



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
EXTENSIÓN PEDERNALES

Carrera de Biología

TEMA:

"Arrecifes coralinos de Surroneas como hábitat de estrellas de mar de la zona central y norte de Manabí."

AUTOR (A)

MILENA INTRIAGO MOREIRA

TUTOR.

ING. RAÚL CHILA MACIAS

PEDERNALES – ECUADOR

2025-2

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de biología de extensión Pedernales de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **INTRIAGO MOREIRA MILENA ELIZABETH** legalmente matriculado/a en la carrera de BIOLOGIA....., período académico 2025-2, cumpliendo el total de 320 horas, cuyo tema del proyecto o núcleo problémico es **“Arrecifes coralinos de Surrone como habitat de estrellas de mar de la zona central y norte de Manabí”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Pedernales, 26 de enero de 2026.

Lo certifico,



...Ing. Macias Chila Ramon Raúl.Mg.sc

Docente Tutor

Área: Biología

CERTIFICACION DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

El tribunal evaluador

Certifica:

Que el trabajo de fin de carrera moralidad Proyecto de investigación titulado:

"Arrecifes coralinos de Surroneas como habitad de estrellas de mar de la zona central y norte de Manabí".

Realizado y concluido por la **Srta. Milena Elizabeth Intriago Moreira** con C.I: **1315611507** ha sido revisado y evaluado por los miembros del tribunal.

El trabajo de fin de carrera antes mencionado cumple con los requisitos académicos, científicos y formales suficientes para ser aprobado.

Pedernales, 23 de febrero de 2026

Para dar testimonio y autenticidad firman:



Ing. Derri Alava Rosado, PhD

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Luis Madrid Jiménez, PhD

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blga. Cecibel Tenelema Delgado, Mgs


MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AUTORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Milena Elizabeth Intriago Moreira**, con cédula de identidad N° **1315611507**, declaro que el trabajo de titulación **“Arrecifes coralinos de Surroneas como habitad de estrellas de mar de la zona central y norte de Manabí”**. ha sido elaborado de forma original y personal. Este trabajo se fundamenta en una investigación propia, apoyándose en fuentes bibliográficas únicamente como referencia, respetando los derechos intelectuales de sus respectivos autores.

Por tanto, afirmo que las ideas y conclusiones expresadas en este documento son de mi autoría. Me responsabilizo por la veracidad de su contenido, así como del alcance de las investigaciones desarrolladas.

Pedernales, 27 de enero de 2026

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink that reads "Milena Intriago".

Milena Elizabeth Intriago Moreira
Cl. 131561507

Dedicatoria

Esta maravillosa fase académica terminada va dedicada a mis padres Isabel y Pablo por todo el apoyo que me dieron en el transcurso de este tiempo, por cada esfuerzo que hicieron para que yo pueda cumplir mi meta, a mis hermanos Elian y Saul por la motivación, a mi tía Yolanda Intriago que también fue y es pilar importante en mi vida por siempre estar presente apoyándome, y especialmente a mi abuelita Monse que en paz descanse.

Dedico esta tesis a la vida y a cada experiencia vivida que me permitió aprender de lo lindo e importante que es cuidar, luchar y proteger todo aquello que nos rodea.

Dedico esta tesis a mí, por todo el esfuerzo brindando y por no haberme rendido en cada obstáculo vivido.

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios por haberme permitido vivir cada experiencia y por permitirme seguir aprendiendo mas de sobre lo lindo que tenemos.

Agradecer a mis papas por el apoyo y por cada enseñanza que me ayudo a fortalecer mi vida y mi vida profesional, a mi familia que estuvo presente en cada paso que daba y por permitirme compartir con ellos lo aprendido.

Agradezco a cada una de las personas que estuvieron en lo largo de estas carreras, a mis amigas a Carlos que fueron parte importante este crecimiento, por las risas, las aventuras por hacer de cada trabajo académico productivo, enriquecedor y bonito. Agradezco a mi pareja por estar siempre presente y por apoyarme en cada proyecto en apoyo a la naturaleza.

Agradezco a los docentes que me dieron de su tiempo y me fortalecieron en lo académico, al Dr. Madrid, Blga Cecible, Blgo Edison, cada uno de ellos fueron papel fundamental en mi vida académica siendo hoy por hoy una profesional. Agradezco a mi tutor por su guía y su apoyo en el transcurso de mi fase de investigación.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| <u>CAPÍTULO 1</u> | 12 |
| 1.1. INTRODUCCIÓN..... | 14 |
| 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 15 |
| 1.2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 16 |
| 1.3. HIPÓTESIS..... | 16 |
| 1.4. OBJETIVO GENERAL..... | 16 |
| 1.4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 16 |
| 1.5. JUSTIFICACIÓN..... | 17 |
| 1.6. MARCO TEÓRICO..... | 20 |
| 1.6.1. ECOSISTEMAS: | 20 |
| 1.6.2. GENERALIDADES TAXONÓMICAS DE LOS CORALES: | 21 |
| 1.6.3. ALGAS TURF:..... | 22 |
| 1.6.4. ESTRELLAS DE MAR:..... | 23 |
| 1.6.5. FRAGILIDAD DE LOS ECOSISTEMAS:..... | 24 |
| 1.6.6. PROTECCIÓN DEL HÁBITAT MARINO, PONIENDO ESPECIAL ATENCIÓN EN LOS ARRECIFES CORALINOS: | 25 |
| 1.6.7. RELACIONES ECOSISTÉMICAS:..... | 25 |
| 1.6.8. IMPACTO AMBIENTAL EN LOS ARRECIFES, CAMBIO CLIMÁTICO Y PESCA ARTESANAL:..... | 27 |
| <u>CAPÍTULO 2</u> | 30 |
| 2.1. DESARROLLO METODOLÓGICO (MATERIALES Y MÉTODOS)..... | 30 |

| | |
|--|-----------|
| 2.1.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN..... | 30 |
| 2.1.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 31 |
| 2.2.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN, NIVEL O ALCANCE | 32 |
| 2.1.4 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN | 33 |
| 2.1.5. POBLACIÓN Y/O MUESTRA..... | 33 |
| MUESTRA..... | 33 |
| 2.1.6. DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO..... | 34 |
| 2.1. 7. POBLACIÓN. | 34 |
| 2.2. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 34 |
| 2.3. ÁREA DE ESTUDIO..... | 35 |
| 2.4. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO | 36 |
| <u>CAPÍTULO 3.....</u> | <u>40</u> |
| 3.1. RESULTADOS..... | 40 |
| 3.1.1. ESTRUCTURA DEL HÁBITAT ARRECIFAL | 40 |
| 3.1.2. CARACTERIZACIÓN DE LA COBERTURA Y COMPOSICIÓN CORALINA..... | 40 |
| 3.1.3. PRESENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE ESTRELLAS DE MAR | 41 |
| 3.1.4. IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA PRESENCIA DE ESTRELLAS DE MAR (<i>ASTEROIDEA</i>) EN EL SITIO SURRONES. | 42 |
| 3.1.5. RELACIÓN ENTRE LA ESTRUCTURA DEL HÁBITAT Y LA ABUNDANCIA BIOLÓGICA..... | 46 |
| 3.1.6. DINÁMICA POBLACIONAL DE ESTRELLAS DE MAR (<i>PHATARIA UNIFACIALIS</i>) | 46 |
| 3.1.7. RELACIÓN ENTRE LA ESTRUCTURA DEL HÁBITAT Y LAS VARIABLES BIOLÓGICAS..... | 46 |
| 3.1.7. IMPACTOS ANTRÓPICOS OBSERVADOS EN EL ARRECIFE | 47 |

| | |
|--|-----------|
| 3.1.8. IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL ARRECIFE DE SURRONES..... | 47 |
| <u>CAPÍTULO 4.....</u> | <u>54</u> |
| 4.1. DISCUSIÓN | 54 |
| 4.2.1. ¿CÓMO VARÍA LA ABUNDANCIA DE ESTRELLAS DE MAR EN FUNCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE ARRECIFES MARGINALES EN LOS ARRECIFES ROCOSOS DE SURRONES? | 57 |
| 4.2.1. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS | 57 |
| 4.4. CONCLUSIONES | 58 |
| 4.5. RECOMENDACIONES | 59 |
| <u>4.6. BIBLIOGRAFÍA</u> | <u>60</u> |
| 4.7. ANEXOS..... | 67 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----------|
| <u>FIGURA 1: MAPA DEL ÁREA DE ESTUDIO SISTEMA DE ARRECIFES ROCOSOS</u> <u>SURRONES.....</u> | <u>38</u> |
| <u>FIGURA 2: DISTRIBUCIÓN DE ESTRELLAS DE MAR POR SUSTRATO</u> | <u>41</u> |
| <u>FIGURA 3: POBLACIÓN DE ESTRELLAS DE MAR EN SURRONES, PEDERNALES</u> <u>MANABÍ</u> | <u>45</u> |
| <u>FIGURA 4: BIODIVERSIDAD DE ESTRELLAS DE MAR</u> | <u>49</u> |
| <u>FIGURA 5: BIODIVERSIDAD DE ESTRELLAS DE MAR EN TEMPORADA DE LLUVIA</u> | <u>52</u> |
| <u>FIGURA 6: IDENTIFICACIÓN DEL SUELO EN EL ARRECIFE CORALINO</u> | <u>67</u> |
| <u>FIGURA 7: PRIMERA INMERSIÓN EN PISCINA.....</u> | <u>67</u> |
| <u>FIGURA 8: PREPARACIÓN DEL EQUIPO DE BUCEO.</u> | <u>68</u> |
| <u>FIGURA 9: UBICACIÓN PARA REALIZAR INMERSIÓN.....</u> | <u>68</u> |
| <u>FIGURA 10: UBICACIÓN DE LOS CUADRANTES EN LOS ARRECIFES MARGINALES</u> <u>DE SURRONES, PEDERNALES-MANABÍ</u> | <u>69</u> |
| <u>FIGURA 11: IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRELLA PHARIA PYRAMIDATA</u> | <u>69</u> |

| | |
|---|-----------|
| <u>FIGURA 12: IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRELLA PENTACERASTER CUMINGI, DENTRO DEL CUADRANTE</u> | <u>70</u> |
| <u>FIGURA 13: IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRELLA PHATARIA UNIFASCIALIS, DENTRO DEL CUADRANTE</u> | <u>70</u> |
| <u>FIGURA 14: IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRELLA PHARIA PYRAMIDATA, DENTRO DE CUADRANTE.....</u> | <u>71</u> |
| <u>FIGURA 15: COLOCACIÓN DEL CUADRANTE SIN ABUNDANCIA DE ESTRELLA DE MAR</u> | <u>71</u> |

INDICE DE TABLA

| | |
|---|-----------|
| <u>TABLA 1: TAXONOMÍA DE PHATARIA UNIFASCIALIS.....</u> | <u>24</u> |
| <u>TABLA 2: TAXONIMIA PENTACERASTER CUMINGI</u> | <u>42</u> |
| <u>TABLA 3: TAXONOMIA PHATARIA UNIFASCIALIS</u> | <u>43</u> |
| <u>TABLA 4: TAXONOMÍA PHARIA PYRAMITADA</u> | <u>44</u> |
| <u>TABLA 5: ESPECIES DE ESTRELLA POR SUSTRATO DEL ARRECIFE CORALINO DE SURRONES, PEDERNALES-MANABÍ.....</u> | <u>45</u> |
| <u>TABLA 6: BIODIVERSIDAD DE ESTRELLAS DE MAR ÍNDICE DE SHANNON</u> | <u>48</u> |
| <u>TABLA 7: BIODIVERSIDAD DE ESTRELLAS DE MAR ÍNDICE DE SHANNON</u> | <u>51</u> |

Resumen

La investigación evalúa la influencia de la estructura del hábitat arrecifal en la abundancia y distribución de estrellas de mar (Asteroidea) en los arrecifes rocosos de Surrone, Manabí.

Mediante un enfoque mixto y diseño no experimental, se realizaron muestreos submareales con transectos y cuadrantes, apoyados en análisis fotográfico de cobertura bentónica.

Se analizaron variables como cobertura coralina, rugosidad del sustrato y presencia de algas turf, identificándose principalmente *Phataria unifascialis*, *Pentaceraster cumingi* y *Pharia pyramidata*, asociadas a sustratos dominados por *Pavona clavus* y *Porites lobata*.

Los resultados evidencian que la complejidad estructural y la cobertura coralina influyen significativamente en la densidad de asteroideos. Además, se registraron impactos vinculados a pesca artesanal. El estudio aporta información clave para la conservación de arrecifes marginales y resalta el valor de las estrellas de mar como bioindicadores ecosistémicos.

Palabras clave

Arrecifes coralinos marginales; Asteroidea; estructura del hábitat; cobertura coralina; algas turf; biodiversidad marina; dinámica bentónica; rugosidad arrecifal; impacto antrópico; conservación marina.

Abstract

This research evaluates the influence of reef habitat structure on the abundance and distribution of sea stars (Asteroidea) in the rocky reefs of Surrone, Manabí. Using a mixed-method approach and a non-experimental design, subtidal sampling was conducted through transects and quadrats, supported by photographic analysis of benthic cover. Variables such as coral cover, substrate rugosity, and the presence of turf algae were analyzed. The main species identified were *Phataria unifascialis*, *Pentaceraster cumingi*, and *Pharia pyramidata*, associated with substrates dominated by *Pavona clavus* and *Porites lobata*. Results show that structural complexity and coral cover significantly influence asteroid density. Additionally, impacts related to artisanal fishing were recorded. The study provides key ecological information for the conservation of marginal reefs and highlights the role of sea stars as ecosystem bioindicators.

Keywords

Marginal coral reefs; Asteroidea; habitat structure; coral cover; turf algae; marine biodiversity; benthic dynamics; reef rugosity; anthropogenic impact; marine conservation.

CAPÍTULO 1

1.1. Introducción

Uno de los ecosistemas marinos más biodiversos que existen en el mundo son los arrecifes coralinos, cuya biodiversidad se puede comparar con la de las selvas tropicales. Estas estructuras biológicas, formadas por colonias de diminutos organismos conocidos como corales, crean intrincadas configuraciones que funcionan como hábitat, refugio con configuraciones y fuente alimentaria que funcionan como hábitat, refugio y fuente alimentaria para millones de especies marinas. Los arrecifes coralinos además de su relevancia ecológica desempeñan roles importantes como preservar la calidad del agua y proteger las costas de las tormentas y la erosión que se presentan hoy en día, con el fin de preservar los ecosistemas. Así mismo apoyan a comunidades humanas por medio del turismo sostenible y la pesca artesanal. Entre la gran diversidad de arrecifes, los llamados "arrecifes de Surrone" sobresalen por su ubicación y estructura únicas, mostrando un amplio lecho marino albergando diversidad de vida, que suelen estar en áreas con poca profundidad donde las condiciones de temperatura y luz permiten que el coral crezca y se adapte a la zona y sus corrientes marinas. Estos arrecifes son un microhábitat perfecto para una variedad de especies marinas, incluidas las estrellas de mar. Los equinodermos son especies representativas por sus colores vibrantes y su particular forma, desempeñan un papel ecológico importante al ser depredadores ayudan a controlar la población de corales, algas y el funcionamiento del arrecife, también interviene en procesos como la depredación de moluscos y la limpieza del fondo marino. La investigación de las estrellas de mar en los arrecifes coralinos de surrone facilitan la comprensión no solamente del papel ecológico que tienen, sino también de su sensibilidad ante las variaciones ambientales que existen hoy en día. La salud de estos hábitats tiene un impacto directo en la supervivencia, la distribución y el comportamiento

de las estrellas de mar, por lo tanto, estos equinodermos son considerados indicadores biológicos importantes para valorar la condición de los ecosistemas coralinos en el planeta. Por tanto, es fundamental investigar la relación entre las estrellas de mar y los arrecifes de Surrone para idear estrategias de conservación de océanos que aseguren la protección de estos ecosistemas delicados pero esenciales.

1.2. Planteamiento del problema

Los corales que por alguna alteración provocada por eventos naturales como los oleajes fuertes se llegasen a fracturar o por interacción con los seres humanos sea esta por la pesca mal ejecutada, anclajes explotación petrolera, entre otras genera la viabilidad de transformarse en sustrato alimenticios para las estrellas de mar o también puede generar refugio, la disminución de la disponibilidad de este recurso se debe a que el deterioro progresivo de los corales, causado por las consecuencia de las interacciones humanas en sus diversas actividades, generando así sedimentación, contaminación y estas empeoradas por el cambio climático. Las estrellas de mar, como depredadores o consumidores, tienen papeles fundamentales en los arrecifes al regular las dinámicas de las especies bentónicas, sin embargo, sus poblaciones muestran oscilaciones significativas, las cuales podrían estar vinculadas con alteraciones en la disponibilidad de recursos, por ejemplo, algas y corales fracturados. Estas variaciones podrían provocar efectos en cadena en el ecosistema, desequilibrando las relaciones ecológicas, la estructura de la comunidad y los servicios que brinda el ecosistema. La pesca artesanal, el turismo no regulado y otras acciones humanas en la región han intensificado las alteraciones en los arrecifes rocosos, en la región han intensificado las alteraciones en los arrecife

s rocosos, lo que ha llevado a una mayor división de los corales y al crecimiento de algas que ha llevado a una mayor división de los corales y al crecimiento de algas.

- **Variable dependiente:** abundancia de estrellas
- **Variable independiente:** estructura arrecifal

1.2.1. Formulación del Problema

¿Cómo influye la estructura del hábitat arrecifal (sustrato coralino, rocoso y rugosidad) en la abundancia y distribución de estrellas de mar en el arrecife de Surrone?

1.3. Hipótesis

- **Hipótesis nula (H_0):**

No existe relación significativa entre la estructura del hábitat arrecifal y la abundancia de estrellas de mar.

- **Hipótesis alternativa (H_1):**

La abundancia de estrellas de mar aumenta significativamente en áreas con mayor cobertura coralina y complejidad estructural del arrecife.

1.4. Objetivo General

- Analizar la influencia de los arrecifes marginales y los consorcios de algas turf en las fluctuaciones de la abundancia de estrellas de mar en los arrecifes rocosos y coralino de Surrone

1.4.1 Objetivos Específicos

- Determinar la relación entre la estructura de arrecifes marginales y la abundancia de estrellas de mar.

- Examinar la diversidad y la abundancia de las estrellas de mar en arrecifes coralinos y rocosos.
- Proponer estrategias de manejo y conservación basadas en la dinámica coral, algas y
- estrellas en los arrecifes rocosos de Surrone.

1.5. Justificación

Al realizar un análisis completo de los arrecifes de Surrone como ecosistemas donde habitan las estrellas de mar en la región norte de la provincia de Manabí, se justifica la presente investigación para cumplir el requisito para la titulación, desde una perspectiva de los resultados científicos y académicos que dará la investigación, así como también generará datos sociales y ambientales. En el arrecife marginal de Surrone no se han generado investigaciones centradas en la estrella de mar, lo que deja un gran campo acción desconocido para la investigación científica y poder entender la importancia de esta en el equilibrio del ecosistema del arrecife; sin embargo, tiene un gran valor ecológico para la costa ecuatoriana y su zona de influencia. Aunque los arrecifes de coral ocupan solamente el 1% del fondo marinos, se calcula que contienen el 25% del total de biodiversidad marina total en el océano. Por esta razón, también son conocidos como "selva tropical del mar" por igualarse en niveles de biodiversidad (Lee, 2025). La desconexión del ser humano con el medio ambiente en general ha generado el desafío más grande que cualquier ser vivo que haya existido en toda la historia del planeta, por lo que ahora puede afrontar la extinción de sí mismo y de todas las demás especies vivas que cohabitan en el planeta. El sistema de producción consumistas ve el crecimiento económico como fundamento que dirige los sistemas de decisión, lo que produce un desarrollo industrial acelerado y un consumo elevado de bienes, sin tener en cuenta las consecuencias hacia el medio ambiente, ni las

soluciones (Rodríguez & Quintanilla, 2019). Desde el punto de vista científico, esta investigación generará información biológica y ecológica acerca de la relación entre la presencia de arrecifes, consorcios de algas y el número de estrellas marinas en los arrecifes coralinos ubicados en Surrone, como las estrellas de mar juegan un papel fundamental en la estructura y dinámica trófica de los arrecifes, comprender qué factores impactan sus poblacionales contribuyen a entender los efectos de la contaminación, a intervención del ser humano y los procesos ecológicos que regulan estos ecosistemas. Su presencia en fondos rocosos y arrecifes es un indicativo de la salud del medio ambiente, porque tienen un papel fundamental en el equilibrio de las cadenas tróficas marinas, sin embargo, se enfrentan a riesgos como la contaminación, la pesca intensiva y las enfermedades emergentes que amenazan sus poblaciones en diversas zonas del planeta. (IMFFSS, 2025). Desde la perspectiva ambiental, el presente estudio es importante por la degradación creciente y pérdida de los arrecifes en Manabí, lo que se debe a actividades humanas como la pesca artesanal sin control adecuado, el turismo desordenado, el anclaje de barcos y la contaminación, además de factores globales como el cambio climático. Se busca analizar cómo la fragmentación de coral y el crecimiento excesivo de algas podrían afectar la cantidad de estrellas marinas, ayudará a identificar posibles desequilibrios dentro de la cadena del ecosistema, ofreciendo componentes técnicos para la creación de propuestas de conservación y gestión orientadas a salvar y conservar los arrecifes de Surrone. Los ecosistemas de arrecifes de coral ofrecen servidumbres ecológicas que son primordiales en términos económicos y sociales para la pesca artesanal, la defensa de las costas y el turismo a nivel local. La reducción de la biodiversidad y el deterioro de estos hábitats afectan directamente a las comunidades que residen en la costa y dependen de ellas. Castro y Pereira, (2016), señala que es esencial subrayar que la vulnerabilidad de los ecosistemas coralinos y sus

interacciones bióticas se debe a su fragilidad frente a las alteraciones provocadas por el contacto o las pérdidas de partes. Esto ocurre porque cualquier efecto perjudicial genera tensión en la colonia, lo que la hace más propensa a padecer enfermedades y a competir con otros grupos de manera interespecífica.

1.6. Marco Teórico

Ecuador cuenta con una alta diversidad de ecosistemas en su territorio, destacándose entre ellos las costas, las playas, lagunas, los estuarios, los acantilados, los humedales, las bahías y las lagunas costeras. En Ecuador se han identificado 1.859 especies marinas, destinadas a la comercialización, como no comerciales. (Cruz & Gabor, 2003). La presencia de la contaminación, la destrucción de los hábitats, el calentamiento global y la explotación excesiva son solo algunas de las numerosas dificultades que enfrentan tanto los ecosistemas marinos como la biodiversidad en general (Jaramillo, 2024). Los arrecifes coralinos son uno de los ecosistemas más ricos en biodiversidad del planeta. Los pólipos de coral son los principales componentes de su formación, pueden tener diferentes formas desde colonias extensas que crean arrecifes llenos de vida y que cumplen varias servidumbres ecológicas, hasta delicados abanicos e incluso pequeños seres solitarios. (NOAA, 2025). Shefali, (2024), señala que los arrecifes de coral son fundamentales para las economías de las áreas tropicales, ya que de ellos depende en gran medida el hábitat de muchos peces, moluscos y demás seres destinados a la alimentación humana, sin considerar su valor como atractivo turístico. Además por su estructura y formación evita la pérdida de vidas, daños materiales y los problemas de erosión, resguardando el litoral del 97% de la energía de inundaciones, tormentas y oleajes que golpean la costa.

1.6.1. Ecosistemas: Se entiende por ecosistema a una unidad funcional que incluye seres vivos que interactúan entre ellos y con los componentes abióticos de un lugar determinado, lo cual posibilita el desarrollo de los seres vivos en el entorno determinado. Los ecosistemas biológicos son componentes fundamentales de la diversidad biológica global, y desde el punto de vista históricos se ha comprobado que la vida en su inicio se desarrolló desde los océanos primitivos. Estos ecosistemas tienen un rol esencial en la regulación de procesos bioquímicos, ya

que brindan hábitats y recursos para alimentar a muchas especies. El análisis se refiere a la estructura, las funciones y la dinámica de los ecosistemas marinos, enfatizando la interdependencia entre los organismos y su entorno (Villacreses, 2024) . Los arrecifes de coral son reconocidos como uno de los sistemas más productivos y diversos biológicamente del planeta. Desde el aspecto estructural y biológico, los ecosistemas marinos son extremadamente complejos, estos ecosistemas albergan una extensa variedad de especies marinas, que se estima son 1.859, y muchas de ellas poseen importancia ecológica y económica. (Cruz & Gabor, 2003). En la provincia de Manabí, los arrecifes de coral y rocosos son muy importantes porque funcionan como sitios de refugio, alimentación y reproducción para una diversidad de especies marinas, entre ellas las estrellas de mar. Los arrecifes como el de Surrone se forman en áreas someras que cuentan con luz y temperatura apropiadas, lo cual favorece la formación de microhábitats requeridos por las especies epibentónicas y bentónicas. Su aumento en tres dimensiones, a la estructura de heterogeneidad del medio ambiente, hace posible una mayor diversidad biológica y vínculos ecológicos más intrincados.

1.6.2. Generalidades taxonómicas de los corales: Los corales pertenecen a la clase Anthozoa, al Reino Animal, son seres invertebrados, en su mayoría coloniales, que están constituidos por pólipos que producen esqueletos de carbonato de calcio y son los responsables de formar arrecifes de coral. Estos organismos tienen una relación simbiótica con las zooxantelas, que son algas microscópicas que contribuyen a la alimentación del coral por medio de la fotosíntesis. Desde el punto de vista ecológico, los corales que emergen arrecifes generan estructuras que hacen más complejo el sustrato marino e impulsan que peces, invertebrados y algas se asienten.

Según la NOAA (2025), los corales pueden manifestarse de varias maneras, desde colonias densas hasta especies solitarias y abanicos, ajustándose a diferentes circunstancias ambientales. La fragmentación de los corales ya sea por causas naturales o humanas, es capaz de alterar la estructura del arrecife y crear sustratos secundarios que pueden ser utilizados por otros seres vivos, como las estrellas de mar y las algas turf. El cambio climático está provocando cambios importantes en los ecosistemas marinos, lo cual tiene un impacto directo sobre las especies que dependen de estos. Uno de los efectos más evidentes es el incremento en la temperatura del agua, y tiene el potencial. Que los arrecifes de coral se reduzcan y que los corales se blanqueen (Parrales, 2024).

1.6.3. Algas turf: Las macroalgas son elementos de valor incalculable en los ecosistemas marinos y son un recurso significativo para satisfacer las necesidades humanas (Jung, 2022). Las algas turf son agrupaciones de algas filamentosas pequeñas que crecen sobre superficies duras, como los corales muertos o rotos y las rocas. Estas algas son reconocibles por su rápida expansión y su notable capacidad de colonización, en especial en espacios que han sufrido alteraciones. Las algas pueden cumplir dos funciones en los arrecifes de coral, por un lado, es una fuente de refugio y alimento para muchos invertebrados; por el otro, si su número aumenta demasiado, pueden competir con los corales por espacio y luz, lo que podría dificultar la recuperación del arrecife en la actualidad, las algas son el elemento bentónico más presente en la mayor parte de los arrecifes de coral. Su extensa distribución, rol funcional y reacción favorable a elementos que causan estrés en los corales validan su relevancia en el desempeño del ecosistema arrecifal. (Cubillos, Gavio, & Zea, 2021). La sedimentación, el aumento de nutrientes y la disminución de herbívoros modifican la interacción entre los corales y las algas, lo cual propicia su propagación. La existencia de césped de algas en los corales rotos de los arrecifes de

Surrones puede modificar la cantidad y disponibilidad de refugio y comida, lo que podría tener un impacto en cómo se dispersan y cuántas estrellas marinas hay.

1.6.4. Estrellas de mar: Los asteroideos, o estrellas de mar, son criaturas oceánicas que destacan por su diversidad y misterio. Su denominación, que proviene del griego "ἀστεροειδής" y quiere decir "con forma de estrella", alude a su particular apariencia estrellada, con brazos radiantes (Lacunza, 2024). La clase asteroidea, el filo Echinodermata y el reino animalia incluye a las estrellas de mar. Son organismos que viven, principalmente, en lechos rocosos y en arrecifes de coral. Se caracterizan por su capacidad de regeneración y su simetría radial. Las especies de aguas poco profundas (someras) se encuentran desde la zona intermareal, que comienza en cero metros de profundidad, hasta la zona infralitoral, que va de los 100 a los 200 metros. Los hábitats donde viven son las pozas de marea, las praderas marinas, los arrecifes coralinos, los suelos arenosos o rocosos y los bosques de macroalgas marinas. (Martínez & Villalobos, 2011). Desde un punto de vista ecológico, las estrellas de mar desempeñan una función fundamental en el ecosistema, porque actúan como consumidores de algas y moluscos, depredadores o detritívoros. Esto les posibilita regular las poblaciones bentónicas y contribuir al mantenimiento del equilibrio del sistema. Su presencia y abundancia están estrechamente relacionadas con la disponibilidad de refugios, sustratos y recursos para alimentarse. Las variaciones en la población de estrellas de mar tienen el potencial de generar impacto en todo el ecosistema del arrecife, alterando no solo los procesos ecológicos sino también la estructura comunitaria presente en particular en las zonas de arrecifes y rocosas, su presencia indica un entorno saludable. Sin embargo, su supervivencia está en peligro debido a elementos indirectos como la contaminación, la captura accidental y las alteraciones en sus hábitats provocadas por prácticas humanas (IMFFSS, 2025). Por este motivo,

estos equinodermos se han denominado indicadores biológicos del estado de salud de los arrecifes coralinos.

1.6.4.1. Taxonomía de la estrella de mar

Tabla 1: Taxonomía de *Phataria unifascialis*.

| | |
|-----------------|-------------------------------------|
| Phyllum: | Echinodermata |
| Clase: | Asteroidea |
| Orden: | Valvatida |
| Familia: | Asteropseidae |
| Género: | Phataria |
| Especie: | <i>Phataria unifascialis</i> |

Nota: Elaboración propia. Fuente: Martin, (2017)

1.6.5. Fragilidad de los ecosistemas: Según los hallazgos, la contaminación de agua y tierra, así como la deforestación, son las principales amenazas a la biodiversidad en Ecuador y el mundo. Los arrecifes de coral, a pesar de su alta productividad, son ecosistemas muy delicados y sensibles a los cambios (Feijoo, 2024). Su equilibrio depende de ciertas condiciones ambientales específicas, como la salinidad, la sedimentación baja, la temperatura y la claridad del agua, las alteraciones o fluctuaciones en estos elementos pueden generar estrés a nivel fisiológico no solo en los corales, sino también en otros organismos relacionados. La fragmentación de los corales, la reducción de la cobertura viva y el incremento de algas son señales claras del deterioro ecológico.

1.6.6. Protección del hábitat marino, poniendo especial atención en los arrecifes coralinos:

Los ecosistemas marinos, y de manera particular los ecosistemas formados por corales están más expuestos a los cambios ambientales y a las interacciones humanas con efectos negativos que repercuten en la salud del arrecife. Las actividades humanas han causado la acidificación del océano, la contaminación, el aumento de la temperatura del agua y la pesca excesiva, todos ellos representan amenazas (Vásquez & Archbold, 2023). Por la variedad de servidumbres ecológicas que proveen, como proveer hogar y refugio a miles habitantes de los océanos, protección a las costas, producción de oxígeno, el turismo, la pesca a pequeña escala conservar los arrecifes de coral es una prioridad mundial. Según Shefali (2024), la capacidad que tienen los arrecifes de coral de disminuir el 97 % de la energía de las tormentas y las olas contribuye a reducir la erosión costera y el desgaste del material. Es proteger arrecifes esenciales como los de Surrone para asegurar la sostenibilidad social, ecológica y económica de las comunidades costeras de toda la república del Ecuador. Las estrategias de conservación comprenden el establecimiento de zonas marinas protegidas, la restauración de los corales, el control del comportamiento humano y la creación de educación ambiental, además de sumar esfuerzos con proyectos de conservación que se llevan en muchas partes del mundo para trabajar en conjunto de la conservación de los arrecifes.

1.6.7. Relaciones ecosistémicas: Todos los organismos vivos y partes no vivas que interactúan en un entorno conforman los ecosistemas, existen ecosistemas pequeños, como una poza de marea que está separada del océano; y también los hay grandes, como los estuarios o los arrecifes de coral, todos estos ecosistemas tienen sus propias características y puntos de equilibrio para que todos los componentes coexistan (NOAA, 2024). Las interacciones entre los corales, las algas, las estrellas de mar y otras especies en los arrecifes de coral pueden ser

tróficas, competitivas o simbióticas. La relación entre el coral, la estrella de mar y las algas es particularmente importante ya que, si uno de estos componentes se altera, puede haber cambios en todo el sistema, alterando así todo el equilibrio del ecosistema del arrecife. Las algas césped pueden modificar el espacio disponible y los recursos, mientras que las estrellas de mar tienen la habilidad de transformar la estructura del arrecife mediante depredación selectiva. La estabilidad y la resistencia del ecosistema de los arrecifes dependen de estas interacciones.

1.6.8. Impacto ambiental en los arrecifes, cambio climático y pesca artesanal:

El blanqueamiento de los corales, la acidificación del agua marina y el calentamiento oceánico son consecuencias de los efectos del cambio climático, que se considera uno de los mayores riesgos para los arrecifes coralinos, habilidad de los corales para crecer y regenerarse no es suficiente ante la pesca artesanal sin regulación, el fondeo de embarcaciones y la utilización de métodos destructivos para pescar causan un daño físico directo a los arrecifes, lo que conlleva su degradación total, estas fomentan el crecimiento de algas, lo que agrava la fragmentación de los corales y modifica el hábitat de otras entidades bentónicas y las medidas de mar crecimiento de algas, lo que agrava la fragmentación de los corales y modifica el hábitat de otras entidades bentónicas y las estrellas de mar. La combinación de factores antrópicos y climáticos podría estar afectando el número de estrellas de mar y la presencia .de arrecifes marginales en los Surrone, lo que hace imprescindible llevar a cabo estudios científicos para su conservación y administración.

1.6.9. Marco Legal

La presente investigación sobre los arrecifes coralinos de Surrone como hábitat de estrellas de mar se fundamenta en el ordenamiento jurídico ambiental ecuatoriano, el cual reconoce la protección de la biodiversidad y de los ecosistemas marino-costeros como un deber prioritario del Estado y de la sociedad.

En primer lugar, la Constitución de la República del Ecuador establece un paradigma ecocéntrico al reconocer a la naturaleza como sujeto de derechos. El artículo 71 dispone que la naturaleza tiene derecho al respeto integral de su existencia y al mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. El artículo 72 reconoce el derecho de la naturaleza a la restauración integral cuando haya sufrido daños ambientales. El artículo 73 obliga

al estado a aplicar medidas de precaución y restricción frente a actividades que puedan conducir a la extinción de especies, destrucción de ecosistemas o alteración permanente de ciclos naturales. El artículo 74 reconoce el derecho de las personas a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales, bajo principios de sostenibilidad.

Asimismo, el artículo 395 establece los principios rectores de la gestión ambiental, entre ellos la prevención, precaución, responsabilidad y reparación integral. El artículo 396 determina la responsabilidad objetiva por daños ambientales, mientras que el artículo 397 impone al Estado la obligación de garantizar la intangibilidad de áreas naturales protegidas y ecosistemas frágiles. Por su parte, el artículo 400 declara de interés público la conservación de la biodiversidad y todos sus componentes, lo que incluye los ecosistemas marinos y arrecifales. En este contexto, la protección de los arrecifes de Surrone y de especies bentónicas como las estrellas de mar se encuentra directamente respaldada por el mandato constitucional.

En concordancia, el Código Orgánico del Ambiente (COA) desarrolla los principios constitucionales y regula la gestión ambiental integral. El artículo 7 reconoce los derechos de la naturaleza y el deber del Estado de garantizar su protección. El artículo 9 establece los principios ambientales, entre ellos el de prevención, precaución y sostenibilidad. El artículo 27 dispone la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, incluyendo ecosistemas marinos y costeros. El artículo 54 reconoce como ecosistemas frágiles aquellos que, por su naturaleza, requieren protección especial, categoría en la que se incluyen los arrecifes coralinos. Además, el COA regula instrumentos de gestión como los estudios de impacto ambiental (arts. 179 y siguientes) y los planes de manejo, fundamentales para actividades que puedan generar afectaciones en zonas marino-costeras.

En materia de recursos hidrobiológicos, la Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca establece el marco normativo para la pesca sostenible. El artículo 4 reconoce como principio rector el aprovechamiento responsable y sostenible de los recursos acuáticos. El artículo 14 establece la competencia de la autoridad pesquera para regular el esfuerzo pesquero y dictar medidas de conservación. El artículo 98 contempla infracciones relacionadas con la afectación de ecosistemas acuáticos. Esta normativa resulta pertinente considerando que la sobrepesca y el uso inadecuado de artes de pesca pueden alterar la estructura trófica de los arrecifes y afectar especies clave como los equinodermos.

De manera complementaria, los reglamentos técnicos de pesca y conservación de ecosistemas marinos emitidos por la autoridad competente establecen restricciones al uso de artes que impacten fondos rocosos o coralinos, delimitan zonas sensibles y regulan vedas y medidas de manejo para la protección de especies y hábitats vulnerables. Estas disposiciones buscan reducir la presión antrópica en ecosistemas estratégicos y garantizar su sostenibilidad ecológica.

En consecuencia, la investigación desarrollada en el arrecife de Surrone no solo posee relevancia científica, sino también respaldo jurídico, al alinearse con el régimen constitucional de derechos de la naturaleza, el sistema de gestión ambiental previsto en el COA y la normativa pesquera orientada al manejo sostenible. La generación de información técnica sobre la relación entre estructura arrecifal y distribución de estrellas de mar contribuye al cumplimiento del deber estatal de conservar la biodiversidad y fortalecer la toma de decisiones para la protección de los ecosistemas marino-costeros de Manabí.

CAPÍTULO 2

2.1. DESARROLLO METODOLÓGICO (MATERIALES Y MÉTODOS)

- **Transectos y cuadrantes:** Transectos de 30 m con cuadrantes de 1,5m² y 50cm para evaluar cobertura viva, rugosidad, refugios visibles.
- **Análisis de datos:** Al realizar cada una de las inmersiones con el equipo apropiado de buceo se localizó el área a estudiar y se ubicaron los transectos en el arrecife donde se realizó la observación y se fotografió cada una de las especies de estrellas de mar el cual se hizo la toma fotográfica con una cámara GoPro de la especie sobre el área de estudio para su análisis y poder obtener datos adicionales e identificación de la biodiversidad que le rodea.
- **Estrellas y sustrato.** Se utilizaron análisis estadísticos como el índice de Shannon para evaluar la riqueza de biodiversidad de estrellas y se analizó la densidad por transectos de estrellas y analizar las correlaciones para evaluar la relación entre la estructura del hábitat y las variables biológicas de la población de estrellas de mar.
- **Selección de sitios de muestreo** en arrecifes rocosos y coralinos de Surrone.
- **Toma de datos in situ** mediante observación y conteo en transectos y cuadrantes.
- **Registro fotográfico:** procesamiento de imágenes a través de una GoPro para estimar la presencia de estrellas de mar.

2.1.1. Enfoque de la Investigación.

El enfoque de este trabajo de investigación es cualitativo y cuantitativo, dado que se basa en la recopilación de datos no numéricos. Donde su objetivo es determinar la diversidad y distribución

espacial de estrellas de Mar (*Phataria unifacialis*) y *los corales* (*Pavona clavus* y *Porites lobata*) y coral blando (*Gorgonia*) que se encuentran en los parches coralinos del arrecife de Surrones.

2.1.2. Diseño de la Investigación

No experimental: Este estudio no implica la manipulación de variables independientes ni la asignación aleatoria de sujetos a grupos de control o experimentales. Se basa en la observación y descripción de fenómenos tal como ocurren en su entorno natural.

Exploratorio: Dado que existen pocos estudios previos sobre el arrecife Surrones, el diseño exploratorio permite generar un entendimiento inicial y formular hipótesis para investigaciones futuras.

De observación: La investigación se centra en la observación directa y sistemática del arrecife de coral y su entorno, registrando datos sobre su diversidad y distribución espacial de las estrellas de mar y parches coralinos.

Metodología:

Trabajo de campo: Se realizaron inmersiones a 8 millas náuticas donde se ingresó al mar con un equipo de buceo completo en el cual se hizo un descenso hacia el arrecife en el cual se realizaron observaciones directas en el lecho marino para recopilar datos sobre la presencia y distribución de estrellas de mar, algas turf en el arrecife de coral. Se emplearon cuadrantes y transectos para cuantificar la cobertura y abundancia de las estrellas de mar.

Metodología descriptiva: Se describieron los factores bióticos y abióticos del hábitat del arrecife de coral, así como las interacciones entre los corales, estrellas de mar, algas y otras especies en el ecosistema.

Fuentes de información: Se utilizó información de diversas fuentes académicas y científicas, incluyendo Researchgate, Sciencedirect, National Geographic, repositorios digitales de

universidades, Google Académico, y tesis de pregrado y postgrado. Estas fuentes proporcionaron el contexto teórico y datos complementarios necesarios para el análisis

2.2.3. Tipo de investigación, nivel o alcance

Alcance

El tipo de investigación realizada es descriptiva y exploratoria, enfocada en determinar la diversidad y distribución espacial de estrellas de mar en el arrecife de coral de surrones de Pedernales.

Tipo de Investigación:

Descriptiva: Este tipo de investigación se centra en describir la presencia de estrellas de mar y su relación con las algas turfs en el arrecife de coral, incluyendo su taxonomía, ecología y factores bióticos y abióticos que influyen en su hábitat. Se recopilan datos detallados sobre la presencia, abundancia y distribución de las especies mencionadas y de las interacciones de otras que se encuentren en el arrecife.

Exploratoria: Debido a la falta de estudios previos en el área específica del arrecife Surrones, la investigación es exploratoria. Busca identificar nuevas áreas de interés, generar hipótesis y proporcionar una comprensión inicial de la diversidad y distribución de los corales hermatípicos en esta región.

Nivel de Investigación:

Taxonomía: La investigación incluye la identificación y clasificación de estrellas de mar en el arrecife Surrones.

Ecología: Se estudian los factores ecológicos que afectan al arrecife de coral, como las interacciones con las estrellas de mar, interacciones con algas y los factores abióticos del hábitat.

Conservación: La investigación también aborda la necesidad de conservar los arrecifes de corales, proponiendo acciones de conservación basadas en los datos recolectados.

Alcance de la Investigación:

Áreas de Investigación Locales: El estudio se centra en el arrecife Surrone de Pedernales, Ecuador. Proporciona una comprensión específica y detallada de la presencia de las estrellas de mar en el arrecife marginal de Surrone, contribuyendo a la conservación y manejo sostenible de los arrecifes locales.

2.1.4 Métodos de investigación

El método de investigación se basó en la aplicación de transectos lineales de 30 metros, a lo largo de los cuales se establecieron cuadrantes de 1,5 m², y 50 cm² con el fin de evaluar la cobertura viva, la rugosidad del sustrato y la presencia de refugios visibles. Los datos obtenidos en campo fueron sistematizados y analizados mediante estadística descriptiva y análisis correlacional, permitiendo evaluar la relación existente entre la estructura del hábitat y las variables biológicas de la población de estrellas de mar, proporcionando una comprensión integral de la influencia del hábitat en su distribución y abundancia.

2.1.5. Población y/o muestra

Muestra.

Las áreas de estudio donde se obtuvieron las muestras están ubicadas en las siguientes coordenadas:

- Primera coordenada 00°12.905' N y 80°09.598' O
- Segunda coordenada 00° 2151619' N y 80.1591525' O
- Tercera coordenada 00° 2157927' N y 80.1598341' O

2.1.6. Descripción del Muestreo

Las muestras se obtuvieron utilizando un diseño de muestreo sistemático en cada una de las ubicaciones. En cada sub-área de 1x1 metros, se realizaron observaciones y registros detallados de la presencia y distribución de corales fracturados, estrellas de mar y algas. Las réplicas se realizaron para asegurar la fiabilidad y validez de los datos recolectados.

2.1. 7. Población.

La población de estrellas de mar en el arrecife de Surrone, ubicado en Pedernales, Manabí, está compuesta por arrecifes dispersos que cubren un área aproximada de 400 hectáreas, mismas donde se desarrolla una gran biodiversidad de vida marina. Esta estimación se basa en las prospecciones realizadas por la organización Migramar (Espinoza, 2019).

2.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Antes de iniciar el periodo de muestreo y recolección de datos, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

2.2.1. Capacitación Académica y Técnica:

- Se cursó la asignatura de natación y buceo científico, misma que es parte de la malla curricular de la Carrera de Biología de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
- Entrenamiento Open Water: Completado con un instructor certificado de la Escuela Scuba Safety Nitrox International.
- Capacitación en Metodologías de Muestreo Submareal: Recibida en enero de 2025, enfocada en ecosistemas de arrecifes.

- Prácticas en los arrecifes Los Ahorcados-Manta Manabí: Se realizaron dos inmersiones en enero de 2025

2.2.2. Materiales Utilizados

- Equipos de Buceo: Traje, peso, aletas, botas, chaleco compensador (BCD), botella, máscara, regulador.
- Instrumentos de Muestreo: Cuadrantes de 1X1.
- Cámara subacuática (GoPro Hero Black 11) y bote.

2.2.3. Metodología de Campo:

Se verificó y preparó el equipo de buceo antes de cada inmersión, el descenso se realizó en los sitios seleccionados, utilizando el cuadrante de 1m x1m para realizar mediciones y observaciones sistemáticas del arrecife.

Las inmersiones se realizaron en dos lugares que se encuentran a una distancia de 8 milla; el primer lugar de 18 m aproximadamente de profundidad, el segundo lugar de 14 metros de profundidad presenta un par de grandes piedras que suben hasta los 10 metros de profundidad; Las inmersiones fueron en la mañana para aprovechar que las olas no son tan altas en el lugar de trabajo. Las actividades, para salir en el bote se empezaron temprano a las 06:00 am.

2.3. ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó en el sistema de arrecifes rocosos Surrone (00°12.905' N y 80°09.598' O) (00° 2151619' N y 80.1591525' O) y (00° 2157927' N y 80.1598341' O), ubicado aproximadamente a 8 millas náuticas al noroeste de la ciudad de Pedernales, en la provincia de Manabí, Ecuador (Fig. 1).

Sustrato: Predominantemente rocoso, proporcionando un hábitat adecuado para diversas especies de corales y otros organismos marinos.

Pendiente: El arrecife presenta una pendiente regular, no mayor a 30°, lo que facilita el acceso y la estabilidad durante las inmersiones.

Profundidades: Varían entre 10 y 20 metros, lo que permite el desarrollo de corales

Área Estudiada: Las inmersiones se realizaron en dos ubicaciones dentro del sistema de arrecifes Surrone:

- **Primera Ubicación:** A 18 metros de profundidad.
- **Segunda Ubicación:** A 14 metros de profundidad.
- **Tercera Ubicación:** A 10 metros de profundidad.

2.3.1. Importancia del Sitio de Estudio

El sistema de arrecifes Surrone es de gran interés científico debido a su biodiversidad. Este estudio se centra en determinar la diversidad y distribución de estrellas de mar en este ambiente, proporcionando datos cruciales para la conservación y manejo sostenible de estos ecosistemas marinos.

2.4. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto para la identificación de especies de estrella de mar en el arrecife Surrone, cantón Pedernales, se llevó a cabo durante los meses de noviembre 2025 y enero de 2026. La investigación abarcó un área de aproximadamente 30 metros cuadrados dentro del sistema de arrecifes rocosos de Surrone.

2.4.1. Alcance Temporal

- **Período de Estudio:** noviembre 2025 y enero de 2026.

- **Fechas de Muestreo:** Los muestreos se realizaron en fechas aleatorias durante este período para obtener una representación amplia y precisa de las especies.

2.4.2. Alcance Espacial

- **Área de Estudio:** Aproximadamente 30 metros cuadrados dentro del arrecife Surrones, ubicado en las coordenadas:
- Primera inmersión 00°12.905' N y 80°09.598' O
- Segunda inmersión 00° 2151619' N y 80.1591525' O
- Tercera inmersión 00° 2157927' N y 80.1598341' O

2.4.3. Metodología

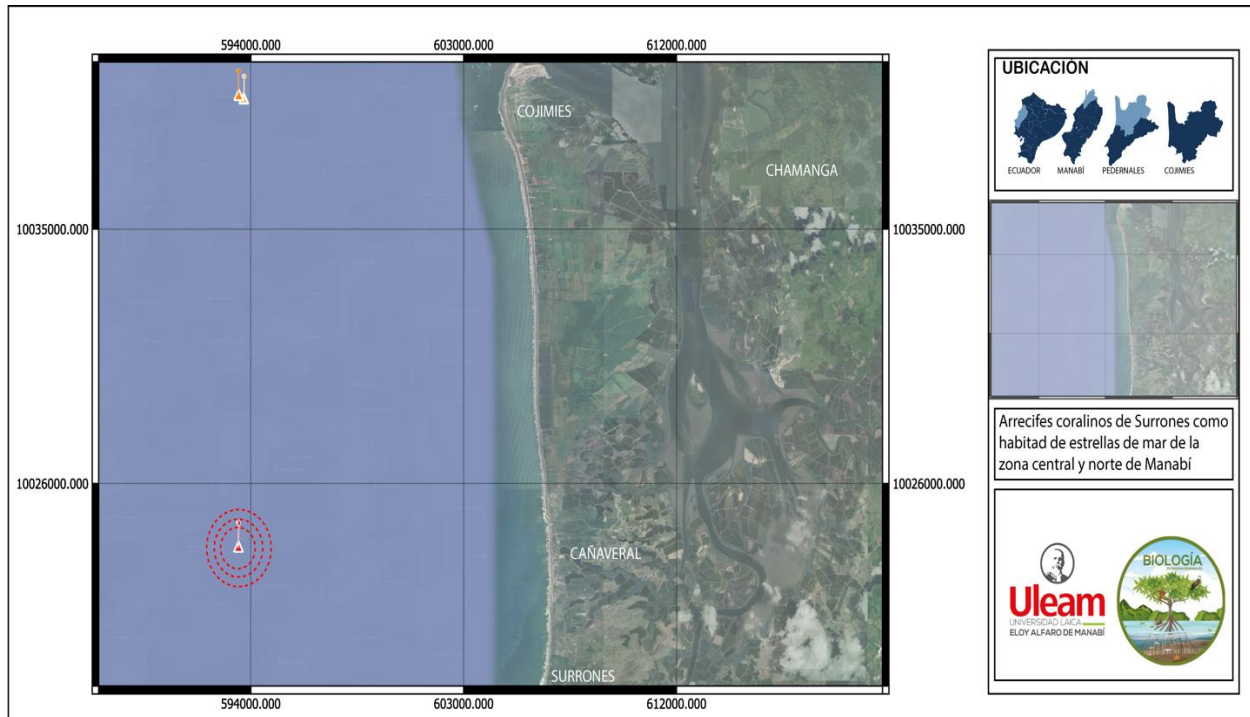
- **Muestreo:** Se utilizó buceo autónomo para la recolección de datos, permitiendo a los investigadores acceder a las profundidades necesarias para observar el arrecife, las estrellas de mar y su entorno.
- **Recolección de Evidencia:** Se tomó evidencia fotográfica de los organismos presentes en el área de estudio. Estas fotografías fueron posteriormente analizadas para identificar y catalogar los corales hasta el nivel de especie.
- **Identificación de Especies:** Las especies de estrellas de mar fueron identificadas y catalogadas utilizando técnicas de taxonomía basadas en las características morfológicas observadas en las fotografías y en el campo.

2.4.4. Limitaciones

- **Condiciones del océano:** Las condiciones del océano, incluyendo el oleaje y las corrientes, pueden haber limitado el acceso a ciertas áreas del arrecife en algunos días de muestreo.

- **Tamaño de la Muestra:** El área de muestreo de 40 metros cuadrados es representativa, pero limitada en comparación con la extensión total del arrecife. Esto puede influir en la capacidad de generalizar los hallazgos a todo el arrecife de Surrone.

Figura 1: Mapa del área de estudio Sistema de Arrecifes rocosos Surrone.



fuernte: Google Eart (2026).

Los ambientes aledaños poseen un sustrato mixto mayormente formado por rocas de tamaño pequeño y arena. En la zona de Surrone donde se encuentran arrecifes marginales a 8 millas náuticas de las costas de la zona, contando con corrientes marinas fuertes y oleajes mayor parte del tiempo, se realizaron un total de tres inmersiones se realizaron entre los meses de noviembre del 2025 a enero del 2026, en horario diurno (06H00-14H00), utilizando equipos autónomos de respiración submarina (SCUBA). Los puntos de inmersión fueron seleccionados mediante información brindada por tesista y docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí ext.

Pedernales y por pescadores artesanales de Pedernales. El sitio presenta actividad pesquera artesanal durante todo el año y representa una nueva fuente de información científica para estudios sistemáticos futuros y proyectos de conservación en la zona.

2.4.5. Descripción de la metodología empleada en el muestreo de estrellas de mar

La identificación de las especies de estrellas de mar (asteroidea) en el arrecife Surrone del cantón Pedernales se realizó utilizando métodos poco invasivos y amigables con el ambiente, evitando la degradación de las estrellas de mar con la ayuda de guías de identificación (Marín, 2021).

Se estableció un área de muestreo de 30m² mediante un cuadrante de cadena de 5x5m (ver anexo 2). Dentro del área definida se colocaron aleatoriamente 4 cuadrantes de PVC de 1x1m, con la intención de reducir el área de muestreo y estimar la cobertura de las especies de coral.

Se realizó un registro fotográfico mediante una cámara subacuática (GoPro Hero Black 11) que se colocó a una distancia estandarizada de 1.5 m sobre el cuadrante de 1X1m para asegurar una referencia homogénea (Palma, 2021).

Para determinar factores antrópicos se registraron el número de segmentos de redes de pesca u otro contaminante encontrado dentro del área inicial de 30m² y para determinar las relaciones de interespecíficas se registraron las especies que estaban cercanas a las estrellas de mar.

El registro fotográfico fue analizado mediante el software libre Image J v. 1.80 con la finalidad de estimar la cobertura de las especies de coral dentro de los cuadrantes de 1x1m.

CAPÍTULO 3

3.1. RESULTADOS

3.1.1. Estructura del hábitat arrecifal

El arrecife de Surrone es está compuesto principalmente por sustrato rocoso (figura 1), con áreas arenosas dispersas. El sustrato tenía una rugosidad media, causada principalmente por las colonias de *Pavona clavus*. Estas crean estructuras laminares y macizas que hacen más complejo el espacio en tres dimensiones.

Las colonias de corales se hallaron mayormente sobre superficies planas y con una ligera inclinación, sin que se registraran en muros verticales. De la misma manera, se constató la existencia de corrientes submareales internas, que afectan la distribución de los sedimentos y el comportamiento del arrecife, propiciando que organismos bentónicos se acumulen en áreas resguardadas.

3.1.2. Caracterización de la Cobertura y Composición Coralina

La identificación de una comunidad coralina compuesta por dos especies de corales hermatípicos de la subclase Hexacorallia fue posible gracias al análisis de los transectos en el arrecife de Surrone: *Porites lobata* y *Pavona clavus*.

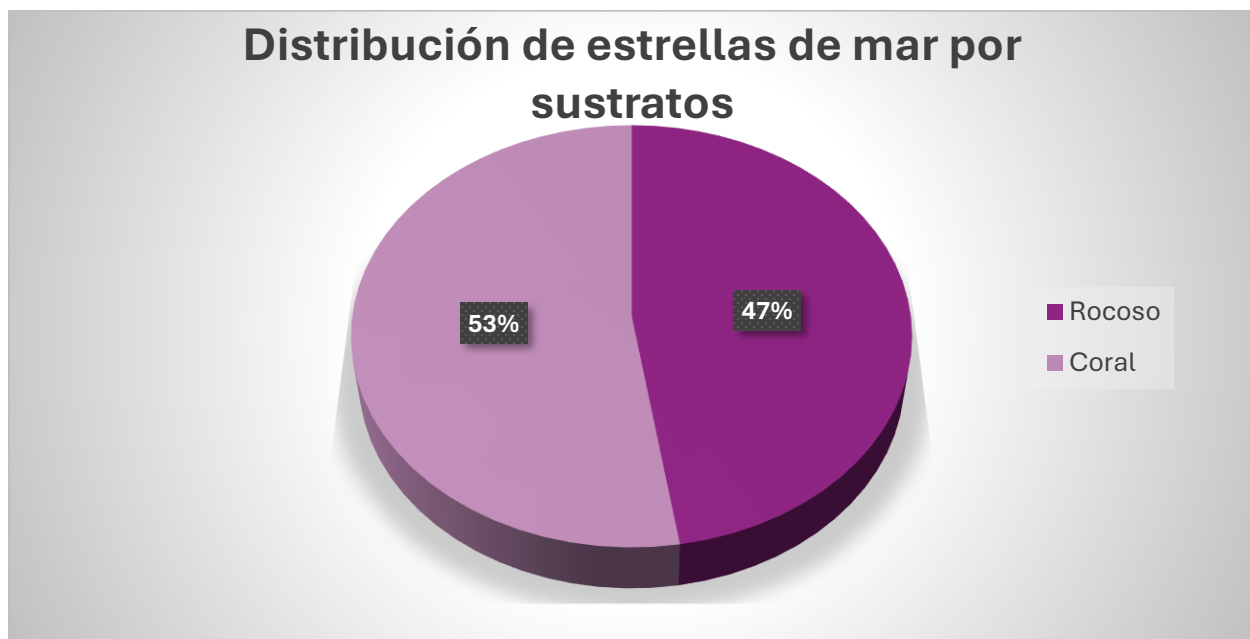
- **Pavona clavus:** Se desarrolló como la especie constructora predominante, con una cobertura que variaba entre el 35 % y el 70 %. La complejidad estructural del sitio tiene como fundamento sus formaciones laminares y masivas (Bennet, 2024).
- **Porites lobata:** Mostró una cobertura marginal que oscilaba entre el 2% y el 15%.

- **Gorgonia:** Cabe recalcar que la especie *Leptogorgia alba* rosada fue la más representativa en número de colonias por metro cuadrado (10-20 colonias por cada 25m²) (Canchingre, 2024)

3.1.3. Presencia y distribución de estrellas de mar

En las muestras se encontró la existencia de estrellas de mar vinculadas a los parches coralinos, y se notó que eran más frecuentes en áreas donde el sustrato tenía una rugosidad elevada y una cobertura coralina viva alta. Las estrellas de mar usaron principalmente los espacios intersticiales y los refugios visibles que fueron creados por las colonias de *Pavona Clavus*. En las áreas donde no había corales o el sustrato rocoso, la cantidad de estrellas de mar era menor, lo que demuestra que su distribución espacial depende directamente de la estructura del hábitat arrecifal. Este patrón demuestra que el arrecife tiene una función esencial como hábitat de refugio y soporte ecológico para estas especies.

Figura 2: Distribución de estrellas de mar por sustrato



Fuente: Elaboración Propia (2026).

3.1.4. Identificación y cuantificación de la presencia de estrellas de mar (*Asteroidea*) en el sitio Surrone.

Una vez realizadas las inmersiones planificadas dentro de la investigación realizada en el arrecife marginal del Sitio Surrone, del Cantón Pedernales, se identificaron tres especies de Estrellas de Mar (*Asteroidea*), que fueron las siguiente, *Phataria unifascialis*, *Pharia pyramidata* y *Pentaceraster cumingi* las cuales fueron identificadas en los sustratos rocosos y de coral.

Taxonomía de dos especies de Estrellas de Mar (*Asteroideas*), *Phataria unifascialis*, *Pharia pyramidata* y *Pentaceraster cumingi*.

Tabla 2: Taxonimia *Pentaceraster cumingi* (Figura 12)

| <i>Pentaceraster cumingi</i> | |
|------------------------------|----------------------|
| Dominio | Eukaryota |
| Reino | Animalia |
| Filo | Echinodermata |
| Clase | Asteroidea |
| Orden | Valvatida |
| Familia | Oreasteridae |
| Género | Pentaceraster |
| Especie | cumingi |

Elaboración propia 2026. Fuente: (Fundación Charles Darwin, 2021).

La especie *Pentaceraster cumingi* (Gray, 1840) es un asteroideo perteneciente a la familia *Oreasteridae*, llamada comúnmente “estrella de mar de cojín”. Su distribución se relaciona con hábitats de arrecifes (rocosos y coralinos) y fondos arenosos en el Pacífico de México, Costa Rica, Panamá, Perú y diversas islas del Pacífico Oriental Tropical (e. g. Malpelo, Galápagos y

Cocos) (Alvarado & Solís-Marín, 2013) (Ramos, 2022). La *Pentaceraaster cumingi* desempeña un papel crucial en los arrecifes del Pacífico siendo depredadora en el ecosistema bentónico, alimentándose de pequeños invertebrados, erizos y otros organismos, manteniendo así el equilibrio poblacional. Esta especie observada en el arrecife de Surrone, tuvo una densidad baja de 0,24 ind/m²

Tabla 3: Taxonomía *Phataria unifascialis* (Figura 13)

| <i>Phataria unifascialis</i> | |
|------------------------------|------------------------|
| Dominio | Eukaryota |
| Reino | Animalia |
| Filo | Echinodermata |
| Clase | Asteroidea |
| Orden | Valvatida |
| Familia | Ophidiasteridae |
| Género | Phataria |
| Especie | unifascialis |

Elaboración propia 2026. Fuente: (Fundación Charles Darwin, 2021).

La *phataria unifascialis* presentan una distribución cosmopolita, que se encuentran en todos los mares del planeta y a todas las profundidades constituyendo el 90% de la biomasa presente (Valencia, 2023). Su mayor abundancia se registra en zonas tropicales y subtropicales como lo fue al ser observada y analizada en los arrecifes de Surrone Pedernales-Manabí donde se mostró una densidad de 0.94 ind/m² en un sustrato rocoso y otra densidad de 0,59 ind/m² siendo esta especie la dominante en este arrecife coralino, en cuanto a su ecología y factores esta especie refleja adaptaciones locales.

Tabla 4: Taxonomía Pharia Pyramitada (Figura 14)

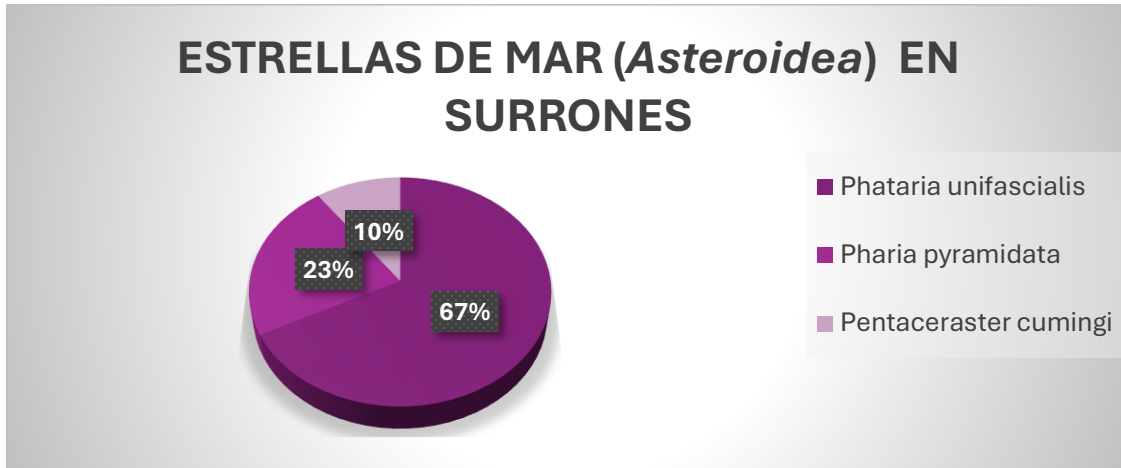
| <i>Pharia pyramidata</i> | |
|--------------------------|------------------------|
| Dominio | Eukaryota |
| Reino | Animalia |
| Filo | Echinodermata |
| Clase | Asteroidea |
| Orden | Valvatida |
| Familia | Ophidiasteridae |
| Género | Pharia |
| Especie | pyramidata |

Elaboración propia 2026. Fuente: (Fundación Charles Darwin, 2021)

La pharia pyramidara es una especie de aguas tropicales poco profundas, que se distribuye desde California hasta Perú y las Islas Galápagos, habitando sobre fondos rocosos, arenosos o asociada a arrecifes (Caso 1943) (GARCIA, 2010). Esta especie tiene un rol importante en los arrecifes ya que, al ser un depredador de ciertas especies, de esta manera contribuye significativamente en el control de población, esta especie fue observada en los arrecifes coralinos de Surrone

Pedernales-Manabí en esta zona se mostró una densidad 0,53 ind/m² en un sustrato coralino siendo la segunda especie dominante de estrella en la zona.

Figura 3: Población de estrellas de mar en Surrone, Pedernales Manabí



Fuente: Elaboración Propia (2026).

Dentro de los datos recolectado del total de las cuatro inmersiones se obtuvo que la especie predominante en el arrecife fue Phataria unifascialis con un 67% de los datos recolectados en la presente investigación, en segundo lugar, encontramos Pharia pyramidata con un 23% de abundancia y seguida por Pentaceraster Cumingi con un 10%.

Tabla 5: Especies de estrella por sustrato del arrecife coralino de Surrone, Pedernales-Manabí

| Sustrato | Especie |
|----------|------------------------------|
| Rocoso | <i>Phataria unifascialis</i> |
| | Phataria unifascialis |
| Coral | <i>Pharia pyramidata</i> |
| | Pentaceraster cumingi |

Fuente: Elaboración Propia (2026).

Una vez obtenido los datos de las inmersiones de determino que en el sustrato rocoso solo se encontró una especie de estrella de mar phataria unifascialis, en el sustrato de coral se encontraron tres especies como lo es phataria unifascialis, pharia pyramidata y entaceraster

cumingi, lo que nos deja observar que el aumento de especies es directamente proporcional al sustrato de coral.

3.1.5. Relación entre la estructura del hábitat y la abundancia biológica

El análisis estadístico descriptivo evidencia una relación positiva entre la complejidad del sustrato y la abundancia de organismos asociados. Los cuadrantes ubicados en zonas con mayor cobertura coralina viva y rugosidad media presentaron valores más altos de abundancia, en comparación con aquellos dominados por sustrato rocoso homogéneo o áreas con presencia de arena.

3.1.6. Dinámica Poblacional de Estrellas de Mar (*Phataria unifacialis*)

Se registró una correlación directa entre la salud del arrecife y la abundancia de estrellas de mar.

1. **Preferencias de Microhábitat:** La mayor densidad de individuos se localizó en los espacios intersticiales del sustrato rocoso ya que estos espacios ofrecen refugio contra depredadores y protección ante las corrientes.
2. **Zonificación:** En fondos arenosos o áreas degradadas (con presencia de residuos), la abundancia fue **casi nula**.
3. **Relación con Algas Turf:** Se observó que las estrellas frecuentan zonas con presencia de algas filamentosas (turf) sobre corales fracturados, lo que sugiere un rol en la limpieza del sustrato o alimentación en estos nichos específicos.

3.1.7. Relación entre la estructura del hábitat y las variables biológicas

El examen descriptivo de los datos reveló que existía una elevación positiva entre la rugosidad del sustrato, la cobertura coralina viva y el hallazgo de estrellas de mar. Los sectores que mostraron ser más complejos estructuralmente tuvieron una mayor concentración de individuos, mientras que

los que eran homogéneos o estaban en un estado de degradación tuvieron una presencia más pequeña.

La estructura física del arrecife es un elemento clave para la distribución de las estrellas de mar, ya que ofrece protección contra corrientes, refugio y acceso a microhábitats.

3.1.7. Impactos antrópicos observados en el arrecife

Se verifico existencia de residuos sólidos generados por el ser humano durante las inmersiones, sobre todo relacionado con actividades de pesca artesanal, como anclas, cabos, redes que se dejaron atrás, alambres y basura plástica. Estos elementos estuvieron en contacto directo con el sustrato rocoso y las colonias de coral.

La existencia de estos desechos supone un posible peligro para la integridad estructural del arrecife, pues tienen el potencial de provocar fisuras en las colonias, modificar la rugosidad natural del sustrato y dañar a la fauna asociada, incluidos las estrellas de mar.

3.1.8. Importancia ecológica del arrecife de Surrone

A pesar de ser marginal y tener poca diversidad de corales, el arrecife de Surrone es un hábitat que tiene relevancia ecológica para las estrellas de mar y otros organismos bentónicos. La predominancia de *Pavona clavus* proporciona estabilidad estructural y complejidad al sistema, lo que contribuye a la permanencia de las especies asociadas.

La importancia del arrecife en el ecosistema marino de la zona central y norte de Manabí es subrayada también por la conexión ecológica del área, que se manifiesta en la coexistencia de megafauna marina en el lugar.

Tabla 6: Biodiversidad de estrellas de mar Índice de Shannon

| ESTRELLAS | | | | | |
|------------------|----------|------------------------------|------------|----------|---------------|
| Cuadrante | Sustrato | Especie | Abundancia | Pi | Pi*lnPi |
| 1 | Rocoso | <i>Phataria unifascialis</i> | 1 | 0,042 | -0,132 |
| 2 | Rocoso | <i>Phataria unifascialis</i> | 2 | 0,083 | -0,207 |
| 3 | Rocoso | <i>Phataria unifascialis</i> | 1 | 0,042 | -0,132 |
| 4 | Rocoso | <i>Phataria unifascialis</i> | 0 | 0,000 | 0,000 |
| 5 | Rocoso | <i>Phataria unifascialis</i> | 1 | 0,042 | -0,132 |
| 6 | Rocoso | <i>Phataria unifascialis</i> | 1 | 0,042 | -0,132 |
| 7 | Rocoso | <i>Phataria unifascialis</i> | 1 | 0,042 | -0,132 |
| 8 | Rocoso | <i>Phataria unifascialis</i> | 2 | 0,083 | -0,207 |
| 9 | Rocoso | <i>Phataria unifascialis</i> | 1 | 0,042 | -0,132 |
| 10 | Coral | <i>Phataria unifascialis</i> | 1 | 0,042 | -0,132 |
| 11 | Coral | <i>Phataria unifascialis</i> | 1 | 0,042 | -0,132 |
| 12 | Coral | <i>Pharia pyramidata</i> | 2 | 0,083 | -0,207 |
| 13 | Coral | <i>Phataria unifascialis</i> | 1 | 0,042 | -0,132 |
| 14 | Coral | <i>Phataria unifascialis</i> | 1 | 0,042 | -0,132 |
| 15 | Coral | <i>Phataria unifascialis</i> | 0 | 0,000 | 0,000 |
| 16 | Coral | <i>Phataria unifascialis</i> | 0 | 0,000 | 0,000 |
| 17 | Coral | <i>Pharia pyramidata</i> | 1 | 0,042 | -0,132 |
| 18 | Coral | <i>Pharia pyramidata</i> | 2 | 0,083 | -0,207 |
| 19 | Coral | <i>Phataria unifascialis</i> | 3 | 0,125 | -0,260 |
| 20 | Coral | <i>Phataria unifascialis</i> | 2 | 0,083 | -0,207 |
| SUMATORIA | | | 24 | 1 | -2,752 |
| | | | | | -1 |
| | | | | | 2,752 |

Fuente: Elaboración Propia (2026).

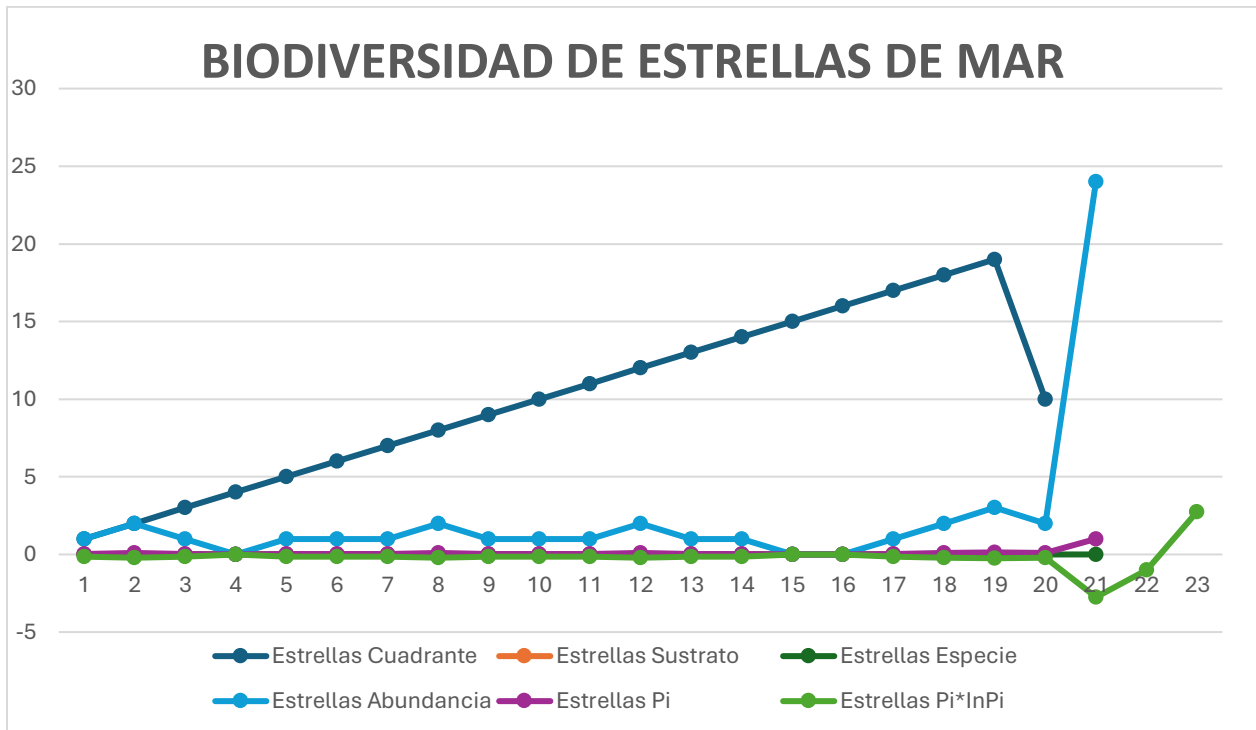
Se hallaron dos especies, *Pharia unifascialis* y *Pharia pyramidata*, que se encontraban en 20 cuadrantes con sustratos de coral y roca. Se anotó la cantidad de individuos, la clase observada y el tipo del sustrato para cada cuadrante. Además, se definieron los valores de Pi y de Pi · ln (Pi).

El valor de P_i indica la proporción de individuos que pertenecen a una especie en comparación con el número total de individuos registrados (24, en este caso). El término $P_i \cdot \ln(P_i)$ se utiliza para calcular la contribución de cada especie a la diversidad total. La suma total de los valores $P_i \cdot \ln(P_i)$ fue -2.752.

$$H' = - \sum (P_i \cdot \ln(P_i)) = -(-2.752) = 2.752$$

Este descubrimiento revela una diversidad de carácter moderado. En otras palabras, aunque existen más de una especie, ninguna ejerce un dominio absoluto sobre la comunidad. El hecho de que las dos especies estén presentes en sustratos diversos indica que la estructura ecológica está relativamente equilibrada. Además, se nota que la especie *Pharia pyramidata*, es bastante común en el área de estudio.

Figura 4: Biodiversidad de estrellas de mar



Fuente: Elaboración Propia (2026).

De acuerdo con el gráfico (BIODIVERSIDAD DE ESTRELLAS DE MAR), se ilustra la variación en el número de individuos y la contribución que cada cuadrante realiza al índice de Shannon-Wiener. Se registró un total de 24 individuos pertenecientes a dos especies distintas: *Phataria unifascialis*, con trece ejemplares (54%), y *Pharia pyramidata*, con once (46%). La distribución de esta diversidad es relativamente equilibrada, y el valor que se obtiene a partir de ella.

En ciertos cuadrantes se identificaron hasta tres sujetos, pero en otros solo uno. El índice de diversidad se ve más afectado por los cuadrantes que contienen más individuos, pero la cantidad que contribuye al índice depende de si la abundancia es compartida entre las dos especies o se concentra en una sola. La diversidad se incrementa si las dos especies están presentes en proporciones parecidas, pero disminuye si una especie es dominante.

De acuerdo con el cálculo de proporciones relativas (P_i), *Phataria unifascialis* representa alrededor del 54 % y *Pharia pyramidata*, cerca del 46 %. Si cada proporción se multiplica por su logaritmo natural ($P_i \cdot \ln(P_i)$), se obtienen valores negativos, con una suma total de -2.752. El resultado final de aplicar la fórmula del índice Shannon-Wiener es $H' = 2.752$. Un valor de este tipo señala una diversidad moderada, lo que quiere decir que la comunidad está integrada por más de una especie y que ninguna de ellas ejerce un control absoluto sobre el sistema.

En síntesis, el gráfico indica que la diversidad de estrellas de mar en las áreas estudiadas depende de cuántas especies hay y cómo se distribuyen. El índice de Shannon-Wiener está más afectado en cuadrantes con un equilibrio más equitativo entre *Pharia pyramidata* y *Phataria unifascialis*; en cambio, los cuadrantes que están dominados por una única especie tienen menos efecto sobre la diversidad total.

Tabla 7: Biodiversidad de estrellas de mar Índice de Shannon

| Estrellas | | | | | |
|------------------|-----------------|--------------------------|-------------------|-----------|-------------------|
| Cuadrante | Sustrato | Especie | Abundancia | Pi | Pi*lnPi |
| 1 | Rocoso | Phataria unifascialis | 1 | 0,063 | -0,173 |
| 2 | Rocoso | Phataria unifascialis | 1 | 0,063 | -0,173 |
| 3 | Rocoso | Phataria unifascialis | 1 | 0,063 | -0,173 |
| 4 | Rocoso | Phataria unifascialis | 2 | 0,125 | -0,260 |
| 5 | Rocoso | Phataria unifascialis | 1 | 0,063 | -0,173 |
| 6 | Rocoso | Phataria unifascialis | 1 | 0,063 | -0,173 |
| 7 | Rocoso | Pentaceraster cumingi | 1 | 0,063 | -0,173 |
| 8 | Rocoso | Pentaceraster cumingi | 1 | 0,063 | -0,173 |
| 9 | Coral | Phataria unifascialis | 1 | 0,063 | -0,173 |
| 10 | Coral | <i>Pharia pyramidata</i> | 1 | 0,063 | -0,173 |
| 11 | Coral | <i>Pharia pyramidata</i> | 1 | 0,063 | -0,173 |
| 12 | Coral | Pentaceraster cumingi | 1 | 0,063 | -0,173 |
| 13 | Coral | <i>Pharia pyramidata</i> | 1 | 0,063 | -0,173 |
| 14 | Coral | <i>Pharia pyramidata</i> | 1 | 0,063 | -0,173 |
| 15 | Coral | Pentaceraster cumingi | 1 | 0,063 | -0,173 |
| SUMATORIA | | | 16 | 1 | -2,686 |
| | | | | | -1 |
| | | | | | 2,68594532 |

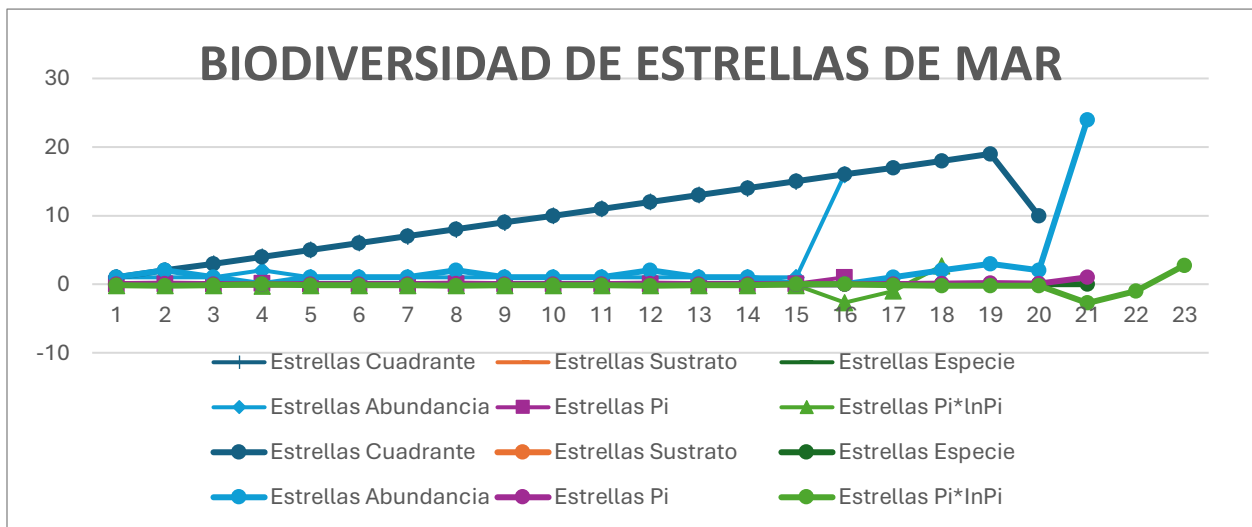
Fuente: Elaboración Propia (2026).

La tabla muestra los datos de tres tipos de estrellas de mar que se encontraron en quince cuadrantes: *Pentaceraster cumingi*, *Pharia pyramidata* y *Phataria unifascialis*. Se anotaron 16 individuos en total. *Phataria unifascialis*, con 8 ejemplares (la mitad del total), resultó ser la especie más común. A continuación, *Pentaceraster cumingi* y *Pharia pyramidata* las siguieron, con cuatro individuos cada una (25%).

Se calculó el valor de P_i para cada registro, que es la relación entre los individuos de cada especie y el total, así como el valor de $P_i \cdot \ln(P_i)$, que señala en qué medida esa proporción contribuye al índice de Shannon-Wiener. El valor de P_i fue 0.063 en los cuadrantes con un solo individuo, y el correspondiente $P_i \cdot \ln(P_i)$, fue cerca de -0.173. La única zona con dos sujetos tuvo un valor de P_i igual a 0.125 y un valor de $P_i \cdot \ln(P_i)$, igual a -0.260.

La suma de todos los valores de $P_i \cdot \ln(P_i)$ fue -2,686. Cuando se aplica la fórmula del índice Shannon-Wiener, se obtiene un índice de diversidad de 2.686; esto señala que la comunidad tiene una diversidad que oscila entre moderada y alta. Esta conclusión evidencia una estructura ecológica en la que las tres especies coexisten en proporciones más o menos equilibradas, de modo que ninguna de ellas predomina sobre el sistema entero.

Figura 5: Biodiversidad de estrellas de mar en temporada de lluvia.



Fuente: Elaboración Propia (2026).

La gráfica representa la biodiversidad de estrellas de mar, los cambios de los datos que se encuentran en los cuadrantes, abarcando la proporción relativa (P_i), la abundancia y las contribuciones al índice de Shannon-Wiener ($P_i \cdot \ln(P_i)$). Se nota que la mayor parte de los cuadrantes posee una población mayoritaria formada por un único individuo, a excepción de uno que cuenta con dos. Esta discrepancia genera una aportación más significativa a la diversidad en ese cuadrante concreto.

Los valores de ($P_i \cdot \ln(P_i)$) son cerca de -0.173 en la mayoría de los cuadrantes, lo que indica que cada registro individual aporta al índice de forma parecida. El cuadrante que incluye a dos individuos genera un valor inferior (-0.260), lo que demuestra un impacto más relevante en el cálculo total. Esta modificación particular contribuye a incrementar el índice de diversidad.

Así mismo, es posible ver en el gráfico la distribución de las especies entre los diferentes tipos de sustrato. *Phataria unifascialis* se encuentra en sustratos rocosos y corales, pero *Pentaceraster cumingi* y *Pharia pyramidata* solo habitan en los corales. Esta distribución indica que estas dos especies más nuevas podrían tener una preferencia ecológica, lo cual podría afectar tanto el valor del índice como la composición de la comunidad.

CAPÍTULO 4

4.1. DISCUSIÓN

Los hallazgos del arrecife de Surrone muestran una diversidad coralina baja, dominada sobre todo por *Pavona clavus* y en menor medida por *Porites lobata*. Este patrón es coherente con lo que se ha informado acerca de los arrecifes marginales del Pacífico oriental, en el caso de los sustratos encontrados como el rocoso y el coralino la biodiversidad fue mayor en el coralino,

Investigaciones realizadas a cabo en Colombia, Panamá, Costa Rica y Galápagos indican que los géneros *Porites* y *Pavonala* dominan en los arrecifes que están expuestos a estrés ambiental, ya que son más tolerantes a cambios de turbidez, temperatura y sedimentación. En esta línea, el alto porcentaje de cobertura de *Pavona clavus* observado en Surrone (35-70 %) (Bennet, 2024) concuerda con lo que se ha reportado para los arrecifes rocosos poco profundos del Pacífico ecuatorial. En esos lugares, este tipo de coral desempeña el papel de ingeniero del ecosistema al contribuir a la estabilidad estructural.

Los estudios anteriores que muestran que la cobertura de los corales se reduce a medida que aumenta la profundidad, sobre todo en arrecifes marginales, donde la naturaleza del sustrato y la disponibilidad de luz son factores limitantes importantes, respaldan el hecho de que no haya corales hermatípicos en el lugar más profundo (18 m). En Surrone, la rugosidad media del sustrato es similar a la de los arrecifes rocosos del Pacífico de Costa Rica y Colombia, en los que la complejidad estructural se basa más en el relieve rocoso y en la morfología coralina que en la diversidad de especies. Ponce, (2017) nos indica que Los sitios evaluados en Ecuador presentan una gran dominancia de sustrato rocoso de alrededor del 45%, lo cual puede estar relacionado con

la gran diversidad de especies de peces y macroinvertebrados encontrados, en comparación con Colombia y Costa Rica. De los datos obtenidos del arrecife de Surrone observamos predominancia del sustrato coralino, con un 57% dentro del área de la investigación.

Por el otro lado, los arrecifes más desarrollados del Pacífico central tienen un nivel elevado de rugosidad vinculado a una diversidad más amplia de corales ramificados, algo que no se observa en Surrone, lo cual respalda su categoría como arrecife marginal.

La distribución de estrellas de mar observada en Surrone demostró una relación evidente con zonas que tenían más cobertura coralina y una complejidad estructural superior, lo que sigue un patrón parecido al encontrado en los arrecifes del Pacífico oriental, donde los equinodermos emplean estos arrecifes como lugares para refugiarse, alimentarse y desplazarse. La abundancia de estrellas de mar tiene una estrecha relación con la disponibilidad de refugios y microhábitats, en lugar de estar relacionada con la diversidad coralina en sí misma, según lo evidencian varios estudios realizados en arrecifes mexicanos y panameños. En este escenario, la prevalencia de *Pavona clavus* en Surrone desempeña una función ecológica crucial al ofrecer espacios intersticiales que benefician la permanencia de dichos organismos.

La teoría de que la estructura del hábitat es un elemento decisivo para su distribución se ve reforzada por el hecho de que las estrellas de mar son poco comunes en áreas arenosas o sin cobertura coralina, lo cual concuerda con los patrones encontrados en otros arrecifes marginales del Pacífico oriental. En la laguna arrecifal se registró mayor riqueza, abundancia y densidad de equinodermos, en comparación con las zonas profundas. Los tres ambientes arrecifales mostraron altos valores de dominancia y bajos valores de diversidad verdadera (Itzel, Cruz, & González, 2017).

La aparición de desechos pesqueros en Surrone es algo habitual en los arrecifes costeros del Pacífico oriental, sobre todo en aquellos que se encuentran cerca de comunidades dedicadas a la pesca artesanal. Independientemente de la causa (natural o antropogénica), la pérdida de especies claves por la sobrepesca produce cambios en la dinámica poblacional natural de los ecosistemas. Los equinodermos, son importantes elementos para evaluar ya que permiten de una manera tangible entender las interacciones tróficas, debido a que son consumidores generalistas y con una moldeable conducta alimenticia, adaptándose a la disponibilidad de los recursos modificando su dieta y sus hábitos alimenticios (Terán, 2016). Estos resultados respaldan la premisa de que la estructura física del arrecife influye directamente en la distribución espacial de las especies, al proporcionar protección frente a corrientes, depredadores y condiciones ambientales adversas. Asimismo, la presencia de corales y algas turf asociadas incrementa la disponibilidad de recursos alimenticios y refugios.

Surrone tiene una presión humana más alta en contraste con arrecifes protegidos, como algunas áreas de las Galápagos. Esto aumenta su vulnerabilidad ecológica y pone de manifiesto la necesidad de estrategias para su conservación y manejo. Los arrecifes de coral enfrentan amenazas sin precedentes por el cambio climático y las actividades humanas, lo que hace que la restauración de arrecifes sea cada vez más importante para la preservación de la biodiversidad marina y la sostenibilidad de las comunidades costeras (Yus, 2024). El arrecife de Surrone, a pesar de su escasa diversidad, cumple un importante papel ecológico como hábitat para estrellas de mar y otros invertebrados bentónicos, al igual que se ha visto en otros arrecifes marginales del Pacífico oriental, preservarla es clave para conservar la conectividad ecológica y el funcionamiento del ecosistema marino costero de Manabí.

4.2. CONTESTACIÓN DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

4.2.1. ¿Cómo varía la abundancia de estrellas de mar en función de la disponibilidad de arrecifes marginales en los arrecifes rocosos de Surrone?

Los datos obtenidos en el arrecife rocoso de Surrone demuestran que la estructura y disponibilidad de los arrecifes marginales se relacionan directamente con la cantidad de estrellas de mar. Se notó un aumento en la densidad de estrellas de mar en las áreas con una mayor cantidad de parches coralinos, sustrato rocoso consolidado y complejidad estructural. Esto fue especialmente evidente en regiones que contaban con refugios naturales, grietas y organismos bentónicos complementarios.

Por el contrario, en las áreas donde el sustrato era principalmente arenoso o tenía poca cobertura de corales, la cantidad de estrellas de mar fue mucho más baja o inexistente. Esta la variación geográfica indica que los arrecifes marginales desempeñan un papel esencial como hábitat funcional, al ofrecer alimentación, seguridad contra depredadores y condiciones apropiadas para la movilidad y asentamiento de estos equinodermos.

4.2.1. Comprobación de la hipótesis

Los resultados del estudio apoyan la hipótesis alternativa planteada, según la cual en Surrone, a mayor calidad y disponibilidad de los arrecifes marginales, más aumentará el número de estrellas de mar.

Las áreas con corales hermatípicos, sobre todo

Pavona clavus y Porites lobata, y las zonas con un sustrato más rugoso son donde se encontraron los niveles más altos de estrellas de mar, según la información obtenida a través de cuadrantes y transectos. Esta evidencia demuestra que los arrecifes marginales funcionan como hábitats esenciales para estas especies, lo que repercute favorablemente en su distribución y en la cantidad de individuos.

4.4. CONCLUSIONES

En el arrecife coralino de Surrone se encontraron 3 especies de estrellas, demostrando que las condiciones locales del arrecife tienen un papel crucial en la respuesta del sistema de esta especie y las otras que se encuentran en la zona, por lo que no se aconseja usar modelos generalizados sin antes adaptarlos a la situación particular, sin embargo aportamos a la información científica para que pueda ser utilizada como base para futuras investigaciones de este arrecife en Surrone y de otros más. Este parche coralino demostró que tiene buenos factores biológicos para que las especies que se encuentran tengan una buena adaptación a pesar de ser una zona activa en corrientes marinas.

En este parche coralino se identificaron tres especies de estrellas las cuales fueron: *Phataria unifascialis*, *Pharia pyramidata* y *Pentaceraster cumingi*, las cuales fueron encontradas a 8 millas de las costas de Surrone, Pedernales-Manabí en donde se logró observar también las especies con las que están relacionadas y aprovechan recursos, donde estaban en relación con algas y corales.

La población de la estrella de mar *Phataria unifascialis* tuvo una mayor población en estos parches coralinos, en los cuales aprovecharon los sustratos de los corales y las rocas en el caso de las algas ya que esta especie es depredadora, mostrando una buena adaptación de esta zona, se

logró encontrar a 18 metros y 14 metros de profundidad, en esta especie se observó una población de 27 estrellas en la cual arrojó la mayor densidad en este arrecife marginal.

Las tres especies identificadas en la zona del arrecife de Surrone de Pedernales, mostró una relación directa con los recursos como los corales y las algas de la zona, además de que se muestran corrientes marinas, es importante seguir estudiando estas especies con más monitoreos para seguir analizando los comportamientos de las estrellas de mar, analizar si su población disminuye o aumenta con el tiempo, considerando tomar los parámetros físicos.

4.5. RECOMENDACIONES

- Para aumentar la validez estadística de los resultados, se sugiere que en las próximas investigaciones se aumente el tiempo de evaluación y análisis de estos arrecifes y que se aumente el tamaño de las muestras, para lograr obtener más información sobre las especies identificadas, analizar su comportamiento en estos arrecifes marginales.
- Crear programas constantes de supervisión ambiental y biológica que faciliten la detección a tiempo de alteraciones en el sistema y respalden la toma de decisiones con información para poder proteger estos ecosistemas con su diversidad de especies.
- Consolidar y estandarizar los protocolos técnicos, basándolos en datos científicos y adaptándolos a las circunstancias particulares del entorno local, capacitando también al pescador artesanal para que promueva y proteja estas áreas de las adversidad que se puedan manifestar.
- Promover estudios interdisciplinarios que unan los elementos económicos, sociales y medioambientales para obtener una visión completa del sistema y poder seguir sacando información sobre la diversidad de especies, con el fin de seguir conociendo y aprendiendo de los arrecifes y su vida marina.

- Fomentar la formación constante del personal científico y técnico, asegurando que los procedimientos se apliquen de manera adecuada y que los resultados se interpreten correctamente.

4.6. BIBLIOGRAFÍA

Fundación Charles Darwin. (2021). *BASE DE DATOS DE LAS ESPECIES DE GALÁPAGOS*.

Obtenido de La Base de Datos de las Especies de Galápagos comparte la información de las especies de nuestras Colecciones de Historia Natural.:

<https://datazone.darwinfoundation.org/es/checklist/?species=7978>

Bennet, E. (14 de 08 de 2024). *Identificación de especies de corales hermatípicos*

(*hexacoralaria*). Obtenido de La Uleam investiga tres parches de arrecifes coralinos en Manabí; Univerdad laica Eloy Alfaro de manabí: <https://www.uleam.edu.ec/la-uleam-investiga-tres-parches-de-arrecifes-coralinos-en-manabi/>

Canchingre, E. (14 de 08 de 2024). *RIQUEZA DE ESPECIES, DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN*

ESPACIAL DE GORGONIAS (Gorgoniidae). Obtenido de La Uleam investiga tres parches de arrecifes coralinos en Manabí: <https://www.uleam.edu.ec/la-uleam-investiga-tres-parches-de-arrecifes-coralinos-en-manabi/>

Cruz, M., & Gabor, N. (2003). *Lo conocido y desconocido sobre la Biodiversidad Marina en el*

Ecuador (Continental e Insular). Obtenido de Scielo; Gayana (Concepción) versión impresa ISSN 0717-652X versión en línea ISSN 0717-6538 Gayana (Concepc.) v.67 n.2 Concepción 2003 <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382003000200010> Gayana 67(2):

232-260, 2003: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-65382003000200010

Cubillos, C. G., Gavio, B., & Zea, S. (2021). *Estructura de la comunidad de céspedes algales en interacciones con corales masivos en arrecifes del Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano*. Obtenido de Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR Print version ISSN 0122-9761 Bol. Invest. Mar. Cost. vol.49 supl.1 Santa Marta Dec. 2020 Epub Sep 04, 2021 : http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-97612020000300045&script=sci_arttext&tlng=es

Feijoo, R. H. (2024). *Principales Amenazas e iniciativas de conservación de la biodiversidad en Ecuador*. Obtenido de Journal of Economic and Social Science Research ISSN: 2953-6790: <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n1/85>

Fundación Charles Darwin. (2021). *BASE DE DATOS DE LAS ESPECIES DE GALÁPAGOS*. Obtenido de Pharia pyramidata (Gray, 1840); La Base de Datos de las Especies de Galápagos comparte la información de las especies de nuestras Colecciones de Historia Natural.: <https://datazone.darwinfoundation.org/es/checklist/?species=18986>

Fundación Charles Darwin. (2021). *BASE DE DATOS DE LAS ESPECIES DE GALÁPAGOS*. Obtenido de Phataria unifascialis (Gray, 1840); La Base de Datos de las Especies de Galápagos comparte la información de las especies de nuestras Colecciones de Historia Natural.: <https://datazone.darwinfoundation.org/es/checklist/?species=7976>

GARCIA, M. M. (09 de 2010). *PATRONES REPRODUCTIVOS DE Pharia pyramidatus (GRAY, 1840) (ECHINODERMATA: ASTEROIDEA) EN ISLA MONTOSA, PACIFICO TROPICAL MEXICO*. Obtenido de UNIVERDAD DEL MAR:

<https://rediberoamericanaequinodermos.com/wp-content/uploads/2015/09/Martinez-Garcia-2010-Rep-Pharia-pyramidatus-PTM-UMAR-Lic.pdf>

IMFFSS. (25 de 06 de 2025). *Guardianas del fondo marino: Las estrellas de mar y su rol crucial en los ecosistemas*. Obtenido de Guardianas del fondo marino: Las estrellas de mar y su rol crucial en los ecosistemas: <https://www.imffss.org/noticias/guardianas-del-fondo-marino-las-estrellas-de-mar-y-su-rol-crucial-en-los-ecosistemas/>

IMFFSS. (25 de 06 de 2025). *INSTITUTO MEXICANO DE FAUNA, FLORA Y SUSTENTABILIDAD SOCIAL A.C.* Obtenido de Guardianas del fondo marino: Las estrellas de mar y su rol crucial en los ecosistemas: <https://www.imffss.org/noticias/guardianas-del-fondo-marino-las-estrellas-de-mar-y-su-rol-crucial-en-los-ecosistemas/>

Itzel, M. Q., Cruz, F. I., & González, M. (2017). *Diversidad y abundancia de los equinodermos y su relación con la cobertura bentónica del arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, México*. Obtenido de Revista Ciencias Marinas y Costeras, vol. 9, núm. 2, julio-diciembre, 2017, pp. 51-74 Universidad Nacional Heredia, Costa Rica: <https://www.redalyc.org/pdf/6337/633776637003.pdf>

Jaramillo, J. S. (2024). *La efectividad del Código Orgánico del Ambiente en la protección del ecosistema marino de la Playa Los Frailes*. Obtenido de Universidad Central del Ecuador Facultad de Jurisprudencia, Ciencias Políticas y Sociales: <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/64b17681-67a0-4c95-9a03-15b97d8a13ce/content>

Jung, S. (24 de 08 de 2022). *Arrecifes artificiales de algas que favorecen el establecimiento de lechos de vegetación acuática sumergida y facilitan la forestación de macroalgas*

- oceánicas: una revisión*. Obtenido de Departamento de Ingeniería Oceánica, Universidad Nacional de Pukyong, Busan 48513, Corea: https://www.mdpi.com/2077-1312/10/9/1184?trk=public_post_main-feed-card-text
- Lacunza, M. O. (14 de 12 de 2024). *Las estrellas de mar, criaturas enigmáticas del océano* . Obtenido de Instituto de Ciencias del Mar y Limnología: https://unamglobal.unam.mx/global_revista/las-estrellas-de-mar-criaturas-enigmaticas-del-oceano/
- Lee, K. (01 de 2025). *¿Qué son los arrecifes de coral?* Obtenido de NASA; Equipo de redacción de Ciencia; Centro de Investigación Ames de la NASA: <https://ciencia.nasa.gov/ciencias-terrestres/que-son-los-arrecifes-de-coral/>
- Martín, C. S. (2017). *Phataria unifascialis* (Valvatida: Ophidiasteridae) Del Pacífico Oriental: Redescrición y morfología esquelética. . *Revista de Biología Tropical*.
- Martínez, J. P., & Villalobos, F. B. (10 de 2011). *Francisco Benítez Villalobos*. Obtenido de Ciencias : https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/62_4/PDF/Nacimiento_Estrella.pdf
- NOAA. (2024). *Oficina de Santuarios Marinos Nacionales de la NOAA*. Obtenido de Modelos de los ecosistemas de arrecifes de coral: las selvas tropicales del mar: <https://nmssanctuaries.blob.core.windows.net/sanctuaries-prod/media/docs/es/20240520-ecosistemas-arrecifes-coral-plan-de-clase.pdf>
- NOAA. (09 de 2025). *ecosistemas de arrecifes de coral*. Obtenido de Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, de Estados Unidos de Norte America.: <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/marine-life/coral-reef-ecosystems>

- Parrales, J. A. (07 de 2024). *ECOSISTEMAS BIOLÓGICOS Y FAUNA MARINA BIOLOGICAL ECOSYSTEMS AND MARINE FAUNA*. Obtenido de Revista Científica PROciencias. Vol. 2, Núm. 4; Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador. :
file:///Users/julior.viteriferrin/Downloads/ARTICULO+1+2024-2.pdf
- Ponce, B. E. (2017). *Caracterización de arrecifes rocosos de la costa del Pacífico de Ecuador usando la metodología Reef Check*. Obtenido de Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras:
https://www.researchgate.net/publication/344600828_Caracterizacion_de_arrecifes_rocosos_de_la_costa_del_Pacifico_de_Ecuador_usando_la_metodologia_Reef_Check/link/5f837acb299bf1b53e20bdfa/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGF
- Ramos, M. F. (12 de 10 de 2022). *Pentaceraster cumingi, nuevo registro de estrella de mar*. Obtenido de ResearchGate :
https://www.researchgate.net/publication/365888480_Pentaceraster_cumingi_nuevo_registro_de_estrella_de_mar_Astroidea_para_el_Pacifico_salvadoreno
- Rodríguez, E., & Quintanilla, A. L. (22 de 07 de 2019). *elación ser humano-naturaleza: Desarrollo, adaptabilidad y posicionamiento hacia la búsqueda de bienestar subjetivo*. Obtenido de Avances en Investigación Agropecuaria, vol. 23, núm. 3, pp. 7-22, 2019 Universidad de Colima: <https://www.redalyc.org/journal/837/83762317002/html/>
- Shefali, A. (10 de 2024). *Los arrecifes de coral: creadores de ecosistemas cambiantes*. Obtenido de Geosistemas y Geoambiente;: <https://doi.org/10.1016/j.geogeo.2024.100322>
- Terán, N. C. (2016). *“Ecología Funcional de los Ecosistemas Rocosos de la Costa Ecuatoriana”*. Obtenido de UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

DEPARTAMENTO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN:

<https://departamentos.ulead.edu.ec/departamento-planeamiento/files/2015/07/001ECOLOGIAFUNCIONALECOSISTEMASROCOSOS.pdf>

Triana, L. A., & Chaves, J. M. (28 de 01 de 2016). *Impacto de la actividad turística sobre los arrecifes coralinos del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo, Colombia*. Obtenido de Coordinador Maestría en Ciencias Marinas y Costeras. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica; Parques Nacionales de Colombia. Cartagena, Colombia. Maestría en Ciencias Marinas y Costeras, Universidad Nacional. Heredia, C : <https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v8n1/1659-4266-cinn-8-01-00013.pdf>

VALENCIA, C. P. (01 de 2023). *DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE EQUINODERMOS (ASTEROIDEA) QUE HABITAN EN LOS FONDOS ROCOSOS DE PUERTO CAYO* . Obtenido de UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA : <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d130ca0e-0c39-48b1-81c0-ea34a73220eb/content>

Vásquez, N. P., & Archbold, B. (2023). *FUTURO MARINO SOSTENIBLE: IMPORTANCIA DEL TEJIDO CORALINO EN LA CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS*. Obtenido de Universidad de la Costa; The author; licensee Universidad de la Costa - CUC. LA CASA DEL MAESTRO vol. 1 no. 5, pp. 334-346. Jul. - Dic., 2023: <https://files01.core.ac.uk/download/595384238.pdf>

Villacreses, J. A. (2024). *Ecosistemas biológicos y fauna marina*. Obtenido de Revista Científica PROciencias; Vol. 2 Núm. 4 (2024): Revista Científica PROciencias :

<https://soeici.org/index.php/prociencias/article/view/645>

Yus, e. a. (2024). *Composite substrates for coral larval settlement and reef restoration based on natural hydraulic lime and inorganic strontium and magnesium compounds* . Obtenido de Contents lists available at ScienceDirect Ecological Engineering journal homepage:

www.elsevier.com/locate/ecoleng : [https://pdf.sciencedirectassets.com/271742/1-s2.0-S0925857424X00038/1-s2.0-S0925857424000600/main.pdf?X-Amz-Security-](https://pdf.sciencedirectassets.com/271742/1-s2.0-S0925857424X00038/1-s2.0-S0925857424000600/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEEMaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQC%2FcFLqiOLsKgAHnLxvMXGHo%2FkqydPwZwMm%2FvnoGDYGkAIgYK1W%2Fx2TtXGBQA%2BRJgputW4p7dgC6umANp)

[Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEEMaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQC%2FcFLqiOLsKg](https://pdf.sciencedirectassets.com/271742/1-s2.0-S0925857424X00038/1-s2.0-S0925857424000600/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEEMaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQC%2FcFLqiOLsKgAHnLxvMXGHo%2FkqydPwZwMm%2FvnoGDYGkAIgYK1W%2Fx2TtXGBQA%2BRJgputW4p7dgC6umANp)

[AHnLxvMXGHo%2FkqydPwZwMm%2FvnoGDYGkAIgYK1W%2Fx2TtXGBQA%2B](https://pdf.sciencedirectassets.com/271742/1-s2.0-S0925857424X00038/1-s2.0-S0925857424000600/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEEMaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQC%2FcFLqiOLsKgAHnLxvMXGHo%2FkqydPwZwMm%2FvnoGDYGkAIgYK1W%2Fx2TtXGBQA%2BRJgputW4p7dgC6umANp)

[RJgputW4p7dgC6umANp](https://pdf.sciencedirectassets.com/271742/1-s2.0-S0925857424X00038/1-s2.0-S0925857424000600/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEEMaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQC%2FcFLqiOLsKgAHnLxvMXGHo%2FkqydPwZwMm%2FvnoGDYGkAIgYK1W%2Fx2TtXGBQA%2BRJgputW4p7dgC6umANp)

[RJgputW4p7dgC6umANp](https://pdf.sciencedirectassets.com/271742/1-s2.0-S0925857424X00038/1-s2.0-S0925857424000600/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEEMaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQC%2FcFLqiOLsKgAHnLxvMXGHo%2FkqydPwZwMm%2FvnoGDYGkAIgYK1W%2Fx2TtXGBQA%2BRJgputW4p7dgC6umANp)

4.7. ANEXOS

Figura 6: identificación del suelo en el arrecife coralino



Fuente: Milena Intriago Moreira (2026)

Figura 7: primera inmersión en piscina



Fuente: Milena Intriago Moreira (2026)

Figura 8: preparación del equipo de buceo.



Fuente: Milena Intriago Moreira (2026)

Figura 9: ubicación para realizar inmersión



Fuente: Milena Intriago Moreira (2026)

Figura 10: Ubicación de los cuadrantes en los arrecifes marginales de Surrone, Pedernales-Manabí



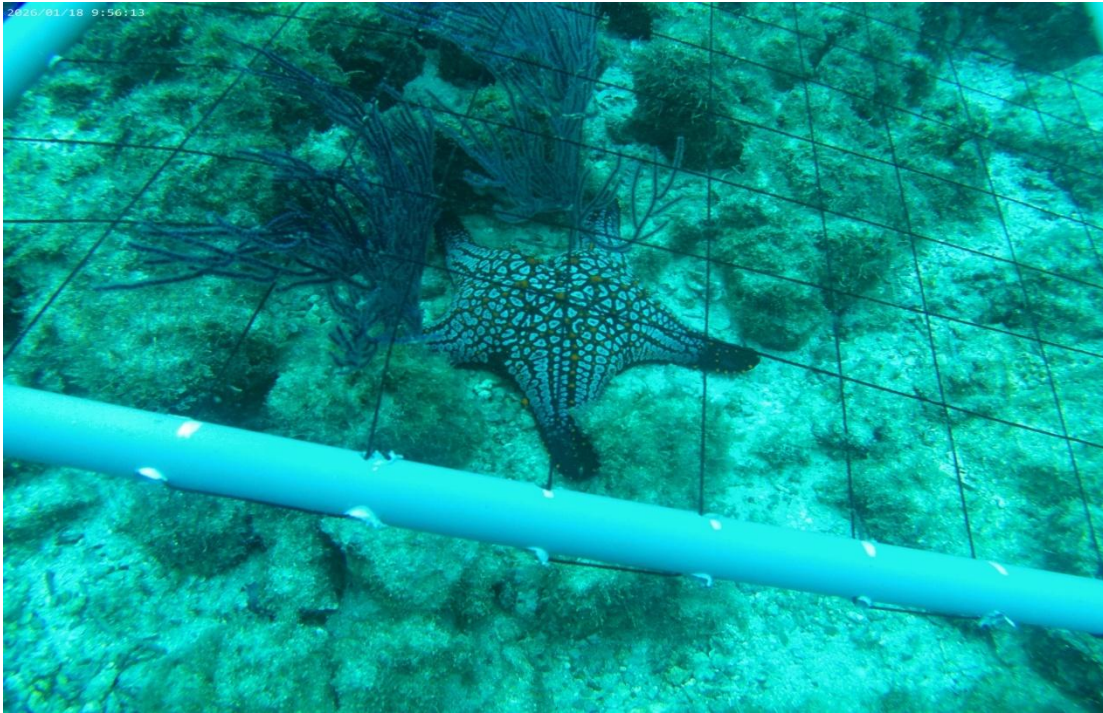
Fuente: Milena Intriago Moreira (2026)

Figura 11: identificación de la estrella *Pharia pyramidata*.



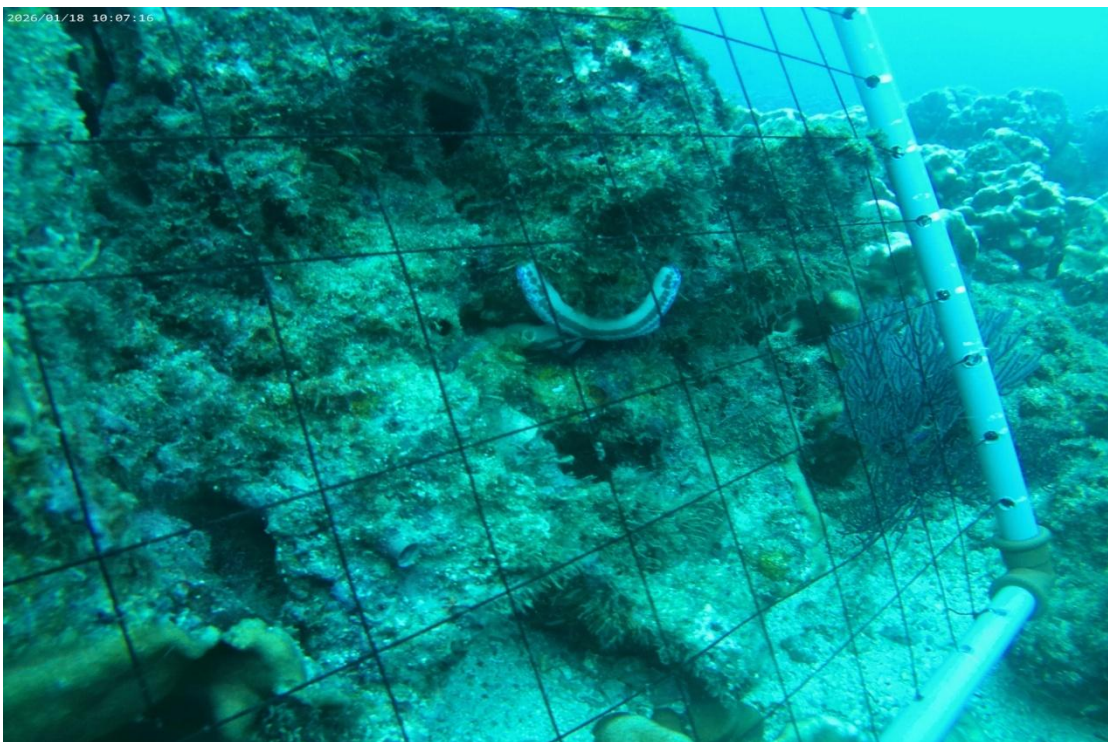
Fuente: Milena Intriago Moreira (2026)

Figura 12: Identificación de la estrella *Pentaceraster cumingi*, dentro del cuadrante



Fuente: Milena Intriago Moreira (2026)

Figura 13: identificación de la estrella *Phataria unifascialis*, dentro del cuadrante



Fuente: Milena Intriago Moreira (2026)

Figura 14: identificación de la estrella *Pharia pyramidata*, dentro de cuadrante



Fuente: Milena Intriago Moreira (2026)

Figura 15: Colocación del cuadrante sin abundancia de estrella de mar



Fuente: Milena Intriago Moreira (2026)