



**Pontificia Universidad
Católica del Ecuador**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE MANABÍ
CARRERA DE BIOLOGÍA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE MACROINVERTEBRADOS
ASOCIADOS A ÁREAS CORALINAS EN MANTA Y JARAMIJÓ**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
MANEJO SOSTENIBLE DE RECURSOS NATURALES**

**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN
CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS MARINOS**

**PREVIO AL TÍTULO DE
BIÓLOGA**

**AUTOR
MARÍA JOSÉ MOLINA ALCÍVAR**

**TUTORA
Mgr. EVELYN ARIAS CEDEÑO**

**BAHÍA DE CARÁQUEZ - MANABÍ
JUNIO 2023**

Certificación

En mi calidad de tutor del trabajo de integración curricular, certifico haber revisado el presente manuscrito de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, cumpliendo los requisitos establecidos por la Dirección de Investigación; en consecuencia, es apto para su presentación y sustentación.

Mgtr. Evelyn Arias Cedeño

Directora del trabajo de titulación

CI: 0926578675

Aprobación del tribunal

El jurado examinador, aprueba el presente manuscrito de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí.

Blgo. Iván Loor Santana

Primer Lector

Mgtr. Francisco Pozo Miranda

Segundo Lector

Mgtr. Evelyn Arias Cedeño

Tercer Lector

Bahía de Caráquez, junio de 2023

Declaración de originalidad

Este manuscrito no contiene ningún tipo de material que ha sido aceptado para la obtención de un título universitario en otra institución, excepto en forma de información de soporte que ha sido debidamente citada en mi trabajo. Este trabajo es de total responsabilidad de autor, quien declara bajo juramento que ninguna sección de este trabajo de integración curricular infringe los derechos de autor de nadie.

María José Molina Alcívar

CI: 2200276299

Teléfono: 093-958-8024

maria20molina@outlook.com

Declaración de derechos de autor

Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a distribuir este manuscrito de investigación en medios físicos y electrónicos con el fin de promover la divulgación de mis resultados a la comunidad científica y a la sociedad en general. Adicionalmente autorizo el uso de los contenidos de esta investigación como bibliografía para fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, citando como fuente de información al autor de este trabajo.

María José Molina Alcívar

CI: 2200276299

Dedicatoria

Con todo mi amor, este trabajo va dedicado a mis padres, María Alcívar y Jimmy Molina, que, con todo su esfuerzo, amor y apoyo, me llevaron hasta este momento. A mis abuelitos Rafael Molina, Gloria Molina, Grismaldo Alcívar y Jacinta delgado, que me han dado fortaleza y ánimos siempre cuando se trataba de la carrera. A mi hermana, que me enseñó que no importa la opinión de los demás, siempre debes arriesgarte a cumplir tus sueños. A mis amigos que se convirtieron en familia y sin ellos nada de esto sería posible.

María José Molina Alcívar

Agradecimiento

Culminar mi carrera ha sido uno de mis grandes sueños. Quiero agradecerle a mi papá quien ha luchado y esforzado siempre para darnos lo mejor a nuestra familia, a mi mamá que siempre estuvo apoyando en cada decisión, por confiar y alentarme con todo su amor; a mi hermana que alentó a seguir la carrera que quería y darme la valentía para decirles a mis papás. También quiero agradecer a mis mejores amigos Oswaldo y Brigitte que siempre estuvieron para mí, ayudándome cuando tenía cualquier duda y escucharme sin importar la hora. A Sebas, por impulsarme a dejar los miedos y por siempre recordarme que puedo con todo. Gracias a todos mis amigos de la universidad, que con su compañía y amistad logramos estar en este momento. Gracias a mis profesores de toda la carrera, por todas las enseñanzas que me brindaron, pero en especial a la M. Sc Evelyn Arias por su paciencia, ayuda y consejos en todo este proceso de la tesis. Gracias a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí por permitirme culminar mis estudios.

María José Molina Alcívar

Resumen

La presente investigación cuantitativa estuvo dirigida a determinar la diversidad y abundancia de macroinvertebrados asociados a áreas coralinas, mediante la identificación y cuantificación de las especies en Perpetuo Socorro, Manta y Fondo de Ureles, Jaramijó en la provincia de Manabí, dada la importancia de los estudios que promueven la gestión para proteger estos ecosistemas. Por esta razón, se realizó este estudio cuantitativo en diciembre de 2022, y mediante buceo *SCUBA in situ* las especies de macroinvertebrados fueron analizados a través de *Shapiro*, prueba no paramétrica de *U* de *Mann-Whitney* y Diversidad Específica *Shannon*, Diversidad *Simpson*, Riqueza *Margalef*, Equitatividad *Pielou*; adicionalmente, se aplicó el índice de disimilitud y similitud entre ambas zonas. Los resultados registran un total de 314 organismos, pertenecientes a los grupos *Annelida*, *Bryozoa*, *Cnidaria*, *Porifera*, *Mollusca* y *Echinodermata*. La esponja *Aplysina sp.* domina con un 44,30% en Perpetuo Socorro y Fondo de Ureles. La composición de las especies y su abundancia relativa no difiere estadísticamente de forma significativa ($W= 366$; $p > 0.05$) entre ambas zonas. Los índices ecológicos demuestran mayor diversidad en Manta ($H=2,00$ bits; $J'=0,76$ bits/ind) que en Jaramijó ($H=1,35$ bits; $J'=0,53$ bits/ ind). El índice de disimilitud de Bray-Curtis y el índice de similitud de Jaccard indican que ambas zonas son similares. En los arrecifes rocosos coralinos de Fondo de Ureles y Perpetuo Socorro existe una baja diversidad, a pesar de que Perpetuo Socorro presenta una comunidad más diversa y equitativa, Fondo de Ureles tiene mayores valores de dominancia.

Palabras clave: diversidad, *Aplysina sp.*, macroinvertebrados, ecosistema, abundancia

Abstract

This quantitative research paper aimed to determine macroinvertebrate abundance and diversity associated to coral areas, by identifying species along *Perpetuo Socorro* in *Manta* and *Fondo de Ureles* in *Jaramijó*, *Manabí* Province, given the importance of studies that promote effective management of protected areas like these ones. Hence, this quantitative research study was carried out in December 2022, so that by means of *in situ* SCUBA diving macroinvertebrate species were assessed on Abundance (Shapiro test), the non-parametric Mann-Whitney U test and Specific Diversity (Shannon Index), Diversity (Simpson Index), Wealth (Margalef Index), and Equity (Pielou Index); also, similarity and dissimilarity indexes between both areas were calculated. The findings reveal a total of 314 organisms, and they correspond to the phyla *Annelida*, *Bryozoa*, *Cnidaria*, *Porifera*, *Mollusca* and *Echinodermata*. The values show that *Aplysina sp.* sea sponge dominates in abundance with an average of 44.30% between *Perpetuo Socorro* and *Fondo de Ureles*. Species composition and relative abundance findings do not differ statistically significantly ($W= 366$; $p > 0.05$) between both areas. Ecological indices show greater diversity in *Manta* ($H=2.00$ bits; $J'=0.76$ bits/ind) than in *Jaramijó* ($H=1.35$ bits; $J'=0.53$ bits/ind). The Bray-Curtis dissimilarity index and the Jaccard similarity index indicate that both areas are similar. In the rocky coral reefs of *Fondo de Ureles* and *Perpetuo Socorro* there is low diversity, although *Perpetuo Socorro* presents a more diverse and equitable community, *Fondo de Ureles* has higher dominance values.

Keywords: diversity, *Aplysina sp.*, macroinvertebrates, ecosystem, abundance

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	13
Metodología	15
Área de estudio	15
Obtención de datos.....	16
Identificación y Cuantificación de macroinvertebrados	17
Análisis estadísticos	17
Resultados	19
Composición específica y riqueza	19
Índices de diversidad específica.....	22
Similitud de la diversidad en Jaramijó y Manta.....	22
Discusión	23
Conclusión	26
Bibliografía	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Lista de especies de macroinvertebrados y la cantidad de individuos en los parches rocosos coralinos en Manta y Jaramijó.....	6
Tabla 2: Índices ecológicos de las especies en las zonas de Jaramijó (Fondo de Ureles) y Manta (Perpetuo Socorro).....	7
Tabla 3: Índices de disimilitud y similitud para Jaramijó (Fondo de Ureles) y Manta (Perpetuo Socorro).....	8

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Figura 1: Ubicación del arrecife rocoso-coralino “Fondo de Ureles”y “Perpetuo Socorro”...4	4
Figura 2: Cuadrante utilizado para la toma de datos de macroinvertebrados.....7	7
Figura 3: Valores promedios de la abundancia de las especies de macroinvertebrados presentes en Jaramijó y Manta.....11	11
Figura 4: Abundancia relativa de macroinvertebrados de Jaramijó (Fondo de Ureles)11	11
Figura 5: Abundancia relativa de macroinvertebrados de Manta (Perpetuo Socorro).....12	12

Introducción

Los arrecifes de coral son considerados uno de los ecosistemas más diversos a nivel mundial; alberga, a su vez, una variedad de organismos, funcionando como hogar, refugio, zonas de alimentación o reproducción. Entre los principales grupos que habitan en los arrecifes de coral se encuentran los octocorales, esponjas, equinodermos, bivalvos, peces, crustáceos y gasterópodos, que viven como organismos ecto o endosimbiontes (Alvarado y Vargas, 2012).

Uno de los roles destacados de los invertebrados es la transferencia de energía en la zona arrecifal, convirtiéndose en indicadores de los cambios o perturbaciones que afectan el acoplamiento bentónico-pelágico (Mercier et al., 2022).

En el Pacífico Tropical Oriental existen potenciales hábitats para la existencia de los arrecifes coralinos (Alvarado et al., 2011), y la fauna asociada puede verse perturbada por estrés, cambios ambientales y sobrepesca, lo que determina el número de especies que existen en estos ecosistemas (Ramírez et al., 2017).

Es así que, en las reservas marinas oceánicas de países de la región como Panamá, Costa Rica, Colombia, Ecuador y sus islas, se ha identificado una mayor diversidad y abundancia de macroinvertebrados y peces, a diferencia de las reservas marinas en las zonas continentales con una protección limitada, evidenciando la disminución de especies comerciales como langostas y peces. (Ramírez et al., 2017).

En la zona insular de Ecuador se presenta el mismo patrón de diversidad, congregando las Islas Galápagos la mayor cantidad de especies de macroinvertebrados y peces de los arrecifes coralinos, debido a su ubicación geográfica y contantes cambios ecológicos, así como por las corrientes marinas de Cromwell, Panamá, Humboldt y del Sur (Edgar et al., 2011).

Mientras que, en la costa continental ecuatoriana, atraviesan las corrientes de Humboldt y de El Niño, donde se presentan parches de corales duros en las provincias Manabí, Esmeraldas y Santa Elena, con una diversidad media/ alta de macro invertebrados y peces

(Ponce, 2017). En estas zonas del submareal continental, los arrecifes rocosos dan lugar a la formación de un ecosistema vivo y diverso (Figueroa et al., 2020).

El Parque Nacional Machalilla, Ecuador continental, alberga la mayor cantidad de parches de coral, el cual presenta invertebrados marinos. Así mismo en la provincia de Santa Elena, en la Reserva Marina El Pelado, se han identificado 64 especies de macroinvertebrados (Figueroa et al., 2020). Mientras que en Manta, Perpetuo Socorro, se han identificado 10 especies en los parches del arrecife coralino rocoso (Ponce, 2017).

En las cinco provincias costeras del Ecuador los principales grupos que se han registrado son equinodermos, cnidarios, esponjas, artrópodos y moluscos (Soler y Guerra, 2016), estos datos no mostraron cambios significativos con las otras zonas en el Pacífico Oriental Tropical del cual los crustáceos y moluscos eran las especies más abundantes (Cárdenas et al., 2020).

Los estudios de biodiversidad en los ecosistemas coralinos promueven la gestión para la protección de estas áreas, que en muchos casos son afectadas por la sobrepesca, afectando a especies de peces e invertebrados (Dumas et al., 2013). Estas áreas coralinas de conservación brindan oportunidades de resiliencia de las especies; el conjunto de beneficios también influye en la economía y seguridad alimentaria del lugar (Asner et al., 2020).

Debido a la falta de información de macroinvertebrados que existen en estas zonas, en especial en Jaramijó, donde no hay estudios previos, la presente investigación está dirigida a la determinación de la diversidad y abundancia de macroinvertebrados asociados a las áreas coralinas de Manta y Jaramijó, a través de la identificación de las especies de macroinvertebrados presentes y la estimación de la diversidad específica, abundancia y comparación de la composición de las especies.

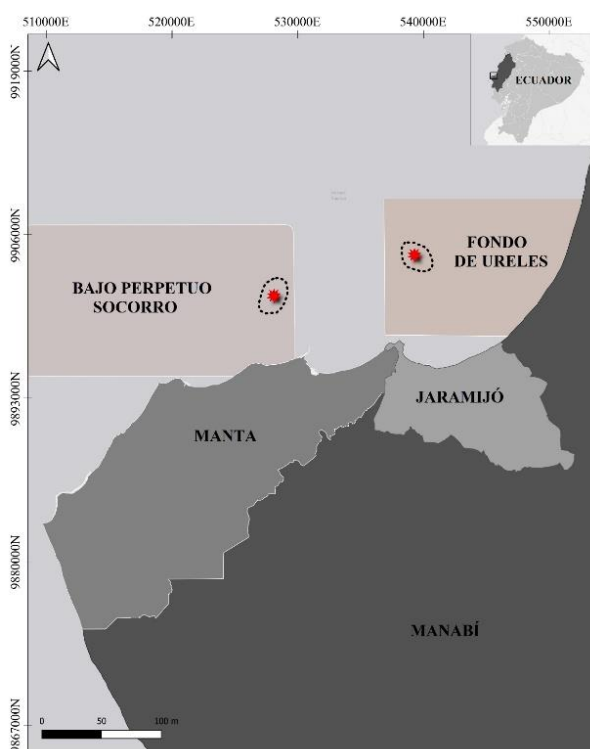
Metodología

Área de estudio

El estudio se realizó en los sitios de sitios Manta y Jaramijó, ubicados en la zona céntrica de Manabí, que poseen un sistema de aéreas coralinas rocosas (Palma, 2021).

Figura 1

Ubicación del arrecife rocoso-coralino “Fondo de Ureles” y “Perpetuo Socorro”



El sitio Bajo Perpetuo Socorro en Manta - ($00^{\circ}55'43.2''$ S – $80^{\circ}44'25.0''$ O), se caracterizó por tener una profundidad de 12 m, con mucha visibilidad hasta los 8 metros, una temperatura de 25°C , la salinidad de 32 ppm, el pH ligeramente alcalino (8,15), el oxígeno disuelto oscila en los 6,67 mg/l y un fondo rocoso plano en el cual habita una gran cantidad de especies de macroinvertebrados con importancia comercial como moluscos, crustáceos, entre otros (Alcívar, 2014). Este sitio se encuentra dentro de una zona muy cercada al puerto pesquero marítimo de la ciudad, con una de las principales flotas atuneras, zona hotelera y turística (INOCAR, 2011).

Mientras que Fondo de Ureles en Jaramijó ($00^{\circ}54'06.4''$ S – $80^{\circ}38'51.0''$ O), se caracterizó por tener una profundidad de 13 m, con la visibilidad hasta los 3,7 metros, una temperatura de 24°C , la salinidad de 31 ppm, el pH un poco ácido de 6,58, el oxígeno disuelto oscila en los 6,73 mg/l y con algunos parches coralinos, pero totalmente cubierto de macroalgas (Palma, 2021). Se considera una zona con vulnerabilidad debido a la energía con la que las olas entran, con gran oleaje y corrientes muy fuertes, además en Jaramijó se desarrolla una importante pesquería artesanal (Figueroa et al., 2020).

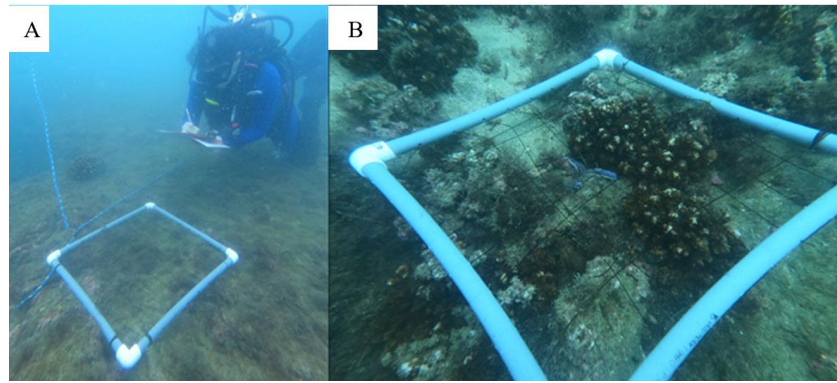
Obtención de datos

Los muestreos se realizaron en diciembre del 2022 mediante buceo SCUBA. Siguiendo la guía de Banks et al., (2017) se trazó un transecto de 50 m para ambos sitios muestreados (Perpetuo Socorro y Fondo de Ureles) a la misma profundidad, además, se usó una cuerda marcada cada 5 metros para el transecto y 10 cuadrantes de 25 cm^2 que fueron ubicados en el sustrato (fig 2).

Durante el muestreo se consideraron los individuos macroinvertebrados mayores a 2 cm según Banks et al., (2017) y pertenecientes a los Filos: *Annelida*, *Bryozoa*, *Cnidaria*, *Echinodermata*, *Mollusca* y *Porifera*, los cuales se los identificó *in situ*. Además, se hizo extracción de dos organismos no identificados bajo el agua y fueron llevamos al laboratorio de invertebrados de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí, Campus Bahía. Estas especies fueron identificadas con la tabla guía de Moluscos del INOCAR (Cruz, 2013), y a través de las imágenes del registro fotográfico del Islote El Pelado (Rosales, 2015).

Figura 2

Cuadrante utilizado para la toma de datos de macroinvertebrados. (A) método de muestreo y (B) posición del cuadrante para la toma de datos.



Identificación y Cuantificación de macroinvertebrados

Para la identificación *ex situ*, se utilizó guías de identificación (Cárdenas et al., 2018), y fotos referenciales de las especies de la costa ecuatoriana y del Pacífico Tropical Oriental (Gutiérrez et al., 2013).

Abundancia relativa

La abundancia relativa de cada especie se calculó a partir del cociente del número de individuos de la especie entre el total de individuos de todas las especies capturadas, representado en porcentaje. La abundancia absoluta se la promedio para ambas zonas, y se obtuvo la desviación estándar para determinar la dispersión de las especies.

Diversidad específica

Los índices de diversidad de Shannon-Weaver, Diversidad de Simpson, Riqueza de Margalef y Equitatividad de Pielou fueron estimados a través del paquete estadístico PAST 4.03.

Análisis estadísticos

Se sometieron los datos de abundancia a la prueba de Shapiro Wilk, determinando así que la distribución no era normal, una vez se determinó, se procedió a utilizar la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, para ver si difiere y hay para establecer diferencias significativas entre Fondo de Ureles y Perpetuo Socorro mediante el Programa estadístico Infostat.

Además, se calculó el índice de disimilitud de Bray Curtis y el índice de similitud de Jaccard con el objetivo de reconocer diferencias en la composición de especies entre las dos zonas, usando el programa PAST 4.03.

Resultados

Composición específica y riqueza

Se registraron un total de 314 organismos pertenecientes a 20 especies de macroinvertebrados en Jaramijó y Manta, que corresponden a los filos *Annelida* (1 especie), *Bryozoa* (2 especies), *Cnidaria* (2 especies), *Porifera* (2 especies), *Mollusca* (4 especies) y *Echinodermata* (9 especies); En el laboratorio se identificó a *Pteria sterna* y *Cucumaria flamma*. Para ambas zonas, el grupo con más especies fue *Echinodermata* (tabla 4). La especie *Aplysina sp* del phylum *Porifera* se encuentra dominando la mayor parte del área, mientras que las demás especies están dispersas, siendo la desviación estándar de 3,37 (figura 3).

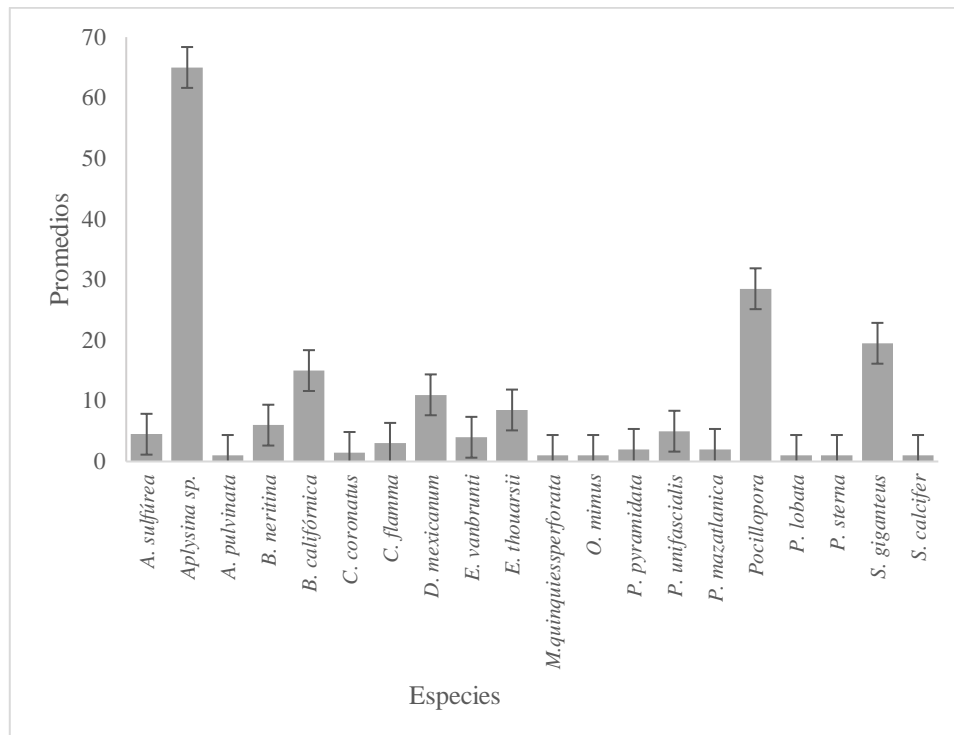
Tabla 1.

Lista de especies de macroinvertebrados y la cantidad de individuos en los parches rocosos coralinos en Manta y Jaramijó.

Filo	Clase	Especies	Zonas	
			Jaramijó	Manta
Annelida	Polychaeta	<i>Spirobranchus giganteus</i>	6	33
Bryozoa	Gymnolaemata	<i>Bugulina californica</i>	-	15
		<i>Bugula neritina</i>	-	6
Cnidaria	Anthozoa	<i>Porites lobata</i>	1	-
		<i>Pocillopora</i>	5	52
Echinodermata	Asteroidea	<i>Pharia pyramidata</i>	-	2
		<i>Phataria unifascialis</i>	3	7
		<i>Astropyga pulvinata</i>	1	-
	Echinoidea	<i>Centrostephanus coronatus</i>	2	1
		<i>Echinometra vanbrunti</i>	-	4
		<i>Eucidaris thouarsii</i>	7	10
		<i>Diadema mexicanum</i>	11	-
		<i>Mellita quinquessperforata</i>	-	1
		<i>Cucumaria flamma</i>	3	-
Mollusca	Bivalvia	<i>Pinctada mazatlanica</i>	-	2
		<i>Pteria sterna</i>	1	-
	Cephalopoda	<i>Spondylus calcifer</i>	-	1
		<i>Octopus mimus</i>	1	-
Porifera	Demospongiae	<i>Aplysilla sulfúrea</i>	4	5
		<i>Aplysina sp.</i>	93	37

Figura 3

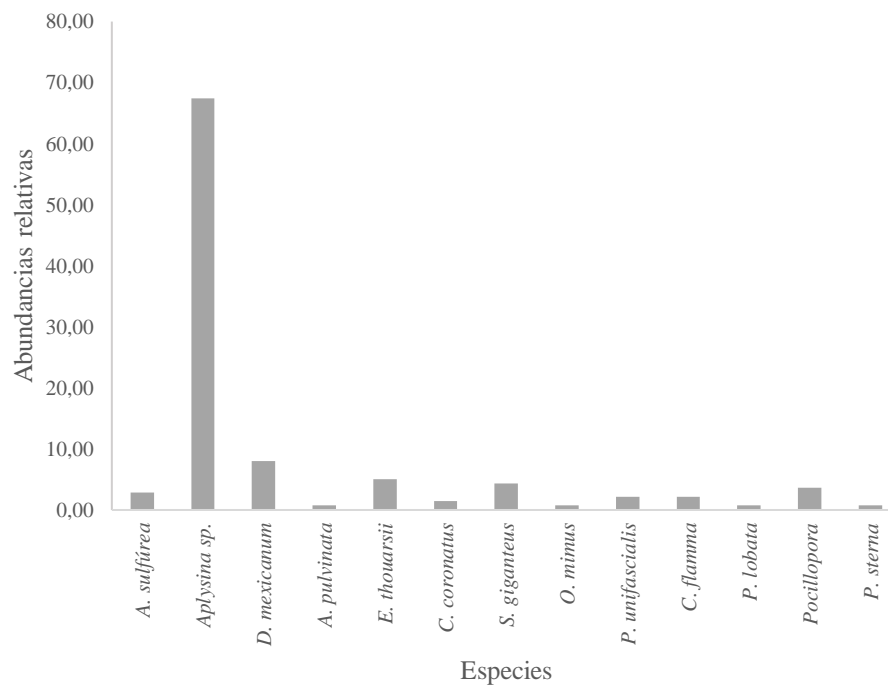
Valores promedios de la abundancia de las especies de macroinvertebrados presentes en Jaramijó y Manta.



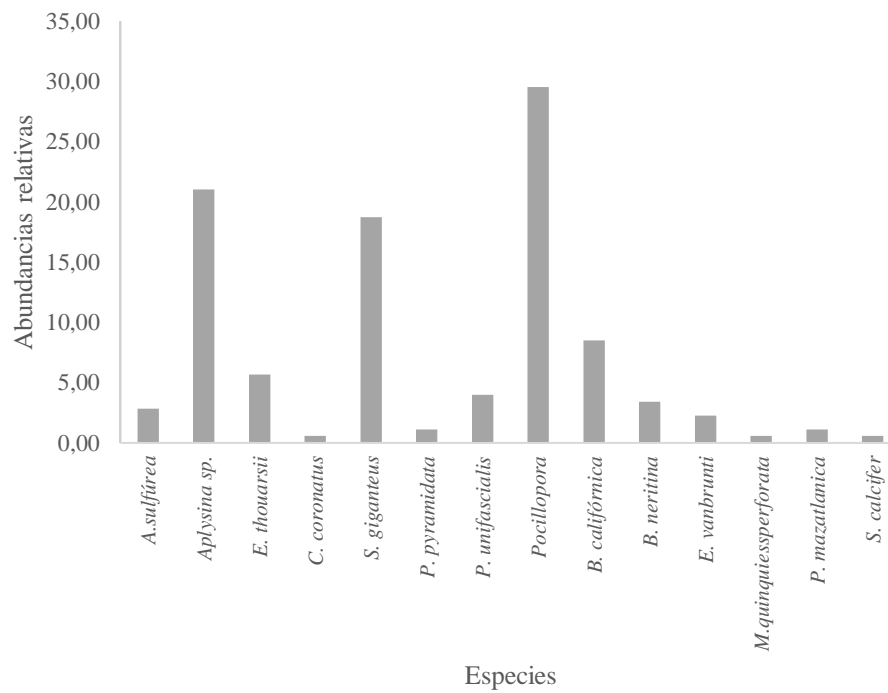
En Jaramijó, la abundancia relativa para la mayor parte de las especies no superó el 5%, a excepción de *Eucidaris thoursii* (5, 07%), *Diadema mexicanum* (7,97%) y *Aplysina sp* (67,39%) (figura 4). De igual forma se presentó en Manta, a excepción de *Bugulina californica* (8,52%), *Pocillopora* (29,55%), *Spirobranchus giganteus* (18,75%), *Eucidaris thoursii* (5,68%) y *Aplysina sp* (21,02%) (figura 5). Es así como, *Eucidaris thoursii* y *Aplysina sp.* se presentaron en ambas zonas con un porcentaje mayor al 5%. Sin embargo, en ambas zonas las especies y su abundancia relativa no difieren estadísticamente de forma significativa ($W= 366$; $p > 0.05$).

Figura 4

Abundancia relativa de macroinvertebrados de Jaramijó (Fondo de Ureles).

**Figura 5**

Abundancia relativa de macroinvertebrados de Manta (Perpetuo Socorro).



Índices de diversidad específica

Los valores obtenidos (Tabla 2) indican que en el índice de Shannon-Weaver presentó mayor diversidad en Manta con 2,00 bits, a diferencia de Jaramijó con solo 1,35 bits, aunque los valores muestran que ambas zonas tienen baja diversidad. El índice de Simpson indica que Manta con 0,82 bits tiene una menor dominancia de las especies, debido a que muestra mayor diversidad a diferencia de Jaramijó con 0,53 bits indicando mayor especies dominantes y menos diversas. La riqueza de Margalef nos indica que Jaramijó con 2,44 bits y Manta con 2,52 bits tienen riqueza muy similar. Mientras que el índice de Pielou indica que Manta con 0,76 bits/ind tiene mayor equitatividad a comparación de Jaramijó con 0,53 bits/ind.

Tabla 2

Índices ecológicos de las especies en las zonas de Jaramijó (Fondo de Ureles) y Manta (Perpetuo Socorro).

	Diversidad Shannon-Weaver	Diversidad Simpson	Riqueza Margalef	Equitatividad Pielou
Jaramijó	1,35	0,53	2,44	0,53
Manta	2,00	0,82	2,51	0,76

Similitud de la diversidad en Jaramijó y Manta

El cálculo del índice de disimilitud de Bray Curtis con 0,40 bits indica que las especies en Jaramijó y Manta son ligeramente similares, basándose en la diferencia de la abundancia y la composición de las especies. Mientras que, para el índice de similitud de Jaccard con 0,35 bits indica una similitud media, en base a la presencia o ausencias de especies presentes en Jaramijó y Manta.

Discusión

En las comunidades bentónicas, los macroinvertebrados tienen un rol destacado en el arrecife coralino y en la estructura trófica de este ecosistema, ya que cumplen con funciones de filtración, bioindicadores de las perturbaciones y reguladores ecológicos; por esta razón la identificación de las especies de macroinvertebrados es de gran importancia (Glynn et al., 2001).

La mayoría de estudios de la región relacionados con describir los atributos de las comunidades de áreas coralinas se centran en los países de Colombia, Costa Rica y México. En nuestro territorio, dichos estudios se concentran en las provincias de Galápagos, Santa Elena y Manabí.

Un estudio realizado en Isla Gorgona del Pacífico Colombiano reportaron total de 383 individuos, representados por los phylum *Annelida*, *Arthropoda*, *Cnidaria*, *Mollusca* y *Equinodermata* (Ayala, 2012); Mientras que, en el estudio de la Reserva Marina El Pelado (REMAPE), costa Ecuatoriana, se encontraron 64 especies de macroinvertebrados representados por los phylum *Annelida*, *Arthropoda*, *Cnidaria*, *Mollusca*, *Equinodermata*, *Porifera*, *Bryozoa* y *Urochardata*, siendo los del phylum *Equinodermata* lo más numerosos (Cárdenas et al., 2018). Los resultados obtenidos en el presente estudio en las áreas coralinas de Jaramijó y Manta, mostraron 314 organismos pertenecientes a 20 especies de macroinvertebrados, compartiendo los mismos grupos que se reportaron en REMAPE, a excepción del phylum *Urochardata*, y siendo el phylum *Porifera* como el más numeroso. Estos datos difieren al estudio de Ponce (2017) en Perpetuo Socorro donde se identificaron 10 especies de macroinvertebrados, en el cual, la mayoría era del phylum *Cnidaria* y los otros pertenecientes a los phylum *Mollusca*, *Equinodermata* y *Porifera*, mientras que en Jaramijó no existen estudios previos publicados con relación a la identificación de los macroinvertebrados bentónicos del ambiente submareal.

Otro aspecto importante de las áreas coralinas es la abundancia que tiene cada población. Es así como Menor (2005), reconoce las poblaciones de esponjas como las más funcionales y abundantes, debido a que están bien defendidas ante la depredación por algún cambio físico o químico. En especial las esponjas del género *Aplysina*, que son las más abundantes en el océano Pacífico y el resto de aguas subtropicales (Hentschel et al., 2001). Nuestros resultados coinciden con esta observación siendo *Aplysina sp.* la que se encuentra dominando toda el área muestreada.

Así mismo, las especies de erizos de mar fueron abundantes en este estudio, en especial *Eucidaris thouarsii* en Jaramijó y Manta (5,07 y 5,68%, respectivamente), también la especie *Diadema mexicanum* con 7,97% para Jaramijó, otras de las especies abundantes en nuestras zonas de estudio son el briozoo *Bugulina californica* y el anélido *Spirobranchus giganteus* para Manta. Los datos concuerdan con REMAPE indicando que son unas de las especies más abundantes en los arrecifes rocosos coralinos de la costa ecuatoriana (Cárdenas et al., 2018). La abundancia que presenta *D. mexicanum* se relaciona con su eficiencia para estar entre las cavidades de las rocas y soportar fuertes oleajes (Alvarado et al., 2015), como los que se presentan en Jaramijó; mientras que según Alcívar et al., (2015) *E. thouarsii* se adapta muy bien a los cambios, incluso en zonas deterioradas por actividades antropogénicas, en el cual Jaramijó y Manta tienen una influencia de la pesca artesanal en estos arrecifes rocosos coralinos y las grandes industrias, de forma particular para la zona de Manta (INOCAR, 2011). Así también *S. giganteus* se mantiene incrustado en los corales en aguas tropicales y son sensibles al fuerte oleaje (Baez, 2015), lo que explicaría la mayor abundancia en Manta. De la misma forma ocurre con *B. californica* que son sensibles al fuerte oleaje y están presente en los arrecifes de la costa ecuatoriana (Cárdenas et al., 2018).

En el presente estudio, de acuerdo con los índices de diversidad utilizados, Perpetuo Socorro fue más diverso que Fondo de Ureles y este último mostró dominancia de la especie

Aplysina sp. En la provincia de Santa Elena, en el área protegida de REMAPE, se ha evidenciado una alta diversidad, pero la especie *Aplysina sp.* no muestra dominancia en estas zonas, donde existe un mayor asentamiento de otras especies bentónicas (Cárdenas et al., 2018). En cuanto a la riqueza de las especies de áreas rocosas coralinas de este estudio, Perpetuo Socorro y Fondo de Ureles tiene similitud entre sus números. Aunque, las especies en Perpetuo Socorro, Manta se encuentran de forma más equitativa.

La comparación entre zonas cercanas, muestra datos similares ante la presencia o ausencia de otras especies, indicando que no existe mucha variabilidad entre sus datos (Pla, 2016; Quimí, 2019). Esto podría explicar que los resultados de este estudio muestran a Perpetuo Socorro similar a Fondo de Ureles, en cuanto a composición específica y abundancias relativas de macroinvertebrados bentónicos.

Las fluctuaciones mensuales en los parámetros ambientales, como la temperatura, salinidad y pH, influyen en la diversidad y abundancia de los organismos marinos (Cordero, 2016). Pero este no es el caso para la zona costera de Manta, debido a que Limón (2019) ha determinado que la diversidad de macroinvertebrados móviles y sésiles es muy similar en el transcurso de un año. Sin embargo, durante el muestreo de la presente investigación, la gran cobertura de macroalgas en Fondo de Ureles generó poca visibilidad y dificultades en el muestreo debido a sus fuertes corrientes y oleajes. La gran cantidad de algas pueden indicar el aumento de los nutrientes, si el exceso es progresivo, podría cambiar el funcionamiento del ecosistema y la relación con las especies presentes (Mateo & Mendoza, 2012). No obstante, el incremento de macroalgas en ciertas épocas del año es común en los ambientes bentónicos, siendo los sustratos rocosos coralinos uno de sus principales hábitats (Sanchez & Torres, 2021).

Conclusión

- Los arrecifes rocosos coralinos de Perpetuo Socorro y Fondo de Ureles existe una baja diversidad de especies de macroinvertebrados según los índices ecológicos.
- La diversidad y equitatividad de las especies fue mayor en Perpetuo Socorro, presentando una comunidad más equitativa según los índices de Shannon y Pielou, con valores más altos en comparación a los de Fondo de Ureles. Mientras que los valores de dominancia fueron mayores en Fondo de Ureles según índice de Simpson y menor en Perpetuo Socorro, Finalmente la riqueza de especies fue muy similar entre las dos zonas.
- Se determinó que en los arrecifes coralinos de Perpetuo Socorro y Fondo de Ureles, la composición de las especies de macroinvertebrados es semejante según el índice de Bray Curtis y Jaccard, indicando que ambos sitios tienen especies similares ya que no hay una variabilidad debida, posiblemente, a su cercanía (10.72 Km de distancia aprox.).

Bibliografía

- Alcívar, G. F. L., Marcillo, G. C., Mero, S. Y. M., & Sánchez, L. R. V. (2021). Efectos de la contaminación provocada por la industria atunera en el sector los esteros de la ciudad de Manta. UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria. ISSN 2602-8166, 5(2), 79-92. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v4.n3.2020.260>
- Alcívar-Mendoza, L. (2014). LAS MACROALGAS COMO INDICADORES DE SALUD EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS. ISSN 1390-793X, 3, 38. <https://www.ulead.edu.ec/wp-content/uploads/2014/05/hippocampusOptimizado.pdf#page=46>
- Alvarado, J. J., Ayala, A., del Castillo-Cárdenas, P., Fernández, C., Aguirre-Rubí, J., Buitrago, F., & Reyes-Bonilla, H. (2011). Coral communities of San Juan del Sur, Pacific Nicaragua. *Bulletin of Marine Science*, 87(1), 129-146. <https://doi.org/10.5343/bms.2010.1058>
- Alvarado, J. J., & Vargas-Castillo, R. (2012). Invertebrados asociados al coral constructor de arrecifes *Pocillopora damicornis* en Playa Blanca, Bahía Culebra, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 60, 77-92. <https://doi.org/10.15517/rbt.v60i2.19965>
- Asner, G. P., Vaughn, N. R., Heckler, J., Knapp, D. E., Balzotti, C., Shafron, E., ... & Gove, J. M. (2020). Mapeo a gran escala de corales vivos para guiar la conservación de los arrecifes. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias*, 117(52), 33711-33718. <https://doi.org/10.1073/pnas.2017628117>
- Ayala Giraldo, J. S. (2012). Composición y estructura de las formaciones coralinas de la camaronera y la ventana, Isla Gorgona, Pacífico colombiano. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/23389>
- Banks, S., Acuña, D., Calderón, R., Delgado, J., Edgar, G., Garske-García, L., ... & Wakefield, E. (2017). *Manual de monitoreo submareal*. Imprenta Rimana
- Baez Espinosa, A. S. (2015). Diversidad de macro invertebrados asociados a los actocolares en el islote "el Pelado" Bajo la pared" Ayangue-Ecuador (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2015.). <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2176>

- Cárdenas-Calle, M., Mora, E., Torres, G., Pérez-Correa, J., Bigatti, G., Signorelli, J., & Coronel, J. (2020). Marine invertebrate and seaweed biodiversity of continental coastal Ecuador. *Biodiversity Data Journal*, 8. doi: 10.3897/BDJ.8.e53818
- Cárdenas-Calle, M., Triviño, M., Ginatta, G., & Velásquez, M. (2018). Comunidades bentónicas presentes en sitios de buceo en la reserva marina El Pelado. *INVESTIGATIO*, (11), 67-88. <https://revistas.uees.edu.ec/index.php/IRR/article/view/199>
- Cárdenas-Calle, M., Triviño, M., Rubira, K., & Troccoli, L. (2018). Variación espacial de la diversidad del macrobentos en la Reserva Marina El Pelado. *Revista lasallista de investigación*, 15(2), 390-404. DOI: 10.22507/rli.v15n2a30
- Cruz, M. (2013). Especies de moluscos submareales e intermareales y macrofauna bentónica de la Bahía de Manta, Ecuador. Especies de moluscos submareales e intermareales y macrofauna bentónica de la Bahía de Manta, Ecuador (aquadocs.org)
- Dumas, P., Jimenez, H., Peignon, C., Wantiez, L., & Adjeroud, M. (2013). Small-scale habitat structure modulates the effects of no-take marine reserves for coral reef macroinvertebrates. *PLoS One*, 8(3), e58998. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0058998>
- Edgar, G. J., Banks, S. A., Bessudo, S., Cortés, J., Guzmán, H. M., Henderson, S., ... & Zapata, F. A. (2011). Variación en las comunidades de peces e invertebrados de arrecife con nivel de protección contra la pesca en todo el paisaje marino del Pacífico Tropical Oriental. *Ecología Global y Biogeografía*, 20(5), 730-743. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00642.x>
- Figuerola-Pico, J., Tortosa, F. S., & Carpio, A. J. (2020). Coral fracture by derelict fishing gear affects the sustainability of the marginal reefs of Ecuador. *Coral Reefs*, 39(3), 819-827. <https://doi.org/10.1007/s00338-020-01926-6>
- Glynn, P. W., Maté, J. L., Baker, A. C., & Calderón, M. O. (2001). Coral bleaching and mortality in Panama and Ecuador during the 1997–1998 El Niño–Southern Oscillation event: spatial/temporal patterns and comparisons with the 1982–1983 event. *Bulletin of Marine Science*, 69(1), 79-109.
- Gutiérrez-Fonseca, P. E., Ramírez, A., Umaña, G., & Springer, M. (2013). Macroinvertebrados dulceacuícolas de la Isla del Coco, Costa Rica: especies y comparación con otras islas del Pacífico

- Tropical Oriental. Revista de Biología Tropical, 61(2), 657-668.
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442013000300014
- Hentschel, U., Schmid, M., Wagner, M., Fieseler, L., Gernert, C. y Hacker, J. (2001). Aislamiento y análisis filogenético de bacterias con actividades antimicrobianas de las esponjas mediterráneas *Aplysina aerophoba* y *Aplysina cavernicola*. FEMS Microbiología Ecología, 35(3), 305-312.
<https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2001.tb00816.x>
- Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador INOCAR. 2011. Derrotero de la costa continental e insular del Ecuador. 4ta Edición, Guayaquil. 209 pp
- Lesser, M. P. (2006). Benthic–pelagic coupling on coral reefs: feeding and growth of Caribbean sponges. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 328(2), 277-288.
<https://doi.org/10.1016/j.jembe.2005.07.010>
- Limón Tigrero, L. L. (2019). Distribución y abundancia de macroinvertebrados marinos en la zona intermareal rocosa de la playa La Caleta y Chuyuipe (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019.). <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4812>
- Mateo-Cid, L. E., & Mendoza-González, A. C. (2012). Algas marinas bentónicas de la costa noroccidental de Guerrero, México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 83(4), 905-928.
<https://doi.org/10.7550/rmb.28104>
- Mercier, L., Estrada, R. V., & Hernández, L. (2022). Beta-diversidad de macroinvertebrados asociados a los corales *Pocillopora* a lo largo de la costa del Pacífico mexicano. Estudios Regionales en Ciencias marinas, 53, 102387. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2022.102387>
- Palma Sánchez, M. Á. (2021). Evaluación y estado de conservación del grado de resiliencia de los arrecifes coralinos marginales de Ecuador [Máster gestión ambiental y biodiversidad]. Universidad de Córdoba. Repositorio de: <https://digital.csic.es/handle/10261/264898>
- Pico-Lozano, E., & Mendoza-Intriago, M. (2020). Evaluación de la calidad del agua de mar en la desembocadura del río Manta y sus efectos en la supervivencia de larvas de camarón blanco (*Litopenaeus Vannamei*). Revista de Ciencias del Mar y Acuicultura YAKU. ISSN: 2600-5824., 3(6), 13-20. <https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/yaku/article/view/9>

- Ponce, B. E. (2017). Caracterización de arrecifes rocosos de la costa del Pacífico de Ecuador usando la metodología Reef Check [Tesis de grado]. Repositorio de: <http://hdl.handle.net/11036/5975>
- Pozo-Rivera, W. E., Arce-Carriel, M. R., Berovides-Álvarez, V., & Ricardo-Nápoles, N. (2020). Diferencias estacionales a nivel de comunidad, gremio trófico y ensamblaje de la diversidad de murciélagos en un paisaje agrícola ecuatoriano: Seasonal differences in community-, trophic guild- and assemblage-level of bats diversity in an Ecuadorian agricultural landscape. *Mammalia aequatorialis*, 2, 65-74. <https://mamiferosdeecuador.com/mammalia-aequatorialis/index.php/boletin/article/view/16>
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008
- Quimí Pozo, J. J. (2019). Distribución de las comunidades de macroinvertebrados marinos en la zona intermareal rocosa de Capaes y Punta Blanca, provincia de Santa Elena [Bachelor's thesis], La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019.). <http://repositorio.upse.edu.ec:8080/jspui/handle/46000/4815>
- Ramírez-Ortiz, G., Calderon-Aguilera, L. E., Reyes-Bonilla, H., Ayala-Bocos, A., Hernández, L., Fernández Rivera-Melo, F., ... & Dominici-Arosamena, A. (2017). Functional diversity of fish and invertebrates in coral and rocky reefs of the Eastern Tropical Pacific. *Marine Ecology*, 38(4), e12447. <https://doi.org/10.1111/maec.12447>
- Rosales Malavé, M. A. (2015). Biodiversidad en los equinodermos en los bajos del Islote El Pelado de la Remape (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2015.). Repositorio Universidad Estatal Península de Santa Elena: Biodiversidad en los equinodermos en los bajos del Islote El Pelado de la Remape (upse.edu.ec)
- Salas-Moya, C., Vargas-Castillo, R., Alvarado, J.J. (2021) Decapod crustaceans associated with macroinvertebrates in Pacific Costa Rica. *Mar Biodivers Rec* 14, 6. <https://doi.org/10.1186/s41200-020-00199-w>
- Salinas-de-León, P., Martí-Puig, P., Buglass, S., Arnés-Urgellés, C., Rastoin-Laplaine, E., Creemers, M., ... & Marsh, L. (2020). Caracterización de la megafauna de invertebrados bentónicos de aguas

profundas de las Islas Galápagos. *Informes científicos*, 10(1), 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70744-1>

Sánchez, C., & Torres, G. (2021). Variación espacio-temporal en la composición de macroalgas en la zona intermareal rocosa en Salango, provincia de Manabí, Ecuador. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 15(1).

Shimokawa, S., Murakami, T., Ukai, A., Kohno, H., Mizutani, A., & Nakase, K. (2014). Relationship between coral distributions and physical variables in A mitori B ay, I riomote I sland, J apan. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 119(12), 8336-8356. <https://doi.org/10.1002/2014JC010307>

Soler-Hurtado, M. M., & Guerra-García, J. M. (2016). The caprellid *Aciconula acanthosoma* (Crustacea: Amphipoda) associated with gorgonians from Ecuador, eastern Pacific. *Pacific Science*, 70(1), 73-82. <https://doi.org/10.2984/70.1.6>

Zambrano, J. P. U., Macías, I. W. B., Urdánigo, E. J. V., & Mero, G. J. Z. (2021). Pesca fantasma y su impacto en los ecosistemas marinos de San Mateo, Jaramijó y Crucita. *Ingeniería e Innovación*, 9(2). <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/view/2424>