



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Vida

“EFECTO DE LA MAREA SOBRE EL MACROBENTOS EN LA
ZONA SUPRALITORAL DE DOS PLAYAS ARENOSAS DEL
ECUADOR DURANTE LA ÉPOCA LLUVIOSA”

INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR

Previa a la obtención del Título de:

BIOLOGA

LAURA GERALDINE ALTAMIRANO FERNÁNDEZ

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2016

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a mi familia ya que ha sido base no solo académica sino también personal, a mi señora madre Jacqueline Fernández quien ha permanecido y luchado conmigo para alcanzar esta meta, compañeros que han sido un eslabón importante de apoyo durante mi carrera universitaria y por último y de manera gratificante me gustaría agradecer a mi tutor de la materia integradora MSc. Jerry Landívar por su esfuerzo, dedicación y motivación que han sido fundamentales para mi formación profesional.

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico de manera especial a quienes aunque ausentes me han dado fuerzas y valentía para culminar una etapa más en la vida.

EVALUADOR DEL PROYECTO

MSc. Cesar Bedoya

Profesor Materia Integradora

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, me (nos) corresponde exclusivamente; y doy (damos) mi (nuestro) consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

.....
Laura Geraldine Altamirano Fernández

RESUMEN

En este estudio se analiza el grado de correlación que existe entre la materia orgánica y la abundancia de macrobentos (individuos/m²), número de especies e índice de biodiversidad (Shannon – Wiener, H'), en dos playas arenosas con diferentes estructuras y usos pero de gran importancia. Los muestreos se realizaron durante los meses de Febrero y Marzo, periodo caracterizado por ser época lluviosa en la región ecuatoriana. A partir de la información recaudada se realizaron análisis univariados y multivariados para determinar la tendencia y un análisis de varianza para determinar las diferencias que existen entre las variables consideradas. Como resultado de este análisis se observó una correlación significativa entre la abundancia y la profundidad, así como una relación de los efectos de la marea con el número de especies y una diferencia de la biodiversidad de macrobentos, siendo así que para la Playa de Ayangue predomina el Phylum Annelida y Phylum Arthropoda para la Playa de San Pedro.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA	iii
EVALUADOR DEL PROYECTO.....	iv
DECLARACIÓN EXPRESA	v
RESUMEN.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ABREVIATURA.....	ix
ÍNDICE DE FIGURA	10
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE ANEXOS.....	12
INTRODUCCION	13
CAPÍTULO 1	17
1. Macrobentos	17
1.1 Geomorfología de Ayangue y San Pedro.....	17
1.1.1 Caracterización Bio – ecológica	17
1.1.2 Influencia Climática	18
1.2 Tipos de Macrobentos.....	19
1.2.1 Phylum Annelida.....	19
1.2.2 Phylum Mollusca.....	20
1.2.3 Phylum Arthropoda	21
CAPÍTULO 2.....	22
MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
2. Zonas de muestreo	22
2.1 Muestreo de campo	22

2.2 Metodología de Laboratorio	23
2.2.1 Separación de muestra	23
2.2.2 Identificación de organismos.....	24
2.3 Análisis de laboratorio.....	24
2.3.1 Índice de Shannon-Wiener.....	24
2.3.2 Análisis estadístico.....	25
2.3.2.1 Análisis Descriptivo	25
2.3.2.2 Análisis de varianza	25
CAPÍTULO 3.....	27
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	27
CONCLUSIONES	33
RECOMENDACIONES.....	33
BIBLIOGRAFÍA.....	35
ANEXOS.....	41

ABREVIATURA

cm	Centímetros
GPS	Global Positioning System
Ind/m ²	Individuo por metro cuadrado
m	Metros
mg/l	Miligramos por litro
mm	Milímetros
mS/cm	Micro Siemens por centímetro
m ²	Metros cuadrados
pH	Potencial de Hidrogeno
Ay.	Ayangué
Sp.	San Pedro
S	Especies
N	Abundancia
H	Índice de biodiversidad

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Ubicación del área de estudio.....	15
Figura 2. Subdivisión de playas arenosas	18
Figura 3. Comparación de estaciones muestreadas para las playas arenosas.....	29
Figura 4. Test de correlación de abundancia (a), profundidad (b) y posiciones lunares (c) para las playas de Ayangue y San Pedro..	30
Figura 5. Test de correlación de especies(a), profundidad (b) y posiciones lunares (c) para las playas de Ayangue y San Pedro..	31
Figura 6. Relación de variables con diferentes profundidades.	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Especies identificadas en la zona supralitoral de las dos playas arenosas.....	27
Tabla II. Especies identificadas en la zona supralitoral antes y después de la inmersión.....	28
Tabla III. Especies identificadas en la zona supralitoral antes y después de la inmersión.....	28
Tabla IV. Análisis univariados para abundancia de las playas arenosas muestreadas.....	30
Tabla IV. Análisis univariados para especies de las playas arenosas muestreadas.....	31

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A - MATRIZ DE ESPECIES ENCONTRADAS EN LA PLAYA DE AYANGUE.....	41
ANEXO B - MATRIZ DE ESPECIES ENCONTRADAS EN LA PLAYADE SAN PEDRO.....	42
ANEXO C - ESPECIES ENCONTRADAS EN AMBAS PLAYAS EN LA ZONA INTERMAREAL.....	43

INTRODUCCION

Las playas arenosas son hábitats comunes y de gran importancia en la costa ecuatoriana, ya que son utilizadas como áreas turísticas, explotadas comercialmente por extracción de sus recursos pesqueros de manera artesanal y en algunos casos usados como receptores de descargas de naturaleza urbana e industrial, por ello el término gestión para que sea un entorno sustentable ha sido planificado por varios años [1].

Pueden parecer, de manera superficial zonas inhabitadas y con poca vegetación adaptadas a vivir en este tipo de sustrato, pero las condiciones de las playa arenosas representan uno de los ambientes marinos más extremos, con una gran diversidad ecológica, altamente dependientes de las condiciones físicas [2] [3], donde la zona rompiente son áreas de criadero para una gran diversidad de especies de peces y macro-invertebrados, por lo tanto importantes para la regeneración de nutrientes.

Estos esquemas suelen poseer modificaciones en el transcurso del tiempo, que pueden ser causados por los diversos usos de las playas sea por actividad recreacional, urbana o industrial, provocando una poca capacidad de autorregulación en la que se ve afectada el sedimento de la playa, por la alteración de su flora y fauna natural, sumada a ésta la degradación antropogénica está la extinción de las especies, declinación del paisaje, cambio

climático, y procesos naturales entre otros [4] [5], todo esto sin considerar que muchas de las actividades de manejo, pesca y captura están regidos por la influencia lunar desde épocas ancestrales y que se los considera en muchos trabajos [6] [7].

Por otro lado los organismos bentónicos son escasamente móviles, siendo considerados como indicadores debido a que reflejan las condiciones oceanográficas y depósitos anormales ligados a perturbaciones naturales o antropogénica [8], y son usados ocasionalmente para monitorear o evaluar programas ligados a la recuperación de estos ecosistemas [9] [10].

En Ecuador se han realizados muestreos bentónicos en el Pacífico de norte a sur en los que se incluye Manglaralto, Salango, Bahía de Santa Elena, etc. pero sin embargo no se menciona Monteverde ni Ayangué [11]; así como trabajos que comprenden la identificación y distribución de organismos macro-invertebrados entre ellos moluscos y poliquetos [12], en donde reporta para el área de muestreo de Esmeraldas “Bivalvos de la Plataforma Continental de la Región Norte de Ecuador”, la identificación de 56 especies de bivalvos presentados por 26 géneros y 18 familias.

En el año 2002 un estudio realizado en la zona litoral ecuatoriana se da a conocer una distribución de 140 especies de invertebrados bentónicos marinos entre las cuales se detallan crustáceos y equinodermos [13].

Las playas a trabajar son Ayangue y San Pedro, situadas en la Península de Santa Elena Ecuador (Figura 1). La primera playa de Ayangue es considerada protegida, de poca pendiente, mayormente turística y urbana. La playa de San Pedro es una Playa abierta o expuesta, de pendiente pronunciada por lo que es poco visitada por turistas y cercana a actividades pesqueras.



Fig. 1 Ubicación del área de estudio

Existe escasa investigación de invertebrados marinos bentónicos en la comuna de ambas playas y, por otro lado, en la poca información existente sobre las pautas de abundancia, distribución espacial, patrones de distribución batimétrica respecto a los estratos de sustrato y escalas de variabilidad faunística del grupo de organismos bentónicos [14]. De esta forma, este estudio que contribuye a incrementar los conocimientos sobre la importancia económica y ecológica de estos organismos de orden bentónico, ya que se utilizan como indicadores de la calidad del ecosistema; donde su dinámica espacial y temporal compleja se encuentra influenciada por la variabilidad del ambiente [15]. Además se analizarán factores

biológicos y ecológicos que son un rol importante en la abundancia de bentos en la época húmeda.

En este contexto, se muestra la zonación de dos playas arenosas de diferentes pendientes considerando trascendental conocer la relación que existe entre el biotopo y la concentración de materia orgánica influenciada por la variación de las condiciones físicas, químicas y biológicas a causa de la marea.

Debido a que forma parte de un proyecto mayor es necesario realizar la investigación en las condiciones antes mencionadas para los meses previstos de la época húmeda y así observar los cambios que presenten.

Así, este trabajo tiene como objetivo general determinar la abundancia y diversidad del macrobentos de la zona supralitoral antes y después de la inmersión provocada por las fases de luna en dos playas arenosas durante la época lluviosa.

Objetivos específicos: Muestreo e Identificación de organismos en la zona supralitoral.

Comparar la diversidad de macrobentos antes y después de la inmersión de la marea.

Análisis estadístico entre la abundancia y diversidad de macrobentos en las zonas intermareales de playas arenosas.

CAPÍTULO 1

INFORMACIÓN GENERAL

1. Macrobentos

El macrobentos de playas arenosas son los organismos asociados con el fondo de la columna de agua cuya talla es mayor a 500 μm [16] que poseen la característica de introducirse en la arena para evitar ser arrastrados con los cambios de marea [17] y constituyen un eslabón importante en la transferencia de energía al ser parte de la red trófica en ecosistemas acuáticos [3]. La exposición a los eventos de la marea ocasiona un estrés por falta de alimento, shock térmico, agotamiento y exhibición al aire [11], no obstante las actividades antropogénicas modifican o destruyen el hábitat en gran proporción la comunidad bentónica [13].

Algunas investigaciones publicadas sobre organismos bentónicos fueron realizadas frente a la Isla Puna y en la Isla Santa Clara en donde se analizaron la distribución e identificación de poliquetos bentónicos [18]. Uno de los trabajos que apporto gran información a nivel de bentos fue el de M. Keen mediante un muestreo en la zona del Pacífico Este que comprende a Manglaralto, Salango, Bahía de Santa Elena y otros, sin detallar áreas de Monteverde y Ayangue [19].

1.1 Geomorfología de Ayangue y San Pedro

1.1.1 Caracterización Bio – ecológica

La zona litoral considerada como el área de transición entre los ecosistemas marinos y terrestres, en donde se realizan importantes procesos de intercambio de materia y energía. Se encuentra dividida según la profundidad en zona supralitoral, mesolitoral e infralitoral y se

caracterizan por presentar diversos procesos físicos – químicos y biológicos, además de poseer una diversidad de especies [20].

Como sitio de estudio se tomo la zona supralitoral o zona supramareal ya que es el área que se encuentra sobre la línea más alta de las mareas vivas frecuentemente no se encuentra sumergida por el agua, pero que en condiciones específicas de marea (marea viva) el agua cubre esta zona en poca proporción y es importante identificar la biodiversidad que está comprendida de organismos capaces de tolerar las condiciones de estrés que proporciona el medio como cambios de temperatura, salinidad, exposición al sol y acción del oleaje [21] [2], cuyos índices varían en esta época lluviosa.



Fig. 2 Subdivisión de playas arenosas. [22]

1.1.2 Influencia Climática

Para este estudio fue esencial seleccionar a los macrobentos como organismos indicadores de alteraciones del ecosistema arenoso por cambios climáticos, porque durante el muestreo ofrecen una facilidad para ser recolectados, conservados y posteriormente identificados en base a la información consultada.

Existen otros parámetros que influyen sobre esta distribución de macrobentos, numerosos estudios los relacionan con cambios de estación del año, tipos de playas, substrato, profundidad, temperatura, materia orgánica, fenómenos naturales etc., [23] [24] [25].

El estudio realizado durante la época lluviosa que comprende los meses de Enero a Abril, se observaron precipitaciones con una gran

aportación de agua dulce en cuerpos de agua salada, se registran aumentos de temperaturas con valores de hasta 30°C por lo que se considera una estación caliente causada por la Corriente del Pacífico [26], la salinidad varía entre 30,4 y 34,95 UPS [27] y aunque la magnitud de la industria turística difieren en ambas playas, la preferencia para actividades de recreación se da en la playa de Ayangue siendo esta más susceptible a impactos en su entorno.

1.2 Tipos de Macrobentos

De acuerdo a la composición de sustrato de las playas arenosas la composición de los macrobentos se encuentra dividida en:

1.2.1 Phylum Annelida

Son animales invertebrados dentro de los cuales se encuentran los poliquetos, lombrices de tierra y sanguijuelas, predominan en ambientes húmedos, que en condiciones de estrés su reproducción es asexual para reponer la población con mayor rapidez y en condiciones estables su reproducción es sexual [28].

Se clasifican en: Polychaeta (Poliquetos), Clitellata (Clitelados), Oligochaeta (Oligoquetos), Hirudinea (Hirudíneos), Myzostomida (Mizostómidos), Echiura (Equiuroideos) [28].

De estos el de mayor importancia para el estudio es el grupo de Polychaeta ya que es el grupo más abundante, de ambiente marino ya que dentro de sus características esta tolerar amplios rangos de salinidad, aunque la mayoría son bentónicos existen algunos que son pelágicos, así como especies de menor tamaño que suelen ser intersticiales. De tendencia variable ya que pueden ser errantes y sedentarios; su importancia radica en que forma parte de la cadena trófica y su uso comprende desde cebos para la pesca, sin embargo

en varias investigaciones se lo considera un factor importante que refleja alteraciones ambientales e incluso indicios de contaminación [29] [30] [31].

1.2.2 Phylum Mollusca

Son organismos invertebrados de tamaño variable que se encuentran adheridos al sustrato [32], representan alrededor del 23% de la biomasa bentónica, su importancia es de nivel económico ya que su recolección es una fuente de recurso humano. En el ámbito ecológico también son indicadores de calidad del ecosistema ya que son sensibles a los cambios en la composición del sustrato, además son parte de la cadena trófica.

Algunas de las clases de moluscos son utilizados en investigaciones debido a que tienen la capacidad de acumular contaminantes proceso denominado bioacumulación o biomagnificación proceso que transfiere los contaminantes a través de la cadena trófica como individuos y como población. Los niveles de tolerancia varían con el tipo de contaminante, su concentración y la presencia de otros contaminantes [33].

Es un grupo diverso y cuya clasificación consta de 8 grupos entre los cuales tenemos [32]:

Aplacóforos, Monoplacóforos, Escafópodos, Amphineura, Cephalopoda, Gastropoda, Pelecypoda, Bivalvia.

Dentro de los cuales los grupos más destacados dentro de este estudio son Gastropoda y Bivalvia, debido a las características biológicas que poseen.

Los organismos bivalvos como las *Donax mancorensis* y *Donax ecuadorianus* son ejemplos de individuos sensibles a la contaminación

o alteración de los parámetros físico – químicos y biológicos del sustrato.

1.2.3 Phylum Arthropoda

Son organismos invertebrados más abundante y diversificado del reino animal, su hábitat comprende los ambientes acuáticos, sin embargo, existe un grupo adaptado a la vida en el aire [34]; gran parte de ellos son herbívoros siendo parte básica de la red trófica ya que su alimentación está basada en algas y plantas.

Debido a que su estructura es similar a los anélidos a excepción que presentan un exoesqueleto articulado y aunque su uso es limitado, muchos de estos organismos son empleados en las investigaciones como indicadores de calidad de agua mediante la estimación de la riqueza específica o biomasa de una clase en particular para la detección de un ecosistema alterado [35].

Dentro de la clasificación tenemos cuatro grupos: arácnidos, los crustáceos, los insectos y los miriápodos [36].

Los de mayor importancia ecológica para este estudio es el grupo de los crustáceos que comprende langostas y cangrejos, que son principalmente de hábitats acuáticos. Poseen una amplia clasificación pero entre ellos destacan: clase Branchiopoda, clase Maxillopoda, clase ostrácoda y la clase Malacostraca [36].

Como Ejemplo claro de la clase Malacostraca tenemos a la especie *Sphaeromatidae* sp. conocido como isópodo marino de mayor abundancia en ecosistemas costeros con una sedimentación blanda, como organismo indicador permite observar el reflejo de un índice de contaminación del medio [37].

CAPÍTULO 2

MATERIALES Y MÉTODOS

2. Zonas de muestreo

Las playas arenosas seleccionadas como sitios de estudio y en función de su representatividad y factibilidad de muestreo permanente y continuo son San Pedro de Manglaralto y Ayangué ubicadas en la Provincia de Santa Elena – Ecuador, que difieren en características de perfiles y pendientes, Ayangué presenta dos riscos y San Pedro es una playa abierta con diferente composición de sedimento.

La recolección de las muestras se realizará en un período de dos meses con salidas basadas en las diferentes fases lunares y tabla de marea de las fechas comprendidas entre Febrero y Marzo con un total de 8 días de muestreos para cada playa.

2.1 Muestreo de campo

El levantamiento de información de campo en los puntos ya designados mediante el GPS y se realizó mediante el protocolo descrito por Aerts et al. [24], pero se lo modificó con el fin de ser aplicado solo para la zona supralitoral para ambas playas arenosas y se obtuvo tres réplicas a nivel horizontal cada 3 metros de distancia, a continuación para la obtención de la muestra de sedimento se utilizó un cuadrante metálico de 0.1026 m² que se introdujo a una profundidad de 15 cm y para una cuarta réplica se muestreo a 30 cm de excavación en la arena, para obtener los organismos que se desean analizar se colocó esta muestra sobre un tamiz con 1mm de ojo de malla y una vez cernido el sedimento será colocado en un frasco de plástico cuya medida será variada en relación con la cantidad de muestra y se procederá a fijar con formaldehído al 8% la fauna retenida.

La recolección del sedimento se efectuó mediante el uso de una funda ziploc de un tamaño de 24 x 36 cm y una pala para obtener una cantidad de 350 gramos aproximadamente de sedimento húmedo tomado del espacio resultante de la extracción de la muestra, el procedimiento será desarrollado para las 4 réplicas incluida la réplica a 30 cm de profundidad, su posterior almacenamiento será en condiciones de cobertura con una temperatura de 25°C. y paralelamente se tomaron los parámetros ambientales como temperatura, humedad, pH, velocidad del viento obteniendo un registro de 8 mediciones para cada sitio de muestreo, siendo la temperatura una medición específica por lo cual esta se tomará en cada réplica en ambas profundidades.

Posterior se tabulara los datos registrados para su uso en análisis estadísticos.

2.2 Metodología de Laboratorio

2.2.1 Separación de muestra

Cada muestra se coloca en el tamiz de 250 μm donde se realizan varios lavados con agua potable para eliminar el formaldehído y sedimento excedente, una vez ya obtenido la muestra se colocará en una bandeja para poder escoger los organismos de interés investigativo, adicional a esto en un frasco pequeño previamente rotulado con la zonificación y replicas respectivamente se coloca alcohol al 50% donde se almacenará el macrobentos de cada zona incluida las réplicas muestreadas, es así que para cada día de muestreo se obtendrá un total de 12 frascos de organismos separados para Ayangue y la misma cantidad para San Pedro.

Durante la separación del sedimento se utilizó una pinza de disección sin dientes con punta cuadrada para organismos de cuerpo blando, una pinza de disección con dientes con la que se pueda manipular correctamente los organismos duros y una fuente de luz para la recolección de organismos de cuerpo traslucido para su posterior identificación.

2.2.2 Identificación de organismos

Para mejores resultados de identificación se trabajó primero con una playa arenosa en total 12 muestras de los 8 días y luego se procederá con la misma metodología para la siguiente playa.

La primera playa a identificar fue Ayangue donde se seleccionaba el primer frasco en este caso se trataba de la zona baja 1.1 en donde con la ayuda de una pinza y aguja enmangada se separaba en anélidos, artrópodos y moluscos para colocarlos en cajas petri por cada filum, luego son llevados al estereoscopio donde por individuo se van analizando sus características y luego se anota su especie por zona ; solo para el filum de los anélidos se hace uso del microscopio, junto con la aguja enmangada para proceder al reconocimiento de los organismo tomando en cuenta estructuras importantes como: tipo de setas, prostomio, peristomio o parápodos y en caso de ser otro tipo de filum como nermetea se analiza los segmento del cuerpo blando.

Se realizó la misma metodología para cada zona y playa llevando un registro para la interpretación de resultados.

2.3 Análisis de laboratorio

2.3.1 Índice de Shannon-Wiener

Uno de los índices utilizados para medir la biodiversidad específica de una comunidad es el Índice de Shannon Wiener. Este índice toma en cuenta la riqueza de especies (número de especies en el área de estudio), y la abundancia de las mismas (número de organismos por especie).

Este índice normalmente se representa como H' y es expresado con valores positivos que suelen variar entre 1 y 5. Una de las desventajas de este índice es que no toma en consideración la distribución espacial de las especies y no tiene límites en cuanto a número de especies ni de abundancia [38].

El Índice de Shannon-Wiener se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde:

- H: diversidad de especie
- S: Número de especies
- p_i : abundancia relativa ($\frac{n_i}{N}$)
- n_i : número de individuos por especie
- N: número de todos los individuos de la muestra

2.3.2 Análisis estadístico

2.3.2.1 Análisis Descriptivo

Se analizaron los datos obtenidos en cada estación de manera sencilla por medio de la obtención de promedios, desviaciones estándar, valores máximos y mínimos, entre otros. Se utilizaron programas estadísticos como XLStat y Statistica para estos análisis y para la producción de gráficos y tablas que permitieron hacer comparaciones visuales de manera sencilla sobre los parámetros físico-químicos.

2.3.2.2 Análisis de varianza

Realizar una matriz para tabular los datos por especie en el programa de Excel, luego se los traslada al programa Statistica donde se procede a desarrollar análisis univariados y multivariados para determinar variaciones significativas en abundancia y diversidad, así como la existencia de correlación entre las fases lunares y la materia orgánica. Para la construcción de la matriz en cada estación de muestreo se calculó el índice de diversidad de especies de Shannon – Wiener

(H') [39] usando logaritmo de base 2 y para la riqueza de especies se calculo como número de especies (S) [40].

Para establecer diferencias significativas de materia orgánica, abundancia, diversidad e índice de biodiversidad entre estación y niveles de profundidades se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de dos vías, previamente se transformaron los datos con el Test de Shapiro – Wilk [41] y el Test de Kolmogorov – Smirnov para cumplir con los requisitos de normalidad y homogeneidad de varianza.

Para finalizar y localizar las diferencias entre las variables testeadas se realiza las comparaciones de promedios mediante análisis de t y de varianza (ANOVA) de una vía según corresponda, mientras que para las comparaciones post-hoc de los promedios se utilizó el método HSD de Tukey [42], con un nivel de significancia usado en todos los análisis fue de $\alpha= 0.05$

La aplicación de un análisis de correspondencia Canónica (ACC) permite conocer la relación u existe entre factores abióticos y bióticos y se realizó por medio de un complemento en el programa Excel (XLSTAT).

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las estaciones de Ayangue y San Pedro de Manglaralto mostraron una presencia de tres phylums: Phylum Annelida, Phylum Arthropoda y Phylum Mollusca.

En las muestras recolectadas, provenientes de las zonas de muestreo se registró un total de 8 taxa, para la playa de Ayangue el phylum predominante fue Annelida con mayor abundancia en la especie *Euzonus sp.* (individuos/m²), sin embargo para la estación de San Pedro fue el phylum Arthropoda siendo la especie *Excirolana braziliensis* la más abundante. La estación de San Pedro demostró ser más abundante y diversa con un índice de biodiversidad mayor que Ayangue.

La repartición con respecto a la abundancia en la zona supralitoral durante la época lluviosa es la misma en ambas estaciones y se detalla a continuación: Phylum Arthropoda > Phylum Annelida > Phylum Mollusca, como se puede observar detallado en la tabla I.

Tabla I. Especies identificadas en la zona supralitoral de las dos playas arenosas

Phylum	Especie	Ayangue	San Pedro	Total
Annelida	<i>Scoloplos sp.</i>	0	10	10
	<i>Euzonus sp.</i>	283	0	283
	<i>Pisionidens sp.</i>	0	19	19
	<i>Mediomastus sp.</i>	19	0	19
	<i>Hemipodus sp.</i>	0	195	195
Arthropoda	<i>Excirolana braziliensis</i>	205	13275	13480
Mollusca	<i>Olivella semistriata</i>	0	10	10
	<i>Mazatlanian hesperia</i>	10	0	10

Se observó un descenso en abundancia de la especie *Excirolana braziliensis* en la playa de Ayangue posterior a la inmersión y desaparición de moluscos como

Olivella semistriata y *Donax panamensis*, sin embargo el filum anelida considerado como un mejor indicador muestra un aumento de organismos para las especies de *Mediomastus sp.* y *Euzonus sp.* A continuación se muestra con detalle en la tabla II.

Tabla II. Especies identificadas en la zona supralitoral antes y después de la inmersión.

Phylum	Especie	Ayangue*	Ayangue
Annelida	<i>Euzonus sp.</i>	10	283
	<i>Mediomastus sp.</i>	0	19
Arthropoda	<i>Excirolana braziliensis</i>	556	205
	<i>Gammaridae sp.</i>	19	0
	<i>Sphaeromatidae sp.</i>	117	0
	<i>Olivella semistriata</i>	10	0
Mollusca	<i>Donax panamensis</i>	10	0
	<i>Mazatlanian hesperia</i>	0	10
	Total	721	517

(*) Indica la estación previa a la inmersión en Ayangue.

En San Pedro las condiciones fueron diferentes en cuanto a la abundancia y ausencia de especies considerando al filum anelida como constantes para esta playa (Tabla III.) y un registro del filum nermetea que no se observo en la playa de Ayangue.

Tabla III. Especies identificadas en la zona supralitoral antes y después de la inmersión.

Phylum	Especie	San Pedro*	San Pedro
Annelida	<i>Scoloplos sp.</i>	0	10
	<i>Nepthys sp.</i>	10	0
	<i>Pisionidens sp.</i>	0	19
	<i>Magelona mirabilis</i>	10	0
	<i>Hemipodus sp.</i>	10	195
Nermetea	Delgada	244	0
Arthropoda	<i>Excirolana braziliensis</i>	458	13275
	<i>Sphaeromatidae sp.</i>	10	0
Mollusca	<i>Olivella semistriata</i>	0	10
Total		741	13499

(*) Indica la estación previa a la inmersión en Ayangue.

En la figura 3 se puede observar la comparación para ambas playas en la zona supralitoral en épocas diferentes en donde la inmersión juega un papel importante en cuanto a la abundancia y número de especies registradas durante los muestreos, demostrando que hay un aumento en la abundancia de artrópodos para la playa de San Pedro debido a la pendiente pronunciada que posee esta zona.

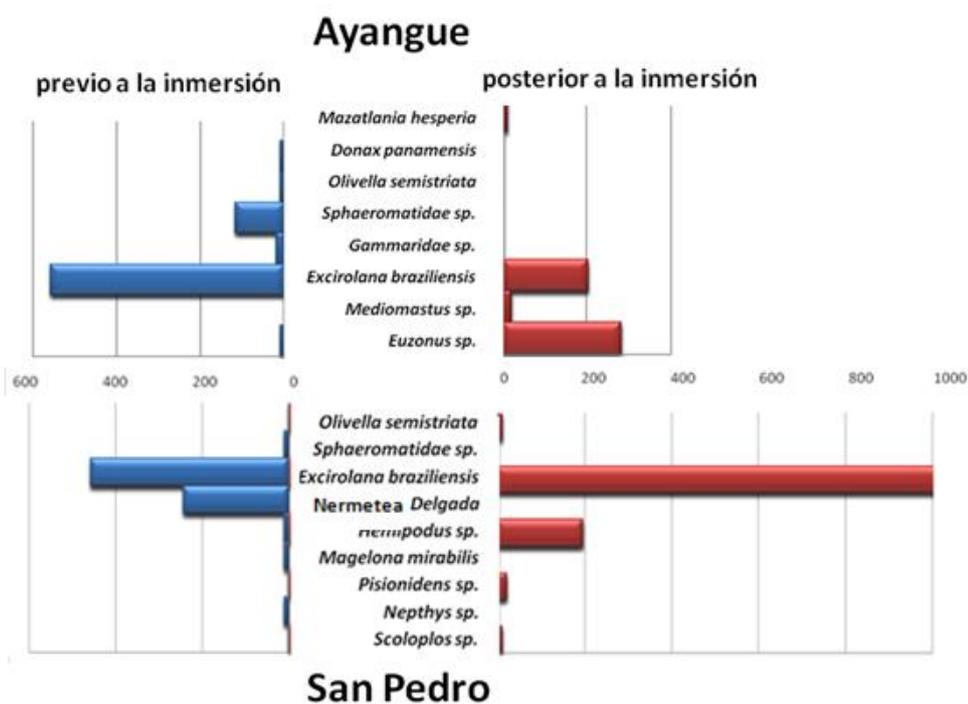


Fig. 3 Comparación de estaciones muestreadas para las playas arenosas.

Los resultados obtenidos mediante el análisis univariados en Statistic mostraron que existe diferencia significativa de la abundancia entre las dos playas arenosas testeadas, entre las profundidades de 15cm y 30 cm., pero no existió diferencia entre los estados de luna para las variables mencionadas como se puede observar en la tabla IV.

Tabla IV. Análisis univariados para abundancia de las playas arenosas muestreadas.

Univariate Tests of Significance for N (Data Laurys)					
Sigma-restricted parameterization					
Type III decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	564602,5	1	564602,5	30,26538	0,000019
Playa	480226,3	1	480226,3	25,74241	0,000050
Prof	99039,1	1	99039,1	5,30897	0,031529
Luna	70972,9	7	10139,0	0,54350	0,791938
Error	391756,3	21	18655,1		

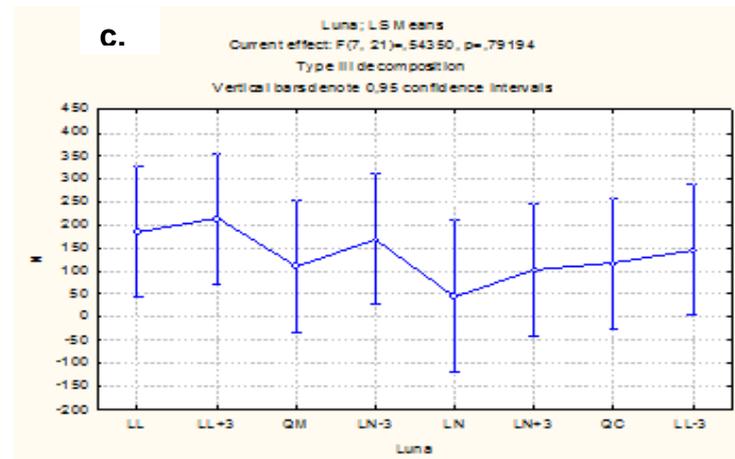
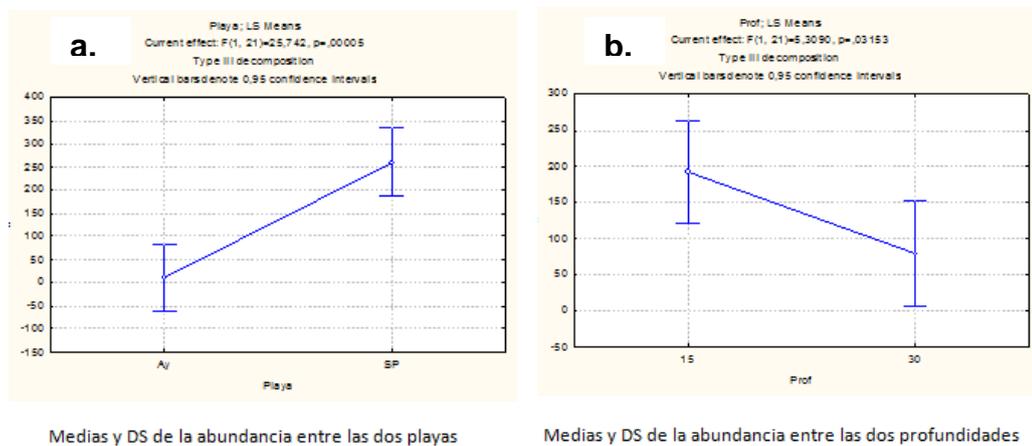
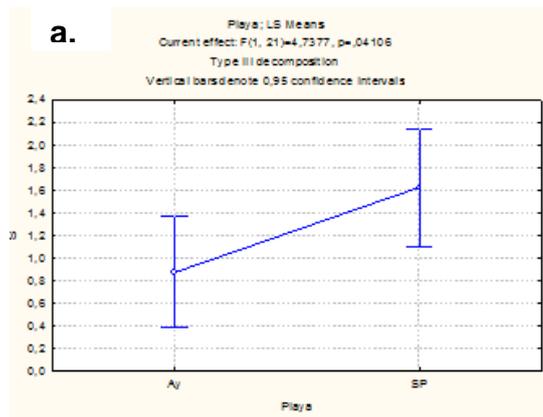


Fig. 4 Test de correlación de abundancia (a), profundidad (b) y posiciones lunares (c) para las playas de Ayangue y San Pedro.

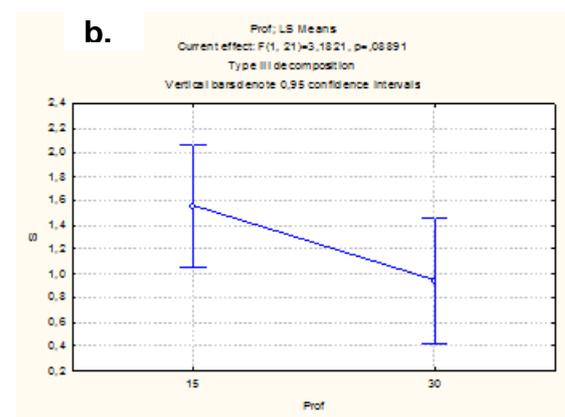
El test de significancia para especies demostró que existe diferencia significativa del número de especies entre las dos playas, pero no existió diferencia entre las dos profundidades ni con las fases lunares como se detalla en la tabla V.

Tabla V. Análisis univariados para especies de las playas arenosas muestreadas.

Univariate Tests of Significance for S (Data Laurys) Sigma-restricted parameterization Type III decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	48,04373	1	48,04373	52,08847	0,000000
Playa	4,36981	1	4,36981	4,73770	0,041064
Prof	2,93503	1	2,93503	3,18213	0,088907
Luna	2,89792	7	0,41399	0,44884	0,859823
Error	19,36932	21	0,92235		



Medias y DS del número de especies entre las dos playas



Medias y DS del número de especies entre las dos profundidades



Medias y DS del número de especies entre las diferentes posiciones lunares

Fig. 5 Test de correlación de especies(a), profundidad (b) y posiciones lunares (c) para las playas de Ayangué y San Pedro.

El gráfico asimétrico de correspondencia (Figura 6) muestra una homogeneidad entre las variables abundancia y profundidad a 15 cm demostrando que a menor profundidad el número de organismo aumenta siendo ambas correlativas, el número de especies y el índice de biodiversidad están levemente relacionadas a la misma profundidad, sin embargo la variable efectos de la marea influye tanto a los 15 cm como a los 30 cm de profundidad.

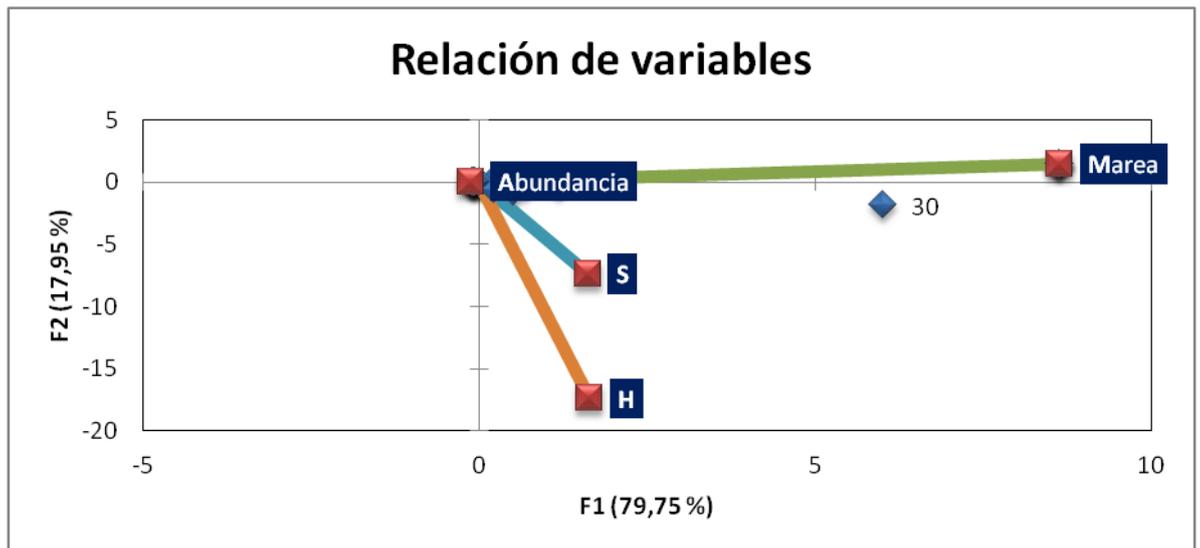


Fig. 6 Relación de variables con diferentes profundidades.

CONCLUSIONES

1. La distribución y abundancia de los organismos macrobentónicos se encuentra altamente relacionada a los parámetros físicos químicos en estudio. Lo cual está de acuerdo con los resultados esperados planteados en la hipótesis. El hecho de estar localizado en un área protegida y por sus condiciones geográficas ha permitido a la playa de Ayangue mantener niveles permisibles de calidad ambiental.
2. El phylum Annelida fue dominante en la playa de Ayangue lo que nos muestra que tiene una mejor capacidad de autoregulación en comparación con San Pedro .
3. La abundancia del phylum Arthropoda en la playa de San Pedro puede darse por un número de factores, tales como la alta cantidad de materia orgánica, las afectaciones antropogénicas en el sector, más no se puede determinar estas relaciones sin un estudio temporal y a distintos niveles de profundidad, ya que estos organismos presentan una variación en su distribución y abundancia en esteros de acuerdo a la profundidad y a los cambios en los parámetros ambientales.
4. Los niveles de marea tienen influencia para el número de especies e índices de biodiversidad para ambas playas en profundidades de 15 y 30 cm pero no influye en la abundancia.

RECOMENDACIONES

- 1 Es recomendable continuar con el levantamiento de información a través de estudios pertinentes ya que esta área es de gran importancia y se debe continuar recolectando información acerca de las condiciones del lugar para un mejor manejo ecológico del mismo.
- 2 La calidad ambiental se podría medir de una mejor manera si el estudio es realizado de manera estacional.

- 3 El estudio de macro invertebrados bentónicos debería profundizarse, ya que estos organismos podrían ser utilizados como bioindicadores de monitoreo de regeneración ambiental dada la relación entre la abundancia y distribución de especies macro-bentónicas con los parámetros ambientales.
- 4 Para una mejor comprensión de las tendencias de distribución de los organismos ante cambios estacionales se recomienda realizar estudios a nivel físico, químico y biológico de las zonas de muestreo.
- 5 Se recomienda a las autoridades pertinentes evaluar las afectaciones antropogénicas en el área para así poder delimitar los usos del área y tratar de mitigar cualquier impacto negativo que haya.
- 6 Para mejores resultados en el cuidado ambiental de las zonas de estudio se debe profundizar en la concientización ambiental con la colaboración de todos los agentes pertinentes, en este caso las comunidades científicas, autoridades y comuneros para lograr el manejo sustentable de la región.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. González. (2012, Agosto). Tecnología e Innovación para el desarrollo de México, PCTI. Ciencia, México, D. H. Soria, Ed.
Disponibile en: <http://pcti.mx/articulos/item/las-playas-arenosas-ecosistema-en-movimiento>
- [2] J. Tarazona, “Estructura del macrobentos en las playas arenosas de la zona de Lima, Perú”. Revista de Ciencias U.N.M.S.M., 74(1), 103 – 116, Mar. 1986.
- [3] D. Dexter, “Comparison of the community structures in a Pacific and an Atlantic Panaian sandy beach”. Bxxxll. Mar. Sci. 22, pp. 449 – 462, 1972.
- [4] W. Carbajal y J. Castañeda. (2005, Febrero). “Diagnóstico Ambiental de la zona costera de Lambayeque”. [Online]. Disponible en:
<http://www.imarpe.gob.pe/chiclayo/informes/Diagnostico%20Ambiental%20del%20Litoral%20Lambayeque%20GRL.pdf>
- [5] L. Tagle P., L. Cano, “El Ordenamiento Territorial Planificado como Herramienta para el desarrollo Económico y Uso Social de las Playas, Lima”, Desarrollo Económico e Inclusión Social. En C. y Ministerio de Vivienda (Ed.), págs. 44 – 71, 2012.
- [6] E. C. Mendoza Barrera, “Caracterización de la fauna Bentónica Asociada a Colectores de Postlarvas de Langosta (*Panulirus argus*)”. 50 Proceedings of the Fiftieth-Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute, México, pp. 128 - 150, 1997.
- [7] A. Lópeztegui Castillo, “El ciclo lunar y las capturas de langosta *Panulirus argus* (Decápoda: Palinuridae) en la zona de Caibarien, Cuba”, Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas (C. d. Venezuela, Ed.), 45(2), pp. 131-142, 2011.
- [8] A. C. Brown y A. McLachlan, “Ecology of Sandy Shores”. Elsevier Science Publishers B. V., p 328, 1990.

- [9] H. Theede, "Studies on the resistance of marine bottom invertebrates to oxygen deficiency and hydrogen sulphide", *Marine Biology*, 2(4), pp. 325 – 337, 1969.
- [10] C. J. Cantera, *Etude structurale des mangroves et des peuplements macrobenthiques littoraux de deux baies du pacifique colombien (Malaga et Buenaventura) rapport avec les conditions du milieu et les perturbations anthropiques*. Ph.D. Thesis. Marseille, France: Université d'Aix Marseille II. Faculte Sciences de Luminy, 1991.
- [11] k. P.Calle, "Tolerance of Tidal Creek Macrobenthic Organisms to Multiple Stressors Implications on Distributional Patterns". University of South Carolina. United State, 2006.
- [12] M. Cruz, "Bivalvos de la Plataforma Continental de la Region Norte de Ecuador". Instituto Oceanográfico de la Armada. Guayaquil – Ecuador, 1(1), pp. 1 – 55, 1977.
- [13] J. Mair, E. Mora y M. Cruz, "Manual de campo de los Invertebrados Béntonicos marinos: Moluscos, Crustáceos y Equinodermos de la Zona litoral Ecuatoriana". Universidad Estatal de Guayaquil y Heriot – Watt University, pp. 1 – 108, 2002.
- [14] R. C. Brusca y G. J. Brusca, "Invertebrates. Sinauer, Sunderland, Massachusetts", p. 922, 1990
- [15] D. Pech y P. Ardisson, "Biodiversidad y desarrollo humano Yucatán". *Ecosistema y Comunidades*, pp. 1-3, 2007.
- [16] D. Pech y P. Ardisson, "Diversidad en el bentos marino – costero", *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. Cap. 3 CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA, 2010.
- [17] M. C Germán. (1994). *Biblioteca Luis Ángel Arango del Banco de la República*. B. d. República, Ed. [Online]. Disponible en: <http://www.banrepcultural/historia/viajes/indice.html>

- [18] O. Hartman, Atlas of errantiate polychaetous annelids from California. Allan Hancock Foundation. University of Southern California. Los Angeles, p. 812, 1968 – 1969.
- [19] M. Keen, "Sea Shell of Tropical West America Marine Mollusks from Baja California to Peru". Stanford, Uni. California, p. 1064, 1971.
- [20] K. H. Mann y J. R. N. Lazier, "Dynamics of marine ecosystems: biological-physical interactions in the oceans Wiley-Blackwell", 2006. ISBN 9781405111188.
- [21] R. Brusca, "A handbook to the common intertidal invertebrates of the Gulf of California". The University of Arizona Press, pp. 1- 427, 1973.
- [22] V.M. Guimares, Jr. I. Lemos, D.L.S. Mariano, C.F. Santos, A.R. Menezes. (2007). "Comunidades macrobentónicas en las playas arenosas de Sergipe. En: Congreso de Ecología de Brasil, VIII, 2007 Caxambu, MG. Anais. Caxambu: 2007. [Online]. Disponible en: <http://www.seb-ecologia.org.br/viiiiceb/pdf/610.pdf>
- [23] T. Vanag, "ENSO and sandy beach macrobenthos of the tropical East Pacific: some speculations". (E. G. Union, Ed.) Advances in Geosciences, 6, pp. 57-61, Enero, 2006.
- [24] K. Aerts, T. Vanagt, S. Degraer, S. Guartatanga, J. Wittoeck, N. Fockede, y otros, "Macrofaunal community structure and zonation of an Ecuadorian sandy beach (Bay of Valdivia)". Journal of Belgian Zoology, 134(1), pp.15-22, 2004.
- [25] W. Yupanqui, "Composición y distribución del macrobentos en la Ensenada de Sechura, Piura, Perú". (F. d. UNMSM, Ed.) Revista Peruana de Biología, 14(1), pp. 75-85, Marzo, 2007.
- [26] EXPALSA/ Chavarria, Auditoria de Impacto Ambiental, 2004. (Trabajo no publicado)
- [27] CENAIM, Estación Oceanográfica El Pelado, 2004.

- [28] C. R. Altaba y otros, "Invertebrats no artropodes". Història Natural dels Països Catalans, 8. Enciclopèdia Catalana, S. A., Barcelona, 1991, p. 598. ISBN 84-7739-177-7
- [29] A. C. Z. Amaral, "Ecología y contribución de anélidos poliquetos para la biomasa bentónica de zonas litoral del norte del mar del Estado de Sao Paulo". Bolm. Inst Oceanogr., Sao Paulo, 28 (1), pp. 1 – 52, 1979.
- [30] T. H. Pearson y R. Rosenberg, "Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment". Oceanogr. Mar. Biol. ANN. Rev., 16, pp. 229 – 311, 1978.
- [31] V. Solís – Weiss, "Estudio de las poblaciones macrobenticas en áreas contaminadas de la Bahía de Marshella (Francia)". An. Inst. Del Mar y Limnol. Uni. Nal. Auton., México, 9 (1), pp. 1 – 18, 1982.
- [32] J. Martinell, "Moluscos". I. Generalidades. Martínez Chacón, M.L. y Rivas, P. (eds.). Paleontología de invertebrados. Sociedad Española de Paleontología, Instituto Geológico y Minero de España, Universidad de Oviedo, Universidad de Granada, 2009, pp. 228-235. ISBN 978-84-613-4625-7.
- [33] J. Franco, A. Borja, O. Solaun, y V. Pérez, "Heavy metals in molluscs from the Basque Coast (Northern Spain): results from an 11-year monitoring program". Marine Pollution Bulletin 44, pp. 956–976, 2002.
- [34] G. N. Foster, "Beetles as indicators of wetland conservation quality". En: EYRE, M. D. ed. Environmental monitoring surveillance and conservation using invertebrates, EMS Publications, Newcastle Upon Tyne, pp. 33 – 35, 1996.
- [35] D. L. Pearson, "Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity". Phil. Trans. R. Soc. Lond. B, 345, pp. 75 – 79, 1994.
- [36] G. Giribet y C. Ribera, "The position of arthropods in the animal kingdom: A search for a reliable outgroups for internal arthropod phylogeny". *Mol. Phylog. Evol.*, 9, pp. 481-488, 1998.

- [37] F. R. Margalef, "Los organismos indicadores en la limnología". Biología de las aguas Continentales, 12. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, Madrid, p. 300,1955.
- [38] PLA, Laura. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. INCI [online]. 2006, vol.31, n.8 [citado 2015-05-15], pp. 583-590. Disponible en:
<http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0378-1844.
- [39] C.E. Shannon y W. WEAVER. The Mathematical Theory of Communication. University Illinois Press, Urbana, IL. 1949.
- [40] A. E. Magurran. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing. 256 pp, 2004.
- [41] D. J. Gillett, A. Frederick Holland y D. M. Sanger. "Secondary production of a dominant oligochaete (*Monopylephorus rubroniveus*) in the tidal creeks of South Carolina and its relation to ecosystem characteristics." *Limnology and oceanography* 50.2 (2005): 566-577.
- [42] R. Sokal y F. J. Rohlf. Biometry. Third edition, eighth printing. W. H. Freeman and Co. 887 pp, 2003.

AneXOS

ANEXO B

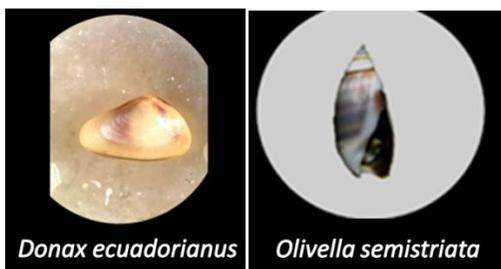
MATRIZ DE ESPECIES ENCONTRADAS EN LA PLAYA DE SAN PEDRO

Fecha	Estación	Lugar	Zona	Muestra	Prof.	Fases	Anelidos					Artrópoda		Moluscos		Abundancia	S	H
							Scoloplos	Pisionidens	Hemipodus	Euzonus	Mediomast	Ezeirolana	Olivella s.	Mazatlanina				
23-feb	II	San Pedro	Alta	4,1	30	LL	2,26	0	0	0,333333333	0	0	37,33333333	0	0	37,66666667	2	0,07
23-feb	II	San Pedro	Alta	3,1	15	LL	2,26	0	0	0,333333333	0	0	35	0	0	35,33333333	2	0,08
25-feb	II	San Pedro	Alta	4,1	30	LL+3	1,72	0	0	0	0	0	12,33333333	0	0	12,33333333	1	0,00
25-feb	II	San Pedro	Alta	3,1	15	LL+3	1,72	0	0	0,333333333	0	0	72,33333333	0	0	72,66666667	2	0,04
01-mar	II	San Pedro	Alta	4,1	30	QM	0,79	0	0	0	0	0	23,66666667	0	0	23,66666667	1	0,00
01-mar	II	San Pedro	Alta	3,1	15	QM	0,79	0	0	0	0	0	19	0	0	19	1	0,00
05-mar	II	San Pedro	Alta	4,1	30	LN-3	1,77	0	0	0	0	0	12	0	0	12	1	0,00
05-mar	II	San Pedro	Alta	3,1	15	LN-3	1,77	0	0	0	0	0	52,33333333	0	0	52,33333333	1	0,00
08-mar	II	San Pedro	Alta	3,1	15	LN	2,21	0	0	1,666666667	0	0	3,666666667	0	0	5,333333333	2	0,90
11-mar	II	San Pedro	Alta	4,1	30	LN+3	2,09	0,333333333	0,666666667	2,666666667	0	0	3,666666667	0	0	7,333333333	4	1,55
11-mar	II	San Pedro	Alta	3,1	15	LN+3	2,09	0	0	0,666666667	0	0	34,33333333	0	0	35	2	0,14
15-mar	II	San Pedro	Alta	4,1	30	QC	1,67	0	0	0	0	0	21,33333333	0	0	21,33333333	1	0,00
15-mar	II	San Pedro	Alta	3,1	15	QC	1,67	0	0	0	0	0	25,66666667	0,333333333	0	26	2	0,10
20-mar	II	San Pedro	Alta	4,1	30	LL-3	1,92	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	0,00
20-mar	II	San Pedro	Alta	3,1	15	LL-3	1,92	0	0	0,666666667	0	0	54,33333333	0	0	55	2	0,09

ANEXO C

ESPECIES ENCONTRADAS EN AMBAS PLAYAS EN LA ZONA INTERMAREAL

PHYLUM MOLLUSCA



PHYLUM ARTHROPODA



PHYLUM ANNELIDA

