



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**FACULTAD DE INGENIERIA MARITIMA
Y CIENCIAS DEL MAR**

**"ESTUDIO PRELIMINAR DE LA VARIACIÓN ANUAL
DEL HIPERBENTOS INTERMAREAL DE UNA PLAYA
ARENOSA DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS
(CENAIM-SAN PEDRO) "**

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:

OCEANOGRFA

Presentada por:

Verónica Ruiz Xomchuk

**GUAYAQUIL - ECUADOR
2002**

AGRADECIMIENTO

Primero, a quien sabe que por El lo hice, porque me sostuvo siempre y me dio la ciencia y la calma.

Mi profundo agradecimiento a Dr. Nancy Fockedey, mi mentora en esta area de la investigación, por sus enseñanzas, consejos y ayuda. A MSc. María del Pilar Cornejo y a Prof. Dr. Magda Vincx, por darme la oportunidad de la investigación dentro del proyecto VLIR y por despertar mi entusiasmo en el area de la ecología costera. A MSc. Sonia Guartatanga, Jefe del laboratorio de Bentos y mi directora de Tesis, quien estuvo desde los comienzos, en los trabajos de campo, en el laboratorio, en la elaboración de este documento. Mis muy sinceros agradecimientos a Biol. Karina González, pues fue ella quien cargó con el trabajo de la identificación taxonómica, y siempre estuvo brindándome su amistad y aliento. A Ac. Luis Dominguez, compañero de trabajo y amigo, quien siempre estuvo presto a darme sus consejos y sugerencias durante el desarrollo de este tema, y para darme ánimo. A todas las personas que trabajan y trabajaron en la subcomponente 4.2 del poryecto VLIR – ESPOL, por su ayuda y amistad.

A mi madre, a quien debo mucho el haber logrado lo que tengo, por todo su esfuerzo y dedicación, por su apoyo incondicional.

A las maravillosas personas que me dieron aliento, descanso, alegría, afecto y un raudal tremendo de fuerza, siempre, siempre, siempre. Realmente GRACIAS, no lo hubiera logrado sin ustedes.

DEDICATORIA

Tu omnia nosti.
A mi madre, de quien heredé la curiosidad.

Ing. Eduardo Cervantes
Decano Facultad Ingeniería Marítima
y Ciencias del Mar
Presidente del Tribunal

MSc. Sonia Guartatanga
Directora de Tesis

Ing. Jorge Espinoza
Miembro del Tribunal

Ac. Henry Alvarez
Miembro del Tribunal

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL.)

.....
Verónica Ruiz Xomchuk

RESUMEN

El hiperbentos intermareal de una playa arenosa fue monitoreado a lo largo de un año (junio del 2000 a julio del 2001), muestreándose en las mareas de sicigia de luna llena y luna nueva de cada mes, tanto durante marea baja como en marea alta. Parámetros adicionales del agua tales como temperatura superficial, salinidad, concentración de clorofila *a*, materia particulada en suspensión y materia orgánica particulada, fueron tomados. Condiciones ambientales como oleaje, fuerza y dirección del viento, variación del perfil de playa, composición del sedimento, precipitación, temperatura atmosférica y nubosidad también fueron registrados. Aplicando estadística descriptiva y multivariada se trató de establecer la variación del hiperbentos en densidad y diversidad determinando fluctuaciones que puedan corresponder a cambios estacionales, o respuestas a cambios en los parámetros ambientales tomados.

Con el análisis multivariado pudieron ser identificadas tres comunidades que corresponden a las estaciones fría (junio a diciembre) y cálida (enero a mayo), y a muestras influenciadas por marea roja (abril y mayo en los aguajes de luna llena). La temperatura superficial de agua y el contenido de clorofila *a* fueron los parámetros que mostraron buenas correlaciones con los grupos establecidos.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	6
INDICE GENERAL.....	7
INDICE DE FIGURAS.....	11
INDICE DE TABLAS	16
INTRODUCCION	17
I. GENERALIDADES	20
1.1. El Bentos: Definición y Clasificación.....	20
1.2. Hiperbentos	21
1.3. Breve Reseña a la Ecología del Hiperbentos en la Zona de Rompiente	23
1.3.1. Su rol en el ambiente.....	23
1.3.2. Factores que influyen en la biomasa y biodiversidad del hiperbentos en la zona de rompiente	25
1.3.3. Posibilidad de uso como bioindicador	26
1.4. Estudios Anteriores y Situación del Conocimiento del Hiperbentos en el País...	27
1.4.1. El proyecto VLIR – ESPOL.....	27
II. ZONA DE ESTUDIO.....	29
2.1. Ubicación	29
2.2. Descripción	29
2.2.1. Geología regional y local	31

2.2.2. Clasificación de la playa	32
2.2.3. Condiciones Oceanográficas locales.....	32
2.2.3.1 Influencia de mareas	32
2.2.3.2 Corrientes locales	34
2.2.3.3 Incidencia del oleaje.....	35
2.2.4. Condiciones Meteorológicas locales.....	37
2.2.4.1 Vientos	37
2.2.4.2 Precipitación.....	37
2.2.5. La población y su actividad.....	38
III. MATERIALES Y MÉTODOLOGIA DE CAMPO Y LABORATORIO.....	39
3.1. Estrategia de Muestreo.....	39
3.1.1. Elección de las fechas y momento	39
3.1.2. Parámetros adicionales.....	40
3.2. Metodología de Campo.....	41
3.2.1. Captura de muestras de hiperbentos.....	41
3.2.2. Medición de parámetros adicionales.....	43
3.2.2.1 Variables en la columna de agua.....	43
3.2.2.2 Procesos litorales.....	43
3.2.2.3 Parámetros ambientales.....	44
3.3. Análisis de las Muestras.....	45
3.3.1. Parámetros adicionales.....	45

3.3.1.1 Materia suspendida particulada (MPS) y materia orgánica particulada (MOP).....	45
3.3.1.2 Clorofila a.....	46
3.3.1.3 Granulometría	47
3.3.2. Análisis de muestras de hiperbentos	48
3.3.2.1 Separación.....	48
3.3.2.2 Conteo e identificación	49
IV. ANALISIS DE DATOS.....	52
4.1. Estadística General.....	52
4.1.1 Análisis de comunidades: Estadística descriptiva.....	52
4.2. Análisis Multivariado.....	53
4.2.1. Análisis indicador de dos vías (TWINSpan)	53
4.2.2. Análisis de correspondencia.....	55
4.3. Índices de Diversidad.....	56
V. RESULTADOS	58
5.1. Condiciones geológicas, oceanográficas y meteorológicas	58
5.2. Composición del Hiperbentos.....	66
5.2.1. Estadística descriptiva.....	66
5.2.2. Análisis Multivariado.....	95
5.2.2.1 TWINSpan	96
5.2.2.2 Análisis Canónico	99
5.2.3. Descripción de las comunidades	102

5.2.4. Biodiversidad	117
VI. DISCUSION.....	118
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	125
ANEXOS.....	128
ANEXO A.....	129
ANEXO B.....	130
ANEXO C.....	131
ANEXO D.....	132
ANEXO E.....	133
BIBLIOGRAFIA.....	Error! Bookmark not defined.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la zona de estudio. Fuente: Domínguez, 2001.....	30
Figura 2: Trineo hiperbentónico. Fuente: Domínguez, 2001	41
Figura 3: Amplitud de marea. Fuente: Tabla de mareas INOCAR (2000 y 2001)	58
Figura 4: Temperatura superficial del agua en la zona de rompiente	60
Figura 5. Temperatura superficial del mar frente a Ecuador. Fuente: Página web de la NOAA.	60
Figura 6: Salinidad en la zona de rompiente.....	61
Figura 7: Concentración de Clorofila <i>a</i> de las muestras de agua tomadas en la zona de rompiente.....	62
Figura 8: Concentración de materia particulada suspendida en las muestras de agua tomadas en la zona de rompiente.	63
Figura 9: Concentración de materia particulada orgánica en las muestras de agua tomadas en la zona de rompiente.	63
Figura 10: Promedio de alturas visuales de rompiente por fecha.	64
Figura 11: Diametro medio de grano de las muestras de sedimento tomadas en la orilla.	65
Figura 12: Temperatura del aire a la sombra.	66
Figura 13: Densidad del hiperbentos total.	69
Figura 14: Densidad del hiperbentos habiendo extraído el grupo Mysidacea	70

Figura 15: Densidades relativas de misidáceos y “otros”, promediando las muestras de MB y MA.	71
Figura 16: Densidad del holohiperbentos en MB y MA	72
Figura 17: Densidad del merohiperbentos en MB y MA.....	72
Figura 18: Densidades relativas de las muestras por Phylum. MB.....	73
Figura 19: Densidades relativas de las muestras por Phylum. MA.....	73
Figura 20: Densidades Phylum Cnidaria.....	74
Figura 21 : Densidades Clase Polychaeta	75
Figura 22: Densidades Clase Bivalvia	76
Figura 23: Densidades clase Gastropoda	77
Figura 24: Densidades de las Clases más abundantes encontradas en el Subphylum Crustacea durante los muestreos de marea baja (MB).....	78
Figura 25: Densidades de las Clases más abundantes encontradas en el Subphylum Crustacea durante los muestreos de marea alta (MA).....	79
Figura 26: Densidades de los tres principales órdenes de copépodos hallados durante los muestreos de marea baja (MB).....	80
Figura 27: Densidades de los tres principales órdenes de copépodos hallados durante los muestreos de marea alta (MA).	80
Figura 28: Densidades de los principales taxones del orden Decapoda hallados durante los muestreos en marea baja (MB).....	81
Figura 29: Densidades de los principales taxones del orden Decapoda hallados durante los muestreos en marea alta (MA).	82

Figura 30: Densidades de los camarones peneidos hallados en los muestreos de marea baja.	83
Figura 31: Densidades de los camarones peneidos hallados en los muestreos de marea baja.	83
Figura 32: Densidades de los tres principales géneros de misidáceos hallados en los muestreos de marea baja (MB) y de marea alta (MA).	84
Figura 33: Densidades del orden Isopoda.	85
Figura 34: Densidades del orden Amphipoda.	86
Figura 35: Densidades de huevos de peces.	88
Figura 36: Densidades de larvas de peces.	89
Figura 37: <i>Hyalinoecia</i> species	Figura 38: <i>Donax</i> species. SPAT 93
Figura 39: <i>Mytella</i> spec 1. SPAT	Figura 40: <i>Tivella</i> spec 1. SPAT 93
Figura 41: <i>Mazatlaniana</i> species. SPAT	Figura 42: <i>Olivella</i> species. SPAT 93
Figura 43: Pteropoda species	Figura 44: <i>Eucalanus pileatus</i> 93
Figura 45: <i>Emerita rathbunae</i>	Figura 46: Gammaridea spec 2 94
Figura 47: Coriphidea spec 1	Figura 48: Isopoda spec 11 94
Figura 49: Isopoda spec 12	Figura 50: Sagitta species. 94
Figura 51: Sternoptichidae species. EGG	Figura 52: <i>Bomwaniela</i> spec 1. 94
Figura 53: <i>Metamysidopsis</i> spec 1.	Figura 54: <i>Mysidopsis spec 1</i> 95
Figura 55: <i>L. vannamei</i>	Figura 56: <i>L. occidentalis</i> 95
Figura 57: <i>L. stylirostris</i>	95
Figura 58: Dendograma del TWINSPAN	98

Figura 59: Ordenación especial de las muestras obtenida del CA de las muestras (a) y de las especies (b).....	99
Figura 60: Ordenación especial de las muestras obtenida del CA de las muestras (a) y de las especies (b) habiendo extraído las cuatro muestras.	100
Figura 61: Variables ambientales graficadas pasivamente.	101
Figura 62: Temperatura promedio en los grupos TWIN.....	103
Figura 63: Contenido promedio de clorofila <i>a</i> en los grupos TWIN.	104
Figura 64: Densidades promedio de hiperbentos total en los grupos TWIN.	105
Figura 65: Densidades promedio de holohiperbentos en los grupos TWIN.	106
Figura 66: Densidades promedio de merohiperbentos en los grupos TWIN.	106
Figura 67: Densidades promedio del phylum Cnidaria en los grupos TWIN.....	107
Figura 68: Densidades promedio de Clase Polychaeta en grupos TWIN.	108
Figura 69: Densidades promedio de phylum Mollusca en grupos TWIN.	108
Figura 70: Densidades promedio de phylum Artropoda en grupos TWIN.....	109
Figura 71: Densidades promedio de phylum Echinodermata en grupos TWIN.	110
Figura 72: Densidades promedio de phylum Chaetognata en grupos TWIN.	110
Figura 73: Densidades promedio de Subphylum Vertebrata en grupos TWIN.	111
Figura 74: Densidades promedio de Clase Copepoda en grupos TWIN.	112
Figura 75: Densidades promedio de camarones peneidos en grupos TWIN.	112
Figura 76: Densidades promedio de cangrejos anomuros en grupos TWIN.	113
Figura 77: Densidades promedio de cangrejos braquiuros en grupos TWIN.	114
Figura 78: Densidades promedio de misidáceos en grupos TWIN.....	115
Figura 79: Densidades promedio de cumáceos en grupos TWIN.....	115

Figura 80: Densidades promedio de isópodos en grupos TWIN.	116
Figura 81: Densidades promedio de anfípodos en grupos TWIN.....	116

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Actividades de la población. Fuente: PMRC - ZEM Manglaralto, 2000	38
Tabla 2: Índices de diversidad de Hill (Hill, 1973).....	57
Tabla 3: Resumen de los parámetros ambientales tomados.....	59
Tabla 4: Grupos taxonómicos	68
Tabla 5: Comunidades establecidas por el análisis multivariado.....	102
Tabla 6: Índices de diversidad para grupos los TWIN.....	117

INTRODUCCION

Las playas arenosas son los ecosistemas más comunes a lo largo de toda la costa ecuatoriana, y son ampliamente usadas como sitios recreación, explotadas comercialmente por pesquerías artesanales (larveros) y en algunos casos usadas como depositos de efluentes urbanos o industriales. Paralelamente, las zonas de rompiente de este tipo de playas suelen ser ricas en diversidad (), y generalmente son áreas de criadero para algunas especies de peces (Senta y Kinoshita, 1985) y crustáceos (camarones, cangrejos, etc.) (Dominguez, 2001), que pueden ser de importancia comercial.

El conocimiento de los patrones de distribución de la densidad y diversidad del hiperbentos es de gran importancia en el orden de entender el funcionamiento y variabilidad natural de los ecosistemas de la zona de rompiente (Beyst *et al.*, 2001). A partir de esto se deduce la importancia de generar el conocimiento de la composición y comportamiento de las comunidades de este grupo ecológico, de sembrar precedentes e interés en estudios más complejos de la ecología de las especies, y más concretamente, de sentar una línea base para futuros estudios de la ecología (ciclo de vida) de las diversas especies comerciales, en sus estadíos más tempranos; todo esto bajo la premisa de que si administramos mal un recurso en su estadio larvario es muy probable que en algún momento ya no dispongamos de individuos comerciales en suficiente número.

A pesar de estos precedentes, es notorio que los estudios ecológicos de las zonas de rompiente en las costas ecuatorianas son muy escasos (Dominguez, 2001) y el conocimiento de la diversidad de las playas muy pobre, pudiendo por el contrario ser muy rico contribuyendo incluso al incremento de las especies identificadas taxonómicamente a nivel mundial (González, *com pers.*).

Las playa de San Pedro de Manglaralto, elegida para el desarrollo de este estudio, es utilizada comúnmente para la pesca artesanal de postlarvas de camarón (Castillo, 2000), siendo el hiperbentos intermareal la fuente de “semilla” para la actividad camaronera (Domínguez, 2001). Dadas sus características, esta zona es ideal para establecer un marco preliminar del comportamiento estacional de la comunidad hiperbentónica, referido a una playa en la cual se desarrolla la pesca artesanal, pero casi no es afectada por el turismo.

La presente investigación forma parte del trabajo realizado por la subcomponente 4.2 del proyecto VLIR – ESPOL, denominada “Bentos como un indicador del impacto ambiental en la población natural de camarones”, y su principal objetivo es contribuir al conocimiento de la biodiversidad del hiperbentos de las playas arenosas de la provincia del Guayas, para su futuro aprovechamiento en la creación de planes de manejo sustentable de dichas playas. En primer lugar, se quiere dar un registro de todos los organismos hiperbentónicos encontrados en la zona, ampliando de esta manera la base de datos generada en otras fases del proyecto VLIR - ESPOL

(Domínguez, 2001; Fockedey *et al.*, en revisión). También se quiere lograr una descripción de los patrones generales de las comunidades a lo largo del año y su relación con condiciones oceanográficas y meteorológicas locales, identificando los factores abióticos que más directamente influyen en la estructura de estas comunidades.

Adicionalente, es importante anotar que dentro del marco del proyecto VLIR – ESPOLE se ha logrado sentar una metodología científica de muestreo (Guartatanga y Ruiz, 2001), parte de la cual se describe en este documento a manera de protocolo estándar, que permitirá seguir desarrollando estudios a nivel nacional dentro de otros proyectos, y cuyos datos podrán ser comparados con estudios llevados a cabo en el extranjero.

I. GENERALIDADES

1.1. EL BENTOS: DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

McCave (1979) define al bentos como a toda la comunidad de organismos tanto vegetales como animales que viven en estrecha relación con el fondo marino, ya sea dentro de él, adheridos a él, sobre él, o que dependen de él para su alimentación.

La importancia ecológica es evidente, puesto que participa en varios procesos:

- Regula la productividad primaria
- Interviene en el ciclo de nutrientes
- Provee carbono orgánico a niveles tróficos más altos
- Recicla el detritus
- Permite el control biológico de otras especies

La primera clasificación se da entre el fitobentos y el zoobentos. El zoobentos puede dividirse ya sea por su tamaño (macro, meio, micro) o por su posición relativa a la interfase suelo-agua: endobénticos los que viven en el sedimento, epibénticos los que viven sobre el fondo (Pearson y Rosenberg, 1987), e hiperbénticos los que se hallan en la capa de agua próxima al fondo (Mees y Jones, 1997).

La clasificación utilizada en el curso de la componente 4.2 del proyecto VLIR a sido la siguiente:

- Macrobentos, para aquellos organismos mayores a 1 mm que viven dentro y sobre el sedimento,
- Meiobentos, para organismos entre 38 μm y 1 mm que viven en los intersticios del sedimento,
- Epibentos, para los organismos que viven sobre el sedimento (mayores a 10 mm) e
- Hiperbentos, para los animales que viven en la capa de agua cercana al fondo y son mayores que 1 mm

1.2. HIPERBENTOS

Mees y Jones (1997) proponen un término común para denominar a la asociación de animales pequeños que viven en la capa de agua adyacente o más próxima al fondo marino. De esta manera el término hiperbentos trata de reemplazar y agrupar todos los términos usados anteriormente en distintas publicaciones (zooplancton demersal, suprabentos, plancton bentopelágico, hypoplancton, plancton bentopelágico, etc.).

Ya en 1925 Russell encontró que muestras de plancton tomadas el mismo día a diferentes profundidades diferían entre sí cualitativa y cuantitativamente:

pudo registrar un repentino incremento en la abundancia del plancton hallado muy cercano al fondo (cuando normalmente la densidad decrece con la profundidad), y en el cual se pudo hallar especies que no estaban representadas en las muestras de las capas superiores.

Un poco mas adelante Smidt (1951) hace una distinción entre el “bentos verdadero” que vive permanentemente en el fondo y el “necto-bentos” que agrupa las especies halladas tanto en el fondo como en la columna de agua.

Usando una combinación de muestreos con trineo y observaciones de acuario Fossa (1985, 1986) demostró que los misidáceos pueden presentarse en mayor abundancia justo en los primeros centímetros sobre el sedimento.

Así, aunque algunos organismos hiperbentónicos pueden confundirse con el plancton, especialmente en la zona de rompiente, su ecología es diferente: el hiperbentos comprende un amplio conjunto de animales relacionados únicamente por su distribución en el espacio y no filogenéticamente o por atributos funcionales exclusivos (Day *et al.* 1989).

El hiperbentos también puede clasificarse en temporal (merohiperbentos) y permanente (holohiperbentos). Un grupo taxonómico importante que forma parte del hiperbentos temporal es el de los estadios larvarios tardíos de peces. Se ha encontrado en varios estudios que determinadas larvas de peces tanto

comerciales, como demersales no comerciales (Ej. gobis), que son presas importantes de peces de mayor tamaño, son especialmente abundantes en las capas de agua cercanas al fondo (Hamerlynck y Mees, 1991; Mees y Jones, 1997). Otros organismos que forman parte del merohiperbentos son larvas de crustáceos (camarones, cangrejos, etc.), larvas y spat de moluscos, etc.

En cuanto al holohiperbentos, los grupos taxonómicos característicos son los misidáceos, ciertos copépodos, anfípodos, cumáceos, etc.

1.3. BREVE RESEÑA A LA ECOLOGÍA DEL HIPERBENTOS EN LA ZONA DE ROMPIENTE

1.3.1. Su rol en el ambiente

La importancia ecológica puede observarse en estos puntos:

- Varios peces demersales y crustáceos epibénticos se alimentan del hiperbentos por lo menos durante algún período de su ciclo de vida. (Lasiak, 1983; Hamerlynck y Mees, 1991).
- Varios peces y crustáceos en su estadio larval y postlarval temprano tienen un estilo de vida hiperbentónico. Algunas larvas de peces son especialmente abundantes en las capas de agua cercanas al fondo (Mees y Jones, 1997).

- El hiperbentos juega un rol muy importante en el flujo de materia particulada, y por lo tanto de carbono orgánico, energía y nutrientes, resuspendiéndola desde el fondo nuevamente al sistema. Es precisamente en la zona de rompiente donde se ha demostrado que los misidáceos son de gran importancia en la regeneración de nutrientes (Cockcroft *et al.*, 1988).
- Forman un sistema de enlace entre las cadenas tróficas béntica y pelágica (Mees y Jones, 1997).

Muchas especies hiperbentónicas muestran un patrón de cambio dial y mareal. Se puede hacer una distinción entre las especies endobénticas que presentan una migración vertical nocturna, y los migrantes mareales introducidos por la marea desde la zona sublitoral (Mees y Jones, 1997).

Se ha reportado que la migración de algunos grupos de crustáceos esta muy influenciada por la diferencia día-noche (Jansson y Kallander, 1968; Domínguez, 2001). La intensidad de luz, el oleaje y la marea (que permiten el ingreso de organismos de otras zonas), el cambio de temperatura a lo largo del día, etc. Son factores que influyen en la composición diaria de las comunidades.

Generalmente el hiperbentos de la zona intermareal se caracteriza por presentarse en alta biomasa (McLachlan, 1983) siendo el grupo dominante de la mayoría de los ambientes costeros los misidáceos. Esta dominancia ha sido documentada para algunas playas de la provincia del Guayas (De Mey, 2000; Fockedey *et al.*, en preparación).

1.3.2. Factores que influyen en la biomasa y biodiversidad del hiperbentos en la zona de rompiente

Los cambios en la diversidad y densidad de las comunidades ecológicas, deben estar relacionados de alguna manera con fluctuaciones en parámetros abióticos y bióticos.

Los cambios estacionales en parámetros ambientales provocan fluctuaciones en la estructura de la comunidad hiperbentónica, sobre todo observable en el hiperbentos temporal (Hamerlynck y Mees, 1991; Beyst *et al.*, 2001). Los picos de abundancia de determinadas especies están de esta manera relacionados con fluctuaciones de temperatura, cambios en aportes de nutrientes (generalmente estacionales, Ej. deltas de ríos), etc.

La predación es otro sistema de control en las poblaciones, que ejercen ciertas especies hiperbentónicas, o no, en una compleja red de intercambio y competencia.

Adicionalmente, la actividad humana, es también una intrusión en el equilibrio del sistema ecológico que provoca ya sea cambios en la calidad del ambiente abiótico (Ej. turismo, descargas industriales o urbanas, etc.), o impactos en la comunidad por su actividad pesquera (Ej. larveros).

1.3.3. Posibilidad de uso como bioindicador

Los organismos hiperbentónicos son especialmente sensibles a los cambios ambientales, por tratarse de especies pequeñas de corto ciclo de vida y por tanto de respuesta inmediata en las comunidades, o por ser especies en estado larval, muy sensibles y frágiles.

Existen varios trabajos que describen la variación espacial y temporal del hiperbentos o de algunos grupos taxonómicos que forman parte de él, relacionándolo con cambios ambientales o con otro tipo de influencias ya sea desembocaduras de ríos (materia orgánica), construcción de estructuras o uso de playas (ver Hamerlynck y Mees, 1991).

Ante esto, varios organismos del hiperbentos, especialmente los misidáceos, que en la mayoría de los casos son dominantes, son usados

de manera incrementada en estudios ecotoxicología y de detección, efectos y control de contaminación (ver Mees y Jones, 1997).

Otra característica muy importante es que son muy móviles y capaces de nadar activamente hacia áreas de mejores condiciones físicas y químicas o de mayor provisión de alimento.

1.4. ESTUDIOS ANTERIORES Y SITUACIÓN DEL CONOCIMIENTO DEL HIPERBENTOS EN EL PAÍS

En el ámbito nacional pueden encontrarse estudios ecológicos al plancton y al macrobentos (Ej. proyecto RIBEN), pero también puede encontrarse estudios en grupos taxonómicos particulares no catalogados como hiperbentos pero que de hecho los son. Se han realizado estudios someros sobre misidáceos (Cornejo, 1979), y un estudio sobre la fauna acompañante de las larvas de camarón en la zona de rompiente (Burgos *et al.*, 1999), siendo, como ya se ha mencionado, una zona de mezcla total donde hiperbentos y plancton forman un solo grupo.

1.4.1. El proyecto VLIR – ESPOL

El proyecto VLIR – ESPOL nace como un convenio entre el consejo de universidades Flamencas (Bélgica) y la ESPOL, para el desarrollo de la investigación. La componente 4.2 denominada “Bentos como un

indicador del impacto ambiental en la población natural de camarones” forma parte de la componente 4 “Sistemas de Manejo Ambiental en Agricultura y Acuicultura”, siendo uno de sus objetivos establecer las bases para el desarrollo de herramientas que permitan un mejor manejo ambiental costero.

Dentro de esta componente se ha realizado ya algunos estudios concernientes al hiperbentos, entre ellos:

- Un inventario y descripción de la distribución espacial del hiperbentos de la zona de rompiente en la bahía de Valdivia (De Mey, 2000: De Mey *et al.*, en revisión).
- Un estudio sistemático de las especies del Género Mysidacea encontradas en la bahía de Valdivia (Bulckaen, 2000).
- Un estudio exploratorio de la variación circadiana del hiperbentos intermareal de la playa de San Pedro, CENAIM (Domínguez, 2001).
- Un estudio de la variación espacial de la distribución del hiperbentos en 9 playas arenosas de la provincia del Guayas. (Fockedey *et al.*, en preparación).

II. ZONA DE ESTUDIO

2.1. UBICACIÓN

La población de San Pedro está ubicada en la parte norte de la península de Santa Elena, pertenece a la parroquia de Manglaralto del cantón Santa Elena, y forma parte de la Zona Especial de Manejo (ZEM) denominada San Pedro – Valdivia - Manglaralto. Al sur de la población, al pie de la playa, se encuentra localizado el Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM). La estación de muestreo fue localizada en el límite sur de CENAIM, y sus coordenadas geográficas son 1°56'30" paralelo Sur y 80°43'30" meridiano Oeste, delimitándose 200 metros de la franja de la zona de rompiente (Figura 1).

2.2. DESCRIPCIÓN

La zona de estudio forma parte de la ensenada denominada San Pedro – Montañita y es una playa arenosa que presenta una concavidad con orientación SO-NE. Al norte de la zona se asienta la población de San Pedro.

Como para toda playa natural los procesos y morfología son predominantemente influenciados por el régimen de olas y mareas (Wright *et al.*, 1984).

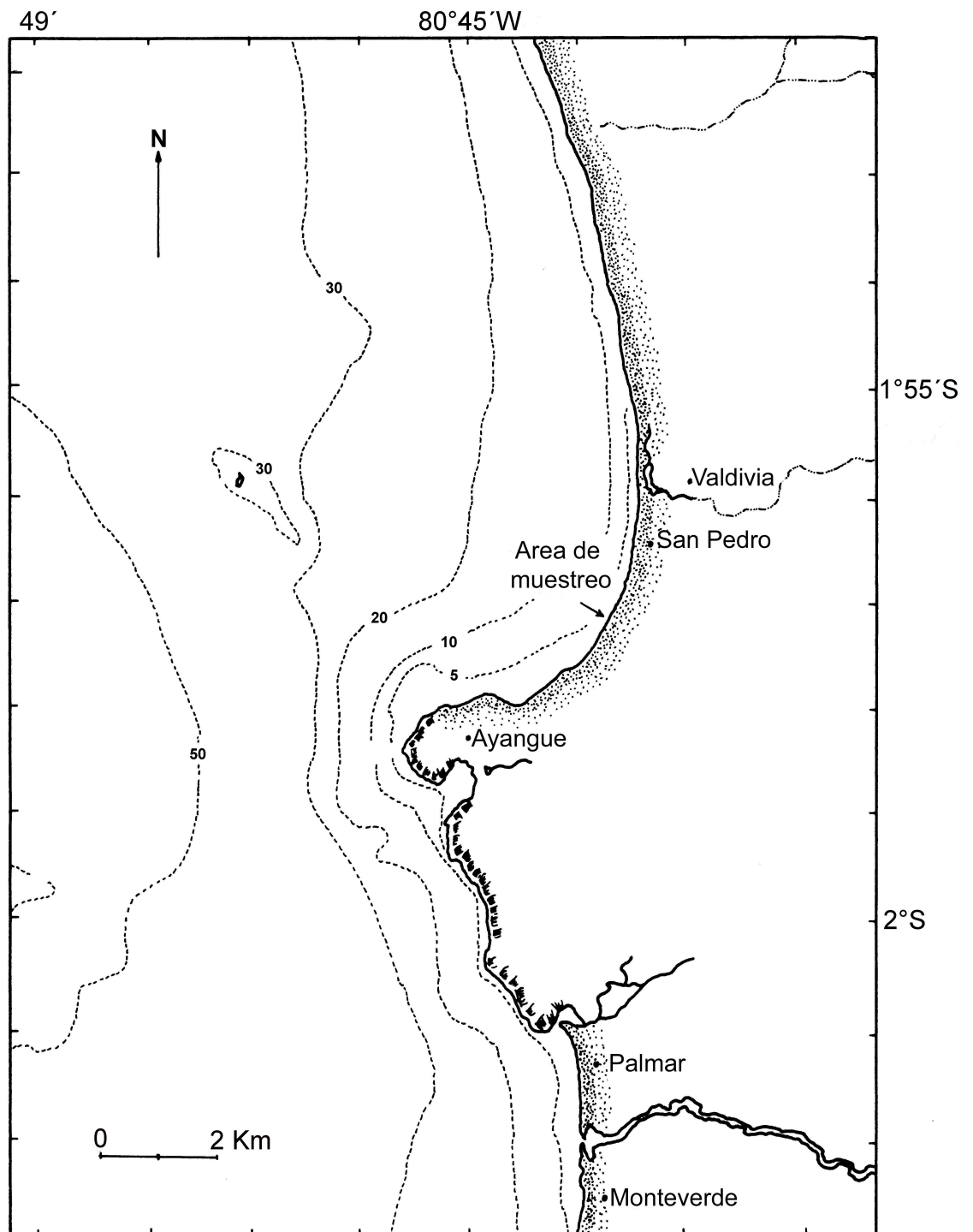


Figura 1: Ubicación de la zona de estudio. Fuente: Domínguez, 2001.

Su forma física resulta de la interacción de los procesos marinos y terrestres: olas vientos y corrientes contribuyen a la erosión, transportación y acreción del sedimento, y por tanto la topografía dinámica de las costas sirve como indicadora de las fuerzas que la han formado (Chapman, 1983).

2.2.1. Geología regional y local

Tomando de Piedra (1990) la síntesis de la geomorfología para la zona de interés, se puede mencionar lo siguiente: al sur de la playa se observa la formación más importante, el acantilado de San Antonio, que alcanza hasta 40 metros de elevación. Dicho acantilado está constituido por la formación Tablazo del Cuaternario, con conglomerados y areniscas, potencialmente erosionables por el oleaje.

La importancia para el estudio radica en que esta es una de las fuentes de sedimento para la playa, puesto que se ha podido observar durante determinadas épocas del año la presencia de piedras traídas desde la formación rocosa que forma la punta de San Antonio, continuación del acantilado, que penetra en el agua. El acantilado también contribuye a la formación de una circulación de viento local, pues cumple una función de barrera.

2.2.2. Clasificación de la playa

Según Piedra (1990), la playa corresponde a una costa tipo B de la clasificación de Ottman (1967), de costa baja formada por deposición marina, en la que la fuerza de las olas y la acción de las corrientes del mar aportan materiales marinos.

Aplicando la clasificación de Wright y Short (1984), para playas arenosas expuestas, en función de Ω se trata de una playa intermedia (Ω entre 1 y 6), caracterizada por la presencia de una barra litoral y rips. Esta clasificación esta en función de la altura de rompiente y el periodo medio del oleaje.

$$\Omega = \frac{H_b}{w_s T}$$

Donde H_b es la altura de rompiente, (habitualmente entre 0.5 y 0.8), T es el periodo promedio (entre 11 y 18) y w_s la velocidad de caída de partícula (aproximadamente 0.3).

2.2.3. Condiciones Oceanográficas locales

2.2.3.1 *Influencia de mareas*

Aunque las mareas juegan un rol pasivo o indirecto en el transporte de sedimento y los cambio morfológicos de las

playas (Davis, 1985), influye de una manera muy especial en la distribución y zonación de las comunidades bénticas.

Esta influencia se da por la sucesiva alternación exposición / sumersión a que está sujeta la zona intermareal. La amplitud de marea y la pendiente de la playa definen el ancho de la banda intermareal, y el tiempo que permanece expuesta. Es obvio suponer que los organismos cuyo nicho ecológico se encuentre en la parte superior de la zona deben tener adaptaciones para soportar la pérdida de humedad, cambios bruscos de temperatura y salinidad, etc., que son diferentes a otros que estén en la parte baja de la banda. Varios organismos que forman parte del hiperbentos, al bajar la marea quedan recluidos en la arena, donde se entierran buscando humedad y cobijo (Ej. anfípodos, isópodos, algunos copépodos, etc.), hasta que la marea vuelva a subir y se hallen en su medio.

La marea característica del Ecuador es del tipo semidiurna, con una periodicidad que oscila entre 11.5 y 13.5 horas. Estudios anteriores han determinado que las características de rangos y de fases de marea son similares para las playas de Libertad, Monteverde y la zona comprendida entre San Pedro y Valdivia, pudiéndose detectar una variación de pocos minutos entre las

ocurrencias de pleamar y bajamar entre los tres puntos (Zambrano, 1982; Paredes, 1984; Ayauca, 1985). Para el período de estudio la amplitud de marea promedio fue de 2 metros.

2.2.3.2 Corrientes locales

Las corrientes litorales participan de modo muy activo en la conformación de la playa, puesto que a ellas se debe la erosión o acreción de la misma. El transporte litoral influye positivamente en la distribución y abundancia de las comunidades hiperbentónicas, ya que estas están sujetas al ambiente móvil de la columna de agua circundante.

Las corrientes litorales localizadas en la zona de rompiente responden fundamentalmente al efecto del oleaje sobre la costa.

Se ha demostrado que algunos organismos hiperbentónicos tienden a migrar dependiendo del “ambiente” de la columna de agua (Ej. se ha registrado que los cumáceos y anfípodos están muy asociados con el tamaño de grano del sedimento (Kaartvedt, 1986), que a su vez depende del transporte litoral y

del oleaje, así mismo los organismos más frágiles (Ej. copépodos, chaetognatos migran cuando el oleaje y las corrientes son muy fuertes).

Para la playa de muestree, resumiendo a Piedra (1990), a rasgos generales, en la época húmeda en marea de sicigia la dirección predominante de las corrientes litorales es hacia el SE (0.08 a 0.15 m/s) y hacia el N-NE (0.12 a 0.20 m/s) en cuadratura (0.09 a 0.14 m/s).

En época seca la dirección predominante es hacia el NE (0.07 a 0.11 m/s) tanto en sicigia como en cuadratura. La dirección predominante de las corrientes también puede ser influenciada por las mareas (NE flujo, SE reflujo).

2.2.3.3 Incidencia del oleaje

Como ya se ha dicho el oleaje de cierta forma “moldea” las costas y es el actor principal en la dinámica de una playa a mediano y largo plazo. Así también, un oleaje fuerte trae consigo un ambiente turbulento, que obliga a ciertos organismos a migrar fuera de la zona de rompiente o a refugiarse en el sedimento.

La dirección predominante del tren de olas define la dirección de las corrientes litorales. La descripción del régimen de oleaje esta referido al estudio de Ayauca (1985). La playa de muestreo recibe principalmente un oleaje proveniente del SO con período de 12 seg., pero tiene un mayor rango de exposición al oleaje proveniente del NO, con período de 18 seg. Durante sicigia se presentan olas de mayor altura que en cuadratura. Olas del sur oeste y noroeste tienen coeficientes de refracción de 0.46 y 0.74 respectivamente mientras que para las provenientes del oeste los coeficientes son de 0.78 a 0.84 (menor ocurrencia pero menor protección).

Las olas generadas por vientos tienen períodos entre 3 y 5 segundos, y alturas entre 0.7 y 1,7 metros. Las olas con mayores alturas son generadas durante los meses de Noviembre y Diciembre (correspondientes a mares de viento).

En ocasiones se han registrado fuertes marejadas provenientes del noroeste durante los meses de enero y febrero con Hs mayores a un metro.

2.2.4. Condiciones Meteorológicas locales

Como en toda la Península de Santa Elena, existe un clima de tipo árido, con 26.5 °C promedio de temperatura máxima, que se da en abril, y 21.4 °C promedio de temperatura mínima, entre julio y septiembre (PMRC, 1987).

2.2.4.1 Vientos

Estudios anteriores en la zona han referido los datos a las mediciones tomadas en la estación meteorológica de Salinas, siendo la más cercana al área de estudio. Según estos datos para el período entre Enero y Abril prevalecen los vientos del Oeste, mientras que para el resto del año prevalecen los vientos del sureste.

Deben considerarse los efectos locales originados por los acantilados ubicados al sur de la playa (Ayauca, 1985). Las velocidades típicas encontradas son de 12, 14, 16 y 18 m/seg.

2.2.4.2 Precipitación

Para la zona costera de la provincia del Guayas en general se estima una precipitación anual media entre los 125 y 250 mm (referido a estación meteorológica de Salinas).

2.2.5. La población y su actividad

San Pedro es un pueblo tradicionalmente pesquero, situado junto a la comunidad de Valdivia de tal modo que es difícil definir la delimitación del uno y del otro. Para 1998 San Pedro contaba con 2620 habitantes y Valdivia con 2324, de los cuales 520 y 104 respectivamente se dedicaban a labores de pesca (Salud Para el Pueblo, 1998). El sector pesquero se divide a su vez en tres áreas (para la ZEM Manglaralto; PMRC, 2000): pesca artesanal, cultivo de post larvas en laboratorios comerciales (no hay laboratorios cercanos a San Pedro – Valdivia), y la captura de post larvas de camarón.

Actividades de Las poblaciones de San Pedro y Valdivia	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Captura de post larva de camarón												
Captura de pesca blanca (sierra, picudo, dorado)												
Turismo temporada alta												

Tabla 1: Actividades de la población. Fuente: PMRC - ZEM Manglaralto, 2000

III. MATERIALES Y MÉTODOLÓGIA DE CAMPO Y LABORATORIO

3.1. ESTRATEGIA DE MUESTREO

El establecimiento de la estrategia permite lograr un grado de uniformidad en la colección y tratamiento del material, así como la presentación de resultados de manera que sean comparables con otros trabajos en el mismo t3pico. Dado que el objetivo de este trabajo primordialmente es una inspecci3n general, a la vez cuantitativa y cualitativa, estableciendo un “cat3logo” de especies encontradas y una descripci3n somera de las fluctuaciones naturales de las poblaciones existentes, es importante asegurar que se logre una muestra representativa de las especies presentes.

3.1.1. Elecci3n de las fechas y momento

Se monitore3 la playa elegida durante las mareas de sicigia de luna llena y luna nueva de cada mes. La raz3n de elegir las mareas de sicigia fue la de muestrear durante los rangos mareales m3s amplios, adem3s de que es durante 3sta que se registra la mayor actividad de larveros (Castillo, 2000) y por tanto, deduciblemente, mayor presencia de larvas de camarones peneidos.

Las muestras fueron tomadas durante la marea baja del d3a y la marea alta de la tarde. Las horas de ocurrencia de marea fueron tomadas de los datos para el puerto de La Libertad.

El monitoreo empezó en el primer aguaje de junio del 2000 (luna llena) y terminó en el segundo aguaje de julio del 2001 (luna llena), muestreándose un total de 29 fechas (58 muestras).

3.1.2. Parámetros adicionales

Se trató de seleccionar los parámetros ambientales que sean más útiles para determinar la variación en la estructura de las comunidades hiperbentónicas, y a la vez que sean fáciles de medir, tomando en cuenta el equipo de muestreo que se disponía.

Los parámetros elegidos a monitorear fueron:

- Temperatura del aire
- Temperatura del agua
- Salinidad del agua
- Olas: dirección y altura visual
- Corriente litoral
- Viento
- Nubosidad
- Muestras de sedimento para granulometría
- Materia particulada suspendida y materia particulada orgánica en agua
- Clorofila a en agua
- Medición del perfil de playa durante marea baja

3.2. METODOLOGÍA DE CAMPO

3.2.1. Captura de muestras de hiperbentos

El muestreo se realizó con un trineo hiperbentónico especialmente diseñado para este tipo de estudio. La adaptación fue hecha a partir del diseño expuesto por Hamerlynck y Mees (1991), procurando conseguir una estructura más pesada debido a nuestro régimen de oleaje y corrientes, así como de estabilidad de fondo, de manera que sea más manejable.

Las dimensiones se muestran en la figura 2. El mismo diseño fue usado por Domínguez (2001). El trineo consiste en un marco metálico colocado sobre unos esquíes. A éste se le acopló una red de 4 metros de largo (1 mm de ojo de malla) que finalizaba en un colector desenroscable.

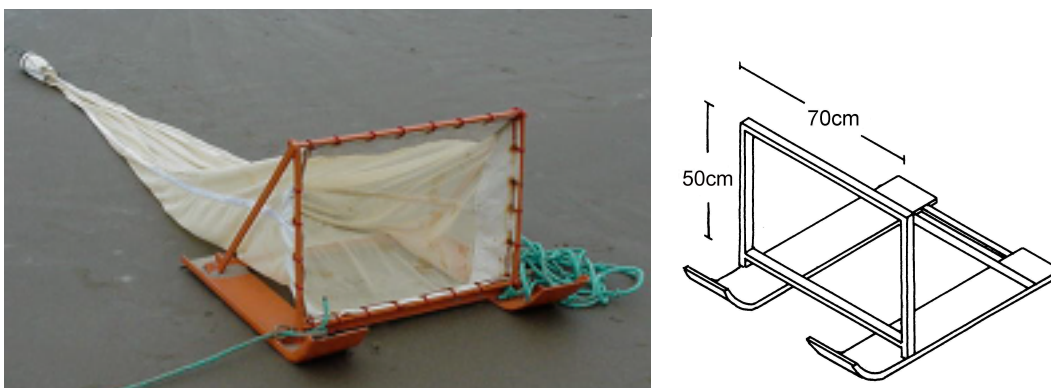


Figura 2: Trineo hiperbentónico. Fuente: Domínguez, 2001

Aunque al hiperbentos corresponden únicamente los organismos estrechamente cercanos al fondo, dado que para la zona de rompiente en la columna de agua se halla en una mezcla constante en la cual el sedimento del fondo esta en suspensión, para el presente estudio se considera como hiperbentos a todos los organismos eficientemente capturados por el trineo hiperbentónico diseñado (Hamerlynck y Mees, 1991), por lo tanto en las muestras también se hallan organismos planctónicos, que forman parte de la comunidad presente en la zona de rompiente que es muy somera y turbulenta (Fockedey, *com pers.*).

Se realizaron arrastres paralelos a la costa cubriendo 200 metros en cada dirección (400 metros en total). Una vez terminado el arrastre el trineo era llevado a la orilla donde se procedía a lavar la red por fuera, acumulando la muestra en el colector. El colector era enjuagado en la playa (Fig. 4.2, 4.3), la muestra depositada en un frasco y preservada con formaldehído diluido previamente al 8% en agua de mar filtrada, y neutralizado con litio carbonato (LiCO_3), que con el contenido de agua de la muestra daba una dilución final de aproximadamente 4%. Finalmente se procedía a rotular y sellar los recipientes.

3.2.2. Medición de parámetros adicionales

3.2.2.1 Variables en la columna de agua

Temperatura superficial.- Se registró la temperatura superficial de del agua en la zona de rompiente. La medición se realizó con un termómetro de balde de precisión ± 0.5 °C. Se debe notar que dada la poca profundidad de la zona, la inercia térmica es mínima y por lo tanto la temperatura puede llegar a variar de manera relativamente brusca a lo largo del día.

Salinidad.- La salinidad fue registrada con un refractómetro de mano obteniéndose la lectura en ups (unidades prácticas de salinidad).

Sólidos suspendidos, materia orgánica, clorofila.- Se tomaron, para cada estación, dos muestras de agua a la altura de la rompiente, para el efecto se usaron botellas oscuras de boca ancha de 2 litros de capacidad. Las muestras se mantuvieron en refrigeración hasta su tratamiento en laboratorio.

3.2.2.2 Procesos litorales

Corrientes locales.- Se aplicó el concepto euleriano. Se midieron 50 metros de playa: una veleta fue arrojada a la altura

de la rompiente y se registró el tiempo que tardaba en recorrer dicha distancia. Fue repetido dos veces y el valor promediado.

Perfil de playa.- Se midió el perfil de playa para cada fecha, durante la marea baja. Se estableció una estaca como punto fijo, registrándola como cero de referencia. Se midió altura en el perfil mediante teodolito y regla taquimétrica cada cinco metros, desde el punto de referencia hasta la línea de agua. Luego se procedió al tratamiento de datos para reducir al MLWS (nivel medio de las bajamares de sicigia).

Sedimentos: granulometría y materia orgánica total (MOT).- Se tomaron muestras de sedimento a la altura de la línea de agua, tanto para marea alta como para marea baja. Para el efecto se usaron cores plásticos de 34mm diámetro introducidos a una profundidad de aproximadamente 20cm.

3.2.2.3 Parámetros ambientales

Temperatura ambiental.- se registró mediante termómetro sencillo, a la sombra, con una precisión de ± 0.5 °C.

Nubosidad.- Se tomó de manera visual, expresándola en octavos.

Viento.- Durante los primeros meses solo se tomaron datos visuales (dirección), luego con anemómetro de mano y brújula.

3.3. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

3.3.1. Parámetros adicionales

3.3.1.1 Materia suspendida particulada (MPS) y materia orgánica particulada (MOP)

Para el análisis se utilizaron filtros de fibra de vidrio Whatman GF/C que habían sido previamente secados a 60 °C durante 2 a 4 horas, y luego pesados.

La muestra era agitada y filtrada, obteniéndose dos réplicas analíticas por estación. El filtro se doblaba y guardaba cuidadosamente en papel aluminio, y era llevado a congelación (-18 °C) hasta su posterior tratamiento.

En el laboratorio, cada filtro de la muestra era secado a 60 °C por 24 horas, pesado para obtener el valor de MPS, quemado a 450 – 500 °C y vuelto a pesar para determinar contenido de materia orgánica.

Las fórmulas utilizadas fueron:

$$\text{MPS} = (\text{PFS} - \text{PFI}) / \text{VM}$$

$$\text{MOP} = (\text{PFS} - \text{PFC} - \text{CI}) / \text{VM}$$

Donde PFI es el peso del filtro inicial, PFS es el peso del filtro seco con la muestra, PFC es el peso del filtro calcinado, y VM el volumen filtrado de la muestra. Se estableció un valor promedio CI de contenido de materia orgánica inicial en los filtros, calcinando cuatro filtros de la caja usada. Todos los pesos fueron obtenidos con una precisión de cuatro decimales. Las dos réplicas analíticas de cada estación fueron promediadas.

3.3.1.2 Clorofila a

Se procedió a pasar las muestras de agua a través de filtros Whatman GF/C, obteniendo dos réplicas analíticas por estación. Al igual que para MPS y MOP, los filtros eran llevados a congelación (-18 °C) para su posterior análisis.

Se utilizó el método propuesto en Parsons *et al.* (1984) para Clorofila y Phaeopigmentos, por extracción de pigmentos con acetona y determinación de absorbancia por espectrofotometría.

Los filtros se colocaban en acetona al 90% durante 24 horas en refrigeración. Luego la acetona con el extracto se centrifugaba, procediéndose a medir por espectrofotometría la absorbancia inicial del sobrenadante a dos longitudes de onda: 665 y 750 nm. Posteriormente se añadían dos gotas de ácido clorhídrico al 1%, se homogenizaba y se registraban nuevamente los valores de absorbancia en las misma longitudes de onda (665 y 750). La formula utilizada fue la siguiente:

$$CHLa (mg / m^3) = 26.7 \times \frac{v[(665_a - 750_a) - (665_d - 750_d)]}{V}$$

Donde 665_a y 770_a son las medidas de absorbancia inicial, 665_d y 750_d son las medidas de absorbancia luego de la acidificación, v es el volumen usado de acetona expresado en mililitros (10 ml) y V es el volumen de agua filtrado de la muestra expresado en litros.

3.3.1.3 Granulometría

Las muestras de sedimento fueron analizadas con el sistema COULTER® LS en el Laboratorio de Biología Marina de la Universidad de Gante – Bélgica. El sistema detecta y mide la difracción de un haz de luz que es pasado a través de un medio

líquido que contiene las partículas del sedimento en suspensión. Los resultados de cada rango de diámetro de partícula ($< 4 \mu\text{m}$, $4 - 38 \mu\text{m}$, $38 - 63 \mu\text{m}$, $63 - 125 \mu\text{m}$, $125 - 250 \mu\text{m}$, $250 - 500 \mu\text{m}$, $500 - 800 \mu\text{m}$ y $> 800 \mu\text{m}$) son expresados en porcentaje de volumen con respecto al total de partículas (Domínguez, 2001).

Las partículas menores a $4 \mu\text{m}$ según la escala de Wentworth corresponde a la clasificación de arcilla, y al igual que el contenido de arena, fue expresado como porcentaje de volumen del total.

El límite superior de detección del contador Coulter es de $850\mu\text{m}$, por lo tanto adicionalmente a la fracción más gruesa ($> 1000\mu\text{m}$) fue tamizada y pesada, expresándose resultado en porcentaje de peso del total.

3.3.2. Análisis de muestras de hiperbentos

3.3.2.1 Separación

Para facilitar la separación de las muestras, éstas eran teñidas con eosina 24 horas antes de su procesamiento. La eosina tiene la propiedad de otorgar una coloración rosa a los tejidos vivos,

lo cual permitía distinguir claramente a los organismos entre el sedimento de la muestra.

Los organismos eran separados del sedimento colocando la muestra en una bandeja de fondo blanco procediéndose a la extracción con ayuda de unas pinzas. Cuando la cantidad del sedimento era excesiva, la separación se realizaba por decantación, procediéndose luego a revisar el sedimento en busca de bivalvos pequeños que pudieran estar retenidos.

3.3.2.2 Conteo e identificación

El conteo e identificación se realizaba bajo estereoscopio. Se trató de realizar la identificación al nivel taxonómico más fino, si embargo no siempre se tuvo a disposición las claves de identificación o descripciones necesarias. Para estos casos la identificación fue referida a morfoespecies que forman parte de la colección de referencia de hiperbentos del proyecto VLIR – ESPOL.

Las morfoespecies de la colección, que crecía conforme se avanzaba en el procesamiento de muestras, fueron identificadas al último nivel taxonómico que permitían las claves o su estado

de conservación, ya que algunos organismos fueron dañados, probablemente durante el arrastre, o debido a que el método de preservación (formaldehído al 8%) no es el conveniente para cierto tipo de organismos (Ej. familias Cnidaria, Chaetognata), pues causa la contracción de las estructuras (ver Beyst *et al.*, 2001).

Cuando las especies no podían ser identificadas siguiendo claves taxonómicas, se procedía a designar números a las morfoespecies (spec 1, spec 2,) anteponiendo el último nivel taxonómico identificado, y en caso de ser necesario el estadio de desarrollo.

Los distintos estadios de decápodos (zoea, megalopa, postlarva y juvenil) y peces (huevos, larvas) fueron registrados como especies funcionales diferentes, puesto que tienen diferente ecología (hábitos alimenticios, comportamiento y hábitat) (Hamerlynck y Mees, 1991; Beyst *et al.*, 2001; Domínguez, 2001).

La identificación taxonómica fue hecha por la Biol. Karina González, o referida ya a la colección de referencia de etapas

anteriores del proyecto que fue elaborada por K. González y la Biol. Gregoria Calderón.

En el Anexo A se presenta el árbol taxonómico de los organismos encontrados.

IV. Análisis de datos

Los datos de conteo en bruto fueron recalculados a densidades de individuos por cada 100 m². Par el efecto el número contado fue dividido para 2.8, que es valor obtenido de dividir 280 m², el área total de muestreo (0.7 m de ancho del trineo hiperbentónico por 400 m de recorrido), para 100 m². En el Anexo B se presenta la tabla de las densidades de organismos hallados para cada muestra. (La expresión en volumen no es posible puesto que no se puede conocer el flujo de agua a través del marco).

Los peces juveniles y jaibas adultas fueron considerados como captura “accidental”, por no ser efectivamente muestreados por el trineo hiperbentónico, y por lo tanto extraídos de la base de datos para el tratamiento estadístico.

4.1. ESTADÍSTICA GENERAL

4.1.1 Análisis de comunidades: Estadística descriptiva

Las densidades totales y densidades por grupos taxonómicos fueron graficadas para todo el periodo de muestreo. Las muestras de marea baja (MB) y marea alta (MA) fueron tratadas separadamente. Se trató de establecer patrones temporales, mareales y lunares. Una descripción más detallada se hizo para las especies que tuvieron una presencia mayor de 0.1% de la densidad total de todas las muestras: un total de 21 especies.

4.2. ANÁLISIS MULTIVARIADO

Los organismos cuya suma de densidades en todas las muestras era menor al 0.01%, fueron eliminados de la base de datos para el tratamiento estadístico multivariado, puesto que no presentan un patrón determinado y pueden alterar los resultados (Day *et al.*, 1971, Domínguez, 2001).

El programa estadístico utilizado fue el PC-ORD, Multivariate Analysis of Ecological Data. Primero se utilizó un método de clasificación (TWINSpan), seguido por un método de ordenación de comunidades (Análisis de correspondencia) procurando posteriormente hallar una relación con variables ambientales tomadas.

4.2.1. Análisis indicador de dos vías (TWINSpan)

El TWINSpan (Two-Way Indicator Species Analysis) es una técnica decisiva que divide las muestras en dos grupos basándose en similitudes, permitiendo además hacer divisiones sucesivas en niveles, separando los grupos formados nuevamente en dos, hasta el nivel elegido por el usuario.

El TWINSpan si embargo, no busca similitudes directamente con las densidades de cada especie en cada muestra, sino que trabaja con

rangos de clases de abundancia fijados por niveles de corte definidos por el usuario.

De esta manera el TWINSpan establece varias “Pseudo especies”: cada especie será dividida en especie Nivel 1, especie nivel 2, etc., hasta el número de niveles elegido, y tratada separadamente. La “decisión” es tomada en base a las similitudes de ocurrencia de las diferentes pseudo especies en cada muestra.

El establecimiento de los niveles de corte es la parte subjetiva del análisis, por eso esta selección debe ser adecuada para retener la naturaleza cuantitativa de los datos. Para los estudios ecológicos se recomienda el uso de seis niveles de corte (Focke, *com pers.*).

Algunos investigadores establecen los niveles de corte de la siguiente manera: El nivel 0 (cero) es el primero y es inevitable. El número de especies que se presenten en el nivel 0 (no ocurrencia) en cada muestra es establecido del total de las muestras. Los demás niveles de corte son establecidos de manera que la cantidad de especies que se ubiquen en cada intervalo sea aproximadamente la misma para todos los intervalos (excepto el nivel 0).

Al tratar de aplicar este método en las muestras los resultados obtenidos no eran explicativos. La razón que se dio fue que existían especies que presentaban picos de densidad muy altos contrastando con especies de densidades bajas. Los niveles de corte así establecidos agrupaban densidades mayores que 18 (desde 18 hasta más de 26000) en un solo nivel, debido a que las especies que caían en estos grupos eran pocas. Al establecer estos niveles de corte, las fluctuaciones de estas especies, pocas pero dominantes, no eran tomadas en cuenta. Por tanto, dada la abundancia y dispersión de datos en este estudio, se decidió establecer niveles “logarítmicos”, añadiendo algunos más luego de observar cuidadosamente los resultados obtenidos con la estadística descriptiva. Los niveles de corte elegidos por lo tanto fueron los siguientes: 0, 0.1, 1, 10, 100, 500, 1000, 5000, 10000.

4.2.2. Análisis de correspondencia

El Análisis de Correspondencia, conocido como CA (Correspondence analysis) o RA (Reciprocal averaging) (Hill 1973), es una técnica de ordenación muy popular en estudios de ecología de comunidades. Lo que hace es ubicar las muestras en un espacio multidimensional definido por ejes. La proximidad a un eje debe explicar la variación de un grupo de muestras.

Se puede obtener una representación gráfica de cada par de los tres primeros ejes de la ordenación construida por el programa. El programa también da eigenvalores, que “califican” el porcentaje de explicación de cada eje de la distribución dada. En general se recomienda evitar el RA con datos en los que se puede observar más de un eje influenciando fuertemente la ordenación obtenida (McCune y McHord, 1999).

Antes de iniciar el CA, los datos deben ser transformados, para reducir en algún grado la dispersión. Para este efecto se aplicó una doble raíz cuadrada a las densidades de las muestras.

Adicionalmente el programa posee una función que permite restar influencia en la ordenación a las especies raras. Esta función fue aplicada para evitar que especies que aparecen escasamente en las muestras alteren los resultados.

4.3. ÍNDICES DE DIVERSIDAD

El término diversidad de especies está compuesto por dos conceptos. El primero se refiere al número de especies presentes en la comunidad, conocido en ocasiones como “riqueza de especies”. El segundo concepto es la “uniformidad”, referida a cómo la abundancia de cada especie (número de

individuos, biomasa), está distribuida entre las especies (Ludwing y Reinolds, 1985). Así, una comunidad compuesta por un gran número de especies, pero con dominancia muy marcada de una o unas pocas de ellas, tendrá alta riqueza, pero baja uniformidad. Una comunidad en la que la abundancia de cada especie es similar, tiene un alto grado de uniformidad.

A lo largo de los años, en el desarrollo de la investigación ecológica se han propuesto varios índices para caracterizar la riqueza y la uniformidad de las especies. Aquellos índices que tratan de combinar ambos conceptos son los propiamente llamados índices de diversidad.

Aunque existen índices propuestos con posterioridad los más aceptados son los Números de diversidad de Hill (1973), en los cuales se unifica la notación de varios índices conocidos, muy utilizados en estudios ecológicos, ya que todos miden diferentes aspectos de la partición de abundancias entre especies.

$N_0 = n$	N = número de especies en la muestra	Es fuertemente afectada por presencia de especies raras.
$N_1 = \exp(H)$	$H = \sum_{i=1}^n p_i \cdot \ln(p_i)$ Índice de Shannon-Wiener	
$N_2 = 1/SI$	$SI = \sum_{i=1}^n p_i^2$ Índice de dominancia de Simpson	El índice de Simpson es sensitivo a la abundancia de las especies más abundantes en la muestra, puede ser considerada como una medida de concentración dominante
$N_\infty = 1/\max(p_i)$	p_i = abundancia relativa de cada especie para todos los casos	

Tabla 2: Índices de diversidad de Hill (Hill, 1973).

V. RESULTADOS

5.1. CONDICIONES GEOLÓGICAS, OCEANOGRÁFICAS Y METEOROLÓGICAS

Las horas y alturas de marea de la zona fueron referidas al Puerto de La Libertad. La amplitud de marea durante el periodo de muestreo (junio 2000 - julio 2001) para las mareas de sicigia, fluctuó entre 2.6 y 1.4 metros, alcanzando el máximo durante la luna nueva de febrero. Las mareas mas altas se dieron en luna nueva entre junio y octubre, y en luna llena entre noviembre y mayo. Este cambio se da por los respectivos solsticios de invierno y verano.

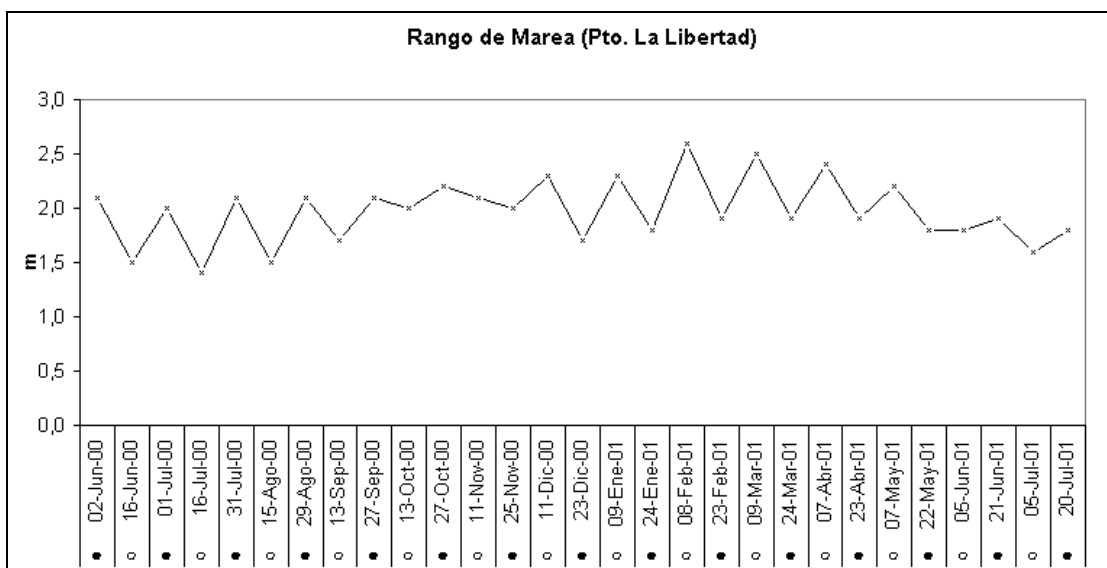


Figura 3: Amplitud de marea. Fuente: Tabla de mareas INOCAR (2000 y 2001)

En la tabla 3 se presenta el resumen de los parámetros registrados durante el periodo de muestreo, en marea baja (MB) y en marea alta (MA). La tabla completa de valores obtenidos puede encontrarse en el Anexo C.

MB					
		Prom	Desv. ST	Max	Min
SAL	ups	35	1	37	32
TEMP	°C	25,1	1,8	28,5	22,5
CHLa	mg/m ³	4,438	5,105	27,197	1,191
MPS	mg/l	1108,56	1264,60	4686,39	50,50
MOP	mg/l	85,55	94,59	365,36	10,48
%MOP	% MPS	10,07	10,44	52,05	3,38
ARENA%	%volum	99,4	0,5	100,0	98,5
ARCILLA%	%volum	0,6	0,5	1,5	0,0
GRAVA%	%peso	1,3	2,5	8,9	0,0
MEDIA	µm	250,7	24,1	297,5	210,5
MODA	µm	189,4	24,4	262,3	153,4
CORRIENTE	M/seg	0,08	0,20	0,67	0

MA					
		Prom	Desv. ST	Max	Min
SAL	ups	35	1	37	32
TEMP	°C	26,2	2,2	30,5	23,0
CHLa	mg/m ³	3,600	3,181	16,217	1,035
MPS	mg/l	291,32	227,46	888,20	42,00
MOP	mg/l	40,74	55,21	231,96	3,90
%MOP	% MPS	14,06	16,62	83,67	2,97
ARENA%	%volum	100,0	0,0	100,0	100,0
ARCILLA%	%volum	0,0	0,0	0,0	0,0
GRAVA%	%peso	0,0	0,1	0,6	0,0
MEDIA	µm	266,3	20,0	306,0	218,7
MODA	µm	245,2	17,4	262,3	211,6
CORRIENTE	M/seg	0,05	0,20	0,47	0

Tabla 3: Resumen de los parámetros ambientales tomados

Temperatura del agua

Los valores de temperatura superficial del agua fueron siempre mayores en marea alta puesto que estas mediciones fueron realizadas por la tarde (entre 15:00 y 17:00) mientras que las de marea baja lo fueron por la mañana (entre 9:00 y 11:00). Sin embargo para ambos registros se ve una tendencia “cálida” a partir de noviembre (2000) hasta mayo (2001) y una tendencia “fría” entre

junio y noviembre del 2000 y junio - julio del 2001. La tendencia de estos registros se asemeja a los datos presentados por la NOAA para la temperatura superficial del mar en el cuadrante denominado Galápagos, al frente de la costa ecuatoriana.

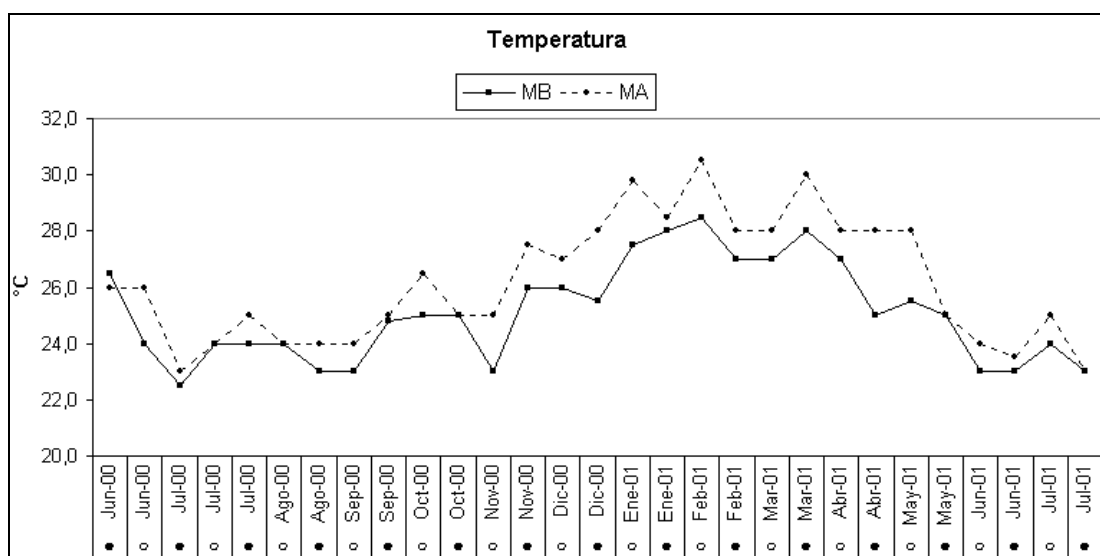


Figura 4: Temperatura superficial del agua en la zona de rompiente

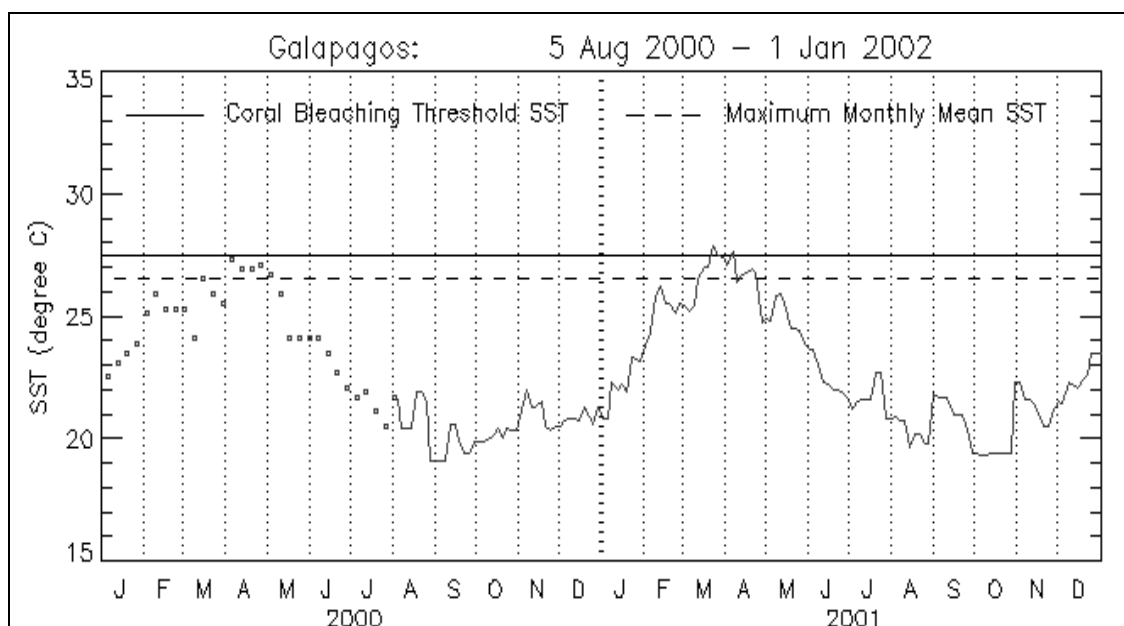


Figura 5. Temperatura superficial del mar frente a Ecuador. Fuente: Página web de la NOAA.

Salinidad

La salinidad fluctuó entre los 32 y 37 ups (unidades prácticas de salinidad), sin mostrar un patrón cíclico, o de diferencia entre marea alta y marea baja. Los valores más bajos (32 ups) corresponden al primer aguaje de luna nueva de julio del 2000 y al aguaje de luna llena de enero del 2001.

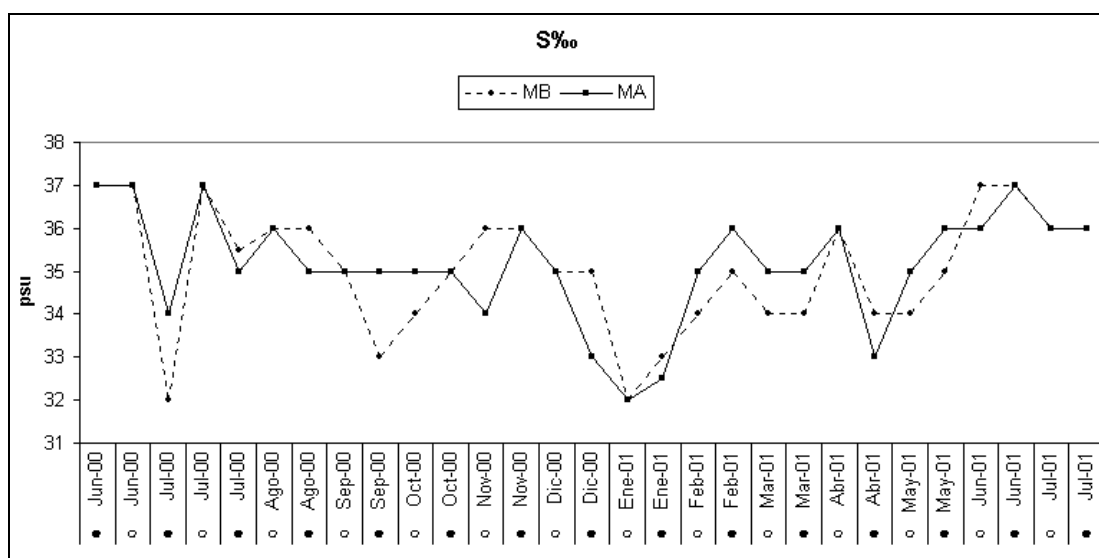


Figura 6: Salinidad en la zona de rompiente

Clorofila a

Los datos sugieren una mayor presencia de clorofila a generalmente durante marea baja. Concentraciones altas en relación con el normal registrado, fueron encontradas en los dos aguajes de abril (11 mg/l en MB, 8 mg/l en MA, en luna nueva y 7 mg/l en MB y MA en luna llena) y el primer aguaje de mayo (27 mg/l en MB y 16 mg/l en MA).

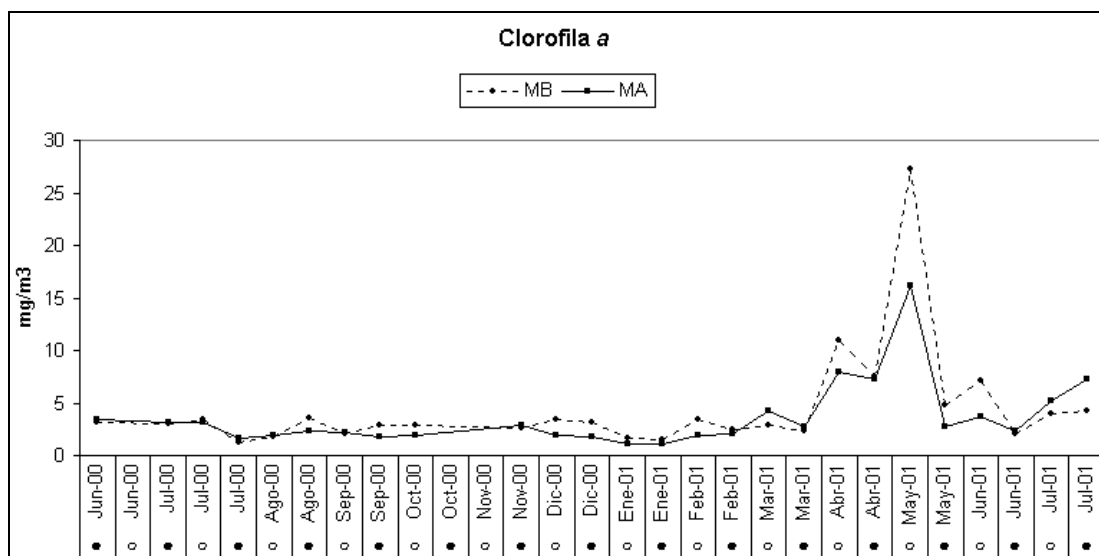


Figura 7: Concentración de Clorofila *a* de las muestras de agua tomadas en la zona de rompiente

MPS y MOP

Tanto los sólidos suspendidos (MPS) como la materia orgánica particulada (MOP) se encontraron en mayor abundancia en las muestras de marea baja. Las concentraciones de MPS fluctuaron entre 51 y 4686 mg/l en MB y entre 42 y 888 mg/l en MA, registrándose las mayores en diciembre del 2000, mayo y junio del 2001, (4368, 3467 y 4686 mg/l respectivamente) todas durante el aguaje de luna nueva (MB). Los valores de MOP fluctuaron entre 10 y 365 mg/l en marea baja y entre 4 y 232 mg/l en marea alta. Las mayores concentraciones se registraron durante los aguajes de luna llena de mayo y julio, durante la marea baja (285 y 365 mg/l respectivamente).

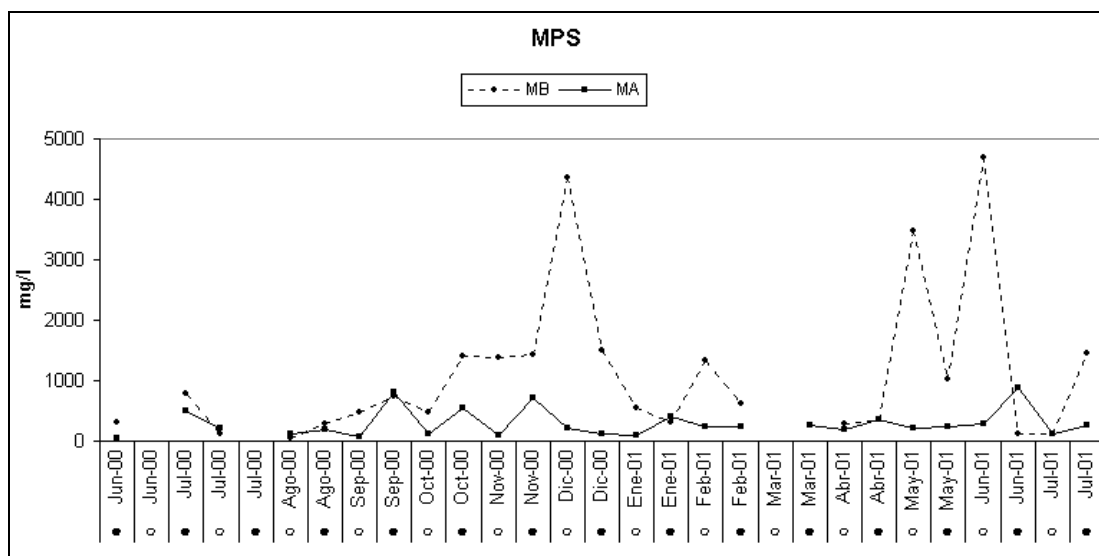


Figura 8: Concentración de materia particulada suspendida en las muestras de agua tomadas en la zona de rompiente.

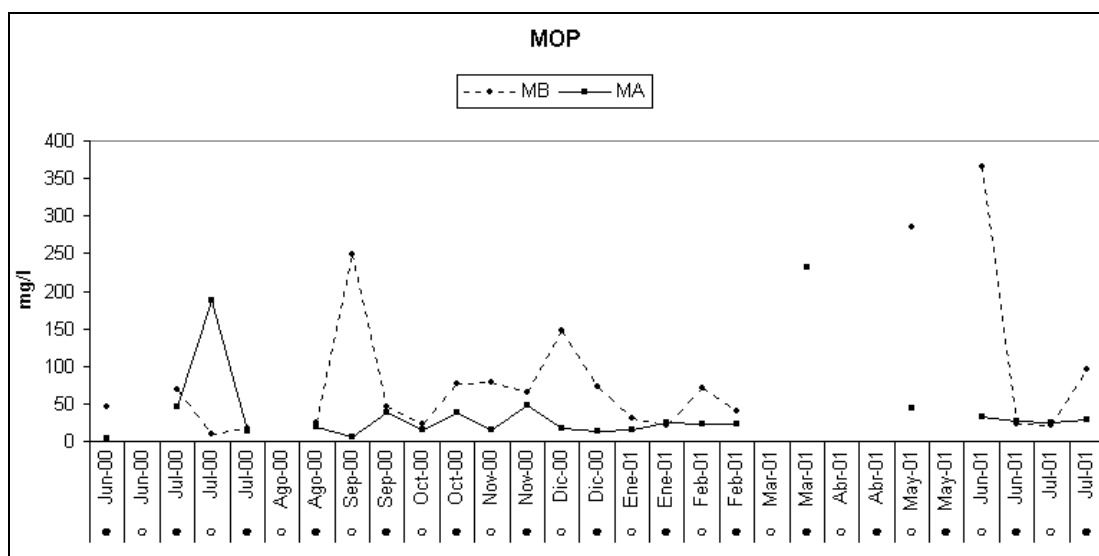


Figura 9: Concentración de materia particulada orgánica en las muestras de agua tomadas en la zona de rompiente.

Corriente (en la zona de rompiente)

De manera general en las mediciones de corriente en la zona de rompiente se observó una dirección predominante hacia el sur (izquierda el observador)

entre enero y abril, y hacia el norte (derecha del observador) el resto del año.

Las velocidades oscilaron entre 0 y 0.67 m/seg.

Olas

Se registraron alturas visuales promedio de rompiente entre 0.2 y 1.4 metros.

Los valores más altos se dieron en junio 2000 LN (0.8 en MB y 0.9 en MA),

julio 2000 LN (0.9 en MA), diciembre 2000 LL (0.7 en MB y 0.7 en MA) y

marzo 2001 LN (0.9 en MB y 1,4 en MA).

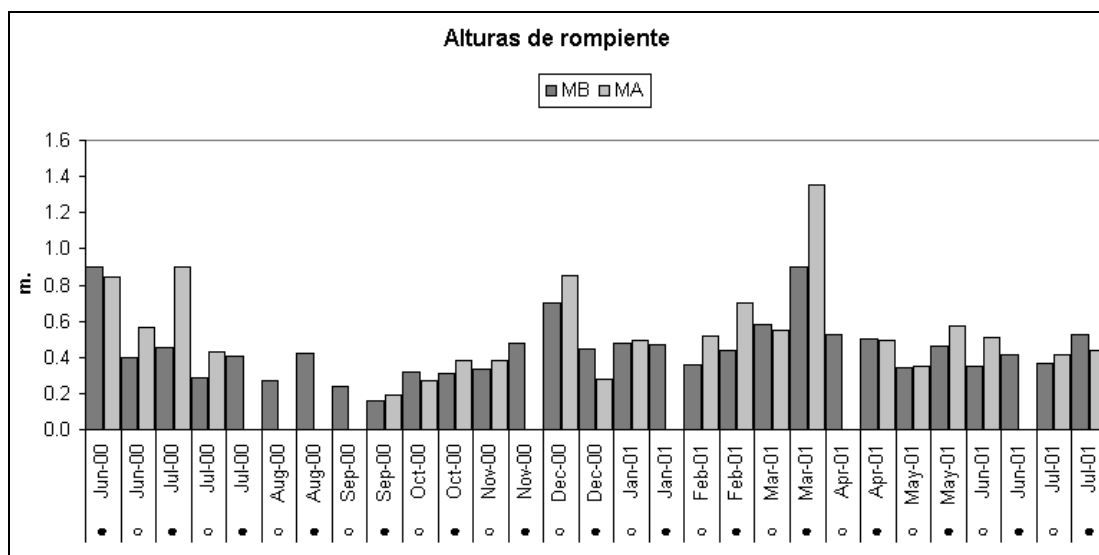


Figura 10: Promedio de alturas visuales de rompiente por fecha.

Los períodos fluctuaron entre 11 y 18 segundos en marea baja y entre 7 y 19 segundos en marea alta.

Granulometría

Los análisis de muestras de sedimento mostraron un diámetro medio de grano

entre 194 y 303 micras en marea baja y de 218 a 306 micras en marea alta

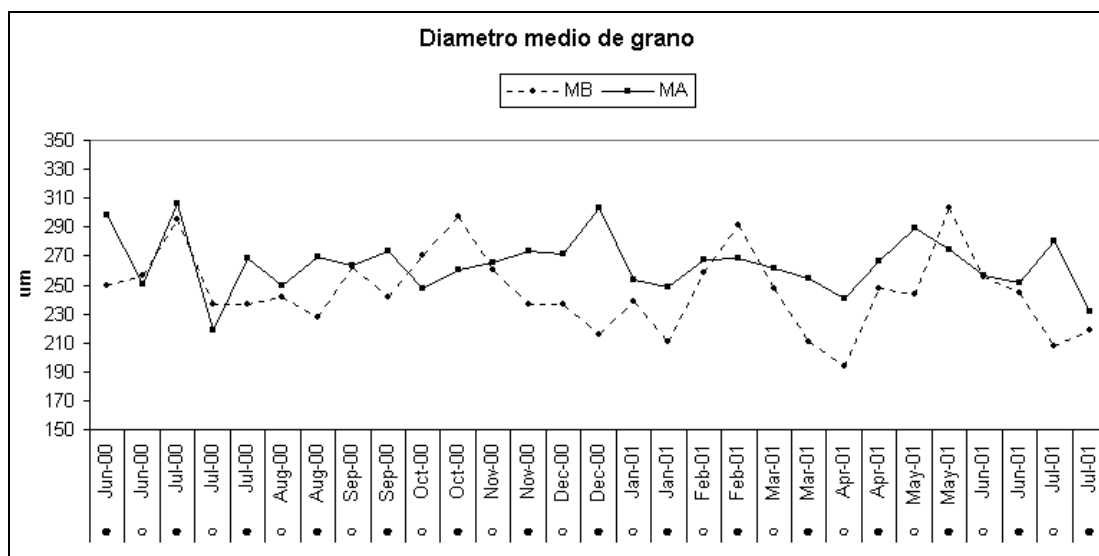


Figura 11: Diametro medio de grano de las muestras de sedimento tomadas en la orilla.

Viento

Los vientos predominantes, generalmente brisas suaves, mostraron una tendencia a venir del oeste, o suroeste de junio a septiembre, y del norte, noreste o noroeste de octubre a mayo, generalmente con velocidades menores a 10 Km. por hora.

Temperatura del aire

La temperatura del aire fluctuó entre 22 y 32 C por la tarde y entre 21 y 34 C por la mañana en la época fría (junio – noviembre), mientras que en la época “cálida” (noviembre – mayo) fluctuó entre 27 y 37 C por la tarde y entre 25 y 31 C por la mañana.

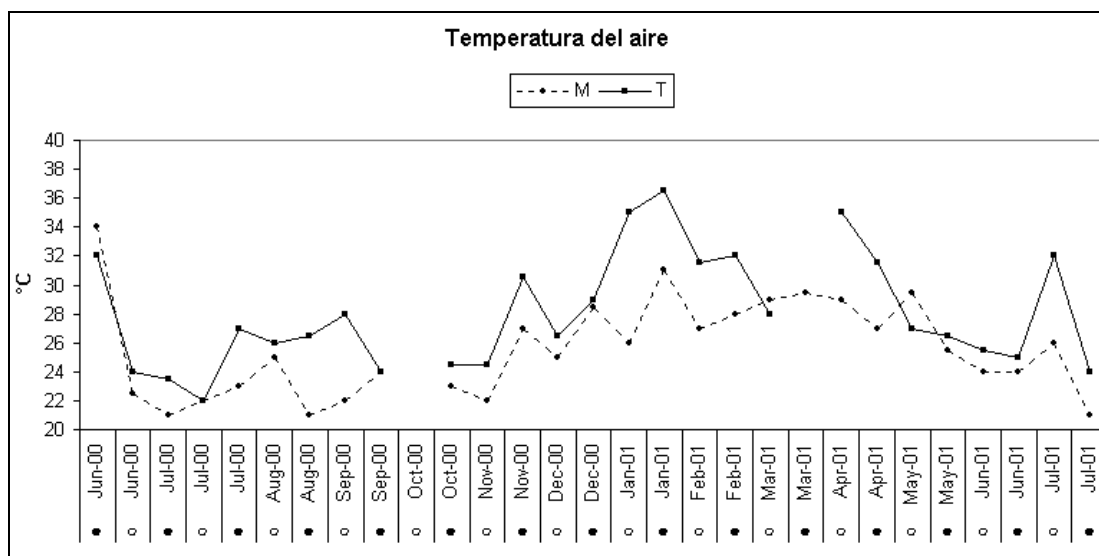


Figura 12: Temperatura del aire a la sombra.

Generalmente durante todo el periodo de muestreo el cielo se presentó nublado por la mañana, pero con fuerte resplandor, especialmente entre diciembre y mayo, por lo tanto la expresión de la nubosidad en octavos no es muy representativa de la incidencia de luz en el día. Leves garúas durante el tiempo de la noche y la madrugada se registraron entre fines de junio y agosto del 2000, entre enero y marzo del 2001 y en julio del 2001.

5.2. COMPOSICIÓN DEL HIPERBENTOS.

5.2.1. Estadística descriptiva

Un total de 375 especies funcionales fueron encontrados (Anexo B) procediéndose a la clasificación de HOLO y MERO hiperbentos (181 y 194 respectivamente). Los peces grandes y crustáceos epibénticos

(*Arenaeus mexicanus*, *Callinectes toxotes*, *Emerita rathbunae*, etc.), se consideran como captura accidental debido a que no son muestreados eficientemente con el trineo hiperbentónico, ya que por su tamaño y/o capacidad de nado pueden escapar fácilmente de las redes. Los moluscos en estado adulto (bivalvos) también fueron eliminados de la base de datos. Las decisiones para clasificar los organismos como holo o como mero hiperbentos fueron tomadas siguiendo referencias de trabajos similares (Hamerlynck y Mees, 1991; Beyst *et al.*, 2001; Domínguez, 2001).

En la tabla 4 se resume la composición de los grupos taxonómicos encontrados, profundizando más en los decápodos, siendo estos de mayor interés para el estudio. El número de especies en cada grupo taxonómico representa realmente al número de “especies funcionales”, es decir tomando como especies individuales a los diferentes estadios de desarrollo.

En la distribución de densidad de hiperbentos total a lo largo del periodo de muestreo (figura 13), podemos observar tres picos muy marcados que corresponden al aguaje de luna nueva de junio del 2000 (26160 y 3122 ind/100 m² en MB y MA respectivamente), al aguaje de luna nueva de octubre del 2000 (17100 y 7953 ind/100 m², MB y MA)

y al aguaje de luna nueva de noviembre del 2000 (26755 ind/100m², en MB); todos ellos en marea baja (MB).

Grupo Taxonómico	No. de especies	Densidad Total (ind/100 m²)	% Densidad Total	Máximo (ind/100 m²)
Phylum Cnidaria	23	228	0.23	115
Phylum Ctenophora	1	<1%	0.00	<1%
Phylum Anelida	29	183	0.18	155
C. Polychaeta	29	183	0.18	155
Phylum Mollusca	35	1608	1.59	515
C. Bivalvia	18	1052	1.04	486
C. Gastropoda	17	556	0.55	204
Phylum Artropoda	204	97672	96.64	26748
C. Pycnogonida	6	14	0.01	5
Subphylum Crustacea	198	97658	96.63	26748
C. Copepoda	51	630	0.62	84
O. Calanoidea	29	548	0.54	83
O. Siphonostomatoidea	13	24	0.02	3
O. Cyclopoidea	8	58	0.06	17
O. Monstrilloidea	1	<1%	0.00	<1%
C. Malacostraca	102	2949	2.92	237
O. Stomatopoda	3	5	0.01	3
O. Euphausiacea	2	7	0.01	3
O. Decapoda	97	2937	2.91	237
Infra O. Peneidea	12	1993	1.97	225
Infra O. Caridea	15	19	0.02	5
Infra O. Thallassinidea	3	1	0.00	<1%
Infra O. Anomura	22	573	0.57	179
Infra O. Brachyura	45	351	0.35	42
C. Peracarida	45	94079	93.09	26527
O. Mysidacea	4	92711	91.73	26527
O. Cumacea	5	40	0.04	22
O. Isopoda	13	865	0.86	713
O. Amphipoda	23	463	0.46	152
Phylum Echinodermata	5	82	0.08	35
O. Ophiuroidea	4	80	0.08	35
F. Mellitidae	1	2	0.00	1
Phylum Chaetognata	3	266	0.26	74
Subphylum Urochordata	1	<1%	0.00	<1%
Subphylum Vertebrata (Pisces)	75	1026	1.02	193

Tabla 4: Grupos taxonómicos

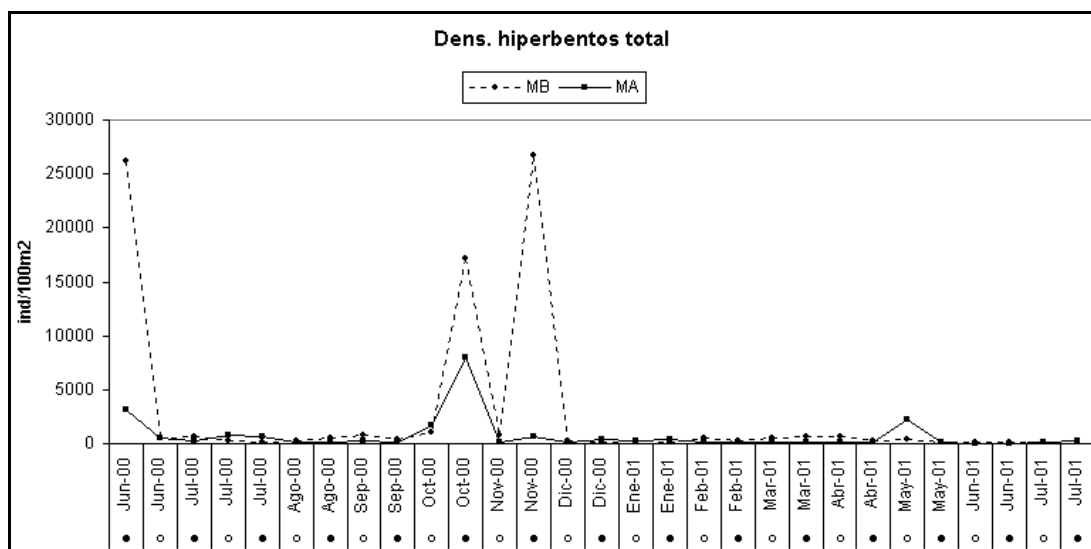


Figura 13: Densidad del hiperbentos total.

Sin embargo, los mencionados picos de junio y octubre se deben exclusivamente a una presencia muy abundante de misidáceos (especialmente *Metamysidopsis* sp.), los cuales generalmente forman un promedio del 99,7% del total para MB y del 87.2% para MA. Mysidacea fue un grupo dominante la mayor parte del año. Un pico de hiperbentos total algo menor, se da en mayo del 2000, luna llena (MA), y es precedido por la presencia de un fenómeno de marea roja, que empezó su aparición en abril (M. E. Cornejo *com pers.*), provocando un “bloom” de diversidad en mayo. Para esta fecha los misidáceos tuvieron una densidad relativa baja del 35% del total de la muestra.

Al extraer el grupo Mysidacea de la base de datos (figura 14), podemos observar un aumento relativo de densidad de “otros”

organismos entre fines de noviembre del 2000 y mayo del 2001, que corresponden a la época de aumento de temperatura. En este punto es importante remarcar que la dominancia del grupo “otros” corresponde a los decápodos, y entre ellos a los grupos de peneidos y larvas de *Brachyura*.

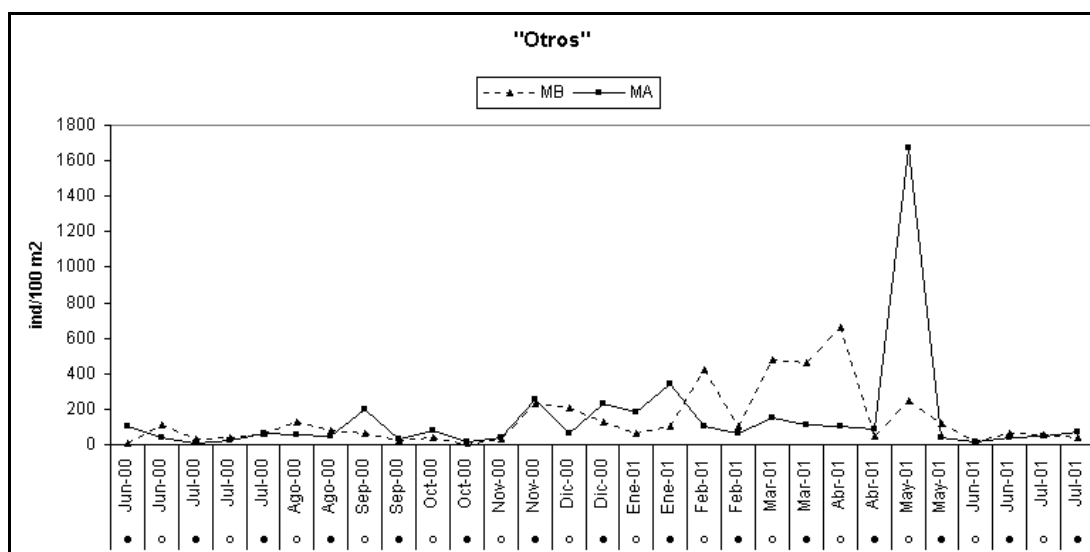


Figura 14: Densidad del hiperbentos habiendo extraído el grupo Mysidacea

Lo dicho anteriormente se corroboró al calcular las densidades relativas por muestra (figura 15). Al graficar, aunque se pierden los patrones de abundancia total, podemos notar claramente dos épocas: una de dominancia relativa de misidáceos (junio – noviembre 2000 y junio – julio 2001) y otra de dominancia relativa de “otros” (diciembre – mayo).

La primera corresponde a la época “fría”, mientras que la segunda a la época “cálida”. Las densidades se dieron en patrones similares tanto para marea baja como para marea alta.

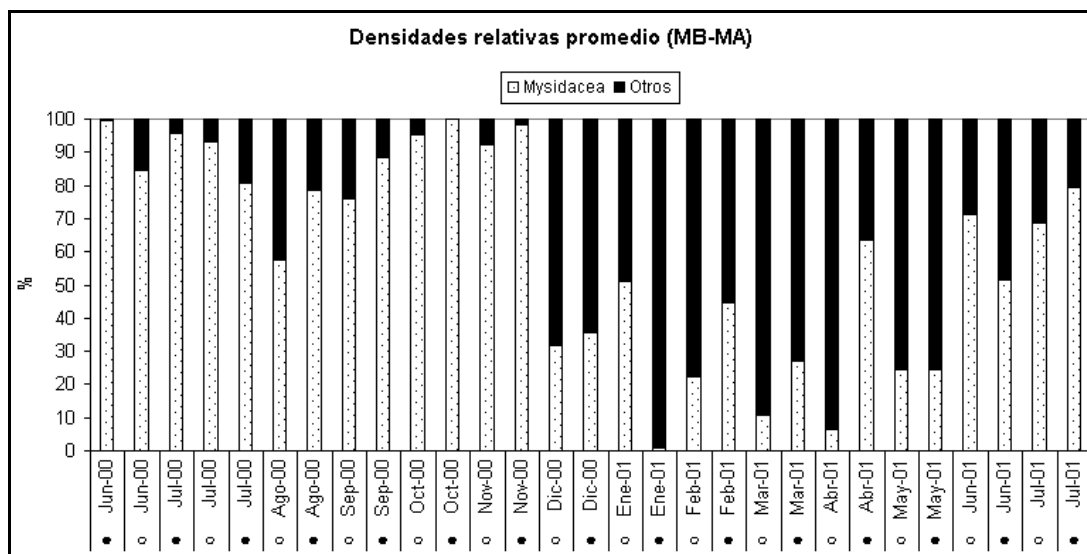


Figura 15: Densidades relativas de misidáceos y “otros”, promediando las muestras de MB y MA.

Al agrupar los datos separadamente en holohiperbentos y merohiperbentos, se pueden observar en general densidades mayores para el holo en el periodo junio 2000 – noviembre 2000, mientras que para el merohiperbentos se dan en noviembre 2000 – mayo 2001 (Figuras 16 y 17).

Nuevamente, las densidades del holohiperbentos corresponden esencialmente al grupo de misidáceos.

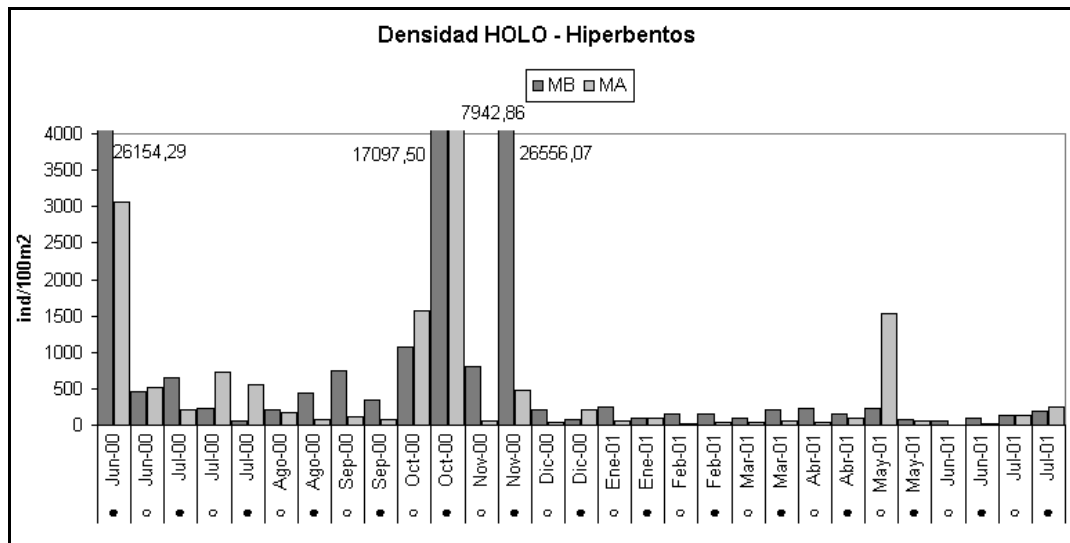


Figura 16: Densidad del holohiperbentos en MB y MA

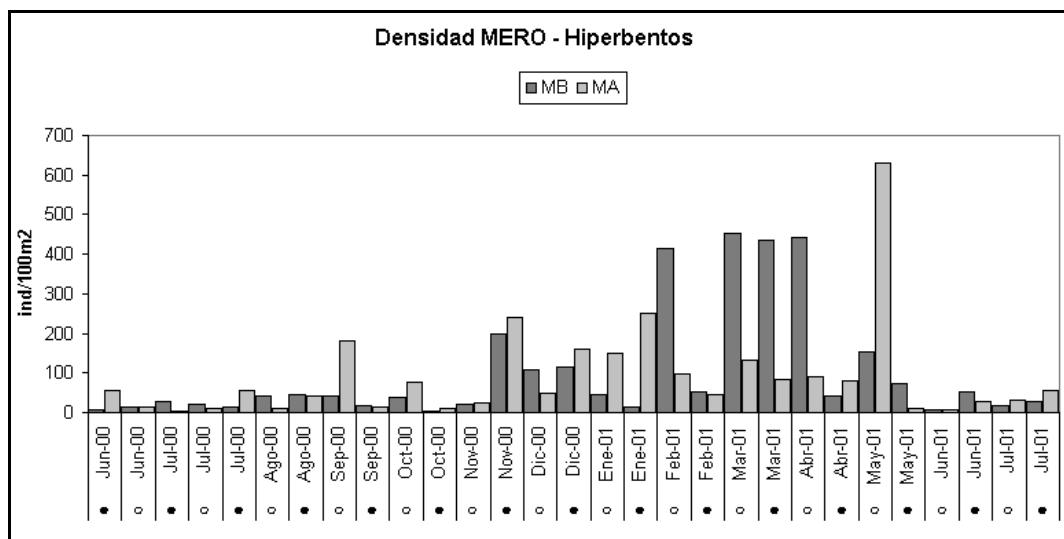


Figura 17: Densidad del merohiperbentos en MB y MA

La variación de densidades totales de los diferentes Phyla taxonómicos, muestra una mayor diversidad entre diciembre y abril (figuras 18 y 19).

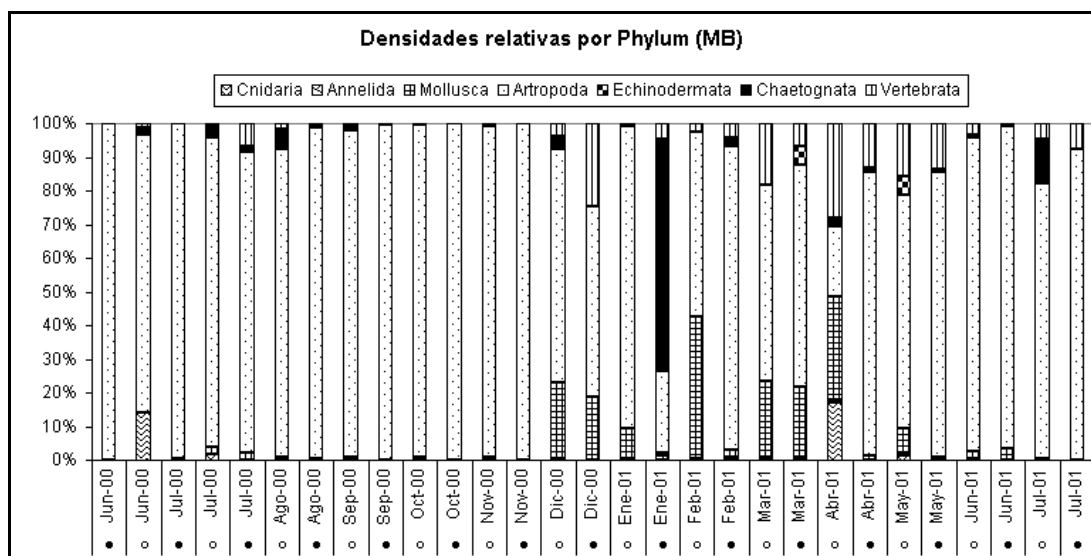


Figura 18: Densidades relativas de las muestras por Phylum. MB

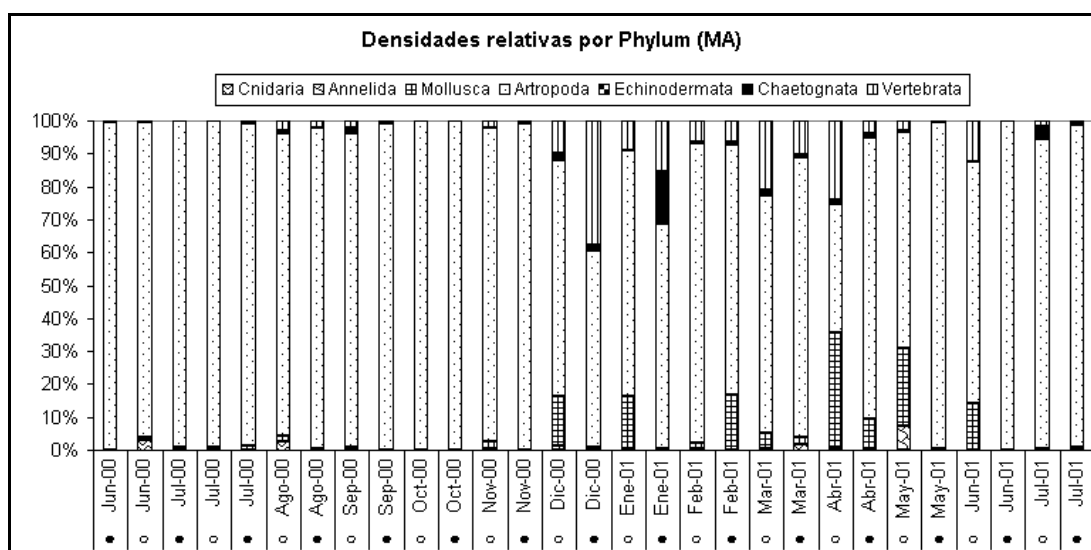


Figura 19: Densidades relativas de las muestras por Phylum. MA

Phylum Cnidaria

Su aparición fue esporádica en algunas muestras, la mayoría de las veces entre junio y noviembre, en densidades muy bajas (máximo de 4 ind/100m²), salvo junio del 2000, luna llena (65 ind/100m² en MB y 15 ind/100m² en MA). El mayor pico (115 ind/100m²) sin embargo se

da en el aguaje de luna llena de mayo del 2001 durante la marea alta, y corresponde justamente a la aparición de la marea roja.

Se encontraron un total de 23 morfoespecies, de las cuales ninguna pudo ser identificada debido a que no se disponía de las claves taxonómicas necesarias.

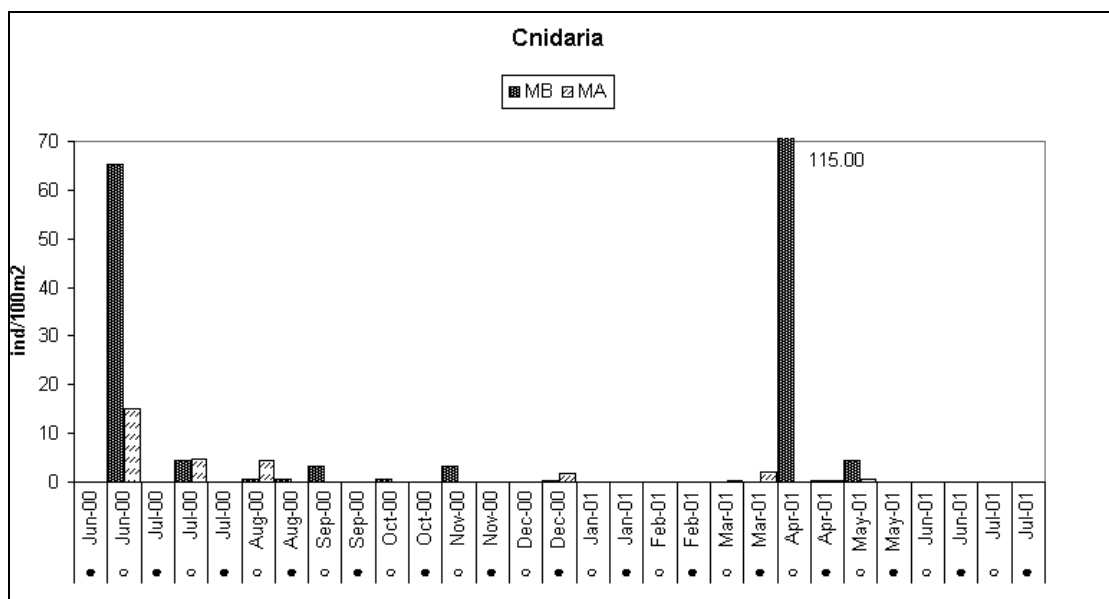


Figura 20: Densidades Phylum Cnidaria

El pico de junio estaba compuesto especialmente Cnidaria spec 6 (18 ind/100 m²), Cnidaria spec 22 (31 ind/100 m²), y Siphonophora spec 1 (14 ind/100 m²). El pico de abril estaba formado por Cnidaria spec 4 (45 ind/100 m²), Cnidaria spec 22 (15 ind/100 m²) Cnidaria spec 32 (16 ind/100 m²) y un numero relativamente grande de individuos (11 ind/100 m²) que no pudieron ser identificados en alguna especie morfológica puesto que se encontraban muy dañados.

Phylum Anelida

Compuesto completamente por la clase Polychaeta, en 29 morfoespecies. Se han identificado 12 familias: Spionidae, Phillodocidae, Polynoideae, Nephtidae, Chrisopetalidae, Pisionidae, Syllidae, Nereidae, Glyceridae, Onuphidae, Lumbrinidae y Sabellariidae. Se encontraron en densidades generalmente muy bajas (0 a 6 ind/100m²); se vio presentaron con mayor frecuencia entre enero y abril del 2001, durante marea baja. Una densidad relativamente muy alta (155 ind/100m²) se dio en la muestra de marea alta de mayo (LN). El pico se debió exclusivamente a larvas de *Hyalinoecia spec.*

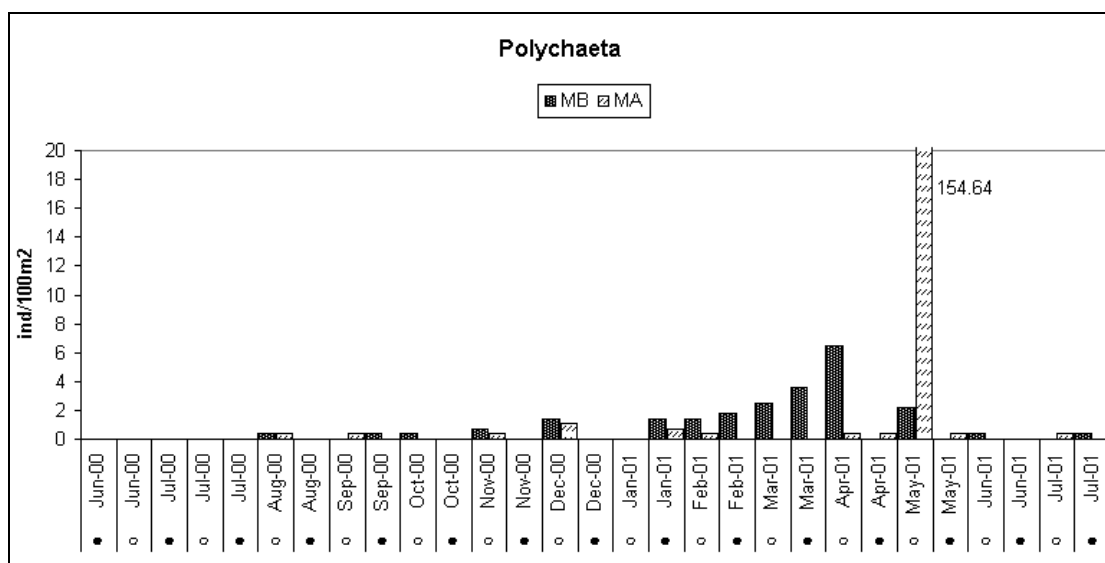


Figura 21 : Densidades Clase Polychaeta

Phylum Mollusca

Dos Clases taxonómicas se han encontrado para este Phylum: Bivalvia, (18 especies) y Gastropoda (17 especies). Todas las especies son consideradas merohiperbentónicas.

Las mayores abundancias de spat de bivalvos se dieron entre diciembre y mayo. En febrero (LL) durante marea baja hubo altas densidades de spat de los géneros *Donax* (164.29 ind/100m²) y *Tivela* (42.14 ind/100m²). Mayo, luna llena, presentó densidades altas de spat de los géneros *Mytella* (353.57 ind/100m²), *Donax* (78.57 ind/100m²) y *Arcidae* (48.57 ind/100m²). *Donax* fue el más frecuente en todas las demás muestras.

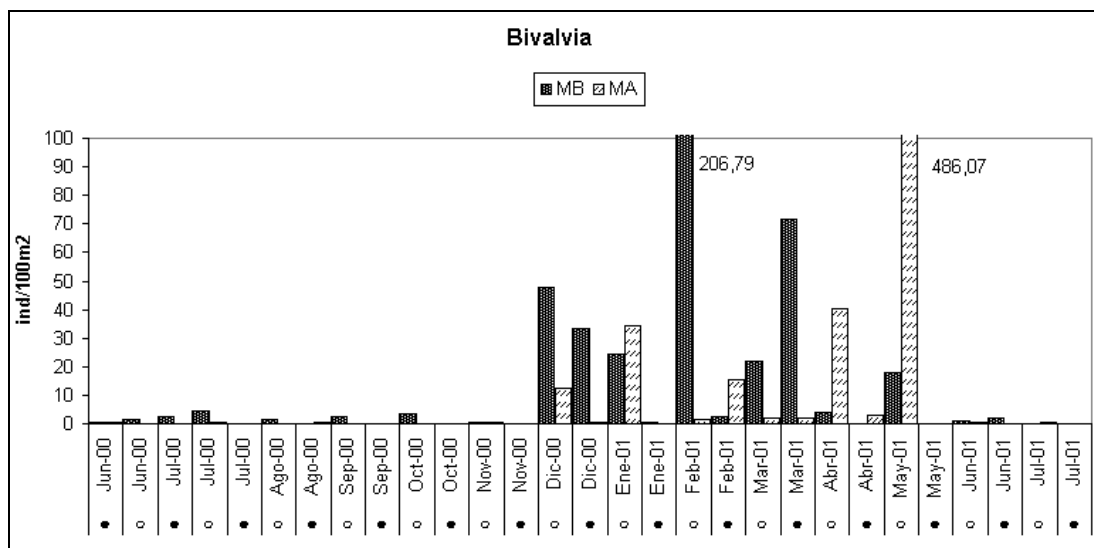


Figura 22: Densidades Clase Bivalvia

Los gasterópodos se presentaron generalmente durante marea baja. Las densidades mas altas se dieron en marzo, durante marea baja, compuestos principalmente por spat del género *Olivella* (100 ind/100m²) durante el aguaje de luna llena y *Mazatlanina* (33 ind/100m²) durante el aguaje de luna nueva, y en abril, luna nueva en marea baja, con abundancia relativamente altas de larvas de pterópodos (orden Pteropoda) (153.57 ind/100 m²) y spat del género *Mazatlanina* (48.57 ind/100m²).

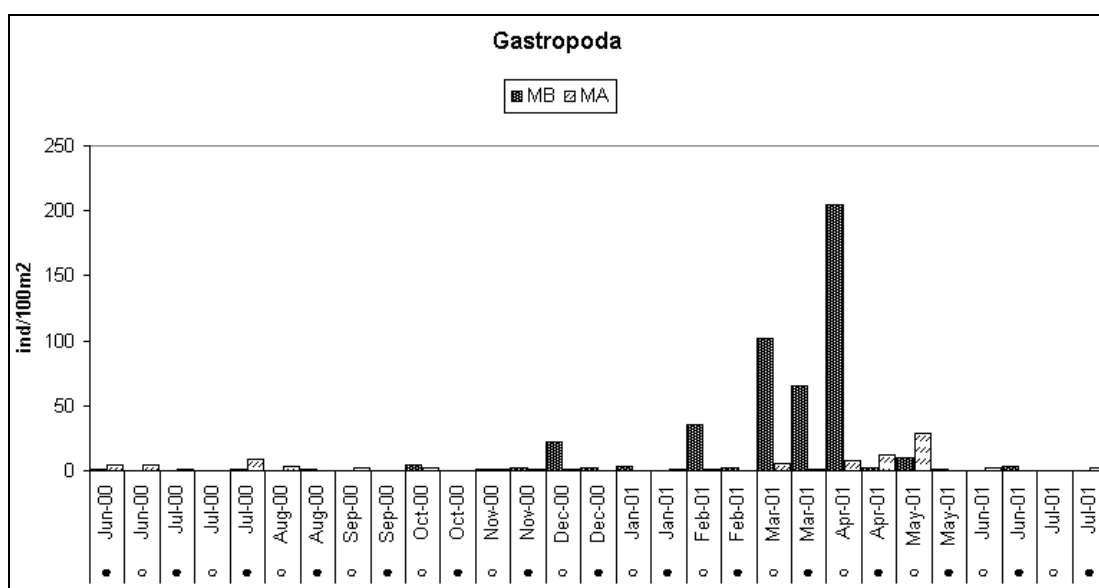


Figura 23: Densidades clase Gastropoda

Phylum Artropoda

Salvo los picnogónidos (Subphylum Chelicerata, clase Pycnogonida), el resto de los organismos encontrados de este Phylum fueron del subphylum Crustacea.

Se encontraron un total de 6 morfoespecies en la clase Pycnogonida, y su densidad fue muy baja, llegando a un máximo de 5.36 ind/100m² en mayo, durante el aguaje de luna llena (en MA).

Crustacea fue un grupo dominante a lo largo de todo el periodo de muestreo, salvo el aguaje de luna nueva de enero (MB) del 2001 y el aguaje de luna llena de abril. Se registraron tres clases taxonómicas: Copepoda, Malacostraca y Peracarida.

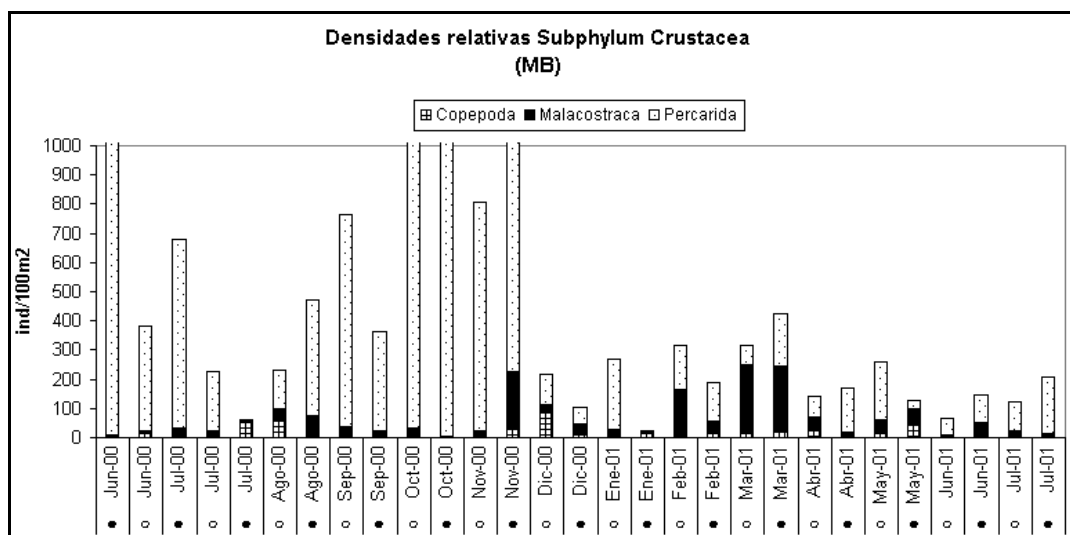


Figura 24: Densidades de las Clases más abundantes encontradas en el Subphylum Crustacea durante los muestreos de marea baja (MB)

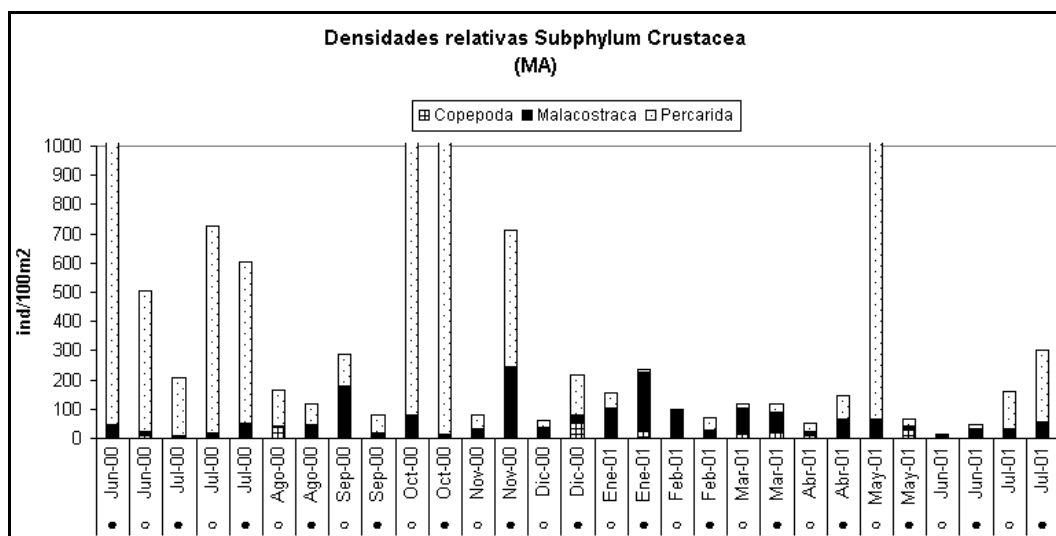


Figura 25: Densidades de las Clases más abundantes encontradas en el Subphylum Crustacea durante los muestreos de marea alta (MA)

Copepoda

Se encontraron cuatro ordenes taxonómicos: Calanoidea (9 familias, 29 especies), Siphonostomatoidea (1 familia, 13 especies), Cyclopoidea (2 familias, 8 especies) y Monstrilloidea (1 especie). El más abundante fue Calanoidea (mayormente *Eucalanus pileatus*). La aparición de los copepodos en general se interrumpe, o es mínima, en dos periodos: entre agosto (LN) y noviembre (LL) del 2000 y entre junio y julio del 2001.

Densidades mayores se dan en marea baja: los mayores picos se observan en los dos agujajes de agosto, en el agujaje de luna llena de diciembre y en el agujaje de luna nueva de mayo.

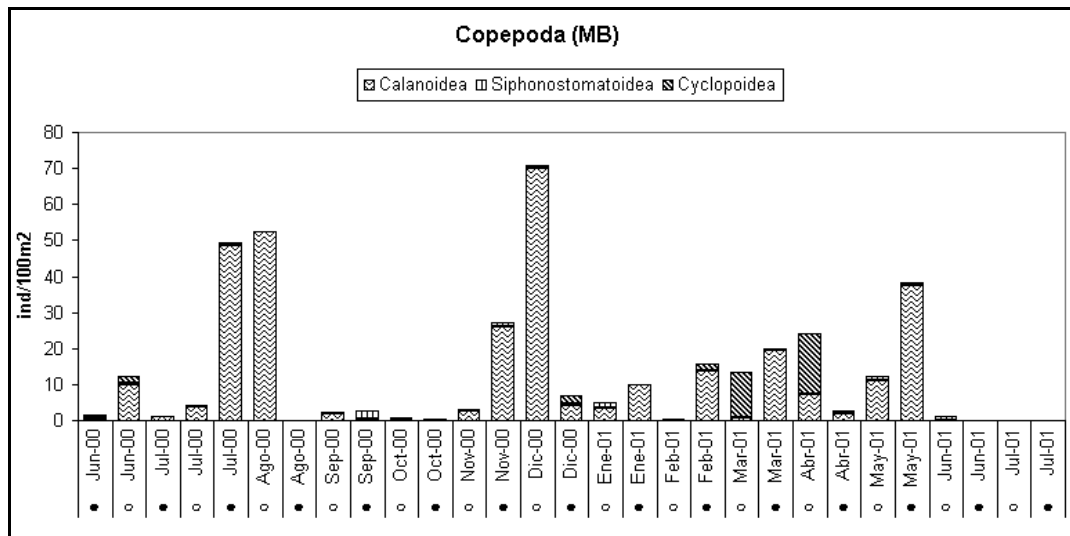


Figura 26: Densidades de los tres principales órdenes de copépodos hallados durante los muestreos de marea baja (MB).

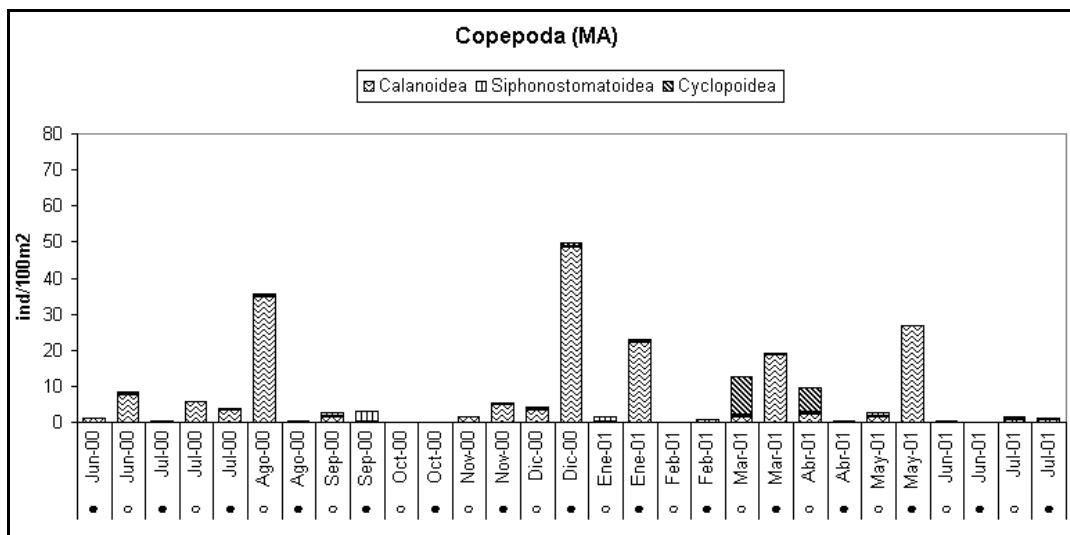


Figura 27: Densidades de los tres principales órdenes de copépodos hallados durante los muestreos de marea alta (MA).

Malacostraca

Stomatopoda y Euphausiacea se presentaron en densidades muy bajas y sin ningún patrón. Stomatopoda (3 especies) sin embargo estuvo siempre asociada a la marea baja. Euphausiacea estuvo representada

por una sola especie taxonómica (*Nyctiphanes simplex*) en dos especies funcionales (furcilia y postlarva) con una densidad máxima de 3 ind/100 m² en la marea baja del aguaje de luna llena de agosto.

Decapoda, fue el grupo taxonómico más abundante después de Mysidacea, y el más diverso. Se encontraron 5 Infraordenes: Peneidea (3 familias, 11 especies), Caridea (7 familias, 13 especies), Thalassinidea (2 familias, 3 especies), Anomura (5 familias) y Brachyura (9 tipos de zoea, 16 de megalopa y de 20 juvenil).

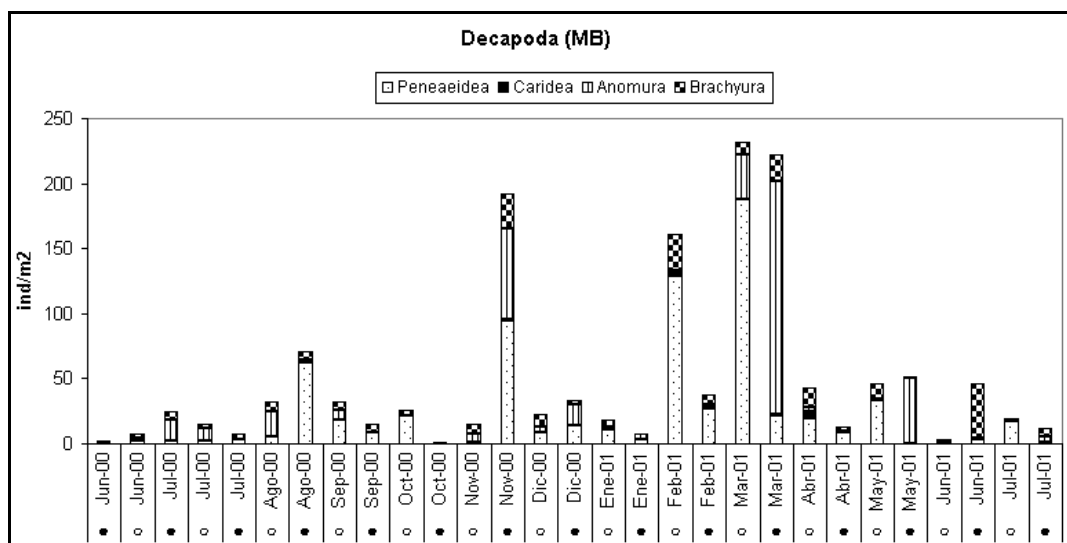


Figura 28: Densidades de los principales taxones del orden Decapoda hallados durante los muestreos en marea baja (MB).

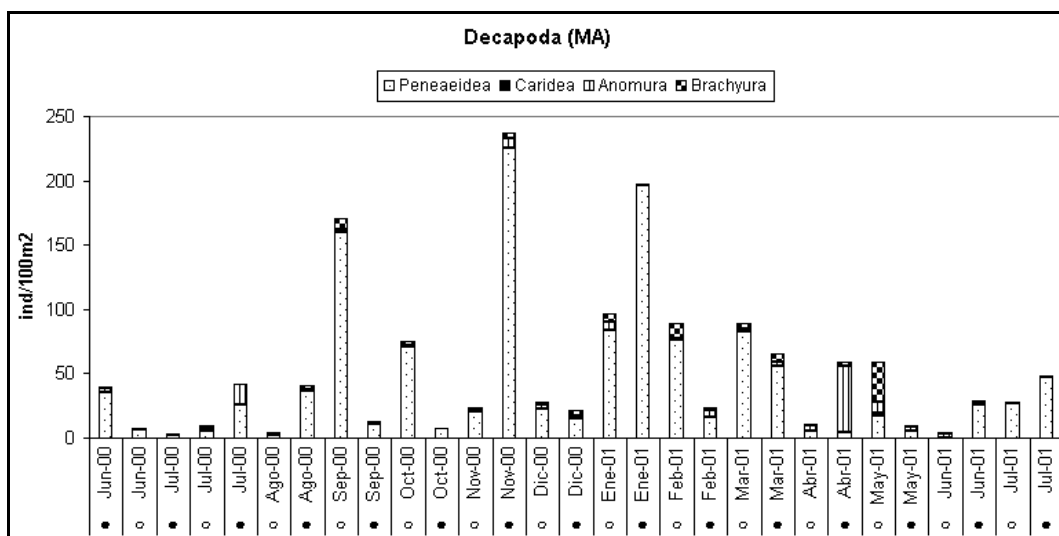


Figura 29: Densidades de los principales taxones del orden Decapoda hallados durante los muestreos en marea alta (MA).

Tallasinidea y Caridea fueron muy escasos. Anomura y varias especies Brachyura estuvieron asociados a la marea baja, mientras que los camarones peneideos se mostraron más abundantes en marea alta.

Un grupo de especial interés lo constituyen los camarones peneidos, entre ellos, los más importantes y que se presentaron en mayor densidad son tres especies del género *Litopenaeus*: *L. vannamei*, *L. occidentalis* y *L. stylirostris*. El curso de las tres especies a lo largo del período de muestreo serán descrito posteriormente por separado. Sin embargo es importante notar que las mayores densidades de camarones peneidos están asociadas a la marea alta (media de 22 ± 42 ind/100 m² en MB y de 43 ± 57 ind/100 m²).

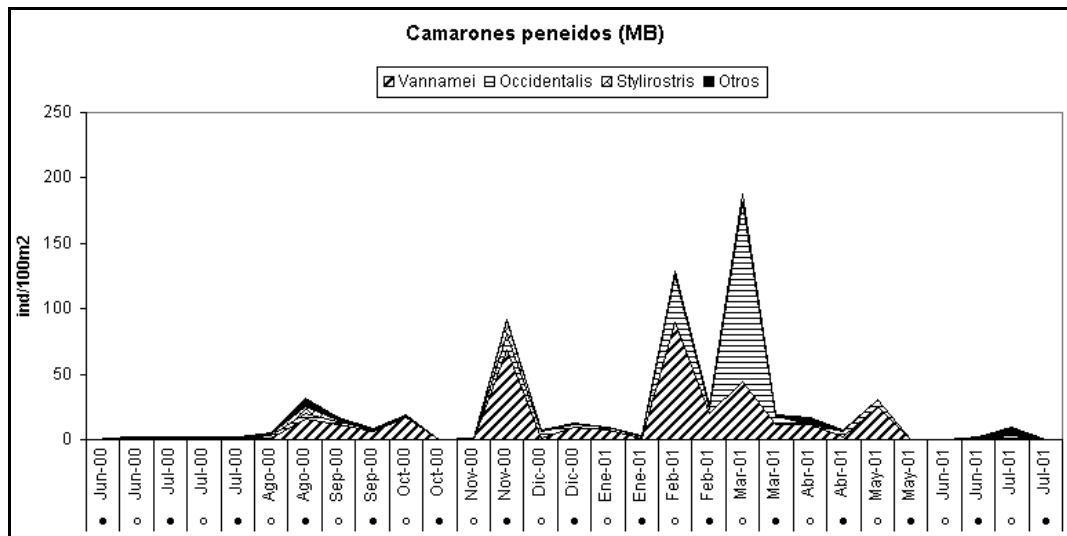


Figura 30: Densidades de los camarones peneidos hallados en los muestreos de marea baja.

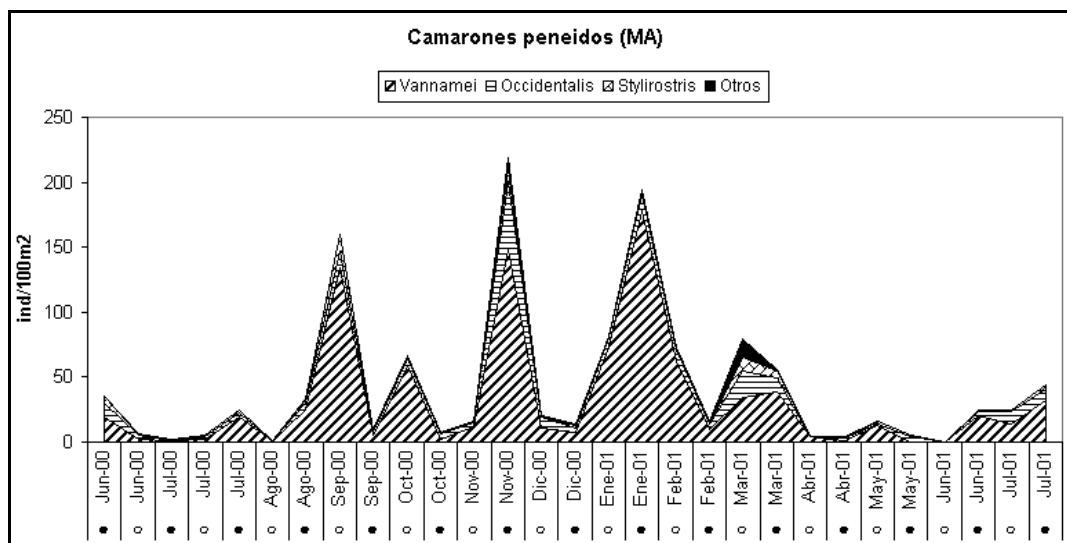


Figura 31: Densidades de los camarones peneidos hallados en los muestreos de marea baja.

Peracarida

Como ya se ha mencionado el grupo dominante de esta clase taxonómica, y de todo el hiperbentos, es el orden Mysidacea (Fam. Mysidae). Cumacea (5 especies), Isopoda (13 especies, 3 familias

identificadas, 3 subordenes), y Amphipoda (23 especies, 4 subordenes) también estuvieron presentes.

Se encontraron 4 especies del orden Mysidacea: *Bowmaniella* spec 1, *Mysidopsis* spec1, *Metamysidopsis* spec 1 y Mysidacea spec 4. Los tres primeros por ser muy abundantes serán descritos separadamente.

Se dio un único individuo de Mysidacea spec 4 en todas las muestras.

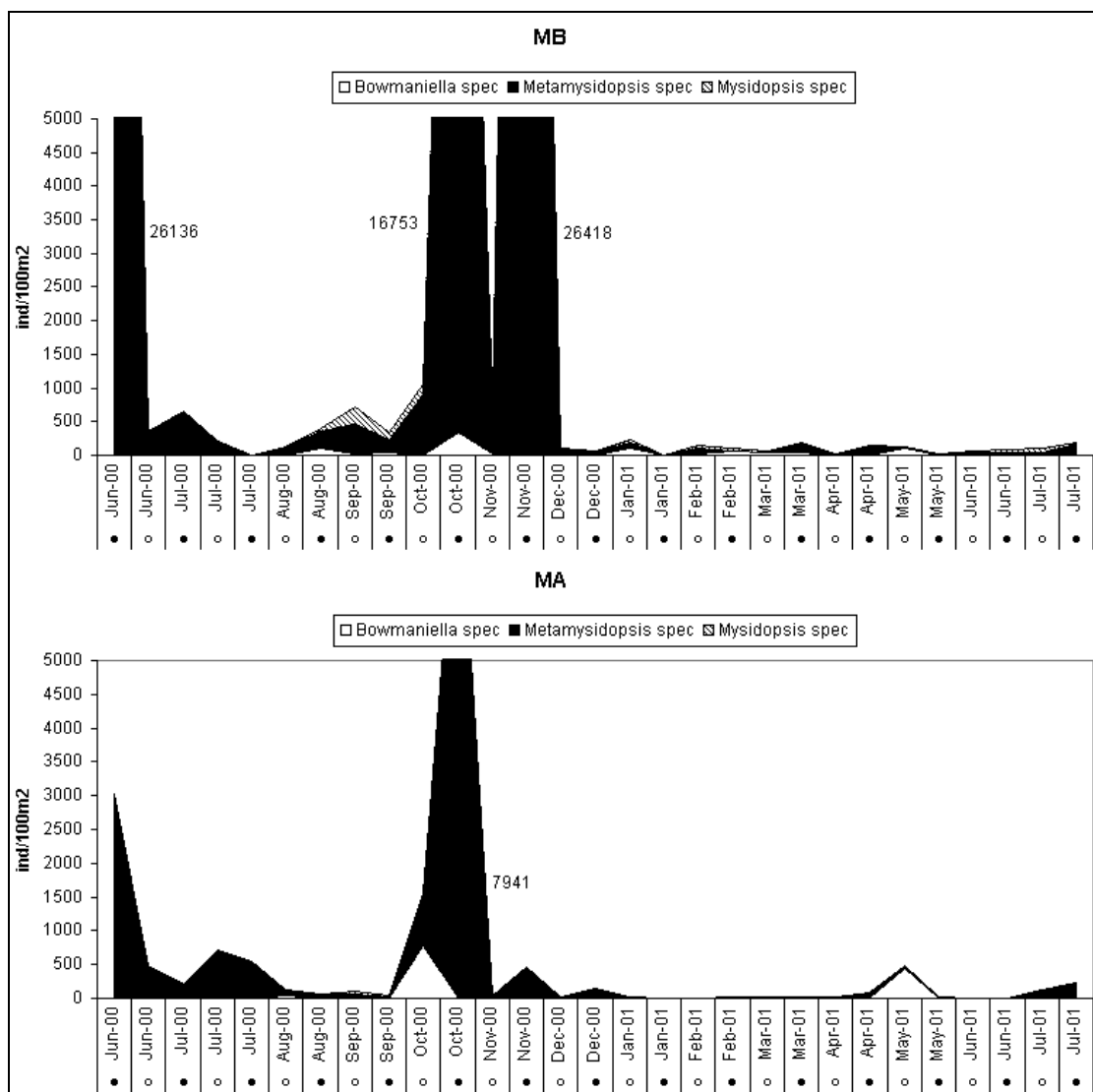


Figura 32: Densidades de los tres principales géneros de misidáceos hallados en los muestreos de marea baja (MB) y de marea alta (MA).

Isopoda mostró mayor abundancia en las muestras de marea baja. La especie más común en las muestras fue *Excirolana braziliensis*, pero los que presentaron mayor abundancia con respecto a la densidad total de las muestras fueron Isopoda spec 11 y 12, que se presentaron en gran cantidad en la muestra influenciada por marea roja (aguaje de luna llena de mayo, 498 y 214 ind/100 m² respectivamente, en marea alta).

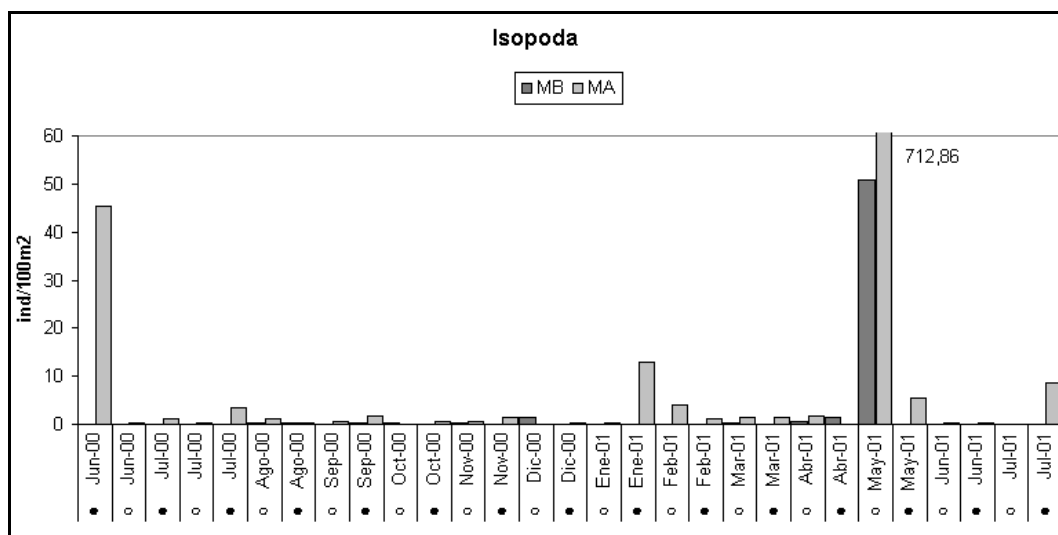


Figura 33: Densidades del orden Isopoda.

La especie más común del orden Amphipoda fue Gammaridea spec 2, presente en casi todas las muestras. No se ve una asociación a marea baja o alta, aunque en condiciones normales fue más abundante en marea baja. La densidad alta presente en la muestra de mayo, luna nueva (MA) correspondió sin embargo a Coriphidea spec 1 (96 ind/100 m²), seguido de Gammaridea spec 2 (39 ind/100 m²).

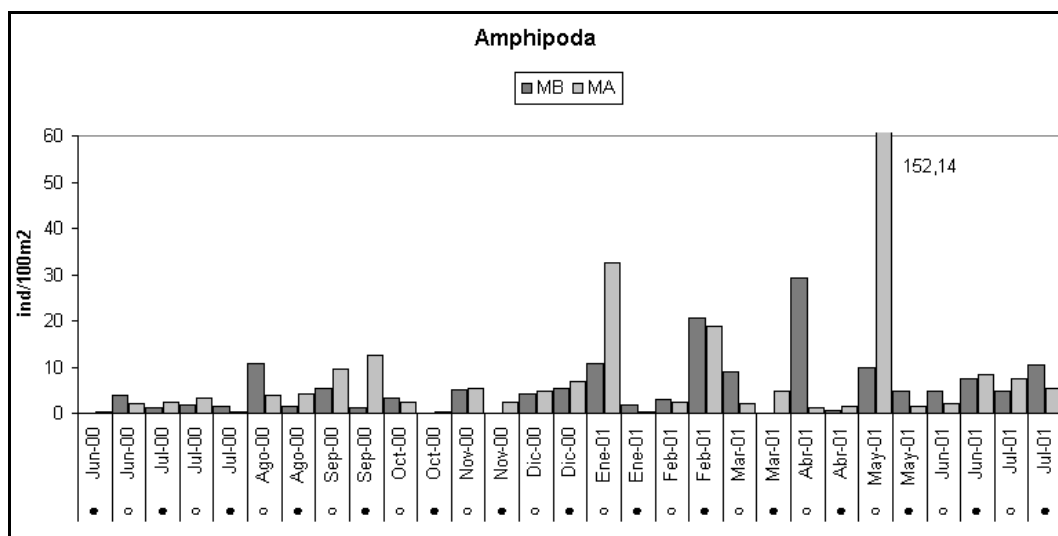


Figura 34: Densidades del orden Amphipoda

Phylum Echinodermata

Se registraron dos clases taxonómicas: Stellerioidea (Orden Ophiuroidea) y Echinoidea (Familia Mellitidae), ambos esporádicamente y en densidades muy bajas, asociados a marea baja. Ophiuroidea spec 1, fue la especie más abundante alcanzando sus densidades más altas en mayo luna llena (22 ind/100 m²) y en marzo luna nueva (35 ind/100m²) en las muestras de marea baja.

Phylum Chaetognata

Del género *Sagitta* en su mayoría, aparentemente asociado a las mareas bajas de agujajes de luna llena. La densidad máxima sin embargo se dio en el agujaje de luna nueva en enero (74 ind/100 m² en MB y 56 ind/100 m² en MA).

Subphylum Vertebrata (Pisces)

En este grupo se diferenciaron dos tipos morfológicos diferentes: larvas (larvas y juveniles) y huevos de peces. El subphylum Vertebrata formó únicamente el 1% del total de las muestras; sin embargo extrayendo la dominancia de misidáceos, éste es un porcentaje alto.

Se encontraron 37 tipos de huevos morfológicamente diferentes, pudiéndose identificar 10 familias: Pleuronectidae, Engraulidae, Clupeidae, Sternoptychidae, Photiothydae (2), Atherinidae, Carangidae, Sciaenidae (2) y Soleidae (2). Un total de 23 tipos no pudieron ser identificados a ningún nivel por no poseer las claves taxonómicas necesarias.

Las mayores densidades para marea baja se dieron en marzo (92 ind/100m²) y abril (166 ind/100m²) durante los aguajes de luna llena. Sternoptychidae NI (19 ind/100m²) y Atherinidae NI (13 ind/100m²) dominaron en marzo, y las morfoespecies 24 (62 ind/100m²) y 25 (79 ind/100m²) en abril.

En general los huevos de peces parecen ser más abundantes entre marzo y mayo, exceptuando la muestra de diciembre en la cual también se presentan densidades altas.

En las muestras de marea alta se da un despunte en diciembre luna nueva, provocado por las morfoespecies 33 (59 ind/100m²) y 35 (51 ind/100m²) y varios no identificados (15 ind/100m²).

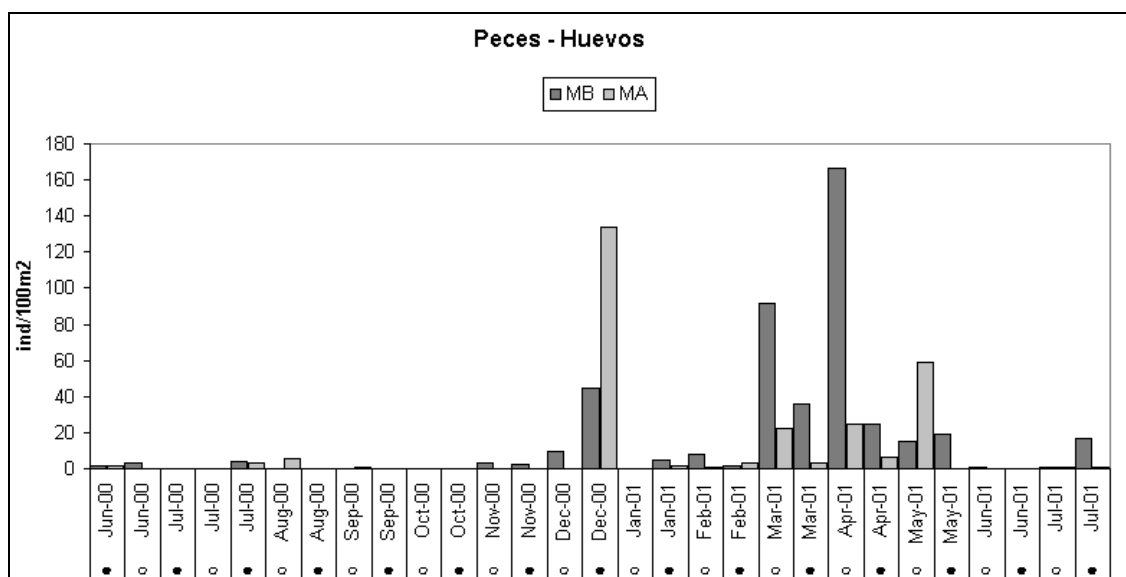


Figura 35: Densidades de huevos de peces.

Las larvas se presentaron de manera más abundante que los huevos, y a lo largo de todo el año. Se registraron densidades entre 0 y 44 ind/100m² en marea baja y entre 0 y 51 ind/100m² en marea alta. Las especies más comunes fueron Gonostomatidae NI (53 ind/100m²), *Achirus* sp (45 ind/100m²) y *Engraulis rigens* (29 ind/100m²).

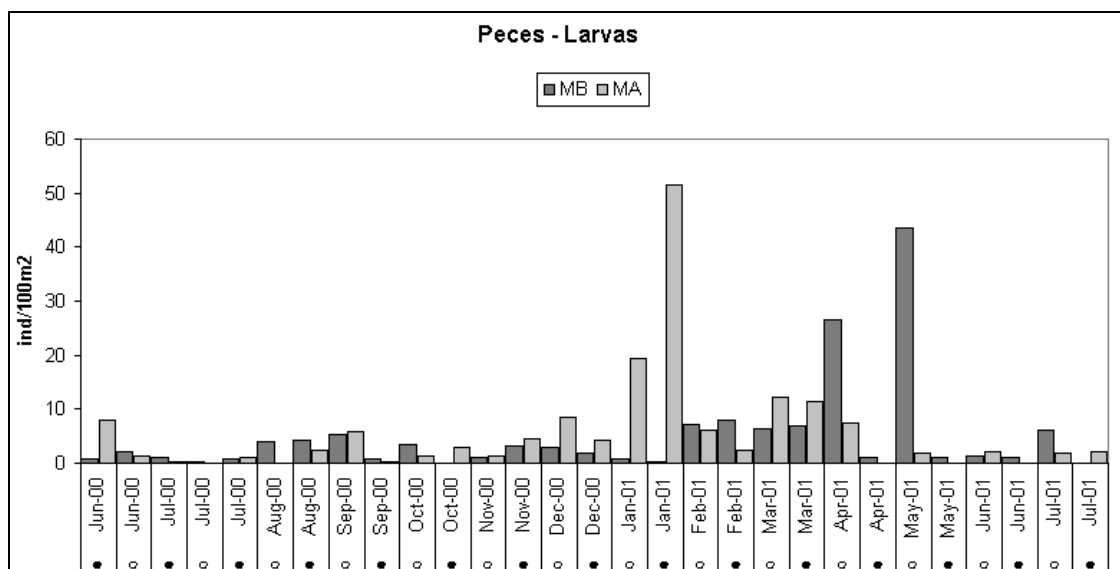


Figura 36: Densidades de larvas de peces

Descripción de las especies más abundantes

La distribución temporal de las especies con densidades mayores a 0.1% del total (21 especies) fue graficada por separado. La descripción se da a continuación:

El poliqueto *Hyalinoecia* species, el bivalvo *Mitela* sp – SPAT, los isopodos Coriphidae spec, Isopoda spec 11 e Isopoda spec 12 aparecen casi exclusivamente en las muestras correspondientes al aguaje de mayo de luna nueva (marea roja), con densidades mayores en marea alta: 143 ind/100 m², 354 ind/100 m², 96 ind/100 m², 498 ind/100 m² y 214 ind/100 m² respectivamente.

Los moluscos *Donax* sp. SPAT, *Tivela* spec 1 SPAT, *Mazatlaniana* SPAT y los huevos de una especie de pez de la familia Sternophthyichidae NI se presentan en mayor abundancia entre diciembre y mayo. La mayor densidad de *Donax* sp. (164 ind/100 m²) se registró durante la marea baja del aguaje de luna llena de febrero; el máximo de *Tivela* (42 ind/100 m²) fue en la misma muestra. La mayor densidad de *Mazatlaniana* (49 ind/100 m²) se da en abril luna llena, también durante la marea baja y el máximo de Sternophthyichidae NI (79 ind/100 m²) en marzo luna llena, nuevamente en marea baja.

Los moluscos planctónicos del grupo Pteropoda species aparecen de manera pulsante en algunas muestras (junio 2000 LN, agosto LL, octubre LL, diciembre LL, marzo LL, abril y mayo LL) con densidades entre 1 y 17 ind/100 m², sin embargo se da un máximo de 141 ind/100 m² en el aguaje de luna llena de abril, durante la marea baja.

El gasterópodo *Olivella* sp. se da en densidades bajas en pocas muestras salvo marzo luna llena, durante la marea baja en que se presenta un máximo de 101 ind/100 m².

El copépodo *Eucalanus pileatus*, el cangrejo topo (Anomura) *Emerita rathbunae*, el anfípodo gamarida Gammaridea spec 2, el chaetognato

Sagitta sp, los misidáceos *Bowmaniella* sp, *Metamysidopsis* sp, *Misidopsys* sp, y los camarones peneidos *L. vannamei*, *L. occidentalis* y *L. stilirostris* se presentaron en abundancia relativa durante casi todo el periodo de muestreo.

Eucalanus pileatus desaparece sin embargo en dos periodos: entre septiembre y octubre del 2000 y entre junio y julio del 2001. Su máximo de densidad ocurre en los aguajes de luna llena de agosto (34 ind/100 m²) y luna nueva de diciembre (33 ind/100 m²).

Emerita rathbunnae tiene su máximo pico de densidad en marzo luna nueva durante la marea baja, con 171 ind/100 m², *Gammaridea* en mayo luna llena durante la marea alta con 39 ind/100 m² y *Sagitta* en enero luna llena con 74 ind/100 m² en marea baja y 56 ind/100 m² en marea alta.

Las densidades más altas de *Metamysidopsis spec 1* se dan en junio (26136 ind/100 m²), octubre (16753 ind/100 m²) y noviembre (26418 ind/100 m²) del 2000 durante los aguajes de luna llena, y en general las densidades son mayores entre junio y noviembre del 2000, con valores que fluctúan entre 16 y 30020 ind/100 m², pues de allí en adelante se da un máximo de únicamente 150 ind/100 m² (en abril, LL, MB).

Mysidopsis spec 1 es relativamente escaso entre junio y julio del 2000, empezando a aparecer con mayores densidades a partir de la segunda mitad de agosto, presentándose el pico máximo en septiembre luna llena durante la marea baja con 254 ind/100 m². Puede observarse que las mayores densidades tienden a aparecer entre septiembre y noviembre.

Bowmaniela spec 1 tiene un máximo en octubre luna llena durante marea alta con 781 ind/100 m², volviendo a aparecer con una densidad alta de 438 ind/100 m² en mayo luna llena también durante la marea alta.

Litopenaeus vannamei aparece en densidades mayores durante las mareas altas de septiembre luna llena (134 ind/100 m²) y noviembre luna nueva (148 ind/100 m²) del 2000 y enero luna nueva del 2001 (178 ind/100 m²). Las densidades mayores se dan entre septiembre del 2000 y febrero del 2001.

Litopenaeus occidentalis se presenta en densidades menores que *vannamei* y su máximo (137 ind/100 m²) se da en marzo luna llena durante la marea baja, mientras que *Litopenaeus stylirostris* es el más escaso del género y su máximo (13 ind/100 m²) se da en septiembre luna llena, durante la marea alta.

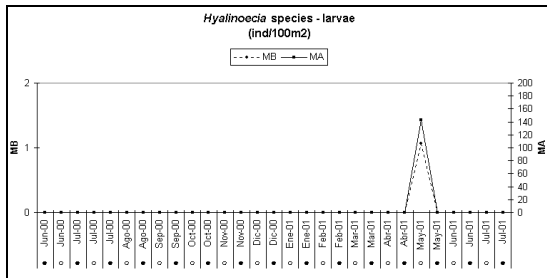


Figura 37: *Hyalinoecia* species

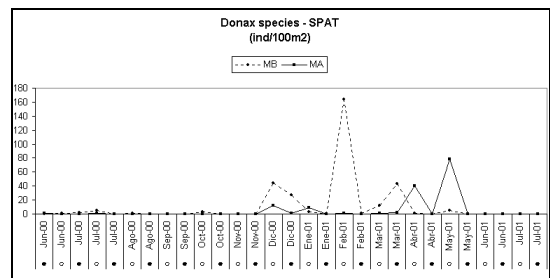


Figura 38: *Donax* species. SPAT

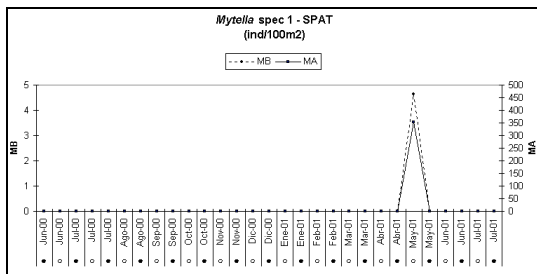


Figura 39: *Mytella* spec 1. SPAT

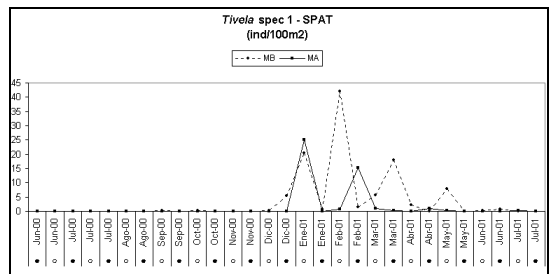


Figura 40: *Tivella* spec 1. SPAT

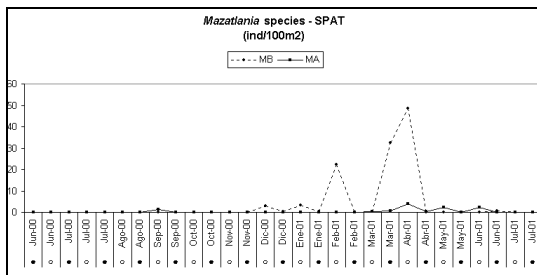


Figura 41: *Mazatlanla* species. SPAT

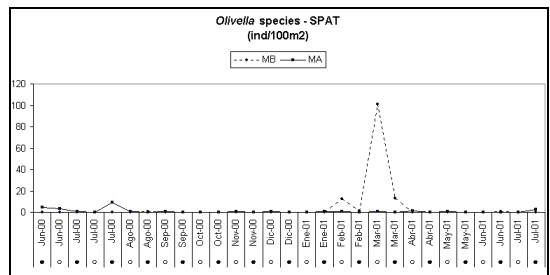


Figura 42: *Olivella* species. SPAT

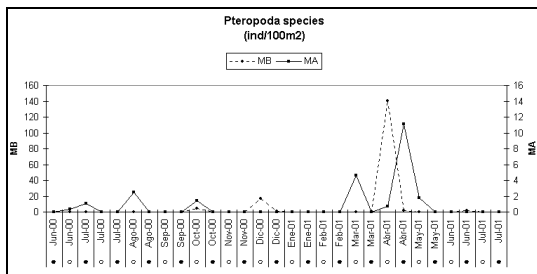


Figura 43: Pteropoda species

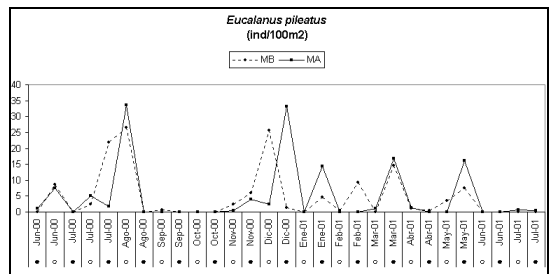


Figura 44: *Eucalanus pileatus*

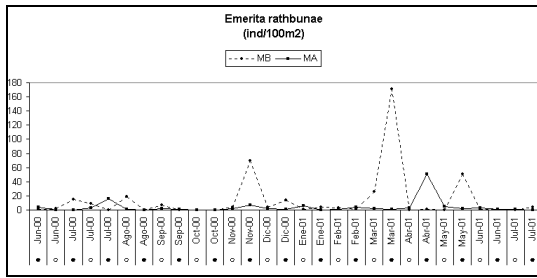


Figura 45: *Emerita rathbunae*

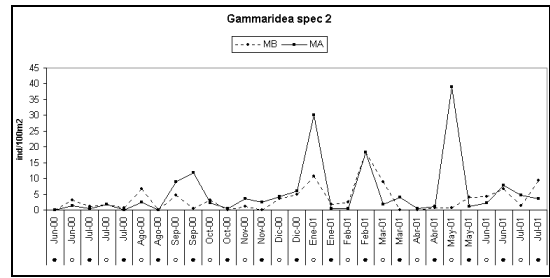


Figura 46: *Gammaridea spec 2*

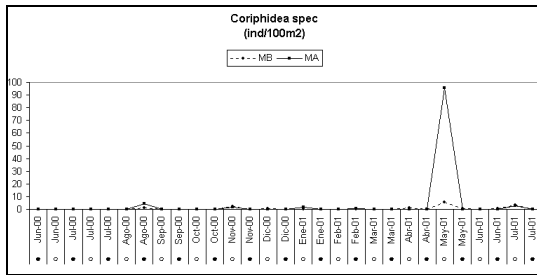


Figura 47: *Coriphidea spec 1*

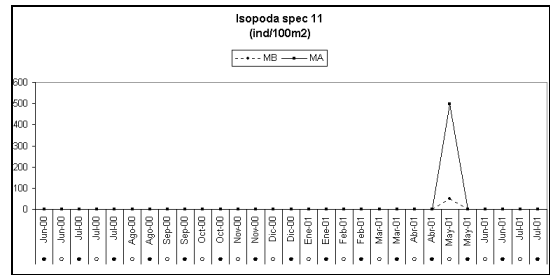


Figura 48: *Isopoda spec 11*

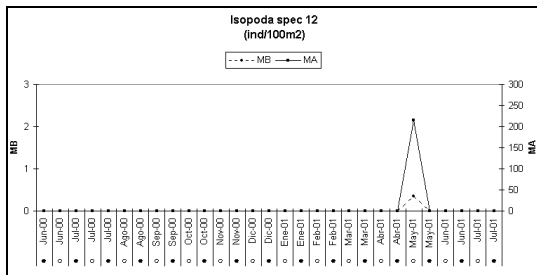


Figura 49: *Isopoda spec 12*

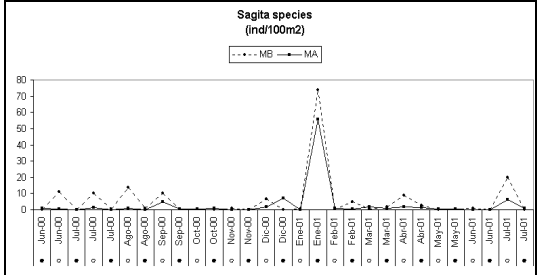


Figura 50: *Sagitta species*

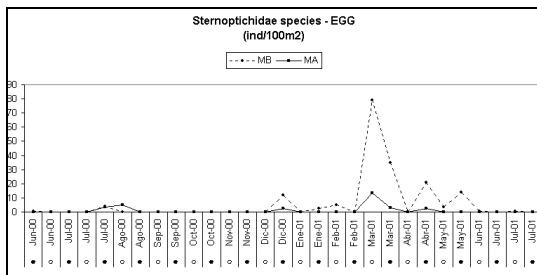


Figura 51: *Sternoptichidae species (EGG)*

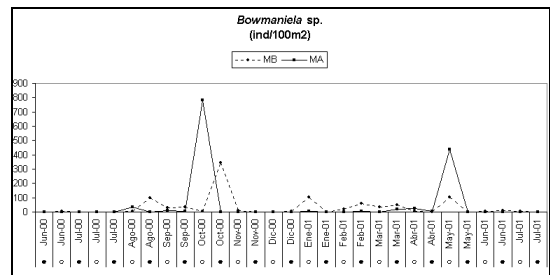


Figura 52: *Bomwaniela spec 1.*

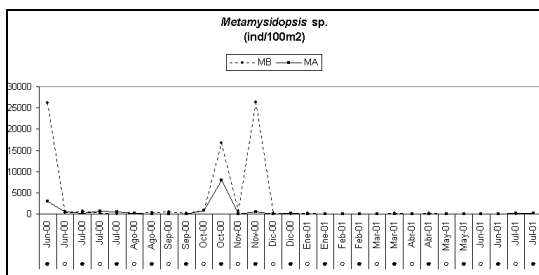


Figura 53: *Metamysidopsis spec 1.*

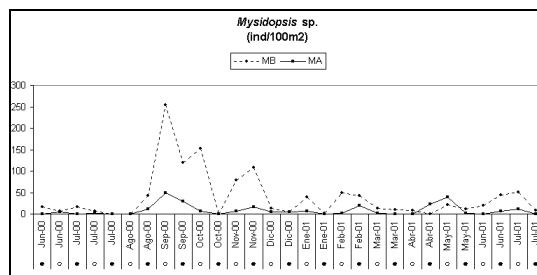


Figura 54: *Mysidopsis spec 1.*

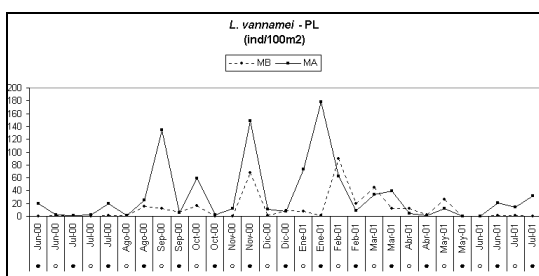


Figura 55: *L. vannamei*

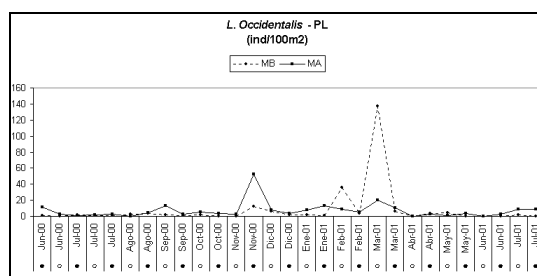


Figura 56: *L. occidentalis*

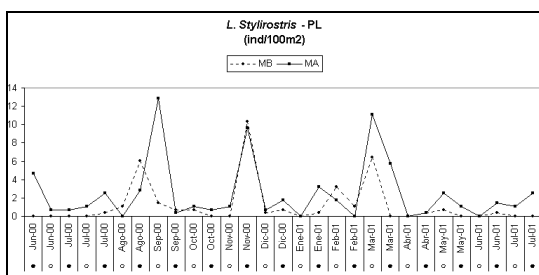


Figura 57: *L. stylirostris*

5.2.2. Análisis Multivariado

Para el análisis multivariado se trabajó únicamente con los organismos con densidades mayores al 0.01% del total de muestras. De las 81 especies con densidades mayores a 0.01%, se extrajeron las que no representaban un morfoespecie específica, es decir los ejemplares dañados. El número final de especies elegidas fue de 74.

Para utilizar el programa de análisis multivariado se asignaron códigos tanto para las especies, como para las fechas de muestreo. Dichos códigos se muestran en el Anexo D.

5.2.2.1 TWINSPAN

El dendograma obtenido del resultado del análisis TWINSPAN se muestra en la figura 58, las tablas obtenida puede observarse en el Anexo E. Cada división tiene una especie indicadora de grupo que se muestra en la parte superior.

Los eigenvalores, que son medidas del poder explicativo las divisiones, se muestran debajo de cada una de ellas. La primera división separa radicalmente un grupo de tres muestras con un eigenvalor de 0.17: FAbr1L, FMay1L y FMay1H. Sin embargo FAbr1H se presenta como una muestra marginal (mal clasificada) y fue colocada en el mismo grupo. Las especies indicadoras de este grupo fueron Coriphidae spec 1 y Ophiuroidea spec 1 en sus pseudoespecies 3 y 4 respectivamente.

El resto de muestras fue dividido nuevamente en dos grupos con un eigenvalor de 0.15, estableciendo a *Eucalanus crassus* y

Eucalanus pileatus en sus pseudoespecies 1 y a huevos de Sternoptychidae en su pseudoespecie 4 como indicadores del grupo positivo.

El grupo negativo (izquierdo) del segundo nivel fue a su vez dividido con un eigenvalor de 0.18, siendo Spat de *Donax* como pseudoespecie 1 la especie indicadora del grupo negativo de este nivel, y *Litopenaeus vannamei* pseudoespecie 4, *L. stylirostris* pseudoespecie 3 y *L. californiensis* pseudoespecie 1 las indicadoras del grupo positivo. En su mayoría agrupa las muestras de marea alta y baja entre junio y diciembre.

El grupo positivo del nivel dos fue subdividido con un eigenvalor de 0.19, siendo la especie indicadora del grupo negativo de este nivel *Labidocera acutifrons* como pseudoespecie 1, y *Olivella* SPAT a nivel 3 y *L. (full) vannamei* a nivel 5 como indicadoras del grupo positivo. Nuevamente NJun0H se presentó como mal clasificada en el segundo grupo positivo del nivel tres, y fue colocado en el primer grupo positivo del mismo nivel.

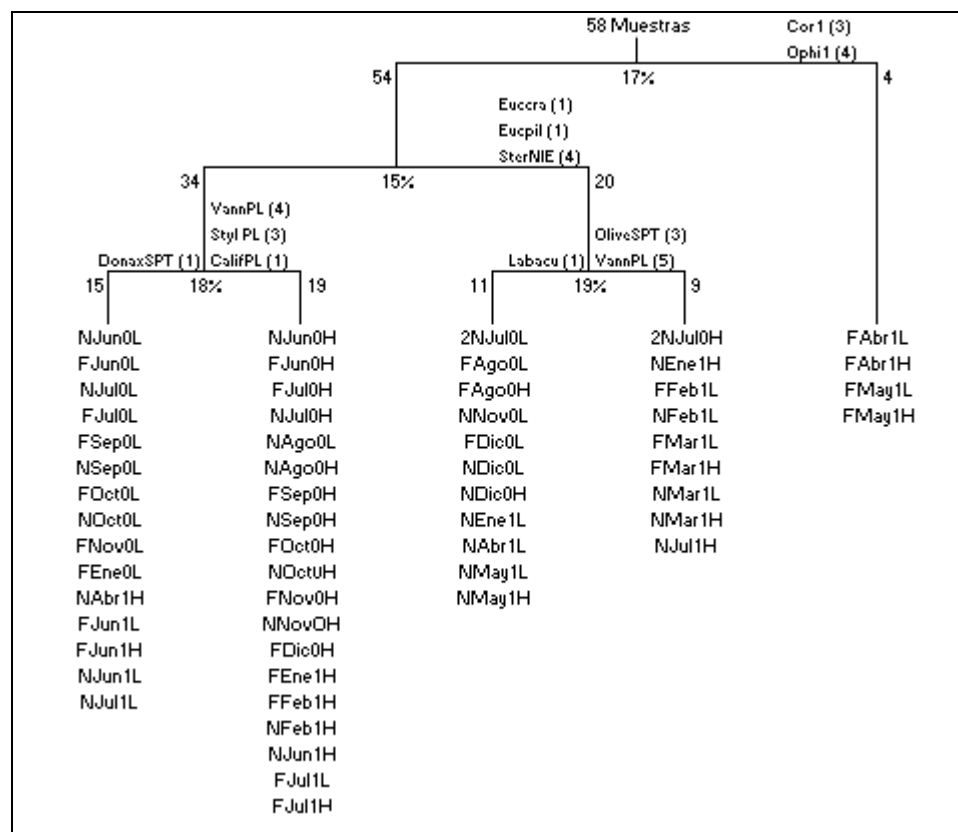


Figura 58: Dendrograma del TWINSPAN

Aunque las muestras no fueron distribuidas en grupos que muestren un patrón temporal o estacional, si puede observarse una tendencia de junio a diciembre (época fría) en los grupos de la izquierda y de diciembre a mayo (época cálida) en los grupos del centro. Las muestras eliminadas en el primer nivel son radicalmente diferentes y corresponden a aquella en las que se registró una presencia de marea roja y abundantes “aguamalas”.

5.2.2.2 Análisis Canónico

Los ejes 1 y 2 fueron los más explicativos del análisis con eigenvalores de 0.20 y 0.16, mientras que el eje 3 tuvo un eigenvalor de 0.14. La distribución espacial del par de ejes más explicativo se muestra en la figura 59, y es el único que se considera.

El análisis canónico, al igual que el TWINSPAN no mostró grupos claros de distribución, sin embargo las muestras FAbr1L, FAbr1H, FMay1L y FMay1H fueron nuevamente separadas radicalmente del resto, de manera similar a la primera división del TWINSPAN.

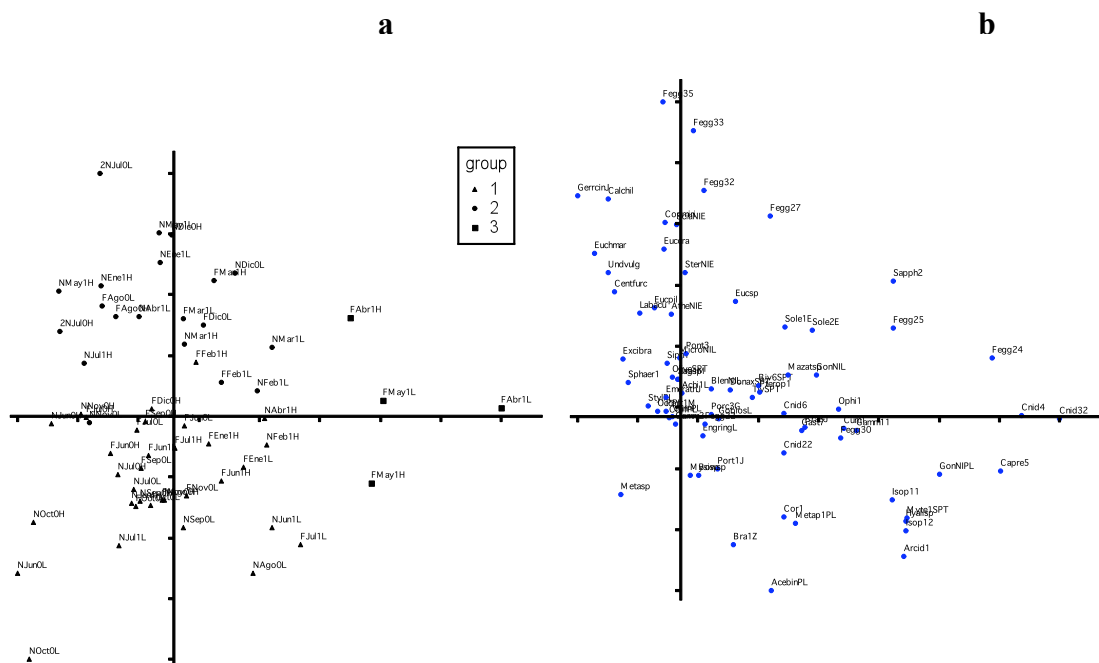


Figura 59: Ordenación especial de las muestras obtenida del CA de las muestras (a) y de las especies (b).

Dado que las 4 muestras anteriormente mencionadas se encontraban muy “distantes” del resto, provocando una aglomeración visual, se decidió hacer un segundo CA, extrayendo dichas muestras. Ocho especies tuvieron que ser extraídas de la base de datos por encontrarse únicamente en esas muestras. Las especies fueron las siguientes: Cnidaria spec 4, Cnidaria spec 32, *Hyalinoesia* sp, Arcidae SPAT spec 1, *Mytella* SPAT spec 1, Caprellidea spec 5, Isopoda spec12, y huevos de pez spec 22. La segunda distribución obtenida, que nos es más que una ampliación de la anterior, se observa en la figura 60.

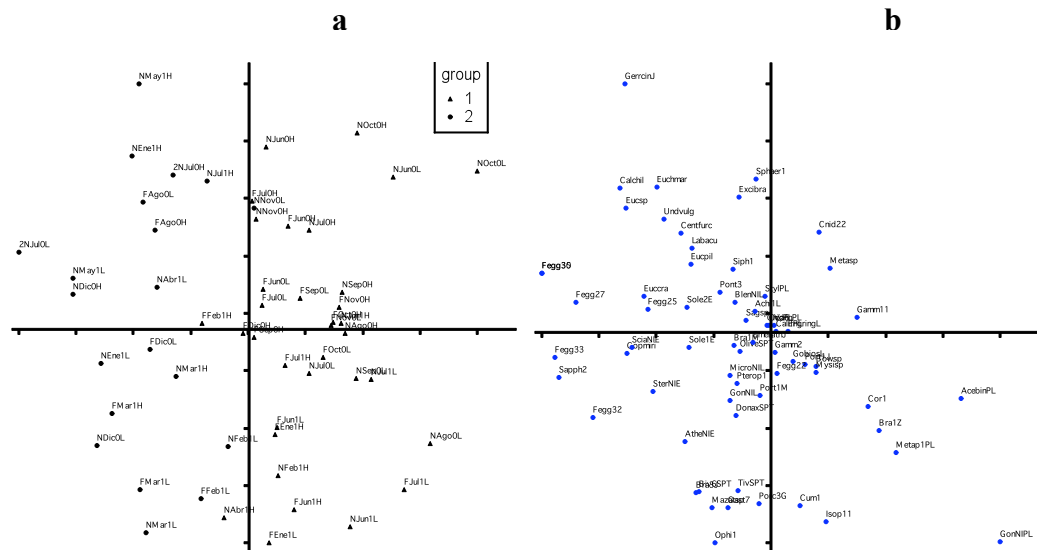


Figura 60: Ordenación especial de las muestras obtenida del CA de las muestras (a) y de las especies (b) habiendo extraído las cuatro muestras.

Al igual que en el TWINSPLAN no se observa una distribución explicativa de las muestras, sin embargo si es posible notar una

tendencia de que las muestras tomadas entre diciembre y mayo (época cálida) se ubiquen en el cuadrante inferior derecho, mientras que las muestras entre mayo y noviembre (época fría) aparecen más frecuentemente en los cuadrantes de la izquierda. De igual manera se puede observar que las muestras de marea alta tienden a acumularse en los cuadrantes superiores, mientras que las de marea baja lo hacen en los inferiores.

Al graficar pasivamente las variables ambientales se pudo observar que el contenido de clorofila *a* es la única variable que se correlaciona con la distribución obtenida en el CA, estando asociado al eje 1. Sin embargo en los ensayos realizados a las muestras sin aplicar una transformación a los datos, la temperatura del agua mostró buenas correlaciones

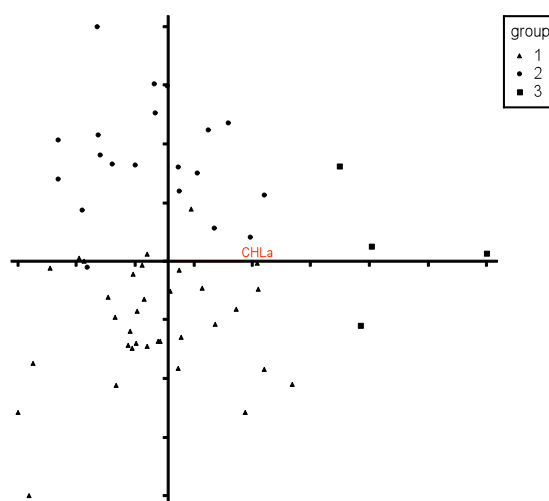


Figura 61: Variables ambientales graficadas pasivamente.

5.2.3. Descripción de las comunidades

De acuerdo con el TWINSPAN, y confirmando con el CA se pueden establecer tres comunidades, que con algunas excepciones corresponden a dos estaciones diferenciadas y a un grupo fuertemente influenciado por otro aspecto.(marea roja). Los grupos formados se muestran en la tabla 5:

Mes	Año	Fase Lunar Fase Mareal				Código
		Luna nueva ●		Luna llena ○		
		B	A	B	A	
Junio*	00	x	x	x	x	TWIN1
		-	-			
Julio	00	x	x	x	x	TWIN2
Agosto	00	x	x	-	-	
Septiembre	00	x	x	x	x	TWIN3
Octubre	00	x	x	x	x	
Noviembre	00	x	x	-	x	
Diciembre	00	-	-	-	x	
Enero	01	-	-	x	x	
Febrero	01	-	x	-	x	
Marzo	01	-	-	-	-	
Abril	01	-	x	+	+	
Mayo	01	-	-	+	+	+
Junio	01	x	x	x	x	
Julio	01	x	x	x	-	

* Se presentaron dos fases de luna nueva en este mes

Grupo	Muestras	Descripción
TWIN 1	NJun0L, NJun0H, FJun0L, FJun0H, NJul0L, NJul0H, FJul0L, FJul0H, NAgo0L, NAgo0H, FSep0L, FSep0H, NSep0L, NSep0H, FOct0L, FOct0H, NOct0L, NOct0H, FNov0H, NNov0L, NNov0H, FDic0H, FEne1L, FEne1H, FFeb1H, NFeb1H, NAbr1H, FJun1L, FJun1H, NJun1L, NJun1H, FJul1L, FJul1H, NJul1L	“Estación fría”
TWIN 2	2NJul0L, 2NJul0H, FAgo0L, Fago0H, NNov0L, Fdic0L, NDic0L, NDic0H, NEne1L, NEne1H, FFeb1L, NFeb1L, FMar1L, FMar1H, NMar1L, NMar1H, NAbr1L, NMay1L, NMay1H, NJul1H	“Estación cálida”
TWIN 3	FAbr1L, FAbr1H, FMay1L, FMay1H	Marea roja

Tabla 5: Comunidades establecidas por el análisis multivariado

A confrontar las principales variables que fueron correlacionadas con los ejes en el RA en las distintas pruebas, se obtuvo los siguientes resultados:

Para el grupo TWIN 1 el valor promedio de temperatura superficial del agua es de 25.0 °C, mientras que para el TWIN 2 es de 26.5 °C, lo cual marca la diferencia estacional entre los dos grupos. La variación entre ambos grupos puede parecer baja (únicamente 1.5 °C), pero se debe a que los registros de temperatura promedian la temperatura tomada en la mañana y en la de la tarde, por lo tanto este valor, referido a la temperatura del agua, es significativo. En las muestras de marea roja se registraron valores de temperatura aun mayores, con un promedio de 27.0 °C.

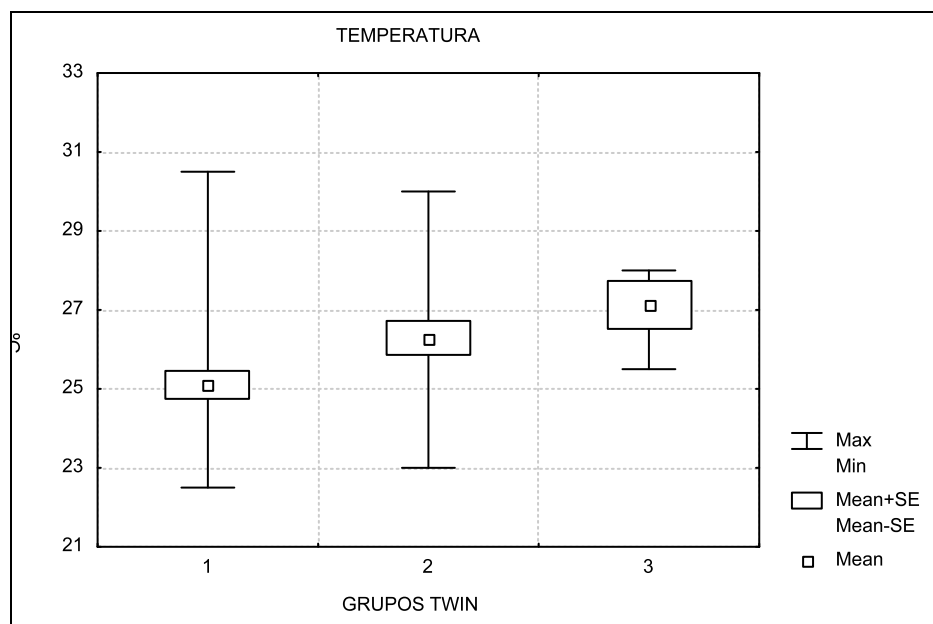


Figura 62: Temperatura promedio en los grupos TWIN.

La variable ambiental que diferencia en gran manera el grupo TWIN 3 del resto es el contenido de Clorofila a, con un promedio de 15.6 ± 1.5 mg/l, mucho mayor a los valores de 3.9 ± 0.5 y 5.6 ± 0.8 mg/l en TWIN 1 y 2 respectivamente

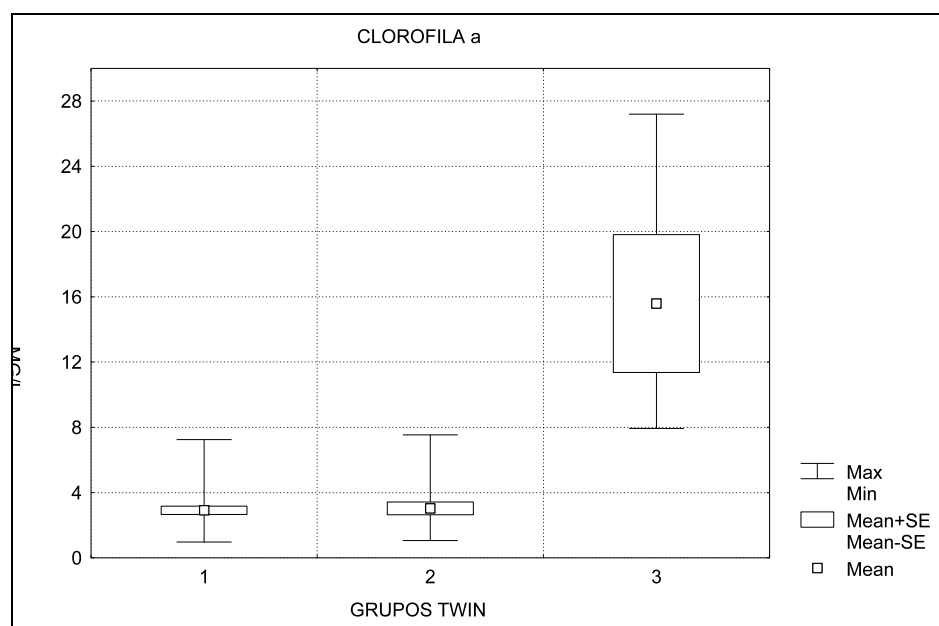


Figura 63: Contenido promedio de clorofila a en los grupos TWIN.

Las densidades de hiperbentos total por muestra son generalmente mayores en el grupo TWIN 1 (estación fría), con un promedio de 2690 ind/100m², mientras que para TWIN 2 el promedio es de 1610 ind/100m² y para TWIN 3 de 840 ind/100m². Debe recordarse que estos valores, al igual que los máximos alcanzados en cada grupo se deben a la dominancia de una única especie (*Metamisisidopsis spec*).

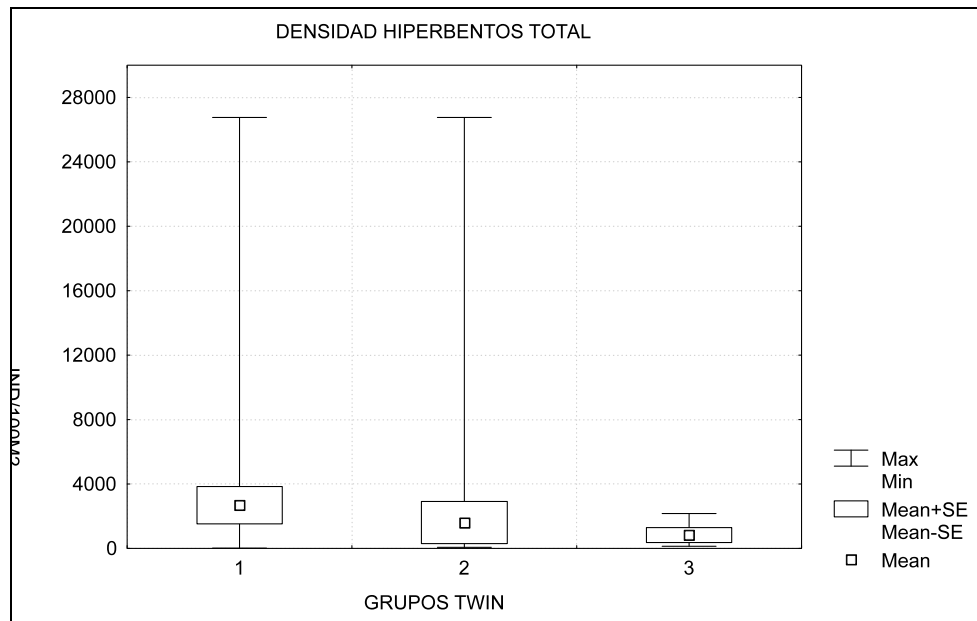


Figura 64: Densidades promedio de hiperbentos total en los grupos TWIN.

De igual forma se ve una mayor dominancia de holohiperbentos en TWIN 1 (estación fría), con un promedio de 2639 ind/100m², superior a TWIN 2 con 1474 ind/100m² y a TWIN 3 con 507 ind/100m². TWIN 2 (136 ind/100m²) y TWIN 3 (333 ind/100m²) sin embargo, tienen mayores densidades de merohiperbentos que TWIN 1 (51 ind/100m²).

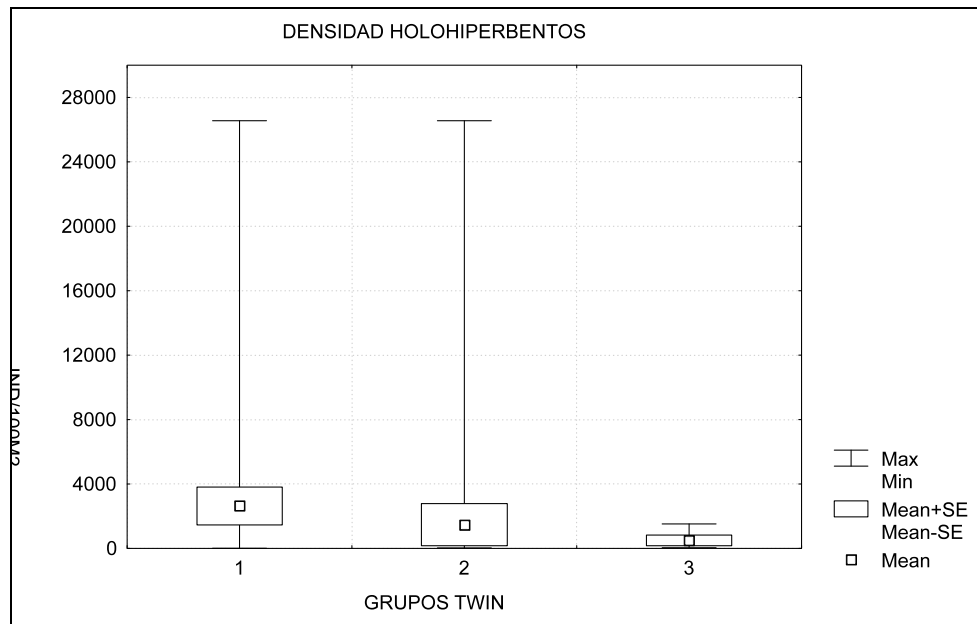


Figura 65: Densidades promedio de holohiperbentos en los grupos TWIN.

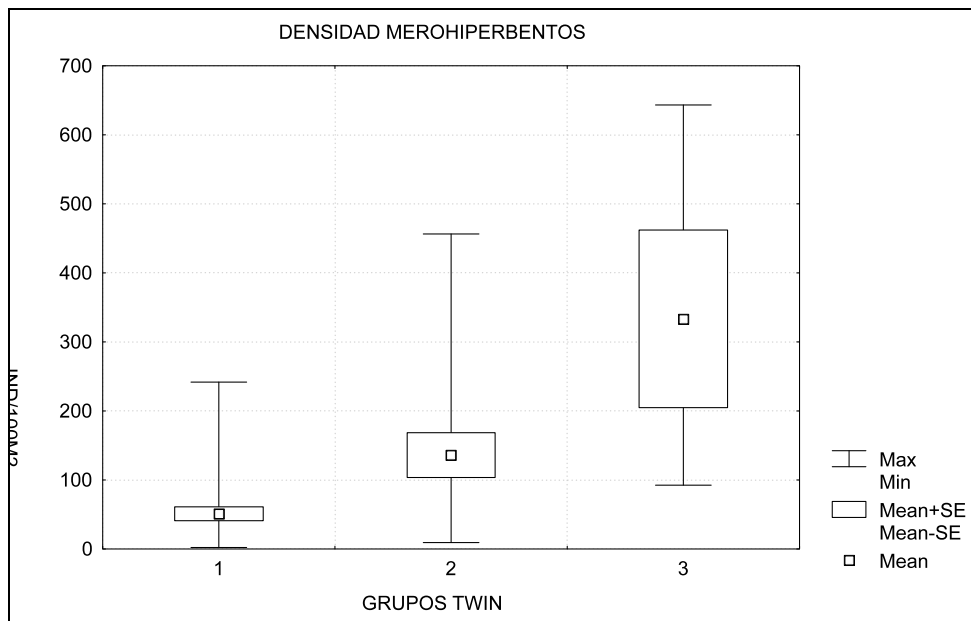


Figura 66: Densidades promedio de merohiperbentos en los grupos TWIN.

Al considerar la composición de los taxones en cada grupo establecido se puede observar que el grupo TWIN 3, es significativamente diferente del resto en la presencia del Phylum Cnidaria (densidad

promedio de 30 ind/100m² en contraste con 3 ind/100m² y 1 ind/100m² en TWIN 1 y 2 respectivamente).

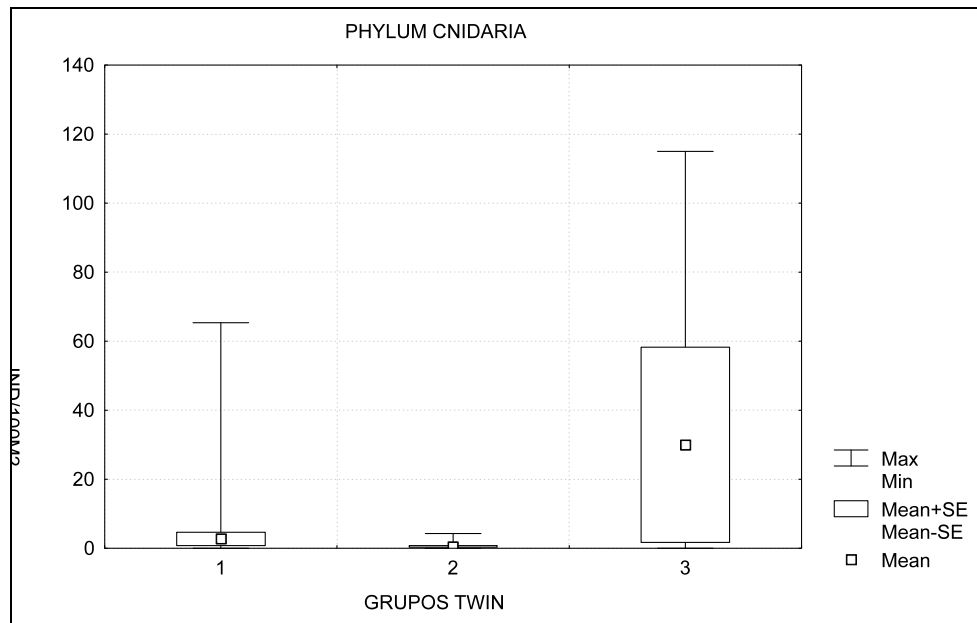


Figura 67: Densidades promedio del phylum Cnidaria en los grupos TWIN.

Polychaeta también muestra una marcada diferencia para TWIN 3 con una densidad promedio de 41 ind/100m², teniendo en cuenta que esta dominancia se debe a *Hyalinoecia* species. Los grupos TWIN 1 y TWIN 2 muestran densidades promedio muy bajas (< 1 ind/100m²).

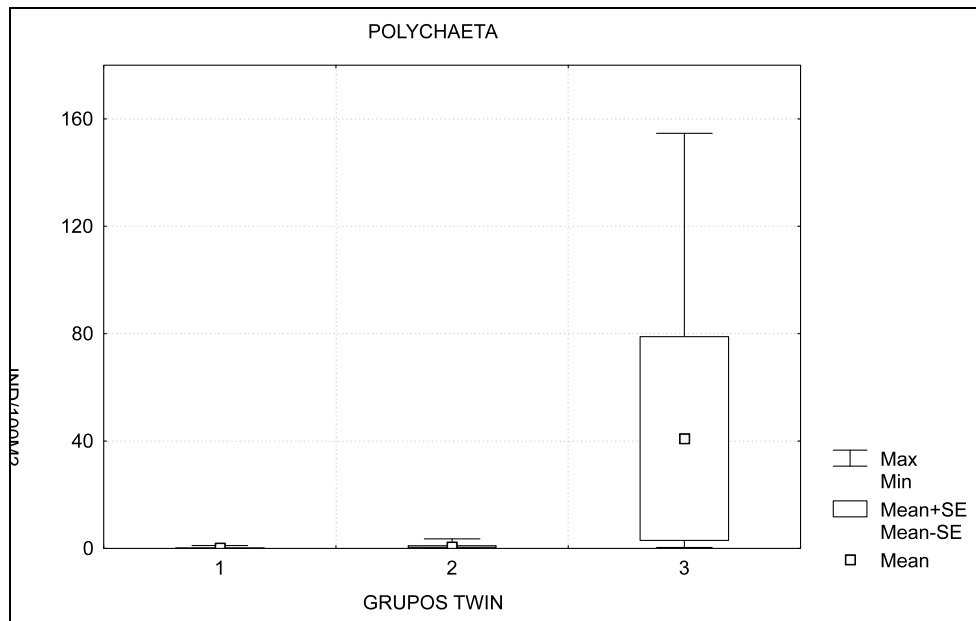


Figura 68: Densidades promedio de Clase Polychaeta en grupos TWIN.

Mollusca se presenta en mayor abundancia en TWIN 3 (200 ind/100m² densidad promedio) pero una diferencia significativa puede observarse entre TWIN 1 (5 ind/100m²) y TWIN 2 (33 ind/100m²), siendo la época cálida la que muestra mayor abundancia.

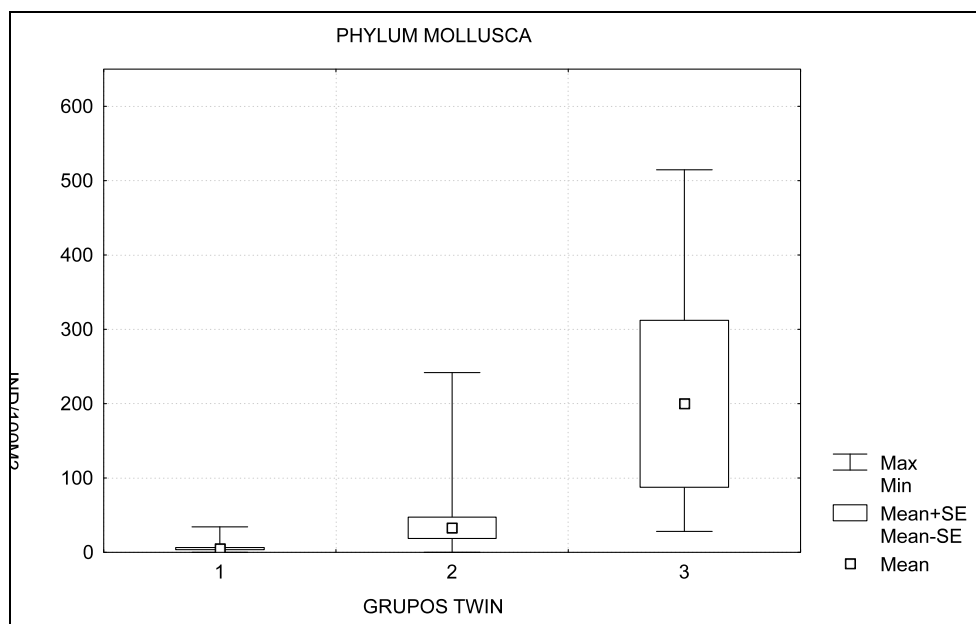


Figura 69: Densidades promedio de phylum Mollusca en grupos TWIN.

Artropoda se muestra más abundante en TWIN 1 (2676 ind/100m²) que en TWIN 2 (1538 ind/100m²), y es mucho menor en TWIN 3 (470 ind/100m²). Nuevamente los valores altos se deben a *Metamysidopsis spec.*

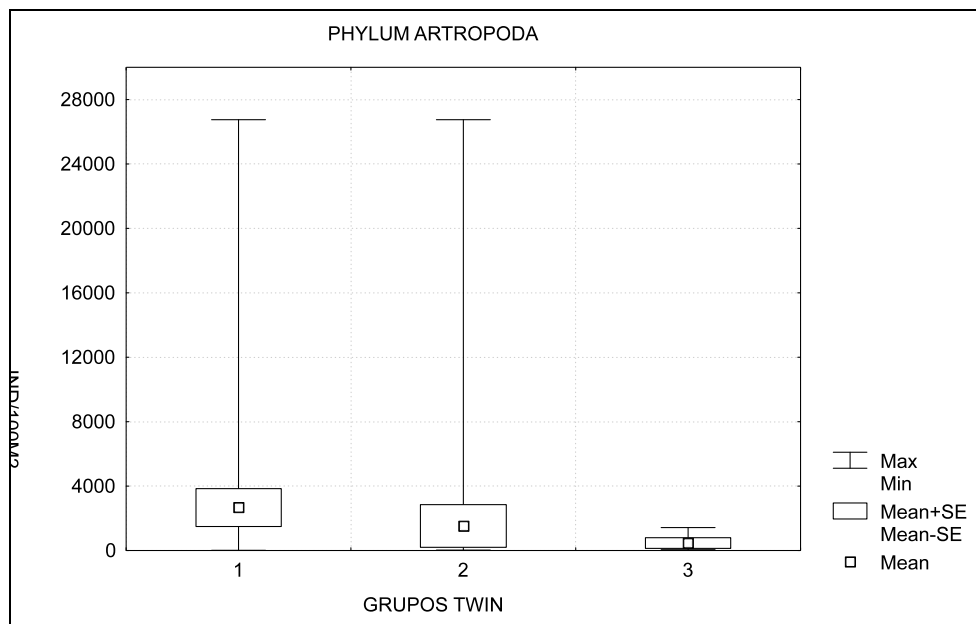


Figura 70: Densidades promedio de phylum Artropoda en grupos TWIN.

Echinodremata, en densidades relativamente bajas confrontando con los demás phyla taxonómicos, es más abundante en TWIN 3 (10 ind/100m²); TWIN 2 tuvo una densidad promedio de 2 ind/100m² y TWIN 1 menor a 1 ind/100m².

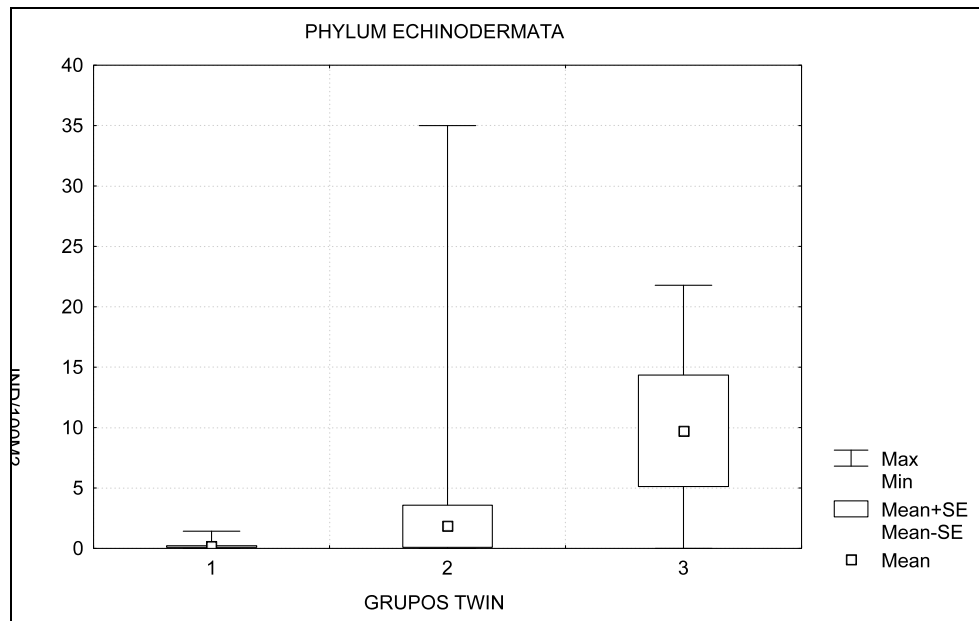


Figura 71: Densidades promedio de phylum Echinodermata en grupos TWIN.

Chaetognata es más abundante en el grupo TWIN 2 (época cálida) con una densidad promedio de 9 ind/100m², mientras que en TWIN 1 y 3 aparece con densidades de 2 y 3 ind/100m².

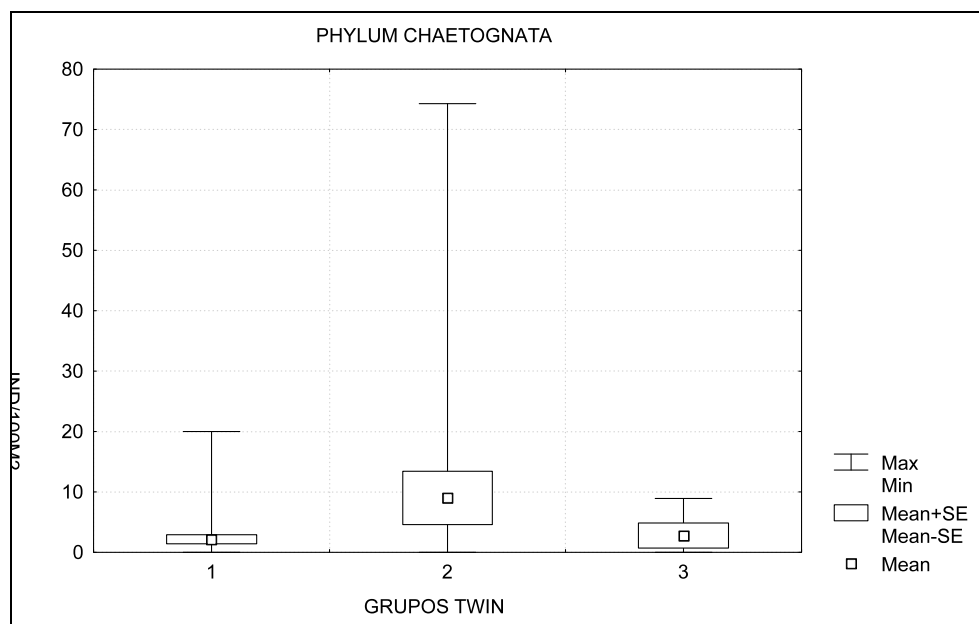


Figura 72: Densidades promedio de phylum Chaetognata en grupos TWIN.

El subphylum Vertebrata es más abundante en TWIN 3 (86 ind/100m²), pero conformado sobre todo por el estadio huevo, seguido de TWIN 2 (27 ind/100m²), y con densidades muy bajas en TWIN 1 (4 ind/100m²).

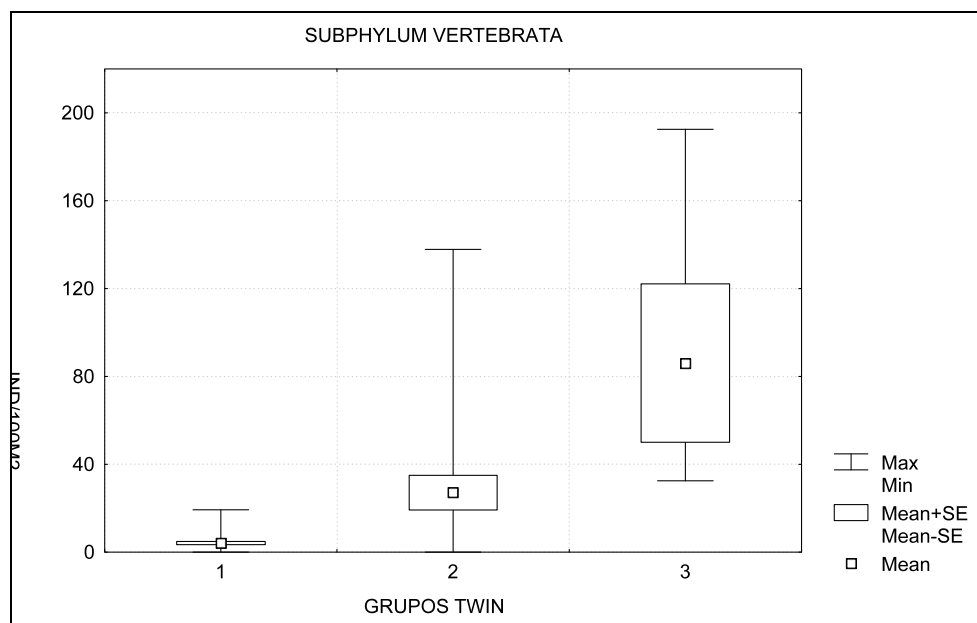


Figura 73: Densidades promedio de Subphylum Vertebrata en grupos TWIN.

Los copéodos mostraron ser más abundantes en la época cálida (TWIN2) con una densidad promedio de 25 ind/100m², siendo las de TWIN 1 3 ind/100m² y la de TWIN 3 13 ind/100m².

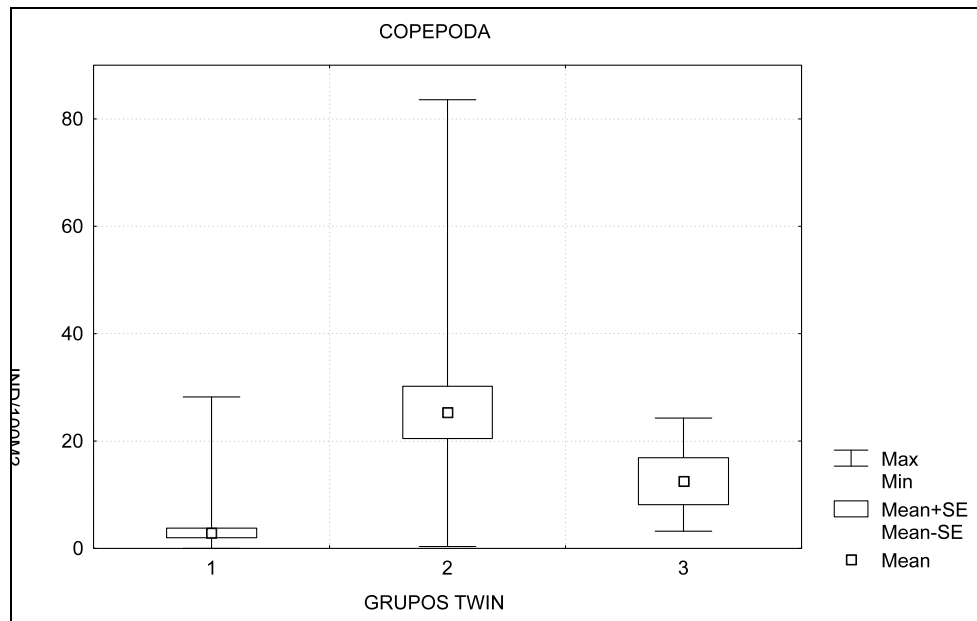


Figura 74: Densidades promedio de Clase Copepoda en grupos TWIN.

Los camarones peneidos fueron más abundantes en TWIN 2 (47 ind/100m²), seguido de TWIN 1 (32 ind/100m²) y TWIN 3 (19 ind/100m²).

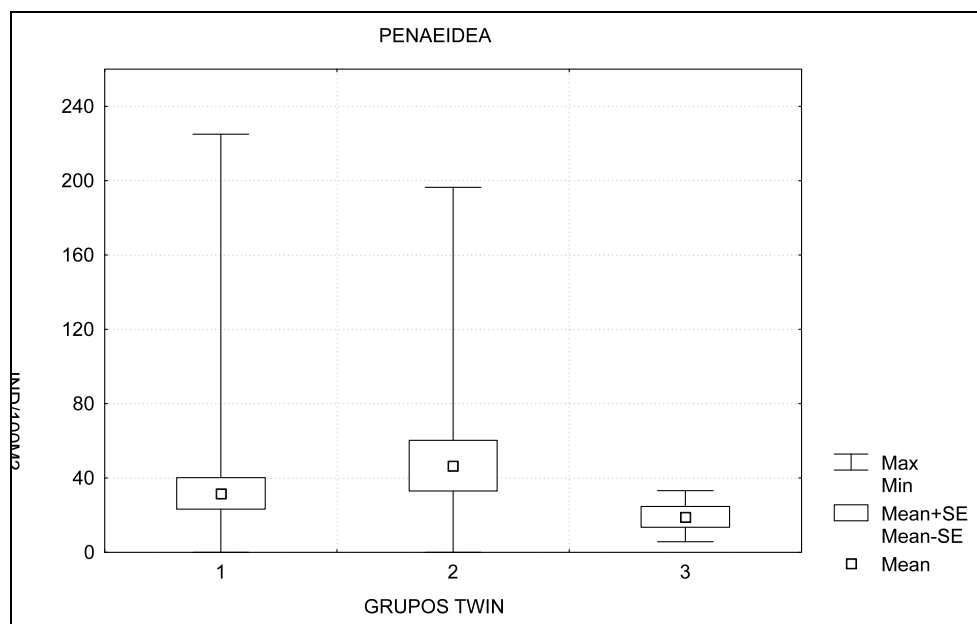


Figura 75: Densidades promedio de camarones peneidos en grupos TWIN.

Los cangrejos anomuros mostraron ser más abundantes en TWIN 2 (21 ind/100m²) que en TWIN 1 (6 ind/100m²) y TWIN 3 (4 ind/100m²), pero los braquiuros tuvieron su mayor abundancia en TWIN 3 (15), seguido de TWIN 2 (7 ind/100m²) y TWIN 1 (5 ind/100m²).

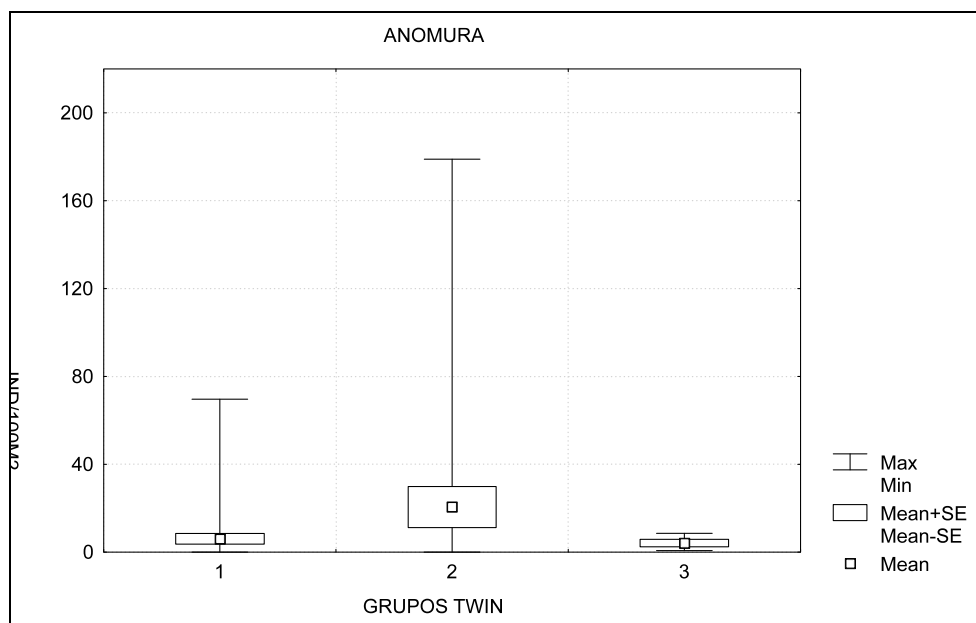


Figura 76: Densidades promedio de cangrejos anomuros en grupos TWIN.

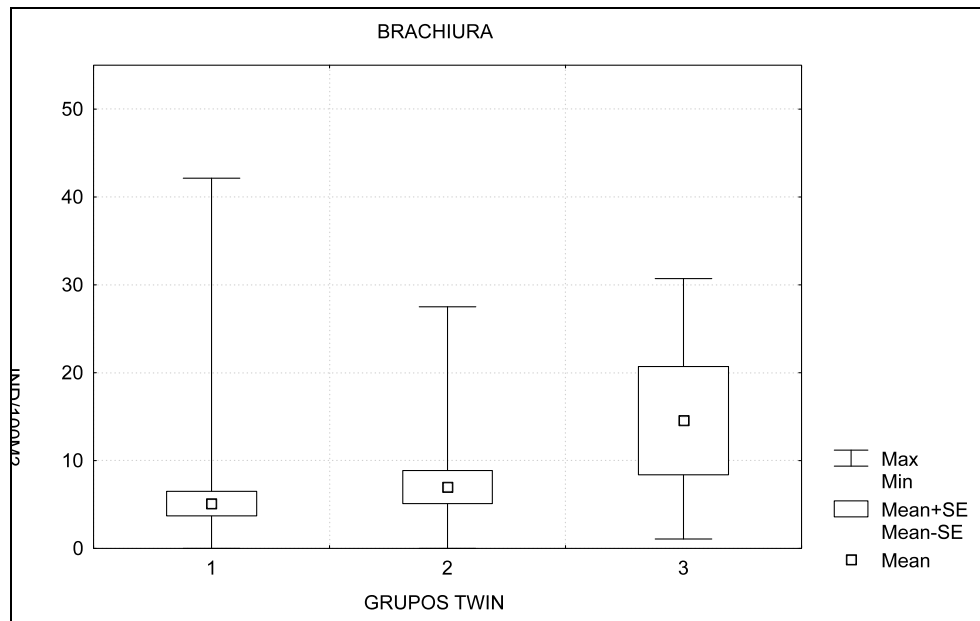


Figura 77: Densidades promedio de cangrejos braquiuros en grupos TWIN.

El grupo Mysidacea que es el que provoca las mayores densidades de hiperbentos total y de holohiperbentos en el grupo TWIN 1, siendo la densidad promedio de este taxón en el grupo de 2622 ind/100m², seguido de TWIN 2 con 1431 ind/100m² y con don densidades relativamente bajas para el taxón en TWIN 3 con 168 ind/100m².

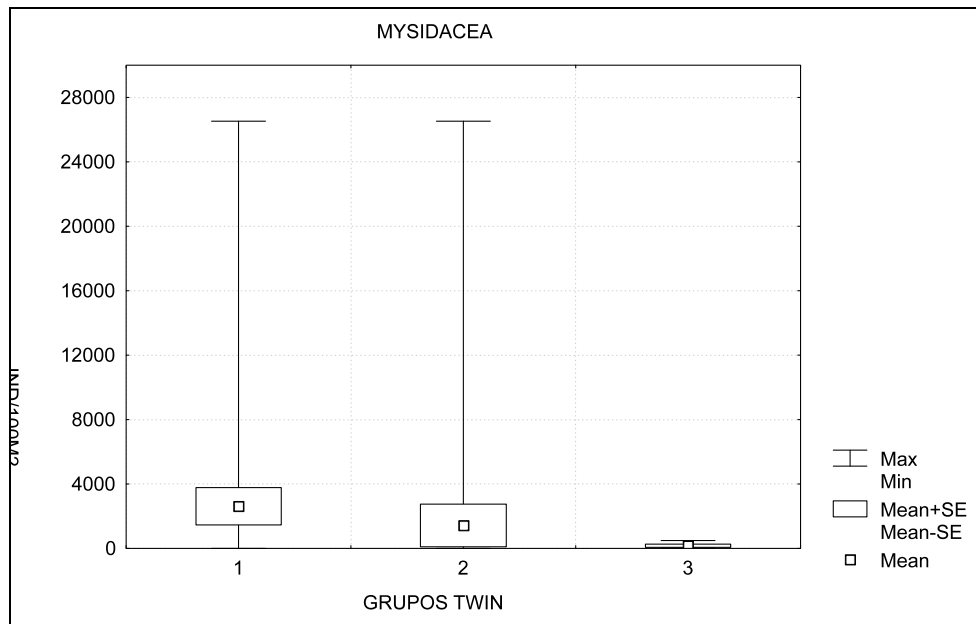


Figura 78: Densidades promedio de misidáceos en grupos TWIN.

Los cumáceos ($8 \text{ ind}/100\text{m}^2$), isópodos ($18 \text{ ind}/100\text{m}^2$) y anfípodos ($48 \text{ ind}/100\text{m}^2$) fueron mucho más abundantes en el grupo TWIN 3, presentándose en densidades relativas muy bajas en los otros grupos.

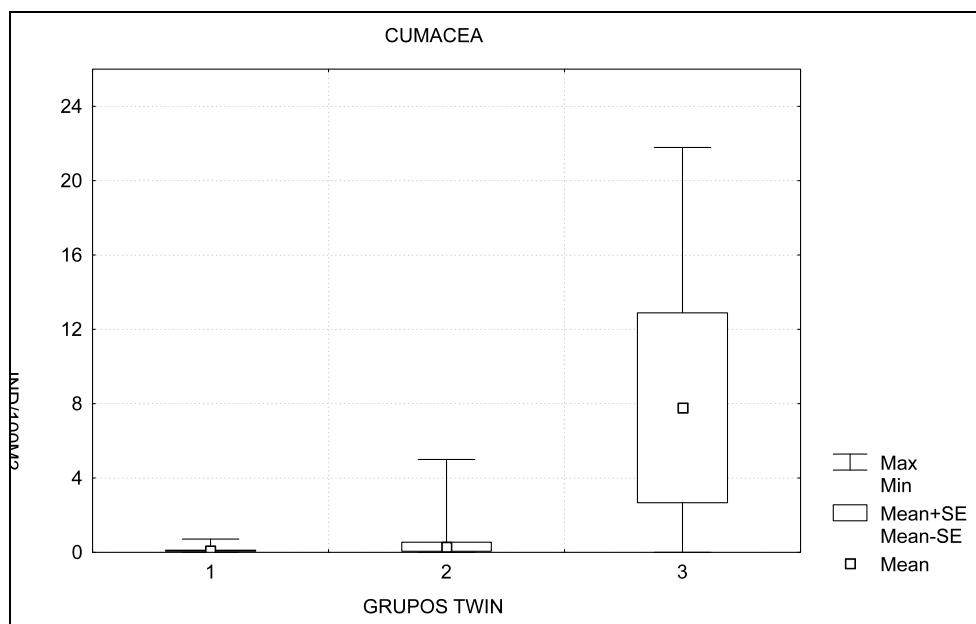


Figura 79: Densidades promedio de cumáceos en grupos TWIN.

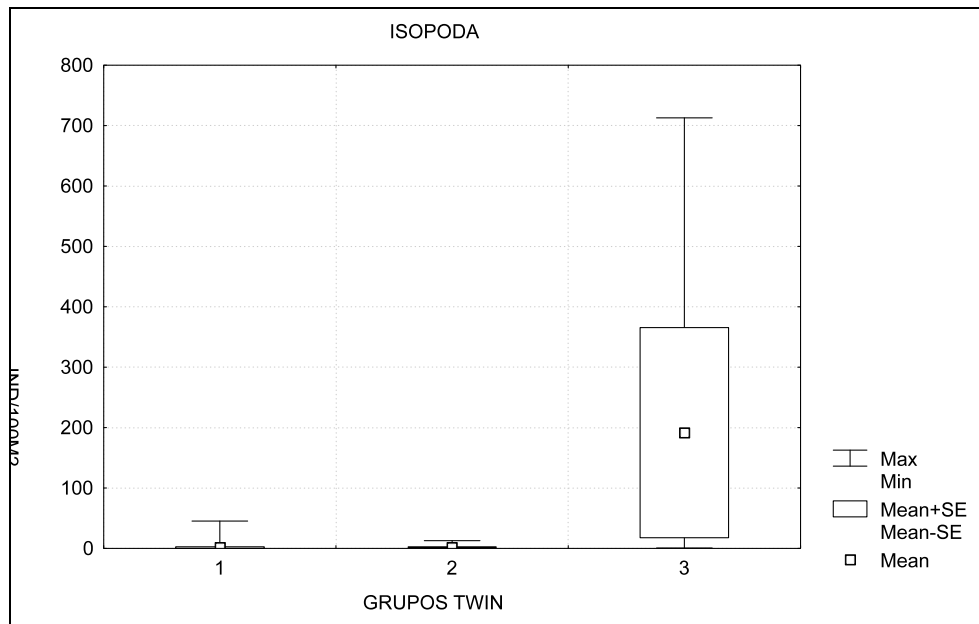


Figura 80: Densidades promedio de isópodos en grupos TWIN.

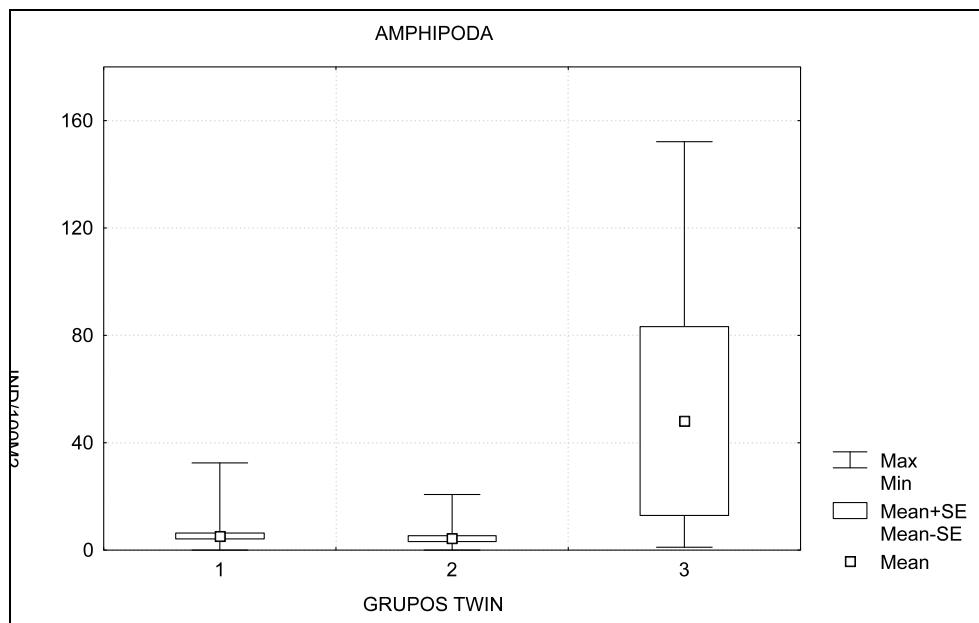


Figura 81: Densidades promedio de anfípodos en grupos TWIN.

5.2.4. Biodiversidad

En la siguiente tabla se muestran los números de diversidad de Hill obtenidos para cada grupo TWIN:

GRUPO	H₀	H₁	N₂	N_∞
TWIN 1	247	1.4	1.1	1.1
TWIN2	219	2.3	1.3	1.1
TWIN3	196	26.5	12.5	5.9

Tabla 6: Índices de diversidad para grupos los TWIN

Aunque TWIN 1 y TWIN 2 tengan un número más grande de especies (morfoespecies), esto se debe a que poseen una mayor cantidad de muestras por grupo, siendo la mayoría de estas especies individuos que aparecen una sola vez por muestra. Observando el resto de los números de Hill se deduce que el grupo con mayor diversidad y riqueza es TWIN 3, que corresponde a las muestras influenciadas por marea roja, seguidamente de TWIN 2, en la época cálida, siendo el menos diverso TWIN 1, que corresponde a la época fría.

VI. DISCUSION

Un total de 375 especies funcionales fueron encontradas en el conjunto de muestras tomadas, 181 clasificadas como hiperbentos permanente y 194 como hiperbentos temporal. La distinción de los organismos en holohiperbentónicos o merohiperbentónicos se hizo siguiendo los criterios de estudios anteriores (Hamerlynck y Mees, 1991; Beyst, 2000; Domínguez, 2001).

Las densidades de organismos encontrados fueron expresados en función del área ($\text{ind}/100\text{m}^2$), siguiendo la metodología expuesta en Domínguez (2001), pero dado que no se conoce la eficiencia de captura del trineo hiperbentónico utilizado en el presente estudio, se debe considerar a las densidades reportadas como un mínimo estimado (Mees y Jones, 1997; Domínguez, 2001).

Una variación en la estructura del hiperbentos total pudo identificarse para dos épocas del año: el hiperbentos permanente (holohiperbentos) fue relativamente más abundante en las muestras de junio a diciembre (época fría), mientras que el hiperbentos temporal apareció más fuertemente entre diciembre y mayo (época cálida). Hamerlynck y Mees (1991) encuentran el mismo comportamiento en zonas templadas, encontrando mayores densidades de merohiperbentos en los meses de verano, mientras que el resto del año es dominado por especies permanentes. Burgos (1999) describiendo la captura accidental en las faenas de pesquería de postlarvas de camarón en la zona de rompiente, indica que la mayoría de estos, y en especial

huevos y larvas de peces, moluscos y megalopas de brachyura, son más abundantes en los meses de mayor pluviosidad en la costa ecuatoriana (diciembre – abril), siendo también las últimas influenciadas positivamente por el ENOS, o lo que es lo mismo, temperaturas altas. Sin embargo, debe tenerse muy presente que el año 2000 en general no fue un año normal, sino más bien estuvo influenciado por un efecto post Niña, pudiéndose observar anomalías térmicas positivas la mayor parte del año (Cornejo M.P., *com pers.*).

Diferencias significativas en la composición entre las comunidades de marea baja y de marea alta (ambas durante el día) no pudieron ser identificadas con los análisis estadísticos usados, sin embargo Lock *et al* (1999) confirma junto a otros autores (Colman y Segrove, 1995; De Ruyck *et al.*, 1991; Takahashi y Kawaguchi, 1997) que un gran número de especies que ocupan la franja de la zona de rompiente, lo hacen en momentos específicos del ciclo de marea o del día. Domínguez (2001) en su estudio circadiano realizado en la misma zona de este estudio encontró que las mayores variaciones estaban asociadas al ciclo día / noche, encontrando una comunidad completamente diferente del resto durante la marea alta de la noche, dominada por cangrejos braquiuros en varios estadios de desarrollo. De igual manera algunos estudios han reportado que las larvas de peces y de camarones se muestran en mayor abundancia durante la marea alta nocturna (Young y Carpenter, 1977; Lasiak, 1984; Peters, 1984).

Con análisis multivariado aplicado pudo determinarse tres comunidades ecológicas: estación fría (TWIN 1), estación cálida (TWIN 2) y muestras influenciadas por marea roja (abril y mayo luna nueva)(TWIN 3); las cuales coincidieron con los resultados hallados con la estadística descriptiva. Los valores explicativos de los grupos (eigenvalores) fueron bajos, debiéndose esto en primer lugar a la marcada diferencia entre las muestras del grupo TWIN 3 y el resto, y luego, a la abundante presencia de especies “raras” (con densidades muy bajas), a pesar de haberse hecho una reducción inicial (de 375 a 74)(Vanreusel, A., *com pers.*)

Para las fechas que corresponden al grupo TWIN 3, los pobladores de la zona refirieron la presencia de “agua mala” durante fines de abril; en mayo adicionalmente se presentó un fenómeno de marea roja, dominada especialmente por *Gonyaulax* sp. (Cornejo, M. E. *com pers.*). al analizar detenidamente las muestras del grupo se pudo observar que en las muestras de abril (luna llena) se encontró varias morfoespecies de Cnidaria y spat de bivalvos en densidades relativamente altas, que las hacen marcadamente diferentes del resto. En las muestras de mayo, se registró 5 especies que se presentaron con picos de abundancia muy marcados, que únicamente aparecen en es fecha, y por lo tanto puede pensarse que están en directa relación con este fenómeno: tres especies de isópodos (*Coriphidea* spec, *Isopoda* spec 11 e *Isopoda* spec 12), un bivalvo (*Mytella* spat) y un poliqueto (larvas de *Hyalinoecia* species). Un total de 71 especies se han hallado exclusivamente, en las muestras del grupo TWIN 3, pero la mayoría con densidades muy bajas. Las variables ambientales que

caracterizaron este grupo fueron: temperatura del agua relativamente alta (28 °C), alto contenido de clorofila a (15.6 ± 1.5 mg/l) y de materia orgánica particulada.

Aunque se trató de encontrar posibles patrones de ocurrencia para los diferentes taxones a lo largo del año, existe la limitante del escaso conocimiento de la ecología local de las especies hiperbentónicas de la zona intermareal; por lo tanto la valoración de los patrones encontrados solo puede hacerse en base a estudios realizados en otras partes del mundo y referidos a otros miembros del orden, familia o género de las especies halladas, teniendo en cuenta que especies de un mismo género pueden tener diferente ecología (Forbes y Benfield, 1986; Eldred *et al.*, 1965).

Casi en la totalidad de las muestras, tanto de la marea alta como de la marea baja, de la época cálida o de la fría, la dominancia del grupo Mysidacea, y especialmente de *Metamysidopsis spec*, es evidente, puesto que formaron un 98% de la densidad total de las muestras. Resultados semejantes se han encontrado en otras regiones del mundo reconociéndose a Mysidacea como el grupo de mayor importancia en el hiperbentos (Mauchline, 1980; Wooldridge, 1983; Mees y Jones, 1997; Zouhiri *et al.*, 1998; Lock *et al.*, 1999; Beyst *et al.*, 2001). En varios estudios locales se ha registrado esta misma dominancia. Fockedey *et al* (en revisión), en muestreos realizados en varias playas de la provincia del Guayas, incluyendo la zona de San Pedro, durante el periodo 1999 y 2000, reporta una abundancia relativa de Mysidacea. Para la misma zona Calles *et al.* (2002) reporta 98% de la densidad total de las muestras, tomadas entre agosto de 1999 y febrero del 2001, sin embargo Domínguez

(2001) no encontró esta dominancia en su estudio circadiano de la misma zona, en ninguna de las muestras tomadas en el ciclo de marea; cabe recalcar que el muestreo fue realizado durante el mes de febrero del año 2000.

La importancia de Mysidacea en las muestras de este estudio es tal, que llegan a alcanzar picos de densidad mayores a 25000 ind/100m² (junio y noviembre del 2000, en aguajes de luna nueva), pero no muestran un patrón estacional. Lock (1999) asevera que las densidades de Mysidacea son difíciles de estimar, puesto que se conoce que varias especies tienden a agruparse en parches (Mauchline. 1980), y por tanto las densidades altas no necesariamente pueden deberse a incrementos en la población por inmigración, sino a incursiones de dichos parches. De esta manera aunque es el grupo más abundante de la comunidad intermareal, es muy poco lo que se conoce de su ecología.

Entre los camarones peneidos el más abundante fue *Litopenaeus vannamei* y se lo encontró a lo largo de todo el año con densidades ligeramente mayores en marea alta. Domínguez (2001) asevera que las mayores densidades de *L. vannamei* ocurren durante el flujo de la marea. Burgos (1999) señala que *L. vannamei* predominó con valores entre el 50 y 62% de la captura mensual de postlarvas de camarón en muestreos realizados entre 1997 y 1998, seguido de *L. stylirostris* como segunda especie en importancia, y densidades muy bajas de *L. occidentalis* y *F. californiensis*. Estos resultados concuerdan con los datos de abundancia general de este estudio.

Los huevos y larvas de peces encontrados en el presente estudio concuerdan con familias y géneros reportados en las zonas de rompiente de varias playas del Ecuador (Martínez, 1991, Cornejo *et al.*, 1993, Domínguez, 2001); muchas de las cuales contienen especies comerciales (Mojarras (Gerridae: *Gerres cinereus*, *Eucinostomus spp.*), Anchoas (Engraulidae: *Engraulis ringens*, *Anchoa sp.*) y Pejerreyes (Atherinidae: *Atherinidae sp.*, *Artherinopsis californiensis*, *Nectarges sp.*)), que son parte constituyente de la alimentación de los pescadores de la región (Martínez *et al.*, 1991; Villón y Balladares, 1993). Las especies que se presentaron de manera esporádica pueden ser comunes en regiones más profundas, y arrastradas accidentalmente a la zona de rompiente (Beyst *et al.*, 1999).

Brown y McLachlan (1990) reportan que los huevos son depositados detrás de la línea de rompiente, luego de lo cual larvas y postlarvas migran a la zona de rompiente tanto para alimentarse del plancton que allí se acumula como para evitar la presencia de depredadores. En, 1985 Senta y Kinoshita, afirmaron que las zonas de rompiente son áreas de criaderos para determinadas especies de peces, proponiendo el concepto de nursery, que es acogido por Domínguez (2001) para la zona.

La mayor abundancia de larvas y huevos en la época cálida coincide con estudios realizados en la costa ecuatoriana en la zona de rompiente (Cornejo, 1992) y en aguas costeras más profundas (Cornejo y Acosta, 1986, 1987; Acosta 1988). Sin embargo, varios estudios han reportado que las mayores densidades están asociadas a las mareas altas nocturnas (Lasiak, 1984; Peters, 1984; Brown y McLachlan, 1990;

Domínguez, 2001) lo cual podría ser una explicación para las densidades relativamente bajas encontradas en las muestras (27 ind/100 m² en TWIN 2).

Resumiendo lo anteriormente expuesto, aunque el primer año de muestreo (2000) no fue un año normal, debido a anomalías térmicas positivas, el comportamiento de algunos taxones (Mollusca, Vertebrata) con la presencia de picos de reclutamiento en la época cálida, así como la dominancia del grupo Mysidacea, concuerda con estudios realizados en la zona y otras regiones del mundo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El primer resultado notorio obtenido tanto en la estadística descriptiva como en las dos técnicas usadas de análisis multivariado (TWINSPAN y CA), mostró una marcada diferencia en las muestras de abril y mayo de luna llena, que fueron separadas completamente del resto debido a la composición de las comunidades encontradas. Varias especies fueron encontradas exclusivamente en estas muestras y en densidades altas, lo cual las relaciona directamente con el apareamiento de “aguamalas” reportado por los pobladores durante el primer aguaje de abril (luna llena) y seguido de un suceso de “marea roja” ocurrido en el primer aguaje de mayo (luna llena), aparentemente dominado por *Gonyaulax* sp.. Las variables ambientales características de estas muestras, fueron la temperatura superficial del agua (mayor que el resto del año) y un alto contenido de clorofila *a*.
2. Otra característica importante en las muestras recolectadas durante los 14 meses de muestreo es la marcada dominancia del grupo Misidacea (especialmente *Metamysidopsis spec*) en el hiperbentos intermareal de la zona, lo cual coincide con lo reportado en otros estudios en la zona y a nivel mundial. Es importante notar que esta dominancia fue más marcada durante la época fría.

A pesar de la importancia de este grupo, el conocimiento de su comportamiento es mínimo por lo cual es recomendable realizar estudios ecológicos combinando

muestreos de campo en diferentes zonas, junto a investigaciones de acuario en laboratorio.

3. Fuera de la dominancia de misidáceos, el hiperbentos en general tiene una mayor diversidad en la época cálida: el merohiperbentos es más abundante que en la época fría. Parte importante del merohiperbentos lo constituyeron huevos y larvas de peces comerciales, así como spat de bivalvos. Las especies de peces encontradas coinciden con estudios realizados anteriormente y que los relacionan a épocas cálidas.
4. Ciertas especies de peces de interés para la pesca pudieron ser encontradas en las muestras, en estadio huevo o de larva (Mojarras, Anchoas y Pejerreyes), en densidades mayores durante la época cálida, lo cual indica que en esta época debe tenerse un mayor cuidado en el manejo de los recursos costeros.
5. Una gran cantidad de morfoespecies no pudieron ser identificadas a nivel de especie, debido a la falta de claves de identificación, lo cual hace patente la necesidad de emprender trabajos que permitan realizar descripciones o claves de identificación de las especies pertenecientes al hiperbentos intermareal en sus diferentes estadios de desarrollo, para la zona costera ecuatoriana, al igual que trabajos de recopilación bibliográfica a nivel del pacifico oriental.

6. Las herramientas de análisis multivariado utilizadas mostraron ser muy útiles y eficientes, recomendándose la ampliación de su uso en los distintos estudios ecológicos que puedan emprenderse en el país. Los eigenvalores bajos obtenidos durante el análisis multivariado se debieron a la gran cantidad especies que se presentaron en densidades mínimas, por lo cual se recomienda siempre que sea posible la realización de réplicas en los muestreos, que otorgarían mayor uniformidad a las muestras colectadas.

ANEXOS

ANEXO A

ANEXO B

ANEXO C

ANEXO D

ANEXO E

BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA, M. Informes de Cruceros Oceanográficos - Biológicos, realizados a bordo del B/I Tohalli durante 1988. Sección Ictioplancton, INP. Reporte interno. 5 pp.
2. ALLAUCA, S. Estudio del oleaje en la zona de Valdivia. Tesis de Grado. Licenciado en Oceanografía. ESPOL. 1985.
3. ALONGI, D. Coastal Ecosystem Processes. CRC Marine Science Series. 1998.
4. BASCO, D. R. Surfzone currents. Coastal Engineering. 1983. No. 7: pp 331 – 355.
5. BEYST, B., CATTRIJSSE A. Y MEES J. Feeding ecology of the surf zone of a sandy beach. Journal of Fish Biology. 1999. No. 55: 1171 – 1186.
6. BEYST, B., BUYSSE, D., DEWICKE, A., Y MEES, J. Surf Zone Hyperbenthos of Belgian Sandy Beaches: Seasonal Patterns. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 2001. No. 53: pp 877 – 895.
7. BROWN, A.C. Y McLACHLAN. Ecology of sandy shores. Elsevier. USA. 1990. 328 p.
8. BULCKAEN, B. Sytematische studie van enkele Mysidacea – soorten van de Ecuatoriaanse kusten. MSc. Thesis, University Gent. 2000.
9. BURGOS M., LUCAS, E. Y RIVERA, G. Análisis de la pesquería de postlarvas de camarón en Data de Posorja y Olón. En Visión global de las pesquerías de postlarvas de camarón y recomendaciones para su manejo. Informe técnico. INP – PMRC. 1999.
10. CALLES, A., DOMÍNGUEZ, L., GUARTATANGA, S., RUIZ, V., GONZÁLEZ, G., CORNEJO, P. Y VINCX, M. Interannual variability of the

meiobenthos and hyperbenthos communities from two Ecuadorian sandy beaches (1999-2001). 2002. Presentado para El Niño Symposium & Workshop August 2002. Viña del Mar, Chile.

11. CASTILLO, D. Cosechando en el Mar. Serie Experiencias de Manejo Costero. 2000. PMRC. #8.
12. CHAPMAN, D. M. Sediment reworking on sandy beaches. En McLachlan A. y Erasmus T. (eds), *Sandy Beaches as Ecosystems*. Dr. W. Junk Publishers, 1983. P: 45 – 61.
13. COCKCROFT, A., WEBB, P. Y WOOLDRIDGE, T. Nitrogen regeneration by two surf-zone mysids, *Mesopodopsis slabberi* and *Gastrosaccus psammodytes*. *Marine Biology*. 1988. No. 99: pp 75 – 82.
14. COLMAN, J.S. Y SEGROVE, F. The tidalplankton over stoupe beck sands, Robin Hood's Bay (Yorkshire, North Riding). *Journal of Animal Ecology*. 1955. No. 24: pp 445 - 462.
15. CORNEJO, M.H. Y ACOSTA M. Informe de crucero oceanográfico biológico, B/I tohalli durante 1986. Sección Ictioplancton, INP. Reporte interno. 5 pp
16. CORNEJO, M.H. Y ACOSTA M. Informe de crucero oceanográfico biológico, B/I tohalli durante 1987. Sección Ictioplancton, INP. Reporte interno. 5 pp
17. CORNEJO, M.H., BLACIO, E., GUARTATANGA, R., SCHWARTZ, L. BONILLA, M.A Y MILSTEIN A. Variación anual de larvas y postlarvas de peces en una zona de rompiente de playa arenosa (Guayas – Ecuador). En *Memorias I congreso Ecuatoriano de Acuicultura*. Ecuador: ESPOL. 1993. P: 241 – 245.

18. DAVIS, R. A.. Beach and nearshore zone. En Davis, R.A. (editor.), Coastal sedimentary Environments. New York: Springer – Verlag. 1985. P: 379 – 444.
19. DAY, J.H., FIELD, J. G. Y MONTGOMERI, M. P. The use of numerical methods to determine the distribution of the benthic fauna across the continental shelf of North Carolina. *Journal of Animal Ecology*. 1971. No. 40: pp 93 – 126.
20. DAY, J.W., HALL, C.A.S., KEMP, W. M. Y YANEZ-ARANCIBIA, A. (eds). *Estuarine Ecology: the estuarine bottom and benthic subsystem*. 1989.
21. DE MEY, M. Het Hyperbentohos van Surfzone van de Baai van Valdivia (Ecuador): ruimtelijke en tidale patronen. Scriptie voorgelegd to het behalen van de graad van Licenciaat in the Biologie University of Gent. Belgium. 1999.
22. DE MEY M., FOCKEDEY N. Y BEYST B. The hyperbentos of the surf zone of Valdivia Bay (Ecuador): inventarisation and spatial patterns. 2002. Enviado a *Hydrobiologia*.
23. DE RUYCK, A.M., DONN, T.E. Jr. Y McLACHLAN, A. Distribution of three intertidal cirolanid isopods (Flabellifera: cirolanidae) on a South African sandy beach. *Cah. Biol. Mar.* 1992 No. 33: pp 147 – 168.
24. DOMÍNGUEZ, L. Variación circadiana del hiperbenthos de la playa arenosa de San Pedro de Manglaralto (Prov. Guayas, Ecuador): un estudio exploratorio. Tesis de Grado. Licenciado en Acuicultura. ESPOL. 2001.
25. ELDRED, B., WILLIAMS, J., MARTIN, G.T. y E.A. JOYCE Jr. Seasonal distribution of penaeid larvae and postlarvae of the Tampa Bay area, Florida. Florida State Board of Conservation, Technical Series. 1965. (44). 47 pp.

26. FOCKEDEY N., GONZALEZ K., CORNEJO M.P., CALDERON J. Y VINX
Spatial variability en the distribution of hyperbenthos along 9 sandy beaches
of the Guayas Province (Ecuador). Documento en preparación. 2002.
27. FORBES, A.T. y M.C. BENFIELD. Tidal behaviour of postlarval penaeid
prawns (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) in a southeast African estuary.
Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 1986. No. 102: pp 23-
34.
28. FOSSA, J. H. Near-bottom vertical zonation during daytime of deep-living
hyperbenthonic mysids (Crustacea: Mysidacea). *Sarsia*. 1985. No. 70: pp 297 –
307.
29. FOSSA, J.H.. Aquarium observations on vertical zonation and bottom
relationships of some deep-living hyperbenthic mysids (Crustacea: Mysidacea).
Ophelia. 1986. No 25: pp 107 – 17.
30. GUARTATANGA, S. Y RUIZ, V. Manual de bentos en playas arenosas.
Informe Interno. Anexo 6.2. VLIR – ESPOL. 2001.
31. HAMERLINK, O. Y MEES, J. Temporal and spatial structure in the
hyperbenthic community of a shallow coastal area and its relation to
environmental variables. *Oceanológica Acta*. 1991. No. 11: pp 205 – 212.
32. HILL, M. O. Diversity and evenness: a unifying notation and its
consequences. *Ecology*. 1973. No. 54: pp 427 – 432.
33. JANSSON, B.O. Y KALLANDER, C. On the diurnal activity of some littoral
peracarid crustaceans in the Balthic Sea. *Journal of Experimental Marine
Biology and Ecology*. 1968. No. 2: pp 24 – 36.
34. KAARTVERTD, S. Diel activity patterns in deep-living cumaceans and
amphipods. *Marine Ecology Progress Series*. 1986. No. 30: pp 243 – 9.

35. LASENBY, D. C. Y SHERMAN, R. K. Design and evaluation of a bottom-closing net used to capture mysids and other suprebenthic fauna. *Canadian Journal of Zoology*. 1991. No. 69: pp 783 – 6.
36. LASIAK, T. A. The impact of surf-zone fish communities on faunal assemblages associated with sandy beaches. En McLachlan A. y Erasmus T. (eds), *Sandy Beaches as Ecosystems*. Dr. W. Junk Publishers. 1983. P: 501-506.
37. LOCK, K., BEYST, B. Y MEES, J. Circadiel Patterns in the tidal plankton of a sandy beach in Zeebrugge (Belgium). 1999. No. 2: pp 339 – 352.
38. LUDWING, J. A. Y REINOLDS, J. F. *Statistical ecology. A primer on methods and computing*. Wiley – Interscience. 1988.
39. MARTINEZ, J. Las pesquerías artesanales en la costa continental del Ecuador durante el primer semestre de 1991. *Boletín Científico y Técnico*. INP. 1991. No. 11: pp 43 – 51.
40. MARTINEZ, J., COELLO, S. Y S. CONTRERAS. Evaluación de las pesquerías artesanales de la costa de Ecuador durante 1990. *Boletín Científico y Técnico*. Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil - Ecuador. 1991.No. 11 (4): pp 1-42.
41. MASSELINK, G. Y SHORT, A.D. The effect of tide range on beach morphodynamics and morphology: a conceptual beach model. *Journal of Coastal Research*. 1993. No. 9: pp 785 – 800.
42. MAUCLINE, J. The biology of mysids and euphausiids. *Advances in Marine Biology*. 1980. No. 18: pp 1 – 680.
43. McCAYE, I.N. *The benthic boundary layer*. New York: Plenum New York: John Wiley(ed). 1976. P: 338 – 376.

44. Mc. CUNE, B Y Mc.HORD M.J. PC-ORD MULTIVARIATE Analysis of Ecological Data, Version 4. MJM Software design. Gleneden Beach, Oregon, USA. 1999.
45. McLACHLAN, A.. Sandy beach ecology: A review. En McLachlan A. y Erasmus T. (eds), Sandy Beaches as Ecosystems. Dr. W. Junk Publishers. 1983. P: 321 – 380.
46. MESS, J. Y JONES, M. B. The hyperbenthos. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review. 1997. No. 35: pp 221 – 255.
47. PARSONS, T., MAITA, Y. Y LALLI, C. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press. Oxford. 1984.
48. PEARSON, T.H. Y ROSENBERG, R. Feast and famine: structuring factors in marine benthic communities. En Organization of communities, past and present, J.H.R Gee y P.S. Giller (eds). Oxford: Blackwell Scientific. 1987. P: 373 – 395.
49. PETERS, D.J. Seasonality, Residency and Spatial Distribution of Juvenile Surf Zone Fishes of the Florida East Coast. M.Sc. thesis, Florida Institute of Technology. 1984.
50. PIEDRA, J. Procesos litorales en San Pedro. Tesis de Grado. Licenciado en Oceanografía. ESPOL. 1989.
51. QIAN, P.Y. Y CHIA, F.S. Larval development of *Autolytus alexandri* Malmgren (Polychaeta, Syllidae). Invertebrate Reproduction and Development. 1989. No. 15: pp 49 – 56.
52. RUSSEL, F.S. The vertical distribution of marine macroplankton. I. An observation of diurnal changes. Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom. 1925. No. 13: pp 769 – 809.

53. SÁNCHEZ, E. Características litorales de la costa ecuatoriana entre San Pedro y Manglaralto. Informe técnico. ESPOL – FIMCM. 1988.
54. SENTA, T. Y KINOSHITA, I. Larval and juvenile fishes occurring in surf zone of western Japan. Transactions of the American Fisheries Society . no. 114 (4): pp 609 – 618.
55. SMIDT, E.L.B. Animal production in the Danish Waddensea. Meddelelser fra Kommissionen for Danmarks Fiskeri- og Havundersogelser, Serie Fiskeri. 1951. No. 11: pp 1 – 151.
56. TAKAHASHI, K Y KAWAGUCHI, K. Diel and tidal migrations of the sand-borrowing mysids, *Archaeomysis kukoboi*, *A. japonica* and *Iiella ohshimai*, in Otsuchi Bay, northeastern Japan. Marine Ecology Progress Series. 1997. No. 148. pp 95 – 107.
57. UNDERWOOD, A. J., CHAPMAN, M. G. Y CONNEL, S. D. Observations in ecology: you can't make progress on processes without understanding the patterns. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 2000. No. 250: pp 97 – 115.
58. VALIELA I. Ecology of coastal ecosystems. En Fundamentals of Aquatic Ecology. R. S. Barnes y K. H. Mann (eds). Blackwell Science. 1991. P: 57 – 76.
59. VILLON, C. y M. BALLADARES. Las pesquerías artesanales en la costa del Ecuador durante 1992. Boletín Científico y Técnico. Instituto Nacional de Pesca. Guayquil - Ecuador. 1993. No. 12 (6): 1 – 30.
60. WOOLDRIDGE T.H. Ecology of beach and surf-zone mysid shrimps in the eastern Cape, South Africa. En McLachlan A. y Erasmus T. (eds), Sandy Beaches as Ecosystems. Dr. W. Junk Publishers. 1983. P: 449 – 460.

61. WRIGHT L.D. Y SHORT A. D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis. *Marine Geology*. 1984. No. 56: pp 93 – 118.
62. YOUNG, P.C. Y S.M. CARPENTER. Recruitment of postlarval penaeid prawns to nursery areas in Moreton Bay, Queensland. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*. 1977. No. 28: pp 745-773.
63. ZAMBRANO, L. Levantamiento hidrográfico para el Proyecto del Terminal Artesanal Pesquero de Valdivia. Tesis de Grado. Licenciado en Oceanografía. ESPOL. 1982.
64. ZOUHIRI, S., VALLET, C., MOUNY P. Y DAUVIN, J.-C. Spatial distribution and biological rhythms of suprabenthic mysids from the English Channel. *Journal of Marine Biology Ass. UK*. 1998.