Marino y Lagunar.

Especies Marinas.

Del grupo de especies que han sido citadas tanto en lagunas costeras como en el Golfo de Mexico (Tabla 14) se consideró a las especies Arcinella cornuta, Amygdalum papyrinum, Aequipecten muscorum, Corbula krebsiana, Cyclanella tenuis, Lima pellucida, Macrocallista maculata, Oliva savana y Neverita duplicatus como habitantes del medio marino. Con excepcion de C. krebsiana el resto ha sido registrado en los alrededores de la Isla del Carmen, en la Laguna de Terminos (García-Cubas, 1981) donde prevalecen condiciones marinas (Ibañez, 1983; Solis et al, 1984).

Especies Lagunares.

Por otro lado la presencia de las especies A. transversa y C. cancellata en las lagunas costeras del Golfo de Mexico permiten señalarlas como especies que habitan preferentemente medios lagunares. Cabe mencionar que no se cuenta con registros de ambas especies en la zona marina.

Las especies restantes (16) se ubicaron tanto en el medio lagunar como en el marino (Tabla 14). La caracterización de dichas especies a uno de los tipos de ambientes acuáticos es difícil, debido a que pueden tener un amplio rango de tolerancia a variaciones en la salinidad del agua. Por ello se les considera especies habitantes de aguas estuarinas.

Cabe señalar el desconocimiento que existe alrededor de la distribución de las especies habitantes de lagunas costeras y del mar lo que es debido a la carencia de estudios de distribución y/o fisiológicos de un amplio número de moluscos.

Se debe considerar que algunos de los organismos identificados en las lagunas costeras pueden ser transportados, en estado larvario, y probablemente en un estadio más avanzado del desarrollo al mar durante la marea baja y así establecerse en el medio marino para formar una población externa al cuerpo lagunar. La situación inversa también es factible ya que las larvas pelágicas y algunos organismos son transportados al interior de las lagunas costeras durante la marea alta o algún otro fenómeno oceanográfico o climatológico.

Los resultados obtenidos marcan la necesidad de intensificar los estudios sobre distribución de moluscos en ambos sistemas acuáticos del Golfo de Mexico, así como de la relación ecológica existente entre ellos. De esta forma y junto con otro tipo de análisis se conocera con mayor precisión el tipo de habitat que cada especie habita lo cual ayudara al conocimiento de nuestros sistemas y a la óptima utilización de sus recursos acuáticos.

Observaciones:

El estudio realizado en cuatro abanicos costeros del Golfo de México permite sentar las bases para investigaciones futuras que consideren el análisis de las características ambientales y las comunidades bentónicas, en particular de moluscos y su seguimiento a través del tiempo y del espacio. Además se coadyuva al conocimiento del comportamiento oceanográfico de los diversos componentes ambientales estudiados que son la base para el entendimiento de la dinámica oceánica. También es necesario ahondar sobre la dinámica de las corrientes costeras.

De acuerdo con los análisis efectuados se sugiere realizar muestreos estacionales en que se consideren las cuatro épocas climáticas del año, esto con el objeto de tener un mejor seguimiento de las variaciones ambientales y faunísticas de cada zona.

Con base en los resultados de sedimentos se propone establecer una red de estaciones permanente que abarque en su totalidad los abanicos costeros y en la que se considere zonas fuera de los mismos con la finalidad de efectuar comparaciones entre ambas.

Es importante conocer el comportamiento de otros componentes del ambiente como el oxígeno disuelto en el fondo, nutrientes y análisis de fitoplancton así como de las corrientes litorales ya que todos los factores mencionados influyen en el desarrollo de las comunidades de moluscos.

Se deben intensificar los estudios sobre las relaciones entre el medio acuático y sedimentológico con respecto al establecimiento de las comunidades de moluscos en el Golfo de México y particularmente en los abanicos costeros de sus ríos.

CONCLUSIONES

- Los gradientes térmicos registrados en los abanicos costeros, están determinados por los procesos de calentamiento y enfriamiento de las aguas litorales dadas por las épocas climáticas del año que al chocar con las marinas provocaron los gradientes ambientales a excepción del Grijalva-San Pedro y San Pablo donde no se observó estacionalidad.
- El comportamiento de la salinidad de fondo en el abanico costero del Rio Tuxpan no mostro variación estacional al igual que el del Papaloapan donde la distribución de la salinidad estuvo determinada por las corrientes marina y fluvial.
- Los gradientes térmicos y halinos del abanico costero del Rio Coatzacoalcos mostraron frentes oceanicos de pluma donde el efluente se difundio en las capas superficiales del mar.
- En el abanico costero del Rio Tuxpan la distribución del sedimento y orientación del abanico costero estuvieron determinadas por el flujo de agua dulce transportada por el rio al mar y por las corrientes litorales marinas, a diferencia del Papaloapan donde en 1985, la distribución de los sedimentos fue dada por el efluente (rio) y las corrientes marinas. En 1988, la participación del rio como distribuidor de sedimentos provoco la ubicación de las franjas lodosas a mayor profundidad. Aunque la composición de sedimentos fue diferente en el del Rio Coatzacoalcos, los mecanismos de transporte de sedimentos fueron evidentes.
- En el abanico costero de los Rios Grijalva y San Pedro y San Pablo no se observo, en las aguas del fondo, estacionalidad térmica ni halina. Sin embargo, la participación de ambos rios en el acarreo de material fino del continente y los procesos de erosión de la costa muestran un abanico costero lodoso con gradientes ambientales importantes.
- Las especies mas frecuentes fueron: para el abanico del Rio Tuxpan: Tellina verticolar, Corbula barratiana, Cyclonella tenuis y Macoma tenta. Para el del Papaloapan: M. tenta y Ulva savana; en el del Coatzacoalcos L. verticolar, Diplodonta seniaspera, Muculana verrilliana, U. barratiana y Macoma laevis y en el del Grijalva-San Pedro y San Pablo U. barratiana y Lime pellucida.
- Debido a que los abanicos costeros del Golfo de México son áreas inhospitas para el desarrollo de comunidades bentónicas, particularmente de moluscos, las especies frecuentes se distribuyeron en las zonas donde las variaciones ambientales así como la constitución de los sedimentos fueron menos marcadas.

-La existencia de moluscos en los abanicos costeros del Golfo de Mexico fue determinada por las variaciones en la temperatura y salinidad que en ellos existen, por la resuspension del sedimento y transporte por las corrientes marinas y litorales. Este efecto se refleja en la carencia de alimento para organismos con habitos alimenticios diferentes al filtrador, en sus bajas abundancias y posiblemente en la baja probabilidad de reproduccion, basica para la formacion de una comunidad en cierto equilibrio con el ambiente.

-Los moluscos con distribucion amplia en el Golfo de Mexico fueron: Lima pellucida, Corbula barratiana, Corbula krebsiana y Nuculana verrilliana.

-Las especies con distribucion limitada en el Golfo de Mexico fueron: Neverita duplicatus, Anadara chemnitzii, Amygdalum papyrium, Nucula crenulata, Solecurtus sanctamartae, Chione latirilata, Olivella veareuxii y Natica cayenensis.

-Las especies con distribucion regionalizada fueron: 17 frente al Rio Tuxpan, 5 frente al Papaloapan y Coatzacoalcos, 5 en la zona de la Laguna de Carmen y Machona, Dos Bocas y Terminos y 3 en la zona Grijalva-San Pedro y San Pablo.

-Se consideran 57 especies de moluscos como nuevos registros para el Golfo de Mexico, 42 especies estan incluidas en la Clase Bivalvia, 13 en la Clase Gastropoda y 2 en la Clase Scaphopoda.

-Los bivalvos Tellina listeri, Corbula contracta, Abrax lidica y Glycymeris ovata son especies pancaribeñas sin registro anterior para el Golfo de Mexico.

-Al comparar la ubicacion de las especies en el medio marino y lagunar se considero a las especies: Arcinella cornuta, Amygdalum papyrium, Lima pellucida, Macrocallysta maculata, Oliya sayana y Neverita duplicatus como habitantes del medio marino y a Anadara transversa y Chione cancellata como lagunares.

ANEXO 1

LISTA SISTEMÁTICA

PHYLLUM MOLLUSCA Cuvier, 1797

Clase Bivalvia Linné, 1758

Orden Nuculoidea

Familia Nuculidae

Nucula (Nucula) crenulata Adams, 1856

Familia Nuculanidae

Nuculana verrilliana (Dall, 1886)

*Nuculana concentrica (Say, 1824)

Nuculana sp

Orden Mytiloidea

Familia Mytilidae

*Lioberus castaneus (Say, 1822)

Amygdalum papyrium (Conrad, 1846)

Orden Arcoida

Familia Arcidae

Barbatia (Barbatia) candida (Helbling, 1779)

*Anadara (Larkinia) notabilis (Röding, 1798)

*Anadara (Larkinia) transversa (Say, 1822)

Anadara (Cunearca) brasiliiana (Lamarck, 1819)

*Anadara (Cunearca) chemnitzii (Philippi, 1851)

Familia Glycymerididae

*Glycymeris undata (Linnaeus, 1758)

Orden Ostroidea

Familia Pectinidae

Argopecten gibbus (Linnaeus, 1758)

Aequipecten subcoquus (Wood, 1828)

Familia Limaecae

Lima (Lima) pellucida Adams, 1846

Orden Veneroidea Adams and Adams, 1846

Familia Lucinidae

*Linga (Bellucina) amantus (Dall, 1901)

Familia Uniolinidae

*Diplodonta (Diplodonta) punctata (Say, 1822)

*Diplodonta (Phlyctiderana) semiaspera Philippi, 1836

Familia Chemidae

Arcinella cornuta Conrad, 1866

Familia Cardiidae

- *Nemocardium (Keenae) transversum Rehder y Abbott, 1951
- *Laevicardium pictum
- *Laevicardium mortoni (Conrad, 1850)

Familia Veneridae

- *Ventricularia rigida (Dillwyn, 1817)
- *Tranconella conradina Dall, 1883
- *Pitar (Pitar) albidus (Smolin, 1791)
- *Pitar (Pitar) morrhuanus Linsley, 1848
- *Gouldia carina (Adams, 1845)
- Macrocallista (Megopitaria) maculata (Linne, 1758)
- Agriopoma texasiana (Dall, 1892)
- *Dorsina elegans Conrad, 1848
- *Dorsina discus (Reeve, 1850)
- Cyclinella tenuis (Recluz, 1852)
- Chione (Chione) cancellata (Linnaeus, 1767)
- *Chione (Lirophora) latirileta (Conrad, 1841)
- Chione (Lirophora) cloncha Pulley, 1952
- *Chione (Timoclea) grus Holmes, 1858

Familia Tellinidae

- Macoma tenta (Say, 1834)
- *Macoma (Psamadoma) tageliformis Dall, 1900
- *Tellina (Tellinella) listeri Roding, 1798
- *Tellina (Cutytellina) alternata Say, 1822
- Tellina (Angulus) texana Dall 1900
- *Tellina (Angulus) versicolor DeKay, 1843
- *Tellina (Merissa) acquistriata Say 1824

Familia Semelidae

- *Abra aequalis (Say 1822)
- *Abra lieta (Dall, 1881)
- *Semela bellastrata (Conrad, 1837)

Familia Solecurtidae

- *Solecurtus sanctamartinae Urbiigny, 1842

Orden Myoida

Familia Corbulidae

- Varicorbula operculata (Philippi, 1848)
- *Corbula (Caryocorbula) contracta Say, 1822
- *Corbula (Caryocorbula) dietziana Adams, 1852
- *Corbula (Caryocorbula) chittyana Adams, 1852
- *Corbula (Caryocorbula) swiftiana Adams, 1852
- *Corbula (Caryocorbula) krebsiana Adams, 1852
- *Corbula (Caryocorbula) barnatiana Adams, 1852

Familia Gastrochaenidae

- *Gastrochaena ovata Sowerby, 1834

Orden Pholadomyoidea

Familia Lyonsiidae

- *Lyonsia Hyalina floridana Conrad, 1849

Familia Pandoridae

- *Pandora (Pandorella) bushiana Dall, 1886

Familia Naticidae

- *Aethenothaerus hemphilli Dall, 1886

Familia Periplomatidae

- *Periploma (Cochlicodoma) anguliferum (Philippi, 1847)
- *Periploma margaritaceum (Lamarck, 1801)

Familia Cardisiidae

- *Cardisoma perrestrata (Dall, 1881)

CLASE GASTROPODA Cuvier, 1797

Orden Neogastropoda

Familia Naticidae

- *Natica (Naticarius) canrena (Linnaeus, 1758)
- *Natica (Glyphopitoma) ceyennensis Recluz, 1850
- *Natica (Tectonatica) pusilla Say, 1822
- *Neverita duplicatus (Say, 1822)
- Simicleria conterula

Orden Neogastropoda

Familia Muricidae

- Murex (Murex) sabritii

Familia Buccinidae

- *Anachis (Coastanachis) sparsa (Reeve, 1837)
- *Caemioconcha calliglypta (Dall and Simpson, 1901)

Familia Nassariidae

- *Nassaricus (Nassaricus) acutus (Say, 1822)
- *Nassaricus scissuratus (Dall, 1889)

Familia Fusulinidae

- *Fusinus timesus (Dall)

Familia Olividae

- *Oliva sayana Ravenel, 1834
- *Olivella (Nitecoliva) verreauxii (Duclos, 1857)
- Olivella sp1
- Olivella sp2

Familia Marginellidae

- *Marginella (Frustra) apicina Menke, 1828

Familia Conidae

- Conus sp.1: magintyi Pilsbry, 1955

Familia Terebridae

- Terebra (Strioterebrum) arcas Abbott, 1954
- *Terebra (Strioterebrum) concava
- Terebra (Strioterebrum) protexta (Conrad, 1845)
- Terebra sp

Familia Iuridae

- *Inodrilia cf. quadrata (Dall, 1881)

CLASE Scaphopoda

Orden Dentalida

Familia Dentalidae

- *Dentalium (Dentalium) texasianum Philippi, 1848

Orden Gadilida

Familia Gadilidae

- *Gadulus cf. quadridentatus (Dall, 1881)

Ubicación Sistemática de moluscos. (*) Nuevos registros para el Golfo de México.

Abanico Costero del Río Tuxpan

ESPECIES/ESTACIONES	ABACO I					ABACO II						ABACO III					ABACO IV				Tot.	Fr											
	48	49	SECAS		52	53	54	LLUVIAS		58	59	60	62	41	42	SECAS			44	45			LLUVIAS		49								
			50	51	52			55	57							44	45	46	47			46	48	49									
Clase Bivalvia																																	
Corbula brexiana	1					1				1	100															103	4						
Corbula barratiana	1			11	2		5			1	1	4	1													33	11						
Lioberus castaneus			1	2	3						24															23	11						
Tellina versicolor	2	1		1				4	6	2		2		1												23	15						
Macoma tenuis				1	1							4		1		2						1	1	1		11	15						
Macrocillista maculata	1				2					4	5	4														11	15						
Anadara chemnitzii				9																						9	1						
Chione clenchi					2						1															1	1						
Pitar albidus					3											2		1								9	15						
Anadara notabilis				6																						6	15						
Cyclinella tenuis				1							1															6	15						
Tellina aequistriata														1	1			1								6	15						
Lima pellucida	1	1								1						1	2			1						1	15						
Diplodonta senhuesera										1	2	2														1	15						
Arginella cornuta					2					1		1														1	15						
Semele bellextriata				1						2																1	15						
Pitar noronhaiensis										2	2															1	15						
Dosinia discus																										1	15						
Anadara transversa				1																						1	15						
Anadara brasiliensis													3													1	15						
Gouldia carina																										1	15						
Linga amantus					1																					1	15						
Dosinia elegans										1																1	15						
Mucula verrilliana										2																1	15						
Mucula sp.				1														1								1	15						
Barbatia candida					1																					1	15						
Argyridium papiratum			1																							1	15						
Diplodonta punctata								1																		1	15						
Ventricularia rigida					1																					1	15						
Aequipecten muscosus											1															1	15						
Argopecten gibbus											1															1	15						
Lamnicardium mortoni												1														1	15						
Hamocardium transversum								1																		1	15						
Chione grus											1															1	15						
Lymnaea hyalina floridana												1														1	15						
Pandora busiensis																										1	15						
Gastrochaena cuneata																								1		1	15						
Pemphigium cf. anguliferum																										1	15						
Clase Gastropoda																										1	15						
Matice cenosa																										1	15						
Total	7	2	5	34	17			1	5	2	5	7	17	147	15	4				2	7	5	1	1	15		1	8	2	1	3	314	

Tabla 5. Abundancia de las especies de moluscos registradas en el Abanico Costero del Río Tuxpan

ABANICO COSTERO DEL RIO TUXPAN

	CRUC/EST	Prof. (m)	T (C)	Sl.	SED	% ARENA	% C.O.	ABUNDANCIA	
<i>Corbula berraticiana</i>	I (E48)	28.3	21.783	35.969	A-L	77	0.143	1	
	I (E51)	15.5	19.914	34.597	A-L	77.8	0.2397	11	
	I (E52)	15.1	20.116	35.022	A-L	57.4	0.261	2	
	II (E53)	36	25.978	36.234	L-A	38	0.6744	5	
	II (E50)	16.7	28.664	35.728	A-L	75	0.3408	1	
	II (E59)	15.3	28.553	35.708	A-L	61.4	0.4778	1	
	II (E60)	18.8	28.5	35.95	A-L	74	0.3239	4	
	II (E62)	16.4	25.3	36.15	L	0.8	1.0899	1	
	III (E42)	24	22.88	36.184	A-L	55.4	0.3026	2	
	III (E47)	16.5	22.993	36.136	A-L	87.1	0.143	1	
	IV (E45)	24.1	25.44	36.366	A-L	50.6	0.3116	3	
	<i>Tellina versicolor</i>	I (E48)	28.3	21.783	35.969	A-L	77	0.143	2
		I (E49)	19.6	21.486	35.762	A-L	75	0.2228	1
I (E51)		15.5	19.914	34.597	A-L	77.8	0.2397	1	
II (E55)		32	28.294	36.277	A-L	68	0.368	4	
II (E57)		23.3	28.528	35.854	A-L	92.7	0.1916	6	
II (E58)		16.7	28.664	35.728	A-L	75	0.3408	2	
II (E60)		18.8	28.5	35.95	A-L	74	0.3239	2	
III (E41)		39	22.896	36.194	L	3	0.2627	1	
III (E44)		40.2	22.401	36.247	L-A	29.6	0.4374	1	
IV (E44)		12.8	27.21	36.455	A-L	86	0.118	1	
IV (E46)		30.9	25.1	36.357	A-L	74	0.1571	1	
IV (E49)		21.5	25.3	36.336	A-L	70	0.2367	1	
<i>Naconia tenta</i>		I (E51)	15.5	19.914	34.597	A-L	77.8	0.2397	1
	I (E52)	15.1	20.116	35.022	A-L	57.4	0.261	1	
	II (E59)	15.3	28.553	35.708	A-L	61.4	0.4778	5	
	II (E60)	18.8	28.5	35.95	A-L	74	0.3239	4	
	III (E41)	39	22.896	36.194	L	3	0.2627	1	
	III (E47)	16.5	22.993	36.136	L	7	0.143	1	
	<i>Cyclinella tenuis</i>	I (E51)	15.5	19.914	34.597	A-L	77.8	0.2397	1
II (E59)		15.3	28.553	35.708	A-L	61.4	0.4778	1	
III (E42)		24	22.883	36.184	A-L	55.4	0.3026	1	
III (E44)		40.2	22.401	36.247	L-A	29.6	0.4374	1	
III (E46)		27.0	22.664	36.168	L-A	26	0.3692	1	
III (E47)		16.5	22.993	36.136	A-L	97.1	0.143	1	

Tabla 6. Variación de los parámetros ambientales, composición de sedimentos y abundancia de las especies con mayor ocurrencia en el Abanico Costero del Río Tuxpan. Sed.= Sedimentos, L= Lodo, A= Arena, C.O. Carbono Orgánico.

Abanico Costero del Río Papaloapan															
ESPECIES/ESTACIONES	ABACO I	ABACO II		ABACO III			ABACO IV				Total	Fr			
	SECAS 5	LLUVIAS 3 8		29	30	SECAS 31 32 39	31	32	LLUVIAS 33 34 35 37						
Clase Bivalvia															
<i>Anadara cheemnitzii</i>											3			3	1
<i>Macoma tenta</i>		1						1					1	2	3
<i>Argopecten purpurinus</i>		1											1	2	2
<i>Tellina versicolor</i>								1		1				2	2
<i>Nuculana verrilliana</i>	1												1	2	2
<i>Abra aequalis</i>						1							1	2	2
<i>Lima pellucida</i>														1	1
<i>Diploonta punctata</i>			1											1	1
<i>Macrocallista maculata</i>									1					1	1
<i>Solecurtus sanctaerthae</i>	1													1	1
<i>Corbula treasiana</i>		1												1	1
<i>Corbula barnatiana</i>				1										1	1
<i>Saxidomus nutalli</i>		1												1	1
<i>Laevicardium mortoni</i>		2												2	1
<i>Laevicardium pictum</i>					1									1	1
<i>Corbula chittiana</i>					1									1	1
<i>Periplona margaritacea</i>						1								1	1
Clase Gastropoda															
<i>Oliva sayana</i>						1					1		2	4	3
<i>Nucula crenulata</i>											1			1	1
<i>Natica pusilla</i>											1			1	1
<i>Naxosia duplicatus</i>		1												1	1
<i>Murex cabritii</i>					1									1	1
<i>Nassarius acutus</i>						1								1	1
<i>Nassarius scissuratus</i>							1							1	1
<i>Olivella verreauxi</i>						1								1	1
<i>Olivella sp2</i>							1							1	1
<i>Olivella sp1</i>					1									1	1
	2	7	1	1	4	2	5		2	1	4	3	6	1	39

Tabla 7. Abundancia de las especies de moluscos registradas en el Abanico Costero del Río Papaloapan

Abanico Costero del Río Papaloapan								
ESPECIE	CRUC/EST	PROF. (m)	T °C	SK.	SED	% ARENA	% C.O.	ABUNDANCIA
Macoma tenta	II (E3)	27.8	28.64	36.469	A	99	0.0642	1
	IV (E31)	33.3	25.95	36.295	A-G	64	0.1253	1
	IV (E34)	50.0	23.21	35.87	L-A	17	0.6443	1
Oliva sayana	III (E32)	16.2	23.40	35.402	A-L	68	0.7845	1
	IV (E33)	22.4	28.79	35.402	A-L	50	0.3755	1
	IV (E35)	41.4	25.04	36.321	L-A	6.6	0.9418	2

Tabla 8. Variación de los parámetros ambientales, composición de los sedimentos y abundancia de las especies con mayor ocurrencia en el Abanico Costero del Río Papaloapan.
Sed.= Sedimentos, L= Lodo, A= Arena, G= Grava; C.O.= Carbono Orgánico.

Abanico Costero del Río Coatzacoalcos

ESPECIE	ABACO I			ABACO II			ABACO III					ABACO IV				Tot	Fr		
	SECAS			LLUVIAS			SECAS					LLUVIAS							
	36	37	38	47	48	49	18	19	22	23	24	27	28	26	27			28	29
Clase Bivalvia																			
Tellina versicolor	1	1	1									3		1	1	1	9	7	
Corbula krobsiana				1								6					7	2	
Nuculana verrilliana				1							2			1			4	3	
Diplodonta semiaspera		1								1		1				1	4	4	
Corbula berriana				1									1	1			3	3	
Macoma tegeliformis				1		1										1	3	3	
Corbula swiftiana												1			2		3	2	
Macrocellista maculata									1								2	2	
Tellina texana			1							1							2	2	
Abra asquellii												1					2	2	
Glycymeris decussata	1										1	1					1	1	
Lima pallucida		1															1	1	
Tellina listeri			1														1	1	
Chione latirileta												1					1	1	
Semele bellistriata												1					1	1	
Cardium perrostrata					1												1	1	
Glycymeris undata																	1	1	
Diplodonta anguliferum													1				1	1	
Rethonothaerus hemphilli															1		1	1	
							1										1	1	
Clase Gastropoda																			
Olive sayana										1		5					6	2	
Polinicos duplicatus																	1	1	
Matica canrena												1					1	1	
Olivella voarreauxi															1		1	1	
Clase Scaphopoda																			
Cedulus quadridentatus																	1	1	
	2	3	3	4	1	1	1	1	2	2	3	10	4	1	4	7	1	58	

Tabla 9. Abundancia de las especies registradas en el Abanico Costero del Río Coatzacoalcos.

Abanico Costero del Río Coatzacoalcos

ESPECIE	CRUC/EST	Prof. (m)	T °C	Sz.	SED	%ARENA	% C.O.	ABUNDANCIA
<i>Tellina versicolor</i>	I (E36)	26.3	21.599	35.179	A	98	0.1070	1
	I (E37)	32.8	21.684	35.188	A-G	53	0.0495	1
	I (E38)	47.7	22.099	35.507	A	91	0.265	1
	III (E27)	28.8	24.113	35.025	A	98.3	0.77	3
	IV (E26)	43.0	24.28	36.340	L-A	38.8	0.3994	1
	IV (E27)	34.7	26.52	36.340	L-A	43.8	0.4129	1
	IV (E28)	24.3	27.27	36.367	L-A	33	0.2836	1
<i>Diplodonta semiaspera</i>	I (E37)	32.8	21.684	35.188	A-G	53	0.0495	1
	III (E23)	40.0	23.466	35.691	A	97.7	0.0765	1
	III (E27)	28.8	24.113	35.025	A	98.3	0.7700	1
	IV (E28)	24.3	27.27	36.367	L-A	33	0.2836	1
<i>Corbula barratiana</i>	II (E47)	36.0	24.706	36.277	A-L	69.3	0.4863	1
	IV (E27)	34.7	26.52	36.301	L-A	43.8	0.4129	1
	IV (E28)	24.3	27.27	36.367	L-A	33	0.2836	1
<i>Macoma tagelifornis</i>	II (E47)	36.0	24.706	36.277	A-L	69.3	0.4863	1
	II (E49)	31.7	27.18	36.426	A	98.8	0.0671	1
	III (E28)	39.4	23.450	35.742	A-G	87.1	0.0143	1
<i>Nuculana verrilliana</i>	II (E47)	36.0	24.706	36.277	A-L	69.3	0.4863	1
	III (E24)	36.0	23.074	35.226	L-A	81.1	0.9330	2
	IV (E27)	34.7	26.52	36.301	L-A	43.8	0.4129	1

Tabla 10. Variación de los parámetros ambientales, sedimentos y abundancia de las especies con mayor ocurrencia en el Abanico Costero del Río Coatzacoalcos. Sed.= Sedimentos, L= Lodo, A= Arena, G= Grava; C.O.= Carbono Orgánico.

Abanico Costero del Río Grijalva-San Pedro y San Pablo

ESPECIES/ESTACIONES	ABACO I		ABACO II		ABACO III		ABACO IV			Tot	Fr
	SECAS 19	LLUVIAS 23	SECAS 4	LLUVIAS 5	SECAS 3	LLUVIAS 7	SECAS 9	LLUVIAS 10	LLUVIAS 15		
Clase Bivalvia											
<i>Corbula barratiana</i>				7				7		14	2
<i>Lima pellucida</i>								1	2	3	2
<i>Corbula krebiana</i>			3							3	1
<i>Asthenothaerus hemphilli</i>				3						3	1
<i>Cosmiconcha calliglypta</i>							3			3	1
<i>Nuculana verrilliana</i>									1	1	1
<i>Cyclinella tenuis</i>					1					1	1
<i>Sinuilona marferula</i>						1				1	1
Clase Gastropoda											
<i>Anachis sparsa</i>	1									1	1
<i>Conus mazel maginty</i>		1								1	1
	1	1	3	10	1	1	4	7	3	31	

Tabla 11. Abundancia de las especies registradas en el Abanico Costero de los Ríos Grijalva, San Pedro y San Pablo.

Abanico Costero del Grijalva-San Pedro y San Pablo

ESPECIE	CRUC/EST	PROF. (M)	T (C)	SL.	SED	% ARENA	% C.O.	ABUNDANCIA
<i>Corbula barratiana</i>	III (E5)	13.4	25.12	36.656	L	2	0.6533	7
	IV (E10)	14.4	27.08	35.701	L	2	1.1924	7
<i>Lima pellucida</i>	IV (E9)	22.3	24.5	36.3	L	4.5	4.0299	1
	IV (E15)	24.6	25.7	36.3	L-A	19	1.0643	2

Tabla 12. Variación de los parámetros ambientales, composición de sedimentos y abundancia de las especies con mayor ocurrencia en el Abanico Costero de los Ríos Grijalva, San Pedro y San Pablo. Sed.= Sedimentos, L= Lodo, A= Arena, G= grava, C.O. Carbono Orgánico.

TUXPAN	PAPALDAPAN	COATZACOALCOS	CARMEN Y MACHONA
<i>Requispecten gibbus</i> <i>Anadara brasiliana</i> <i>Anadara notabilis</i> <i>Anadara transversa</i> <i>Arcinella cornuta</i> <i>Argopecten gibbus</i> <i>Bartusia candida</i> <i>Chione grus</i> <i>Dosinia discus</i> <i>Gastrochaena ovata</i> <i>Gouldia cerina</i> <i>Licberus castaneus</i> <i>Nemocardium transversum</i> <i>Pandora bushiana</i> <i>Pitar morrhuanus</i> <i>Terebra concava</i> <i>Ventricularia rigida</i>	<i>Corbula chittiana</i> <i>Levocardium pictum</i> <i>Murex cabriti</i> <i>Periploma margaritaceum</i> <i>Olivella sp</i> <i>Olivella sp1</i>	<i>Cadulus quadridentatus</i> <i>Corbula swiftiana</i> <i>Glycymeris decussata</i> <i>Glycymeris undata</i> <i>Tellina listeri</i> <i>Tellina texana</i>	<i>Abra lioica</i> <i>Nuculana concentrica</i> <i>Tranzenella conradina</i> <i>Terebra sp</i> <i>Dentalium texasiense</i>
DOS EGRES	SAN PEDRO SAN PABLO	TERMINOS	
<i>Mecoma tenta</i> <i>Chione cancellata</i> <i>Corbula dietziana</i> <i>Inodrillia nucleata</i> <i>Cadulus sp</i>	<i>Asthenothaerus hempilli</i> <i>Simiolona morferula</i> <i>Anachis sparsa</i>	<i>Agriopoma texasiense</i> <i>Tellina alternata</i> <i>Tellina arcas</i> <i>Tellina concava</i> <i>Fusinus tinesus</i>	

Tabla 13. Lista de las especies con distribución regional en la plataforma Continental del Golfo de México.

ESPECIE\LAGUNA	S.A.	L.M.	TAMI.	TAMPA.	CH. Y.G.	C. Y M.	TER.
Anadara brasiliensis						X	
Anadara transversa	X	X	X	26	X		X
Anadara chemnitzii							
Arcinella cornuta							XX
Amygdalca papyrinus							XXX
Aequipecten muscosus							XX
Abra aequalis	X			XX			XX
Chione cancellata	X		X	XX	X	X	XX
Chione grus	X			XX			XX
Corbula contracta				XX			XX
Corbula dieffenbachi				XX			XX
Corbula bartolomei			X	X			X
Corbula stulticoma		X					X
Corbula kroebbiensis			X				X
Cyclinella tenuis							X
Diplodonta senilis		X					X
Laevicardium portorum	5						XX
Lioborus castaneus							XX
Lima pelliculata							XX
Macoma tentaculata	X			XX	5	XX	XX
Macoma tagelifera				XX		XX	XX
Macrocellista maculata							XX
Nassarius acutus	X		XX	X		X	XX
Tellina texana		XX	XX		X		X
Tellina alternata		XX					X
Oliwa sagana							X
Neverita duplicatus							X

Tabla 14. Distribución de las especies comunes a Lagunas Costeras y la plataforma continental del Golfo de México. S.A.= Laguna San Andrés, L.M.= Laguna La Mancha, TAMI= Laguna de Tamiagua, TAMPA= Laguna de Tampachoco, CH. y G.= Laguna Chica y Grande, C. y M.= Laguna Carmen y Michona, TER.= Laguna de Términos.

LITERATURA CITADA

- ABBOTT, R. T., 1974. *American Seashells. The Marine Mollusca of the Atlantic and Pacific Coast of North America.* Van Nostrand Reinhold Co., New York, 2 Ed., 666 pp.
- , 1954. *American seashells.* Van Nostrand Co., Inc., Princeton, N.J. 541 pp.
- ADAMS, C. B., 1848. Descriptions of undescribed species of shells from the Island of Jamaica. *Proc. Bost. Soc. Nat. Hist.* 2:102-103.
- , 1839-1852. The western atlantic marine mollusks described by C.B. Adams, by W.J. Clench and R.D. Turner, 1950. *Occasional Papers on Mollusks* 1(15) : 233-403, 20 pls; and The Eastern Pacific marine species described by C. B. Adams, *ibid* 2(20) : 21-176, 15 pls.
- , 1850. Description of thirty-four new species of bivalve Mollusca (Leda, Nucula and Pythina) from the Cumingian collection. *ibid.*, for 1850 : 47-51. (July 30).
- ADAMS, H. & A. ADAMS. 1854. Description of a new genus of bivalve Mollusca. *Ann Mag. Nat. Hist.*, ser. 2. 14, p.418.
- , 1864. Descriptions of new species of shells chiefly from the Cumingian collection. *Proc. Zool. Soc. London*, for 1863:428-39. (Apr).
- ALLEN, J. A., 1953. The Ecology of Deep-Sea Molluscs. In: Russell-Hunter, W. D., (Ed). *The Mollusca & Ecology.* Academic Press Inc.
- ALVAREZ, M. Jr., 1962. Apuntes de la clase de Geología, Paleogeografía y tectónica de México. 5to. año carrera Ing. Geol., Fac. Ing. Univ. Nal. Autón. México (inéditos), 150 pp.
- ANDREWS, J., 1977. *Shells and Shores of Texas.* University of Texas Press. Austin and London. Austin, Texas, 365 pp.
- ANTOINE, J. W., 1972. Structure of the Gulf of Mexico. In: contributions on the geological and geophysical oceanography of the Gulf of Mexico. Rozak, R. and Henry V.J. *Texas A & M Oceanographic Studies* 3:1-34.
- ANTOLI, F. V., 1965. Sistemática y ecología de moluscos en las lagunas costeras de Carmen y Machona, Tabasco, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México*, 12 (1): 145-198.

ARNOLD, J. M., 1984. Cephalopods. In: TOMPA, A. S. N. H. VERDONK, J. A. M. van den BIGGELAAR (Eds). The Mollusca 7 Reproduction. Academic Press Inc. 486 pp.

BARNES, R., 1977. Zoología de los Invertebrados. Ed. Interamericana. Mexico, 826 pp.

BALES, C.C., 1950. Rational theory of delta formation. Am. Assoc. Petroleum Geologist. Bull. 37:2199-2162 In: FISHER, W. L., L. F. BROWN, A. J. SCOTT, J. H. MAC GOWEN. Delta systems in the exploration for oil and gas. A research Colloquium. Bureau of economic geology. The University of Texas at Austin. Austin, Texas. August 27-29, 1969.

BOWDEN, K. F., 1965. Horizontal mixing in the sea due to a shearing current. J. Fluid Mech., 21:83-95.

BOWMAN, M. J., W. E. ESCIAS, 1977. Oceanic Fronts in Coastal Processes. Proceedings of a Workshop Held at the Marine Sciences Research Center. May 25-27, 1977. Springer-Verlag. 114 pp.

BOWMAN, M. J. & R. L. IVERSON., 1977. Estuarine and plume fronts. Proceedings of a Workshop Held at the Marine Sciences Research Center. May 25-27, 1977. Springer-Verlag. 114 pp.

BULANIEROV, S. I. M. y C. G. DIAZ, 1973. Influencia de los procesos atmosféricos en el afloramiento del Banco de Campeche 43a. Reunion de Balance de trabajo. Instituto Nacional de la Pesca, La Habana. Informe de Investigación (2): 29.

BULANIEROV, S. I. M., 1974. Cartas de corrientes superficiales de invierno en el Banco de Campeche. Instituto Nacional de la Pesca. Resumen de la Investigación No. 1.

BRAUN-BLANQUET, J. 1951. Pflanzensoziologie. 2 ed. Springer, Weins In: MARGALEF, R., 1974. Ecología. Ed. Omega. España. 951 pp.

CARTA GEOLOGICA DE LA REPUBLICA MEXICANA, 1960. Comp. Sanchez-Mojonada, S., Com. Carta Geol. Rep. Mex., Esc. 1:2,000 000.

CASTILLO, R. Z. G., 1966. Taxonomía y Anatomía comparada de los ostiones en las costas de Mexico. An. Centro de Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. Mexico. 13(2):249-314.

CARRANZA-EDWARDS, A., A. M. GUTIERREZ-ESTRADA y R. RODRIGUEZ-TORRES, 1975. Unidades morfoestructurales continentales de las costas mexicanas. An. Centro de Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. Mexico. 2 (1): 01-09.

CHERVIN, M. D., T. C. MALONE & P. J. NEALE, 1981. Interactions between suspended organic matter and copepod grazing in the plume of the Hudson River. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 13:159-183.

COCHRANE, J. D., 1959. Currents and waters of the eastern Gulf of Mexico and western caribbean, of the western tropical Atlantic ocean, and the eastern tropical Pacific ocean. Rept. 69-97 Dept. of Oceanogr., Texas A&M University.

COLEMAN, N. & W. CUFF, 1980. The abundance, distribution and diversity of the molluscs of Western Port, Victoria, Australia. *Malacologia* 20(1):35-62.

CONRAD, T. A., 1834. Descriptions of new tertiary fossils from the southern states. *J. Ac. Nat. Sci. Phila.*, 7(1): 130-157.

-----, 1837. Descriptions of new marine shells from upper California collected by Thomas Nuttall Esq., *J. Ac. Nat. Sci. Phila.*, 7:227-68, 1ams. 17-20.

-----, 1846. Descriptions of new species of fossil and recent shells and corals. *Proc. Ac. Nat. Sci. Phila.*, 3(1):19-27, 2 1ams.

COVARRUBIAS, A. A. O., 1980. Estudio preliminar de la fauna malacológica de la laguna costera San Andrés, Tamaulipas. Tesis Licenciatura. Fac. Ciencias. Univ. Nal. Autón. Mexico. 75 pp.

COX, L. R., 1960. Thoughts on the classification of the Bivalvia. *Proc. Malacol. Soc. London*, 34, pt2, 2 figs.:60-68.

CRUZ-ABREGO, F. M., 1984. Sistemática y algunos aspectos ecológicos de los moluscos de la Sonda de Campeche, Mexico. Tesis Licenciatura. Fac. Ciencias Univ. Nal. Autón. Mexico. 123 pp.

CRUZ-ABREGO, F. M., A. TOLEDANO-ORRIBARRIO, y F. FLORES-ANDOLAIS, 1985. Contribución al estudio de la fauna malacológica de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, Mexico. Trabajo presentado en la Segunda Reunión "Alejandro Villalobos" Biología de la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Fac. Ciencias. Instituto de Biología, U.N.A.M. Del 22 al 24 de octubre, 1985.

CRUZ-ABREGO, F. M., GARCIA-CUEVAS y F. FLORES-ANDOLAIS, 1987. Contribución al estudio de la fauna malacológica de la Sonda de Campeche, Mexico. Trabajo presentado en el Primer Congreso Internacional de Ciencias del Mar "MARCUBA 87", celebrado del 9 al 12 de junio de 1987. Cd. La Habana, Cuba.

CRUZ, H. A. M., 1989. Estudio estacional de las asociaciones microbenticas del delta del Rio Coatzacoalcos, Veracruz. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias. Univ. Nal. Auton. Mexico, 115 pp.

CZITROM, B. S. P., 1982. Density stratification and an associated front in Liverpool Bay. Thesis of Doctor in Philosophy. University of Wales, Bangor, U.K. 97 pp.

CZITROM, B. S. P., F. RUIZ, M. A. ALATORRE y A. R. PADILLA, 1986. Preliminary study of a front in the Bay of Campeche, Mexico. Marine interfaces ecodynamics. In: Jacques C.J. Nihoul (Editor). Elsevier Oceanography Series (42):301-311.

DALL, W. H., 1896. Reports on the results of dredging... in the Gulf of Mexico (1877-78) and the Caribbean Sea (1879-1897) by the... Steamer Blake, 29. Report on the mollusca, part 1, Brachiopoda and Pelecypoda. Bull. Mus. Comp. Zool., 12(6):171-313, Lams. 1-9.

-----, 1898 and 1899. Reports on the results of dredging... Steamer Blake. Bull. Museum Comparative Zoology 12:171-313, pls. 1-9; 18:1-472, pls 10-40.

-----, 1890-1903. Contributions to the tertiary fauna of Florida. Trans. Wagner Free Inst. Sci., 3, pts. 1-6, 1854 pp. 60 pls.

-----, 1900. Synopsis of the family Tellinidae and of the North American species. Proc. U.S. Nat. Mus. 23 (1210):265-326, lams. 2-4.

DALL, W. H. & C. F. SIMPSON, 1901. The mollusca of Puerto Rico. US. Fish Commission Bull. for 1900, 20:351-524. pls 53-58.

DALL, W. H., 1915. Pelecypoda. In: Eastman, C.R. (Ed.). Textbook of paleontology, adapted from the German of K. A. von Zittel. London, 1:422-507.

DAY, J. H., 1951. The Ecology of South African Estuaries, Part I. Trans. Royal Soc. South Africa 33:53-91.

DeRAY, J. E., 1843. Zoology of New York. Part V. Mollusca. Albany: Carroll & Cook.

DE LA LANZA, O., M. A., RODRIGUEZ y J. ESTRADA, 1976. Hidrologia de la Bahía de Campeche y Norte de Yucatan. II. I Reunión Latinoamericana sobre Ciencia y tecnología de los Océanos. Secretaría de Marina.

- DILLWIN, L. W. 1817. A descriptive catalogue of recent shells, arranged according to the Linnæan method; with particular attention to the synonymy. London 1 pp.i-xii, 1-580; 2:581-1092 and index.
- DRISCOLL, E. G. & D. E. BRANDON. 1973. Mollusc-sediment relationships in northwestern Buzzards Bay, Massachusetts, U.S.A. *Malacologia*, 12 :13-46.
- ELIZARRARAS, C. R., 1968. Estudio preliminar de la fauna malacológica de las lagunas Chica y Grande en el estado de Veracruz, México. Tesis Licenciatura. Fac. Ciencias, Univ. Nal. Auton. México. 50 pp.
- ENDALE, A. A., 1972. Ecology and paleoecology of marine invertebrates communities in calcareous substrates Northeast of Quintana Roo, Mexico. Thesis Master of arts. Rice University. Houston, Texas. 159 pp.
- ENDALE, A. A., 1974. Marine molluscs from shallow-water environments (0 to 60 meters) of the northeast Yucatan coast. *Bull. Mar. Sci.*, 24: 638-668.
- , 1947. Testaceorum novorum centuria. *Zeit. Fur Malak.*, 4: 71-77 (May), 84-93 (June), 113-127 (Aug); yr.5 (for 1848) 13-16 (Jan) 17-27 (Feb).
- , 1951. Centuria quarta testaceorum novorum. *Zeit fur Malak.*, 8(4):49-64, 65-74.
- FLORES-ANDOLAID, F., A. GARCÍA-CUBAS, y A. TOLEDANO-GRANADOS, 1968. Sistemática y algunos aspectos ecológicos de los moluscos de la Laguna de la Mancha, Veracruz, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México*. 15(2): 235-258.
- FRANC, A., 1930. Classe de bivalves. In Grasse, Pierre-F. (Ed.), *Traité de Zoologie*, Paris, :1945-2019.
- GARCÍA, E., 1961. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). *Inst. Geogr. Univ. Nal. Auton. México*. 24a pp.
- GARCÍA-CUBAS, A., 1961. Moluscos de un sistema laguna tropical en el sur del Golfo de México (Laguna de Tenancingo, Campeche). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México. Publ. Esp.* 5:1-192.
- GONZÁLEZ-COYA, F. y J.J. TAPANES, 1974. Heteroecología pesquera de la plataforma de Cuba. *INFORM. CUBA, Res. Invest.*, 1:22-23.

- GMELIN, J. F., 1791. Caroli a Linné Systema Naturae per Regna tria Naturae, 13 Ed., Leipzig, 1 (6): 3021-3910.
- GRAINGER, E. H., 1989. The influence of a river plume on the sea-ice meiofauna in south-eastern Hudson Bay. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 27:131-141.
- GRIJALVA, N., 1971. The Ma tide in the Gulf of Mexico. *Geof.Int.* 11: 100-120.
- GUTIERREZ-ESTRADA, M., 1977. Sedimentología del área de transición entre las provincias terrígena y carbonatada del suroeste del Golfo de México. Tesis M. en C. Fac. Ciencias. Univ. Nal. Auton. México, 170 pp.
- HARGRAVE, B. L., 1979. Factors Affecting the Flux of Organic Matter to Sediments in a Marine Bay. In: TENORE, K.R., and B.C. COULL (Eds.), 1979. Marine Benthic Dynamics 243-262 pp. Columbia University of South Carolina.
- HERNANDEZ-ALBERTO, P., F. R. CRUZ-ARBREJO, A. L. IBÁÑEZ-AGUIRRE y V. GOLLUWEISS., 1988. Comparative study of the polychaete and mollusk populations associated to mangroves and seagrass beds in a tropical Mexican coastal lagoon in the Gulf of Mexico. In: Abstracts of Joint Oceanographic Assembly. Acapulco México 1988 p. 44.
- HELBLING, ---, 1779. Abh. privatgessl. Bohm N.p. Hendricks, A.; W. M. Parsons; et al. 1969. Bottom fauna studies in the lower Sabine River. *Texas J. Sci.* 21(2): 175-187.
- HOOKS T. A., H. L. HEON, JR., & R. J. LIVINGSTONE, 1976. An inshore marine invertebrates community: structure and habitat associations in the northeastern Gulf of Mexico. *Bull. of Mar. Sci.*, 26 (1): 99-109.
- HOLMES, F. S., 1858-60. Sea Shells of the West Indies. W. Collins and Sons Co., London. 351 pp.
- HOWE, S., D. MAURER & W. LEATHEN, 1980. Secondary production of benthic molluscs from Delaware Bay and coastal area. *Estuarine, Coastal and shelf Science* 26:81-94.
- HULBERT, S. H., 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* 52:577-586.
- HUTCHINSON, G. E., 1960. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.* 22:415-427.
- IBÁÑEZ, A. A. L., 1905. Variaciones estacionales de los anélidos poliquetos asociados a las praderas de Thalassia testudinum (Montg., 1805), a lo largo de la costa sur de Isla del Carmen en la Laguna de Términos, Campeche. Tesis Licenciatura. Fac. Ciencias. Univ. Nal. Auton. México, 84pp.

- INMAN, D. L. & C. E. NORDSTROM, 1971. On the tectonic and morphologic classification of coasts. *J. Geol.*, 79(1):1-21.
- JACCARD, E. G., 1902. *Bull. Sec. Vand. Sci. Natur. Laussane*, 38 in: MARGALEF, R., 1974. *Ecologia*. Ed. Omega. España. 951 pp.
- JOINT, I. R. & A. J. POMROY., 1981. Primary production in a turbid estuary. *Est. Coastal and Shelf Science* 13:303-316.
- JONES, N. S., 1956. The fauna and biomass of a muddy sand deposit off Fort Erin, I.U.M. *J. Anim. Ecol.* 25:217-252.
- KEEN, M. A., 1971. *Sea Shells of Tropical West America. Marine Molluscs from Baja California to Peru*. Stanford University Press, California, 2 Ed., 1965 pp. 221 pls.
- KEEN, M. A. & E. COAN., 1974. *Marine Molluscan Genera of Western North America. An Illustrated Key*. Stanford University Press, California, 2 Ed., 209 pp.
- KLOFFER, P. H., 1959. Environmental determinants of faunal diversity. *The American Naturalist* 93 (873):337-342.
- KOHN, A. J., 1963. Feeding Biology of Gastropods. In: *The Mollusca 5, Physiology Part 2*:1-63. Ed. Karl M. Wilbur. Academic Press Inc.
- KRESS, CH., 1977. *The Experimental Analysis of the Distribution and Abundance*. Harper International. New York. 678 pp.
- LAMARCK, J. B., 1815-22. *Historie naturelle des animaux sans vertebres*. Paris, 1-7:1-711.
- LEVINGS, C. D., 1975. Analyses of temporal variations in the structure of a shallow-water benthic community in Nova Scotia. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 60:449-470.
- LEVINS, R., 1973. Evolution in communities near equilibrium. In: *Ecology and Evolution of Communities*. M. Cody and J. Diamond (Eds.). Chapman pp 18-50.
- LINNAEUS, C., 1758. *Systema naturae per regna tria naturae. Editio Decima reformata*. Stockholm, 1: 1-824.
- , 1766-1767. *Systema naturae per regna tria naturae Editio Duodecima, reformata*. Stockholm, 1, Regnum animae: 1-522 (1766); 503-1327 (1767).

LOGAN, B. W., J. L. HARDING, W. M. AHR, J. D. WILLIAMS & R. G. SNEAD., 1989. Late Quaternary sediments of Yucatán Shelf, Mexico. In: Mc. Birney, A. R. (Ed.) Carbonate sediments and Reefs, Yucatan Shelf, Mexico. Am. Ass. Petrol. Geol. Mem 11:5-128.

LUGO-HUBP, J., 1985. Morfoestructuras del fondo oceánico mexicano. Bol. del Inst. de Geol. Univ. Nal. Auton. Mexico. 15:9-34.

MACHADO, A., F. LEY LOU, V. M. ALBA y R. CRUZ, 1979. Características texturales, pH y porcentajes de materia orgánica, humedad y minerales liqeros de los sedimentos obtenidos durante el crucero OPLAC-1 del CCML. Centro de Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. Mexico. In: SANCHEZ-GIL, P., A. YAREZ-ARANCIBIA y F. AMEZCUA-LINARES, 1981. Diversidad, distribución y abundancia de las especies y poblaciones de peces demersales de la Conda de Campeche (Verano 1978) Inst. Cienc. del Mar. y Limnol. Univ. Nal. Auton. México. 8(1) :209-240.

MARGALEF, R., 1974. Ecología. Ed. Omega. España. 901 pp.

MAUL, S.A., 1977. The annual cycle of the Gulf Loop Current Part 1: Observations during a one-year time series. Jour. of Mar. Res. 35, (1): 29-47.

MAURER, D., P. LINNER, W. LENTHEM & L. WATLING, 1976. Benthic Faunal Assemblages off the Delmarva Peninsula. Estuarine and Coastal Marine Science 4 : 163-177.

MAURER, D. & J. A. VARGAS, 1984. Diversity of soft-bottom benthos in a tropical estuary: Gulf of Nicoya, Costa Rica. Marine Biology 81: 97-106.

MENDEZ, U. M. N. y V. SOLÍS-WEISS., 1987. Estudio preliminar de las familias de anélidos poliquetos y su relación con el tipo de sedimento y contenido de materia orgánica en el sureste del Golfo de México. Mem. IX Congreso Nacional de Zoología. Villahermosa, Tabasco. 1:47-53.

MENKE, K., 1828. Synopsis methodica molluscorum generum omnium et specierum eorum quae in Museo Menkeano adservantur. Eyremont, Lvi, 168 pp.

MOLINA, R. M. A., (En proceso). Taxonomía y Distribución de isópodos, Cumáceos y Tanaídceos (Crustacea:Pericarida) colectados en el Sureste del Golfo de México durante las campañas oceanográficas ABACO. 1985 y 1986. Tesis de Licenciatura ENEP-Iztacala. Univ. Nal. Auton. México.

- MONREAL GOMEZ, M. A. y D. A. SALAS DE LEON, 1990. Simulacion de la circulacion en la Bahía de Campeche. Geofisica Internacional (En Prensa).
- MORRIS, F. A., 1975. A field Guide to Shells of the Atlantic and Gulf Coasts and the West Indies. Houghton Mifflin Company Boston. 330 pp.
- MOORE, R. C., 1964. Treatise on Invertebrate Paleontology. Mollusca 1. Geol. Soc. America and University of Kansas Press, New York 1:1-351.
- MORTON, S., 1983. Feeding and digestion in Bivalvia. The Mollusca 5 Physiology, Part 2: 65-146. Academic Press, Inc.
- NEWELL, N. D., 1965. Classification of the Bivalvia. Amer. Mus. Nov., 2206:1-24, figs 1-3.
- NDOWLIN, W. D., 1971. Water masses and general circulation of the Gulf of Mexico. Oceanol. Internal. (Feb):28:33.
- ORBIGNY, A., 1841-46. Mollusques. In: R. Sagra, Historie physique, politique, et naturelle de L'île de Cuba. 2 vols. and atlas, issued as of 1833, but published in parts earlier, as follows: French ed., 1841-57: 1:1-208, pts. 1-14 (1841); pp. 209-64, pts. 15-17 (1842); pp 113-380, pts 8-24, probably 1853 (Imprinted date 1846, pp 149 ff.); Atlas (1842). Spanish ed., title page dated 1845 (pp 149 ff. probably 1846, as imprinted).
- PADILLA, A. R., M. A. ALATORRE, F. RUIZ y S. F. R. CZITROM, 1986. Observaciones recientes en la estructura termohalina en el sur del Golfo de México. Mem. Reunion anual. Union Geofisica Mexicana, A.C. Morelia Michoacan. Noviembre 9-15.
- PARKER, R. H., 1975. The Study of Benthic Communities: a Model and a Review. Elsevier Scientific. Publ. Com. Amsterdam. 279 pp.
- PARSONS, T. R., M. TAKAHASHI, & B. HARDORAVE, 1977. Biological Oceanographic Processes. Ed. Pergamon Press. 332 pp.
- PAULSON, A. J., R. A. FEELY, H. C. CURL JR & D. A. FENNANT, 1987. Estuarine transport of trace metals in a buoyant riverine plume. Estuarine, Coastal and shelf Science 28:231-249.
- PEKEZ, R. S. G., 1968. Estudio de sedimentos de la plataforma continental del Golfo de México desde Tuxpan Veracruz, hasta Ciudad del Carmen Campeche. Tesis Ing. Geologo. Facultad de Ingenieria Univ. Nal. Auton. Mexico. 49 pp.

PEREZ-RODRIGUEZ, R., 1980. Moluscos de la Plataforma Continental del Golfo de Mexico y Caribe Mexicano. Tesis M. en C. Facultad de Ciencias. Univ. Nal. Auton. Mexico, 117 pp.

FERRILLIAT-MONTOYA, M. del C., 1960. Moluscos del Mioceno de la cuenca salina del Istmo de Tehuantepec, Mexico. Paleont. Mex., 8:1-23.

PHILIPPI, R. A., 1835-41. In: Archiv. für Naturgeschichte, 2-7 N. p.

PAIT, S. D., 1973. Benthic fauna. In: Coastal and offshore environmental inventory. Cape Hatteras to Nantucket Shoals. Marine Publication Series No. 2, University of Rhode Island.

PRESTON, F. W., 1962. The canonical distribution of commonness and rarity. Ecology 34:185-215, 410-432.

PULLEY, T. E., 1952. A new species of Unione from the Western Gulf of Mexico. Tex. J. Sci., 4(1): 61-64, 1 lam.

PURCHON, R. D., 1977. The Biology of the Mollusca. By Biddles Ltd., Guilford, Surrey 500 pp.

RECLUZ, C. A., 1850. Notice sur le genre Nerita et sur le S.G. Neritina, avec le catalogue synonymique des neritines. Jour de Conchyl 1:131-54.

-----, 1852. description de coquilles nouvelles. J. Conchyl., 3: 294-258, 1 lam. 10.

REEVE, L., 1857-60. Elements of Conchology. London 1pp. 1- viii, 1-260. pls. A-H, 1-21; 2 pp. 1-vi, 1-200, pls. 1, J-Q. 22-46. Jour. Conch. 22.

REHDER, H. A., 1981. Field Guide to North American Seashells. Chanticleer Press, Inc., New York. 894 pp.

REHDER, H. A. & R. L. ABBOTT, 1951. Some new mollusks from deeper waters of the Gulf of Mexico. Rev. Soc. Malacol. "C. de la Torre" 8(2):52-55.

RICE, E. H., & L. S. FONICHER., 1962. Mollusks of Alacran reef Campeche Bank, Mexico. Publ. Univ. Tex. Ins. Sci., 9:355-463.

RODING, P. F., 1798. Museum Boltonianum sive catalogus cimeliorum et tribus regnis naturae. Pars secunda. Conchylia sive testacea, univalvia, bivalvia et multivalvia. Hamburg: viii+199.

RODRIGUEZ, G., 1972. Las comunidades bentónicas. In: *Ecología Marina*. Eds. Fundación La Salle. Ed. Dorsat S.A. 711 pp.

ROGERS, P. y A. GARCIA-CUNAS, 1981a. Evolución gonádica a nivel histológico de *Rangia cuneata* (Gray, 1831) de la Laguna Pom, Camp. (Mollusca:Bivalvia). *An. Centro de Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. Mexico*. 8(1):1-20.

-----, 1981b. Evolución gonádica a nivel histológico de *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1721) del sistema fluvio-lagunar Pom Atasta, Laguna de Terminos, Camp., Mexico (Mollusca:Bivalvia). *An. Centro de Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. Mexico*. 8(1):21-42.

ROSALEZ-HOZ, L., A. CARRANZA-EDWARDS & U. ALVAREZ-RIVERA, 1986. Sedimentological and chemical studies in sediments from Alvarado Lagoon system, Veracruz, Mexico. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. Mexico*. 13 (3): 29-38.

ROZALEZ-HOZ, L., 1979. *Manual de Oceanografía Química*. UNAM, CCM y L. PNUD-UNESCO Proyecto 77/010: 210 pp.

RUIZ DEL CAMPO, X., 1987. La microfaua de Ostracodos y Foraminíferos bentónicos del abanico aluvial del Río Turpan, Ver. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Univ. Nal. Autón. Mexico. 99p.

SALAS DE LEON, D. A., 1958. Modelisation de la marée M₂ et de la circulation résiduelle dans le Golfe du Mexique. Tesis de Doctorado. Universidad de Lieja. Bélgica. 237 pp.

SANDERS, H. L., 1962. Marine benthic diversity: a comparative study. *Amer. Nat.* 102:243-282.

SAY, T., 1822. An account of some of the marine shells of the United States. *J. Ac. Nat. Sci. Phila.*, 2(1):221-248, 257-276; 2(2):302-322.

----, 1824. An account of some of the fossil shells of Maryland. *J. Ac. Nat. Sci. Phila.*, 4: 124-155, lams. 7-13.

----, 1830-1834. *American conchology, or descriptions of the shells of North America*. New Harmony, Ind.: School Press.

SECRETARIA DE MARINA, 1979. *Circulación del agua en el Sureste del Golfo de México*. Dirección General de Oceanografía.

SCOTT, A. J. & W. L. FISHER, 1967. Delta systems and deltaic deposition In: FISHER, W.L., L. F. BROWN, A. J. SCOTT, J. H. MAC GOWEN. Delta systems in the exploration for oil and gas. A research Colloquium. Bureau of economic geology. The University of Texas at Austin. Austin, Texas.

SHANNON, C.E. & W. WEAVER, 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana, 117 pp.

SHEPARD, F. P., 1973. *Submarine Geology*. Harper and Row New York, 517pp.

SIMPSON, E. H., 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163:688.

SOKAL, R. R. & F. H. A. SNEATH, 1963. *Principles of Numerical Taxonomy*. W.H. Freeman and Company. 357 pp.

SOLIS-RAMIREZ, M. J., y E. A. CHAVEZ, 1986. Evolucion y régimen optico de pesca del pulpo de la península de Yucatán, México. *An. Centro de Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*. 13(3):1-18.

SOLIS-WEISS, V., 1982. Estudio de las poblaciones macrobentónicas en áreas contaminadas de la Bahía de Marsella (Francia). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 9(1): 1-18.

SOLIS-WEISS, V., B. REVELLES y P. HERNANDEZ-ALLCANTARA, 1987. El marco de referencia faunístico (macrofauna bentica) en las praderas de pastos marinos (*Thalassia testudinum* y *Halodule wrightii*) y de manglar (*Rizophora mangle*) en la Laguna de Terminos Campeche. In 2° Informe del proyecto "Mecanismos de producción en ecosistemas lagunares costeros, Laguna de Terminos, México y Laguna de Arcachon, Francia". Clave CONACYT QCMABFR 001898.

SORENSEN, P., 1948. *E. Danzig. Vidensk. Selsk* 5(4): 1954-1948. In: MARGALEF, R., 1974. *Ecología*. Ed. Omega. España. 951 pp.

SOWERBY, G. B., 1833-1834. Characters of new species of Mollusca and Conchifera, collected by Hugh Cuming. *Proc. Zool. Soc. London*. for 1833 pp. 6-8 (May 13), 16-22, 34-38 (May 17, 1833), 53-56 (May 24, 1833), 70-74 (Sept. 20, 1833), 82-85 (Sept. 8, 1833), 134-139 (Apr. 16, 1834).

STEFEN, J. C., T. C. MALONE & M. B. CHERVIN., 1961., Copepod Communities in the Estuary and Coastal Plume of the Hudson river. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 13: 185-195.

TAMAYO, J. L., 1970. *Geografía Moderna de México*. Ed. Trillas Mexico. 390 pp.

- TAPANES, J. J. y F. GONZALEZ-COYA, 1980. Hidrometeorología del Golfo de México y Banco de Campeche. *Geof.Int.* 19 (4):335-354.
- TENORE, K. R., and B. C. COULL (EDS.), 1979. *Marine Benthic Dynamics*. Columbia University of South Carolina.
- THIELE, J., 1934-1935. *Handbuch der systematischen Weichtierkunde* Bd. Jena 2:779-1154.
- TOLEDO, A., 1988. Medio Ambiente en Coatzacoalcos. *Energía, Ambiente y Desarrollo*. Centro de Ecodesarrollo 15.
- TURGEON, D. D., A. E. ROGAN, E. V. COAN, W. R. EMERSON, W. G. LYONS, W. L. PRATT, C. F. E. ROPER, A. SCHELIEMA, F. S. THOMPSON & J. D. WILLIAMS, 1988. Common and scientific names of aquatic invertebrates from the United States and Canada: mollusks. *American Fisheries Society Special Publication* 16. 277 pp.
- VAZQUEZ, B. A. R., 1980. Comunidades de macroinvertebrados de la plataforma continental del Sureste del Golfo de México: abundancia y distribución y asociaciones faunísticas. Tesis. M. en C. del Mar. Inst. Cienc. del Mar. y Limnol. U.A.C.R. y P.U.NAM 141 pp.
- VERNBERG, F. J. & W. B. VERNBERG, 1978. Adaptations to extreme environments In: Vernberg, F.J., 1978. *Physiological Ecology of Estuarine Organisms*. The Belle W. Baruch Library in Marine Science No. 3. Columbia. South Carolina: 1eS-180.
- VILLALOBOS, A. y M. E. ZMORA, 1975. Importancia biológica de la Bahía de Campeche. Mem. 1. *Simp. Latinoam. Oceanogr. Biol.* (México), 25-29 Nov. 1974: 375-394.
- VILLALOBOS, A., 1977. Importancia biológica de la Bahía de Campeche y de la Península de Yucatán (segunda parte). Mem. 11. *Simp. Latinoam. Oceanogr. Biol.* Cumaná Venezuela, Nov.24-28, 1975. Publ. Univ. Oriente:79-117.
- YONGE, C. M. and I. E. THOMPSON, 1973. *Living Marine Molluscs*. Williams Collins Sons DC. Ltd Glasgow. 270 pp.
- WARMLE, G. L., R. I. ABBOTT, 1962. *Caribbean Seashells*. Dover Publications Inc. 348 pp.
- WEIHAUPT, J. G., 1984. *Exploración de los Océanos. Introducción a la Oceanografía*. Ed. C.E.C.S.A. 640 pp.
- WESTLEY, R. G., 1956. Retention of Pacific oyster larvae in an inlet with stratified waters. *Res. Pap. Wash.Dep.Fish.* 1:1-7.

WOOD, W., 1828. Supplement to the Index testaceologicus; or a catalogue of shells, British and foreign, London, pp. i-vi, 1-59, pls. 1-8.

ZUÑIGA, U.G. D., 1984. Estudios preliminares de la fauna malacológica de la Laguna de Tampamacheco, Veracruz, Mexico. Tesis Profesional Fac. Ciencias. Univ. Nal. Auton. Mexico, 102 pp.