



**UNIVERSIDAD ESTATAL
“PENÍNSULA DE SANTA ELENA”
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA MARINA**

**“VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL EN LA ESTRUCTURA DE LA
COMUNIDAD DE ANFÍPODOS EN PLAYAS ARENOSAS DE LAS
PROVINCIAS DE SANTA ELENA Y GUAYAS, ECUADOR”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

BIÓLOGO MARINO

AUTOR

PEDRO XAVIER RODRÍGUEZ BORBOR

TUTORA

Blga. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ, Ph.D

LA LIBERTAD – ECUADOR

2018

**UNIVERSIDAD ESTATAL
“PENÍNSULA DE SANTA ELENA”
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA MARINA**

**VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL EN LA ESTRUCTURA DE LA
COMUNIDAD DE ANFÍPODOS EN PLAYAS ARENOSAS DE LAS
PROVINCIAS DE SANTA ELENA Y GUAYAS, ECUADOR.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO MARINO

AUTOR

PEDRO XAVIER RODRÍGUEZ BORBOR

TUTORA

Blga. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ, Ph.D

LA LIBERTAD – ECUADOR

2018

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por hechos, ideas y resultados expuestos en este trabajo de titulación, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Pedro Rodríguez

Pedro Rodríguez Borbor

CI. 0928231737

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia, especialmente a mis padres, por todo el apoyo incondicional que supieron brindarme a lo largo de mi carrera universitaria, por su paciencia, cariño y consejos que me motivaron a seguir adelante para alcanzar uno de mis sueños más anhelado.

Mi más sincera gratitud hacia ustedes.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por ser la fuente de experiencia y conocimiento que me formó en el ámbito profesional y personal.

A mi tutora de tesis, Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, Ph.D, por toda la paciencia y confianza que ha depositado en mí, por sus enseñanzas, sugerencias y el apoyo constante durante el desarrollo de este trabajo de titulación.

A mis amigos, compañeros de estudio, docentes y todos aquellos que estuvieron involucrados durante mi formación profesional, les expreso mis más sinceros y profundos agradecimientos.

Finalmente a la Red Ecuatoriana de Universidades para la Investigación y Postgrado (REDU), entidad que bajo el proyecto denominado: “Estudio del Rol de la Zona de Rompiente de Playas Arenosas para larvas de Anchoqueta Peruana, *Engraulis ringens* Jenyns, 1842 y del potencial impacto del cambio climático al crecimiento de esta especie”, financió y permitió realizar los muestreos macrobentónicos.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Blga. Mayra Cuenca Zambrano, Mgt.
Decano (a)
Facultad de Ciencias del Mar



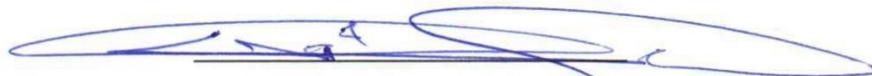
Blga. Tanya González Banchón, Mgt.
Directora de Carrera (e)
Carrera de Biología Marina



Blga. María Herminia Cornejo Ph.D
Docente tutor



Blga. Laia Juliana Muñoz Abril, M.Sc
Docente de Área



Abg. Víctor Coronel Ortiz, Mgt
Secretario General (e)

Variación espacio-temporal en la Estructura de la Comunidad de Anfípodos en Playas Arenosas de las Provincias de Santa Elena y Guayas, Ecuador.

Pedro Rodríguez-Borbor^{1*}, María Cornejo-Rodríguez¹

¹ Facultad Ciencias del Mar, Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE)

Avda. Principal La Libertad, Santa Elena, Ecuador.

pedro_rb94@hotmail.es

Resumen

*Los anfípodos son uno de los grupos de mayor importancia dentro de la macrofauna bentónica de playas arenosas condicionados a la alta dinámica de estos ambientes se encuentran afectados por varios factores, sin embargo, en el Ecuador han sido pocos estudiados. En el presente estudio se analizó la variación espacio-temporal de la estructura de la comunidad de anfípodos en tres playas arenosas, y su relación con ciertos factores ambientales. Se colectaron muestras durante los años 2016 (noviembre) y 2017 (febrero, marzo, agosto, noviembre) en la zona mesolitoral de cada playa. También se analizaron parámetros físico-químicos del agua, se midieron perfiles de playas y se realizaron análisis granulométricos del sedimento. Las poblaciones de anfípodos fueron analizadas mediante descriptores de comunidad y fueron comparadas entre niveles espaciales (estaciones) y temporales (meses). En términos de abundancia poblacional se realizaron pruebas multivariadas para establecer asociaciones entre comunidades y su relación con el ambiente fue analizada mediante la correlación de Spearman. Se identificaron dos especies: *Haustorius* sp y *Gibberosus coibaensis*, evidenciando una baja riqueza y diversidad en Chipipe y Data de Posorja, mientras que en General Villamil no se encontró ninguna especie. La estructura comunitaria de anfípodos de Chipipe y Data de Posorja no mostró diferencias significativas espacialmente. Mientras que a nivel temporal en Chipipe si se evidenciaron diferencias significativas, resultados que sugieren la influencia de corrientes marinas sobre las comunidades de anfípodos. En cambio los resultados hallados en Data de Posorja sugieren que otros factores propios del medio influyen sobre las comunidades de anfípodos. La arena muy gruesa, limo, temperatura, oxígeno disuelto, pH y el total de sólidos disueltos, fueron los factores ambientales que determinaron los cambios temporales en la estructura comunitaria de anfípodos.*

Palabras claves: Anfípodos, estructura comunitaria, playas arenosas, factores ambientales, zona mesolitoral, Ecuador.

Abstract

*Amphipods are one of the most important groups within the benthic macrofauna of sandy beaches conditioned to the high dynamics of these environments are affected by several factors, however, in Ecuador have been few studied. In the present study, the spatial-temporal variation of the community structure of the amphipods on three sandy beaches was assessed, and its relation with environmental factors. Samples were collected during the years 2016 (november) and 2017 (february, march, august, november) in the mesolitoral zone of each beach. Physical-chemical parameters of water were also analyzed, beach profiles were measured and granulometric analysis of the sediment were performed. The populations of amphipods were analyzed by community descriptors and were compared between spatial (seasons) and temporal (months) levels. In terms of population abundance, multivariate tests were carried out to establish associations between communities and their relationship with the environment was analyzed using the Spearman's correlation. Two species were identified: *Haustorius* sp and *Gibberosus coibaensis*, showing low richness and diversity in Chipipe and Data de Posorja, while in General Villamil no species were found. Chipipe's amphipods community structure and Data de Posorja revealed no significant differences spatially. While at the temporal level in Chipipe there were significant differences, results that suggest the influence of marine currents on amphipod communities. On the other hand, the results found in Data de Posorja suggest that other environmental factors influence the amphipod communities. The very coarse sand, silt, temperature, dissolved oxygen, pH and total dissolved solids, were the environmental factors that determined the temporary changes in the community structure of amphipods.*

Keywords: amphipods, community structure, sandy beaches, environmental factors, mesolitoral zone, Ecuador.

INTRODUCCIÓN

Las playas arenosas son ambientes marinos altamente dinámicos por lo tanto son rigurosos para las comunidades macrobentónicas (González *et al.*, 2017), debido a que se encuentran expuestas a procesos físicos como oleaje, corrientes, y procesos geológicos como sedimentación, transporte de sedimento y diferencia en el tamaño de grano (Torruco & González, 2012). Estos constantes procesos temporales hacen de las playas arenosas un medio con una escasa diversidad de especies, sin embargo, puede presentar una alta dominancia de ciertos grupos de organismos bentónicos debido a sus características adaptativas especiales (Riascos, 2002), creando una fuerte relación entre la estructura comunitaria y el ambiente (Cantera *et al.*, 1994).

Estudios sobre las comunidades macrobentónicas de playas arenosas tales como: Cardoso *et al.*, (2012); Defeo & Mclachlan (2013); Mclachlan y Brown (2006), señalan que los crustáceos peracáridos, moluscos bivalvos y anélidos poliquetos son los grupos más comunes en dichos hábitats, siendo los peracáridos uno de los más dominantes, aunque están representadas por pocas especies (Moreira *et al.*, 2008). Por ello, el estudio de las comunidades de los peracáridos es útil para interpretar y entender las razones de su subsistencia dentro de las playas arenosas.

Los crustáceos peracáridos son organismos generalmente pequeños, cuya longitud corporal varía entre 1 y 20 mm, sin embargo se han registrado especies que superan los 20 cm de longitud (Thiel & Hinojosa, 2009), presentan una distribución cosmopolita y comprende 21558 especies (García, *et al.*, 2012). Estos están divididos en doce órdenes: Mysidacea, Amphipoda, Isópoda, Tanaidacea, Cumacea, Lophogastrida, Mictacea, Thermosbaenacea, Spelaeogriphacea, Bochusacea y Stygiomysida, Ingolfiellida (Rieger *et al.*, 2010., Lowry & Myers, 2017), siendo el orden Amphipoda uno de los grupos de crustáceos de mayor importancia ecológica dentro del bentos marino, además de considerar su gran abundancia y diversidad (Winfield *et al.*, 2010).

Los anfípodos juegan un importante rol ecológico debido a que facilitan el flujo de materia y energía en la cadena trófica, la limpieza de organismos muertos en los hábitats marinos y oxigenación del sedimento a través de la biopertubación, facilitando así también la remineralización de la materia orgánica (Thiel & Hinojosa, 2009), además de ser excelentes bioindicadores ambientales (Ketmaier *et al.*, 2003).

Sin embargo, estudios han demostrado que existen factores que pueden afectar sus comunidades. Defeo & Gómez (2005), por ejemplo, determinaron que la densidad y distribución de los anfípodos se encuentra influenciada por la morfodinámica de la playa. Rodil *et al.*, (2007) encontró que también por el contenido de materia orgánica, mezcla de sedimento, composición bioquímica y tamaño de la zona intermareal. Mclachlan (2001) sugiere que factores ambientales tales como temperatura del aire, humedad, precipitaciones, nubosidad y presión atmosférica las comunidades y hábitats circundantes también podrían influir temporal y espacialmente en la composición y riqueza de las comunidades macrobentónicas. Estos antecedentes son indicativos de que existen otros factores que influyen en el macrobentos, los cuales requieren ser estudiados.

En Ecuador, existen pocos estudios ecológicos sobre las comunidades de anfípodos en playas arenosas. Las pocas investigaciones que abarcan específicamente a los anfípodos están enfocados exclusivamente en estudios de biodiversidad, taxonomía y biogeografía, tanto de especies marinas de aguas profundas como de la zona intermareal, así como también especies de ambientes dulceacuícolas. Esto ha limitado el desarrollo de nuevas

investigaciones que permitan contribuir al conocimiento biológico y ecológico completo de estos crustáceos.

La presente investigación sobre las comunidades de anfípodos de playas arenosas aporta al conocimiento de la estructura y dinámica poblacional de las especies, y su relación con ciertos factores ambientales, siendo un complemento fundamental para entender la bioecología de estos crustáceos, el cual será indispensable para futuros estudios.

Bajo este contexto, como objetivo principal de esta investigación fue analizar la variación espacio-temporal de la estructura de la comunidad de anfípodos en playas arenosas (Chipipe, General Villamil y Data de Posorja), y su relación con factores ambientales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.

Para el presente estudio se consideraron 3 playas arenosas del Ecuador: Data de Posorja ($2^{\circ}43'26.73''S$, $80^{\circ}17'59.30''O$), General Villamil ($2^{\circ}38'40.84''S$, $80^{\circ}23'12.71''O$) y Chipipe ($2^{\circ}12'.10.60''S$, $80^{\circ}52'05.85''O$) (Figura 1). Data de Posorja, está localizada al suroeste de la Provincia del Guayas, es una playa de características morfodinámicas de tipo intermedia y tiene una extensión de 2.5 km. El clima del área es desértico cálido (BWh), con una temperatura anual de $24^{\circ}C$ y se encuentra influenciada por el aporte de nutrientes proveniente del Rio Guayas-Estero Salado y el Estero de Data. General Villamil, ubicada al suroeste de la Provincia del Guayas, es una playa intermedia y tiene una extensión de 8 km (Coloma *et al.*, 2005). El clima del área es desértico cálido, con una temperatura anual de $24.4^{\circ}C$, la arena presenta granos de sílice con restos de microconchas, esta playa se encuentra bordeada por un promontorio rocoso al lado norte y el Rio Guayas al lado sur. Playa Chipipe, ubicada al oeste de la Provincia de Santa Elena, es una playa intermedia con una extensión de 1.5 km (ESPOL, 2004). El clima del área es desértico cálido, con una temperatura media anual de $24.0^{\circ}C$. Presenta una zona rocosa en su extremo norte y un espigón en su extremo sur formando una especie de ensenada, lo que hace que el oleaje sea menor.

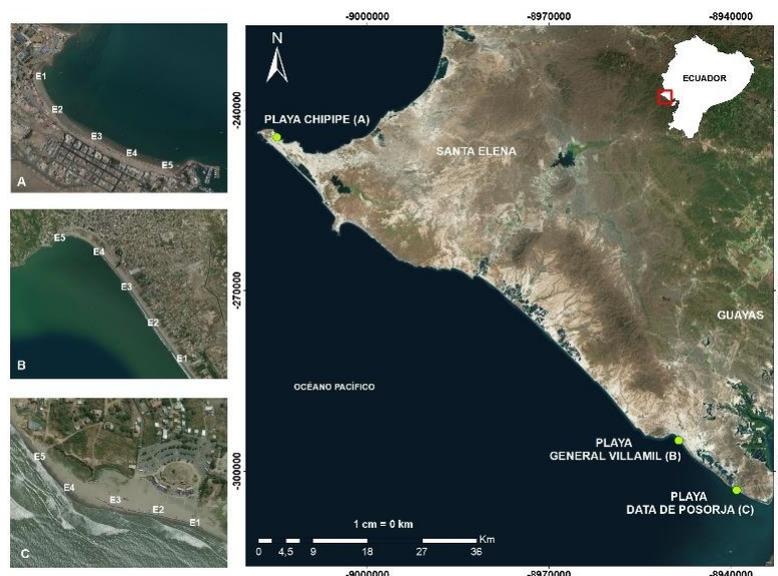


Figura 1. Mapa del área de estudio y ubicación de las localidades y estaciones de muestreo. Fuente: ArcGIS 10.3

Variables ambientales

Se midieron *in-situ* parámetros fisicoquímicos del agua: temperatura, salinidad, total de sólidos suspendidos, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto del agua con una sonda de multiparametros Hanna HI 9829. Además se colectaron muestras de sedimento para el análisis textural del mismo y se realizaron mediciones de perfiles de playa aplicando el método de nivelación geométrica descrito por Emery (1961), para ello se utilizaron herramientas de topografía convencional: reglas graduadas, cintas métricas, nivel de precisión, cuerdas.

Metodología de muestreos

Se realizaron en total cinco muestreos en noviembre del 2016 (época fría), marzo, mayo del 2017 (época cálida) y Agosto, noviembre (época fría) en la zona mesolitoral cada playa. De acuerdo a las condiciones climáticas se estableció realizar los muestreos durante la marea más baja del mes, ya que se busca colectar aquellos organismos que permanecen la mayor parte del tiempo con humedad.

Para los muestreos se aplicó la metodología descrita por Mair *et al.* (2000), estableciendo 5 estaciones por playa, y realizando un transecto en dirección perpendicular a la línea de costa por cada estación, en donde se colectaron 3 muestras de sedimento para los análisis biológicos. Para la colecta se utilizó un cuadrante metálico de acero inoxidable de 1 m², el cual que se introdujo en el sedimento hasta una profundidad de 20 cm, posteriormente se colectó con una pala el interior del cuadrante. Las muestras fueron filtradas a través de un tamiz con malla de 1 mm y el material retenido en el tamiz se almacenó en un recipiente de 1 litro, rotulado y fijado con formalina al 4% para su preservación.

Tratamiento de las muestras

En el laboratorio las muestras fueron colocadas en una bandeja, y finalmente con la ayuda de una pinza se procedió a aislar los organismos manteniéndolos en alcohol al 70%.

Para la cuantificación total de los individuos se empleó la metodología de Fonticiella y Monteagudo (2008), utilizando una cámara de Bogorov observada a través de un estereomicroscopio (BOECO). Se contó desde la primera línea de la cámara de izquierda a derecha, hasta abarcar toda la cámara. Y se determinó la longitud corporal (LC) de los individuos considerando la distancia entre el extremo distal del rostro y el extremo distal del telson, para ello se utilizó un microscopio binocular (BOECO) adaptado con micrómetro ocular.

Para la determinación taxonómica se realizaron dibujos de la morfología general "*habitus*" con la ayuda de un estereomicroscopio (Leica EZ4) y microdisecciones para observar y dibujar las estructuras articulares de las especies. Para la identificación se emplearon claves taxonómicas de: Lincoln, 1979; Barnard & Karaman, 1991; Ortiz, 1994; y Chapman, 2007.

El análisis granulométrico del sedimento se llevó a cabo por el método de tamizado descrito por Bowles (1981). Que consiste en el secado a la estufa, pesaje y tamizado de las muestras de sedimento a través de tamices (2mm, 500µm, 63 µm y 38µm) para luego registrar la cantidad de sedimento retenido por el ojo de malla en cada uno de los tamices.

Para la definición de los siguientes rangos de diámetros de partículas se utilizó la escala estandarizada de Wentworth (1922).

Análisis estadístico

Por cada playa se analizó la variación temporal de la temperatura, salinidad, total de sólidos disueltos (TDS), oxígeno disuelto (OD), pH, conductividad eléctrica (CE); se calcularon las pendientes de playa a partir de los datos de perfiles en cada sitio de muestreo, y además se calculó el contenido porcentual de los constituyentes granulométricos del sedimento.

La caracterización de comunidad de anfípodos por cada playa se analizó aplicando descriptores básicos de comunidad: riqueza de especies (S), diversidad a través del índice de Shannon-Wiener (H') y densidad poblacional a partir de la abundancia (ind/m^2) por cada estación y mes de muestreo, adicionalmente se analizaron las longitudes corporales de los individuos. Para el análisis de diversidad se empleó el software estadístico "Species diversity and Richness" 4.0 (Seaby & Henderson, 2006). Se evaluó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homocedasticidad con la prueba de Levene. Posteriormente se aplicó el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis a la densidad, diversidad y longitud corporal con el fin de comparar y determinar diferencias significativas ($p < 0.05$) a nivel espacial y temporal. El análisis fue realizado mediante el paquete estadístico Statgraphics Centurion XVI.II (Batanero & Díaz, 2008). Cabe mencionar que el mes de Agosto no se incluyó en los análisis comunitarios de playa Chipipe debido a que no colectaron muestras por cuestiones climáticas.

Se realizó un análisis de clasificación para observar la asociación espacio-temporal de las comunidades en términos de abundancia (datos transformados a $\text{Log } x+1$), el dendrograma fue realizado empleado la distancia euclidiana y el método de ligamiento promedio no ponderado (UPGMA), este análisis fue valorado con una ordenación multivariada mediante un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) (Clarke & Warwick, 2001). Se empleó el análisis de similitud (ANOSIM) para evaluar las diferencias de los grupos conformados entre los meses de muestreos. Estos análisis fueron realizados con el paquete estadístico PAST 3.20 (Hammer, *et al.*, 2001) y PRIMER v6 (Clarke & Gorley, 2006).

Con el fin de describir la relación entre las variables biológicas (abundancia y longitud corporal) y las variables ambientales se aplicó un análisis de correlación de Spearman con datos transformados a $\text{Log } (x+1)$. Dicho análisis fue realizado con el paquete estadístico PAST 3.20 (Hammer, *et al.*, 2001)

RESULTADOS

Condiciones ambientales

Temperatura, salinidad, TDS, pH, OD y conductividad

Se observaron diferencias temporales, pero no espaciales en las variables fisicoquímicas analizadas durante este estudio ($p < 0,05$) (Tabla 1). La temperatura varió entre 29,41 a 24,74°C con mayor valor en marzo del 2017. La salinidad varió entre 36,31 a 28,15 ppt con valores menores registrados en marzo del 2017. El total de sólidos suspendidos osciló de 27,47 a 21,40 mg/L siendo mayor en noviembre del 2016. El pH varió entre 8,34 a 7,61, registrándose un nivel más alcalino en noviembre del 2016. El oxígeno disuelto registró valores entre 8,99 y 3,76 mg/L. Mientras que la conductividad osciló de 54,66 a 47,62 mS/cm. Todas las variables analizadas a excepción de la temperatura tendieron a descender considerablemente en el mes de marzo, posteriormente ascender en mayo, y mantenerse por siguientes meses.

Tabla 1. Variación temporal de las variables fisicoquímicas medidas en las tres playas durante los meses de estudio. Temperatura (T), Salinidad (S), Total de sólidos disueltos (TDS), Oxígeno disuelto (OD), Conductividad eléctrica (CE).

PARÁMETROS FISICO-QUIMICOS																		
CHIPIPE							DATA DE POSORJA						GENERAL VILLAMIL					
MES	T (°C)	S (‰)	TDS (mg/L)	pH	OD (mg/L)	C.E (mS/cm)	T (°C)	S (‰)	TDS (mg/L)	pH	OD (mg/L)	C.E (mS/cm)	T (°C)	S (‰)	TDS (mg/L)	pH	OD (mg/L)	C.E (mS/cm)
Nov 2016	25,79	36,39	27,45	8,62	6,39	54,95	26,19	37,01	28,34	8,02	4,39	55,06	26,98	35,53	26,62	7,79	4,14	53,99
Mar 2017	28,81	31,83	24,46	7,42	3,73	48,96	30,02	25,77	20,27	7,26	3,81	40,59	29,65	26,85	22,30	8,16	3,74	44,35
May 2017	24,46	35,79	22,60	8,34	9,26	50,25	25,49	30,29	20,53	8,40	7,58	51,20	26,29	32,74	21,07	8,25	10,13	50,39
Agos 2017	23,26	34,95	24,24	8,27	8,40	52,92	26,23	30,14	21,46	8,26	7,02	47,11	24,86	31,22	22,28	8,31	8,13	47,40
Nov 2017	24,57	34,10	25,88	8,41	9,26	51,66	25,54	30,75	22,40	8,27	7,58	40,70	26,59	31,74	25,25	8,35	10,13	50,51

Composición del sedimento

El análisis textural del sedimento en las playas tres estudiadas indicaron la existencia de los siguientes tipos de sedimento: arena muy gruesa de 2 mm (-1,0 ϕ), arena mediana de 500 μ m (1,0 ϕ), arena muy fina de 63 μ m (4,0 ϕ) y limo de 38 μ m (4,7 ϕ), siendo la arena muy fina la más predominante con una ausencia relativa de limo (Figura 2). General Villamil presentó porcentajes considerables de arena media y gruesa durante los meses de muestreos (Figura 2c).

Tabla 2. Composición porcentual de sedimento en las tres playas estudiadas. AMG=Arena muy gruesa, AG=Arena gruesa, AMF= Arena muy fina, LM=Limo

COMPOSICION PORCENTUAL DE SEDIMENTO (%)												
	CHIPIPE				DATA DE POSORJA				GENERAL VILLAMIL			
	AMG	AG	AMF	LM	AMG	AG	AMF	LM	AMG	AG	AMF	LM
Nov-16	0	17,16	82,84	0	0	18,80	81,20	0	0	27,83	72,17	0
Mar-17	1,69	14,51	81,54	2,26	0,30	8,03	88,42	3,26	0,98	22,75	75,34	0,93

May-17	30,51	30,48	30,21	8,80	2,25	10,57	83,91	3,28	23,77	26,74	43,61	5,87
Ago-17	16,50	21,01	60,86	1,62	17,23	22,09	59,91	1,22	17,60	23,90	56,97	1,53
Nov-17	3,11	14,90	80,34	1,65	2,89	5,11	90,14	1,86	26,15	34,08	39,76	0

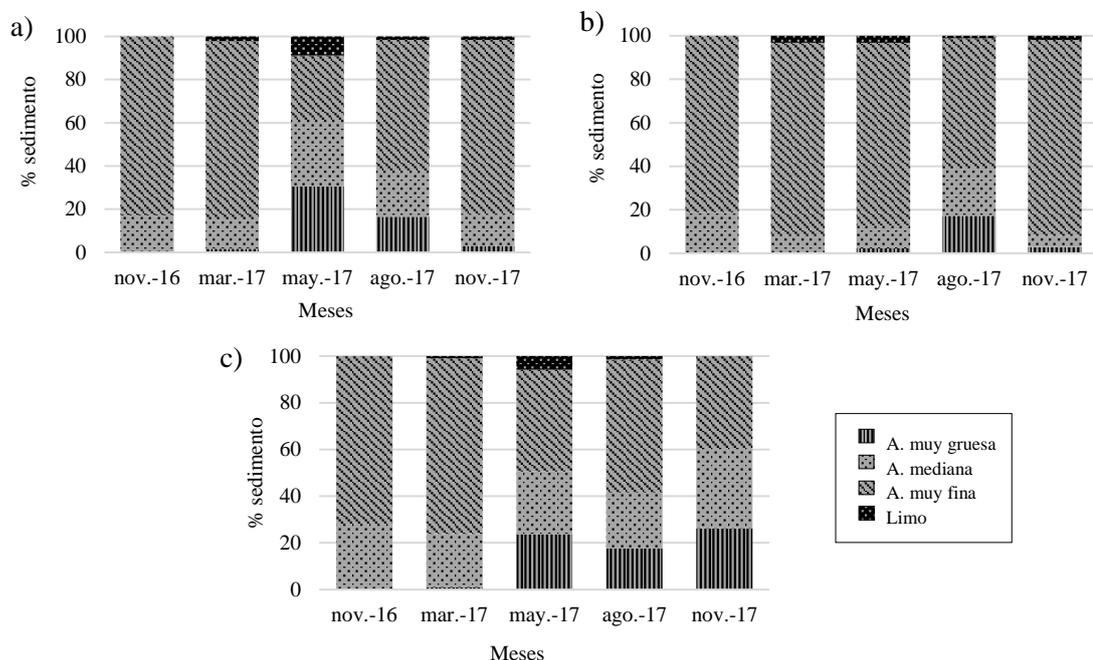


Figura 2. Variación temporal de la composición porcentual de sedimento en las tres playas estudiadas. Chipipe (a), Data de Posorja (b), General Villamil (c).

Pendientes de playas

Chipipe presentó valores de pendiente que variaron de 1,20 a 2,68 %, tendiendo aumentar de sur a norte (E1-E5) durante los meses de estudio. Data de Posorja fue la playa que mayor valores de pendiente presentó oscilando de 1,02 a 3,63 %, observándose un aumento en su valor de sur a norte (E1-E5). Mientras que General Villamil sus valores de pendiente oscilaron de 1,08 a 3,22%, observándose también mayores valores en el norte de la playa (Tabla 2). El test de Kruskal-Wallis encuentra diferencias significativas espaciales, pero no temporales ($p < 0,05$).

Tabla 2. Variación espacio-temporal de las pendientes (%) por estación en las tres playas estudiadas.

PENDIENTES DE PLAYAS															
CHIPIPE						DATA DE POSORJA					GENERAL VILLAMIL				
MES	E1	E2	E3	E4	E5	E1	E2	E3	E4	E5	E1	E2	E3	E4	E5
Nov 2016	1,20	1,34	1,67	2,11	2,40	1,02	1,57	2,19	3,63	2,67	1,15	1,24	1,71	2,20	2,71
Mar 2017	1,26	1,42	1,78	1,99	2,40	1,39	1,75	2,35	3,00	3,00	1,15	1,18	1,57	2,06	3,22
May 2017	1,45	1,53	1,78	2,10	2,52	1,52	2,10	1,78	2,53	2,75	1,08	1,13	1,64	2,32	3,17
Agos 2017	1,36	1,52	1,97	2,07	1,97	1,40	1,55	1,75	2,27	2,79	1,17	1,28	2,04	2,14	2,83
Nov 2017	1,92	1,66	1,83	2,31	2,68	1,25	1,94	2,82	2,88	2,82	1,09	1,40	1,83	1,85	2,40

Caracterización de la comunidad

Composición y diversidad de especies

Se colectó un total de 4771 individuos agrupados en 2 familias y 2 especies, *Haustorius* sp (Haustoriidae) y *Gibberosus coibaensis* (Megalurotidae). Del total de organismos, 4621 se colectaron en Chipipe y 150 en Data de Posorja, mientras que en General Villamil no se reportó la presencia de ninguna especie de anfípodo, razón por la cual no se consideró en los análisis posteriores. La riqueza de especies fue baja en ambas playas, registrándose en Chipipe la presencia de *Haustorius* sp y *G. coibaensis*, y en Data de Posorja solo *Haustorius* sp. La especie más frecuente y abundante en estas dos playas fue *Haustorius* sp.

Los valores del índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') por estaciones y meses se presentan en la figura 4. En el caso de Chipipe a nivel espacial presentó valores máximos en las estaciones 1 y 3. Temporalmente presentó un valor más alto en el mes de noviembre del 2016 (0,50 Bits/ind) y su valor más bajo en el mes de marzo del 2017 (0,06 Bits/ind). Sin embargo, el análisis de Kruskal-Wallis no evidenció diferencias significativas a nivel espacial ($p=0,16$) y temporal para la playa de Chipipe ($p=0,51$). La playa de Data Posorja se observó solo una especie por tanto su diversidad fue 0 bits/ind.

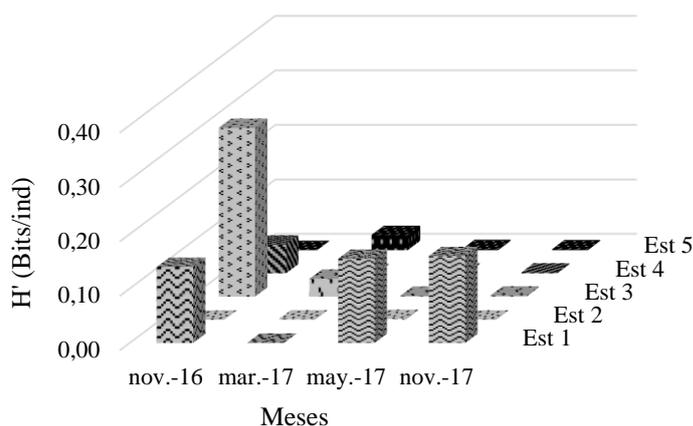


Figura 3. Variación espacio-temporal del índice de diversidad de Shannon-Weaver en la Playa de Chipipe.

Densidad de anfípodos

La mayor densidad de individuos se observó en Chipipe con un total de 1540 ind/m². Data de Posorja con una significativa minoría alcanza una densidad total de 50 ind/m². Espacialmente, Chipipe presentó mayores densidades de individuos en la estación 1 y 4, mientras que Data de Posorja en la estación 2 y 5, sin embargo, el análisis de Kruskal-Wallis no evidenció diferencias significativas ($p>0,05$) en ambas playas. Tanto Chipipe como Data de Posorja presentaron variaciones temporales en sus densidades observándose valores mayores en noviembre (947 y 20 ind/m²) y menores en mayo (99 y 0 ind/m², respectivamente) (Figura 3). El análisis de Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas temporalmente, Chipipe ($p=0,001$) y Data de Posorja ($p=0,0004$).

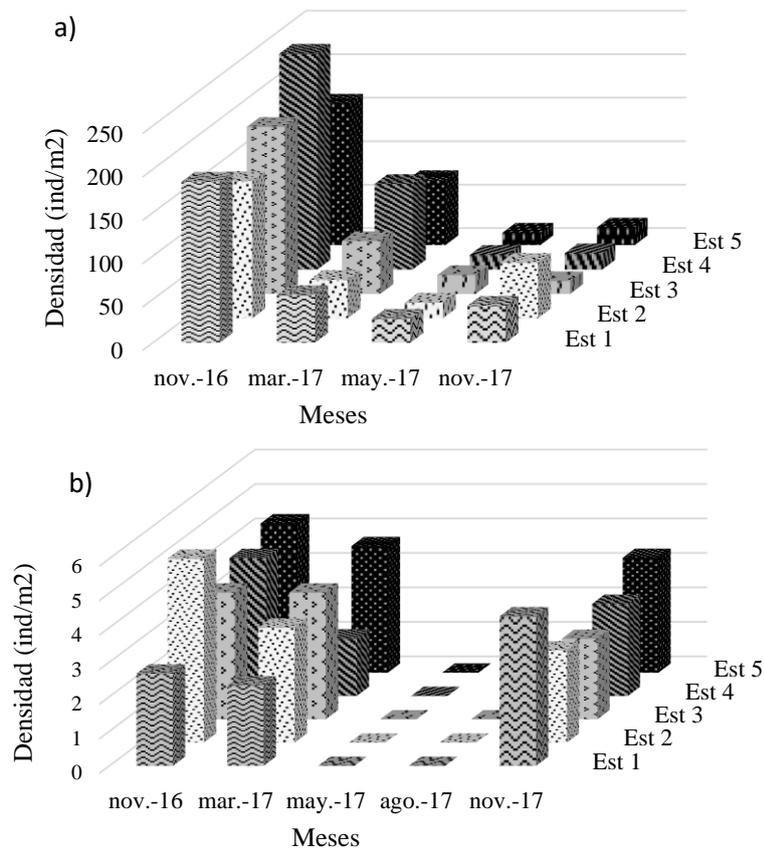


Figura 4. Variación espacio-temporal de la densidad de anfípodos en Playa de Chipipe (a) y Data de Posorja (b).

Estructura de la comunidad

El dendrograma y la ordenación multidimensional resultante de la aplicación del índice de distancia euclidiana a las abundancias poblacionales de anfípodos para Chipipe indican la conformación de tres grupos: I, II, III. El grupo I, asociado con las estaciones del mes de noviembre del 2016. El grupo II definido con las estaciones del mes de mayo y noviembre del 2017 y el grupo III por las estaciones del mes de marzo del 2017 (Figura 6). El mapa del nMDS con un estrés de 0.01 indica una excelente ordenación. El análisis de similitud (ANOSIM) evidencia no encontrar diferencias dentro las estaciones (test global, $R = -0,06$). A nivel temporal casi todos los grupos (meses muestreo) fueron significativamente diferentes (test global, $R = 0,38$) excepto mayo-noviembre del 2017 ($R = -0,10$), puesto a que las abundancias de estos meses son similares, comprobando la conformación de los grupos mostrado en el análisis de ordenamiento multidimensional.

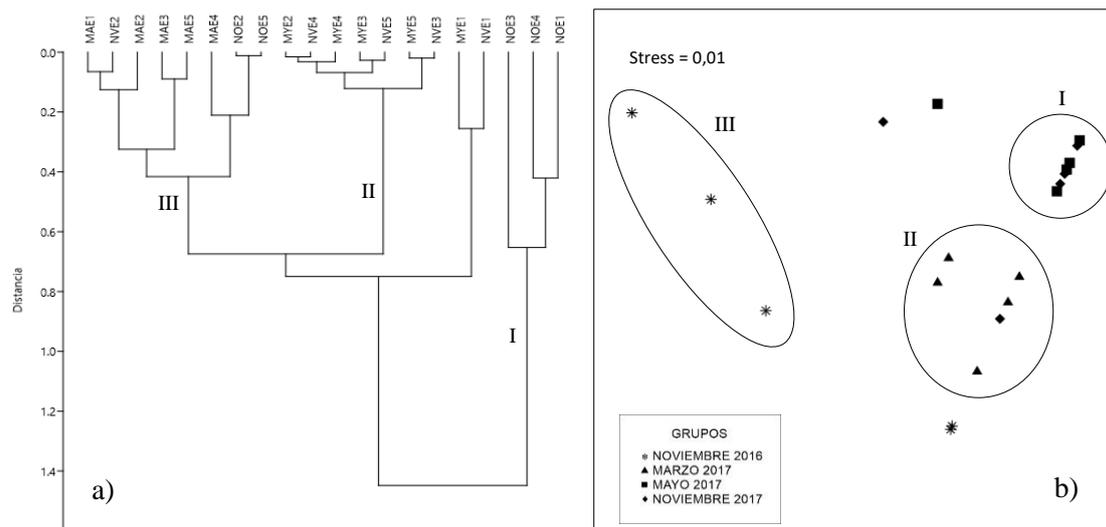


Figura 5. Dendrograma (a) y escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) (b) de la estaciones y meses de muestreos en base a la abundancia de las especies de anfípodos encontrados en Chipipe. (Datos transformados a $\log x+1$)

El dendrograma y la ordenación multivariada para Data de Posorja indican la formación de dos grupos: I, II (Figura 7). El grupo I conformado por las estaciones de los meses de mayo y agosto del 2017, y el grupo II por las estaciones de marzo y noviembre del 2017. El mapa del nMDS con un estrés de 0.09 indica una buena representación. El análisis de similitud (ANOSIM) evidencia no encontrar diferencias dentro las estaciones (test global, $R= -0,14$). A nivel temporal casi todos los grupos (meses de muestreo) fueron significativamente diferentes (test global, $R=0,65$) excepto para marzo-noviembre del 2017 ($R= -0,08$), puesto a que las abundancias de estos meses son similares, comprobando la conformación de los grupos mostrado en el nMDS.

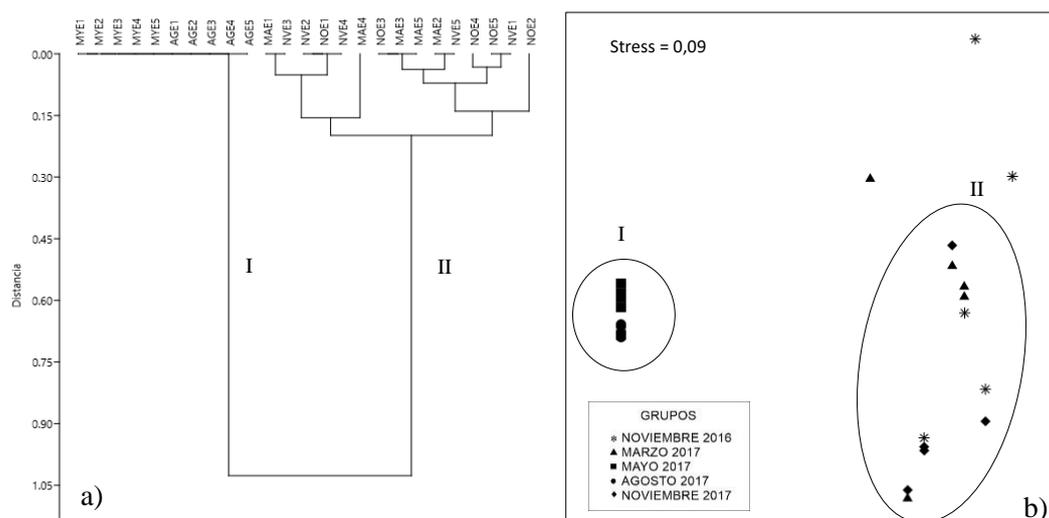


Figura 6. Dendrograma (a) y escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) (b) de la estaciones y meses de muestreos en base a la abundancia de las especies de anfípodos encontrados en Data de Posorja. (Datos transformados a $\log x+1$)

Tamaño corporal de los anfípodos

Chipipe registró individuos con una talla media de $2,31 \pm 0,08$ mm con un mínimo de 2,12 mm y un máximo de 2,45 mm. Data de Posorja registró individuos con una talla media de $1,25 \pm 1,05$ mm con un mínimo de 1,9 mm y un máximo de 2,49 mm (Figura 5). El análisis de Kruskal-Wallis muestra que no existen diferencias significativas entre los promedios de las longitudes totales durante los meses de muestreos para Chipipe ($p \geq 0,05$), mientras que para Data de Posorja si se evidencian diferencias significativas ($p < 0,05$).

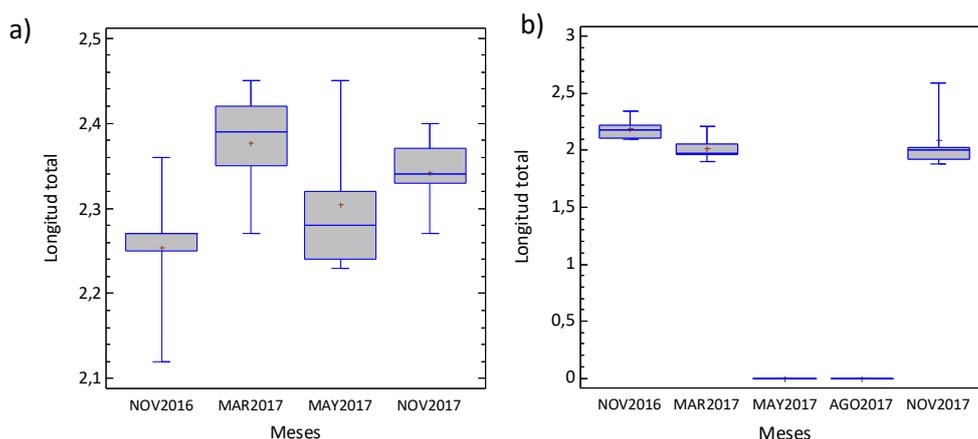


Figura 7. Graficas de cajas (boxplot) de los promedio de longitud corporal de anfípodos registrados durante los meses de muestreo en Chipipe (a) y Data de Posorja (b).

Relación de la comunidad con el ambiente

La tabla 3 muestra los coeficientes resultantes del análisis de correlación de Spearman entre las variables biológicas con las variables ambientales. La abundancia poblacional de anfípodos de la playa de Chipipe mostró correlaciones positivas significativas con la temperatura ($r = 0,56$, $p = 0,009$) y total de sólidos suspendidos ($r = 0,65$, $p = 0,002$), y correlaciones negativas significativas con la arena muy gruesa ($r = -0,77$, $p = 0,00$), el limo ($r = -0,75$, $p = 0,00$), la pendiente ($r = -0,47$, $p = 0,03$), el pH ($r = -0,61$, $p = 0,004$) y el oxígeno disuelto ($r = -0,60$, $p = 0,005$). Para la longitud corporal (LC) de los individuos no se encontraron correlaciones estadísticamente significativas.

Para la playa de Data de Posorja la abundancia poblacional mostró correlaciones positivas con la temperatura y total de sólidos suspendidos aunque no significativas, y correlaciones inversas significativas con la arena muy gruesa ($r = -0,70$, $p = 0,000$), el pH ($r = -0,58$, $p = 0,002$) y Oxígeno disuelto ($r = -0,48$, $p = 0,016$). El tamaño corporal de los individuos también mostró correlaciones inversas con el pH ($r = -0,59$, $p = 0,003$) y el oxígeno disuelto ($r = -0,48$, $p = 0,014$).

Tabla 3. Correlaciones entre las variables biológicas y las variables ambientales, expresadas como coeficientes de correlación Rho de Spearman. * = correlación significativa al nivel 0,05.

V. ambientales	CHIPIPE		DATA DE POSORJA	
	Abundancia	LC	Abundancia	LC
Arena muy gruesa	-0,71 *	0,22	-0,70 *	0,25
Arena Gruesa	-0,39	0,02	-0,35	0,32
Arena muy fina	0,05	0,009	0,12	-0,33
Limo	-0,75 *	0,11	-0,38	0,15
Pendiente (%)	-0,23	0,13	0,13	-0,38
Temperatura (°C)	0,56 *	0,22	0,20	0,25
Salinidad (‰)	0,30	-0,43	0,29	0,29
pH	-0,61 *	-0,006	-0,58 *	-0,59
Oxígeno Disuelto	-0,60 *	-0,25	-0,48 *	-0,48
Total de Sólidos Disueltos	0,65 *	-0,21	0,34	0,41
Conductividad eléctrica	0,42	-0,38	0,08	0,07

DISCUSIÓN

En términos generales las especies registradas en este estudio fueron *Haustorius* sp y *Gibberosus coibaensis*, cuya presencia también ha sido reportada en otras playas ecuatorianas (Parrales, 2003; Vanagt, 2006; Salazar, 2007, Marín, *et al.*, 2015). *Haustorius* sp es un organismo de vida excavadora, el cual mantiene una preferencia por la arena fina, ya que al ser más uniforme les permite enterrarse y moverse con mayor facilidad (Bellan, 2005). *Gibberosus coibaensis* presenta un cuerpo alargado y comprimido lateralmente impidiendo desplazarse de un lugar a otro en el sedimento. Sin embargo, logran enterrarse en el sedimento fino de forma invertida dejando un agujero en la superficie, el cual ayuda en la captura de partículas para su alimentación (Barnard *et al.*, 1988). Generalmente estas especies se las encuentran en el submareal de fondos someros, aunque pueden ser arrastrados hacia las playas por las corrientes.

Los análisis comunitarios resultantes muestran una baja riqueza y diversidad de anfípodos en la zona mesolitoral para Chipipe y Data de Posorja; y además se evidenció la ausencia de estos crustáceos en General Villamil, lo que coincide con lo reportado por Parrales (2003) y Marín, *et al.*, (2015) quienes también observaron una baja riqueza y diversidad de anfípodos en estas playas. Según Denadai & Amaral (1999) el oleaje influye en el establecimiento y supervivencia de las especies que no están adaptadas a este medio y Defeo & McLachlan (2005) aluden esta baja riqueza y diversidad de especies en la zona intermareal a la existencia del clima de ola o swash (*i.e.* movimiento del agua que se desplaza sobre la cara de la playa) el cual limita el enterramiento de los organismos.

Las densidades poblacionales en Chipipe no presentaron diferencias significativas espacialmente, lo cual indica que los organismos se encuentran distribuidos

homogéneamente a lo largo de la playa. No obstante, a nivel temporal si se encontraron diferencias significativas, observándose mayores densidades en noviembre-2016, y tendiendo a reducir en los meses de marzo, mayo y noviembre-2017. Lo anterior coincide en parte con lo reportado por Villamar (2000) quien reporta para Chipipe que en octubre observó un mayor porcentaje de anfípodos y Suarez (2015), encuentra menores biomásas de anfípodos en los meses de enero, febrero y marzo, correspondientes a la época cálida. El análisis de clasificación y ordenación multidimensional (nMDS) confirmaron lo expuesto anteriormente y detectó diferencias temporales en la estructura comunitaria definida por la abundancia de las especies de anfípodos, confirmadas por el ANOSIM; en efecto, se establecen agrupaciones producto de las mayores abundancias en noviembre-2016 (época fría), y menores en marzo-2017 y mayo-2017 (época cálida), mostrando una notable diferenciación en abundancia de las poblaciones entre épocas climáticas. Sin embargo, se observó una reducción de las poblaciones en noviembre-2017, por tanto se sugiere que este cambio pudo ser debido al descenso de la temperatura superficial del mar originado por la presencia del fenómeno de La Niña en el Océano Pacífico, según reportes del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAHMI, 2017) y Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2018).

En este sentido, los resultados de Villamar (2000) y Suarez (2015) y los obtenidos en esta investigación, sugieren la influencia directa e indirecta de las corrientes costeras y oceánicas que intervienen en el cambio de estación climática, las cuales generan un cambio en las condiciones climáticas y oceanográficas, que determinan el aumento o disminución de la abundancia de anfípodos, las mayores densidades sugieren que la época fría crea un ambiente favorable para las comunidades de anfípodos. Lo anterior concuerda con lo indicado por Marín *et al.*, (2015), quien menciona que Chipipe se encuentra localizada en la punta de la Península de Santa Elena, por lo tanto su macrofauna se encuentra más cercana a la plataforma continental siendo está mayormente influenciada por las corrientes marinas.

En el caso de Data de Posorja, las densidades a nivel espacial no presentaron diferencias significativas, mientras que a nivel temporal si se hallaron diferencias significativas, observándose densidades mayores durante noviembre-2016 durante la época fría, sin embargo, no tiende a descender en marzo-2017 como se observa en Chipipe a causa del cambio de estimación climática a época cálida. No obstante, las poblaciones desaparecen completamente durante mayo y agosto-2017, y se recuperan en noviembre-2017 (época fría). El análisis de clasificación y ordenamiento multidimensional (nMDS) no muestran un claro patrón de agrupación que se ajuste al cambio de estación climática. Ante ello, se sugiere que dicha particularidad hallada en esta playa estaría sujeto a la teoría propuesta por McLachlan (1990) y Lastra *et al.*, (2006) quienes indican que las comunidades macrobentónicas de playas arenosas pueden depender ocasionalmente de las características físicas y químicas propias del medio; debido a que la playa de Data de Posorja se encuentra cercana al Río Guayas, el cual podría influir sobre la macrofauna. Ávila *et al.*, (2006), reportan una situación similar en el Golfo de Baja California ubicado en México, donde la descarga del Río Colorado fue el principal influente de la baja densidad de organismos macrobentónicos. Ante esta evidencia se sugiere que futuros estudios relacionen características químicas (*e.g.* materia orgánica, metales pesados, nutrientes, etc.) e incluso microbiológicas con la estructura comunitaria de anfípodos.

General Villamil es una playa expuesta donde la acción del oleaje es fuerte, su granulometría está compuesta mayormente de arena fina con porcentajes considerables de arena mediana y gruesa, lo que la diferencia de las otras playas estudiadas. Esto se debe a que esta playa presenta zonas de alta energía (Soledispa, 1992) y presencia de

zonas rocosas cerca de su costa que provocan corrientes de resaca a nivel de playa (INP, 2014), los cuales favorecen al transporte de sedimentos gruesos y fragmentos calcáreos hacia la playa (Martin *et al.*, 2005), esto explica los valores de arena mediana y gruesa registrados durante los meses de muestreos. Respecto a esto De la Huz *et al.*, (2002) señala que la epifauna intermareal se ve afectada por el tamaño de grano del sedimento, debido a que el enterramiento de los organismos es limitado por la presencia de sedimento de mayor tamaño, esta modificación granulométrica podría causar la exclusión de los organismos. Esta particularidad podría ser la responsable de la ausencia de anfípodos en General Villamil.

Los valores obtenidos de las correlaciones evidencian la interacción de ciertos factores ambientales que favorecen o limitan la estructura comunitaria de anfípodos de estas playas arenosas. En lo que respecta a la relación de la comunidad con las variables físicas, la abundancia muestra una correlación inversa con la arena muy gruesa y el limo; *i.e.* a mayor contenido de arena muy gruesa y limo, menor es la abundancia. Esto último se relaciona con lo expresado por De la Huz *et al.*, (2002) quienes indican que la arena de mayor tamaño modifica la velocidad de enterramiento de algunas especies de la epifauna macrobentónica, y consecuentemente se ve afectada su riqueza y abundancia (Van Colen *et al.*, 2014); en el caso de *Haustorius* sp necesita enterrarse rápidamente para evitar la desecación (Méndez, 1985). Con respecto al contenido de limo en el sedimento, Kennish (2003) indica que afecta altamente en la distribución de *Haustorius arenarius*, coincidiendo con Bellan (2005) quien alude que la mayoría de las especies de este género guardan una afinidad con la arena fina, conteniendo un porcentaje bajo de limo (0,2-10,2%) y materia orgánica (2,58-2,68%). No se encontraron correlaciones entre la longitud corporal y las variables granulométricas, sin embargo, de acuerdo con Jaramillo & Mclachlan (1993) es necesario considerar este aspecto porque permite deducir que tamaño y forma del cuerpo es la más adecuada para enterrarse y desplazarse en el sedimento ante las condiciones dinámicas que caracterizan a las playas.

Con respecto a las variables físico-químicas, la temperatura mostró una correlación positiva con abundancia, posiblemente tanto la Corriente de Humboldt y Corriente Cálida de Panamá provocan cambios en la estructura comunitaria de los anfípodos al aumentar y disminuir la temperatura superficial del mar (TSM), dichas corrientes también están involucrada en la correlación negativa hallada del oxígeno disuelto y pH con la abundancia, al observarse una disminución de los niveles de oxígeno y pH, y el descenso de la salinidad a causa de las fuertes precipitaciones ocasionadas por la Corriente Cálida de Panamá (INOCAR, 2012).

Los resultados obtenidos permitieron corroborar la hipótesis de investigación planteada, tal como se esperaba la estructura comunitaria de anfípodos, en términos de abundancia, se encuentra influenciada por factores físicos (tamaño del grano del sedimento) y cambios físico-químicos del agua (temperatura, pH, oxígeno disuelto y total de sólidos disueltos) influenciada por las corrientes marinas que se presencian durante cada estación climática, aunque cabe mencionar que el grado de afectación depende de su cercanía a la plataforma continental.

CONCLUSIONES

La estructura comunitaria de Amphipoda registra una baja riqueza y diversidad de especies en las playas arenosas estudiadas.

La variabilidad espacial de la comunidad de anfípodos fue similar durante el periodo de estudio para Chipipe y Data de Posorja, sin embargo en la playa de General Villamil no se observó especies de anfípodos, esta particularidad se atribuye al tipo de sedimento.

La mayor abundancia de anfípodos se determinó en el mes de noviembre de 2016 y menor abundancia en mayo 2017 en Chipipe, debido principalmente a la influencia de las corrientes marinas, provocando el aumento y disminución de las poblaciones de anfípodos. La abundancia de anfípodos de Data de Posorja fue relativamente baja en todo el periodo de muestreo, lo cual sugiere que esta playa en particular estaría influenciada por otros factores propios del medio.

La arena muy gruesa, el limo, la temperatura, oxígeno disuelto, pH y total de sólidos disueltos, fueron los principales factores ambientales que determinaron los cambios temporales en la estructura comunitaria de anfípodos.

RECOMENDACIONES

Considerar en futuros estudios evaluar y relacionar con otras variables que pudieran afectar directa e indirectamente la estructura comunitaria (*e.g.* disponibilidad de alimentos, altura de ola, rangos de marea, materia orgánica, metales pesados, nutrientes e incluso microbiología, etc.) y lograr así definir los principales factores influyentes.

Se precisa aumentar el esfuerzo de muestreo, pues cuantas más muestras se colecten mayor es la posibilidad de captar especímenes que permitan establecer claras diferencias en espacio-tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ávila, G., Flessa, K., Téllez, M., & Cintra, C. (2006). Distribución de la macrofauna intermareal del Delta del Río Colorado, norte del Golfo de California, México. *Ciencias marinas*, 32(4), 649-661 pp.
- Barnard, J & Karaman, G. (1991). The families and genera of marine gammaridean Amphipoda (Except Marine Gammaroids), Part 2. *Rec. Aust. Mus.*, Suppl. 13 (1): 419–866 pp.
- Barnard, J., Thomas, J & Sandved, K. (1988). Comportamiento de Anfípoda gammarídea: *Corophium*, *Grandidierella*, *Podocerus* y *Gibberosus* (American Megaluropus) en Florida. *Crustáceos. Suplemento*: 234 -244 pp.
- Batanero, C y Díaz, C. (2008). Análisis de datos con Statgraphics. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. España.
- Bellan, D. (2005). European Species of Haustorius (Crustacea: Amphipoda: Haustoriidae), with description of a new Mediterranean Species. *Journal of Natural History*, 39 (15), 1101–1110 pp.

- Bowles, J. (1981). Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil. 2 Ed. Mc Graw-Hill, México. 248 pp.
- Cantera, J.R., Neira, R. y Arnaud, P. (1994). La macrofauna de playas arenosas en las Bahías de Buenaventura y Málaga (Pacífico colombiano): Estructura espacial y dinámica temporal. *Revista de Ciencias*. Universidad del Valle. Cali. 9: 27-48.
- Cardoso, S., Mattos, G., Caetano, C., Cabrini, T., Galhardo, L. & Mereis, F. (2012). Effects of environmental gradients on sandy beach macrofauna of a semi-enclosed bay. *Mar. Ecol.*, 33: 106-116.
- Chapman, J.W. (2007) Amphipoda: Gammaridea - Chapter 39. In: Carlton, J.Y. (Ed.), The Light and Smith Manual: Intertidal Invertebrates from Central California to Oregon. Fourth Edition, *Completely Revised and Expanded*. 545–618 pp.
- Clarke, K. & Gorley, R. (2006). PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth.
- Clarke, K. R. y R. M. Warwick. (2001). Change in Marine Communities: an approach to statistical analysis and interpretation, second edition, *Natural Environment Research Council*, Plymouth Marine Laboratory. Plymouth. 172 p.
- De la Huz, R., Lastra, M., López, J. (2002). The influence of sediment grain size on burrowing, growth and metabolism of *Donax trunculus* L. (Bivalvia: Donacidae). *Journal of Sea Research*, 47: 85-95 pp.
- Defeo, O & McLachlan, A. (2005). Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. *Marine Ecology Progress*, 295: 1-20 pp.
- Defeo, O. & Gómez, J (2005). Morphodynamics and habitat safety in sandy beaches: life-history adaptations in a supralittoral amphipod. *Mar. Ecol. Prog.*, 293: 143-153 pp.
- Defeo, O. & McLachlan, A. (2013). Global patterns in sandy beach macrofauna: Species richness, abundance, biomass and body size. *Geom.*, 199: 106-114 pp.
- Denadai, M. R. and A. C. Amaral. (1999). A comparative study of intertidal molluscan communities in sandy beaches, Sao Sebastiao Channel, Sao Paulo State, Brazil. *Bull. Mar. Sci.* 65: 91-103 pp.
- Emery, K. (1961). A Simple Method of Measuring Beach Profiles. *Limnology and Oceanography*, 6, 90-93 pp.
- Fonticiella, A y Monteagudo, A. (2008). Manual de Hidrobiología, III Simposio Internacional de Acuicultura ACUACUBA 2008, Casa Alejandro de Humboldt, Ciudad de la Habana, Cuba, 10 pp.
- García, M., Jarquín, J., & Morales, E. (2012). Panorama del estado del conocimiento de los crustáceos del Pacífico sur de México. Recursos acuáticos costeros del sureste. Universidad del Mar, Oaxaca, México. 396 - 414 pp.
- González, A., Torruco, D & Torruco, Á. (2017). Las playas arenosas de Quintana Roo, México: La diversidad de su fauna intermareal. *Revista de biología marina y oceanografía*, 52 (2), 361-373 pp.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontología* 4 (1): 9 pp.

- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - INAHMI (2017). La niña retrasará lluvias en el litoral. *El Comercio*. Consultado el 29 de Septiembre del 2018. Recuperado de <https://www.elcomercio.com>.
- Instituto Oceanográfico de la Armada – INOCAR (2012). Capítulo I. Información General de la República del Ecuador. Consultado el 11 de Octubre del 2018. Recuperado de <https://www.inocar.mil.ec>.
- Instituto Nacional de Pesca - INP (2014). Reconocimiento de campo para la identificación de zonas con potencial para ejercer proyectos de maricultura en la Provincia del Guayas. Consultado el 29 de Septiembre del 2018. Recuperado de <http://www.institutopesca.gob.ec>.
- Jaramillo, E., & Mclachlan, A. (1993). Community and population responses of the macroinfauna to physical factors over a range of exposed sandy beaches in south-central Chile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 37 (6), 615-624 pp.
- Kennish, M. (2003). Estuarine Research, Monitoring, and Resource Protection. Boca Raton, Florida: CRC Press Inc. 103 p.
- Ketmaier, V., Scapini, F. & De Matthaeis, E., 2003. Exploratory analysis of talitrid population genetics as an indicator of the quality of sandy beaches. *Estuar. Coastal Shelf Sci.*, 58 (5), 159-167 pp.
- Lastra, M., De la Huz, R., Sánchez-A., Rodil, I., Aerts, K., Beloso, S and López, J. (2006). Ecology of exposed sandy beaches in northern Spain: environmental factors controlling macrofauna communities. *Journal of Sea Research*, 55: 128–140 pp.
- Lincoln T. & Hurley D. (1981). The calceolus, a sensory structure of gammaridean amphipods (Amphipoda: Gammaridea). Bulletin of the British Museum (Natural History), *Zoology* 44: 1-39 pp
- Lowry, J., Myers, A. (2017). Una filogenia y clasificación de la Amphipoda con el establecimiento del nuevo orden Ingolfiellida (Crustacea: Peracarida). *Zootaxa*. 4265 (1): 1-89 pp.
- Mair, J., Mora, M., Cruz, M., Calles, A., Arroyo, M y Merino, D. (2000). Guía de campo para la Colección y Preservación de invertebrados marinos. Universidad Estatal de Guayaquil y Heriot – Watt University: 1 – 78 pp.
- Marín, J., Miño, S., Domínguez, G., Cuartatanga, S., & Cornejo, P. (2015). Spatio-temporal variability of the surf-zone fauna of two Ecuadorian sandy beaches. *Marine and Freshwater Research*, 66: 1-12 pp.
- Mclachlan A. & Brown, A. (2006). The Ecology of Sandy Shores. Academic Press Elsevier. 2nd ed. 373 pp.
- Mclachlan, A. (2001). Coastal beach ecosystems. EN: Levin, S.A, (ed) Encyclopedia of Biodiversity, Volume 1. Academic Press: 741-751 pp.
- Mclachlan, A., (1990). Dissipative beaches and macrofauna communities on exposed intertidal sands. *Journal of Coastal Research*, 6: 57-71 pp.
- Méndez, U., Solís, V, & Carranza, A. (1985). La importancia de la granulometría en la distribución de organismos bentónicos. Estudio de playas del estado de Veracruz, México. *Anales Del Instituto de Ciencias Del Mar y Limnología*. 13. 45-56 pp.

- Moreira, J., Gestoso, L. & Troncoso, J. (2008). Diversity and temporal variation of peracarid fauna (Crustacea: Peracarida) in the shallow subtidal of Sandy beach: Playa America (Galicia, NW Spain). *Marine Ecology*, (1): 12-18 pp.
- Organización Meteorológica Mundial - OMM (2018). El Niño/La Niña Hoy. Consultado el 29 de Septiembre del 2018. Recuperado de https://www.wmo.int/pages/index_es.html
- Ortíz, M. (1994). Clave gráfica para la identificación de familias y géneros de anfípodos del Suborden Gammaridea del Atlántico Occidental Tropical. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR, 23 (1), 59-101 pp.
- Parrales, L. (2003). Análisis preliminar del estudio antropogénico de la macro fauna bentónica en la zona intermareal de la playa arenosa de Posorja. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil. Ecuador.
- Proaño, M. (2005). Derrotero (de la costa continental e insular del Ecuador). Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR). Ecuador.
- Regier, J., Shultz, J., Zwick, A., Hussey, A., Ball, B., Wetzer, R., Martin, J & Clifford, W. (2010). Arthropod relationships revealed by phylogenomic analysis of nuclear protein-coding sequences. *Nature*, 463: 1079-1084 pp.
- Riascos, J. (2002). Cambios en el macrobentos de playa arenosa durante “El Niño” 1997-98 en la Bahía de Málaga, Pacífico colombiano. *Ciencias Marinas*, 28 (1), 13:25 pp.
- Rodil, I., Lastra, M. & López, J. (2007). Macrofauna community structure and biochemical composition of sedimentary organic matter along a gradient of wave exposure in Sandy beaches (NW Spain). *Hydrobiologia*, 579: 301-316 pp.
- Salazar, N. (2007). Composición del Suborden Gammaridea en Aguas Costeras de Ayangue y Esmeraldas. Universidad de Tesis de Pregrado. Ecuador.
- Seaby, R., & Henderson, P. (2006). Species Diversity and Richness version 4.0. Lymington, England: Pisces Conservation Ltd.
- Soledispa, B. (2008). Estudio de las características sedimentológicas de la zona costera frente al balneario de Manta, Ecuador. Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR). *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 15(1): 1-13 pp.
- Soledispa, B. (1992). Estudio de las características sedimentológicas de la zona litoral comprendida entre Anconcito y General Villamil (Playas), Provincia de Guayas, Ecuador. Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR). *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 7(1): 81-93 pp.
- Suarez, A. (2015). Cultivo experimental de copépodos marinos bajo condiciones controladas, con miras a su potencial uso como alimento vivo en el sector acuícola del país, en Punta Carnero-Salinas-Santa Elena, Ecuador. (tesis de pregrado). Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE). Ecuador.
- Thiel, M. & Hinojosa, I. (2009). Peracarida – Amphipods, isopods, tanaidaceans and cumaceans, 671-738 in V. Haussermann and G. Forsterra, Editors. Marine benthic fauna of Chilean Patagonia. *Nature in Focus*, Puerto Montt, Chile.

- Torruco, D. & González, A. (2012). Evaluación de las playas del litoral de Quintana Roo: Extensión y biodiversidad. *Revista Innovación para la Vinculación FOMIX-Quintana Roo*. 2 (4): 51-61 pp.
- Van Colen, C., Verbelen, D., Devos, K., Agten, L., Van Tomme, J., Vincx, M & Degraer, S. (2014). Sediment-benthos relationships as a tool to assist in conservation practices in a coastal lagoon subjected to sediment change. *Biodiversity Conservation* 23: 877-889 pp.
- Vanagt, T. (2007). The role of swash in the ecology of Ecuadorian sandy beach macrofauna, with special reference to the surfing gastropod *Olivella semistriata*. Universiteit Gent. PhD thesis, Belgium.
- Villamar, F. (2009). Estudio de los poliquetos bentónicos y fauna acompañante en la zona intermareal y submareal de la Bahía de Santa Elena (Ecuador) durante el año 2007. Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR). *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 15 (1): 127-138 pp.
- Winfield I., Cházaro, S., Horta, G., Lozano, M y Arenas, V. (2010). Macrocrustáceos incrustantes en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano: biodiversidad, abundancia y distribución. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80: 165-175 pp.
- Winfield, I., Muciño-Reyes, M. del R., Ortiz, M., Cházaro-Olvera, S., & Lozano-Aburto, M. Á. (2015). Biodiversidad de los anfípodos bentónicos (Peracarida: Amphipoda) asociados a Macroalgas de Puerto Progreso, Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86 (3), 613–619 pp.

ANEXOS

Objetivo general

Analizar la variación espacio-temporal de la estructura de la comunidad de anfípodos en tres playas arenosas, y su relación con factores ambientales.

Objetivos específicos

- 1.- Determinar la biodiversidad de las especies de anfípodos presentes en la zona mesolitoral de las playas arenosas de Data de Posorja, Playas Villamil y Chipipe.
- 2.- Establecer posibles diferencias en la estructura de la comunidad de anfípodos entre estaciones y meses de muestreos por cada playa.
- 3.- Determinar los factores ambientales que provocan cambios en la estructura comunitaria de anfípodos.

Hipótesis

La estructura comunitaria de anfípodos de la zona mesolitoral de playas arenosas se encuentran influenciados por la dinámica de los factores ambientales, tales como tamaño del grano del sedimento, pendiente de playa, temperatura, salinidad, pH, DO, TDS, y conductividad.

Anexo 1. Base de datos de abundancia y longitud corporal de anfípodos en Chipipe y Data de Posorja.

					CHIPIPE			DATA DE POSORJA	
AÑO	MES	ESTACIÓN	REPLICA	Código muestral	<i>Haustorius</i> sp	<i>Gibberosus coibaensis</i>	L. corporal (cm)	<i>Haustorius</i> sp	L. corporal (cm)
2016	11	1	1	NOE1	126	0	2,35	3	2,20
2016	11	1	2		264	0	2,36	2	2,40
2016	11	1	3		148	19	2,37	3	1,93
2016	11	2	1	NOE2	-	-		5	2,14
2016	11	2	2		340	0	2,19	3	2,23
2016	11	2	3		135	0	2,35	8	1,95
2016	11	3	1	NOE3	160	55	2,03	2	2,35
2016	11	3	2		240	0	2,25	5	2,50
2016	11	3	3		122	0	2,08	4	2,18
2016	11	4	1	NOE4	282	5	2,38	5	2,22
2016	11	4	2		324	2	2,23	4	2,55
2016	11	4	3		132	0	2,19	3	1,90
2016	11	5	1	NOE5	22	0	2,39	6	2,38
2016	11	5	2		338	0	2,37	3	1,90
2016	11	5	3		128	0	1,99	4	2,03
2017	3	1	1	MAE1	17	0	2,34	3	1,80
2017	3	1	2		53	0	2,49	2	2,35
2017	3	1	3		95	0	2,35	2	1,75
2017	3	2	1	MAE2	10	0	2,20	5	2,13
2017	3	2	2		15	0	2,40	3	1,90
2017	3	2	3		108	0	2,45	2	2,15
2017	3	3	1	MAE3	15	0	2,46	1	1,80
2017	3	3	2		39	0	2,40	10	2,61
2017	3	3	3		128	1	2,39	0	
2017	3	4	1	MAE4	9	0	2,03	4	2,00
2017	3	4	2		95	0	2,34	0	
2017	3	4	3		192	0	2,43	1	1,80
2017	3	5	1	MAE5	-	-		10	2,22
2017	3	5	2		126	1	2,39	0	
2017	3	5	3		98	0	2,51	1	1,70
2017	5	1	1	MYE1	7	0	2,18	0	
2017	5	1	2		32	0	2,19	-	
2017	5	1	3		41	3	2,46	-	
2017	5	2	1	MYE2	5	0	2,16	0	
2017	5	2	2		24	0	2,17	0	
2017	5	2	3		25	0	2,38	0	
2017	5	3	1	MYE3	6	0	2,40	0	
2017	5	3	2		38	0	2,53	0	
2017	5	3	3		21	0	2,42	-	
2017	5	4	1	MYE4	4	0	2,05	0	
2017	5	4	2		25	0	2,36	0	
2017	5	4	3		22	0	2,56	-	
2017	5	5	1	MYE5	5	0	2,30	0	
2017	5	5	2		38	0	2,19	-	
2017	5	5	3		-	-		-	
2017	8	1	1	AGE1	*	*		0	
2017	8	1	2					0	
2017	8	1	3					-	

2017	8	2	1	AGE2	*	*		0	
2017	8	2	2					0	
2017	8	2	3					-	
2017	8	3	1	AGE3	*	*		0	
2017	8	3	2					0	
2017	8	3	3					0	
2017	8	4	1	AGE4	*	*		0	
2017	8	4	2					0	
2017	8	4	3					0	
2017	8	5	1	AGE5	*	*		0	
2017	8	5	2					0	
2017	8	5	3					0	
2017	11	1	1	NVE1	26	5	2,31	5	1,95
2017	11	1	2		19	0	2,32	4	1,83
2017	11	1	3		78	0	2,39	4	2,23
2017	11	2	1	NVE2	11	0	2,25	2	2,25
2017	11	2	2		13	0	2,29	3	2,13
2017	11	2	3		168	0	2,45	3	1,70
2017	11	3	1	NVE3	2	0	2,55	3	1,87
2017	11	3	2		25	0	2,40	0	-
2017	11	3	3		17	0	2,44	4	1,98
2017	11	4	1	NVE4	6	0	2,14	2	2,75
2017	11	4	2		28	0	2,33	0	-
2017	11	4	3		22	0	2,34	3	2,43
2017	11	5	1	NVE5	9	0	2,33	1	1,80
2017	11	5	2		41	0	2,42	2	1,70
2017	11	5	3		11	0	2,37	7	2,14

Nota: (*) Chipipe en el mes de Agosto no fue muestreada por cuestiones climáticas.

Anexo 2. Base de datos las cantidades de sedimento retenido por el ojo de malla en cada uno de los tamices para las tres playas estudiadas.

ID MUESTRA	FECHA DE TOMA DE MUESTRA	Peso de la muestra (g)	Tamiz 10 (2mm)	Tamiz 35 (500 µm)	Tamiz 230 (63 µm)	Tamiz 400 (38 µm)	Pasante tamiz 400 (base)	Perdida (%)
DATA 1	28/11/2016	104,6	0,0	1,1	103,4	0,0	0,0	0,1
DATA 2	28/11/2016	100,0	0,0	2,6	97,4	0,0	0,0	0,0
DATA 3	28/11/2016	127,2	0,0	2,2	124,9	0,0	0,0	0,1
PLAYAS 1	29/11/2016	124,3	0,0	5,4	117,3	0,0	0,0	1,3
PLAYAS 2	29/11/2016	99,6	0,0	4,7	93,9	0,0	0,0	1,0
CHIPIPE 1	30/11/2016	112,3	0,0	2,3	110,0	0,0	0,0	0,0
CHIPIPE 2	30/11/2016	172,0	0,0	2,0	115,6	0,0	0,0	31,6
CHIPIPE 3	30/11/2016	114,4	0,0	0,7	113,0	0,0	0,0	0,6
DATA 1	8/3/2017	121,4	0,03	0,8	115,9	0,3	0,0	3,6
DATA 2	8/3/2017	128,0	0,01	0,4	122,9	0,2	0,0	3,5
DATA 3	8/3/2017	189,3	0,01	0,5	180,0	0,1	0,0	4,6
PLAYAS 1	9/3/2017	250,8	0,08	7,8	213,4	0,0	0,0	11,8
PLAYAS 2	9/3/2017	225,7	0,03	2,6	221,7	0,0	0,0	0,6
PLAYAS 3	9/3/2017	227,3	0,10	1,1	115,9	0,2	0,0	48,4
CHIPIPE 1	10/3/2017	170,2	0,09	1,3	122,9	0,0	0,0	26,9
CHIPIPE 3	10/3/2017	284,2	0,13	1,6	182,7	0,3	0,0	35,0

DATA 1	8/5/2017	105,6	0,07	0,8	104,4	0,2	0,0	0,1
DATA 2	8/5/2017	105,0	0,01	0,5	103,9	0,4	0,1	0,1
DATA 3	8/5/2017	109,5	0,32	1,1	108,0	0,0	0,0	0,1
PLAYAS 1	9/5/2017	104,3	0,01	1,4	100,4	1,6	0,2	0,7
PLAYAS 2	9/5/2017	100,8	19,61	25,7	55,2	0,0	0,0	0,2
CHIPIPE 3	10/5/2017	386,0	121,1	120,5	115,5	3,0	5,4	5,3
DATA 1	7/8/2017	115,5	2,69	5,1	107,1	0,2	0,0	0,4
DATA 2	7/8/2017	105,0	1,23	3,9	98,2	0,1	0,0	1,5
DATA 3	7/8/2017	116,2	4,63	4,9	106,2	0,0	0,0	0,4
PLAYAS 1	8/8/2017	116,5	4,83	9,3	102,1	0,0	0,0	0,2
PLAYAS 2	8/8/2017	114,9	1,98	4,8	106,0	0,3	0,0	1,6
PLAYAS 3	8/8/2017	118,3	2,90	4,2	110,0	0,1	0,0	0,9
CHIPIPE 1	9/8/2017	115,8	3,14	2,5	110,1	0,1	0,0	0,0
CHIPIPE 2	9/8/2017	115,2	2,69	5,1	107,1	0,2	0,0	0,1
CHIPIPE 3	9/8/2017	116,3	1,9	4,6	109,6	0,1	0,0	0,1
DATA 1	7/11/2017	102,9	0,05	0,0	102,6	0,1	0,0	0,0
DATA 2	7/11/2017	102,6	0,00	0,3	102,2	0,1	0,0	0,0
DATA 3	7/11/2017	101,1	0,43	0,6	98,8	0,1	0,0	1,1
PLAYAS 1	8/11/2017	112,0	8,12	39,7	63,9	0,0	0,0	0,2
PLAYAS 2	8/11/2017	100,8	19,61	25,7	55,2	0,0	0,0	0,2
CHIPIPE 1	9/11/2017	112,0	0,18	1,0	110,6	0,1	0,0	0,2
CHIPIPE 2	9/11/2017	102,2	0,41	1,5	100,0	0,0	0,0	0,3
CHIPIPE 3	9/11/2017	100,4	0,0	1,6	98,4	0,2	0,0	0,2



Anexo 3. Muestras de sedimentos para análisis biológicos.



Anexo 4. Conteo de ejemplares de anfípodos.



Anexo 5. Determinación de longitud corporal de los individuos.



Anexo 6. Ejemplar de *Haustorius* sp.



Anexo 7. Ejemplar de *Gibberosus coibaensis*.