



**Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
SEDE MANABÍ  
CARRERA DE BIOLOGÍA MARINA

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

RELACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS Y FÍSICAS  
DEL AGUA CON LA RIQUEZA Y ABUNDANCIA RELATIVA DE  
OCTOCORALES (ALCYONACEA: HOLAXONIA) AL NORTE DE MANABÍ

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

MANEJO SOSTENIBLE DE RECURSOS NATURALES

**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS MARINOS

**PREVIO AL TÍTULO DE  
BIÓLOGA MARINA**

**AUTORA**

STEFFANY CAROLINA SOLÓRZANO VILLAVICENCIO

**TUTORA**

EVELYN VIRGINIA ARIAS CEDEÑO M.C.

BAHÍA DE CARÁQUEZ, ABRIL 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 la Normativa del Trabajo de Integración Curricular; en consecuencia, es apto para su presentación y sustentación.

---

Evelyn Arias Cedeño. M.Sc.

Tutor del trabajo de integración curricular

C.I.: 0926578675

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador aprueba el presente trabajo de integración curricular en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí.

---

Gabriel Modesto Durán Cobo

Primer lector

---

Francisco Hernán Pozo Miranda

Segundo lector

---

Evelyn Virginia Arias Cedeño

Tercer lector

Bahía de Caráquez, abril de 2023

**DERECHOS DE ORIGINALIDAD**

Éste 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 sustento que ha sido debidamente citada en mi trabajo. Este trabajo es de total responsabilidad del autor, quien declara bajo juramento que ninguna sección de esta tesis infringe los derechos de autor de nadie.

---

Steffany Carolina Solórzano Villavicencio

CI: 1316548104

Teléfono: 0983161401

Email: [ssolorzano8104@pucesm.edu.ec](mailto:ssolorzano8104@pucesm.edu.ec)

Bahía de Caráquez

## **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.

---

Steffany Carolina Solórzano Villavicencio

C.I. 1316548104

## DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A mi madre Yéssica Villavicencio y a mis padres Elias Basurto y Julio Solórzano quienes con su amor, confianza, paciencia y esfuerzo me han permitido alcanzar una meta más, por darme la fuerza suficiente para no rendirme ante ningún obstáculo.

A mis abuelos maternos por siempre estar presente durante toda mi carrera. A mi tío Víctor Alfonso Villavicencio por acompañarme a mis prácticas de buceo, y en general, a toda mi familia por esas palabras de aliento la cual han hecho de mí una mejor persona.

Finalmente quiero dedicar esta investigación a mis ángeles protectores que de una u otra forma han estado a mi lado guiándome.

## AGRADECIMIENTO

Primeramente quiero darle Gracias a Dios por permitirme alcanzar un sueño más de mi lista, a mi madre por su apoyo incondicional y por su confianza en mí, confianza que ha ayudado a darme las fuerzas necesarias para nunca rendirme.

Agradezco a mi tutora de tesis Evelyn Arias M.C., por sus conocimientos y orientaciones brindados en el transcurso de la investigación.

Agradezco al Divemaster Mauricio González por acompañarme a cada una de las inmersiones y ser mi guía para realizar con eficiencia los muestreos pertinentes a la investigación.

Agradezco a los dueños de cada una de las embarcaciones: Jimmy Intriago, Jonathan García, Cesar Gilces, por ser los guías a cada una de las zonas de muestreo.

Agradezco también a todos los implicados que hicieron posible la culminación del presente trabajo.

Por último, agradezco a todos los involucrados en mi formación académica.

## Tabla de contenido

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>15</b>
Área de estudio .....	15
Obtención de datos .....	17
Riqueza y abundancias relativas de los corales <i>Alcyonáceos</i> .....	17
Determinación de las variables físico-químicas del agua .....	18
Determinación de las variables hidroquímicas del agua .....	18
Variación espacial de la riqueza y abundancia de los corales <i>Alcyonáceos</i> en relación de las características físicas e hidroquímicas del agua .....	19
Relación de las características físicas e hidroquímicas del agua con los octocorales <i>Alcyonáceos</i> .....	19
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>20</b>
Composición de especies.....	20
<i>Leptogorgia alba</i> .....	20
<i>Muricea fruticosa</i> .....	22
<i>Muricea crassa</i> .....	25
<i>Muricea purpurea</i> .....	27
<i>Muricea squarrosa</i> .....	30
<i>Muricea plantaginea</i> .....	32
<i>Heterogorgia hickmani</i> .....	34
Variación espacial de la riqueza y abundancias relativas de los corales <i>Alcyonáceos</i> .....	35
Variación espacial de las características físico-químicas e hidroquímicas del agua .....	37
Relación de la riqueza y abundancia de los corales <i>Alcyonáceos</i> con relación a las características físicas e hidroquímicas del agua.....	39
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>42</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>44</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>45</b>
<b>LITERATURA CITADA .....</b>	<b>46</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Tipo, tamaño y frecuencia de las escleritas presentes en la especie <i>Leptogorgia alba</i> .....	22
Tabla 2. Tipo, tamaño y frecuencia de las escleritas presentes en la especie <i>Muricea fruticosa</i> ....	24
Tabla 3. Tipo, tamaño y frecuencia de las escleritas presentes en la especie <i>Muricea crassa</i> .....	27
Tabla 4. Tipo, tamaño y frecuencia de las escleritas presentes en la especie <i>Muricea purpurea</i> .....	29
Tabla 5. Tipo, tamaño y frecuencia de las escleritas presentes en la especie <i>Muricea squarrosa</i> .....	31
Tabla 6. Tipo, tamaño y frecuencia de las escleritas presentes en la especie <i>Muricea plantaginea</i> .....	33
Tabla 7. Valores promedio ( $\bar{X}$ D.E) de la riqueza de especies en los sitios muestreados.....	35
Tabla 8. Prueba de normalidad y Kruskal Wallis de la abundancia de los octocorales.....	36
Tabla 9. Promedio y desviación estándar de las variables físico-químicas en los sitios de muestro.....	38
Tabla 10. Estadístico de las variables hidroquímicas del agua de los distintos puntos de muestreo.....	39
Tabla 11. Correlación de Spearman entre las variables físico-químicas e hidroquímicas del agua y la riqueza y abundancia.....	40

## Índice de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de las zonas de muestreo .....	16
Figura 2. Batimetría de la zona marítima de Bahía de Caráquez. Cartas náuticas (Tomado de Andino, 2014).....	16
Figura 3. <i>Leptogorgia alba</i> . <b>A</b> , colonia conservada en seco; <b>B</b> , detalles de las radimificaciones en el esteroscopio; <b>C</b> , microfotografía de las escletitas.....	20
Figura 4. <i>Muricea fruticosa</i> . <b>A</b> , colonia conservada en seco; <b>B</b> , detalles de las radimificaciones en el esteroscopio; <b>C</b> , microfotografía de las escletitas.....	23
Figura 5. <i>Muricea crassa</i> . <b>A</b> , colonia conservada en seco; <b>B</b> , detalles de las radimificaciones en el esteroscopio; <b>C</b> , microfotografía de las escletitas.....	25
Figura 6. <i>Muricea purpurea</i> . <b>A</b> , colonia conservada en seco; <b>B</b> , detalles de las radimificaciones en el esteroscopio; <b>C</b> , microfotografía de las escletitas.....	28
Figura 7. <i>Muricea squarrosa</i> . <b>A</b> , colonia conservada en seco; <b>B</b> , detalles de las radimificaciones en el esteroscopio; <b>C</b> , microfotografía de las escletitas.....	30
Figura 8. <i>Muricea plantaginea</i> . <b>A</b> , colonia conservada en seco; <b>B</b> , detalles de las radimificaciones en el esteroscopio; <b>C</b> , microfotografía de las escletitas.....	32
Figura 9. Fotografía submarina. <i>Heterogorgia hickmani</i> . Colonia in situ.....	34
Figura 10. Abundancias relativas de los octocorales alcyonaceos en los tres sitios de muestre.....	36
Figura 11. Abundancia de las especies de octocorales en CPD: Cabo Pasado, BMS: Bajos Santa Martha y PCY: Puerto Cabuyal.....	37

Figura 12. Análisis de componentes principales entre las características hidroquímicas y físicas del agua con las especies de mayor abundancia (Ab) en los tres sitios de muestro.

.....41

### **Anexo**

Anexo 1. Muestreo en el sitio Puerto Cabuyal. ....45

Anexo 2. Análisis de componentes principales para la selección de especies de mayor abundancia.....45

## Resumen

Esta investigación cuantitativa estableció la relación de las variables físico-químicas e hidroquímicas del agua con la riqueza y abundancia de los corales *Alcyonacea* en la zona norte de Manabí, ya que pese a ser miembros integrales del ecosistema de los arrecifes, la estructura de sus comunidades se ve afectada por altas cargas de nutrientes y temperaturas. Para ello, este estudio correlacional, experimental, documental de campo, se desarrolló entre septiembre y octubre de 2022 en los sitios Puerto Cabuyal, Cabo Pasado y Bajo Santa Martha, tomando muestras mediante buceo autónomo para cuantificar la riqueza y abundancia relativas de los corales *Alcyonaceos*; determinar cuatro parámetros físico-químicos y cuatro hidroquímicos del agua; y analizar la variación espacial de su riqueza y abundancia. Los resultados identifican 67 colonias y 7 especies pertenecientes a las familias *Gorgoniidae*, *Paramuriceidae* y *Plexauridae*; además, reportan un amplio dominio de la especie *Muricea fruticosa* con un 37,3%. Los valores de pH son muy similares entre 5,38 mg/l-6,60 mg/l en los sitios muestreados, y la distribución espacial de riqueza y abundancia registra la mayor cantidad de colonias en Puerto Cabuyal, presentando la mayor concentración de nitrato (10,46 mg/l), salinidad (33 g/l) y menor valor de nitrito. La mayor riqueza se muestra en los Bajos Santa Martha, con la mayor concentración de amonio (2,11 mg/l) y menor valor de nitrito. Las especies *M. plantaginea*, *L. alba* y *M. fruticosa* muestran una relación significativa con las variables físico-químicas e hidroquímicas del agua, siendo las más resistentes a los cambios ambientales.

*Palabras clave:* corales *Alcyonaceos*, características hidroquímicas, componentes principales, abundancia relativa

### Abstract

This quantitative research study determined the relationship between water physicochemical and hydrochemical variables with richness and abundance of *Alcyonacea* soft corals in the northern area of the Province of *Manabí*, because despite being important members of reef ecosystems, the structure of their communities is affected by high nutrient loads and temperatures.

Consequently, this correlational, experimental, documentary and field research study was conducted from September through October 2022 at *Puerto Cabuyal*, *Cabo Pasado* and *Bajo Santa Martha* places, taking some samples through autonomous diving to quantify the relative richness and abundance of *Alcyonacea* soft corals; determine four physicochemical and four hydrochemical parameters of water; and analyze spatial variation of *Alcyonacea* soft corals' richness and abundance. The findings identify 67 colonies and 7 species belonging to the families *Gorgoniidae*, *Paramuriceidae* and *Plexauridae*; they also reveal a dominance of *Muricea fruticosa* with 37,3%. The pH values are pretty similar between 5.38 mg/l-6.60 mg/l in the three places where the samples were taken, while spatial variation of *Alcyonacea* soft corals' richness and abundance has the highest number of colonies in *Puerto Cabuyal*, with the highest concentrations of nitrate (10.46 mg/l) and salinity (33 g/l), and the lowest nitrite value. The highest richness is seen in *Bajo Santa Martha*, with the highest ammonium concentration (2.11 mg/l), and the lowest nitrite value. *M. plantaginea*, *L. alba* and *M. fruticosa* species have a significant relationship with water physicochemical and hydrochemical variables, and they can best withstand climate change.

*Keywords:* *Alcyonacea* soft corals, hydrochemical characteristics, main components, relative abundance

## Introducción

Los octocorales o corales blandos que pertenecen a la subclase *Octocorallia* del orden *Alcyonacea* son un componente principal de la fauna bentónica, ya que son miembros integrales del ecosistema de los arrecifes y funcionan como sustrato de una diversidad de invertebrados (Baez A, 2015); se encuentran en zonas neríticas entre los 0 y 50 m de profundidad y su distribución se extiende en las zonas tropicales (Díaz et al., 2000).

A pesar de estar distribuidos usualmente en todos los ecosistemas marinos y ocupar exitosamente grandes rangos de hábitat, los octocorales presentan preferencias específicas y tienden a agruparse bajo ciertas condiciones ambientales. Entre los factores que afectan a su desarrollo destacan la salinidad baja, la desecación, la fuerte sedimentación, la temperatura, la luminosidad, una baja oxigenación y la profundidad del agua y valores altos de nutrientes como amonio, nitrato, nitrito, entre otros (Chacón-Gómez, 2005).

Según Rey-Villiers y Sánchez (2018), a mayor concentración de nutrientes, entre ellos nitrito, nitrato, fosfato, disminuye la abundancia, cobertura, diversidad y riqueza de especies, además de ocasionar cambios fisiológicos en los corales blandos. Estos resultados coinciden con otras investigaciones realizadas en octocorales (Yeung *et al.*, 2014), en donde señalan que las cargas de sedimentos y nutrientes afectan la distribución de los octocorales de las aguas de Hong Kong. Cabe destacar que una alta carga de nutrientes se asocia con ecosistemas contaminados, debido a los asentamientos humanos cercanos (Sarmiento A, 2010).

Los octocorales toleran los cambios frecuentes del entorno debido a su forma de vida sésil, por lo que han sido considerados como bioindicadores de ambientes inestables (Herrera-Moreno, 1991), tal es el caso de los géneros *Gorgonia*, *Eugorgia*, *Muricea* y *Leptogorgia* que son resistentes a la contaminación y a ambientes altamente inestables (Espinosa & Triana López, 2017).

Actualmente una gran parte de los ecosistemas marinos del Pacífico Sur se encuentran impactados por la contaminación (Gómez & Tambutti, 2022). En la costa continental del Ecuador, el estuario del río Chone es un ambiente degradado debido a la sobrepoblación y el mal uso de desechos (Delgado Mera, 2015). Una parte de este estuario pertenece a la nueva Reserva Marina Puerto Cabuyal Punta San Clemente (RMPCPSC; MAEE, 2021), por ello, conocer el estado del entorno a través de las características del agua, así como la resistencia de especies sésiles, como los octocorales, corresponde a la información base que se requiere para el manejo de la Reserva. En este sentido, el presente trabajo tuvo como objetivo establecer la relación de las variables físico-químicas e hidroquímicas del agua con la riqueza y abundancia de los corales del orden Alcyonacea en tres sitios de la RMPCPSC.

## Metodología

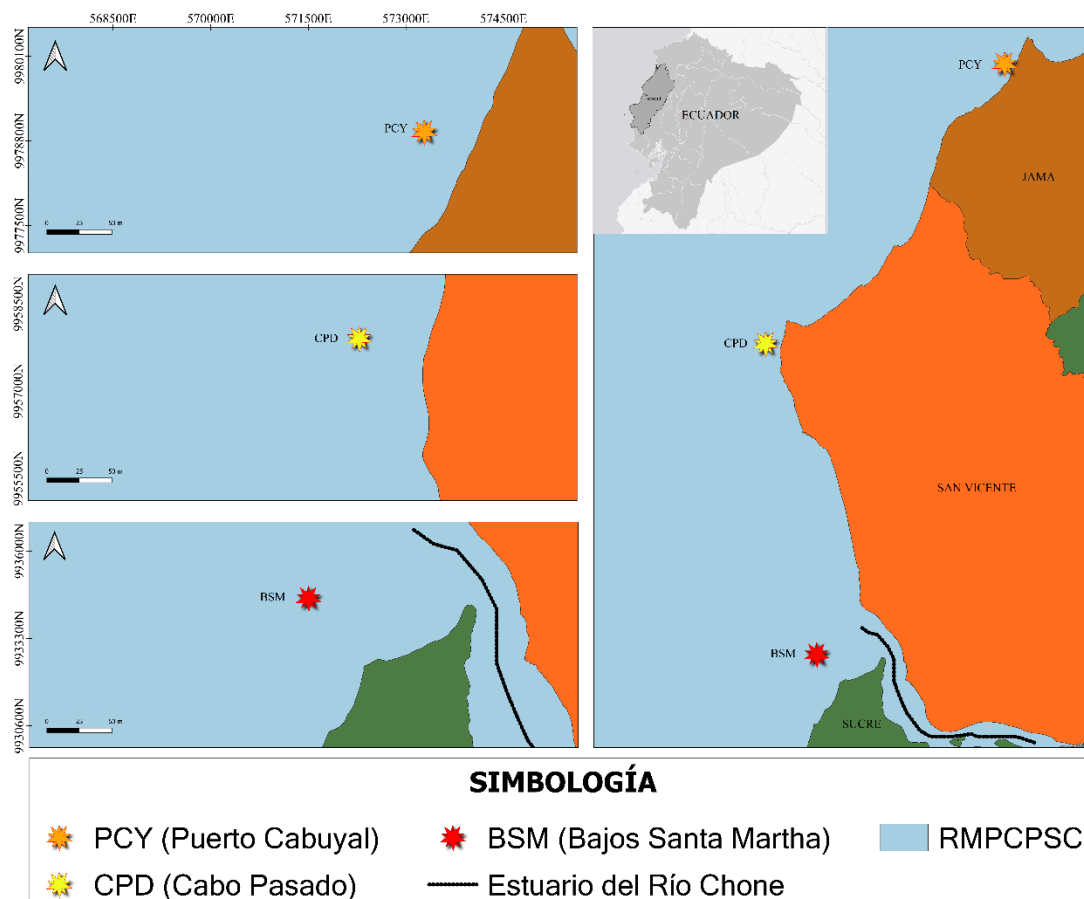
### Área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en los sitios (Puerto Cabuyal, 00°20'39.9" Lat. S y 80°27'16.1" Long. O; Cabo Pasado 0°25'6.10" Lat. S y 80°30'21.89" Long. E y Bajo Santa Martha, 00°35'05.5" Lat. S y 80°27'26.3" Long. O; figura 1) en los cantones Jama, San Vicente y Sucre, respectivamente. Los sitios escogidos pertenecen a la RMPCPSC, ubicada desde Punta Ballena en el cantón Jama hasta Punta San Clemente en el cantón Sucre, atravesando también el cantón San Vicente. Esta área protegida tiene una extensión de 130.427 hectáreas. La Reserva Marina comprende una diversidad de ecosistemas, incluyendo formaciones coralinas, bajos rocosos y playas de anidación de tortugas marinas (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica., 2021).

Una formación coralina se encuentra ubicada en los Bajos de Santa Martha frente a la ciudad de Bahía de Caráquez, constituido por lugares rocosos, arenosos y grandes placas de piedra que se extienden varios metros. De acuerdo con el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR, 2005), el BSM presenta una milla de conformaciones rocosas (figura 2) con varios parches de corales extendidos en la zona; y, a su vez, está denominado como sitio arqueológico (Proaño, 2011).

**Figura 1.**

Ubicación geográfica de las zonas de muestreo.



**Figura 2.**

Batimetría de la zona marítima de Bahía de Caráquez. Cartas náuticas (tomado de Andino, 2014)



## **Obtención de datos**

Los muestreos fueron realizados entre los meses de septiembre y octubre de 2022, a través de buceo SCUBA. Siguiendo la metodología de Cabrales (2014) se realizó una inmersión en cada zona, tres en total, a una profundidad entre 5 y 12 m. Con la finalidad de muestrear las colonias de los octocorales se empleó un transecto de 50 m con cuadrantes de 0,25 m<sup>2</sup>; en cada sitio se establecieron 10 cuadrantes paralelos al borde de la plataforma espaciados con un intervalo de 5 m, para lograr una mayor representatividad del área muestreada (Banks et al., 2017).

Se extrajeron submuestras de las colonias de octocoral a partir de un pequeño fragmento de una rama y se lo colocó en una bolsa de plástico hermética numerada de acuerdo con el cuadrante al que pertenecía, con la finalidad de describir los escleritos microscópicos en el Laboratorio. Únicamente la especie *Heterogorgia hickmani* fue identificada in situ, por lo que no se procedió al análisis microscópico.

Por último, en los tres sitios de muestreo se tomaron los parámetros físico-químicos del agua: temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto. Además, se tomaron muestras de agua para posteriormente determinar la concentración de nutrientes disueltos: nitrito, nitrato, fosfato y amonio en el laboratorio Microbiología de la Universidad

## **Riqueza y abundancias relativas de los corales *Alcyonáceos***

Para la identificación taxonómica, procurando llegar a nivel de especie, se emplearon folletos, fotografías y guías de identificación, principalmente Breedy y Guzman (2007; 2015; 2016) y Soler María *et al.*, (2016), que incluían ilustraciones y una breve descripción de las especies más comunes del Pacífico Sur Central. Además, se describieron las escleritas de los corales blandos de acuerdo con los tipos, formas y tamaños. Una vez identificados los octocorales, se procedió con la estadística descriptiva a través del conteo de las especies para obtener la riqueza

específica. La abundancia relativa ( $Ar$ ) fue obtenida previo conteo de las colonias de cada especie de los octocorales que aparecieron en los cuadrantes por sitio, para calcular el porcentaje de cada especie de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Ar = \frac{Ni}{N} * 100$$

**Donde:**

**Ar:** Abundancia relativa

**Ni:** Número de individuos de la especie

**N:** Número total de individuos de la comunidad

#### **Determinación de las variables físico-químicas del agua**

Se midió in situ la salinidad usando un refractómetro (Bio marine) previamente calibrado y se utilizó agua destilada para eliminar residuos. El oxígeno disuelto y la temperatura se obtuvieron usando un Oxigenómetro de la marca Hanna HI 9146. El pH del agua usando un PHmetro de la marca Hanna HI 98128.

#### **Determinación de las variables hidroquímicas del agua**

Siguiendo la metodología de Rey-Villiers y Sánchez (2018), se tomaron muestras de agua marina en frascos plásticos de 150 ml para determinar las concentraciones de amonio ( $NH_4^+$ ), nitrato ( $NO_3$ ), nitrito ( $NO_2$ ) y fosfato ( $PO_4$ ). Posteriormente fueron analizados, utilizando el espectrofotómetro Aquamerk con los kits respectivos para el análisis de aguas marinas. Las muestras se dejaron reposar por 10 minutos para pasar a realizar el análisis en el fotómetro, seleccionando diferentes métodos en el equipo (YSI 9300), para amonio se seleccionó método 4, nitrato método 34, nitrito método 64 y fosfato método 8, en donde se registraron los resultados en mg/l.

### **Variación espacial de la riqueza y abundancia de los corales *Alcyonáceos* en relación de las características físicas e hidroquímicas del agua.**

Como parte de la estadística descriptiva se calcularon los promedios ( $\bar{X}$ ) y desviación estándar (D.E.) de las variables físico-químicas e hidroquímicas del agua, así como de la riqueza y abundancia de los octocorales.

Debido a las escasas réplicas de las variables físico-químicas, sus datos no pudieron ser sometidos a test estadísticos. En el caso de la riqueza, las especies de octocorales se repiten en cada cuadrante por sitio, por lo que al pretender calcular los valores promedios, estos resultaron sobreestimados, impidiendo determinar diferencias estadísticas entre los tres sitios.

Las distribuciones de las variables hidroquímicas del agua, al igual que los valores de la abundancia de los corales blandos al no cumplir con la normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk ( $p < 0.05$ ), se usó la prueba estadística de Kruskal Wallis ( $p < 0.05$ ), para determinar si las diferencias fueron significativas entre los sitios de muestreo.

### **Relación de las características físicas e hidroquímicas del agua con los octocorales *Alcyonáceos*.**

Para establecer una relación entre las diferentes variables, se realizó un test de correlación de Spearman entre las variables físico-químicas e hidroquímicas del agua (variables independientes) y la riqueza y abundancia de los octocorales (variables dependientes).

Por último, para reconocer como se agruparon todas variables de acuerdo a las características de cada sitio, se empleó un análisis de componentes principales con la riqueza y abundancia de los octocorales *Alcyonáceos*. Las pruebas estadísticas se realizaron a través del Software Infostat®

## Resultados

### Composición de especies

Se reportan 7 especies pertenecientes a las familias *Gorgoniidae*, *Paramuriceidae* y *Plexauridae*, distribuidas en tres géneros *Leptogorgia*, *Heterogorgia* y *Muricea*, siendo este último el mejor representado con 5 especies. A continuación se presentan las características de las especies identificadas:

#### 1. *Leptogorgia alba*

##### Clasificación taxonómica

Clase *Anthozoa* Ehrenberg, 1834.

Subclase *Octocorallia* Haeckel, 1866.

Orden *Alcyonacea* Lamouroux, 1812.

Suborden *Holaxonia* Studer, 1887.

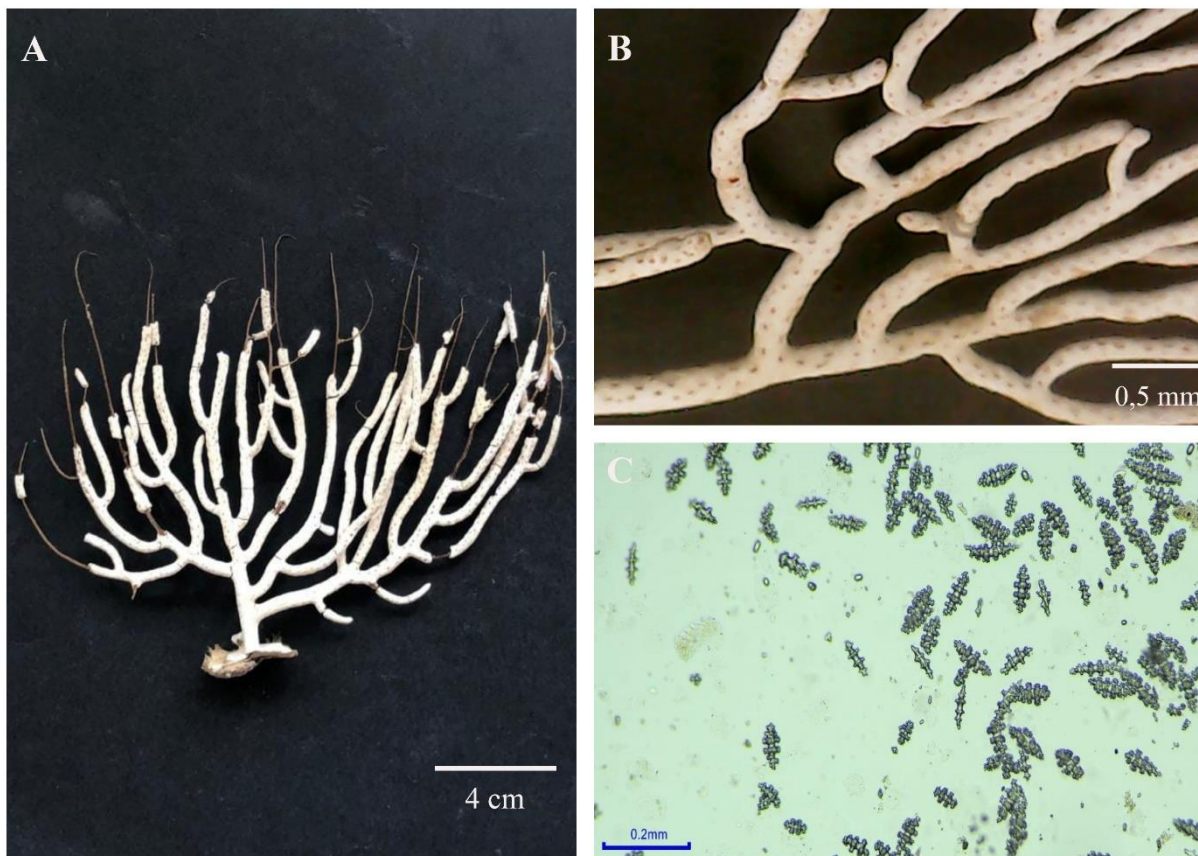
Familia *Gorgoniidae* Lamouroux, 1812.

Género *Leptogorgia* Milne Edwards, 1857.

Especie: *Leptogorgia alba* (Duchassaing & Michelotti, 1864).

#### Figura 3.

*Leptogorgia alba*. **A**, colonia conservada en seco; **B**, detalles de las radimificaciones en el esteroscopio; **C**, microfotografía de las escleritas.



### ***Descripción***

De acuerdo con los criterios de Soler María *et al.*, (2016), estas colonias de *L. alba* miden hasta 150 mm de largo y 115 mm de ancho, son irregularmente pinnadas, ramas delgadas, mayormente en un plano (figura 3A). Por lo general, se caracterizan por tener un tallo corto del cual brotan tres ramas primarias, las cuales tenían ramificaciones secundarias pinadas y de forma irregular (figura. 3B; Breedy & Guzman, 2007). Los pólipos se retraen dentro de lo montículos de pólipos ligeramente elevados, escasamente están distribuidos alrededor de las ramas con aberturas oblongas (figura 3B). El color de la colonia es blanca.

## Escleritos

La colonia presentó tres tipos de escleritos, conformados por: los huesillos dominantes de 0,11 mm de largo y 0,03 mm de ancho, con 4-6 verticilos de tubérculos; rectos o doblados. Los cabrestantes de 0,06 mm de largo y 0,03 mm de ancho, y por último los escleritos antocodiales en forma de varillas de 0,07 mm de largo y 0,02 mm de ancho (figura 3C, tabla 1)

**Tabla 1.**

Tipo, tamaño y frecuencia de las escleritas presentes en la especie *Leptogorgia alba*.

Tipo de escleritas	Largo (mm)	Ancho (mm)	Frecuencia
Husos largos aguzados	0,11	0,03	Frecuentes
Cabrestantes grandes	0,06	0,03	Escasos
Varillas antocodiales	0,07	0,02	Abundantes

*Nota:* Esta tabla muestra las diferentes medidas de los escleritos encontrados de la especie *L. alba*.

## 2. *Muricea fruticosa*

### Clasificación taxonómica

Clase *Anthozoa* Ehrenberg, 1834.

Subclase *Octocorallia* Haeckel, 1866.

Orden *Alcyonacea* Lamouroux, 1812.

Suborden *Holaxonia* Studer, 1887.

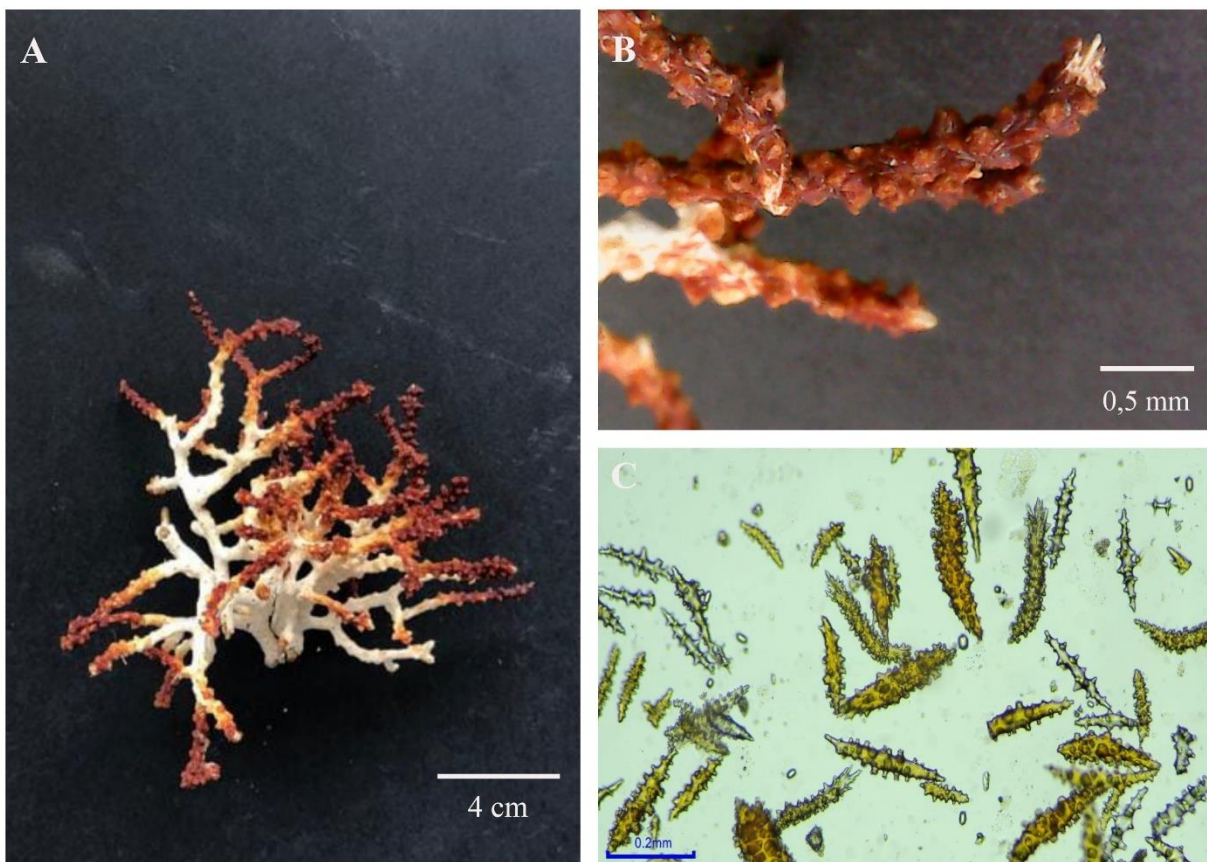
Familia *Plexauridae* Gray, 1859.

Género *Muricea* Lamouroux, 1821.

Especie *Muricea fruticosa* (Verrill, 1869).

**Figura 4.**

*Muricea fruticosa*. **A**, colonia conservada en seco; **B**, detalles de las radimificaciones en el esteroscopio; **C**, microfotografía de las escleritas.

**Descripción**

De acuerdo con los criterios de Breedy y Guzman (2016), *M. fruticosa* es una colonia grande y tupida, se caracteriza por tener cuatro ramas principales, algo aplanadas, surgen de un soporte irregular (figura 4A). Las ramas principales se subdividen muy cerca de la base, formando ramas secundarias que inmediatamente se dividen y subdividen de manera irregular produciendo ramas y ramillas muy juntas (figura 4B), la mayoría se encuentran torcidas y curvadas hacia arriba o hacia abajo. Tienen escleritos grandes, fuertes y afilados. Las aberturas de los pólipos están cubiertas por escleritos antocodiales. El coenénquima es delgado, compuesto por escleritos de

color marrón rojizo, ámbar, amarillo pálido a blanquecino (figura 4C). La colonia es bicolor, color marrón rojizo en las puntas, desvaneciéndose a un amarillo claro hacia la base (figura. 4A-B).

### Escleritos

Esta colonia presentó tres tipos de escleritos, el coenénquima se compone por grandes husos espinosos unilaterales visibles a simple vista (figura 4C). Los husos que bordean el cáliz son largos, con puntas terminales robustas de 0,41 mm de largo y de 0,08 mm de ancho, algunos con extremos verrugosos bifurcados. La vaina axial estuvo compuesta por pequeños husos de color amarillo pálido a incoloro de 0,39 mm de largo y de 0,07 mm de ancho, con verticilos de pequeñas verrugas y husos largos. Mientras que, los escleritos antocodiales son de color amarillo a amarillo muy pálido, dispuestos en puntos irregulares, compuestos en su mayoría por husos verrugosos de 0,49 mm de largo y 0,08 mm de ancho (tabla 2).

**Tabla 2.**

Tipo, tamaño y frecuencia de las escleritas presentes en la especie *Muricea fruticosa*.

<b>Tipo de escleritas</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Frecuencia</b>
Husos verrugosos bifurcados	0,41	0,08	Abundantes
Vaina axial (husos pequeños)	0,39	0,07	Frecuentes
Antocoidales (husos verrugosos)	0,49	0,08	Abundantes

*Nota:* Esta tabla muestra las diferentes medidas de los escleritos encontrados de la especie *M. fruticosa*.

### 3. *Muricea crassa*

#### Clasificación taxonómica

Clase *Anthozoa* Ehrenberg, 1834.

Subclase *Octocorallia* Haeckel, 1866.

Orden *Malacalcyonacea* McFadden, van Ofwegen & Quattrini, 2022.

Suborden *Holaxonia* Studer, 1887.

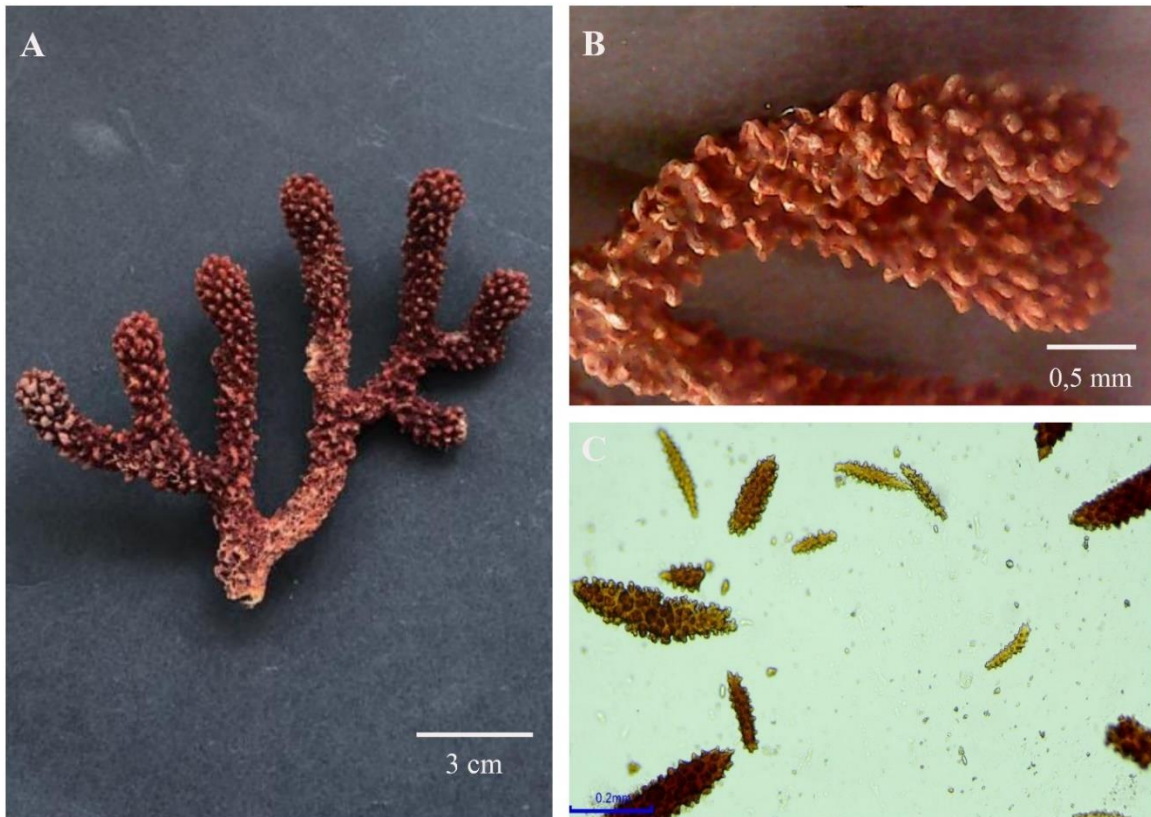
Familia *Plexauridae* Gray, 1859.

Género *Muricea* Lamouroux, 1821

Especie *Muricea crassa* (Verrill, 1869)

#### Figura 5.

*Muricea crassa*. **A**, colonia conservada en seco; **B**, detalles de las radimificaciones en el esteroscopio; **C**, microfotografía de las escleritas.



### **Descripción**

De acuerdo con los criterios de Breedy y Guzman (2016), *M. crassa* es un colonia abustiva. La ramificación es irregularmente dicotómica lateral, en un plano. No hay un tallo común, sino que cuatro ramas principales surgen directamente del sostén, estas cuatro ramas principales se subdividen en ramas secundarias, que se bifurcan hasta 6 veces produciendo ramas subordinadas (figura 5A). Se proyectan en ángulos de 45° y se curvan hacia arriba. Son del mismo diámetro, y más gruesas hacia las puntas, que son anchas. Se producen algunas anastomosis de ramas, especialmente en la base. Son de color marrón oscuro, los calices están alrededor de las ramas, muy juntos, no imbricados (figura 5B). El coenenquima es todo compuesto por grandes e irregulares husos, son de color marrón rojizo y de tonalidades más clara y más oscuras (figura 5C).

### **Escleritos**

Esta colonia presentó cuatro tipos de escleritos, coenenquimáticos y caliculares externos son grandes y fuertes, en su mayoría son husos espinosos unilaterales con una superficie interna de pequeñas verrugas complejas abarrotadas y con una superficie externa con espinas o pinchazos cortos (figura 5C). En los escleritos coenenquimáticos se encontró formas diversas, desiguales con un lado truncado y el otro agudo, otros son triangulares o con formas casi rectangulares, de 0,65 mm de largo y 0,43 mm de ancho. Mientras que, en la pared calicular estuvo compuesta por husos alargados con extremos agudos y husos con espigas terminales espinosas o bifurcados, de 0,39 mm de ancho y 0,81 mm de ancho. Este tipo de esclerito es característico en los cálices, ya que es el encargado de dar un aspecto robusto y rugoso a la especie. En la vaina axial estuvo compuesta por pequeños husos, de 0,30 mm de largo y 0,08 mm de ancho. En los escleritos antocodiales estuvo compuesto por husos de color nananja claro a amarillento, con espinas largas

y afiladas o con fustes espinosos, de 0,38 mm de largo y 0,07 mm de ancho, estos se encuentran en la base de los pólipos (tabla 3).

**Tabla 3.**

Tipo, tamaño y frecuencia de las escleritas presentes en la especie *Muricea crassa*.

<b>Tipo de escleritas</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Frecuencia</b>
Coenenquimáticos	0,65	0,43	Escasos
Caliculares	0,39	0,81	Frecuentes
Vaina axial	0,30	0,08	Abundantes
Antocodiales	0,38	0,07	Frecuentes

*Nota:* Esta tabla muestra las diferentes medidas de los escleritos encontrados de la especie *M. crassa*.

#### **4. *Muricea purpurea***

##### **Clasificación taxonómica**

Clase *Anthozoa* Ehrenberg, 1834.

Subclase *Octocorallia* Haeckel, 1866.

Orden *Malacalcyonacea* McFadden, van Ofwegen & Quattrini, 2022.

Suborden *Holaxonia* Studer, 1887.

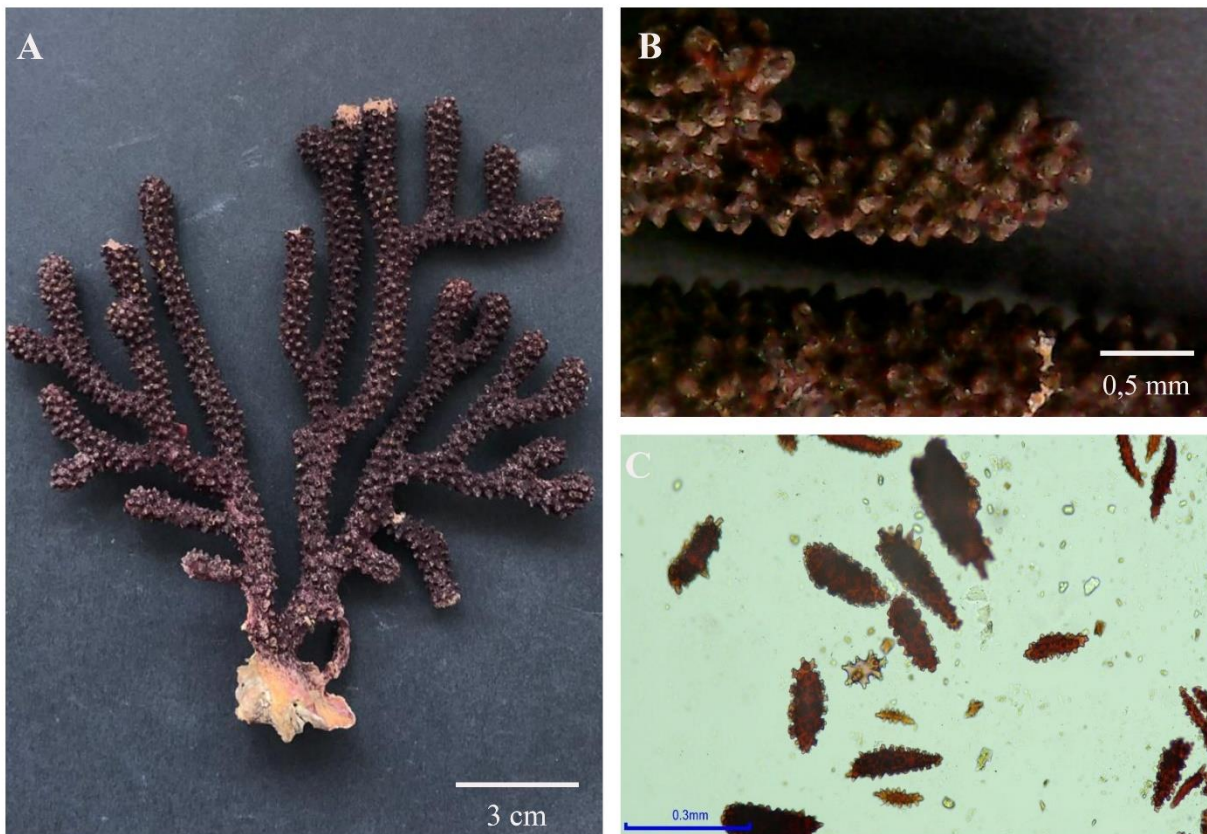
Familia *Plexauridae* Gray, 1859.

Género *Muricea* Lamouroux, 1821

Especie *Muricea purpurea* (Verrill, 1868)

**Figura 6.**

*Muricea purpurea*. **A**, colonia conservada en seco; **B**, detalles de las radimificaciones en el esteroscopio; **C**, microfotografía de las escleritas.



### **Descripción**

La colonia esta compuesta por cuatro tallos que surgen de un soporte extenso, estos cuatro tallos estan ligeramente aplanados 12 y 45 mm de largo. Se bifurcan produciendo ramas secundarias, que se subdividen nuevamente (figura 6A). Las ramas son robustas y un poco afiladas hacia las puntas. Las ramas son más anchas y aplanadas en los puntos de ramificacion. En su mayoria están torcidos, divididos en angulos cerrados. Los cálices están alrededor de las ramas, muy juntos y imbricados ligeramente (figura 6B). El coenénquima es grueso, los escleritos son de color rojo oscuro y naranja rojizo (figura 6C) y los de la vaina axial son rosados (Breedy & Guzman, 2016).

## Escleritos

La colonia presento cuatro tipos de escleritos (figura. 6C), caliculares y coenenquimatosos externos son husos en forma de hoja, de 0,57 mm de largo y 0,21 mm de ancho, con un proceso lateral espinoso y una superficie verrugosa. Los husos espinosos en forma de maza son abundantes, especialmente hacia los cálices y se proyectan ligeramente más allá del borde del cáliz. Los husos robustos y ásperos, de 0,18 mm de largo y 0,07 mm de ancho, con una base verrugosa y una cabeza espinosa. Los husos espinosos unilaterales son más pequeños, de 0,28 mm de largo y 0,14 mm de ancho, con un lado verrugoso y el otro espinuloso. La vaina axial estuvo compuesta por husos irregulares, de 0,38 mm de largo y 0,12 mm de ancho. Los escleritos antocodiales no se observaron en la colonia. El color de la colonia es púrpura rojizo (tabla 4)

**Tabla 4.**

Tipo, tamaño y frecuencia de las escleritas presentes en la especie *Muricea purpurea*.

<b>Tipo de escleritas</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Frecuencia</b>
Caliculares y Coenenquimáticos	0,57	0,21	Abundantes
Husos robustos y ásperos	0,18	0,07	Frecuente
Husos espinosos unilaterales	0,28	0,14	Frecuente
Husos irregulares	0,38	0,12	Abundante

*Nota:* Esta tabla muestra las diferentes medidas de los escleritos encontrados de la especie *M. purpurea*.

## 5. *Muricea squarrosa*

### Clasificación taxonómica

Clase *Anthozoa* Ehrenberg, 1834.

Subclase *Octocorallia* Haeckel, 1866.

Orden *Malacalcyonacea* McFadden, van Ofwegen & Quattrini, 2022.

Suborden *Holaxonia* Studer, 1887.

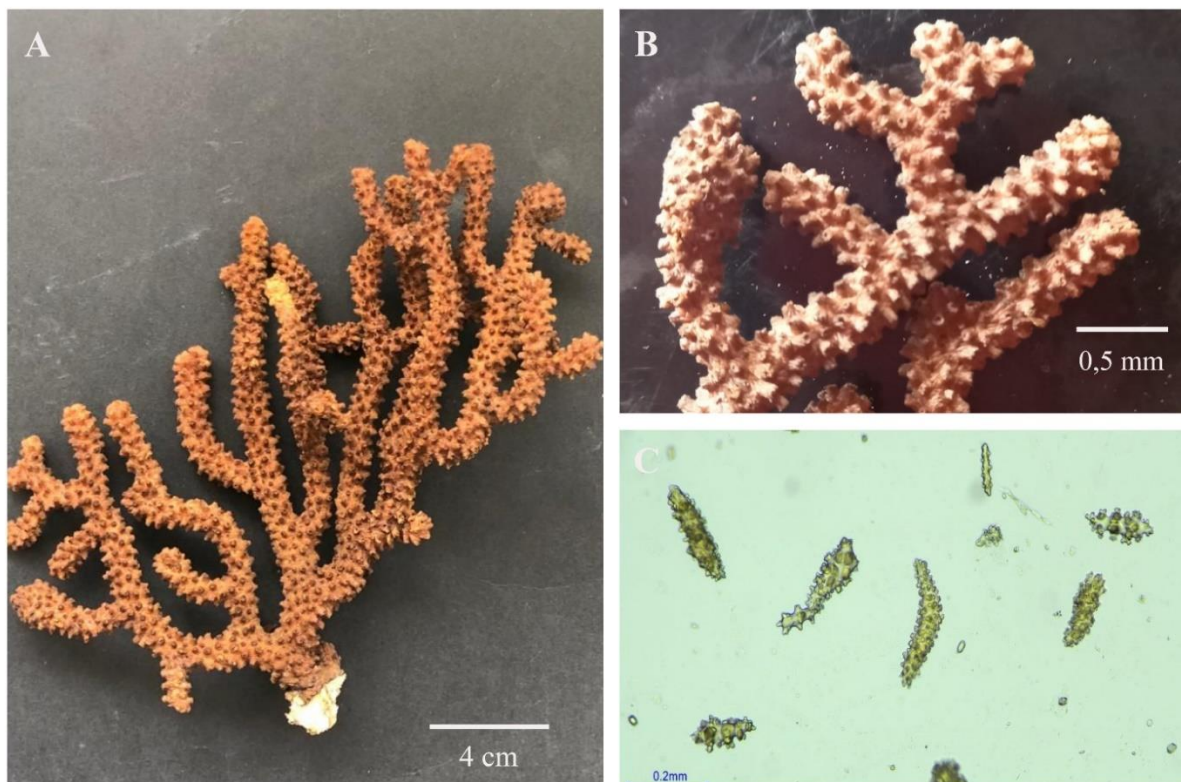
Familia *Plexauridae* Gray, 1859.

Género *Muricea* Lamouroux, 1821

Especie *Muricea squarrosa* (Verrill, 1869)

### Figura 7.

*Muricea squarrosa*. **A**, colonia conservada en seco; **B**, detalles de las radimificaciones en el esteroscopio; **C**, microfotografía de las escleritas.



### **Descripción**

De acuerdo con los criterios de Breedy y Guzman (2015), *M. squarrosa* es una colonia flabelada, que se extiende en un plano. La ramificación es mayormente dicotómica. Un tallo corto surge de un amarre irregular cubierto por una capa de coenénquima pero desprovista de cálices. El tallo se subdivide en dos ramas principales que producen ramas recundarias subdividiéndose hasta tres veces (figura 7A). Las ramas se separan y se extienden en pequeños angulos y se doblan hacia arriba en una curva. Las ramitas se sitúan casi perpendiculares a la rama principal. Los ejes son marrones en la base y más claro en las ramitas (figura 7 B). El coenénquima tiene unas pocas capas de escleritos y está compuesto básicamente por los mismos tipos que se encuentran en el cáliz, son rectos o con una ligera curvatura. En la mayoría son agudos, pero pueden tener extremos romos o lobulados.

### **Escleritos**

La colonia presento dos tipos de escleritos, los de la vaina axial y los antocodiales. La vaina axial estuvo compuesta por husos tuberculados, blanquecinos e incoloros, de 0,26 mm de largo y 0,07 mm de ancho. Los antocodiales estuvieron compuestos por husos caliculares pero más corto, de 0,06 mm de largo y 0,017 mm de ancho (tabla 5). El color de la colonia es marrón claro a incoloro.

### **Tabla 5.**

Tipo, tamaño y frecuencia de las escleritas presentes en la especie *Muricea squarrosa*.

<b>Tipo de escleritas</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>Ancho (mm)</b>
Husos tuberculosos	0,26	0,07
Husos caliculares	0,06	0,017

*Nota:* Esta tabla muestra las diferentes medidas de los escleritos encontrados de la especie *M. squarrosa*.

## 6. *Muricea plantaginea*

### Clasificación taxonómica

Clase *Anthozoa* Ehrenberg, 1834.

Subclase *Octocorallia* Haeckel, 1866.

Orden *Alcyonacea* Lamouroux, 1812.

Suborden *Holaxonia*, 1887.

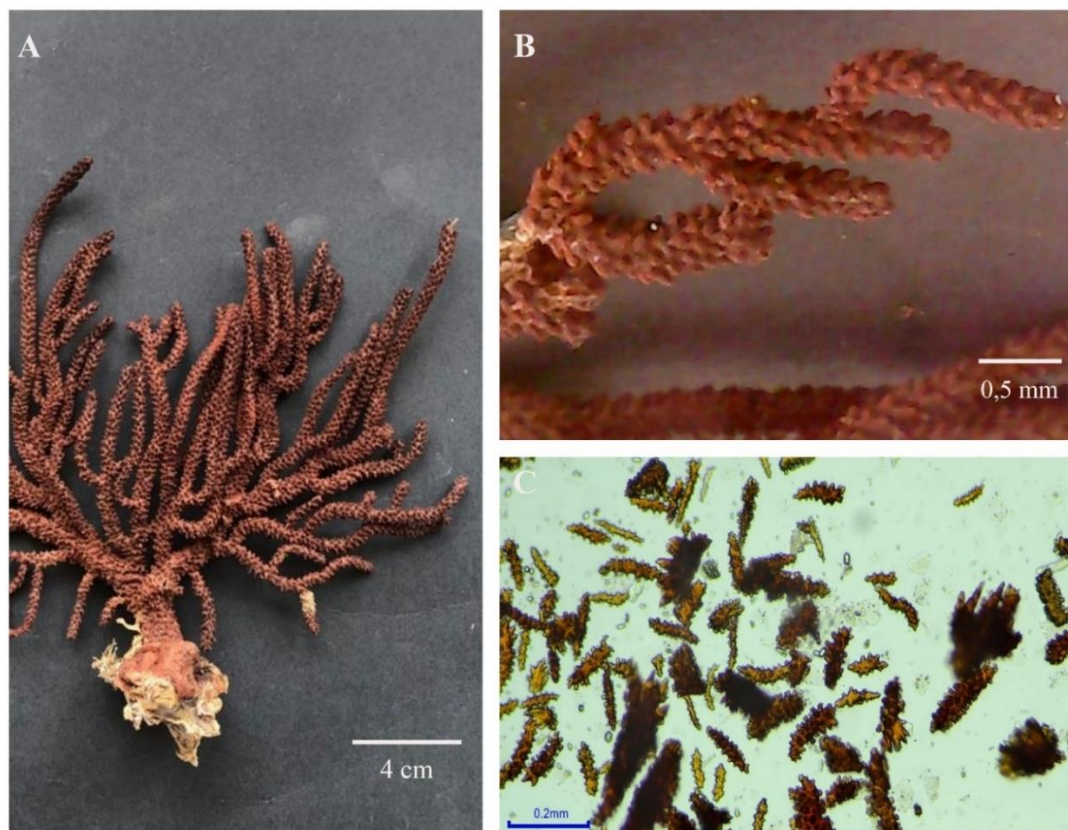
Familia *Plexauridae* Gray, 1859.

Género *Muricea* Lamouroux, 1821.

Especie *Muricea plantaginea* (Valenciennes, 1846).

### Figura 8.

*Muricea plantaginea*. **A**, colonia conservada en seco; **B**, detalles de las radimificaciones en el esteroscopio; **C**, microfotografía de las escleritas.



### **Descripción**

La colonia se encontraba en perfecto estado (figura 8A). Se caracterizan por tener una rama principal gruesa de 4,32 cm surgiendo de un soporte irregular bifurcándose por encima de la base produciendo dos ramas secundarias. Una de las ramas secundarias se rompe y la otra se subdivide muchas veces en ramas entre 4 a 3 mm de ancho, del cual subdividen de manera irregular ramitas de 2 a 3 mm (figura 8 A-B). Los cálices son numerosos, se encuentran juntos e imbricados, de 10-20 cm alrededor de las ramitas y más apiñonados y más pequeños ramas (figura 8B). Las colonias varían en su coloración van desde rojo oscuro hasta rosáceo claro (Breedy & Guzman, 2016).

### **Escleritos**

Esta colonia presentó cuatro tipos de escleritos (figura 8C), conformado por escleritos caliculares y coenenquimatosos que son de color marrón rojizo y ámbar, en su mayoría son husos en forma de hoja de color marrón rojizo de 0,31 mm de largo y 0,10 mm de ancho, y husos verrugosos alargados de color ámbar de 0,37 mm de largo y 0,07 de ancho. La vaina axial está compuesta por husos, con extremos simples o bifurcados y radiados de 0,16 mm de largo y 0,05 m de ancho. Mientras que los escleritos antocodiales las formas características fueron los bacilos lobulados y verrugosos de 0,14 mm de largo y 0,03 mm de ancho (tabla 6)

**Tabla 6.**

Tipo, tamaño y frecuencia de las escleritas presentes en la especie *Muricea plantaginea*.

<b>Tipos de escleritas</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Frecuencia</b>
Husos en forma de hoja	0,31	0,10	Abundantes
Husos verrugosos alargados	0,37	0,07	Frecuentes
Husos simples	0,16	0,05	Frecuentes
Bacilos lobulados y verrugosos	0,14	0,03	Abundantes

*Nota:* Esta tabla muestra las diferentes medidas de los escleritos encontrados de la especie *M. plantaginea*

## 7. *Heterogorgia hickmani*

### Clasificación taxonómica

Clase *Anthozoa* Ehrenberg, 1834.

Subclase *Octocorallia* Haeckel, 1866.

Orden *Malacalcyonacea* Ofwegen & Quattrini, 2022

Familia *Paramuriceidae* Bayer, 1956.

Género *Heterogorgia* Verril, 1868.

Especie *Heterogorgia hickmani* (Breedy & Guzman, 2005).

### Figura 9.

Fotografía submarina. *Heterogorgia hickmani*. Colonia in situ.



### **Descripción**

De acuerdo con los criterios de Breedy y Guzman (2011) *H. hickmani* es una colonia que está compuesta por unos pocos tallos gruesos, ramificados o no ramificados y ligeramente torcidos con una punta redondeada (figura 9), pueden llegar a medir hasta 18 cm de largo, y están conectados en su base por un nudo incrustante continuo. El diámetro de las ramas, incluidos los cálices, pueden variar desde los 15 mm hasta los 19 mm. Cuando están vivos sus pólipos son de color amarillo brillante y el coenénquima se ve marrón. Los pólipos se encuentran densamente agrupados alrededor de las ramas, escasamente distribuidos en la base y en la base de las ramas. El color de las colonias es blanquecido a beige o verdoso.

### **Variación espacial de la riqueza y abundancias relativas de los corales Alcyonáceos**

La riqueza alcanzó el valor de 7; el sitio BSM reportó el mayor número de especies, sin embargo, las diferencias fueron poco representativas en el valor promedio de la riqueza entre los sitios muestreados (tabla 7).

**Tabla 7.**

*Valores promedio ( $\bar{X}$  D.E) de la riqueza de especies entre los sitios muestreados. CPD: Cabo Pasado, BSM: Bajos Santa Martha y PCY: Puerto Cabuyal.*

<b>Sitio</b>	<b>Riqueza</b>	$\bar{X}$	<b>D.E.</b>
BSM	7		
CPD	2	4	$\pm 2,52$
PCY	4		

*Nota:* Esta tabla muestra el promedio y la desviación estándar de la riqueza entre los tres sitios de muestreo.

En cuanto a la abundancia relativa, las especies *M. fruticosa* (63%), *M. plantaginea* (78%) y *L. alba* (23%) fueron dominantes en PCY, CPD Y BSM, respectivamente; mientras que del total de colonias (67), *M. fruticosa* se presentó dominante con un 37,3%. (figura. 10). Para determinar diferencias significativas de la abundancia entre sitios, previamente se constató que los datos no siguieron una distribución normal (tabla 8). Los valores de abundancia no fueron significativamente diferentes en los tres sitios ( $H= 1,52$ ;  $p>0.05$ ), mostrando la mayor cantidad de colonias (27) de octocorales *Alcyonaceos* en Puerto Cabuyal (figura. 11).

**Tabla 8.**

*Prueba de normalidad y Kruskal Wallis de la abundancia de los octocorales*

Variable	Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk				Prueba Kruskal Wallis	
	Sitio	Medias	W	p	H	p
Abundancia	BSM	2,20	0,77	<0.0001	1,52	0,41
	CPD	1,80				
	PCY	2,70				

*Nota:* Esta tabla muestra la distribución normal y la significancia de la abundancia de los tres sitios de muestreo.

**Figura 10.**

*Abundancias relativas de los octocorales Alcyonaceos en los tres sitios de muestreo.*

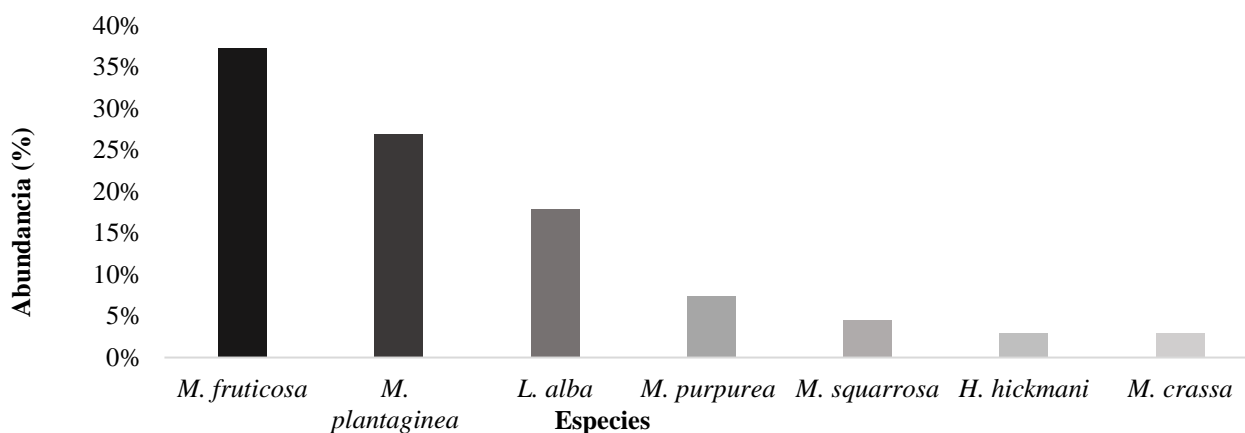
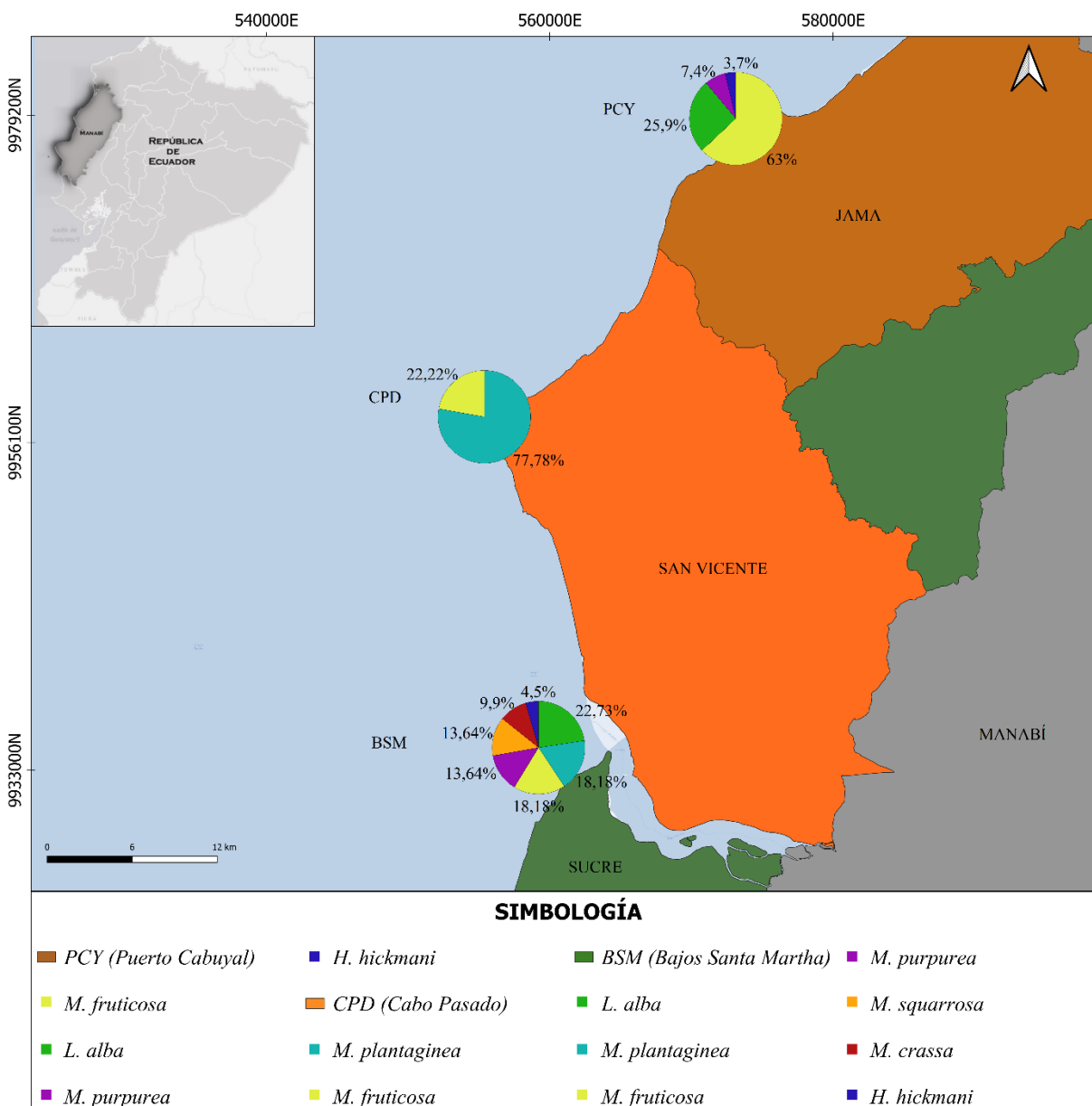


Figura 11.

Abundancia de las especies de octocorales en CPD: Cabo Pasado, BMS: Bajos Santa Martha y PCY: Puerto Cabuyal.



### Variación espacial de las características físico-químicas e hidroquímicas del agua

La salinidad varió en los tres sitios de muestreo, cuyo valor más alto fue 33 g/l y el menor valor 31,5 g/l en Puerto Cabuyal y Cabo Pasado, respectivamente (tabla 9).

La concentración de saturación de oxígeno disuelto, depende de la temperatura, presión atmosférica y salinidad del agua. Los valores del oxígeno disuelto fueron muy similares en las tres estaciones, siendo el valor más alto en Cabo Pasado con 7,42 mg/l, y el menor valor en los Bajos Santa Martha con 6,85 mg/l (tabla 9).

El comportamiento de la temperatura (TSM °C) es consecuencia de la altura sobre el nivel del mar y la época de muestreo. Los valores de la temperatura fueron muy similares en las tres estaciones (tabla 9).

Los valores de pH fueron muy similares en los tres sitios de muestreo, presentándose relativamente más alto en los BSM con un valor de 6,60; mientras que, un pH ácido se reportó en PCY con un valor de 5,38 (tabla 9).

**Tabla 9.**

*Promedio y desviación estándar de las variables físico-químicas en los sitios de muestro. Los valores son el resultado del promedio de los datos  $\pm$  desviación estándar*

<b>Sitio</b>	<b>Salinidad</b>	<b>Oxigeno</b>	<b>TSM (°C)</b>	<b>pH</b>
<b>PCY</b>	33 $\pm$ 1,41	6,91 $\pm$ 0,01	24,5 $\pm$ 0,07	5,38 $\pm$ 0,02
<b>CPD</b>	31,5 $\pm$ 3,5	7,42 $\pm$ 0,77	24,5 $\pm$ 0,14	5,93 $\pm$ 0,93
<b>BSM</b>	32,5 $\pm$ 3,5	6,85 $\pm$ 0,08	24,3 $\pm$ 0,35	6,60 $\pm$ 1,97

*Nota:* Esta tabla muestra los promedios y desviación estándar de las variables físico-químicas de cada uno de los sitios de muestreo.

En cuanto a las características hidroquímicas, los datos no siguieron una distribución normal. La concentración de amonio (H=5,60; p< 0.05) nitrato (H= 7,20; p< 0.05), nitrito (H= 5,95; p< 0.05) y fosfato (H= 5,42; p< 0.05) fueron significativamente diferente en los tres sitios de muestreo (Tabla 8). Puerto Cabuyal tuvo el valor más alto de nitrato (10,46 mg/l), el Bajo Santa Martha, tuvo el valor más alto de amonio (2,11 mg/l) y Cabo Pasado mostró los valores más altos de nitrito (0,08 mg/l) y fosfato (0,69 mg/l) (tabla 10).

**Tabla 10.**

*Estadístico de las variables hidroquímicas del agua de los distintos puntos de muestreo.*

<b>Variable</b>	<b>Sitio</b>	<b>N</b>	<b>Medias</b>	<b>D.E</b>	<b>Medianas</b>	<b>H</b>	<b>P</b>	<b>W*</b>	<b>P</b>
<b>Amonio</b>	BSM	3	2,11	0,99	2,11	5,60	0,0560	0,82	0,0500
	CPD	3	0,64	0,03	0,64				
	PCY	3	1,26	0,03	1,26				
<b>Nitrato</b>	BSM	3	7,85	0,87	7,85	7,20	0,0217	0,79	0,0036
	CPD	3	2,67	0,06	2,67				
	PCY	3	10,46	0,31	10,46				
<b>Nitrito</b>	BSM	3	0,04	0,05	0,02	5,96	0,0024	0,73	0,0250
	CPD	3	0,08	0,01	0,08				
	PCY	3	0,00	0,00	0,00				
<b>Fosfato</b>	BSM	3	0,59	0,26	0,47	5,42	0,0851	0,84	0,0643
	CPD	3	0,69	0,20	0,77				
	PCY	3	0,12	0,01	0,12				

*Nota:* Esta tabla muestra la distribución normal y la significancia de las variables hidroquímicas de cada uno de los sitios de muestreo.

**Relación de la riqueza y abundancia de los corales Alcyonáceos con relación a las características físicas e hidroquímicas del agua.**

En la tabla 11 se puede observar que la abundancia tiene una correlación negativa de -0,87 con nitrito, siendo esta significativa.

**Tabla 11.**

*Correlación de Spearman entre las variables físico-químicas e hidroquímicas del agua y la riqueza y abundancia.*

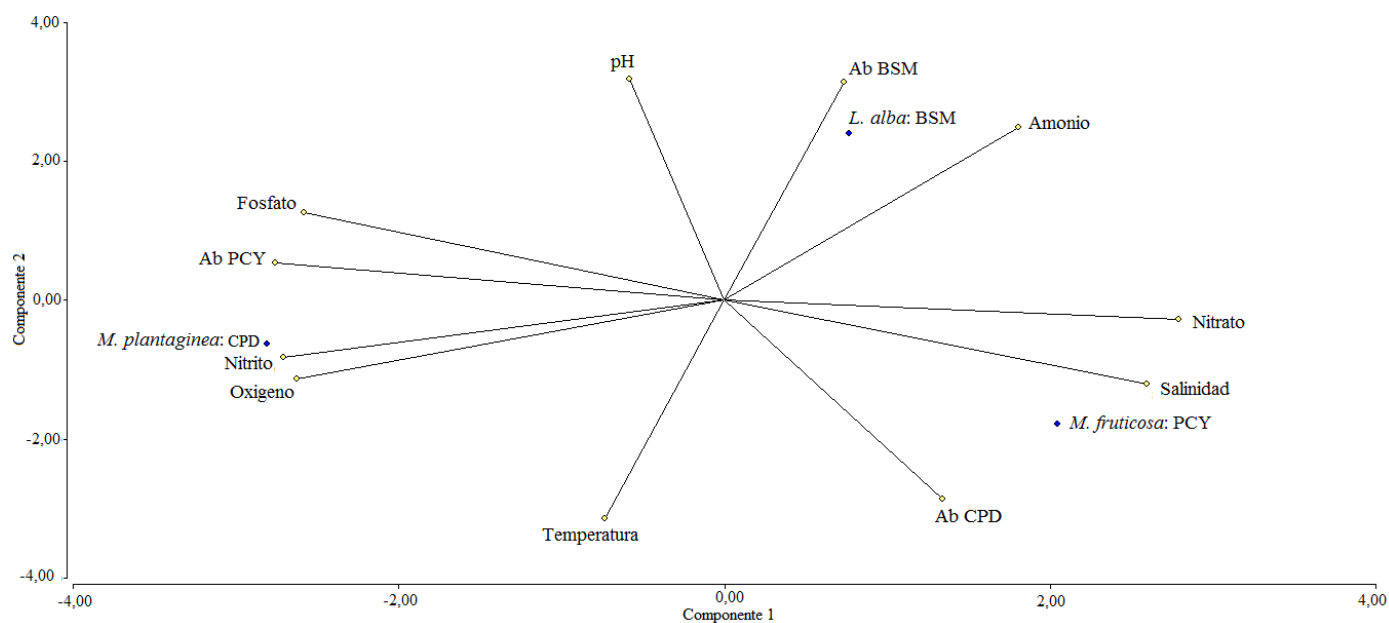
	<b>Abundancia</b>	<b>Riqueza</b>	<b>Salinidad</b>	<b>Oxigeno</b>	<b>TSM</b>	<b>pH</b>	<b>Amonio</b>	<b>Nitrato</b>	<b>Nitrito</b>	<b>Fosfato</b>
<b>Abundancia</b>	1,00	0,48	0,16	0,48	1,00	0,48	0,48	0,16	0,33	0,16
<b>Riqueza</b>	0,50	1,00	0,48	0,16	0,33	0,48	0,16	0,48	0,33	0,48
<b>Salinidad</b>	1,00	0,50	1,00	0,48	1,00	0,48	0,48	0,16	0,33	0,16
<b>Oxigeno</b>	-0,50	-1,00	-0,50	1,00	0,33	0,48	0,16	0,48	0,33	0,48
<b>TSM</b>	0,00	-0,87	0,00	0,87	1,00	0,33	0,33	1,00	0,67	1,00
<b>pH</b>	-0,50	0,50	-0,50	-0,50	-0,87	1,00	0,48	0,48	1,00	0,48
<b>Amonio</b>	0,50	1,00	0,50	-1,00	-0,87	0,50	1,00	0,48	0,33	0,48
<b>Nitrato</b>	1,00	0,50	1,00	-0,50	0,00	-0,50	0,50	1,00	0,33	0,16
<b>Nitrito</b>	-0,87	-0,87	-0,87	0,87	0,50	0,00	-0,87	-0,87	1,00	0,33
<b>Fosfato</b>	-1,00	-0,50	-1,00	-1,00	0,00	0,50	-0,50	-1,00	0,87	1,00

*Nota:* Esta tabla muestra la correlación que existe entre las variables físico-químicas e hidroquímicas del agua con la riqueza y abundancia.

Para el análisis de componentes principales, se realizó previamente el descarte de las especies raras (anexo 2), en donde se comprobó que las especies *Muricea plantaginea*, *Leptogorgia alba* y *Muricea fruticosa* fueron las más representativas en los tres sitios. El análisis de componentes principales mostró que el componente I es el que obtuvo la mayor varianza (57,5%). Asimismo, el componente I mostró la relación significativa y positiva entre la Ab BSM, la salinidad, el amonio, el nitrato, la Ab CPD y las especies *L. alba*: BSM y *M. fruticosa*: PCY. Sin embargo, estas se encuentran en sentido negativo con el pH, la temperatura, el nitrito, el oxígeno, el fosfato, la Ab PCY y la especie *M. plantaginea*: CPD (figura. 12).

**Figura 12.**

Análisis de componentes principales entre las características hidroquímicas y físicas del agua con las especies de mayor abundancia (AB) en CPD, BSM Y PCY.



## Discusión

A nivel mundial los octocorales poseen más de 2000 especies, siendo la subclase con mayor diversidad de los antozoos, habitan en casi todos los ambientes marinos y se presentan en varias funciones ecológicas (Chacón et. al., 2016).

En la costa ecuatoriana según Calero (2020), a pesar de sus limitantes ambientales, existen parches arrecifales y comunidades coralinas conformadas por 4 especies de la subclase Hexacorallia. De la misma forma estudios realizados por Rivera y Martínez (2011) registraron la presencia de 29 especies de octocorales, ubicados en las áreas marinas protegidas del Parque Nacional Machalilla y la Reserva Faunística Marino Costera Puntilla de Santa Elena, mientras que Williams y Breedy (2004), reportaron 3 nuevas especies del género *Pacifigorgia* ubicadas en las Islas Galápagos y los investigadores Soler y López (2012) identificaron a dos nuevas especies ubicadas en el Islote los Ahorcados del cantón Puerto López de la provincia de Manabí. Identificando a la especie *Leptogorgia alba*, como una de las más abundantes de la costa ecuatoriana con característica de ecosistemas perturbadores.

El presente estudio al norte de la provincia de Manabí en los cantones Sucre, Jama y San Vicente reportó un total de 67 colonias y 7 especies pertenecientes a las familias *Gorgoniidae*, *Paramuriceidae* y *Plexauridae*, distribuidas en tres géneros *Leptogorgia*, *Heterogorgia* y *Muricea*, encontrándose una poca abundancia y una baja riqueza al ser comparados con otros lugares de la costa pacifico del hemisferio sur, como Chile (Alarcón D, M. A, 2009).

La poca abundancia de octocorales ha sido relacionada con factores que limitan su desarrollo, siendo incidente su relación con las características hidroquímicas y físicas del agua; encontrándose entre ellos una alta salinidad, la desecación, la fuerte sedimentación, la temperatura, la luminosidad, la profundidad del agua, la baja oxigenación y los valores altos de nutrientes tales

como el amonio, nitrato, nitrito, entre otros (Mc.Fadden *et al.*, 2021). Las concentraciones de nutrientes pueden influir en la ploriferacion de las macroalgas y su competencia por el espacio con los corales blandos, ya que pueden mostrar ciertas variaciones influenciadas por los mayores aportes de aguas terrígenas (González-Ferrer *et al.*, 2003). De acuerdo con Rey-Villiers *et. al* (2021) existe un constante deterioro de la calidad del agua debido a las descargas de cuencas fluviales contaminadas, dando lugar al enriquecimiento de nutrientes en sistemas acuáticos junto al aumento en la densidad del fitoplancton, disminuyendo la abundancia, cobertura, riqueza y diversidad de octocorales.

Según Tapia (2015), declarado en el Libro VI Del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), los valores permisibles para la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y estuarios, de amonio es 0,04 mg/l, oxígeno disuelto es >60, pH es 7,5 temperatura es 24 °C y de nitrato es 10,0 mg/l, mientras que Palacios y Burgos (2009) sugirieron que los valores permisibles para la vida acuática, de oxígeno disuelto es entre 4,3-5,5 ml/l, de nitrito es entre 0,16- 0,32 mg/l y fosfato es entre 1,3-1,02 mg/l. De acuerdo con lo anterior, se puede declarar que, los datos arrojados en la investigación de amonio y nitrato no corresponden a rangos óptimos para el desarrollo de los octocorales *Alcyonaceos*.

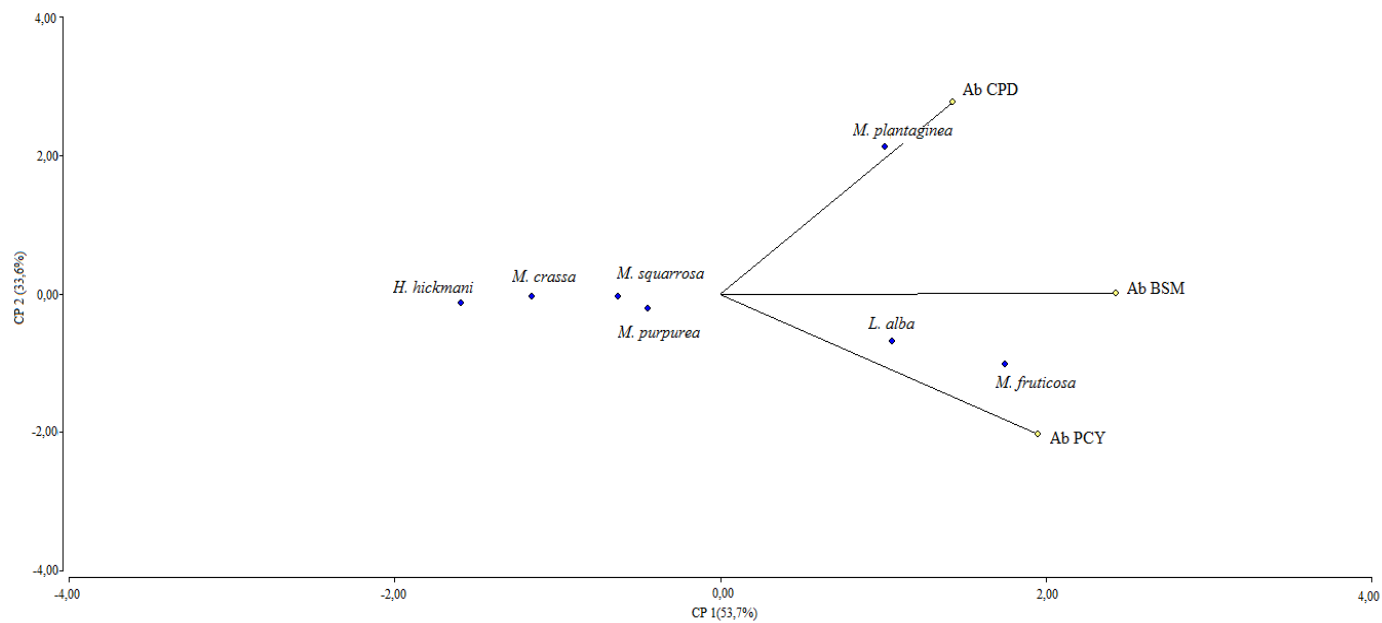
## Conclusiones

- En el sitio de estudio se reportaron un total de 67 colonias y 7 especies de octocorales pertenecientes a las familias Gorgoniidae, *Paramuriceidae* y *Plexauridae*, distribuidas en tres géneros *Leptogorgia*, *Heterogorgia* y *Muricea*, siendo este último el mejor representado con 5 especies y como especie dominante: *Muricea fruticosa*.
- Se evidencia que la abundancia entre los sitios no presentó diferencias significativas, sin embargo, el mayor número de colonias fue observado en Puerto Cabuyal, que a su vez presentó la mayor concentración de nitrato, salinidad y menor valor de nitrito.
- Se establece que la presencia de especies y la abundancia de los corales del orden *Alcyonacea*, se encuentran limitadas en las zonas de influencia de la investigación, debido a la concentración de nitritos, nitratos, fosfatos y amonio
- Se determina en la presente investigación que las especies *Muricea plantaginea*, *Leptogorgia alba* y *Muricea fruticosa* presentaron una mayor relación con las variables físico-químicas e hidroquímicas del agua, siendo estas las más resistentes a los cambios del ambiente.

## Anexos



Anexo 1. Muestreo en el sitio Puerto Cabuyal.



Anexo 2. Análisis de componentes principales para la selección de especies de mayor abundancia.

### Literatura citada

- Alarcón D, M. A. (2009). *BIODIVERSIDAD DE CORALES (CNIDARIA: ANTHOZOA) EN CHILE*. [Tesis de grado, Universidad Austral de Chile. Facultad de ciencias. Escuela de Biología Marina]. [Cybertesis.uach.  
http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/fca321b/doc/fca321b.pdf](http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/fca321b/doc/fca321b.pdf)
- Andino Herrera., D. M (2014). *Identificación taxonómica de la ictiofauna marina diurna durante la época lluviosa en los bajos de Santa Martha (Bahía de Caráquez) Cantón Sucre, Provincia de Manabí*. [Tesis de grado no publicada] Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Regional Manabí.
- Baez Espinoza, A. S. (2015). *Diversidad de macro invertebrados asociados a los octocorales en el islote el Pelado «Bajo la pared» Ayangue-Ecuador*. [Tesis de Biología Marina, Universidad Estatal Península de Santa Elena. Facultad de Ciencias del Mar. Carrera de Biología Marina]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2176>
- Banks, S., Acuña, D., Brandt, M., Calderón, R., Delgado, J., Edgar, G., Garske-García, L., Keith, I., Kuhn, A., Pépolas, R., Ruiz, D., Suárez, J., Tirado-Sánchez, N., Vera, M., Vinueza, L. y Wakefield, E. (2016). *Manual de Monitoreo Submareal*. Conservación Internacional Ecuador y Fundación Charles Darwin. Quito, Ecuador (2.<sup>a</sup> ed., pp. 41–51). Stuart Banks, Gerente de Ciencias Marinas, Paisaje Marino del Pacífico Este Trópica. [https://www.conservation.org/docs/default-source/ecuador-documents/2017-01-24-manual-de-monitoreo-\(baja\).pdf](https://www.conservation.org/docs/default-source/ecuador-documents/2017-01-24-manual-de-monitoreo-(baja).pdf)
- Breedy, O. & Guzman, H.M. (2005) A new species of Alcyonacean octocoral from the Galápagos Archipiélago. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom*, 85, 801-807.

<https://www.researchgate.net/publication/232028806> A new species of alcyonacean octocoral from the Galapagos Archipelago

Breedy, O.; Guzman, H. M. (2007). A revision of the genus *Leptogorgia* Milne Edwards & Haime, 1857 (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae) in the eastern Pacific. *Zootaxa*. 1419(1): 1-90., available online at <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1419.1.1>

Breedy, O. Guzman, H. M. (2011): A revision of the genus *Heterogorgia* Verrill, 1868 (Anthozoa: Octocorallia: Plexauridae). *Zootaxa* 2995: 27-44, <https://zenodo.org/record/201116#.Yu6HvjMLIU>

Breedy, O. & Guzman, H. M. (2015). A revision of the genus *Muricea* Lamouroux, 1821 (Anthozoa, Octocorallia) in the eastern Pacific. Part I: *Eumuricea* Verrill, 1869 revisited. *ZooKeys*, 537, 1-32. <https://doi.org/10.3897/zookeys.537.6025>

Breedy, O.; Guzman, H. (2016). A revision of the genus *Muricea* Lamouroux, 1821 (Anthozoa, Octocorallia) in the eastern Pacific. Part II. *ZooKeys*. 581: 1-69., available online at <https://doi.org/10.3897/zookeys.581.7910> page(s): 9-14

Cabrales Caballero, Y. (2014). *Variaciones espaciales en las comunidades de corales en la costa sur-central de Cuba*. [Tesis de Máster en Biología Marina y Acuicultura con Mención en Ecología Marina, Universidad de la Habana Centro de investigaciones marinas]. Aquadocs. <https://aquadocs.org/handle/1834/7401>

Calero Coronado, V. E. (2020). Diversidad de corales presentes en la zona submareal de San Lorenzo-Salinas. San Lorenzo: UPSE Facultad de Ciencias del Mar. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5594>

- 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. <https://doi.org/10.22507/rli.v15n2a30>
- Chacón-Gómez, I. C. (2005). *OCTOCORALES*. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/56208/OCTOCORALES.pdf?sequence=1>
- Chacón, I. C., Santodomingo, N., Reyes, J., & Andrade, C. E. (2016). *Chrysogorgiidae (Octocorallia) recolectados durante expediciones Macrofauna I y II en el Caribe Colombiano*. Cartagena: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR. <http://boletin.invemar.org.co/ojs/index.php/boletin/article/view/158/154>
- Delgado Mera, J. M. (2015). *FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y CALIDAD DE AGUA EN UN TRAMO DEL ESTUARIO DEL RIO CHONE, BAHÍA DE CARÁQUEZ -2014* [Tesis de Grado para la obtención del título de Magister en Ciencias Manejo Sustentable de Biorrecursos y Medio Ambiente.]. Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Naturales. Maestría en ciencias: Manejo Sustentable de Biorrecursos y Medio Ambiente.
- Díaz, J. M., L. M, Barrios., M. H, Cendales., J, Garzón-Ferreira., J, Geister., M, López- Victoria., G. H, Ospina., F, Parra-Velandia., J, Pinzón., B, Vargas-Ángel., F, Zapata y S, Zea. (2000). Áreas coralinas de Colombia. Invemar. Serie publicaciones especiales, No. 5. Santa Marta. 176 p. [http://www.invemar.org.co/inicio?p\\_p\\_id=101&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&\\_101\\_struts\\_action=%2Fasset\\_publisher%2Fview\\_content&\\_101\\_returnToFullPageURL=%2F&\\_101\\_assetEntryId=51200&\\_101\\_type=content&\\_101\\_urlTitle=atlas-de-areas-coralinas-de-colombia&inheritRedirect=false](http://www.invemar.org.co/inicio?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=%2F&_101_assetEntryId=51200&_101_type=content&_101_urlTitle=atlas-de-areas-coralinas-de-colombia&inheritRedirect=false)

- Duchassaing P, Michelotti J. (1864). Supplément au Memoirs sur les coralliaires des Antilles. *Memorie della Reale Accademia della Scienze di Torino, Serie 2*. 23: 97-206, plates 1-11., available online at <https://www.biodiversitylibrary.org/page/31197612> page(s): 19
- Espinosa, Q. Á. & Triana López, M. (2017). *Estado de conservación del ensamblaje de octocorales al Norte de Cayo Francés, Villa Clara, Cuba*. <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/10824?show=full>
- Gómez J. J. & Tambutti M. (2022). Panorama de los océanos, los mares y los recursos marinos en America Latina y el Caribe. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/47737>
- González-Ferrer, S., Cantelar Ramos, K., Sardiñas, Z. M., & Muñoz Núñez, D. (2003). *Evaluación del estado de salud de los arrecifes coralinos del Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba (2003)*. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/280312347\\_Evaluacion\\_del\\_estado\\_de\\_salud\\_de\\_los\\_arrecifes\\_coralinos\\_del\\_Archipielago\\_Sabana-Camaguey\\_Cuba\\_2003](https://www.researchgate.net/publication/280312347_Evaluacion_del_estado_de_salud_de_los_arrecifes_coralinos_del_Archipielago_Sabana-Camaguey_Cuba_2003)
- Herrera-Moreno, A. y Alcolado, P. M., (1983) “Efectos de la contaminación sobre las comunidades de Gorgonáceos al Oeste de la Bahía de La Habana” en *Ciencias Biológicas*. (10). pp. 69-85. [https://www.researchgate.net/publication/266384235\\_Efecto\\_de\\_la\\_contaminacion\\_sobre\\_los\\_arrecifes\\_coralinos\\_al\\_Oeste\\_de\\_la\\_Bahia\\_de\\_la\\_Habana](https://www.researchgate.net/publication/266384235_Efecto_de_la_contaminacion_sobre_los_arrecifes_coralinos_al_Oeste_de_la_Bahia_de_la_Habana)
- INOCAR, (2005). Derrotero de la costa continental e insular del Ecuador- Carta náutica Bahía de Caráquez. [https://www.inocar.mil.ec/boletin/ALN/Derrotero\\_2005.pdf](https://www.inocar.mil.ec/boletin/ALN/Derrotero_2005.pdf)
- McFadden, C.; Cordeiro, R.; Williams, G.; van Ofwegen, L. (2022a). Lista mundial de Octocorallia. *Leptogorgia alba* (Duchassaing & Michelotti, 1864). Accedido a través de:

Registro Mundial de Especies Marinas en:

<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=286209>

McFadden, C.; Cordeiro, R.; Williams, G.; van Ofwegen, L. (2022b). World List of Octocorallia.

*Muricea plantaginea* (Valenciennes, 1846). Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=874479>

McFadden, C.; Cordeiro, R.; Williams, G.; van Ofwegen, L. (2022c). World List of Octocorallia.

*Muricea fruticosa* Verrill, 1869. Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=287562>

McFadden, C.S.; van Ofwegen, L.P.; Quattrini, A.M. (2022). Revisionary systematics of

Octocorallia (Cnidaria: Anthozoa) guided by phylogenomics. *Bulletin of the Society of Systematic Biologists*. 1(3), 8735, pp. 1-79., available online at <https://ssbulletin.org/index.php/bssb/article/view/8735> page(s): 21

McFadden, C.; Cordeiro, R. (2023). World List of Octocorallia. Paramuriceidae Bayer, 1956.

Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=151540> on 2023-02-14

McFadden, C. S., Quattrini, A. M., Brugler, M. R., Cowman, P. F., Dueñas, L. F., Kitahara, M.

V.,...Rodríguez, E (2021). Phylogenomics, Origen, and Diversification of Anthozoans (Phylum Cnidaria) *Systematic Biology*. Pages 635-647. <http://doi.org/10.1093/sysbio/sys103>

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2021). *ECUADOR COMPROMETIDO*

*CON LA CONSERVACIÓN: NUEVA RESERVA MARINA EN MANABÍ – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. Gobierno del Encuentro.*

<https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-comprometido-con-la-conservacion-nueva-reserva-marina-en-manabi/>

Palacios, C., & Burgos, L. (2009). Estudio comparativo de la calidad del agua en el área marino costera de Bahía Academia, Caleta Aeolian y Puerto Villamil - Islas Galápagos - junio-julio 2007. *Instituto Oceanográfico de La Armada*, 15.

<https://aquadocs.org/handle/1834/3369>

Proaño Ávila., C. A. (2011). *Identificación y listado de gasterópodos y bivalvos del Bajo de Santa Martha. Manabí- Ecuador Octubre 2010- Abril 2011*. [Tesis de grado no publicada] Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Regional Manabí.

Rey-Villiers, N., & Sánchez, A. (2018). *¿Puede la contaminación orgánica afectar la tasa de crecimiento de los octocorales en el Caribe?* SciELO.

<https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-65382018000200166>

Rey-Villiers, N., Sánchez, A., & González, P. (2021). *Respuestas de los Octocorales ante la Eutrofización de las Zonas Marino-Costeras: Revisión y síntesis*. Ciudad de México: Asociación Mesoamericana de Ecotoxicología y Química Ambiental.

[https://www.researchgate.net/publication/356731712\\_Respuestas\\_de\\_los\\_octocorales\\_ante\\_la\\_eutrofizacion\\_de\\_las\\_zonas\\_marino-costeras\\_revisión\\_y\\_síntesis](https://www.researchgate.net/publication/356731712_Respuestas_de_los_octocorales_ante_la_eutrofizacion_de_las_zonas_marino-costeras_revisión_y_síntesis)

Rivera, F., & Martínez, P. C. (2011). Guía Fotográfica de Corales y Octocorales. Parque Nacional Machalilla y Reserva de Producción Faunística. *NAZCA Cons. Inter.*, 78, 1–86.

<https://docplayer.es/76916523-Guia-fotografica-de-corales-y-octocorales.html>

Sánchez, J. A., & Dueñas, L. F. (2012). *Diversidad y evolución de de octocorales*. 1/5: Apuntes Científicos Uniandinos.

[https://www.academia.edu/download/30963583/Diversidad\\_y\\_evolucion\\_de\\_octocorales.pdf](https://www.academia.edu/download/30963583/Diversidad_y_evolucion_de_octocorales.pdf)

Sánchez, J. A., J. M, Díaz y S, Zea. (1998). Octocoral and black coral distribution Patterns on the barrier reef-complex of Providencia Islands, Southwestern Caribbean. *Caribb. J. Sci.* 34 (3-4): 250-264.

[https://www.academia.edu/3022211/Patterns\\_of\\_octocoral\\_and\\_black\\_coral\\_distribution\\_in\\_the\\_oceanic\\_barrier\\_reef\\_complex\\_of\\_Providencia\\_Island\\_southwestern\\_Caribbean](https://www.academia.edu/3022211/Patterns_of_octocoral_and_black_coral_distribution_in_the_oceanic_barrier_reef_complex_of_Providencia_Island_southwestern_Caribbean)

Sarmiento S. A. (2010). *Composición de la comunidad arrecifal somera dentro y fuera del área marina protegida parque nacional natural corales del Rosario y San Bernardo, Caribe Colombiano*. [Tesis de Biólogo Marino, Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias Naturales/Programa de Biología Marina].

<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/1277/T931.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Soler-Hurtado, M. M., Machordom, A., Muñoz, J. & López-González, P. J. (2016). *New records of the genera Leptogorgia, Pacifigorgia and Eugorgia (Octocorallia: Gorgoniidae) from Ecuador, with a description of a new species*. ResearchGate. Recuperado 17 de octubre de 2022, de

[https://www.researchgate.net/publication/308697923\\_New\\_records\\_of\\_the\\_genera\\_Leptogorgia\\_Pacifigorgia\\_and\\_Eugorgia\\_Octocorallia\\_Gorgoniidae\\_from\\_Ecuador\\_with\\_a\\_description\\_of\\_a\\_new\\_species](https://www.researchgate.net/publication/308697923_New_records_of_the_genera_Leptogorgia_Pacifigorgia_and_Eugorgia_Octocorallia_Gorgoniidae_from_Ecuador_with_a_description_of_a_new_species)

Soler, M. d., & López, P. J. (2012). Two new gorgonian species Two new gorgonian species from Ecuador (Eastern Pacific). *Marine Biology Research*, Vol. 8: p 380-387.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17451000.2011.634814>

- Tapia Núñez, L. (30 julio de 2015). *Acuerdo Ministerial No. 097-A. Reforma del Libro VI del texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y De Descarga de Efluentes al Recurso Agua*. Quito Ambiente. [http://www.quitoambiente.gob.ec/images/Secretaria\\_Ambiente/Documentos/calidad\\_ambiental/normativas/acuerdo\\_ministerial\\_97a.pdf](http://www.quitoambiente.gob.ec/images/Secretaria_Ambiente/Documentos/calidad_ambiental/normativas/acuerdo_ministerial_97a.pdf)
- Valenciennes, A. (1846). Zoophytes. In: Dupetit-Thouars, A., *Voyage autour du monde sur la frégate la Vénus, pendant les années 1836-1839. Atlas de Zoologie*. Plates 1-15 (no text). Available online at <https://www.biodiversitylibrary.org/page/54753399> page(s): 15
- Verrill, A.E. (1868-1870). Notes on Radiata in the Museum of Yale College, with descriptions of new genera and species. No. 6. Review of the corals and polyps of the west coast of America. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Science*. 1: 377-558, pl. 6. Available online at <https://www.biodiversitylibrary.org/page/27729638> page(s): 428-430
- Williams, G. C., & Breedy, O. (2004). The Panamic gorgonian genus *Pacifigorgia* (Octocorallia: Gorgoniidae) in the Galápagos Archipelago, with descriptions of three new species. *Proceedings of the California Academy of Sciences*., 55, 55-88. <https://www.biodiversitylibrary.org/page/40700736#page/57/mode/1up>
- Yeung, C.W., Cheang, C.C., Lee, M.W., Fung, H.L., Chow, W.K., Ang Jr, P. (2014). *Environmental variabilities and the distribution of octocorals and black corals in Hong Kong*. 85: 774-782. ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X13007911>