



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE CIENCIAS
MARINAS

“ZONACIÓN DE LA BIOCENÓISIS MACROBENTÓNICA
EN TRES PLAYAS DEL NW DEL GOLFO DE
CALIFORNIA: SUS IMPLICACIONES
PALEOECOLÓGICAS”

TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
PRESENTA:
LUIS ANTONIO CUPUL MAGAÑA

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA OCTUBRE DE 1994.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

**“ZONACIÓN DE LA BIOCENÓISIS MACROBENTÓNICA EN
TRES PLAYAS DEL NW DEL GOLFO DE CALIFORNIA: SUS
IMPLICACIONES PALEOECOLÓGICAS”**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
PRESENTA:
LUIS ANTONIO CUPUL MAGAÑA
ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, OCTUBRE DE 1994.

**“ZONACIÓN DE LA BIOCENÓISIS MACROBENTÓNICA EN TRES
PLAYAS DEL NW DEL GOLFO DE CALIFORNIA: SUS
IMPLICACIONES PALEOECOLÓGICAS”**

**TESIS
QUE PRESENTA:
LUIS ANTONIO CUPUL MAGAÑA**

APROBADA POR



**PRESIDENTE DEL JURADO
M. C. MIGUEL AGUSTÍN TÉLLEZ DUARTE**



**SINODAL PROPIETARIO
M.C. GUILLERMO TORRES MOYE**



**SINODAL PROPIETARIO
M.C. EDUARDO SANTAMARÍA
DEL ANGEL**

DEDICATORIA

Rosalina por todo lo que nos queda juntos.

A Levi, Marco y Marina mis más valiosos tesoros.

A mi padres Profr. Luis B. Cupul Aguilar y María Eva Magaña de Cupul por todo el esfuerzo y dedidación que han puesto en nuestra familia.

AGRADECIMIENTOS:

Quiero dar las gracias a todas las personas que han estado involucradas de una u otra manera en la realización de este trabajo, muy especialmente a mi director M. C. Miguel Téllez Duarte por la confianza y el apoyo que me ha brindado.

A mis sinodales M.C. Guillermo Torres Moya y M.C. Eduardo Santamaría del Angel por sus comentarios y la gran dedicación otorgada en la revisión de este trabajo.

Al Oc. Guillermo E. Avila Serrano, Oc. Rigoberto Guardado France y al M.C. Oscar E. González Yajimovich por su invaluable ayuda en la realización de este estudio.

Al Oc. Amilcar Levi Cupul Magaña por el gran apoyo que siempre me ha brindado.

A mis amigos y compañeros de generación M.C. Alejandro Cabello Pasini, M.C. Héctor Bustos Serrano y M. C. Luis Alberto Morales Zamorano.

Al M. C. René Pinet P., M.C. Jorge Ledesma Vazquez por el apoyo administrativo.

Para la realización de este trabajo se contó con el apoyo del proyecto #272 "Fósiles de Baja California"

RESUMEN

Se describen y comparan las variaciones espacio temporales de la biocenosis macrobentónica y su relación con los cambios en la morfología del perfil de playa y las características texturales del sedimento, en tres playas arenosas del NW del Golfo de California, con características de protegida (Laguna Percebú), semiprottegida (Playa Curbina) y expuesta (Playa El Pelicano).

Se muestreo a lo largo del perfil de playa en cuatro periodos de muestreo, comprendiendo los meses de marzo, mayo, septiembre y noviembre de 1993. Estableciendo niveles fijos denominados como Berma de la Playa (A), Planicie de marea interna (B y C), planicie de marea media (D y E), planicie de marea externa (F) y en el caso de Laguna Percebú el borde del canal principal de marea (E). Los periodos de muestreo fueron marzo, mayo, septiembre y noviembre de 1993. Los resultados obtenidos muestran 12 especies distribuidas entre las tres localidades. Las matrices con los datos de abundancia fueron estandarizadas aplicándoles análisis aglomerativos modo Q, para establecer los cambios estructurales del macrobentos relacionados a cambios en las características del sustrato a lo largo del tiempo, dentro y entre las tres localidades estudiadas. Lo anterior se comparo con las variaciones morfológicas del perfil de playa y con el tamaño de grano del sedimento en cada estación. Los cambios estructurales observados en la composición de las especies, esta determinada por el grado de exposición al oleaje, las características texturales del sedimento, tiempo de exposición a la desecación y a los hábitos alimenticios de los organismos. La asociación de *Cerithium stercusmuscarum* - *Uca crenulata* (huellas de bioturbación) con sustratos de arenas finas caracterizó las condiciones de playa protegida (Laguna Percebú), donde se observó la zonación más clara. En la playa semiprottegida (Playa Curbina) dadas sus condiciones ambientales intermedias no se encontró una asociación diagnóstica, pero la caracterizó la asociación de huellas de bioturbación de *Uca crenulata* - huellas de mantarraya y un sustrato de arenas medias tixotrópicas. En condiciones de playa expuesta (El Pelicano), el nivel de alta energía se caracterizó por sedimentos gruesos donde predominan *Olivella dama* y *Mellita longfisa*.

Los resultados obtenidos muestran que la interpretación paleoecológica y paleoambiental de playas arenosas debe sustentarse en un estudio sedimentológico y de la fauna asociada, pero resulta difícil interpretar estos ambientes debido a que muestran una gran variabilidad espacio temporal en la estructura de las comunidades y el transporte de restos esqueléticos de organismos, que a lo más permiten hacer inferencias generales referidas a toda la zona intermareal.

ÍNDICE:

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- OBJETIVO GENERAL.....	9
1.2.- OBJETIVOS PARTICULARES.....	9
2.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
2.1.- ÁREA DE ESTUDIOS.....	10
2.2 METODOLOGÍA.....	10
2.2.1.- MÉTODO DE CAMPO.....	10
2.2.2.- MÉTODO ANALÍTICO.....	14
3.- RESULTADOS.....	17
3.1.- AMBIENTE FÍSICO.....	17
3.2.- FAUNA.....	23
3.3.- CLASIFICACIÓN NUMÉRICA.....	33
4.- DISCUSIONES.....	46
5.- CONCLUSIONES.....	53
6.- BIBLIOGRAFÍA.....	54

LISTA DE FIGURAS:

	Pag.
Figura # 1.-= Tipos de playa: A) Reflectiva, B) Intermedia y C) Disipativa.....	2
Figura # 2.- Localización del área de estudio.....	11
Figura # 3.- Morfología del perfil de playa mostrando la ubicación de los niveles muestreados.....	13
Figura # 4.- Gráficas de Tamaños de grano para: a) Laguna Percebú; b) Playa Curbina C) Playa El Pelicano durante los cuatro periodos de muestreo.....	20
Figura #5.- Perfiles de playa durante los cuatro periodos de muestreo. a) Laguna Percebú; b) Playa Curbina; c) Playa El Pelicano.....	21
Figura # 6.- Gráficas de ocurrencia de especies en los diferentes niveles del perfil de playa, durante los meses de muestreo en Laguna Percebú.....	24
Figura # 7.- Gráficas de ocurrencia de especies en los diferentes niveles del perfil de playa, durante los meses de muestreo en Playa Curbina.....	27
Figura # 8.- Gráficas de ocurrencia de especies en los diferentes niveles del perfil de playa, durante los meses de muestreo en Playa El Pelicano.....	31

Figura # 9.- Dendrogramas del Análisis de agrupamiento modo Q de Laguna Percebú para los cuatro periodos de muestreo	35
Figura # 10.- Dendrogramas del Análisis de agrupamiento modo Q con todos los niveles en los cuatro periodos de muestreo de Laguna Percebú.....	36
Figura # 11.- Dendrogramas del Análisis de agrupamiento modo Q de Playa Curbina para los cuatro periodos de muestreo	39
Figura # 12.- Dendrogramas del Análisis de agrupamiento modo Q con todos los niveles en los cuatro periodos de muestreo de Playa Curbina.....	40
Figura # 13.- Dendrogramas del Análisis de agrupamiento modo Q de Playa El Pelicano para los cuatro periodos de muestreo	43
Figura # 14.- Dendrogramas del Análisis de agrupamiento modo Q con todos los niveles en los cuatro periodos de muestreo de Playa El Pelicano.....	44
Figura # 15.- Dendrogramas del Análisis de agrupamiento modo Q con todos los niveles en los cuatro periodos de muestreo y en las tres localidades.....	45

LISTA DE TABLAS

Tabla I.- Ubicación de los niveles dentro del perfil de playa en las estaciones de Laguna Percebú (LP), Playa Curbina (PC) y Playa El Pelicano (EP).

Pag# 15

Tabla II.- Algunas características físicas de las playas muestreadas, incluyendo los intervalos de marea y nivel de marea de bajamar inferior referidos al nivel medio del mar, la longitud del perfil de playa descubierta muestreada durante la bajamar y el tamaño medio de grano en unidades phi. Pag #18

Tabla III.- Resultados del análisis granulométrico de los cuatro periodos de muestreo en Laguna Percebú (LP), Playa Curbina (PC) y Playa el Pelicano.

Pag # 19.

Tabla IV.- Especies de macrofauna identificada durante los muestreos en Laguna Percebú. Pag # 26

Tabla V.- Especies de macrofauna identificada durante los muestreos en Playa Curbina. Pag # 29

Tabla VI.- Especies de macrofauna identificada durante los muestreos en Playa El Pelicano. Pag #32

Tabla VII.- Matriz estandarizada de los datos de las especies de macrofauna identificadas en Laguna Percebú. Pag # 34

Tabla VIII.- Matriz estandarizada de los datos de las especies de macrofauna identificadas en Playa Curbina. Pag # 38

Tabla IX.- Matriz estandarizada de los datos de las especies de macrofauna identificadas en Playa El Pelicano. Pag # 42

1. INTRODUCCIÓN

Las playas arenosas representan uno de los ambientes marinos más severos para las comunidades de animales macrobentónicos, ya que estas se encuentran controladas por procesos físicos, (como oleaje y corrientes) y geológicos (como sedimentación, tamaño de grano y transporte de sedimentos) los cuales moldean la costa. Algunos investigadores han relacionado los parámetros de oleaje y sedimentación con la morfodinámica de la playa (Komar, 1976; Hanson 1989; Souyhgate, 1989). Mas aún, las playas arenosas han sido clasificadas de acuerdo a éstas características morfodinámicas en reflectivas, intermedias y disipativas (Short y Wright, 1983).

Las playas reflectivas ocurren cuando las condiciones son de calma o el sedimento es grueso, aquí todos los sedimentos son depositados en la playa subaérea, no existe una zona de deslizamiento de la ola bien definida y el oleaje se enfrenta directamente con la cara de la playa. En estas playas el intervalo de marea usualmente es pequeño y la pendiente de la playa es abrupta, de esta manera la energía del oleaje es reflejada por la cara de la playa.

Cuando las olas son más grandes la playa se erosiona y los sedimentos son esparcidos sobre el perfil formando barras de arena a lo largo de la costa, provocando con esto la definición de una zona de deslizamiento de la ola dando como resultado playas denominadas intermedias.

Si la acción del oleaje es suficientemente fuerte o el sedimento es fino, la playa puede alcanzar un estado disipativo, caracterizado por una pendiente del perfil plana y suave, donde las olas tienden a disipar su energía a lo largo de la zona de deslizamiento de la ola antes de alcanzar la playa (figura 1).

Esta clasificación ha sido utilizada en trabajos sobre zonación faunística, por ejemplo, McLachlan (1990) probó la hipótesis de que las faunas intermareales de playas arenosas expuestas ocupan cuatro zonas distintas, mientras que las playas disipativas soportan una

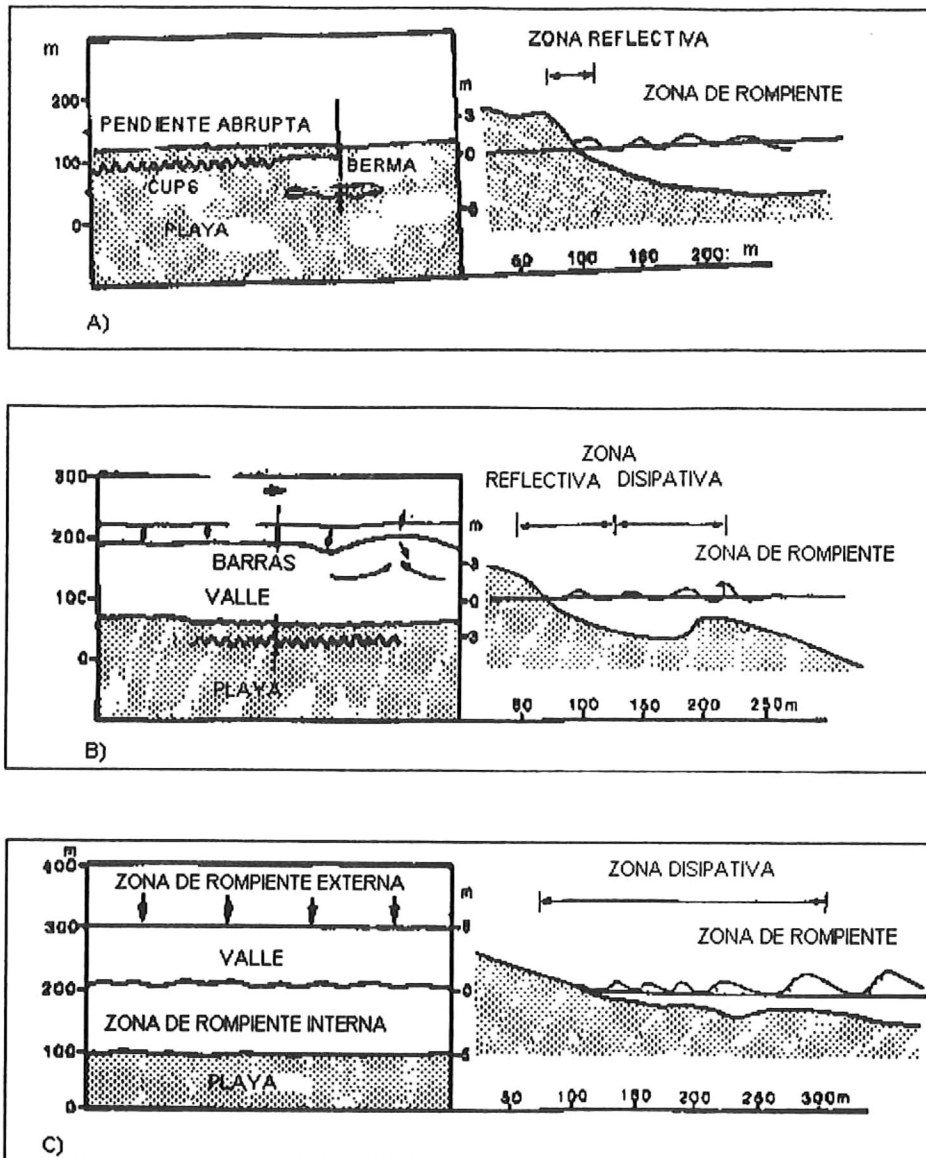


Figura 1.- Tipos de playa: A) Reflectiva, B) Intermedia y C) Disipativa (modificado de Short y Wright, 1983).

fauna más abundante y diversa. Lo anterior indica que aunque la energía del oleaje puede controlar la productividad y disponibilidad del alimento, el tipo de fauna desarrollada en una playa es determinado por la pendiente y el tipo de playa observando que estas características morfodinámicas conducen a que en playas disipativas se presente un mayor grado de comunidades macroscópicas que en playas reflectivas (Brown y McLachlan, 1990).

A pesar del número limitado de parámetros necesarios para definir una playa, los ecólogos han tenido poco éxito en demostrar cuales son los factores que controlan la macrofauna en playas arenosas (McArdle y McLachlan, 1992). Se han desarrollado algunos esquemas generales para definir la zonación faunística de playas arenosas, uno de estos es el propuesto por Dahl (1952), quien define tres zonas biológicas: la zona subterrestre caracterizada por anfípodos en regiones templadas y por cangrejos ocypodios en las regiones cálidas; la zona mesolitoral caracterizada por isópodos cirolánidos y la zona sublitoral caracterizada por fauna mezclada de cangrejos y anfípodos.

Por otra parte Salvat (1964) define cuatro zonas físicas basadas en los cambios de humedad describiendo la zona seca en parte superior de la playa con humedad litoral; una primera zona de resurgencia humedecida por la marea, la cual retiene agua por capilaridad durante la bajamar; una segunda zona de resurgencia marcada por la descarga de agua resultado de la bajamar y asociada al nivel freático; y por último una zona de saturación en el límite de la costa.

Estos dos esquemas consideran solo la posición de los organismos durante la marea baja y a causa del movimiento de la fauna tales zonas no presentan límites bien definidos (McLachlan, 1983). Además la fauna de las playas puede variar espacialmente en tres dimensiones, esto es, a lo largo de la playa, perpendicular a la misma y en profundidad. Las variaciones de los organismos en dirección perpendicular a la línea de costa, desde el nivel de marea alta hasta el nivel de marea baja es usualmente referido como zonación. La zonación en

playas arenosas es menos obvia que en costas rocosas y la influencia de los factores ambientales es compleja y difícil de interpretar (Brafeld, 1978).

Existen trabajos que implican el tamaño de grano del sedimento como un factor de control, sin embargo no han sido capaces de demostrar las relaciones de causa y efecto (Salvat, 1964; Jaramillo, 1987). La distribución del macrobentos en playas arenosas exhibe un petacheo, una zonación y fluctuaciones que son debidas a la marea y a las migraciones de los organismos. Generalmente en un gradiente de tamaño de grano y exposición al oleaje los crustáceos dominan en áreas expuestas con tamaños de granos gruesos, mientras que la proporción de poliquetos y bivalvos se incrementa en condiciones contrarias (Defeo *et al.* 1992). Dexter (1983), indica que los crustáceos dominan frecuentemente las playas más expuestas, los poliquetos las costas más protegidas y los moluscos las playas con una exposición intermedia. El petacheo resulta principalmente de una clasificación pasiva de las olas, de la localización del alimento, de las variaciones en la penetrabilidad de la arena y de las agregaciones biológicas (McLachlan y Hesp, 1984 ; Brown y Trueman, 1989 op. cit.), aunado a esto se encuentra el tipo de sustrato y el periodo de submergencia como factores que controlan la distribución de la fauna (Furish y Flessa, 1987).

La capacidad de rápido enterramiento es vital para los organismos de las playas arenosas, para evitar el rigor ambiental, la desecación, temperaturas extremas y el incremento del riesgo de ser depredados. De tal manera que la porosidad del sustrato es un factor importante que determina la facilidad con que es penetrado por los organismos enterradores. El contenido de agua de la playa depende en parte de la porosidad, no obstante que la totalidad de los poros pueden no estar llenos de agua todo el tiempo, debido a que esta tiende a hundirse dentro del depósito cuando la marea baja, manteniendo un nivel freático el cual depende del estado de la marea. La velocidad de percolación del agua a través del sedimento depende de su permeabilidad, siendo mayor en playas con sedimentos gruesos que con sedimentos finos, por lo tanto el nivel freático permanece mas cercano a la superficie en

playas con arenas finas debido a su alta capilaridad. Además de que playas con arenas finas presentan generalmente una pendiente más suave.

Donde los intersticios permanecen llenos de agua pueden establecerse condiciones tixotrópicas las cuales facilitan la penetración del sedimento por parte de los organismos enterradores. Mientras que cuando existen condiciones de dilatación, esto es, cuando existe un incremento en la resistencia del sustrato como consecuencia del drenado de las playas durante la bajamar, la penetración del sedimento se vuelve más difícil para los organismos (Brafield, 1978).

Se ha observado que la macrofauna se incrementa en número de especies y en abundancia yendo de una playa reflectiva a una playa disipativa, reconociéndose organismos típicos asociados a un tamaño de grano particular (Defeo *et al.*, 1992).

Los rasgos particulares de un ecosistema de playas arenosas están relacionados a la movilidad y porosidad del sustrato (Barnes, 1978). Debido a la inherente inestabilidad de las playas de arena, estas son altamente vulnerables a un excesivo movimiento del depósito y éste es quizá el riesgo natural más grande.

Se han registrado cambios temporales tanto en la comunidad completa como en poblaciones individuales, por ejemplo una de las más dramáticas esta asociada con el monzón de la India, donde la mayoría de la fauna desaparece de las playas durante este período (Ansell *et al.* 1972a; McLusky *et al.* 1975). Se han registrado también cambios estacionales, que sugieren una migración de los organismos de la playa hacia afuera de la costa o hacia la costa controlada por cambios en la temperatura y requerimientos reproductivos (Croker *et al.* 1975; Larsen y Dogget, 1990).

Algunos animales de comunidades de playas arenosas afectan profundamente el ambiente físico por medio de la actividad bioperturbadora en los sedimentos, lo cual puede afectar sus propiedades como contenido de agua, distribución del tamaño de grano y contenido de materia orgánica en el sedimento. Este efecto sobre el sedimento, sumado a la competencia

por el espacio, a las relaciones comensales e interacciones depredador-presa son una componente importante en la integración de la estructura de estas comunidades (Sanders, 1958; Rhoads y Young 1970). Sin embargo la mayoría de los organismos de playas arenosas son oportunistas en su hábito alimenticio y esto probablemente disminuya la competencia y su importancia como un factor determinante (Brown y McLachlan, 1990) .

Lo anterior sugiere que las características faunísticas de una playa arenosa son complejas y están determinadas por la morfología y dinámica de la playa, más que por un solo parámetro (tamaño de grano, acción del oleaje, etc.). Además el ambiente de los organismos es propio de si mismos y envuelve tanto factores bióticos como abióticos que rigen su manera de vivir.

En sedimentos antiguos es relativamente fácil identificar ambientes de playa por la textura del sedimento y la fauna preservada. Sin embargo, cualquier interpretación se encuentra sesgada por la parcialidad en la conservación del registro fósil, ya que usualmente solo se preservan los organismos que poseen esqueletos duros y ocasionalmente las huellas de reptación o predación de organismos de cuerpo blando. Según Lawrence (1968) la evaluación de la alteración post-enterramiento, dentro de la cual se determina la no preservación de los organismos, representa un serio problema en el reconocimiento de una comunidad fósil, ya que de las comunidades recientes están compuestas de hasta un 67 % de organismos de cuerpo blando con pocas probabilidades de conservarse.

Por otra parte las aproximaciones actualísticas de los análisis paleoambientales requieren del conocimiento tanto de las biotas como de los ambientes recientes. Los estudios de hábitat y faunas marinas recientes se han orientado al desarrollo de modelos paleoecológicos (Furish y Flessa, 1987).

La costa Oeste del Alto Golfo del California esta caracterizada por playas arenosas las cuales presentan características diferentes, desde playas expuestas hasta playas protegidas por barras arenosas. Esta variedad en los tipos de costas presenta también una diversidad de

hábitats que proporcionan una oportunidad de contrastar las características ecológicas de ambientes diferentes pero contiguos en la zona costera, como la zona comprendida entre San Felipe y Puertecitos B. C.

En esta zona existe una notable escasez de estudios ecológicos , ya que la mayor parte de ellos han sido descripciones taxonómicas de la biota marina (Campos-González, 1988 ; Carvacho et al, 1984 ; Romero, 1982 ; Villarreal-Chávez, 1990). Así también los estudios paleoambientales y paleoecológicos son escasos, algunos desarrollados en regiones cercanas como el de Stump (1975) en Puerto Libertad en Sonora, y los de Fursich et al, (1991). Fursich y Schodlbauer (1991), Flessa y Fursich (1991), Feige y Fursich (1991), Aberhan y Fursich (1991), Fursich y Flessa (1991) en Bahía la Choya en Sonora, realizando estudios que comprenden desde el análisis de las comunidades de moluscos, sus hábitats, zonación , procesos tafonómicos hasta la interpretación paleoecológica y paleoambiental de depósitos del Pleistoceno.

Téllez-Duarte y Avila-Serrano (1993 y 1994) han realizado estudios tafonómicos en el área de Puertecitos, con el fin de interpretar el significado paleoecológico del comportamiento tafonómico de conchas de moluscos en la formación de depósitos fosilíferos en playas arenosas. En la misma área de Puertecitos Téllez et al, (1992) trabajaron sobre una secuencia de sedimentos marinos del terciario para interpretar las condiciones paleoambientales durante la apertura del Golfo de California.

El análisis ecológico de las asociaciones fósiles requiere más de un conocimiento detallado de los procesos ecológicos recientes, así como de los procesos que toman lugar cuando las comunidades vivas se vuelven asociaciones de muerte (tanatocenosis), las cuales pasan por procesos de enterramiento y/o transporte (tafocenosis) y finalmente terminan como una asociación fósil. Solamente con este conocimiento integrado podremos realizar evaluaciones paleoambientales y paleoecológicas con menor sesgo debido a la parcialidad del registro fósil.

En años recientes la zona costera ha atraído poderosamente la atención no solo desde el punto de vista científico sino desde el económico, como resultado de una creciente inversión en esta área dado su gran interés por su atractivo turístico y recreacional. En particular, la zona dentro de la cual se pretende llevar a cabo la presente investigación se ubica dentro del corredor costero entre San Felipe y Puertecitos, Baja California. La zona presenta un potencial muy alto para el desarrollo de la industria turística, en la actualidad el puerto de San Felipe presenta un acelerado crecimiento de su infraestructura tanto turística como de navegación (marinas), la cual se extiende precisamente hacia el sur de la región, donde aún se mantienen en estado natural los ecosistemas de playas arenosas. Esta característica permitirá generar información sobre las características ambientales previas al desarrollo las cuales podrán ser utilizadas para un buen manejo de la zona costera en el futuro inmediato. Por otra parte, estos estudios actualísticos son importantes en la construcción de modelos paleoecológicos para la interpretación de la historia geológica y los cambios ecológicos de una cuenca de dispersión juvenil como la del Golfo de California.

Considerando tres playas arenosas con diferentes grados de exposición al oleaje (protegida, semiprotégida, expuesta), se espera que las variaciones espacio temporales que sufren los organismos macrobentónicos potencialmente preservables como fósiles en playas arenosas, sean controladas por los cambios morfológicos del perfil de playa y por variaciones en las características texturales del sedimento; de tal manera que se espera que los cambios, tanto espacial como temporalmente sean más marcados en la abundancia, distribución y composición de las especies en la playa expuesta, siendo intermedios en la playa semiprotégida y menos notables en la playa protegida, debido a las diferentes capacidades de enterramiento y desplazamiento que presentan los organismos como respuesta a la erosión o depositación a lo largo del perfil de playa, el cual esta asociado a la intensidad de los procesos morfodinámicos.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Describir las variaciones espacio temporales de la biocenosis macrobentónica potencialmente preservable como fósiles en playas arenosas y su relación con los cambios en la morfología del perfil de playa y las características texturales del sedimento.

1.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- a) Describir la distribución de las especies macrobentónicas con esqueleto preservable a lo largo del perfil de tres playas arenosas, con distintos grados de exposición.
- b) Comparar el cambio espacial y temporal de las especies macrobentónicas en el perfil de playa entre y dentro de cada localidad, así como los cambios texturales del sedimento.
- c) Establecer el significado paleoecológico de los cambios estructurales del macrobentos en ambientes de playas actuales con respecto a facies antiguas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende tres localidades situadas entre el Puerto de San Felipe y Puertecitos, B. C. (figura 2).

Como playa protegida se seleccionó Laguna Percebú, la cual se localiza a los 30° 49' Latitud Norte y 114° 42' 07" Longitud Oeste, aproximadamente a 27 kilómetros al Sur de San Felipe B. C. Es una laguna costera caracterizada por un canal principal, paralelo a la línea de costa, compuesta de arenas en su perímetro y rocas en la parte mas cercana al canal.

Como playa semiprotegida se eligió a Playa Curbina, la cual se localiza a los 30° 22' 19" Latitud Norte y 114° 38' 35" Longitud Oeste. Esta localidad se encuentra a 76 km al Sur de San Felipe, y a 3 km de Puertecitos B. C. Es una pequeña playa semiprotegida, comprendida entre dos puntas rocosas dominada por corrientes de marea; presenta una pendiente suave.

Como playa expuesta se escogió a Playa El Pelicano, la cual se localiza a los 30° 45' Latitud Norte y 114° 42' Longitud Oeste, a 33 kilómetros al Sur de San Felipe B. C. Es una playa arenosa, recta con una amplia berma y campo de dunas costeras en una costa abierta, con una pendiente de la playa muy pronunciada.

2.2 METODOLOGÍA

2.2.1 Método de Campo

Para llegar a determinar las estrategias de muestreo se realizó una salida de prospección a las localidades a estudiar. Debido a que se pretende detectar las variaciones en la morfodinámica de las playas y estas son diferentes a lo largo del año, se seleccionaron cuatro períodos de muestreo, los cuales comprenden los meses de marzo, mayo, septiembre y diciembre de 1993, cubriendo así las estaciones en donde se reflejan los cambios más notables en la distribución de los organismos y en los perfiles de playa.

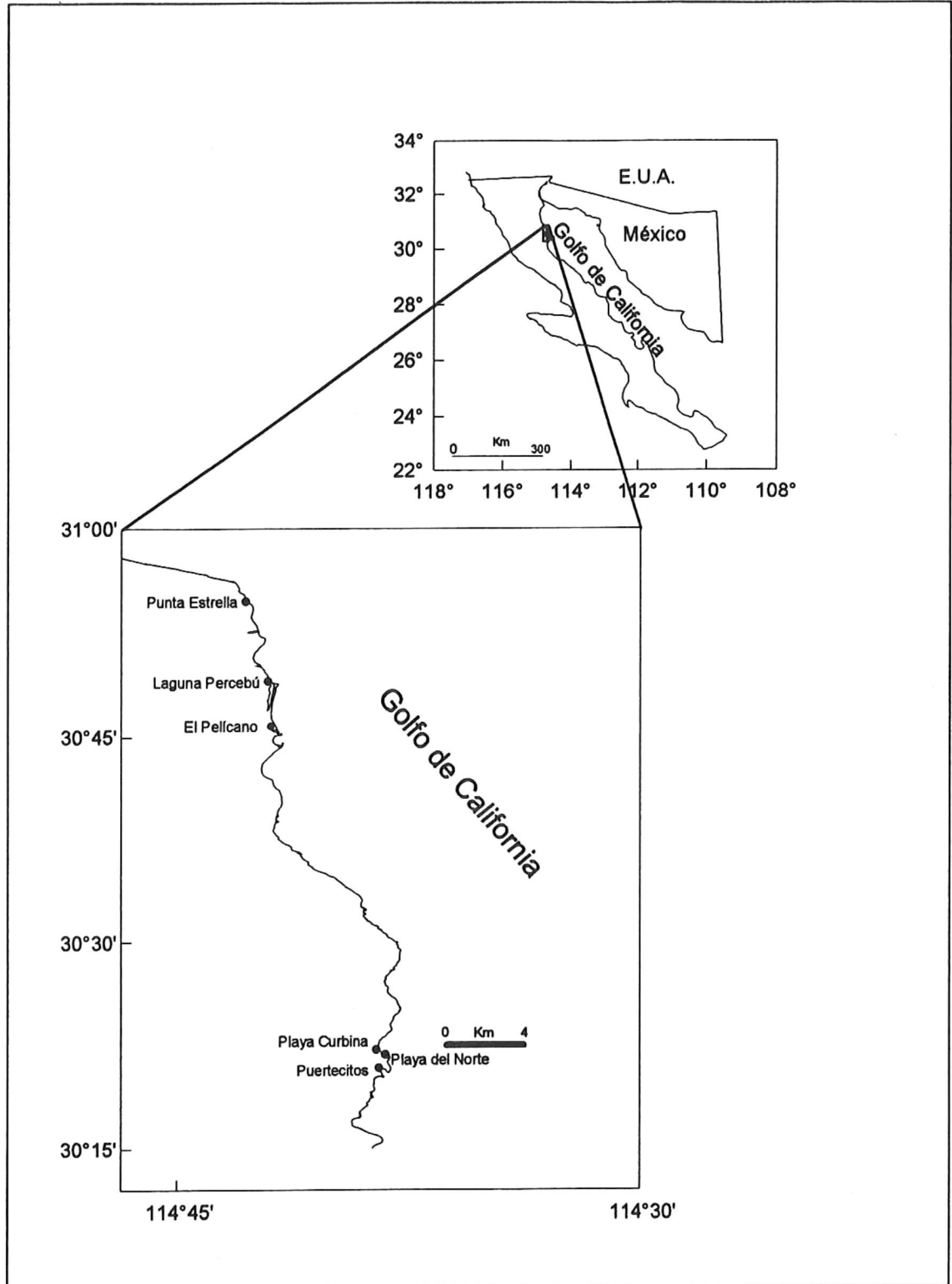


Figura 2. Localización del área de estudio.

Inicialmente se realizaron muestreos pilotos mediante transectos perpendiculares a la costa, considerando cuadrantes de 0.5 x 0.5 m, 0.5 x 1.0 m y 1 x 1 m, tamizando la muestra *in situ* a través de una malla de 0.5 cm. Los resultados obtenidos nos condujeron a escoger cuadrantes de 0.5 X 1 m excavando 25 cm en el sedimento, ya que las muestras colectadas con los cuadrante de 1 x 1 m, fueron similares y las muestras colectadas con el cuadrante de 0.5 x 0.5 m, fueron muy pequeñas y en la mayoría de las ocasiones no recolectaban organismos debido a la reducida área del cuadrante.

En cada una de las localidades se estableció un transecto perpendicular a la playa desde el nivel de marea alta hasta el nivel de marea baja, levantándose el perfil de playa por medio de nivelación diferencial. Se consideraron condiciones de mareas vivas, esto con la finalidad de obtener el máximo de playa descubierta. De acuerdo a las características morfológicas del perfil se playa se fijaron las estaciones en los sitios donde se observaron las variaciones más notables en el perfil de playa definiéndose como niveles fijos para muestrearse (figura 3), mismas que se muestrearon en el mismo sitio durante los diferentes períodos de muestreo. En cada estación a lo largo del perfil de playa se colectaron muestras de sedimentos para su posterior análisis textural en el laboratorio, según el método de Folk (1980).

Para la obtención de los organismos macrobentónicos, se realizó un muestreo con reemplazo de los organismos colectándose solo un ejemplar por especie para su posterior identificación en el laboratorio. La muestra se pasó a través de un tamiz con luz de 0.5mm, (McLachlan, 1990), haciéndose los conteos de los organismos obtenidos al mismo tiempo. Cada cuadrante contó con réplica. Los organismos considerados fueron aquellos que presentaron partes duras (gasterópodos, crutáceos, equinodermos y bivalvos) los cuales son preservables en el registro fósil.

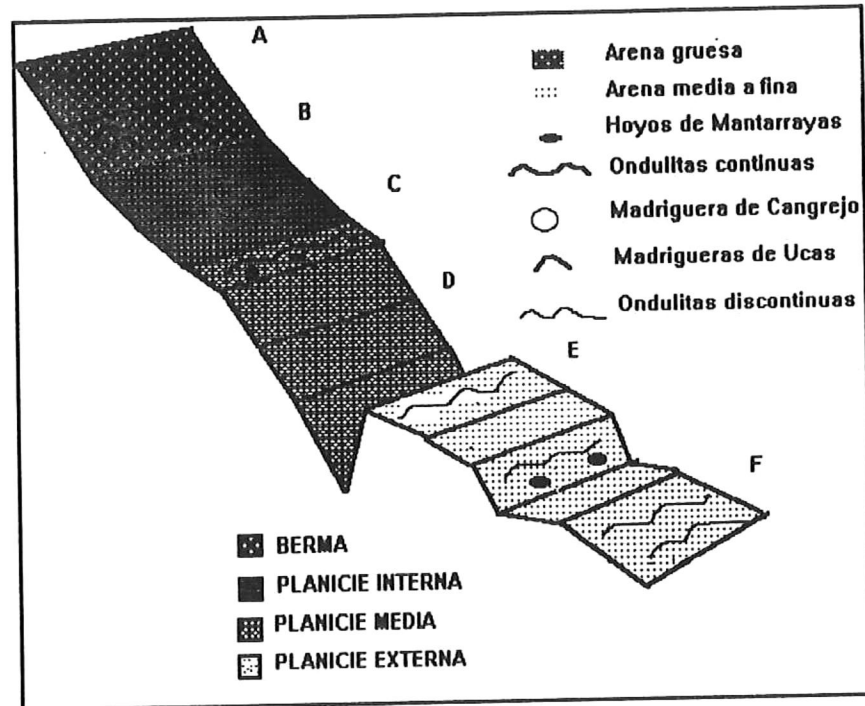


Figura 3.- Morfología del perfil de playa mostrando la ubicación de los niveles muestreados.

Al mismo tiempo que se realizaron los muestreos se hicieron observaciones de las características del ambiente, estructuras primarias y de bioturbación en el sustrato, asociadas a la hidrodinámica de la playa.

La Tabla I presenta la ubicación de los niveles dentro del perfil de playa en las tres estaciones seleccionadas, en ellas se puede notar las diferencias en la longitud del perfil.

2.2.2 Método Analítico:

Para comparar la abundancia y la distribución de organismos a lo largo del perfil de playa y del tiempo de muestreo en cada localidad, primeramente los datos de abundancia se tradujeron a matrices en que se compararon las siguientes variables:

Nivel/ Especie	A	B	C	D	E	F
Sp1						
Sp2...n						

Donde A, B, C, D, E y F representan los niveles dentro del perfil de playa. Para comparar el comportamiento temporal y espacial de los organismos a lo largo del perfil de playa, entre y dentro de las tres localidades para cada período de muestreo, se construyó una matriz de la siguiente forma:.

A= Nivel de muestreo

1,..4= Período de muestreo

Estación/ Estación	A1	A2	A3	A4	B1....	F4
Sp1.						
Sp2,,n						

Tabla I. Ubicación de los niveles dentro del perfil de playa en las estaciones de Laguna Percebú (LP), Playa Curbina (PC) y Playa El Pelicano (EP).

Distancia (m)				
NIVEL	LP	PC	EP	Ubicación dentro del perfil de playa
A	0	0	0	Berma
B	17	13	16	Planicie de marea interna
C	37	31	49	Planicie de marea interna
D	54	108	93	Planicie de marea media
E	94	113	139	Borde del canal en LP: Planicie de marea media
F		149		Planicie de marea externa

Para establecer los cambios estructurales del macrobentos relacionados a cambios en las características físicas del sustrato en las tres localidades se realizó un análisis aglomerativo (dendrogramas) modo Q de distancias Euclidianas de cadena sencilla, para estimar el grado de similitud entre las estaciones de cada localidad a lo largo del tiempo y entre las tres localidades, con la finalidad de conocer si existen agrupaciones que nos determinen un patrón de distribución. Estos resultados se compararon con las variaciones existentes en la morfología del perfil de playa y con el tamaño de grano de los sedimentos en cada estación,. Los resultados del análisis aglomerativo se graficaron en dendrogramas mediante el paquete estadístico STATISTICA versión 4.2 para Windows .

Las matrices construidas para los análisis aglomerativos son las siguientes:

Entre niveles de la misma estación en el mismo tiempo

NIVEL/ ESPECIES	A1	B1	C1	D1	E1	F1
Sp.1...n						

Entre niveles de la misma estación en diferente tiempo (1,2,3,4)

NIVEL/ ESPECIES	A1..A4	B1..B4	C1..C4	D1..D4	E1..E4	F1..F4
Sp.1...n						

Entre niveles de las tres estaciones (C=Curbina; EP=El Pelicano y P=Percebú) para todos los periodos de muestreo.

ESTACIÓN/ ESPECIES	A1C	A1EP	A1P	A2C	A2EP	A2P...
Sp.1...n						

3. RESULTADOS

3.1 AMBIENTE FÍSICO

Algunos de los parámetros físicos que caracterizan los tres ambientes comparados se presentan en la Tabla II. Los intervalos del nivel medio de marea variaron desde 4.43 hasta 6.01m en Laguna Percebú , en Playa Curbina y Playa El Pelicano la variación fue desde 4.63 a 5.39 m, de tal manera que se pudo muestrear la misma superficie descubierta del perfil de playa en cada una de las localidades y durante los cuatro períodos, ya que los niveles de bajamar inferior corresponden a mareas vivas y esto provoca una mayor área de la planicie de playa descubierta . La longitud del perfil de playa de Laguna Percebú fue de 94 m, el perfil de Playa Curbina de 149 m y el de Playa El Pelicano de 139. Las diferencias en estas longitudes son debidas a los diferentes grados de exposición al oleaje y a la geomorfología de la costa, siendo el de la playa semiprottegida el de mayor extensión y el de la playa protegida el de menor longitud.

Los resultados del análisis granulométrico se presentan en la Tabla III y en la figura 4, para cada uno de los niveles y para los cuatro períodos de muestreo de las tres localidades. Podemos notar que el sedimento más grueso (0.89 a 1.0 en la escala phi) es predominante en la Berma y en la Planicie de Marea Interna en Playa El Pelicano, este comportamiento es similar a lo largo de todo el estudio. Esto puede explicarse debido a que esta es la costa mas expuesta a la acción del oleaje, lo que evita que sedimento de grano fino pueda depositarse en estos niveles del perfil de playa. Contrariamente a las playas más protegidas Curbina y Laguna Percebú el sedimento es en promedio de arenas finas (2.01 en la escala phi).

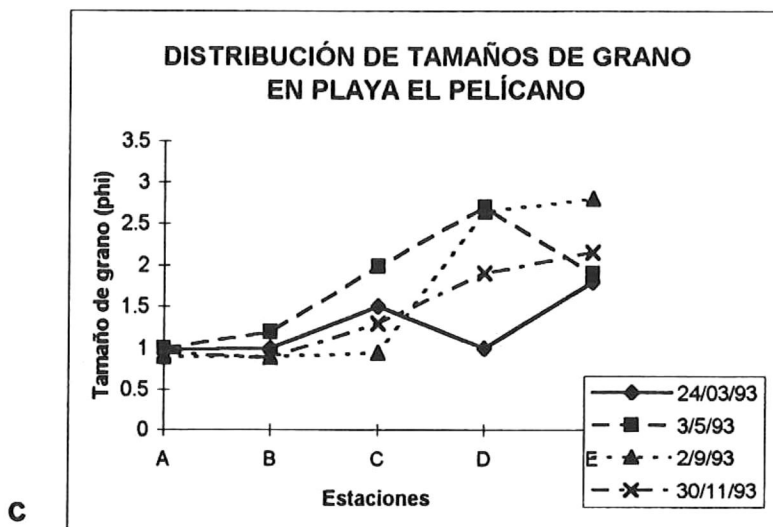
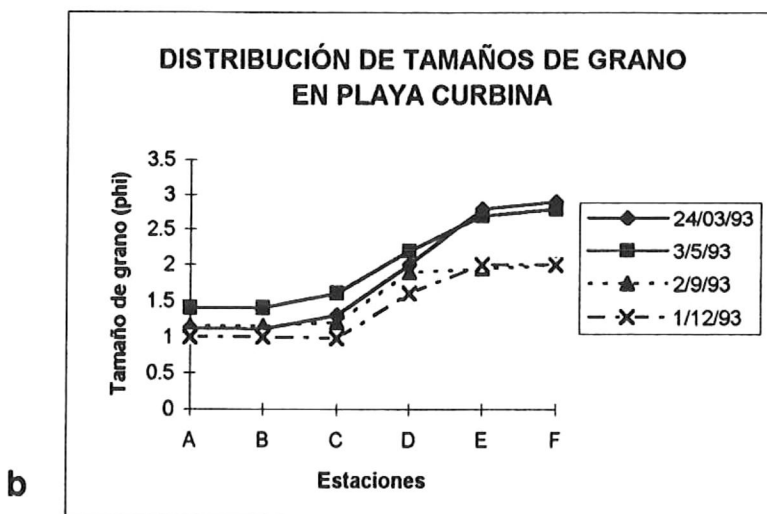
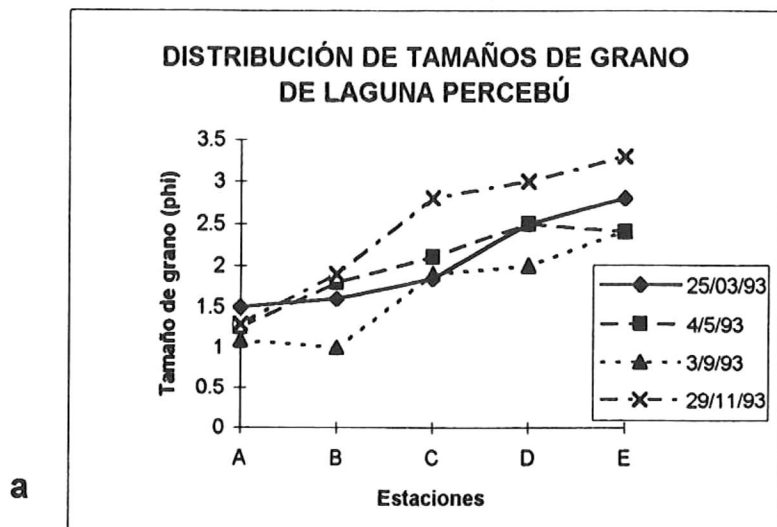
La figura 5a muestra los perfiles de playa para Laguna Percebú correspondientes a los períodos de muestreo. En general la tendencia del perfil de playa presenta una berma angosta y una planicie de marea con una pendiente suave. Analizando los cuatro perfiles y basándonos en el perfil de marzo como el inicial, existe una erosión del perfil la cual se refleja en el perfil de mayo, ocurriendo depositación durante el período hasta septiembre y una nueva erosión del

TABLA II.- Algunas características físicas de las playas estudiadas, incluyendo los intervalos de marea y nivel de marea de bajamar inferior referidos al nivel medio del mar, la longitud del perfil de playa descubierta muestreada durante la bajamar y el tamaño medio de grano en unidades phi, n representa el número de niveles.

Sitio	Fecha	Intervalo de Mareas (m)	Nivel de Marea Baja (m)	Longitud descubierta del perfil (m)	n	Promedio del Tamaño de grano (phi)	Rango del Tamaño Medio de Grano (phi)
Laguna Percebú	23/03/93	4.80	-2.56	94	5	2.04	1.50-2.80
Playa Curbina	23/03/93	4.88	-2.54	149	6	1.87	1.10-2.90
Playa El Pellicano	24/03/93	4.92	-2.58	139	5	1.25	0.98-1.80
Laguna Percebú	4/05/93	6.01	-2.84	94	5	2.01	1.25-2.50
Playa Curbina	3/05/93	5.39	-2.61	149	6	2.01	1.40-2.80
Playa El Pellicano	3/05/93	5.39	-2.61	139	5	1.75	1.00-2.70
Laguna Percebú	3/09/93	4.43	-2.41	94	5	1.68	1.00-2.40
Playa Curbina	2/09/93	4.63	-2.09	149	6	1.55	1.15-2.00
Playa El Pellicano	2/09/93	4.63	-2.09	139	5	1.64	0.9-2.80
Laguna Percebú	29/30/93	5.05	-2.57	94	5	2.46	1.30-3.00
Playa Curbina	1/12/93	4.85	-2.45	149	6	1.43	1.00-2.00
Playa El Pellicano	30/11/93	5.03	-2.55	134	5	1.43	0.89-2.15

Tabla III.- Resultados del análisis granulométrico de los cuatro periodos de muestreo en Laguna Percebú (LP), Playa Curbina (PC) y playa El Pelicano (EP). El tamaño medio de grano esta en unidades phi, ag= arena gruesa, am= arena media, af=arena fina y amf= arena muy fina.

NIVEL	FECHA	Tamaño medio (phi)		
		LP	PC	EP
A1	MARZO 93	1.5 am	1.12 am	0.98 ag
A2	MAYO 93	1.25am	1.4 am	1.0 ag
A3	SEPT. 93	1.1 am	1.15 am	0.9 ag
A4	NOV. 93	1.3 am	1.0 ag	0.95 ag
B1	MARZO 93	1.6 am	1.1 am	1.0 ag
B2	MAYO 93	1.8 am	1.4 am	1.2 am
B3	SEPT. 93	1.0 ag	1.15 am	0.9 ag
B4	NOV. 93	1.9 am	1.0 ag	0.89 ag
C1	MARZO 93	1.84 am	1.3 am	1.5 am
C2	MAYO 93	2.1 af	1.6 am	1.98 am
C3	SEPT. 93	1.9 am	1.2 am	0.95 ag
C4	NOV. 93	2.8 af	0.98 ag	1.3 am
D1	MARZO 93	2.5 af	2.0 af	1.0 ag
D2	MAYO 93	2.5 af	2.2 af	2.7 af
D3	SEPT. 93	2.0 f	1.9 am	2.65 af
D4	NOV. 93	3 amf	1.6 am	1.9 am
E1	MARZO 93	2.8 af	2.8 af	1.8 am
E2	MAYO 93	2.4 af	2.7 af	1.9 am
E3	SEPT. 93	2.4 af	1.95 am	2.8 af
E4	NOV. 93	3.3 amf	2.0 af	2.15 af
F1	MARZO 93		2.9 af	
F2	MAYO 93		2.8 af	
F3	SEPT. 93		2.0 af	
F4	NOV. 93		2 af	



4.- Gráficas de Tamaños de grano para: a) Laguna Percebú; b) Playa Curbina c) Playa El Pelicano durante los cuatro periodos de muestreo.

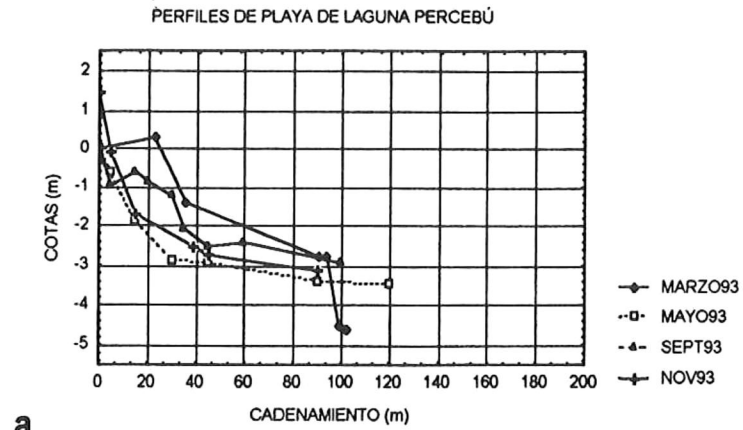
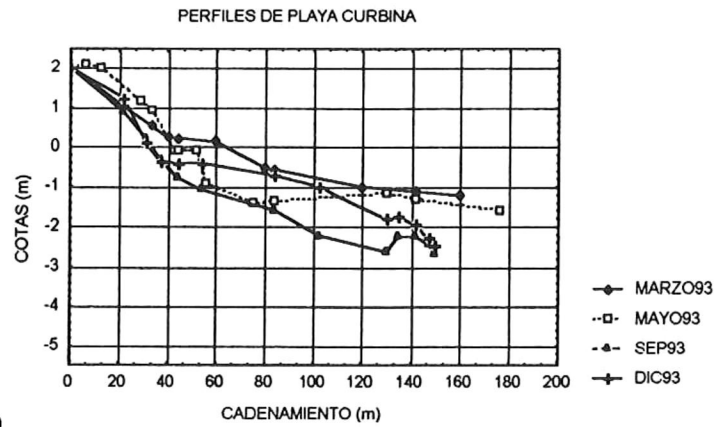
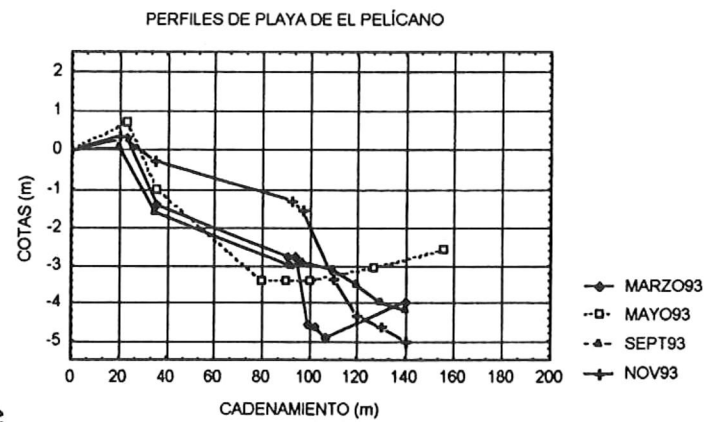
**a****b****c**

Figura 5.- Perfiles de playa durante los cuatro periodos de muestreo. a) Laguna Percebú; b) Playa Curbina; c) Playa el Pelicano.

perfil en noviembre. Aunque es claro un ciclo de erosión y depositación, es interesante señalar que la planicie de marea mantiene una pendiente suave durante los episodios de erosión y depositación, con los cambios más drásticos en la berma y la planicie de marea interna. Esto puede ser debido a que durante las mareas vivas el nivel del agua en la laguna alcanza las zonas más altas de la playa, promoviendo la remoción de arena de esta zona hacia la planicie de marea de la laguna e invirtiendo el proceso durante mareas diarias cuando el sedimento es movido hacia la playa. Este proceso se le conoce como transporte de sedimentos perpendicular a la playa.

La figura 5b representa los perfiles de playa en los cuatro muestreos de Playa Curbina. Partiendo del perfil de marzo observamos una erosión de la planicie de marea, con una depositación sobre la berma del perfil y la formación de una barra arenosa en la planicie de marea interna. El perfil de septiembre refleja una erosión tanto de la berma como de la barra que se había formado anteriormente. Sin embargo, hacia la planicie de marea externa se forma una nueva barra. Para noviembre la barra ha crecido y existe una depositación en la berma, tendiendo a una recuperación total del perfil hacia la primavera del siguiente año. Al parecer el perfil mantiene un estado de erosión y depositación tendiendo a un equilibrio dinámico predecible, debido a que los procesos litorales de la costa todavía no han sido perturbados por la actividad antropogénica y dependen exclusivamente de la acción del oleaje y de las corrientes de marea.

En la figura 5c se observan los perfiles de playa El Pelicano. En marzo el perfil de playa tiene una morfología caracterizada por una berma amplia y pendiente pronunciada la cual continua a lo largo de la planicie de marea, finalizando con la presencia de un gran canal de desagüe de la marea. Esto nos da una idea clara de que tan intensos son los procesos por corrientes de mareas en una costa expuesta donde los intervalos de marea son de hasta 8 m. En el perfil de mayo no se puede hablar de una erosión neta, aunque hay una remoción de sedimentos de la planicie de marea media, pero esta sirve para rellenar el canal observado en

marzo, aparentando un desplazamiento del canal de desagüe de marea hacia la costa. Hacia septiembre el canal se encuentra cubierto completamente y se ha formado una barra arenosa de unos 30 metros de ancho. Por último, en noviembre la barra se mueve hacia la costa y aparece de nuevo el gran canal de desagüe de marea. Algo interesante de señalar es que las características de una berma ancha y de pendiente pronunciada se mantienen a lo largo de todo el año. Esta pendiente pronunciada actúa como una pared contra la cual chocan las olas manteniendo un estado de turbulencia que solo permite la depositación de sedimentos gruesos como fragmentos de roca del tamaño de guijarros y conchas completas y fragmentadas. La pendiente pronunciada de la cara de la playa permite también que las corrientes de marea sean más intensas y más rápidas, esto se traduce en un ambiente en el cual los organismos están sujetos a procesos que cambian de una manera intensa las características del sustrato sobre y dentro del cual habitan.

3.2 FAUNA

Laguna Percebú (playa protegida):

En el muestreo de marzo se observó la presencia de cinco especies las cuales se encuentran dominando niveles diferentes dentro del perfil de playa. En el nivel A se encontró *Uca crenulata*, en el nivel B y C *Nassarius iodes*, en el nivel D comienza a aparecer *Cerithium stercusmuscarum* incrementando su abundancia considerablemente en el nivel E (figura 6a).

En el muestreo de mayo la zonación presenta un comportamiento similar al muestreo anterior para los diferentes niveles, notándose solamente un incremento considerable en la abundancia de los organismos, sobre todo en la especie *Cerithium stercusmuscarum* la cual triplica su población con respecto al primer muestreo. Se puede notar también la aparición en el nivel A de *Nassarius iodes* (figura 6b).

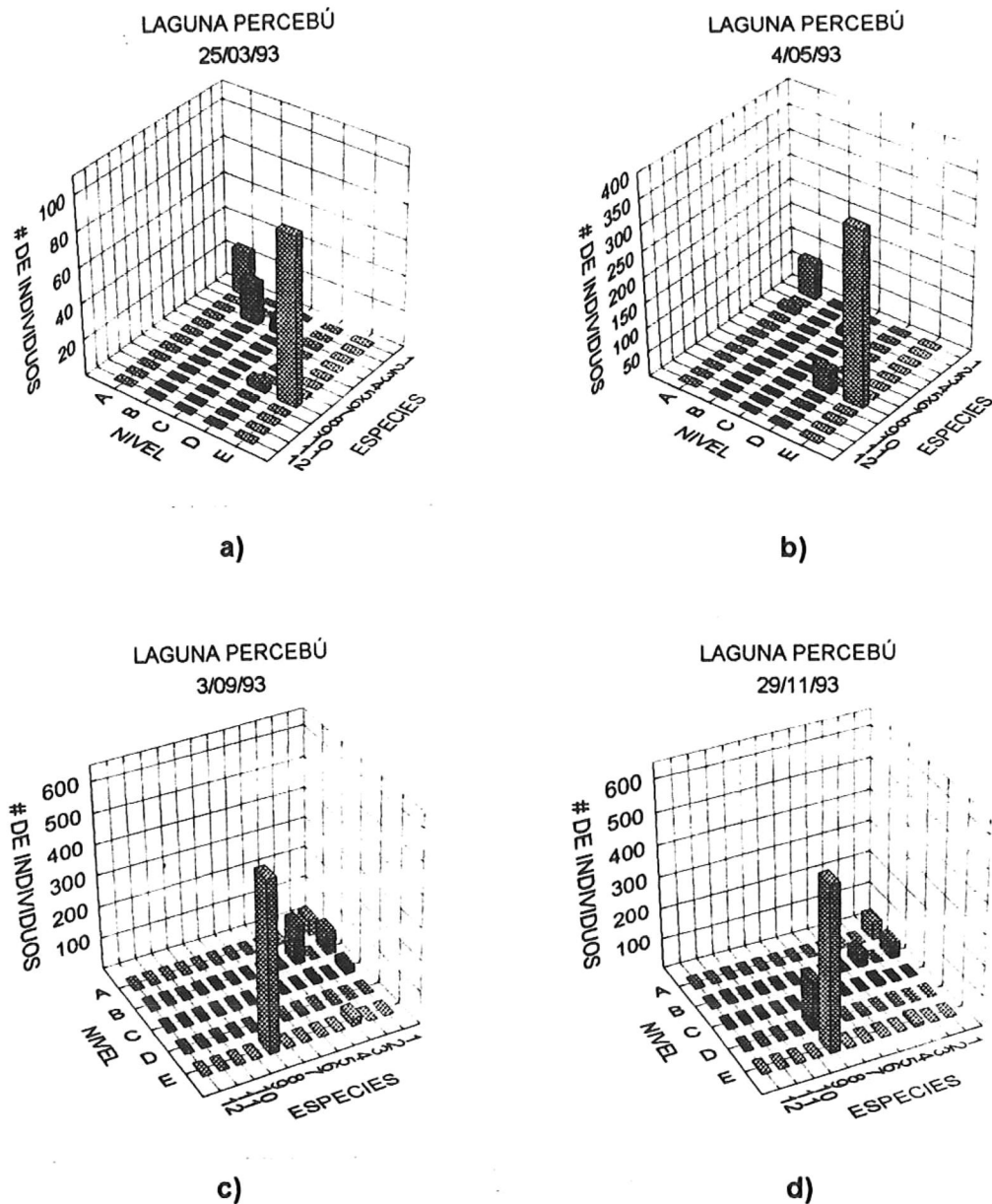


Figura 6.- Gráficas de ocurrencia de especies en los diferentes niveles del perfil de playa, durante los meses de muestreo en Laguna Percebú. A= Berma, B y C= Planicie de marea interna, D= Planicie de marea media y E= borde del canal. El número representa las especies descritas a continuación:

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.- <i>Uca crenulata crenulata</i> | 7.- <i>Mellita longifisa</i> |
| 2.- <i>Diplodonta orbella</i> | 8.- <i>Cerithium stercumuscum</i> |
| 3.- <i>Nassarius iodes</i> | 9.- <i>Petrolisthes gracilis</i> |
| 4.- <i>Eripia Squamata</i> | 10.- <i>Pachygraptus sp.</i> |
| 5.- <i>Olivella dama</i> | 11.- <i>Chione californiensis</i> |
| 6.- <i>Donax navicula</i> | 12.- <i>Glycimeris gigantea</i> |

En el muestreo de septiembre de 1993 la zonación se mantiene incrementándose únicamente el número de organismos de *Cerithium stercusmuscarum* en el nivel E (figura 6c). Para el muestreo de diciembre continua manteniéndose el mismo patrón descrito anteriormente (figura 6d y Tabla IV).

Estación Playa Curbina (playa semiprotegida):

En el muestreo de marzo se observó la presencia en el nivel A de *Uca crenulata*, *Diplodonta orbella* y *Nassarius iodes*, el sustrato está caracterizado por ser arena media (1.12 phi) con presencia de ondulitas y una gran cantidad de perforaciones originadas por el cangrejo violinista *Uca crenulata*. En el nivel B se mantienen las características del sedimento encontrándose únicamente *Uca crenulata*. En el nivel C una característica notable es la tixotropía del sedimento (1.3 phi) y el incrementó en la abundancia de *Uca crenulata*; así como la presencia de numerosos hoyos de mantarraya, los cuales son originados por el hábito alimenticio de éste organismo el cual remueve el sedimento para obtener su alimento. En el nivel D las características sedimentarias se transforman a un sustrato rocoso, el cual esta dominado por el crustáceo *Eripia squamata* y algunos balanos. En el nivel E (figura 7a) durante éste muestreo no se encuentre organismo alguno. Sin embargo, fueron comunes las huellas de bioturbación producidas por *Olivella dama* la cual se apareció en el nivel F. En estos niveles el sedimento es arena fina (2.9 phi).

Durante el muestreo de mayo el nivel A no presentó ninguna evidencia de organismos, aunque el tamaño medio de grano se mantiene en 1.4 phi. Es notable la presencia de fragmentos de conchas y de rocas lo cual producen una mala clasificación del sedimento. En el nivel B se encontró *Uca crenulata* en gran abundancia y algunos individuos de *Diplodonta orbella*. En el nivel C la abundancia de *Uca crenulata* disminuye considerablemente, y los hoyos de mantarraya no fueron tan evidentes como en el primer muestreo, conservándose las características sedimentarias de un sustrato de arena media. En el nivel D cuyo sustrato es rocoso aparece el crustáceo *Petrolisthes gracilis* y *Pachygraptus sp.* En el nivel E solamente se

TABLA IV. - Especies de macrofauna identificada durante los muestreos en Laguna Percebú. Las letras representan el nivel dentro del perfil de playa y los números la fecha. (A= Berma; B y C= Planicie de marea interna; D= planicie de marea media y E= borde del canal principal de marea; 1= 25/03/93; 2= 4/05/93; 3= 3/09/93 y 4= 29/11/93).

Especies / Niveles	A1	B1	C1	D1	E1	A2	B2	C2	D2	E2	A3	B3	C3	D3	E3	A4	B4	C4	D4	E4
1.- <i>Uca crenulata</i>	26					73	4				52	74	25			62	52			
2.- <i>Diplodonta orbella</i>													2							
3.- <i>Nassarius iodes</i>		24	9			10		14			5	127	11	3	24	1	48	11	5	11
4.- <i>Eripia squamata</i>																				
5.- <i>Olivella dama</i>																				
6.- <i>Donax navicula</i>							1													
7.- <i>Mellita longfisa</i>																				
8.- <i>Cerithium menkei</i>				5	93			3	51	350					531			2	157	530
9.- <i>Petrolisthes gracilis</i>									1	1										
10.- <i>Pachygraptus sp.</i>									2	2										
11.- <i>Chione californiensis</i>								2									5			
12.- <i>Glycimeris gigantea</i>																		1		

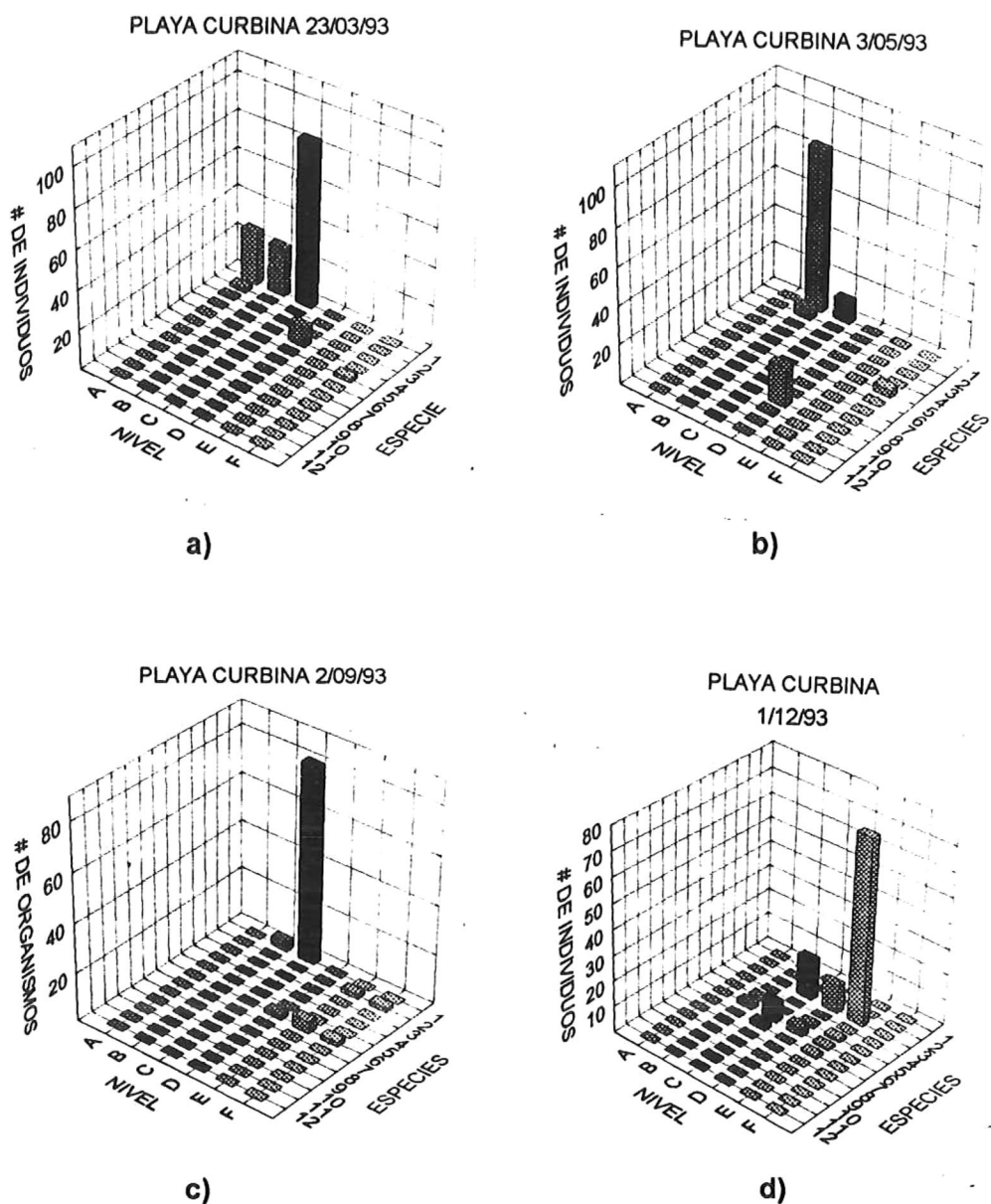


Figura 7.- Gráficas de ocurrencia de especies en los diferentes niveles del perfil de playa, durante los meses de muestreo en Playa Curbina. A= Berma, B y C= Planicie de marea interna, D y E= Planicie de marea media, F= Planicie de marea externa. El número representa las especies descritas a continuación:

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| 1.- <i>Uca crenulata crenulata</i> | 7.- <i>Mellita longfisa</i> |
| 2.- <i>Diplodonta orbella</i> | 8.- <i>Cerithium stercusmuscarum</i> |
| 3.- <i>Nassarius iodes</i> | 9.- <i>Petrolisthes gracilis</i> |
| 4.- <i>Eripia Squamata</i> | 10.- <i>Pachygraptus sp.</i> |
| 5.- <i>Olivella dama</i> | 11.- <i>Chione californiensis</i> |
| 6.- <i>Donax navicula</i> | 12.- <i>Glycimeris gigantea</i> |

encontró un organismo de *Chione californiensis* y en el nivel F se mantiene la presencia de *Olivella dama* (figura 7b).

En el muestreo de septiembre en el nivel A no se encontraron organismos, aunque se observaron algunas madrigueras de cangrejos. En el nivel B solamente se encontraron cuatro individuos de *Uca crenulata*, notándose que aunque el tamaño medio del grano del sedimento es de 1.15 phi tiene una clasificación mala por la presencia de grandes cantidades de guijarros y fragmentos de concha al igual que en el nivel B. En el nivel C el sustrato arenoso (1.2 phi) favorece una gran abundancia de *Uca crenulata*, algunos hoyos de mantarraya y una notable tixotropía del sedimento. En el nivel D el sustrato rocoso que se encontró en los muestreos anteriores se encontró cubierto casi en su totalidad por un sustrato arenoso de 1.9 phi, en donde aparece el bivalvo *Donax navicula*, lo mismo que en el nivel E junto con *Diplodonta orbella*. En el nivel F también están presentes estas dos especies (figura 7c).

En el muestreo de diciembre el nivel A mantiene las mismas características del muestreo anterior. En el nivel B *Uca crenulata* ha desaparecido completamente y se observan individuos de *Olivella dama* y *Donax navicula*, es de notar que el sedimento es de arena gruesa (1.0 phi). En el nivel C aparece *Nassarius iodes*, *Donax navicula*, *Mellita longfisa* y *Chione californiensis*. En el nivel D se encontró *Nassarius iodes*, *Olivella dama* y *Donax navicula*. En el nivel E la abundancia de *Nassarius iodes* se incrementa notablemente, manteniéndose la presencia de *Olivella dama*, *Donax navicula* y *Mellita longfisa*. En el nivel F no se recobraron organismos en el muestreo, sin embargo cabe señalar la existencia de numerosas huellas de bioturbación originadas por *Olivella dama* (figura 7d y Tabla V).

Estación Playa Pelicano (playa expuesta):

En el muestreo de marzo en el nivel A el sustrato es de arena gruesa (.98 phi) mal clasificado con fragmentos de conchas, en el que se encontraron *Nassarius iodes* y *Olivella dama*. En el nivel B aumentaron los individuos de *Nassarius iodes* y aparece *Donax navicula*, en este nivel el sustrato sigue arena gruesa (1.0 phi) con pocos fragmentos de concha, cabe

señalar que entre el nivel A y B se encontró un canal de drenaje de marea. En el nivel C se encontraron individuos de *Nassarius iodes*, *Olivella dama* y *Donax navicula*. En el nivel D únicamente se encontró *Nassarius iodes* y en el nivel E se encontró *Olivella dama* y una gran abundancia de *Nassarius iodes*, las características sedimentarias son de arenas gruesas a medias. Cabe señalar que *Nassarius iodes* se mantiene en todos los niveles (figura 8a).

En el muestreo de mayo la persistencia de *Nassarius iodes* se mantiene en los cinco niveles siendo su mayor abundancia en el nivel A, en donde se volvió a encontrar individuos de *Olivella dama*, el sedimento presenta características muy similares al muestreo anterior, En el nivel B no se encontraron otros organismos asociados a *Nassarius iodes*, mientras que en el nivel C se encontró *Olivella dama*, *Donax navicula* y *Mellita longfisa*. En el nivel D solo se encontró *Nassarius iodes* y en el nivel E se encontraron *Nassarius iodes*, *Diplodonta orbella*, *Olivella dama*, *Donax navicula* y *Mellita longfisa* (figura 8b).

En el muestreo de septiembre se observó que *Nassarius iodes* solo está presente en los niveles B, C y D, además la presencia de organismos como *Donax navicula* y *Diplodonta orbella* solamente se observan en el nivel C y *Mellita longfisa* en el nivel D (figura 8c). Cabe señalar el incremento en el tamaño de grano y la presencia de abundantes fragmentos y conchas en la berma de la playa, así como un aparente cambio en la morfología del perfil, mientras que en los niveles D y E el sedimento fue de arenas finas (2.65 a 2.8 phi).

En el muestreo de diciembre en las estaciones A, B y C no se encontraron organismos, el sedimento se mantiene en arenas gruesas, en el nivel D con sedimento de arenas medias (1.9 phi) se encontró un individuo de *Donax navicula* y uno de *Glycimeris gigantea*, mientras que en el nivel E (figura 8d) de arenas finas (2.15 phi) se encontró *Donax navicula* y seis individuos de *Mellita longfisa*, el cual representa su mayor abundancia a lo largo de todos los muestreos (Tabla VI).

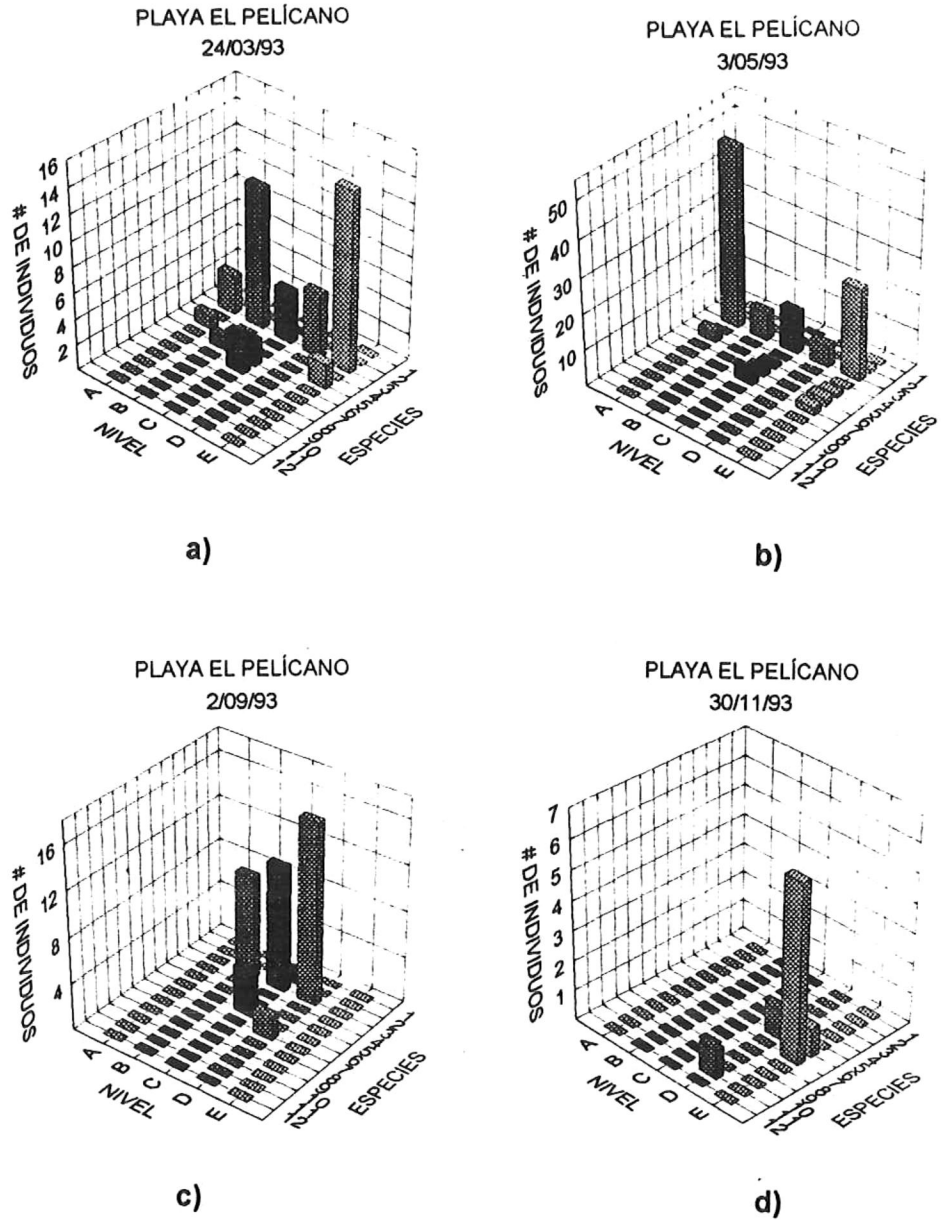


Figura 8.- Gráficas de ocurrencia de especies en los diferentes niveles del perfil de playa, durante los meses de muestreo en Playa El Pelicano. A= Berma, B y C= Planicie de marea interna, D y E= Planicie de marea media. El número representa las especies descritas a continuación:

- 1.- *Uca crenulata crenulata*
- 2.- *Diplodonta orbella*
- 3.- *Nassarius iodes*
- 4.- *Eripia Squamata*
- 5.- *Olivella dama*
- 6.- *Donax navicula*

- 7.- *Mellita longfisa*
- 8.- *Cerithium stercusmuscarum*
- 9.- *Petrolisthes gracilis*
- 10.- *Pachygraptus sp.*
- 11.- *Chione californiensis*
- 12.- *Glycimeris gigantea*

3.3 CLASIFICACIÓN NUMÉRICA

Se aplicaron análisis de agrupamiento en dendrograma modo Q a cada una de las tres localidades, estandarizando los datos de las tablas IV, V y VI. La estandarización tuvo por objeto obtener una matriz estandarizada columna por columna en orden a dar un peso igual a cada una de las variables, utilizando la siguiente relación $A = (A - \text{valor mínimo}) / (\text{valor máximo} - \text{valor mínimo})$, donde A es la columna correspondiente (Parks, 1966). Las Tablas VII, VIII y IX muestran los datos estandarizados a los cuales se les realizó el análisis de cluster.

LAGUNA PERCEBÚ:

Utilizando los niveles como entidades y la abundancia de especies como atributos, se formaron tres agrupamientos secuenciales en el perfil de playa durante el muestreo del marzo de 1993 (figura 9a) El grupo I que representa la Berma de la playa (A1) claramente disímil del grupo II (B1) y (C1) que representan la planicie de marea interna y presenta la mayor similitud de los tres agrupamientos. El grupo III está formado por D1 y E1 que representan la planicie de marea media y el borde del canal. En el muestreo de mayo de 1993 (figura 9b) se mantienen las tres agrupaciones, el grupo I está formado por A2 y B2, el grupo II formado por el nivel C2 y el grupo III formado por D2 y E2. Para el muestreo de septiembre de 1993 (figura 9c) existen tres grupos diferentes a los muestreos anteriores. El grupo I formado por A3 y C3, el grupo II en donde se agrupan los niveles B3 y D3, el nivel E3 presenta la mayor disimilitud. En el muestreo de noviembre de 1993 (figura 9d) las agrupaciones vuelven a ser semejantes a mayo, el grupo I formado por los niveles A4 y B4, el grupo II formado por C4 y el grupo III formado por D4 y E4. Se puede observar que las asociaciones presentan una tendencia a agruparse en tres niveles a lo largo del muestreo. Lo anterior puede notarse claramente en la figura 10, en donde se confrontaron todos los periodos de muestreo en Laguna Percebú. Aquí podemos ver como las agrupaciones están formadas por el grupo I en donde se encuentra el nivel A que corresponde a la berma de la playa. El grupo II conformado por B y C que representan la

TABLA VII. - Matriz estandarizada de los datos de las especies macrofauna identificada durante los muestreos en Laguna Percebú. Las letras representan el nivel dentro del perfil de playa y los números la fecha. (A= Berma; B y C= Planicie de marea interna; D= planicie de marea media y E= borde del canal principal de marea; 1= 25/03/93; 2= 4/05/93; 3= 3/09/93 y 4= 29/11/93).

Especies / Niveles	A1	B1	C1	D1	E1	A2	B2	C2	D2	E2	A3	B3	C3	D3	E3	A4	B4	C4	D4	E4
1.- <i>Uca crenulata</i>	1					1	1				1	0.582	1			1	1			
2.- <i>Diplodonta orbella</i>													0.076							
3.- <i>Nassarius iodes</i>		1	1	0.2		0.136		1			0.096	1	0.42	1	0.045	0.016	0.923	1	0.031	0.02
4.- <i>Eripla squamata</i>																				
5.- <i>Olivella dama</i>																				
6.- <i>Donax navicula</i>							0.25													
7.- <i>Mellita longfisa</i>																				
8.- <i>Cerithium menkei</i>				1	1			0.214	1	1					1			0.181	1	1
9.- <i>Petrolisthes gracilis</i>									0.019	0.002										
10.- <i>Pachygraptus sp.</i>									0.039	0.005										
11.- <i>Chione californiensis</i>								0.142									0.096			
12.- <i>Glycimeris gigantea</i>																		0.09		

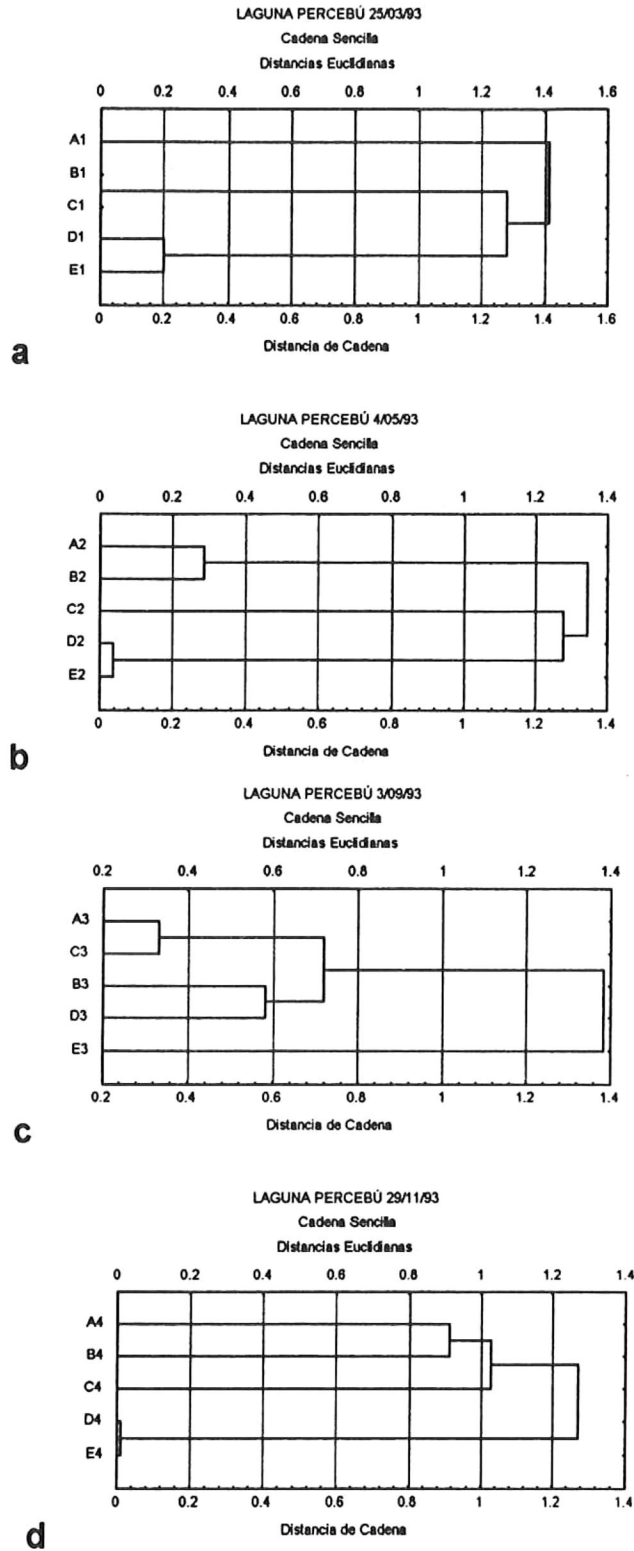


Figura 9.- Dendrogramas del Análisis de agrupamiento modo Q de Laguna Percebú para los cuatro periodos de muestreo.

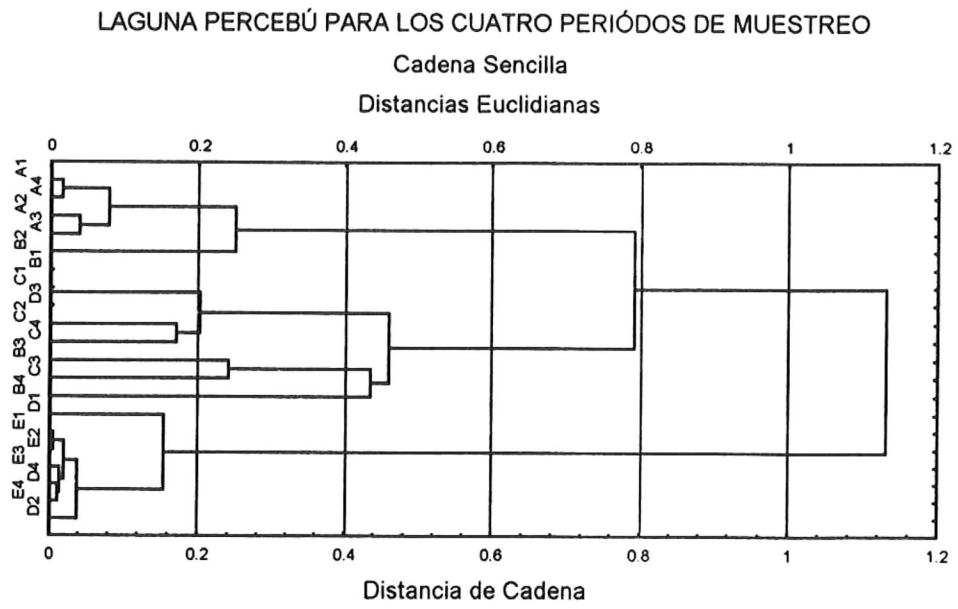


Figura 10.- Dendrograma del Análisis de agrupamiento modo Q con todos los niveles en los cuatro periodos de muestreo de Laguna Percebú.

planicie de marea interna. Y el grupo III formado por los niveles D y E que corresponden a la planicie de marea media y al borde del canal de marea.

PLAYA CURBINA

Siguiendo el mismo criterio que para Laguna Percebú, utilizando los niveles como entidades y la abundancia de especies como atributos, en el muestreo de marzo de 1993 (figura 11a) se observa que existe una gran disimilitud entre los niveles, a excepción de los niveles A1, B1 y C1. En el muestreo de mayo de 1993 (figura 11b) se presentan tres agrupaciones en donde se mantiene aquella formada por B2 y C2. El grupo I formado únicamente por A2 y el grupo III que consta de D2, E2 y F2. Para el muestreo de septiembre de 1993 (Figura 11c) se puede observar se mantienen el mismo patrón de alta similitud entre B3 y C3, formándose un nuevo grupo que consta de D3, E3 y F3. En el muestreo de diciembre de 1993 (figura 11d) se presenta un cambio con respecto a los muestreos anteriores ya que la mayor similitud se presenta en la agrupación formada por los niveles A4 y F4 y el grupo formado por C4, D4 y E4, mientras que B4 presenta la mayor disimilitud. En la figura 12 se confrontan todos los muestreos realizados en Playa Curbina, en esta localidad se pueden observar algunas agrupaciones que presentan cierta similitud como en el caso del grupo formado por los niveles A, B y C los cuales representan la Berma de la Playa y la planicie de marea interna respectivamente. El grupo formado por D y E representan la planicie de marea media y un tercer grupo asociado al nivel F que representa la planicie de marea externa. Sin embargo, no se nota una consistencia que nos definan claramente un patrón de distribución de los niveles como en el caso de Laguna Percebú.

PLAYA EL PELÍCANO

En el muestreo de marzo de 1993 (figura 13a) para Playa EL Pelicano se observan dos agrupaciones. El grupo I formado por los niveles A1, B1, D1 y E1 y el otro grupo formado únicamente por el nivel C1. En el muestreo de mayo de 1993 (figura 13b) este patrón se mantiene, aunque se puede notar que la disimilitud de C2 es menor que en el muestreo de

TABLA VIII. - Matriz estandarizada de los datos de las especies de macrofauna identificada durante los muestreos en Playa Curbina. Las letras representan el nivel dentro del perfil de playa y los números la fecha. (A= Berma; B y C= Planicie de marea interna; D y E= planicie de marea media y F= Planicie de marea interna; 1= 23/03/93; 2= 3/05/93; 3= 2/09/93 y 4= 1/12/93).

Especies / Niveles	A1	B1	C1	D1	E1	F1	A2	B2	C2	D2	E2	F2	A3	B3	C3	D3	E3	F3	A4	B4	C4	D4	E4	F4
1.- <i>Uca crenulata</i>	1	1	1					1	1					1	1									
2.- <i>Diplodonta orbella</i>	0.07							0.07																
3.- <i>Nassarius lodes</i>	0.03																0.4	1						
4.- <i>Eripia squamata</i>				1																	1	1	1	
5.- <i>Olivella dama</i>						1						1												
6.- <i>Donax navicula</i>												1								0.5		0.09	0.01	
7.- <i>Mellita longfisa</i>																1	1	1		1	0.5	0.27	0.01	
8.- <i>Cerithium menkel</i>																					0.12		0.01	
9.- <i>Petrolisthes gracilis</i>										1														
10.- <i>Pachygraptus sp.</i>										0.05														
11.- <i>Chione californiensis</i>											1													
12.- <i>Glycymeris gigantea</i>																					0.06			

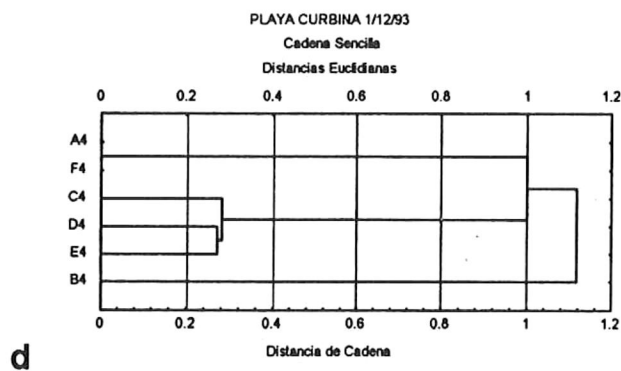
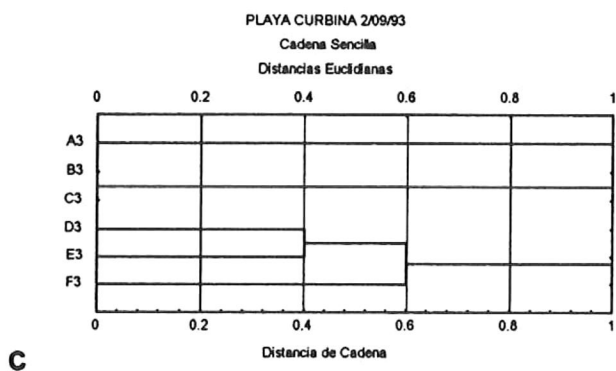
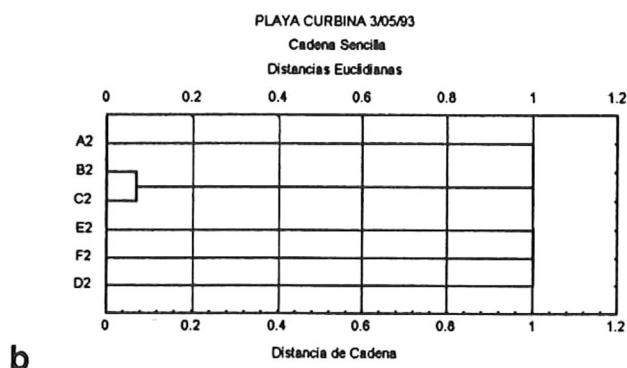
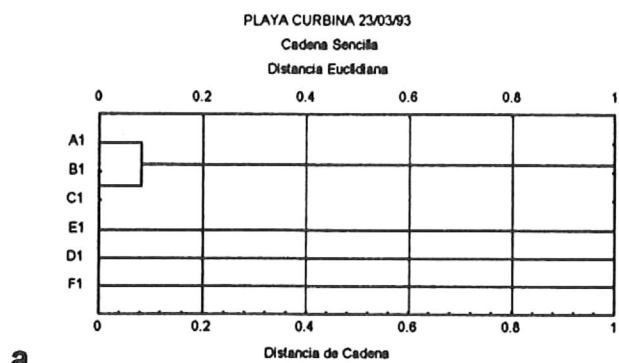


Figura 11.- Dendrograma del Análisis de agrupamiento modo Q de Playa Curbina para los cuatro periodos de muestreo.

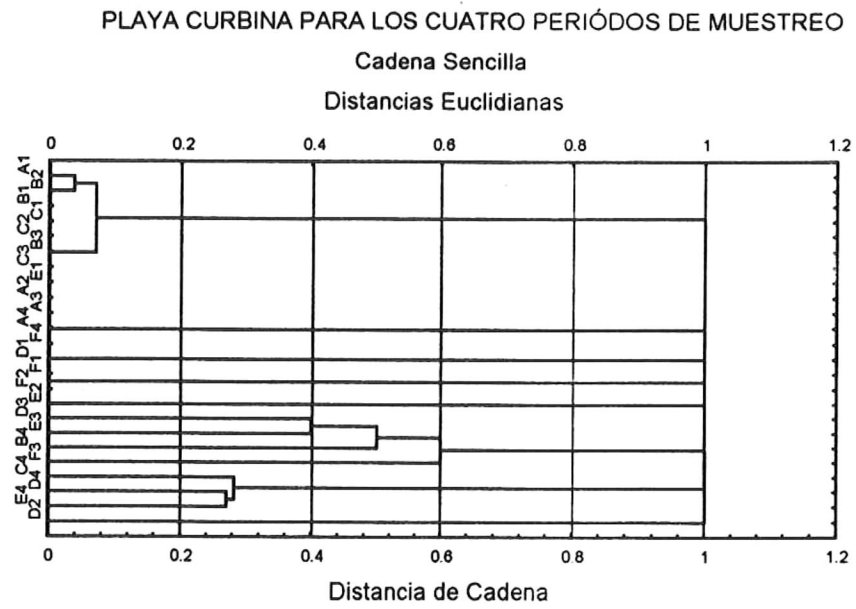


Figura 12.- Dendrograma del Análisis de agrupamiento modo Q con todos los niveles en los cuatro periodos de muestreo de Playa Curbina.

marzo. Para septiembre de 1993 (figura 13c) el comportamiento cambia radicalmente se puede observar una agrupación entre los niveles B3, D3 y C3 que en muestreos anteriores presentaban una disimilitud muy grande, alejados completamente de esta asociación y muy disímil entre ellos, se encuentra el grupo formado por los niveles A3 y E3 los cuales tienen la mayor similitud.

Para el muestreo de noviembre de 1993 (figura 13d) los resultados vuelven a ser diferentes, esta vez se nota una agrupación formada por A4, B4 y C4 las cuales presentan una alta similitud debido a que en este muestreo no se recobró ningún organismo en estos niveles. E4 y F4 presentan una similitud muy baja. Es posible observar que durante todo el período de muestreo las variaciones sufridas entre los niveles son en esta localidad mucho mayores que en las localidades anteriores, lo cual podemos notar claramente en la figura 14, donde se presentan todos los muestreos en Playa El Pelicano. Aquí podemos ver tres agrupaciones, una de las cuales abarca todos los niveles (A=Berma; B y C=planicie de marea interna; D y E=planicie de marea media) de los meses de marzo, mayo y septiembre, mientras que otro grupo únicamente comprende el muestreo de noviembre en los niveles B4, D4 y E4. La otra agrupación esta formada por C4, B4, A4, E3, A3, B2 Y D1.

La figura 15 representa al dendrograma donde se trató de comparar las tres estaciones con todos los niveles durante los cuatro muestreos. Realmente no se puede establecer una agrupación clara que nos indique algún patrón de asociación entre las tres estaciones.

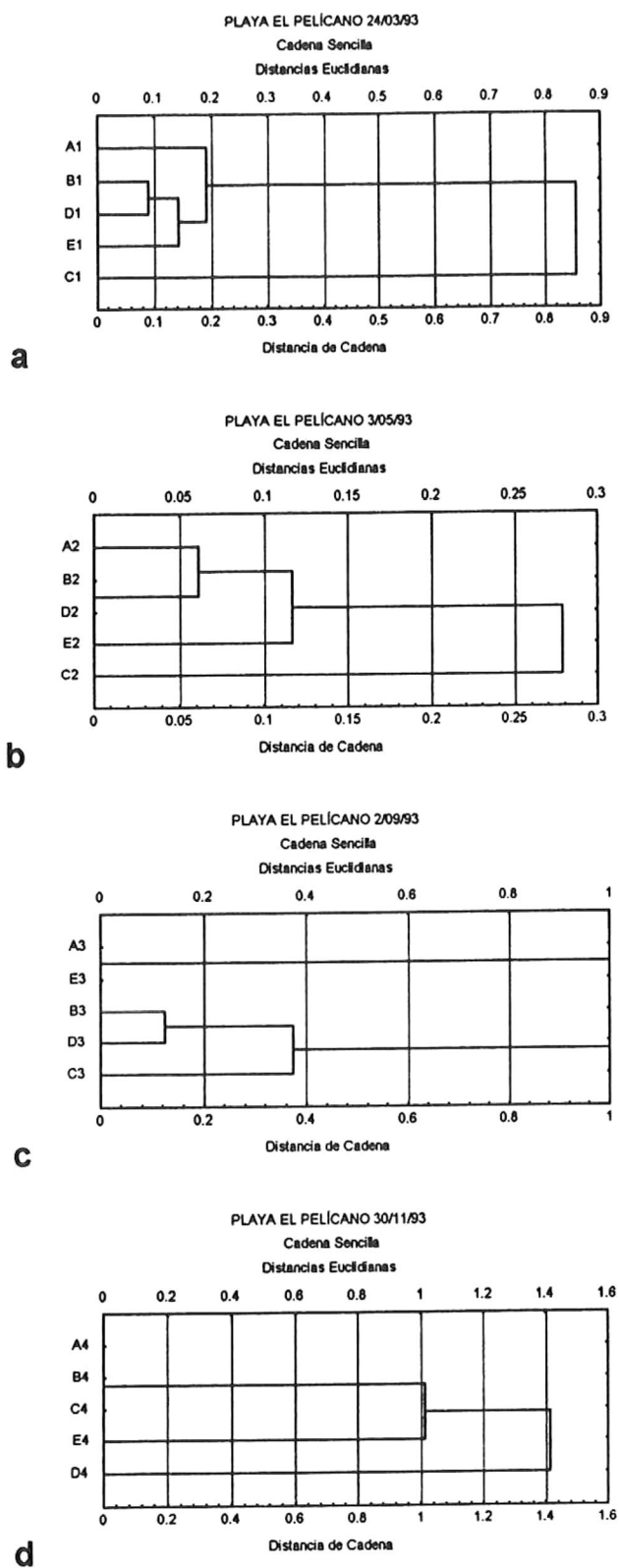


Figura 13.- Dendrograma del Análisis de agrupamiento modo Q de playa El Pelicano para los cuatro periodos de muestreo.

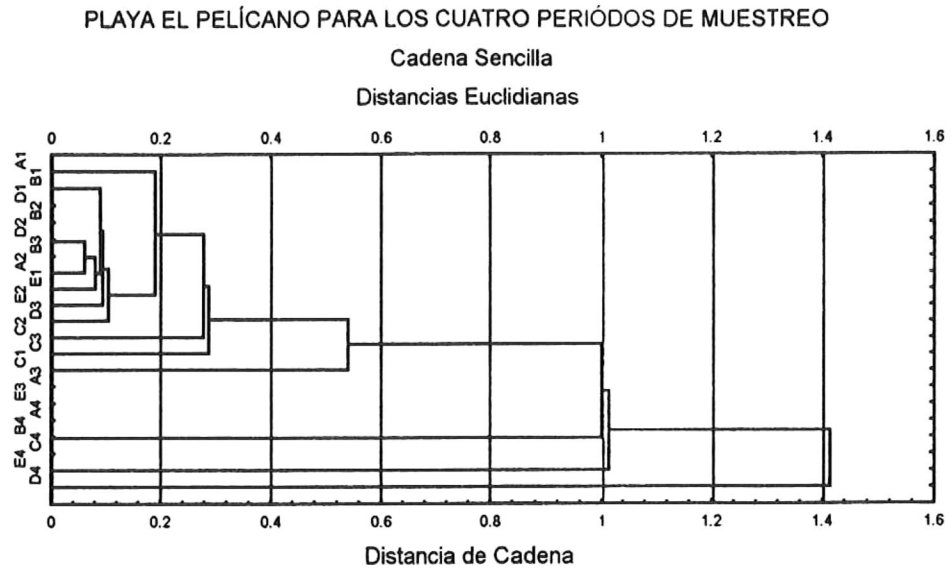


Figura 14.- Dendrograma del Análisis de agrupamiento modo Q con todos los niveles en los cuatro periodos de muestreo de playa El Pelicano.

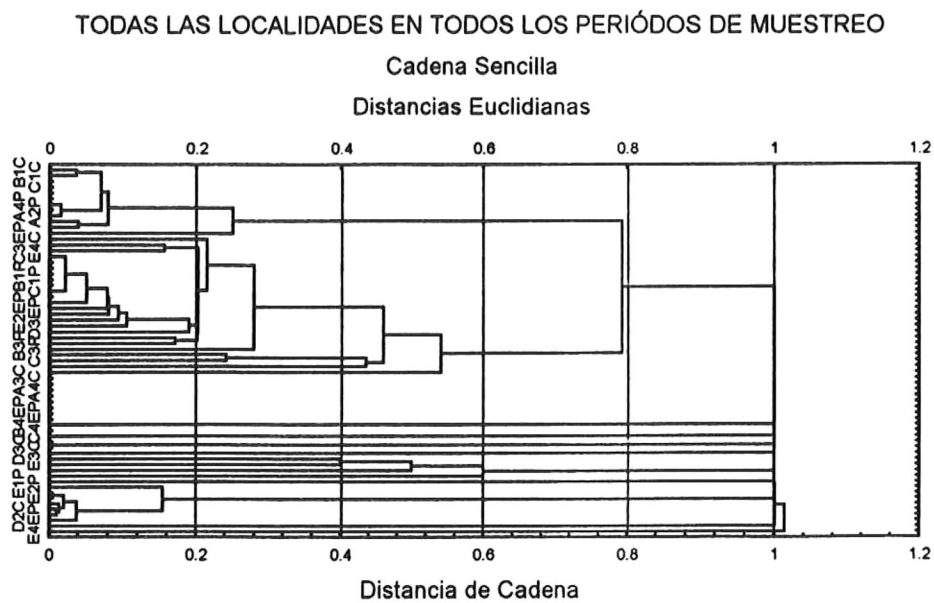


Figura 15.- Dendrograma del Análisis de agrupamiento modo Q con todos los niveles en los cuatro periodos de muestreo y en las tres localidades P= Percebú, C= Playa Curbina y EP= El Pelicano.

4. DISCUSIONES

La mayoría de las características adaptativas de los organismos de playas arenosas están dictadas por las condiciones cambiantes del ambiente, que son, probablemente las más complejas de todo el ecosistema marino (Brown y McLachlan, 1990).

Las playas estudiadas presentan un gradiente ambiental determinado por el grado de exposición al oleaje, el cual rige la variabilidad en las características del perfil de playa y la estabilidad del sustrato (Barnes, 1978). Esto fue evidente en los perfiles de playa analizados (figura 5 a, b y c), en donde el perfil de playa de Laguna Percebú (playa protegida) presenta las menores variaciones en su morfología comparado con Playa Curbina (playa semiprotegida) y Playa El Pelicano (playa expuesta), en las cuales las variaciones en la planicie de marea van desde la aparición y migración de barras arenosas (Playa Curbina), hasta la presencia enterramiento y nueva aparición de canales de marea (playa El Pelicano). Sin embargo, en Laguna Percebú la sección del perfil de playa, localizada entre la berma y la planicie de marea interna mostró los cambios más marcados con respecto a las otras dos localidades, en donde la variación fue menor.

Lo anterior puede deberse a que durante el tiempo posterior a marzo, los intervalos de marea fueron más grandes (Tabla II) ocasionando que el nivel del agua en Laguna Percebú alcanzara las partes más altas de la berma provocando su erosión, misma que se ve reflejada en el perfil de mayo, posteriormente existe una recuperación del perfil de playa (figura 5a).

Las características que presentan los perfiles de playa de cada una de las tres localidades, nos marcan una transición entre localidades, que va desde un perfil de pendiente suave hasta un perfil de pendiente abrupta, que son reflejo de las condiciones físicas del ambiente de las tres localidades estudiadas. Este comportamiento en los perfiles de playa es concordante con el patrón de distribución de tamaños de grano, en donde los tamaños más finos corresponden al nivel de baja energía que encontramos en Laguna Percebú y los más gruesos y por consecuencia de más alta energía, en Playa El Pelicano.

Por lo anterior, podemos establecer que puede existir una correspondencia directa entre nivel de exposición al oleaje, pendiente del perfil y tamaño de grano tal y como la señalada por Brafield (1978). Es importante señalar que aunque generalmente es aceptado el hecho de que a menor energía de oleaje el tamaño de grano es menor y la pendiente del perfil es suave, esta afirmación no siempre es comprobable en la realidad (Komar, 1976). Sin embargo en este estudio esta relación fue evidente.

En cuanto a la distribución de los organismos, se encontró que *Uca crenulata* tuvo una ocurrencia persistente durante todo el estudio en Laguna Percebú y en Playa Curbina, a excepción del mes de noviembre en esta última. En Playa El Pelicano no se presentó en ningún periodo de muestreo. Lo anterior se debe a que la ocurrencia de *Uca crenulata* esta asociada a características sedimentarias del medio, que a diferencia de otros estudios como el de Badillo-Padilla (1993), quien encontró que esta relación no influye en la distribución del cangrejo violinista.

Sin embargo en este trabajo encontramos que las condiciones tixotrópicas del sedimento, las cuales están asociadas al tamaño de grano y al contenido de materia orgánica en los sedimentos, es una característica que permite que el organismos pueda enterrarse rápidamente cuando se ve amenazado por depredadores (Crane, 1975) o cuando los niveles de desecación son muy altos (Brafield, 1978; Rignold, 1979). Esta condición no se encontró en los sedimentos de Playa El Pelicano, ya que aquí, aunque se encuentran arenas medias como en las otras dos localidades, la clasificación del sedimento presenta muchos fragmentos gruesos que permiten una percolación del agua más rápida durante la bajamar. Esta velocidad de percolación se incrementa debido a la pendiente abrupta de la cara de la playa (Komar, 1978).

La alta porosidad de los sedimentos evita la retención de agua intersticial y el nivel freático se hunde provocando una dilatación del sedimento, la cual evita que el sustrato sea fácil de penetrar. Por el contrario, en Laguna Percebú y Playa Curbina la baja permeabilidad de los sedimentos permite la retención de agua intersticial debido a su gran capilaridad y el nivel

freático permanece más alto, propiciando las condiciones tixotrópicas necesarias para la sobrevivencia de *Uca crenulata*.

Nassarius iodes es un gasterópodo que presenta una amplia distribución a lo largo del perfil de playa durante los cuatro periodos de muestreo en las tres localidades, siendo menos abundante en Playa Curbina. No se observó un patrón de preferencia hacia algún nivel en especial, ya que lo podemos encontrar tanto en la berma de la playa como en la planicie de marea media o en el borde del canal principal de marea (Brusca, 1980). Aunque no existe un patrón definido en cuanto a su zonación, el comportamiento de *Nassarius iodes* puede estar asociado a su comportamiento migratorio, siguiendo el nivel de marea hacia arriba o hacia abajo sobre el perfil de playa. Este comportamiento le permite al animal permanecer en la zona de vaivén del oleaje, donde las condiciones de alimentación son óptimas y se mantiene protegido de sus depredadores (Brown y McLachlan, 1990).

En Playa Curbina y Playa El Pelicano se encontró que la distribución de *Olivella dama* a lo largo del perfil de playa fue irregular, ya que aunque no se colectaron organismos en algunos niveles la evidencia de sus huellas de bioturbación fue patente. Al parecer *Olivella dama* prefiere la planicie de marea media y externa de Playa Curbina y El Pelicano, así como las planicies de arena fina de Laguna Percebú. De acuerdo con Brown y McLachlan (1990) *Olivella dama* esta distribución se extiende desde el nivel de marea baja hasta el borde de la plataforma continental.

Una especie que presentó una zonación definida fue el gasterópodo *Cerithium stercusmuscarum* en el cual se observó persistentemente a lo largo de todo el estudio en los niveles D (planicie de marea media) y E (borde del canal de marea) de Laguna Percebú exclusivamente, por lo cual tipifica este ambiente en concordancia con los resultados obtenidos por Villarreal-Chávez (1990). Se notó un incremento considerable en la abundancia de *Cerithium stercusmuscarum* (1060 individuos/m²) hacia los meses de septiembre y noviembre, debido a que las condiciones climáticas fueron más favorables y bajo estas condiciones el

organismo aprovecha para realizar sus actividades alimenticias y reproductivas (McCloy, 1979). Algo interesante de señalar es que a pesar del cambio en las características del sustrato, de ser casi completamente rocoso hasta volverse arenoso en el nivel E, la presencia de esta especie se mantuvo. Esto puede explicarse debido a que la limitante para la sobrevivencia de este organismo es principalmente la desecación, aunque esta provisto de un concha protectora *Cerithium stercusmuscarum* prefiere mantenerse en los niveles que solo quedan expuestos durante las mareas más bajas y en sustratos semiduros (Brusca, 1980), además de que el canal de mareas es un sitio donde se encuentra alimento más fácilmente (Zedler, 1982) para un organismo que ha sido clasificado como detritívoro (Fursih y Schodlbauer, 1991).

En Playa El Pelicano encontramos la galleta de mar *Mellita longfisa*, la cual es una especie residente. Al parecer este organismo mantiene una preferencia al tamaño de grano del sedimento, ya que se presenta en el nivel C durante los meses de marzo y mayo, desplazándose a los niveles D y E en septiembre y noviembre, debido a que el sedimento cambio de medios a gruesos en el nivel C, siendo de medios a finos en los D y E.

Tanto la playa de Laguna Percebú como la Playa de El Pelicano presentan características físicas del medio que las hacen claramente reconocibles tanto en la estructura como en la zonación de las especies. La respuesta del perfil a las condiciones extremas en ambos medios se ve reflejada en el comportamiento de la estructura de la comunidad macrobentónica. En Playa Curbina que es una playa semiprotégida, las fluctuaciones en composición de las especies es una mezcla de los extremos ambientales.

Las agrupaciones detectadas en los dendrogramas variaron de acuerdo a los cambios en composición de las especies como consecuencia de las fluctuaciones en las características tanto sedimentarias como morfológicas del perfil de playa, y del desplazamiento a lo largo del perfil de las especies, debido a sus hábitos alimenticios. En la comparación realizada en el dendrograma donde se muestran las tres localidades en todos los periodos de muestreo, no podemos concluir que existan agrupaciones que definan un nivel dentro del perfil; esto es de

esperarse, ya que como anteriormente se mencionó, los tres ambientes presentan características físicas y estructurales de las comunidades macrobentónicas que definen a cada localidad. Sin embargo, dentro de cada localidad podemos identificar agrupaciones definidas entre los niveles comparados.

Considerando lo anteriormente discutido, el presente estudio actualístico aplicado a la interpretación y reconstrucción paleoecológica y paleoambiental nos hace ver que la distribución actual de los organismos refleja patrones de distribución variables en el espacio y tiempo para una misma condición ambiental, siendo la playa protegida la de menor variabilidad ambiental, y por el contrario playa, El Pelicano tuvo la mayor variabilidad, debido a su condición de playa expuesta.

Dependiendo de como entendamos estos patrones, nuestra capacidad de interpretación y reconstrucción de los ambientes antiguos nos permitirá realizar evaluaciones más cercanas a la realidad, ya que los patrones de distribución de las especies vivas proporcionan información de que tan estrechamente la fauna bentónica corresponde a gradientes ambientales que varían en el espacio y tiempo, que como hemos obtenido en este trabajo esta correspondencia depende principalmente de el grado de exposición al oleaje, las propiedades del sedimento y los hábitos alimenticios de los organismos. Por lo tanto, las asociaciones de organismos que esperaríamos se preservaran como fósiles, a lo más nos indicarían un promedio de las condiciones ambientales que prevalecieron en una zona intermareal, ya que los organismos comúnmente después de la muerte están sujetos a transporte acumulándose principalmente en la berma de la playa, lo cual se observó en los tres ambientes comparados en este trabajo.

Se requeriría un sepultamiento rápido, sin retrabajamiento posterior del depósito, para que se preserven los subambientes que definen un perfil de playa.

En el registro fósil generalmente encontramos reflejado un promediado de la variabilidad espacio temporal observada en este estudio. Sin embargo, Flessa y Fursich (1991), obtienen una buena correspondencia entre la distribución de la biocenosis y la tanatocenosis en Bahía la

Choya en la costa de Sonora, lo cual puede explicarse porque las condiciones ambientales que presenta esa zona, como un amplio intervalo de mareas, que alcanzan frecuentemente un desplazamiento vertical de 8 a 9 m, que junto con la pendiente suave de la zona intermareal, resulta en una extensa área de exposición durante las mareas más bajas (10 km², con transectos que alcanzan hasta 4 km). Las condiciones anteriores ocasiona que la variabilidad del ambiente, consecuencia de las condiciones hidrodinámicas, sea menor que en la zona analizada en este estudio, donde debido a que el área de exposición, mucho menor que en la Choya, presenta condiciones hidrodinámicas más fuertes, que provocan un transporte y un retrabajamiento muy activo de los restos esqueléticos, evitando una correspondencia entre la biocenosis y la tanatocenosis, como la observada en este estudios, ya que existen restos de organismos aloctónos como *Cerithium stercusmuscarum* en Playa el Pelicano y Playa Curbina, mismo que no se encontró vivo en ninguno de los muestreos , aún en recorridos superficiales dentro del área de estudio.

Lo anterior nos hace ver que en interpretaciones paleoecológicas, dentro de la asociación total, los organismos compatibles con el sedimento que no muestran huellas de abrasión por transporte y sean abundantes, son los que servirán como indicadores del ambiente.

En este caso tenemos que la textura del sedimento aunada a la asociación *Cerithium-Uca* (bioturbación o quelas, que son las que se preservan) caracteriza una playa protegida; la playa semiprotegida no mostró una asociación consistente, ya que los organismos presentes, también se encuentran en playas expuestas y protegidas, lo que es de esperarse por corresponder a condiciones ambientales intermedias.

La asociación más consistente esta dada por huellas de bioturbación de *Uca crenulata* y huellas de mantarrayas asociadas a sedimentos tixotrópicos y a abundantes estructuras primarias. La playa expuesta se caracterizó por sedimentos gruesos, ausencia de estructuras de bioturbación de *Uca crenulata*, predominando las huellas de bioturbación de *Olivella dama*, asociadas a *Mellita longfisa*.

Los depósitos del Plioceno que afloran en el marco regional de la zona de estudio presentan una abundante fauna de invertebrados, principalmente moluscos, cuyas asociaciones fósiles muestran variaciones laterales y verticales (Téllez-Duarte et al, 1993). Estas variaciones podrían ser identificadas con una correspondencia con los niveles dentro del perfil de playa, utilizando como modelo actualístico como el obtenido en el presente estudio. Estas aproximaciones actualísticas utilizadas en el análisis paleoambiental, requieren del conocimiento tanto de la biota marina como de las características físicas del ambiente, y serían necesarias condiciones de excelente preservación para poder reconocer los subambientes de un perfil de playa, dada la gran variabilidad que presenta a lo largo del año. Recientemente la mayoría de los estudios paleontológicos han enfocado su atención sobre los procesos tafonómicos que alteran las características y distribución de la fauna marina. De esta manera, con los resultados de este estudio, integrado a los procesos tafonómicos podremos realizar evaluaciones paleoambientales y paleoecológicas para reconstruir con base en las asociaciones fósiles y los sedimentos que los contienen, la historia ecológica y ambiental de los primeros estadios del Golfo de California.

5. CONCLUSIONES

a).- Los cambios estructurales en la composición de las especies que promueven la zonación en las playas de las tres localidades esta determinada por el grado de exposición al oleaje, las características texturales del sedimento, tiempo de exposición a la desecación y los hábitos alimenticios de los organismos.

b).- Las playas arenosas presentan una baja diversidad de organismos con partes duras que puedan preservarse en el registro fósil.

c).- La asociación de *Cerithium stercusmuscarum* - *Uca crenulata* (huellas de bioturbación) con sustratos de arenas finas caracterizó las condiciones de playa protegida (Laguna Percebú), donde se observó la zonación más clara. En la playa semiprottegida (Playa Curbina) dadas sus condiciones ambientales intermedias no se encontró una asociación diagnóstica, pero la caracterizó la asociación de huellas de bioturbación de *Uca crenulata* - huellas de mantarraya y un sustrato de arenas medias tixotrópicas. En condiciones de playa expuesta (El Pelicano), el nivel de alta energía se caracterizó por sedimentos gruesos donde predominan *Olivella dama* y *Mellita longfisa*.

d).- La características tixotrópicas del sedimento son propias de las playas protegidas de Laguna Percebú y semiprottegidas de Playa Curbina y las cuales favorecen la presencia de *Uca crenulata*.

e) Los resultados obtenidos muestran que la interpretación paleoecológica y paleoambiental de playas arenosas debe sustentarse en un estudio sedimentológico y de la fauna asociada, pero resulta difícil interpretar estos ambientes debido a que muestran una gran variabilidad espacio temporal, que a lo más permiten hacer inferencias generales referidas a toda la zona intermareal.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aberhan M. and F. T. Fursich. 1991. Paleocology and Paleoenvironments of the Pleistocene Deposit of Bahía la Coya (Gulf of California). In: Ecology, Taphonomy and Paleocology of Recent and Pleistocene Molluscan Faunas of Bahía la Coya, Northern Gulf of California. *Zitteliana* 18(10): 135-163
- Ansell, A. D., P. Sivadas, B. Narayanan, V. N. Sankaranarayanan and A. Trevallion. 1972a. The Ecology of Two Sandy Beaches in South West India. I. Seasonal Changes in Physical and Chemical Factors in the Macrofauna. *Marine Biology* 17: 38-62.
- Badillo-Padilla, M. M. 1993. Distribución Espacio-Temporal del Cangrejo Violinista (*Uca crenulata*) en el Estero de Punta Banda, B. C. México. Tesis de Licenciatura UABC.
- Barnes, R. S. K. 1978. *The Coastline*. John Wiley & Sons. p. 31-47.
- Brafield, E. A. 1978. *Life in Sandy Shores: Studies in Biology*. Edward Arnold Publishers Ltd. London 89: 60 p.
- Brown, A. C. and A. McLachlan. 1990 *Ecology of Sandy Shores*. Elsevier Pub. 328 p.
- Campos-González, E. 1988. New molluscan host for two shrimps and two crabs on the coast of Baja California, with some remarks on distribution. *Veliger*, 29(2): 238-239.
- Carvacho, A., A. Escofet y C. León. 1984. Laguna Percebú, Alto Golfo de California: Diagnóstico Ecológico y Bases que justifican su protección. En: Resúmenes III Simposium de Biología Marina, La Paz B.C.S., 24-26 de octubre 1984, p. 54-55.
- Crane, J. 1975. *Fiddler Crabs of the World*. Princeton, N. J. University Press.
- Crocker, R. A., R. P. Hager and K. J. Scott. 1975. Macroinfauna of Northern New England Marine Sand. II. Amphipod-dominated Intertidal Communities *Canadian Journal Zool.* 53: 42-51.
- Dahl, E. 1952. Some Aspects of the Ecology and Zonation of the Fauna on Sandy Beaches. *Oikos* 4(1): 1-27
- Defeo, O., E. Jaramillo and A. Lyonnet. 1992. Community Structure and Intertidal Zonation of the Macroinfauna on the Atlantic Coast of Uruguay. *Journal of Coastal Research* 8 (4): 830-839.
- Dexter, D. M. 1983. Community Structure of Intertidal Sandy Beaches in New South Wales, Australia. In *Sandy Beaches as Ecosystem*. Ed. A. McLachlan & T. Erasmus. 461-472.
- Hanson, H. 1989. Genesis a Generalized Shoreline Change Numerical Model. *Journal of Coastal Research* 5 (1): 1-27.
- Feige A. and F. T. Fursich. 1991. Taphonomy of Recent Molluscan of Bahía la Coya (Gulf of California). In: Ecology, Taphonomy and Paleocology of Recent and Pleistocene Molluscan Faunas of Bahía la Coya, Northern Gulf of California. *Zitteliana* 18(10): 89-133

- Flessa, K. W. and F.T. Fursich. 1991. Quantitative Analyses of Molluscan Communities and Taphocoenoses of Bahia la Choya (Gulf of California, Sonora, Mexico). In: Ecology, Taphonomy and Paleoecology of Recent and Pleistocene Molluscan Faunas of Bahia la Choya, Northern Gulf of California. *Zitteliana* 18(10): 79-88
- Folk, R. 1980 .Petrology of Sedimentary Rocks. Austin Texas: Hemphill, 182 p.
- Fursich, F. t. and K.. W. Flessa 1987. Taphonomy of Tidal Flat Molluscs in the Northern Gulf of California: Paleoenvironmental Analysis Despite the Perils of Preservation. *PALAIOS* 2.: 543-559.
- Fursich, F. T. and K. W. Flessa 1991. The origin and Interpretation of Bahia la Choya (Northern Gulf of California) Taphocoenoses: Implications for Paleoenvironmental Analysis. In: Ecology, Taphonomy and Paleoecology of Recent and Pleistocene Molluscan Faunas of Bahia la Choya, Northern Gulf of California. *Zitteliana* 18(10): 165-169
- Fursich, F. T., K. W. Flessa, M. Aberhan, A. Feige and S. Schodlbauer 1991. Sedimentary Habitats and Molluscan Faunas of Bahia la Choya (Gulf of California, Sonora, Mexico). In: Ecology, Taphonomy and Paleoecology of Recent and Pleistocene Molluscan Faunas of Bahia la Choya, Northern Gulf of California. *Zitteliana* 18(10): 5-51.
- Fursich, F. T and S. Schodlbauer 1991. Zonation of Molluscan Species across the tidal flats of Bahia la Choya (Gulf of California, Sonora, Mexico): Paleocological Significance. In: Ecology, Taphonomy and Paleoecology of Recent and Pleistocene Molluscan Faunas of Bahia la Choya, Northern Gulf of California. *Zitteliana* 18(10): 53-70
- Fursich, F. T and S. Schodlbauer 1991. Zonation of Molluscan Species across the tidal flats of Bahia la Choya (Gulf of California, Sonora, Mexico): Paleoenvironmental Significance. In: Ecology, Taphonomy and Paleoecology of Recent and Pleistocene Molluscan Faunas of Bahia la Choya, Northern Gulf of California. *Zitteliana* 18(10):71-78
- Jaramillo, E. 1987. Community Ecology of Chilean Sandy Beaches. Dissertation, University Of New Hampshire, Durham, U.S.A.
- Komar, D. P. 1976. Beach Processes and Sedimentation. New Jersey . Prentice-Hall, 429 p.
- Larsen, P. F. and L.. F. Dogget. 1990. Sand Beach Macrofauna of the Gulf of Maine with Interference on the Role of Oceanic Fronts in Determining Community Composition. *Journal Coastal Research* 6 (4): 913-926.
- McArdle, S. B. and A. McLachlan. 1992. Sand Beach Ecology: Swash Features Relevant to the Macrofauna. *Journal os Coastal Research* 8 (2): 398-407.
- McCloy, M. J. 1979. Populations Regulation in the Deposit Feeding Mesagastropod *Cerithidea californica* as it Occurr in a San Diego Salt Marsh Habitat. M.S. Thesis, San Diego State University.
- McLachlan, A. 1980a. Exposed Sandy Beaches as semi-enclosed ecosystems. *Marine Environments Res.* 4: 59-63.
- McLachlan, A. 1983. Sandy Beaches Ecolgy- A Revies. In *Sandy Beaches as Ecosystems*. Ed. A. McLachlan & T. Erasmus. 321-380 .

- McLachlan, A. 1990. Dissipative Beaches and Macrofauna Communities on Exposed Intertidal Sands. *Jour. of Coastal Research* 6 (1): 57-71.
- McLachlan, A and P. Hesp. 1984. Faunal Responses to Morphology and Water Circulation of Sandy Beach with Cups. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 19: 133-144.
- McLusky, D. S., S. A. Nair, A. Stirling y R. Bharoava. 1975. The Ecology of a Central West Indian Beach with Particular Reference to *Donax incarnatus*. *Marine Biology* 30: 267-270.
- Rhoads, D. C. and D. K. Young. 1970. The Influence of Deposits Feeding Benthos on Bottom Sediment Stability and Community Trophic Structure. *Journal of Marine Resources* 28: 150-178.
- Parks, J. 1966. Cluster Analysis Applied to Multivariate Geologic Problems. *Journal Sedimentary Petrology*. 74 (5) 703-715.
- Rignold, P. 1979. Burrowing, root mat density and the distribution of Fiddler Crabs in the Eastern United States. *Journal Exp. Marine Biology Ecological* 36: 11-21.
- Romero, C. G. 1982. Sistemática, Biología y Ecología de los Anomuros (Crustacea, decapoda) de Laguna Percebú, Alto Golfo de California, B. C. México. Tesis, Univ. Autón. Baja Calif., 207 pp.
- Sanders, H. L. 1958. Benthic studies in Buzzards Bay. *Animal-Sediment Relationships. Limnology Oceanography* 3 : 245-258.
- Short, A. D. 1987. A Note on the Controls of Beach Type and Change with SE Australian Examples. *Journal of Coastal Research* 3: 387-395.
- Short, A. D. y L. D. Wright. 1983. Physical Variability of Sandy Beaches. In *Sandy Beaches as Ecosystems*. Ed. A. McLachlan & T. Erasmus. 321-380 .
- Siegel, S. 1986. Estadística No Paramétrica. Décima reimpresión. Editorial Trillas México 344p.
- Souyhgate H. N. 1989. A Nearshore Profile Model of Wave and Tidal Current Interaction *Coastal Engineering* 13 : 219-245.
- Stump, T. E. 1975. Pleistocene Molluscan Paleoecology and Community Structure of the Puerto Libertad Region, Sonora, México. *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.*, 17(3): 177-226.
- Téllez-Duarte, M. A. y G. Avila-Serrano 1993. Tafonomía Comparativa entre Moluscos del Plioceno y Recientes en Puertecitos, Baja California, México. En: Resúmenes del IV Congreso Nacional de Paleontología, México, D. F. 20-22 de Octubre
- Téllez-Duarte, M. A. y G. Avila-Serrano 1994. Cambios Estacionales en el Transporte de Conchas de Moluscos en Playa Santa María B. C.: Implicaciones Tafonómicas y Paleoecológicas. En: Resúmenes del V Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortéz. La Paz, B.C.S., 24-27 de Abril.

Téllez-Duarte, M. A., A. Martín-Barajas y G. Rendón. 1992. Paleoecología y Ambientes del Terciario en Arroyo La Cantera, Puertecitos, Baja California. En: Resúmenes de la XI Convención Geológica Nacional de la Sociedad Geológica Mexicana. Veracruz, Ver. 5-8 de Julio de 1992.

Villarreal-Chávez, G. 1990. Observaciones Ecológicas en Laguna Percebú, Baja California. *Ciencias Marinas*, 16(3): 77-91.

Zedler, J. B. 1982. The Ecology of Southern California Coastal Salt Marshes: A community Profile. U.S.A. Fish Wild Biol. Serv. Progr. FWS/OBS-81/58. 110 pp.