



UNIVERSIDAD ESTATAL

PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**COMUNIDADES DE OPHIURAS ASOCIADAS A LOS
MICROAMBIENTES EN LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA DE
BALLENITA Y LA ENTRADA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

BRIONES COTTO JOSUE MANUEL

TUTOR:

BLGA. MARIA H. CORNEJO RODRÍGUEZ, PhD.

**LA LIBERTAD – ECUADOR
2026**

UNIVERSIDAD ESTATAL
PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA

**COMUNIDADES DE OPHIURAS ASOCIADAS A LOS
MICROAMBIENTES EN LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA DE
BALLENITA Y LA ENTRADA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

BRIONES COTTO JOSUE MANUEL

TUTOR:

BLGA. MARIA H. CORNEJO RODRÍGUEZ, PhD.

**LA LIBERTAD – ECUADOR
2026**

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular, "COMUNIDADES DE OPHIURAS ASOCIADAS A LOS MICROHAMBIENTES EN LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA DE BALLEMITA Y LA ENTRADA", elaborado por la Sr. Josue Briones Cotto, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.



Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, Ph.D.

DOCENTE TUTOR

C.I. 0905260881

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular titulado **“COMUNIDADES DE OPHIURAS ASOCIADAS A LOS MICROAMBIENTES EN LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA DE BALLENITA Y LA ENTRADA”**, elaborado por Josue Briones Cotto, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, declaro que he revisado el documento presentado, constatando que se han incorporado las correcciones y mejoras sugeridas, por lo que el trabajo cumple con las observaciones emitidas y se encuentra apto para la entrega de la versión final conforme a los criterios académicos establecidos.

Atentamente,



Blga. Ana Balseca Vaca, M.Sc.

DOCENTE DE ÁREA

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mi padre y a mi madre que son parte importante de mi crecimiento, académico y personal, por estar a mi lado y brindarme su amor.

A mi tutora por su dedicación y sabiduría que fueron de suma importancia para poder terminar esta tesis.

Para mis amigos que han estado presente a lo largo de mi carrera universitaria y para los que ya no estan connmigo.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a la institución que me brindó la oportunidad de formarme profesionalmente y recibir una educación de calidad, con maestros comprometidos que, a lo largo de los años de estudio, contribuyeron de manera significativa a mi aprendizaje. Este proceso académico refleja la misión de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE) de formar profesionales de calidad.

De manera especial, expreso mi agradecimiento a mi tutora, la Blga. María Herminia Cornejo, Ph.D., por su orientación y apoyo incansable, quien me brindó confianza y sabiduría durante el desarrollo de esta investigación. Su dedicación y esfuerzo fueron fundamentales para mantenerme enfocada en los momentos de mayor presión académica.

Asimismo, quiero expresar mi agradecimiento a todas las personas que estuvieron presentes durante esta etapa, quienes, sin saberlo, me brindaron su apoyo, conocimientos y la fortaleza necesaria para culminar esta tesis.

Agradezco profundamente a mi familia, especialmente a mi madre y a mi padre, por el apoyo brindado a lo largo de este proceso y por sus palabras de aliento, que me dieron la fuerza para seguir adelante.

Finalmente, agradezco a mis amigos y compañeros por los momentos compartidos y por la forma en que contribuyeron a este proceso, ya que esas experiencias nos han permitido llegar hasta aquí.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Briones Cotto Josue Manuel** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 16 de diciembre del 2025

Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.
DIRECTOR DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Blga. Ana Gabriela Balseca Vaca, M.Sc.
PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Blga. Maria Herminia Cornejo Rodriguez, Ph.D.
DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.
DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ldo. Pascual Roca-Silvestre, Mgt.
SECRETARIO DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

La responsabilidad del contenido, datos, ideas y resultados expuestos en el presente Trabajo de Integración Curricular me corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE)



JOSUE MANUEL BRIONES COTTO

C.I.

ÍNDICE GENERAL

1. RESUMEN	20
2. INTRODUCCIÓN.....	22
3. JUSTIFICACIÓN	25
4. OBJETIVOS.....	26
4.1 OBJETIVO GENERAL	26
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	26
5. HIPÓTESIS	27
6. MARCO TEÓRICO.....	28
6.1 Generalidades de los Equinodermos	28
6.1.2 Clase Ophiuroidea	31
6.2 Diversidad y distribución a nivel mundial y regional.....	31
6.3 Morfología de las Ophiuras.....	32
6.3.1 Disco central.....	33
6.3.2 Brazos y sistema esquelético	34
6.4 Sistemas internos	34
6.4.1 Sistema nervioso	34

6.4.2 Sistema ambulacral.....	35
6.5 Alimentación y Digestión.....	35
6.6 Ecología de las Ophiuras.....	37
6.7 Reproducción y Ciclo de Vida.....	38
6.8 Hábitat.....	38
6.8.1 Factores que Influyen en la Distribución y Abundancia.....	40
6.9 Importancia Biológica y Ecológica.....	40
7. MARCO METODOLÓGICO.....	41
7.1. Área de estudio.....	41
7.2. Ubicación de área de estudio.....	42
7.3. Fase de campo.....	43
7.4. Descripción del hábitat.....	45
7.5. Registro de parámetros físico-químicos.....	45
7.6. Fase de laboratorio.....	45
7.7. Fase estadística.....	47
7.7.1. Índice de Equitatividad de Pielou (J').....	48
7.7.2. Índice de Similitud de Bray-Curtis.....	48
7.7.3. Correlación de Spearman (ρ).....	49
7.7.4. Análisis de Regresión Lineal Simple.....	49
8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	51
8.1. Identificación de especies registradas en las zonas intermareales de Ballenita y La Entrada.....	52
8.2. Microambientes.....	54
8.2.1. Caracterización de los microambientes considerando las variables bióticas y abióticas.....	54
8.3. Cuadro y tablas de variables abióticas.....	59
8.3.1. La Entrada Zona Infralitoral.....	59

8.3.2.	La Entrada Zona Mesolitoral	60
8.3.3.	Ballenita Zona Infralitoral	61
8.3.4.	Ballenita Zona Mesolitoral	62
8.4.	Sedimento	64
8.4.1.	La Entrada Zona Infralitoral	64
8.4.2.	La Entrada Zona Mesolitoral	65
8.4.3.	Ballenita Zona Infralitoral	66
8.4.4.	Ballenita Zona Mesolitoral	67
8.5.	Cobertura bentónica	67
8.5.1.	La Entrada Zona Infralitoral	67
8.5.2.	La Entrada Zona Mesolitoral	68
8.5.3.	Ballenita Zona Infralitoral	69
8.5.4.	Ballenita Zona Mesolitoral	70
8.6.	Relación de la distribución abundancia de las Ophiuras con las características ambientales de los microambientes.	71
8.6.1.	Índice de equidad de Pielou (J) en la Zona Infralitoral de La Entrada 71	
8.6.2.	Índice de equidad de Pielou Zona Mesolitoral La Entrada	72
8.6.3.	Índice de equidad de Pielou Zona Infralitoral en Ballenita	73
8.6.4.	Índice de equidad de Pielou Zona Mesolitoral en Ballenita	74
8.7.	Correlaciones	75
8.7.1.	Infralitoral de La Entrada	75
8.7.2.	Mesolitoral La Entrada	79
8.7.3.	Infralitoral de Ballenita	83
8.7.4.	Mesolitoral Ballenita	87
8.8	Análisis de Bray Curtis	91
9.	DISCUSIÓN	93

10.	CONCLUSIONES	97
11.	RECOMENDACIONES.....	99
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	100
13.	ANEXOS.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	<i>Características generales de una Ophiura.</i>	29
Figura 2.	<i>Ophiura y sus partes.</i>	33
Figura 3.	<i>Localización de las zonas de estudio en la provincia de Santa Elena, Ecuador.</i>	42
Figura 4.	<i>Diseño experimental del transecto.</i>	44
Figura 5.	<i>Ophicomina nigra posición aboral.</i>	52
Figura 6.	<i>Ophicoma alexandri posición aboral.</i>	53
Figura 7.	<i>Colonia de Zoantharios.</i> ..55	
Figura 8.	<i>Codium fragile bajo esteromicroscopio.</i>	56
Figura 9.	<i>Cladophora glomerata bajo estereomicroscopio.</i>	57
Figura 10.	<i>Acanthophora spicifera bajo estereomicroscopio.</i>	58
Figura 11.	<i>Data de la variación del pH, la salinidad y la temperatura registrados durante los monitoreos en la zona infralitoral de La Entrada.</i>	60
Figura 12.	<i>Data de la variación del pH, la salinidad y la temperatura registrados durante los monitoreos en la zona mesolitoral de La Entrada.</i>	61
Figura 13.	<i>Data de la variación del pH, la salinidad y la temperatura registrados durante los monitoreos en la zona infralitoral de Ballenita.</i>	62
Figura 14.	<i>Data de variación del pH, la salinidad y la temperatura registrados durante los monitoreos en la zona mesolitoral de Ballenita.</i>	63
Figura 15.	<i>Tipos de sedimento (%) y la cobertura bentónica (%) registrados durante los monitoreos en la zona infralitoral de La Entrada.</i>	64
Figura 16.	<i>Tipos de sedimento (%) y la cobertura bentónica (%) registrados en la zona</i>	

mesolitoral de La Entrada.....	65
Figura 17. Tipos de sedimento (%) y la cobertura bentónica (%) registrados en la zona infralitoral de Ballenita durante los monitoreos.	66
Figura 18. Tipos de sedimento (%) y la cobertura bentónica (%) registrados en la zona mesolitoral de Ballenita.	67
Figura 19. Cobertura bentónica (%) presente en La Entrada Zona Infralitoral.	68
Figura 20. Cobertura bentónica (%) presente en La Entrada Zona Mesolitoral.	69
Figura 21. Cobertura Bentónica (%) presente en Ballenita Zona Infralitoral.	70
Figura 22. Cobertura bentónica (%) presente en La entrada Zona Mesolitoral.	71
Figura 23. Índice de equidad de Pielou para <i>Ophicomina nigra</i> y <i>Ophiocoma alexandri</i> en la zona infralitoral de La Entrada.....	72
Figura 24. Índice de equidad de Pielou para <i>Ophicomina nigra</i> y <i>Ophiocoma alexandri</i> en Zona Mesolitoral La Entrada.....	73
Figura 25. Índice de equidad de Pielou para <i>Ophicomina nigra</i> y <i>Ophiocoma alexandri</i> en Zona Infralitoral en Ballenita.	74
Figura 26. Índice de equidad de Pielou para <i>Ophicomina nigra</i> y <i>Ophiocoma alexandri</i> en Zona Mesolitoral en Ballenita.....	75
Figura 27. Correlación entre los tipos de sustrato y la abundancia de <i>Ophicomina nigra</i> en la zona infralitoral de La Entrada.....	76
Figura 28. Correlación entre los parámetros físico-químicos y la abundancia de <i>Ophicomina nigra</i> en la zona infralitoral de La Entrada.....	76
Figura 29. Correlación entre los tipos de sustrato y la abundancia de <i>Ophiocoma alexandri</i> en la zona Infralitoral de La Entrada.	78
Figura 30. Correlación entre los parámetros físico-químicos pH, salinidad, temperatura y la abundancia de <i>Ophiocoma alexandri</i> en la zona infralitoral de La Entrada.	79
Figura 31. Correlación entre los tipos de sustrato y la abundancia de <i>Ophicomina nigra</i> en la zona mesolitoral de La Entrada.	80
Figura 32. Correlaciones de parámetros ambientales pH, la salinidad y la temperatura con la abundancia y <i>Ophicomina nigra</i> en la zona Mesolitoral de la entrada.	81
Figura 33. Correlaciones sedimento, tipos de sustrato y la abundancia de <i>Ophiocoma alexandri</i> en la zona Mesolitoral de La Entrada.	82
Figura 34. Correlación de parámetros ambientales pH, la salinidad y la temperatura con la abundancia de <i>Ophiocoma alexandri</i> en la zona Mesolitoral de La Entrada.	83
Figura 35. Correlaciones de tipo de sustrato y la abundancia de <i>Ophicomina nigra</i> . en	

<i>la zona Infralitoral de Ballenita.</i>	84
Figura 36. <i>Correlación entre los parámetros físico-químicos pH, salinidad y temperatura y la abundancia de Ophicomina nigra en la zona infralitoral de Ballenita.</i>	85
Figura 37. <i>Correlaciones tipos de sustrato sedimento y Ophiocoma alexandri. en la zona Infralitoral de Ballenita.</i>	86
Figura 38. <i>Correlaciones de parámetros ambientales pH, salinidad y temperatura con la abundancia Ophiocoma alexandri en la zona Infralitoral de Ballenita.</i>	87
Figura 39. <i>Correlaciones entre los tipos de sustratos y la abundancia de Ophicomina nigra en la zona Mesolitoral de Ballenita.</i>	88
Figura 40. <i>Correlaciones de parámetros ambientales pH, salinidad y la abundancia de Ophicomina nigra. en la zona Mesolitoral de Ballenita.</i>	89
Figura 41. <i>Correlaciones del tipo de sustrato y la abundancia de Ophiocoma alexandri en la zona Mesolitoral de Ballenita.</i>	90
Figura 42. <i>Correlaciones de parámetros ambientales pH, salinidad y temperatura con la abundancia de Ophiocoma alexandri en la zona Mesolitoral de Ballenita.</i>	91
Figura 43. <i>Total de organismos en la Zona Intermareal de La Entrada.</i>	106
Figura 44. <i>Total de organismos en la Zona Intermareal de Ballenita.</i>	106
Figura 45. <i>Rango de tamaños de Ophicomina nigra La Entrada Zona Infralitoral.</i>	112
Figura 46. <i>Rango de tamaños Ophiocoma alexandri La Entrada Zona Infralitoral.</i>	112
Figura 47. <i>Rango de tamaños de Ophicomina nigra La Entrada Zona Mesolitoral.</i>	113
Figura 48. <i>Rango de tamaños de Ophicomina nigra Ballenita Zona Infralitoral.</i>	114
Figura 49. <i>Rango de tamaños de Ophiocoma alexandri Ballenita Zona Infralitoral.</i>	114
Figura 50. <i>Rango de tamaños de Ophicomina nigra Ballenita Zona Mesolitoral.</i>	115
Figura 51. <i>Rango de tamaños de Ophiocoma alexandri La Entrada Zona Mesolitoral.</i>	115
Figura 52. <i>Ophiocoma alexandri en sustrato arenoso.</i>	119
Figura 53. <i>Ophiocoma Alexandri posición aboral.</i>	119
Figura 54. <i>Ophiocoma Alexandri posición oral.</i>	120
Figura 55. <i>Ophiocoma Alexandri sobre una roca.</i>	120
Figura 56. <i>Ophicomina nigra posición oral.</i>	121
Figura 57. <i>Disco central de Ophicomina nigra bajo estereomicroscopio.</i>	121
Figura 58. <i>Disco central de Ophicomina nigra bajo estereomicroscopio posición oral.</i>	122
Figura 59. <i>Brazo de Ophiocoma alexandri bajo estereomicroscopio posición aboral.</i>	122

Figura 60. <i>Revisión de muestras bajo el estereomicroscopio.</i>	123
Figura 61. <i>Toma de parámetros.</i>	123
Figura 62. <i>Registro de pH in situ.</i>	124

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Guías taxonómicas para la identificación de Ophiura.</i>	46
Tabla 2. <i>Análisis de Bray Curtis</i>	107
Tabla 3. <i>Abundancia de organismos por rangos de tallas Zona Infralitoral La Entrada.</i>	108
Tabla 4. <i>Abundancia de organismos por rangos de tallas Zona Mesolitoral La Entrada.</i>	109
Tabla 5. <i>Abundancia de organismos por rangos de tallas Zona Infralitoral Ballenita.</i>	110
Tabla 6. <i>Abundancia de organismos por rangos de tallas Zona Mesolitoral Ballenita.</i>	111
Tabla 7. <i>Porcentaje de sedimento en La Entrada Zona Infralitoral.</i>	116
Tabla 8. <i>Porcentaje de sedimento en La Entrada Zona Mesolitoral.</i>	116
Tabla 9. <i>Porcentaje de sedimento en Ballenita Zona Infralitoral.</i>	116
Tabla 10. <i>Porcentaje de sedimento en Ballenita Zona Mesolitoral.</i>	116
Tabla 11. <i>Porcentaje de cobertura bentónica La Entrada Zona Infralitoral.</i>	117
Tabla 12. <i>Porcentaje de cobertura bentónica La Entrada Zona Mesolitoral.</i>	117
Tabla 13. <i>Porcentaje de cobertura bentónica Ballenita Zona Infralitoral.</i>	118
Tabla 14. <i>Porcentaje de cobertura bentónica Ballenita Zona Mesolitoral.</i>	118

GLOSARIO Y SIMBOLOGÍA

Abundancia: Número total de individuos de una especie o grupo en una unidad de área o volumen determinada.

Adaptación: Conjunto de características morfológicas, fisiológicas o de comportamiento que permiten a un organismo sobrevivir en su ambiente.

Alga bentónica: Alga que vive fijada al fondo del mar o sobre sustratos sólidos.

Bentos: Conjunto de organismos que habitan en el fondo de los ecosistemas acuáticos, como rocas, arena o sedimentos.

Bioindicador: Organismo cuya presencia, ausencia o estado refleja las condiciones ambientales o los cambios en un ecosistema.

Bioturbación: Proceso mediante el cual los organismos remueven o mezclan los sedimentos del fondo marino, mejorando la circulación de oxígeno y nutrientes.

Cobertura algal: Porcentaje de área cubierta por macroalgas en un determinado sustrato.

Comunidad bentónica: Conjunto de organismos que viven asociados al fondo marino o costero.

Equinodermos: Filo de animales marinos invertebrados que poseen simetría radial, endoesqueleto calcáreo y un sistema vascular acuífero. Incluye estrellas de mar, erizos, pepinos de mar y ofiuras.

Especie: Grupo de organismos con características similares que pueden reproducirse entre sí y producir descendencia fértil.

Fotonegatividad: Comportamiento de ciertos organismos que tienden a evitar la luz, buscando zonas oscuras o sombreadas.

Infralitoral: Zona marina que se encuentra permanentemente sumergida, incluso durante la marea baja.

Intermareal: Área costera comprendida entre los niveles de marea alta y marea baja, que se inunda y se expone periódicamente.

Macroalgas: Algas visibles a simple vista, que forman parte esencial de los ecosistemas marinos y sirven de alimento y refugio a muchas especies.

Mesolitoral: Zona del intermareal que se encuentra expuesta al aire durante la marea baja y sumergida durante la marea alta.

Microhábitat: Pequeña área dentro de un ecosistema que presenta condiciones ambientales particulares donde habitan organismos específicos.

Ofiuras: Equinodermos de la clase Ophiuroidea, con un disco central bien definido y brazos largos y delgados, conocidos también como “estrellas frágiles”.

pH: Medida que indica el grado de acidez o alcalinidad del agua u otro medio.

Salinidad: Cantidad de sales disueltas en el agua del mar, expresada comúnmente en partes por mil (‰).

Sustrato: Superficie o material sobre el que viven o se fijan los organismos

marinos, como rocas, arena o algas.

Transecto: Línea recta establecida en el terreno o el agua para realizar muestreos de organismos o parámetros ambientales.

Zona rocosa intermareal: Área costera formada por rocas que se exponen y cubren alternativamente por la acción de las mareas.

ABREVIATURAS

SVA: Sistema vascular acuífero

°C: Grados Celsius

ppm: Partes por millón

‰: Partes por mil

pH: Potencial de hidrógeno

INOCAR: Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada del Ecuador

mm: Milímetro

cm: Centímetro

m²: Metro cuadrado

sp.: Especie no determinada

spp.: Varias especies del mismo género

N.C.: Nombre científico

R²: Coeficiente de determinación estadístico

H': Índice de diversidad de Shannon-Wiener

J': Índice de equidad de Pielou

%: Porcentaje

kg: Kilogramo

mL: Mililitro

μm: Micrómetro

GPS: Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System)

1. RESUMEN

Las Ophiuras son organismos marinos, semejantes a otras estrellas de mar, considerado dentro de los Echinodermata como el grupo más evolucionado. En el presente estudio se analizó la distribución espacial de las comunidades de Ophiuras en las zonas intermareales rocosas de Ballenita y La Entrada, provincia de Santa Elena, Ecuador, durante el periodo julio-octubre de 2025. Los monitoreos se efectuaron cada 15 días, en niveles mesolitorales e infralitorales. En estas zonas se registraron las variables físico-químicas como el pH, la salinidad y la temperatura, junto con la caracterización de los microambientes en función del tipo de sustrato y la cobertura bentónica. Se identificaron dos especies *Ophicomina nigra* y *Ophiocoma alexandri*. Estos organismos estuvieron asociados a los sustratos rocosos con alta cobertura bentónica esto se debe a que buscan refugio de depredadores y la luz. Los valores promedio de pH se encontraron entre 7.3 y 7.8 mientras que la salinidad se mantuvo en un rango de 33 a 35.5 ppm la temperatura promedio se encontró dentro de los 24°C a 28°C. Los análisis estadísticos demostraron que la distribución y abundancia de ambas especies muestran relaciones significativas con las condiciones registradas, indicando que los factores físico-químicos no influyeron de manera significativa mientras que las características del microhábitat influyen en su presencia y variación espacial.

Palabras claves: Ophiuroidea, intermareal rocoso, microambientes, distribución espacial, factores físico-químicos.

ABSTRACT

*Ophiurans are marine organisms similar to other sea stars and are considered within the phylum Echinodermata as the most evolutionarily advanced group. In the present study, the spatial distribution of ophiuroid communities was analyzed in the rocky intertidal zones of Ballenita and La Entrada, in the province of Santa Elena, Ecuador, during the period from July to October 2025. Monitoring was conducted every 15 days in the mesolittoral and infralittoral zones. In these areas, physicochemical variables such as pH, salinity, and temperature were recorded, along with the characterization of microhabitats based on substrate type and benthic cover. Two species were identified: *Ophicomina nigra* and *Ophiocoma alexandri*. These organisms were mainly associated with rocky substrates with high benthic cover, as they seek refuge from predators and light. Mean pH values ranged between 7.3 and 7.8, while salinity remained within a range of 33 to 35.5 ppm. The average temperature ranged from 24 °C to 28 °C. Statistical analyses showed that the distribution and abundance of both species exhibited significant relationships with the recorded conditions, indicating that physicochemical factors did not significantly influence their distribution, whereas microhabitat characteristics played a key role in their presence and spatial variation.*

Keywords: Ophiuroidea, rocky intertidal zone, microhabitats, spatial distribution, physicochemical factors.

2. INTRODUCCIÓN

La zona intermareal rocosa constituye un ecosistema altamente dinámico, donde las condiciones ambientales varían constantemente debido al ciclo de mareas. Por lo que los organismos que se encuentran en estos ecosistemas se deben adaptar a condiciones cambiantes. Durante la marea alta, las rocas quedan sumergidos, mientras que en la marea baja se expone al aire, generando un entorno inestable que exige una gran capacidad de adaptación por parte de los organismos que habitan allí, frente a fluctuaciones de temperatura, salinidad, luz solar y energía del oleaje (Monterey bay aquarium , 2024).

Las ofiuras son equinodermos de la clase *Ophiuroidea*, este grupo se caracteriza por que presenta un disco central y brazos largos y flexibles. Estos organismos presentan similitudes a las estrellas de mar, pero se diferencian por sus

brazos que son mucho más delgados (Mah, 2018).

Este grupo se distribuye en diferentes hábitats, desde zonas arenosas hasta ambientes rocosas. Se los pueden encontrar en áreas intermareales hasta zonas profundas, pueden alimentarse de peces más pequeños, hasta de otro organismo de su misma especie. Tienen la capacidad de esconderse en grietas y rocas. la clase *Ophiuroidea* es muy diversas dentro del filo *Echinodermata*, con alrededor de 2 064 especies descritas. (Mah, 2018).

Las ofiuras, comúnmente llamadas estrellas quebradizas o frágiles, se distribuyen en todos los océanos del mundo. En áreas, como Los Cayos en Florida, las ofiuras componen entre el 27% y el 52% de la macrofauna que vive entre los arrecifales (Serrato, Pérez, y Sánchez, 2011). La clase *Ophiuroidea*, con 2064 especies registradas, es la más grande de *Echinodermata*; cuenta con 16 familias, las que presentan mayor diversidad es la familia de los *Amphiuridae* (467), seguidos de los *Ophiuridae* (344 especies) y *Ophiacanthidae* (319 especies). No obstante, en el Indo-Pacífico tiene mayor riqueza de especies con 825 (Sabine Stáhr, 2012). Las regiones cercanas también son ricas en especies, incluyendo en el Pacífico Norte (398 especies), el Pacífico Sur (355 especies) y en la India (316 especies). Una región secundaria de riqueza de especies mejoradas se encontró en el Atlántico Oeste (335) especies. Las regiones con una baja riqueza de especies, está el Ártico (73 especies), el Atlántico Este (118 especies), América del Sur (124 especies) y la Antártida (126) (Sabine Stáhr, 2012).

Estos organismos son exclusivos de aguas saladas mientras que también se los encuentran habitando con arrecifes de corales. (Neves, 2007), estos organismos tienen un patrón sobre su distribución. En arrecifes de corales se suelen encontrar una gran abundancia en áreas que presenten una alta complejidad estructural, buscando refugios en grietas, agujeros, algas y rocas. (Brogger, 2010). En ambientes blandos, su distribución puede ser más similar, dependiendo de la disponibilidad de recursos y de las condiciones del hábitat.

Por otro lado, las interacciones de las ofiuras con otras especies son complejas. porque actúan como depredadoras y a su vez son presas dentro del ecosistema. Estas interacciones depredador-presa son fundamentales para la dinámica de las comunidades marinas. Además, las ofiuras influyen en la composición de las comunidades bentónicas al competir por recursos con otros invertebrados. En el Mar Caribe, por ejemplo, Smith et al. (2020), encontraron que la presencia de ofiuras está correlacionada con un aumento en la diversidad de otros invertebrados bentónicos. Esto sugiere que las ofiuras pueden facilitar la coexistencia de múltiples especies al modificar el hábitat y los recursos disponibles. Asimismo, su capacidad para reciclar nutrientes puede beneficiar a otras especies que dependen de un entorno saludable (Osorio, 2024).

Las comunidades de ofiuras pueden ser muy diversas pudiendo estar

influenciadas por factores bióticos y abióticos. La exposición al sol deseca las ofiuras obligándolas a buscar ambientes más oscuros. Las ofiuras tienen fotonegatividad por lo que buscan refugiarse en grietas o zonas sombreadas, evitando la exposición solar directa. Esta estrategia no solo reduce la desecación, sino que también les permite evadir depredadores y conservar energía durante periodos de marea baja. (Karin Boos, 2010).

3. JUSTIFICACIÓN

Se ha evidenciado que el área de estudio, el intermareal rocoso de Ballenita y La Entrada alberga una alta diversidad y abundancia de organismos que coexisten de múltiples especies adaptadas a condiciones extremas. Sin embargo, este ecosistema es también altamente vulnerable a los cambios ambientales, tanto naturales como antropogénicos como la contaminación, la variación térmica o la acidificación oceánica (GBM, 2022). Por ello, comprender la estructura de estas comunidades y los factores que determinan su distribución es fundamental para la conservación de la biodiversidad marina y la gestión sostenible de los ecosistemas costeros.

Los océanos se están volviendo más ácidos esto se debe a que absorben más CO₂ de la atmósfera y, provocando que los niveles de oxígeno disminuyan.

afectando a las especies marinas. Las ofiuras, organismos marinos pertenecientes a la clase Ophiuroidea, juegan un papel importante en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas bentónicos, especialmente en zonas costeras con hábitats rocosos. En zonas como Ballenita y La Entrada, en la costa ecuatoriana, los arrecifes rocosos son ambientes ricos en biodiversidad y albergan una variedad de especies marinas. El estudio de las comunidades de ofiuras asociadas a estos hábitats rocosos es importante para comprender la estructura y las interacciones ecológicas que ocurren en estos ambientes. Conocer la composición y distribución de las ofiuras en diferentes nichos ecológicos permitiría evaluar cuáles son sus preferencias y conservar de mejor manera estos ecosistemas.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar y comparar la distribución espacial, abundancia y composición de las comunidades de Ophiuras del intermareal rocoso de Ballenita y La Entrada en relación con los microambientes y los factores ambientales.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Identificar las especies de Ophiuras presentes en la zona intermareal rocosa mediante guías taxonómicas.

Caracterizar los microambientes donde se presentan las Ophiuras, considerando variables bióticas y abióticas.

Relacionar la distribución y abundancia de las Ophiuras con las características ambientales de los microambientes.

5. HIPÓTESIS

H1. La estructura, composición, distribución y abundancia de las comunidades de Ophiuras está influenciada por los factores ambientales y los microambientes presentes en el intermareal rocoso de Ballenita y La Entrada.

6. MARCO TEÓRICO

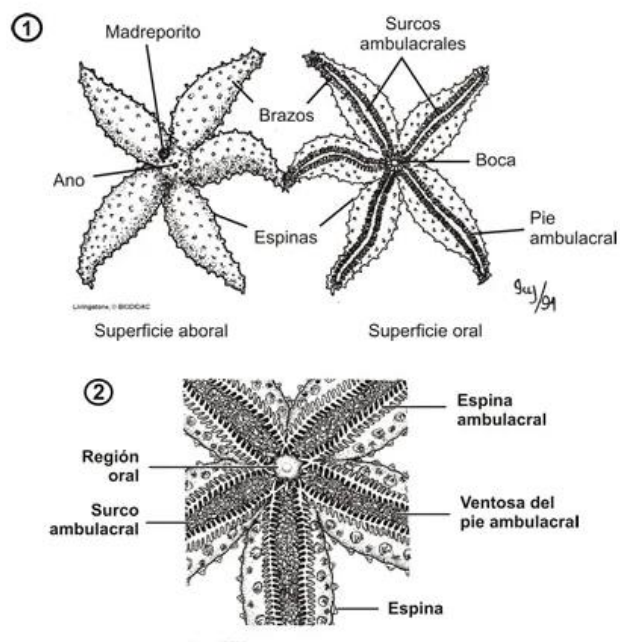
6.1 Generalidades de los Equinodermos

El término equinodermo procede del griego echinos (espina) y derma (piel) aludiendo a la presencia de un endoesqueleto calcáreo espinoso característico de estos organismos (Ruppert et al., 2004). Este filo agrupa cinco clases con morfología variadas: crinoidea, asteroidea, ophiuroidea, echinoidea y holothuroidea (Rahman & Zamora, 2022). En todas ellas se observa una organización pentaradial y la presencia de un sistema vascular acuífero, esencial para la locomoción, la alimentación y el intercambio gaseoso.

Los equinodermos poseen un endoesqueleto de placas calcáreas separadas también llamadas osículos compuestos de carbonato de calcio sirviendo como protección, dándole rigidez al cuerpo y desarrollando estructuras que le ayudan a la defensa como espinas y pedicelarios. Son animales invertebrados marinos dentro de este grupo incluyen organismos que tienen diferencias morfológicas como: las estrellas de mar, los erizos de mar, las ofiuras, los dólares de arenas y los pepinos de mar (Hendler et al., 1995; Mashanov et al., 2023) (Figura 1).

Figura 1.

Características generales de una Ophiura.



Los equinodermos se caracterizan por poseer un sistema vascular acuífero que les ayuda a la locomoción, defensa y alimentación. El sistema de alimentación, SVA (single unique feeding system), está en contacto con el medio exterior por la madreporita, este órgano realiza el intercambio de agua del exterior e interior interviniendo en la regulación de la presión interna del organismo (Liu et al, 2023). Ellos poseen la capacidad de regenerar estructuras como: espinas, pedicelarios, pies ambulacrales, órganos internos. Esta habilidad se da como una respuesta a la interacción con depredadores sino también como respuesta al estrés por la temperatura, desecación, contaminación y como mecanismo de remplazo a extremidades dañadas o infectadas (Mashanov et al., 2023; Parey et al, 2024).

Estos organismos son muy importantes para las comunidades bentónicas porque presentan una gran cantidad de roles tróficos: como depredadores, detritívoros, omnívoros, y carnívoros. Un cambio en la abundancia poblacional podría causar efectos negativos en el hábitat porque están ligados a procesos de bioerosión y movilidad del sedimento (Lawrence, 2013).

Algunos equinodermos son de importancia comercial siendo utilizados en la elaboración de artesanías y como alimentos. Como el caso de las gónadas de los erizos de mar, utilizadas en países asiáticos y mediterráneos para la fabricación de productos alimenticios, otros equinodermos como es el caso de algunas especies de pepino de mar son consumidas, siendo considerados una exquisitez y presentan precios elevados en el mercado internacional (Saeid & others, 2025).

6.1.2 Clase Ophiuroidea

Los equinodermos carecen de una cabeza definida, por lo tanto, se identifica una zona oral donde se encuentra la boca y una zona opuesta denominada aboral que suele estar en contacto con el sustrato (Ruppert et al., 2004). Las ophiuroideas, conocidas comúnmente como estrellas frágiles, son un grupo de equinodermos marinos que llaman la atención por su forma particular. Son el grupo con mayores números de especies dentro de los equinodermos que presentan una gran similitud con las estrellas de mar, por lo cual pueden ser fácilmente confundidas. De igual manera las ophiuras presentan grandes diferencias con la clase asteroidea, ellos poseen un disco central bien definido y de allí se extienden brazos delgados, largos y muy flexibles, los límites entre el disco central y los brazos son fácilmente distinguibles, esta estructura les permite moverse con un estilo serpenteante (Hendler et al., 1995). De hecho, su nombre proviene del griego *ophis* (serpiente) y *oura* (cola), justamente por el movimiento similar al de una serpiente que hacen con sus brazos.

6.2 Diversidad y distribución a nivel mundial y regional

Las ofiuras constituyen uno de los grupos más diversos dentro de los equinodermos, con más de 2 064 especies descritas en todo el mundo. Agrupadas

en dos órdenes (Euryalida y Ophiuridae) y 16 familias, siendo el orden Ophiuridae y las familias Amphiuridae, Ophiuridae y Ophiacanthidae las que presentan mayor diversidad (O'Hara et al., 2017; Stöhr et al., 2012). Se encuentran en todos los océanos y mares, desde las aguas superficiales hasta profundidades que superan los 6 000 metros; viven asociadas a diferentes ambientes: arrecifes de coral, fondos arenosos, zonas rocosas e incluso en regiones abisales (Volkova, 2025).

Por ejemplo, en el mar argentino se reconocen 32 especies, el orden Euryalida, conocidos como cestas de mar, está sólo representado por la familia Gorgonocephalidae con dos especies (*Gorgonocephalus chilensis* y *Astrotoma agassizzi*) y el orden Ophiurida con 8 familias, siendo la familia Amphiuridae la más diversa (Brögger et al., 2013). Su diversidad es mayor en áreas tropicales y subtropicales, aunque también están presentes en mares templados y polares.

6.3 Morfología de las Ophiuras

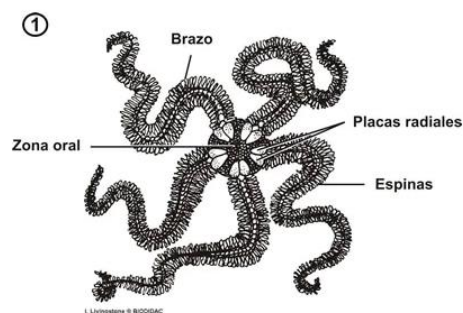
Las ofiuras presentan un cuerpo dividido en dos partes principales: un disco central bien definido y cinco brazos largos y delgados que se extienden desde él. Esta separación es una de las características más notorias que las diferencias de las estrellas de mar (Hendler et al., 1995; Liu et al, 2023). La boca está rodeada de cinco placas que cumplen la función de mandíbulas, éstas se construyen por osículos especializados. La mayoría de las ofiuras tienen brazos simples, sin

embargo, las ofiuras en canasta poseen brazos con ramificaciones imbricadas. Los brazos son articulados y consisten en una serie de segmentos.

Cada segmento posee una vértebra, y alrededor de ella se ubican placas dorsales, ventrales y laterales (Ishida et al, 2023). Los segmentos están articulados en las vértebras mediante músculos y ligamentos. En la cara oral la vértebra posee una hendidura en la que se ubica el canal hemal, el canal acuífero y el cordón nervioso radial. En la parte oral, un par de pies ambulacrales emerge por un poro presente en las placas ventrales laterales. Las placas laterales poseen espinas (figura 2).

Figura 2.

Ophiura y sus partes.



6.3.1 Disco central

Las ofiuras presentan un cuerpo dividido en dos partes; un disco central bien definido y cinco brazos largos y delgados que se extienden desde él. Este órgano

presenta una forma circular o pentagonal, recubierto por placas calcáreas que forman parte de su endoesqueleto. En el disco central está presente la boca que se encuentra en la parte ventral del disco, en el centro; está rodeada por cinco placas triangulares llamadas mandíbulas, que ayudan en la ingestión del alimento. No posee ano por lo que todos sus desechos son expulsados nuevamente por la boca (Ruppert et al., 2004). Las bursas son cavidades entre los brazos dentro del disco que ayudan a la respiración y a la reproducción almacenando los gametos.

6.3.2 Brazos y sistema esquelético

Las ofiuras se trasladan moviendo los brazos de a pares hacia adelante y fijándolos en el sustrato, avanzan a tirones con apariencia de serpiente (Hendler et al., 1995). Los músculos se ubican en bandas de forma regular a lo largo del brazo en las articulaciones (Liu et al, 2023) por lo que se llaman músculos intervertebrales gracias a estos musculo se produce el movimiento de los brazos. Algunas especies nadadoras tienen los brazos muy flexibles y el endoesqueleto es más poroso, alivianando el peso y facilitando la natación.

6.4 Sistemas internos

6.4.1 Sistema nervioso

En el interior del disco hay un anillo nervioso del que parten nervios hacia

cada brazo. Esto les permite coordinar sus movimientos (Freas et al, 2022). A diferencia de los asteroideos, las ofiuras no tienen el cordón nervioso radial expuesto por poseer surcos ambulacrales cerrados. A su vez, los ganglios presentes en el cordón nervioso radial se observan engrosados y conectados por finos segmentos de tejido nervioso en cada segmento de los brazos (Liu et al, 2023).

6.4.2 Sistema ambulacral

Mucho más reducido que en las estrellas de mar; sus canales parten del disco hacia los brazos, pero en las ofiuras no participan directamente en la locomoción, esta estructura es utilizada en la alimentación. Se ubican en la hendidura en la cara oral de la vértebra y cubierto por placas ventrales. De esta forma las ofiuras tienen ambulacros cerrados en contraste con las estrellas de mar que tiene ambulacros abiertos. El anillo acuífero origina el canal pétreo que se conecta con una placa mandibular que se modifica y funciona como madreporito. En los brazos, los canales radiales dan origen a dos canales laterales con pies ambulacrales, en general sin ventosas, que emergen por los poros ventrales. Los pies ambulacrales pueden estar involucrados en el intercambio gaseoso, locomoción y percepción sensorial (Hendler et al., 1995; Liu et al., 2023).

6.5 Alimentación y Digestión

Dentro de esta clase, estos organismos pueden ser carnívoros y filtradores, las especies que son filtradoras obtienen los alimentos y los nutrientes que necesitan por las partículas de alimento que están suspendidas en el medio, este proceso es realizado por los brazos y pies ambulacrales que capturan las partículas y las dirigen hacia la boca (Hendler et al., 1995). El tubo digestivo es sencillo e incompleto. Las mandíbulas rodean una pequeña cavidad prebucal, en donde se encuentra la membrana peristomial y la boca. El esófago continúa hasta un estomago en forma de saco ocupando la mayor parte del interior del disco. No hay intestino, ano, ni extensiones del tubo digestivo hacia el interior de los brazos. La digestión extracelular e intracelular, así como la absorción se producen principalmente en el interior del estómago (Liu et al, 2023; Ruppert et al., 2004).

Las espinas de los brazos colaboran en la alimentación al proveer una superficie pegajosa para atrapar la comida. Las especies suspensívoras usan el mucus entre las espinas como una tela de araña para atrapar comida. El intercambio gaseoso se produce en los pies ambulacrales y en diez sacos internos conocidos como bursas que representan invaginaciones de la superficie oral del disco. El batido de los cilios en las bursas genera circulación de agua y facilita el intercambio gaseoso. Otras especies levantan y bajan la superficie aboral del disco con el mismo fin. Solo unas pocas especies de ofiuras poseen celomocitos con hemoglobina en el sistema ambulacral. Las paredes de las bursas son el principal sitio de eliminación de desechos. El celoma se encuentra muy reducido (Lawrence, 2013).

6.6 Ecología de las Ophiuras

Las ofiuras son organismos marinos ampliamente distribuidos que ocupan diversos tipos de hábitats, desde el fondo arenoso y fangoso hasta zonas rocosas intermareales. Gracias a su capacidad adaptativa, desempeñan distintos roles tróficos: carnívoros, detritívoros o filtradores (Clark & Rowe, 1971; Volkova, 2025). Algunos organismos dentro de este filo pueden ser carnívoros, carroñeros, consumidores de materia sedimentada o filtradores (Lawrence, 2013). La mayoría utiliza varios procedimientos de alimentación, aunque siempre hay uno que predomina sobre los otros. La mayoría son carnívoras y se alimentan principalmente de poliquetos, moluscos y pequeños crustáceos.

Son especies altamente susceptibles a la depredación, principalmente de peces, crustáceos decápodos y estrellas de mar. Evitan el contacto con sus depredadores al percibir exudados químicos de los depredadores o de ofiuras lastimadas. La mayoría habita zonas crípticas, manteniéndose ocultos, ya sea cubiertos de sedimento en fondos lodosos, o en grietas, debajo de rocas, en corales o entre algas. En el ecosistema costero ecuatoriano se observa preferentemente en áreas con abundantes cobertura algal y refugio estructurales, donde disminuyen la exposición a depredadores. Además, algunas especies establecen relaciones simbióticas con corales, esponjas o erizos de mar, lo que demuestra su papel clave

en la dinámica ecológica bentónica (Eichsteller et al, 2023; Lawrence, 2013).

6.7 Reproducción y Ciclo de Vida

Las gónadas de los ofiuroideos se encuentran en el disco central, estos organismos son dioicos, existen algunas especies hermafrodita. Presenta una reproducción asexual y sexual. La mayoría son dioicos, aunque suelen encontrarse formas hermafroditas. Los órganos sexuales están ubicados sobre la pared interior de las bursas. Liberando los espermatozoides o los óvulos al agua para que se produzca la fecundación formando un nuevo individuo. Algunas especies incuban los huevos dentro de las bursas (Byrne, 1994; Parey et al, 2024).

Para la reproducción asexual solo se necesita un progenitor, en condiciones específicas algunas especies pueden fragmentar su cuerpo y crear un nuevo organismo. Como en otros equinodermos la clase ophiuridea no tiene una larva sésil. Tiene un ciclo de vida indirecto con una sola larva llamada ofioplutea de vida libre y nadadora, esta larva sufre metamorfosis para originar al adulto (Byrne, 1994; Liu et al, 2022; Volkova, 2025).

6.8 Hábitat

Las ophiuras se las pueden encontrar en diferentes hábitats, muchas especies

se las encuentran en ambientes abisales, así como también en plataforma rocosas. En aguas profundas se las pueden encontrar enterradas en fondos blandos como arena, limos o fangosos, estos fondos le ayudan como protección y para alimentarse ya que se entierran de manera parcial. Con los movimientos ondulatorios de sus brazos actúan como bioturbadores mezclan y airean el sustrato mejorando la circulación del agua y nutrientes del ambiente en el que habitan (Clark & Rowe, 1971; Volkova, 2025).

Se lo pueden encontrar en praderas marinas aprovechando la cobertura vegetal como protección para los depredadores, en estos ambientes marinos encuentran una gran cantidad de materia orgánica producto de la descomposición de las plantas y restos de animales. En la zona intermareal rocosa presenta dos hábitats marinos y terrestre, la cual es más visible durante la marea baja, suelen permanecer ocultas durante el día para protegerse de la luz y se vuelven activas en horas nocturnas y así evitar a los depredadores. En este ecosistema se pueden encontrar especies con adaptaciones fisiológicas y anatómicas las cuales le permiten sobrevivir en condiciones variables.

Actúan como regulador de la red trófica, ayudando a mantener un equilibrio en este ecosistema, ya que son consumidores de materia en descomposición y como presas para organismos como peces, estrellas de mar y crustáceos (Lawrence, 2013; Volkova, 2025).

6.8.1 Factores que Influyen en la Distribución y Abundancia

Los organismos bentónicos pueden ser utilizados como bioindicadores por la alta sensibilidad que presentan en los cambios que se dan en los ecosistemas acuáticos, su naturaleza sedentaria permite realizar análisis de los efectos que producen alteraciones en su entorno. Estos al ser sensibles a las variaciones ambientales y por su facilidad de manejo muchos han sido reconocidos como especies “indicadoras”, convirtiéndose en blanco fácil para que los científicos evalúen a través de estas especies cuales son los efectos causados por actividades antropogénicas o por eventos de origen natural (Lawrence, 2013; Saeid et al, 2025).

Los organismos del Phylum Echinodermata están encargados de mantener el equilibrio ecológico en los ecosistemas marinos costeros, por lo que son considerados como bioindicadores, los organismos de la clase ophiuroidea gracias a su característica les permite adaptarse a diferentes tipos de ecosistemas (Agua.org.mx, 2017).

6.9 Importancia Biológica y Ecológica

Representan un eslabón muy importante en las cadenas tróficas. No presentan interés comercial como otros grupos de equinodermos. por su gran abundancia pueden ser utilizadas como indicadores de impacto ambiental. El incremento sostenido en la abundancia poblacional en sustratos blandos estaría asociado a la eutrofización resultando en un mayor aporte de alimento hacia una

especie. Así mismo, es importante el efecto de la sobrepesca del lenguado, su principal depredador. La remoción de materia orgánica por parte de estos suspensívoros podría haber alivianado los efectos negativos de la eutrofización. Son consideradas un grupo taxonómico clave para estudios macroecológicos debido a que ocurren en diferentes hábitats marinos, son abundantes y presentan formas de vida variadas (Clark & Rowe, 1971; Lawrence, 2013; Saeid et al, 2025; Volkova, 2025).

7. MARCO METODOLÓGICO

7.1. Área de estudio

7.1.1. Ballenita

Ballenita se localiza en el cantón Santa Elena, de la provincia de Santa Elena, en el suroeste del Ecuador. Su coordenada es aproximadamente 2°12' S y 80°52' O. Las condiciones de esta área permiten que en el intermareal rocoso durante las mareas bajas la plataforma quede expuesta generando microhábitats como grietas del intermareal, posas intermareales y superficies cubiertas de algas que favorecen a determinados tipos de invertebrados marinos, entre ellos los equinodermos como las ophiuras. El clima es tropical seco, con una media anual de temperatura en torno a 25 °C, y es influido por la corriente de Humboldt y en determinadas épocas del año por el fenómeno de El Niño, lo cual produce grandes oscilaciones de temperatura y salinidad del agua. Ballenita es también un sector con gran presión antrópica como consecuencia de la actividad turística y urbana, las cuales pueden afectar las condiciones del hábitat intermareal o directamente a grupos específicos de organismos.

7.1.2. La Entrada

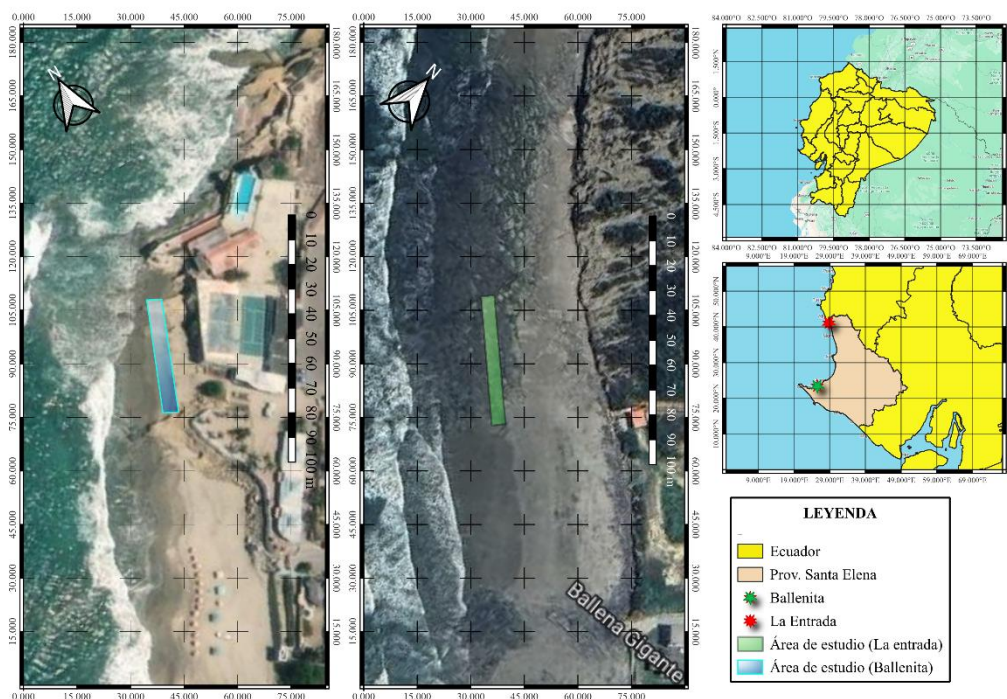
La Entrada se encuentra en el cantón Santa Elena, hacia el norte de la provincia, a unos 70 km de Ballenita. Sus coordenadas aproximadas son 1°44' S y 80°47' O. su plataforma rocosa está conformada por grietas profundas, posas intermareales de diferentes tamaños y zonas sombreadas, creando diferentes microhábitats con distintas exposiciones al oleaje, estas características favorecen a muchos organismos por que le ofrece alimentación y refugio. La entrada es una comunidad que presenta un menor impacto urbano que ballenita, pero si presenta actividades como la pesca artesanal

7.2.Ubicación de área de estudio

El estudio se llevó a cabo en los meses Julio, Agosto y Septiembre 2025, en las zonas intermareal rocosas de Ballenita (-2.20003389,-80.8716424) y La Entrada (1.73053471,-80.78606517). (Figura 3).

Figura 3.

Localización de las zonas de estudio en la provincia de Santa Elena, Ecuador.



7.3.Fase de campo

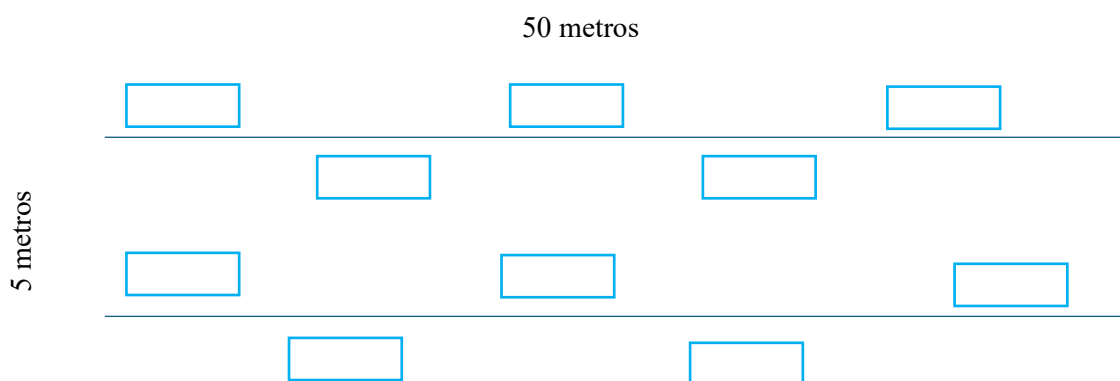
El primer muestreo fue realizado el 18 de julio del 2025 y se volvió a realizar cada 15 días durante la marea baja (utilizando la tabla de mareas registrada por INOCAR; Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada del Ecuador, para definir las horas de trabajo). En cada zona de estudio Ballenita y La Entrada, se establecieron dos transectos de 50 metros de longitud, paralelos a la línea de la costa, ubicados dentro de los dos niveles de marea, infralitoral (baja), y mesolitoral (media). Los transectos estuvieron separados entre sí por una distancia de al menos 5 metros (figura 4). Se realizaron 2 transectos por cada sitio de muestreos, y cada transecto estuvo constituido por siete cuadrantes de 1m^2 , obteniendo un total de 28 cuadrantes evaluados.

Figura 4.

Diseño experimental del transecto.

La cobertura bentónica (%) fue calculada *in situ* mediante observación directa utilizando cuadrículas de 1m². Donde se contabilizó en cuantos cuadros se encontraban las especies de macroalgas y los cnidarios. Cabe indicar que ésta misma metodología fue usada por Domínguez en el 2024. Se tomaron muestras que fueron conservadas en bolsas de cierre hermético (ziploc) y en refrigeración para una posterior identificación en el laboratorio.

A lo largo de estos, se registraron los organismos presentes en las fosas ubicadas directamente, a ambos lados de la ruta establecida, con un cuadrante de



1m² registrando la mayor cantidad de organismos posible. Para la extracción de los organismos se utilizó pinzas, frascos para el almacenamiento.

7.4.Descripción del hábitat

La descripción de los microambientes dentro de las zonas de estudio se realizó de forma sistemática, considerando sus características abióticas (macroalgas y a nivel de grupos, otros organismos presentes). Y así se obtuvo cuáles son las características y condiciones ecológicas adecuadas para esta comunidad. Se documentó de manera fotográfica el hábitat de los organismos para registrar las características del microhábitat, como el tipo de sustrato, la presencia de grietas y su ubicación. Estas fotografías ayudaron para poder identificar, así como también a la abundancia y distribución de los organismos.

7.5. Registro de parámetros físico-químicos

Los parámetros que se registraron en esta investigación son: la temperatura del agua en (°C), salinidad en (a partes por mil, ‰), pH *in situ*, con un medidor multiparamétrico, que permitió registrar de manera simultánea los cuales fueron tomados en pozas que presentaban un bajo volumen de agua y se encontraban expuestas directamente al sol, en grietas de las dos zonas de muestreos. Estos datos ayudaron a comprender como influyen en la distribución de las especies en los microambientes intermareales.

7.6. Fase de laboratorio

Se seleccionó un número representativo de organismos que presentaron

características diferentes, Las muestras recolectadas fueron almacenadas en recipientes de 500ml y conservadas con formalina al 4% en agua de mar. Posteriormente las muestras fueron llevadas al laboratorio de la Facultad de Ciencias del Mar en la UPSE, para su identificación. Se realizaron fotografías bajo el estereomicroscopio de áreas específicas del organismo que fueron utilizadas para su identificación mediante claves taxonómicas basadas en características morfológicas visibles como: la forma del disco central, el número y tipo de espinas en los brazos, son una herramienta importante para la identificación de organismos, siendo un material que permiten reconocer y clasificar especies a partir de características morfológicas, anatómicas. El uso asegura la validez de los datos que son obtenidos en el campo, estas guías ayudan a la construcción de inventarios de biodiversidad, la detección de especies invasoras. Y así también reconocer cuales son los patrones de distribución (Tabla 1).

Tabla 1.

Guías taxonómicas para la identificación de Ophiura.

Guía de identificación	Autor
Guía de campo sobre estrellas de mar y otros equinodermos de Galápagos	(Hickman, 2000)
Equinodermos del Caribe colombiano Crinoidea, Asteroidea y Ophiuroidea	(Benavides-Serrato, 2011)
Inventario de ofiuroideos del Pacífico mexicano.	(Pérezrul, 2024)
Ofiuros (Echinodermata: Ophiurida) del intermareal rocoso, zona norte de bahía de Banderas, Nayarit, México.	(Salazar, 2010)

También se tuvo la ayuda de un especialista en Echinodermata, para la identificación de las Ophiuras. Así mismo se tomó como referencia el catálogo de

Equinodermos del Caribe colombiano elaborado por Diaz Sánchez (2024) ya que contiene descripciones detalladas que ayudaron a reconocer las especies más comunes en ambientes similares. Otro apoyo importante fue el estudio de Varela (2020), que presenta una aproximación morfológica a las ofiuras del Pacífico tropical, lo cual resultó útil para comparar con los organismos registrados en esta investigación.

Además, se consideraron las claves globales de Stöhr et al. (2012), que organizan las especies de la clase Ophiuroidea a través de pasos dicotómicos claros, y el trabajo de Pinela (2024), realizado en la playade Ballenita, que sirvió como una base importante para confirmar o comparar los ejemplares encontrados. Todas las observaciones se complementaron con el uso de un estereomicroscopio y se registró detalles específicos, y en caso de dudas en la identificación, se recurrió a la asesoría de especialistas o al cotejo con literatura científica especializada, a fin de no afectar la comunidad.

7.7. Fase estadística

Los datos de abundancia de las especies, cobertura bentónica, tipos de sedimentos y parámetros físico-químicos fueron procesados en el programa PAST. se calcularon la equidad de Pielou (j') y el índice de similitud de Bray-Curtis. Para evaluar la relación entre las variables ambientales y la abundancia de las ofiuras se aplicaron análisis de correlación lineal. Los resultados fueron interpretados con un

nivel de confianza del 95%.

7.7.1. Índice de Equitatividad de Pielou (J')

Expresa la uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies y relaciona la distribución, abundancia y diversidad con las características de los microambientes.

Fórmula:

$$J' = H' / \ln(S)$$

- H' = índice de Shannon-Wiener
- S = número total de especies

Valores óptimos: Se encuentra entre 0 y 1, donde 1 indica máxima equidad.

7.7.2. Índice de Similitud de Bray-Curtis

Permite comparar la similitud o disimilitud de las especies entre dos sitios de muestreo. Y así poder comparar que tan similares son las comunidades que existen ente los microambientes y poder ver que tan similares o diferentes podrían ser.

Fórmulas:

$$BC_{ij} = 1 - (2C_{ij} / (S_i + S_j))$$

o

$$BC_{ij} = \sum |x_{ik} - x_{jk}| / \sum (x_{ik} + x_{jk})$$

- x_{ik} y x_{jk} : abundancia de la especie k en las localidades i y j
- El resultado va de 0 (idénticas) a 1 (completamente disímiles)

Valores óptimos: Valores cercanos a 0 indican alta similitud entre sitios; valores cercanos a 1 indican alta disimilitud.

7.7.3. Correlación de Spearman (ρ)

Se utiliza para explorar la fuerza y dirección de la relación entre variables ambientales y biológicas no paramétricas. Se usó para correlacionar la abundancia de especies con las variables ambientales.

Fórmula:

$$\rho = 1 - (6\sum d_i^2 / n(n^2 - 1))$$

d_i = diferencia entre los rangos de cada par de datos

n = número de observaciones

Valores óptimos: ρ cercano a 1 o -1 indica una fuerte correlación positiva o negativa, respectivamente.

7.7.4. Análisis de Regresión Lineal Simple

Permite evaluar la relación lineal entre una variable independiente (por ejemplo, un parámetro ambiental) y una dependiente (como la abundancia de especies).

Fórmula:

$$y = a + bx$$

y = variable dependiente (por ejemplo, abundancia de ophiuras)

x= variable independiente (por ejemplo, temperatura, salinidad)

a= intercepto

b = pendiente

Valores óptimos: Se evalúa el valor del coeficiente de determinación R^2 ; valores cercanos a 1 indican una fuerte relación lineal.

8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se registró un total de 5090 organismos identificando con 2 especies de *Ophiura* presentes en la zona intermareal rocosa. Esta identificación se realizó mediante guías taxonómicas. De los cuales se clasificó en diferentes rangos. Se registraron 1058 organismos que presentaron un tamaño de 1 a 4,9cm, se registró 994 en el rango de 5 a 9,9 cm se registraron 980 organismos en los rangos de 10 a 14,9 cm mientras que se registraron 1195 organismos en los rangos de 15 a 19,9 cm. Se registro 863 organismos en el rango de tamaño de 20 a 25cm. Estos organismos fueron observados en diferentes hábitats, en grietas, debajo de rocas, cohabitando con algas enterrados en la tierra.

8.1. Identificación de especies registradas en las zonas intermareales de Ballenita y La Entrada

Ophicomina nigra

Figura 5.

Ophicomina nigra posición aboral.



Filo: Echinodermata

Clase: Ophiuroidea

Orden: Ophiacanthida

Familia: Ophiotomidae

Género: *Ophicomina*

Especie: *nigra*

N. C.: *Ophicomina nigra*

Descripción

Esta especie tiene una coloración totalmente negra, desde su disco central, brazos y espinas, sus pies ambulacrales presentan un color pardo o naranja, Su disco central mide de 1.1 a 29.4 milímetro, está cubierto por granulación fina, esta granulación cubre los brazos y los escudos radiales

Ophiocoma alexandri

Figura 6.

Ophiocoma alexandri posicion aboral.



Filo: Echinodermata

Clase: Ophiuroidea

Orden: Ophiacanthida

Familia: Ophiocomidae

Género: *Ophiocoma*

Especie: *alexandri*

N. C.: *Ophiocoma alexandri*

Descripción

Se diferencia de la especie anterior especies por su coloración, con tonos verdes, grisaseo y negro sus brazos son más delgados y largos, sus espinas son mucho más pequeñas, su disco central de vista aboral es blanco.

8.2. Microambientes

8.2.1. Caracterización de los microambientes considerando las variables bióticas y abióticas

Los microambientes estuvieron caracterizados por piedras, macroalgas, grietas, sedimentos arenosos. A continuación, se describen la cobertura bentónica donde se encontraban las Ophiuras. Para poder caracterizar los microambientes donde se encontraban las ophiuras, se tomaron en cuenta parámetros como el pH (*in situ*) salinidad (ppm) y la temperatura en °C. también se tomó en cuenta el sedimento en donde las ophiuras fueron encontradas para así poder registrar cuál es su preferencia y este le sirva de refugio para depredadores. También fue registrado el tipo de algas y reconocido hasta especie y el porcentaje de cobertura bentónica al que estaban asociados estos microambientes.

Zoanthus

Figura 7.

Colonia de Zoantharios.



Filo: Cnidaria

Clase: Anthozoa

Orden: Zoantharia

Familia: Zoanthidae

Género: *Zoanthus*

Descripción

Es un género de corales de la familia Zoanthidae, clase Anthozoa. Está enmarcado en los corales blandos, no generan un esqueleto de carbonato cálcico, por lo que no son generadores de arrecife.

Codium fragile

Figura 8.

Codium fragile bajo esteromicroscopio.



Taxonomía

División: Chlorophyta

Clase: Bryopsidophyceae

Orden: Bryopsidales

Familia: Codiaceae

Género: *Codium*

Especie: *fragile*

N. C.: *Codium fragile*

Descripción

Es una macroalga bentónica con cladoma multiaxial erecto y ramificado dicotómicamente con diámetros de 0,3 a 1,0 cm, que puede medir entre 15 y 30 cm.

Se reproduce por fragmentación esporas, zoosporas o gametos móviles.

Cladophora glomerata

Figura 9.

Cladophora glomerata bajo estereomicroscopio.



Taxonomía

División: Chlorophyta

Clase: Chlorophyceae

Orden: Cladophorales

Familia: Cladophoraceae

Género: *Cladophora*

Especie: *glomerata*

N. C.: *Cladophora glomerata*

Descripción

Es una macroalga con una coloración verde oscura, presenta un talo filamentosos sus filamentos son largos y rígidos que se entrelazan entre sí y se adhieren a sustrato líticos. Se reproducen por medio de zoosporas que se forman en los zoosporangios, forman extensas colonias.

Acanthophora spicifera

Figura 10.

Acanthophora spicifera bajo estereomicroscopio.



División: Rhodophyta

Clase: Florideophyceae

Orden: Ceramiales

Familia: Rhodomelaceae

Género: *Acanthophora*

Especie: *spicifera*

N. C.: *Acanthophora spicifera*

Descripción

Es un alga roja que se distribuye en mares subtropicales y tropicales. Desde arrecifes pocos profundos hasta profundidades. Puede alcanzar hasta 40cm de altura. Presenta ramas erectas, cilíndricas y solidas de 2 a 3mm de grosor.

8.3. Cuadro y tablas de variables abióticas

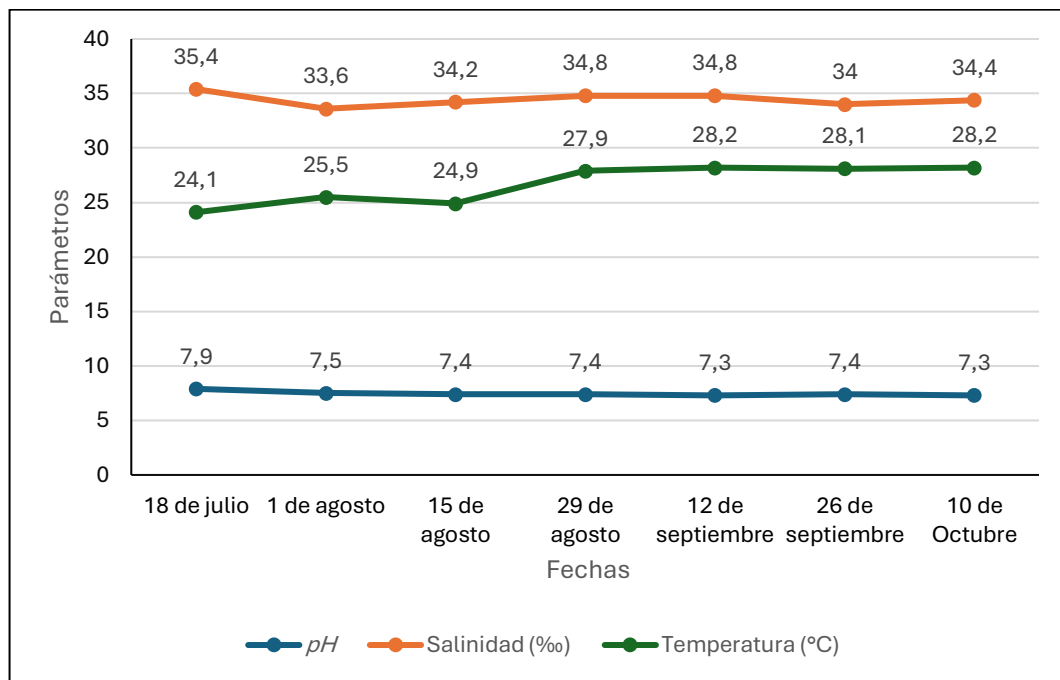
El registro de los parámetros se realizaron *In situ* con un medidor multiparamétrico, con relación con la temperatura las mediciones al ser realizadas en pozas ubicadas dentro del intermareal rocoso se caracterizaban por presentar una escasa profundidad y quedar muy expuesta, favoreciendo a la rápida absorción y la retención del calor. Durante los monitoreos la radiación fue intensa lo que incrementaba la temperatura del agua que se encontraban en estas pozas.

8.3.1. La Entrada Zona Infralitoral

Durante el primer monitoreo la salinidad presento un 35,4 ppm los siguientes monitores tuvo una reducción siendo la más baja en el monitoreo número 3. La temperatura en el primer monitoreo fue de 24,1 °C aumentando progresivamente los siguientes monitoreos. El pH en el primer monitoreo se registró 7,9 reduciendo los siguientes monitoreos. (figura 11).

Figura 11.

Data de la variación del pH, la salinidad y la temperatura registrados durante los monitoreos en la zona infralitoral de La Entrada.

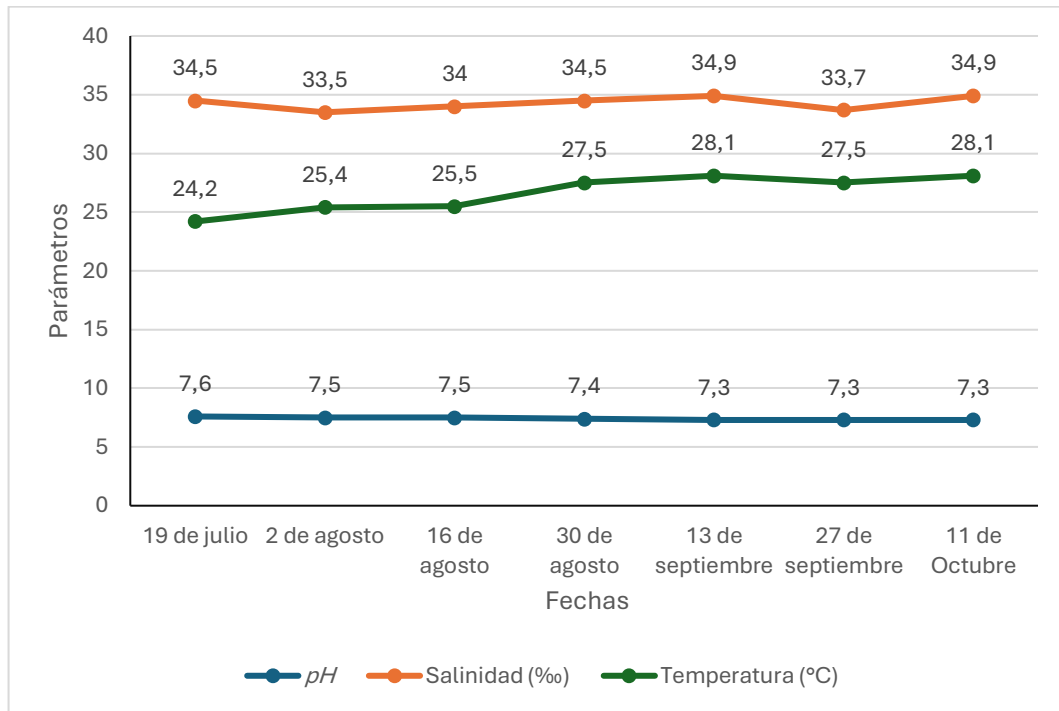


8.3.2. La Entrada Zona Mesolitoral

El pH durante los monitoreos estuvo entre los 7,3 y 7,6 mientras que la salinidad mantuvo rangos entre 33,5 ppm hasta los 34,9ppm la temperatura se encontraba dentro de los rangos 24,2 °C a 28,1 °C (Figura 12).

Figura 12.

Data de la variación del pH, la salinidad y la temperatura registrados durante los monitoreos en la zona mesolitoral de La Entrada.

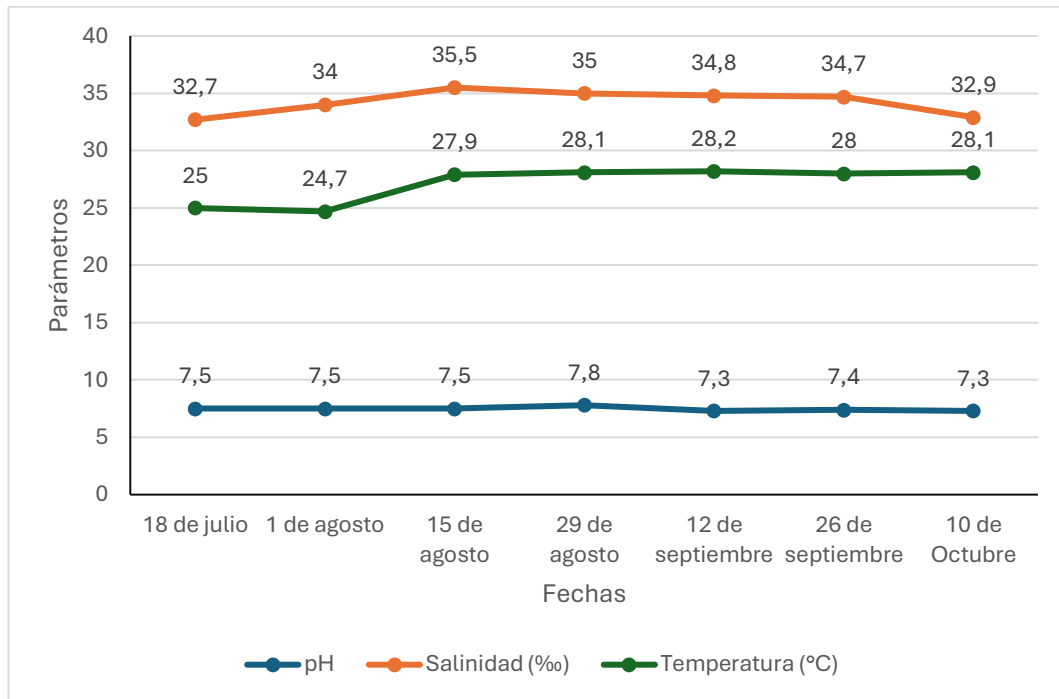


8.3.3. Ballenita Zona Infralitoral

El pH durante los monitoreos estuvo entre los 7,3 y 7,8 mientras que la salinidad estuvo entre los 32,7 ppm hasta los 35,5 ppm la temperatura se encontraba dentro de los rangos 25°C a 28,2 °C (Figura 13).

Figura 13.

Data de la variación del pH, la salinidad y la temperatura registrados durante los monitoreos en la zona infralitoral de Ballenita.

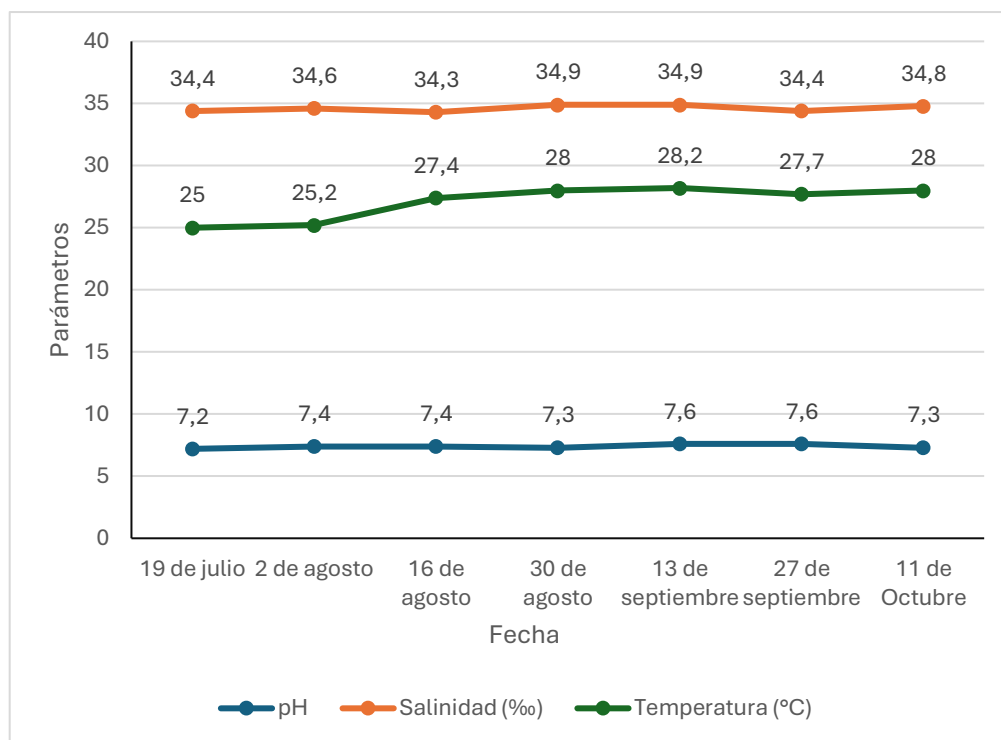


8.3.4. Ballenita Zona Mesolitoral

El pH durante los monitoreos estuvo entre los 7,2 y 7,6 mientras que la salinidad estuvo entre los 34,3 ppm hasta los 34,9ppm la temperatura se encontraba dentro de los rangos 25°C a 28, °C (Figura 14).

Figura 14.

Data de variación del pH, la salinidad y la temperatura registrados durante los monitoreos en la zona mesolitoral de Ballenita.



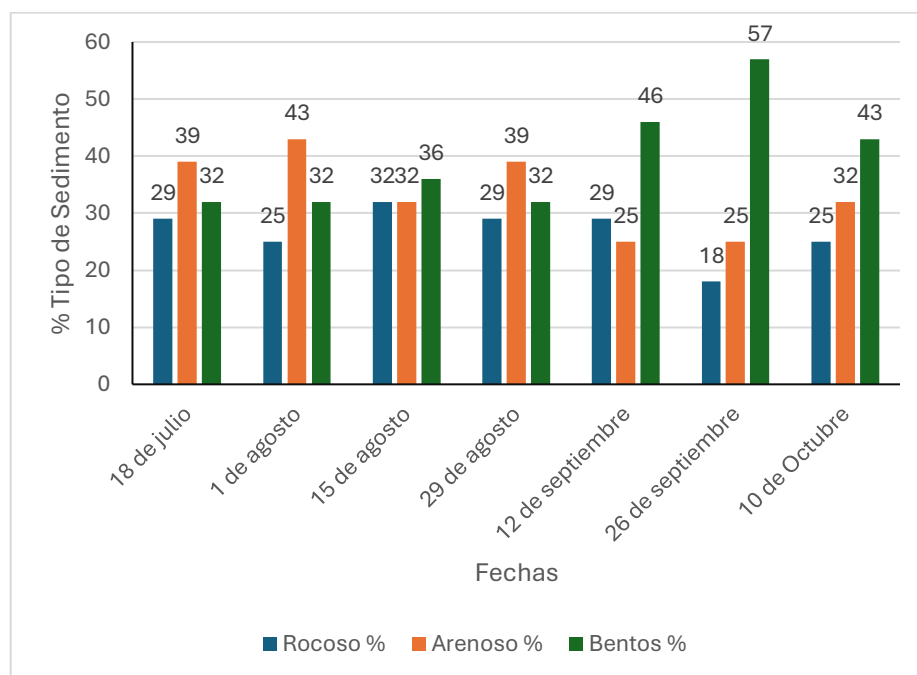
8.4. Sedimento

8.4.1. La Entrada Zona Infralitoral

El porcentaje de sustrato rocoso fue el más bajo durante el monitoreo sexto muestrero con un 18% siendo el porcentaje más bajo registrado a lo largo de los monitoreos en este mismo monitoreo la cobertura bentónica fue la más alta con un 57% siendo el porcentaje más alto registrado a lo largo de los monitoreos (Figura 15).

Figura 15.

Tipos de sedimento (%) y la cobertura bentónica (%) registrados durante los monitoreos en la zona infralitoral de La Entrada.

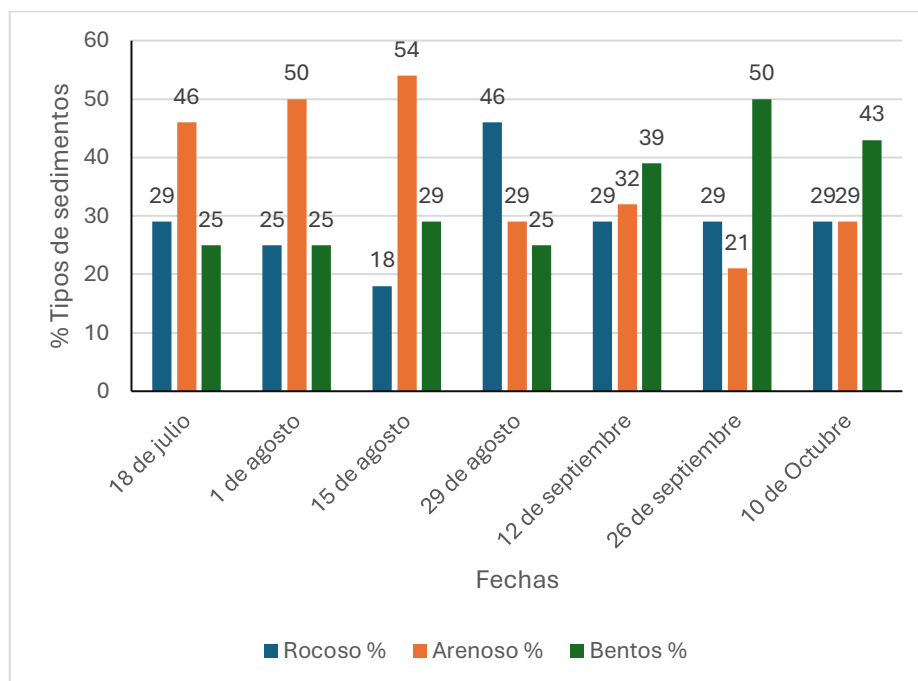


8.4.2. La Entrada Zona Mesolitoral

El porcentaje de sustrato rocoso fue el más bajo con un 18% en el tercer monitoreo siendo el porcentaje más bajo registrado a lo largo de los monitoreos en este mismo monitoreo el sustrato arenoso fue el más alto con un 54% siendo el porcentaje más alto registrado a lo largo de los monitoreos (Figura 16).

Figura 16.

Tipos de sedimento (%) y la cobertura bentónica (%) registrados en la zona mesolitoral de La Entrada.

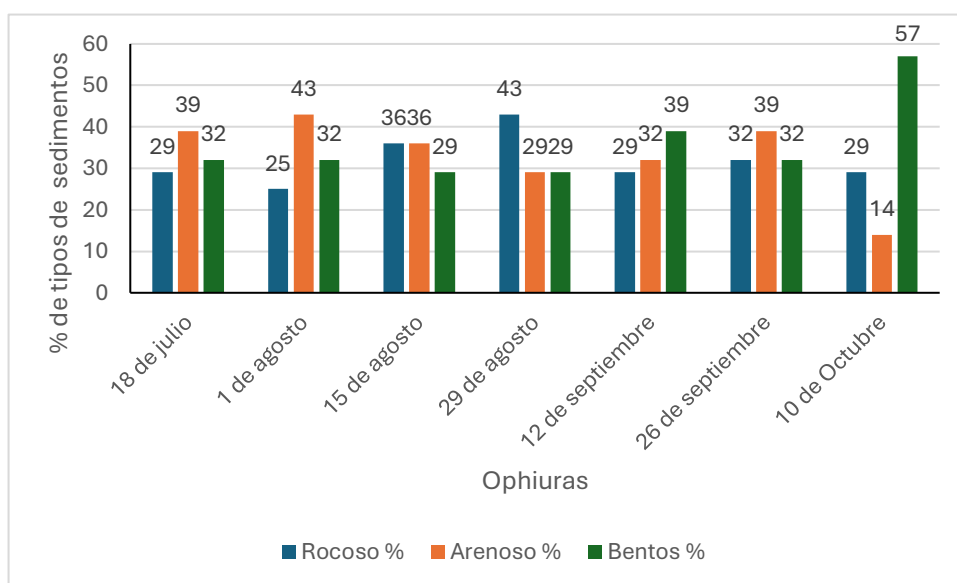


8.4.3. Ballenita Zona Infralitoral

Durante los muestreos el promedio más bajo fue para el sedimento arenoso, tuvo un 14% en el séptimo monitoreo mientras que en este mismo monitoreo cobertura bentónica obtuvo un 57% siendo la más alta registrada a lo largo de él monitoreo (Figura 17).

Figura 17.

Tipos de sedimento (%) y la cobertura bentónica (%) registrados en la zona infralitoral de Ballenita durante los monitoreos.

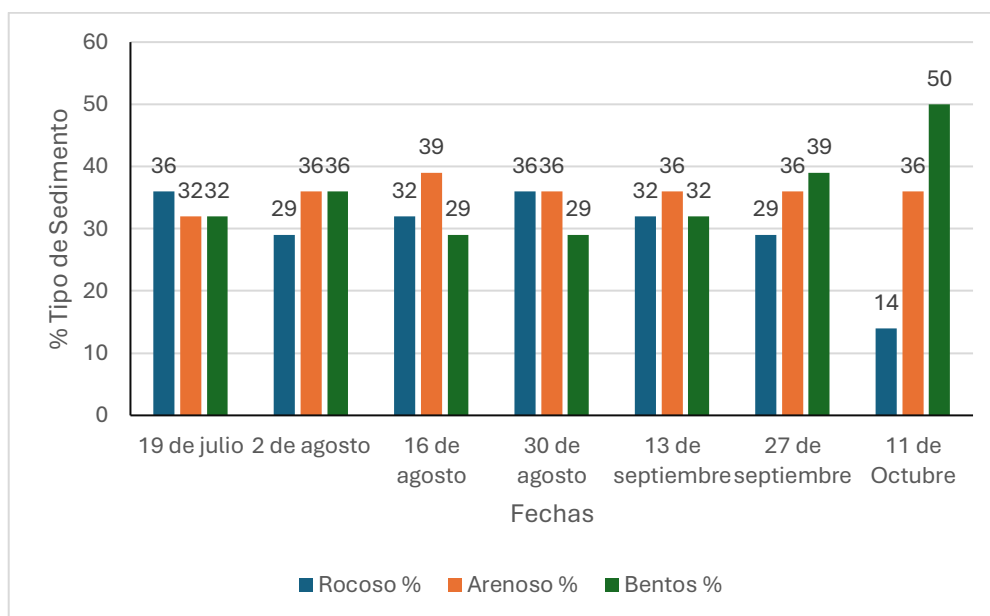


8.4.4. Ballenita Zona Mesolitoral

Durante los muestreos se registró el promedio más bajo en el sedimento rocoso durante el séptimo muestreo con un 14%, mientras que en este mismo muestreo se registró la más alta con 50% cobertura bentónica (Figura 18).

Figura 18.

Tipos de sedimento (%) y la cobertura bentónica (%) registrados en la zona mesolitoral de Ballenita.



8.5. Cobertura bentónica

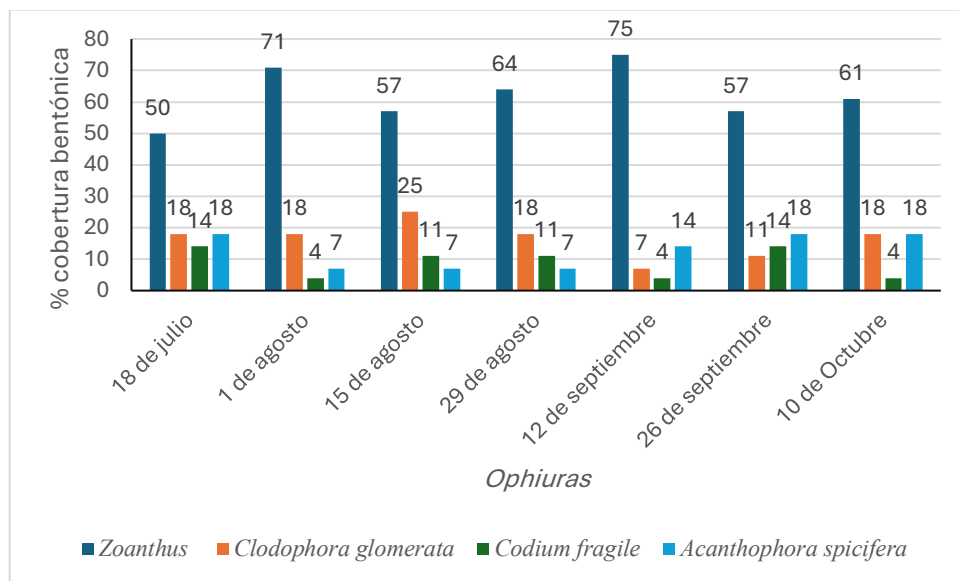
8.5.1. La Entrada Zona Infralitoral

En relación con cobertura bentónica, *zoanthus* tuvo mayor presencia en el quinto monitoreo con un 75%. La presencia más baja la tuvo *Codium fragile* con

un 4% en el segundo, quinto y sexto monitoreos (Figura 19).

Figura 19.

Cobertura bentónica (%) presente en La Entrada Zona Infralitoral.

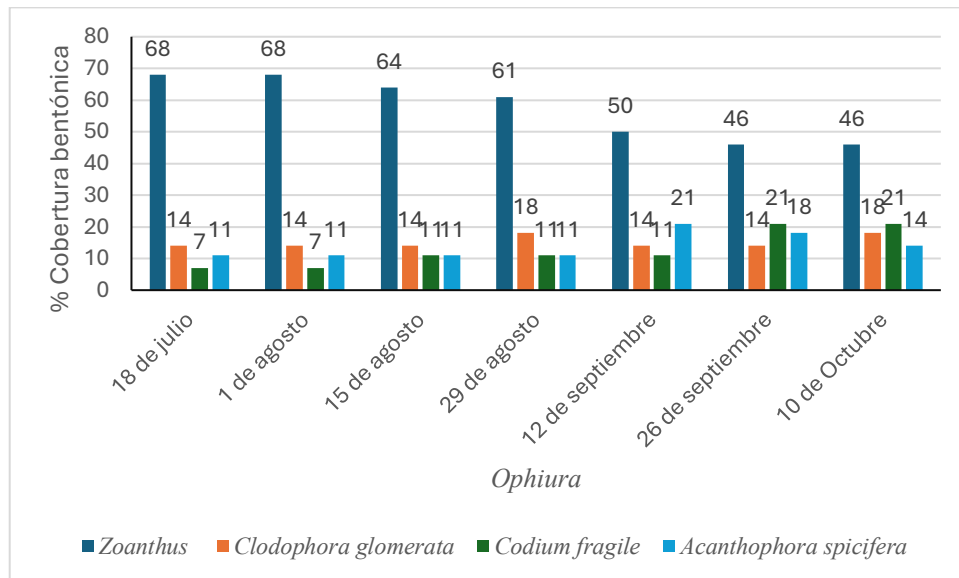


8.5.2. La Entrada Zona Mesolitoral

Zoanthus tuvo mayor presencia en el primer y segundo monitoreo con un 68%. Mientras que la presencia de *Codium fragile* fue la más baja con 7% en el primer y segundo monitoreo (Figura 20).

Figura 20.

Cobertura bentónica (%) presente en La Entrada Zona Mesolitoral.

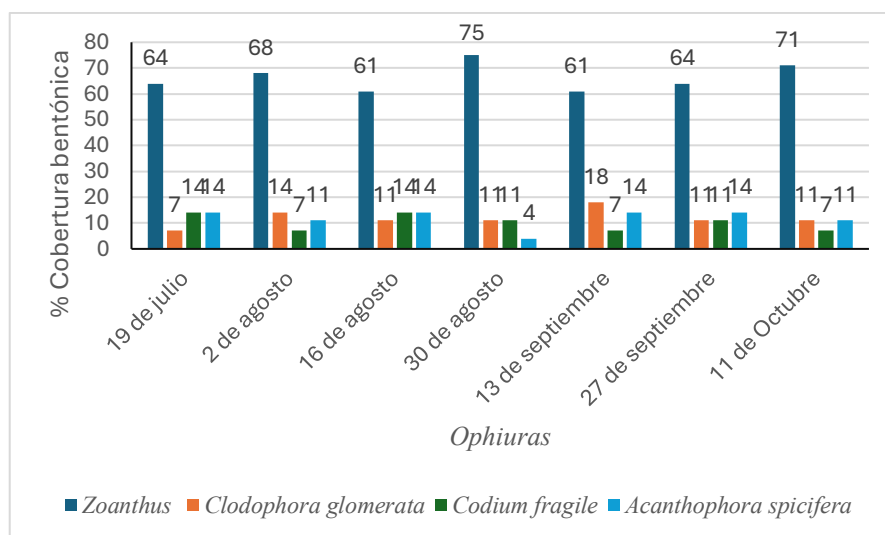


8.5.3. Ballenita Zona Infralitoral

Zoanthus tuvo mayor presencia en el cuarto monitoreo con un 75%. Mientras que la presencia de *Acanthophora spicifera* fue la más baja con 4%. En el cuarto monitoreo (Figura 21).

Figura 21.

Cobertura Bentónica (%) presente en Ballenita Zona Infralitoral.

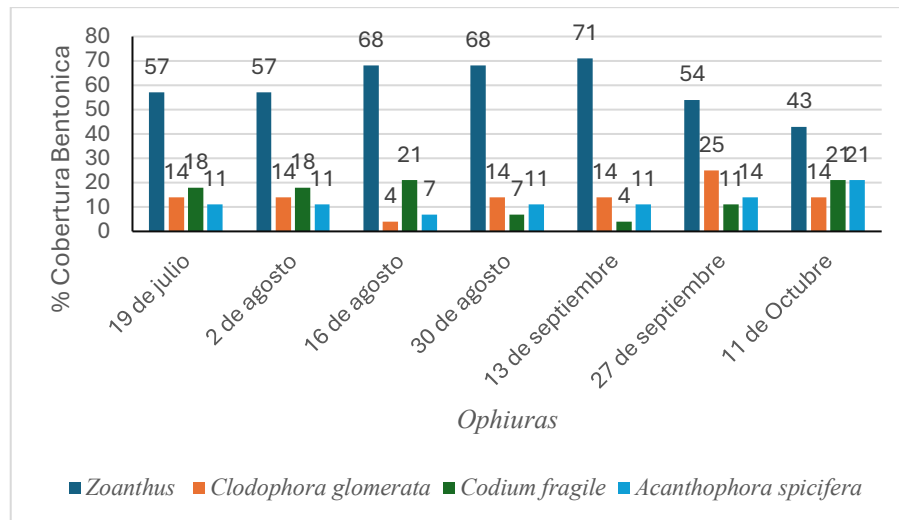


8.5.4. Ballenita Zona Mesolitoral

Zoanthus tuvo mayor presencia en el monitoreo 5 con un 71%. Mientras que la presencia de *Codium Fragile* fue la más baja con 4%, en el cuadrante 5 (Figura 22).

Figura 22.

Cobertura bentónica (%) presente en La entrada Zona Mesolitoral.



8.6. Relación de la distribución abundancia de las Ophiuras con las características ambientales de los microambientes.

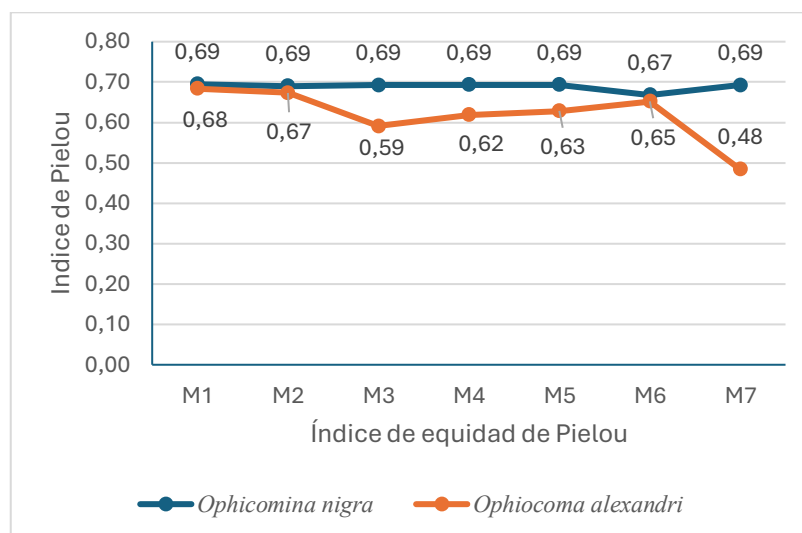
8.6.1. Índice de equidad de Pielou (J) en la Zona Infralitoral de La Entrada

En referencia a la aplicación del índice de Pielou, la zona infralitoral de la entrada, muestran una tendencia estable para *Ophicomina nigra*, con valores que se

encuentran en 0,69. Indicando que existe una distribución uniforme con las tallas de tamaños. *Ophiocoma alexandri* tiene una mayor variabilidad en sus tamaños, con valores de 0,68 en el monitoreo 1 y 0,48 en el monitoreo 7 siendo el mas bajo, lo que indicaría que en el monitoreo número 7 hubo menor desigualdad en sus tallas (Figura 23).

Figura 23.

Índice de equidad de Pielou para Ophicomina nigra y Ophiocoma alexandri en la zona infralitoral de La Entrada.



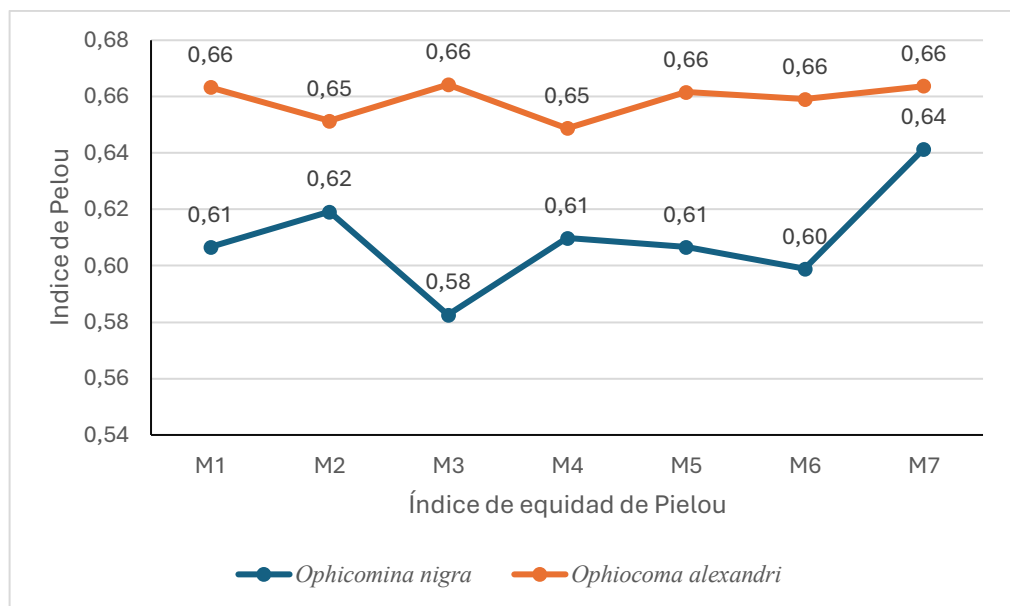
8.6.2. Índice de equidad de Pielou Zona Mesolitoral La Entrada

La zona mesolitoral de La Entrada, el comportamiento muestra diferencias moderadas entre las especies. *Ophicomina nigra* mantiene valores estables, entre 0,61 y 0,64, lo que refleja una distribución homogénea en sus tamaños, *Ophiocoma*

alexandri presenta una distribución homogénea en sus tallas (Figura 24).

Figura 24.

Índice de equidad de Pielou para Ophicomina nigra y Ophiocoma alexandri en Zona Mesolitoral La Entrada.

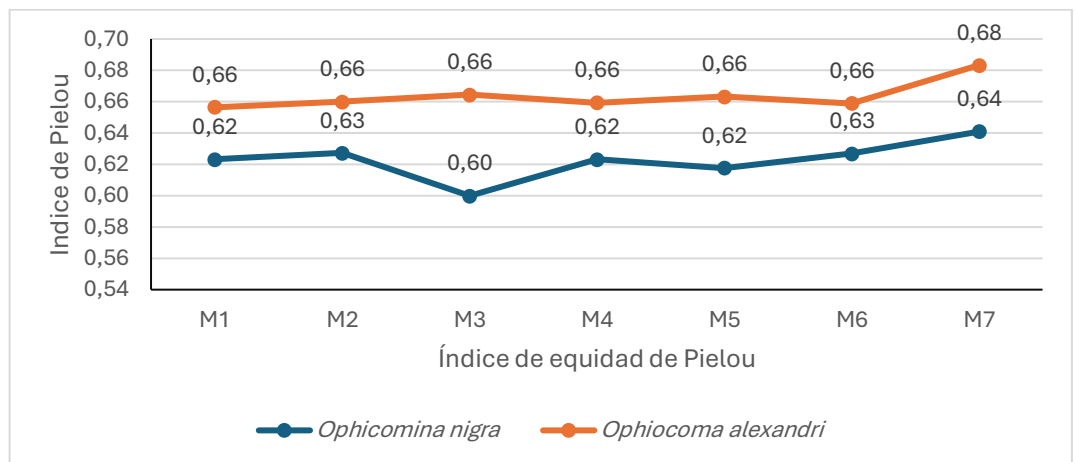


8.6.3. Índice de equidad de Pielou Zona Infralitoral en Ballenita

La zona infralitoral de Ballenita, *Ophicomina nigra* mantiene valores más estables que están entre 0,66 y 0,68, mientras que para *Ophiocoma alexandri* tienen valores más bajos entre 0,60 y 0,64 (Figura 25).

Figura 25.

*Índice de equidad de Pielou para *Ophicomina nigra* y *Ophiocoma alexandri* en Zona Infralitoral en Ballenita.*

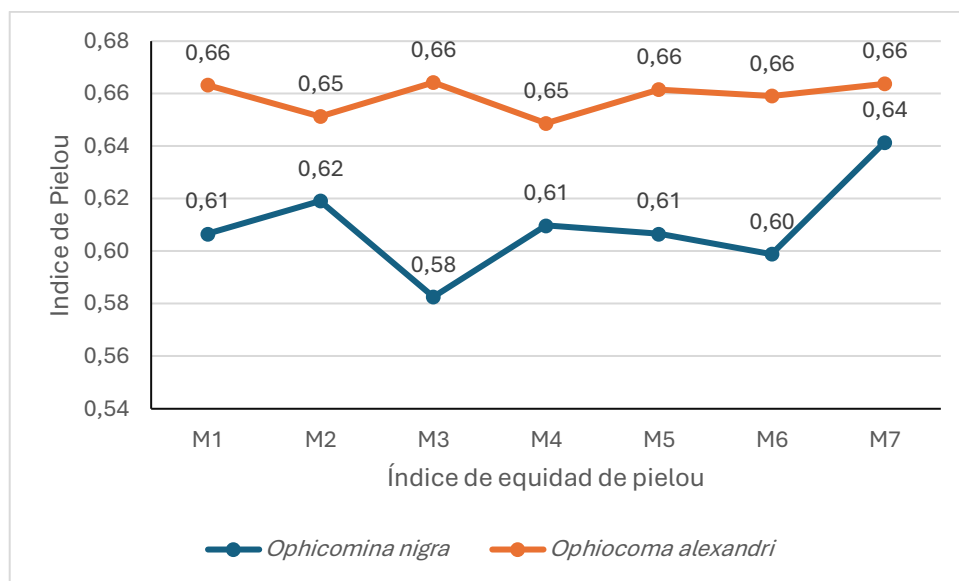


8.6.4. Índice de equidad de Pielou Zona Mesolitoral en Ballenita

La zona mesolitoral de Ballenita, los valores reflejan una diferencia moderada entre ambas especies. *Ophiocoma alexandri* mantiene valores ligeramente más altos, entre 0,65 y 0,66, mientras que *Ophicomina nigra* presentó mayor variabilidad, con valores entre 0,58 y 0,64 (Figura 26).

Figura 26.

*Índice de equidad de Pielou para *Ophicomina nigra* y *Ophiocoma alexandri* en Zona Mesolitoral en Ballenita.*



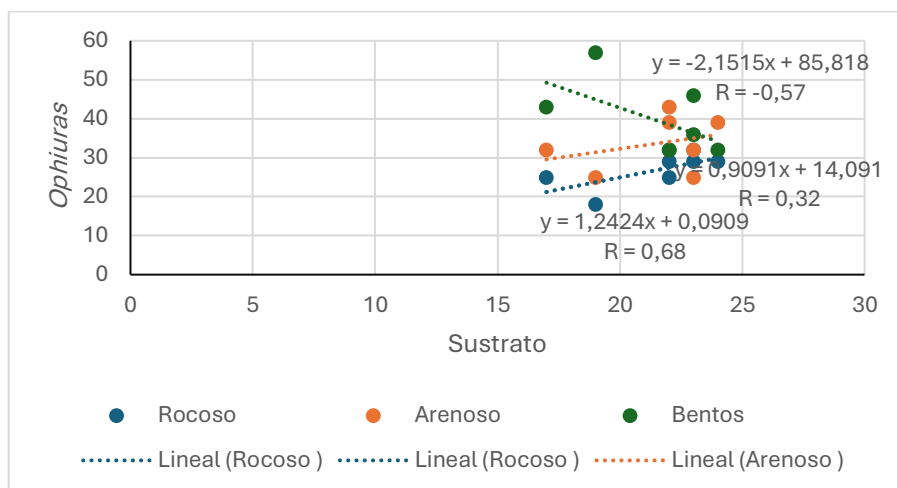
8.7. Correlaciones

8.7.1. Infralitoral de La Entrada

Los datos obtenidos en la zona infralitoral de la entrada nos indica que para *Ophicomina nigra* para el sustrato arenoso tiene una correlación positiva moderada mientras que para la cobertura bentónica si presenta una correlación negativa fuerte diferencia de el sustrato rocoso donde presenta una correlación positiva fuerte (Figura 27).

Figura 27.

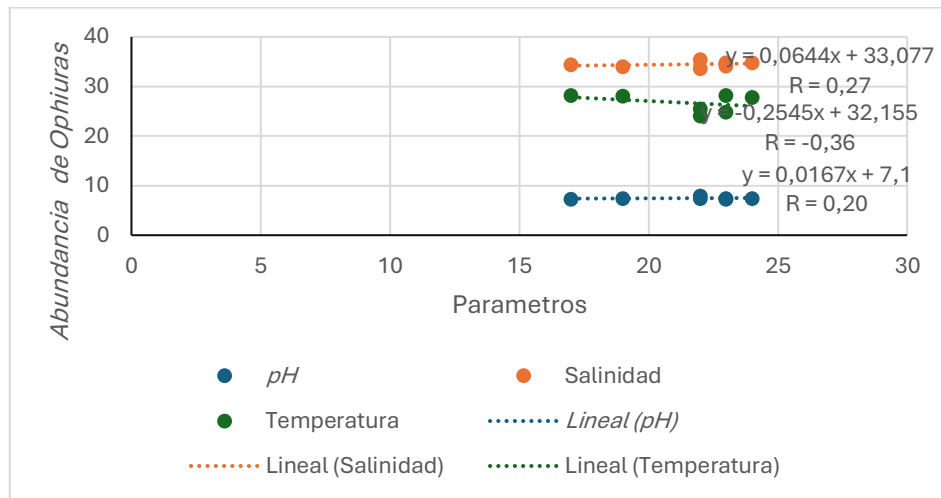
Correlación entre los tipos de sustrato y la abundancia de Ophicomina nigra en la zona infralitoral de La Entrada.



Los datos muestran que presenta una correlación positiva débil para el pH y la salinidad la temperatura tiene una correlación negativa moderada (Figura 28).

Figura 28.

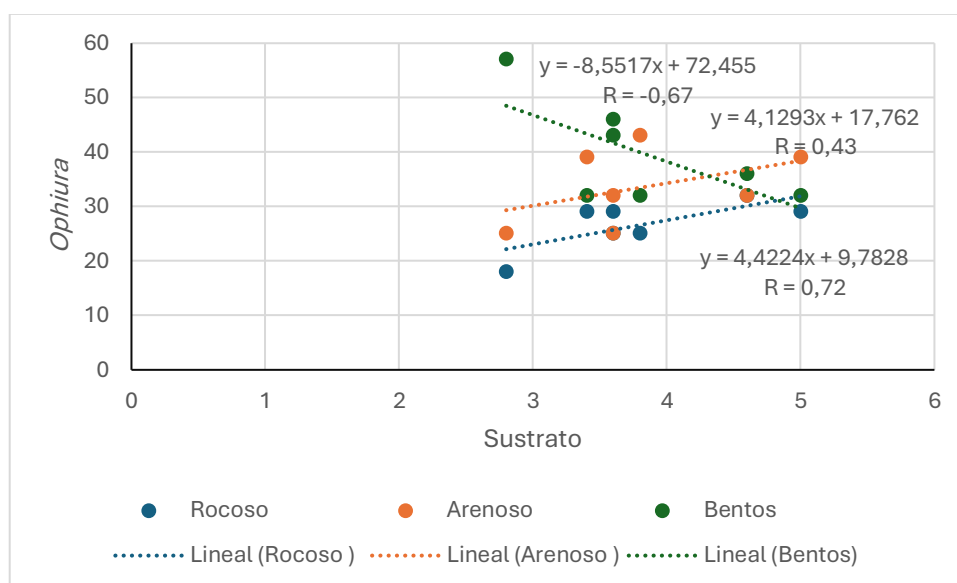
Correlación entre los parámetros físico-químicos y la abundancia de Ophicomina nigra en la zona infralitoral de La Entrada.



Los datos obtenidos en la zona infralitoral de La Entrada nos indica que en relación con *Ophiocoma alexandri* y el sustrato rocoso y la cobertura bentónica tiene una correlación negativa fuerte, el sustrato arenoso tiene una correlación positiva moderada. (Figura 29).

Figura 29.

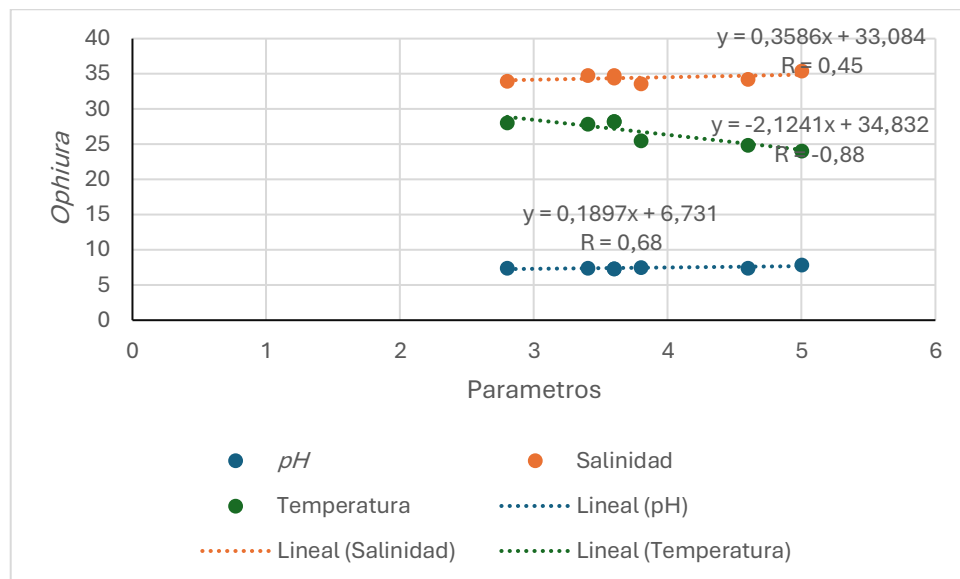
Correlación entre los tipos de sustrato y la abundancia de Ophiocoma alexandri en la zona Infralitoral de La Entrada.



La relación que existe con los parámetros y *Ophiocoma alexandri* en la figura nos indica que la salinidad presenta una correlación positiva moderada mientras que el pH presenta una correlación positiva fuerte y la temperatura presenta una correlación negativa fuerte (Figura 30).

Figura 30.

Correlación entre los parámetros físico-químicos pH, salinidad, temperatura y la abundancia de Ophiocoma alexandri en la zona infralitoral de La Entrada.



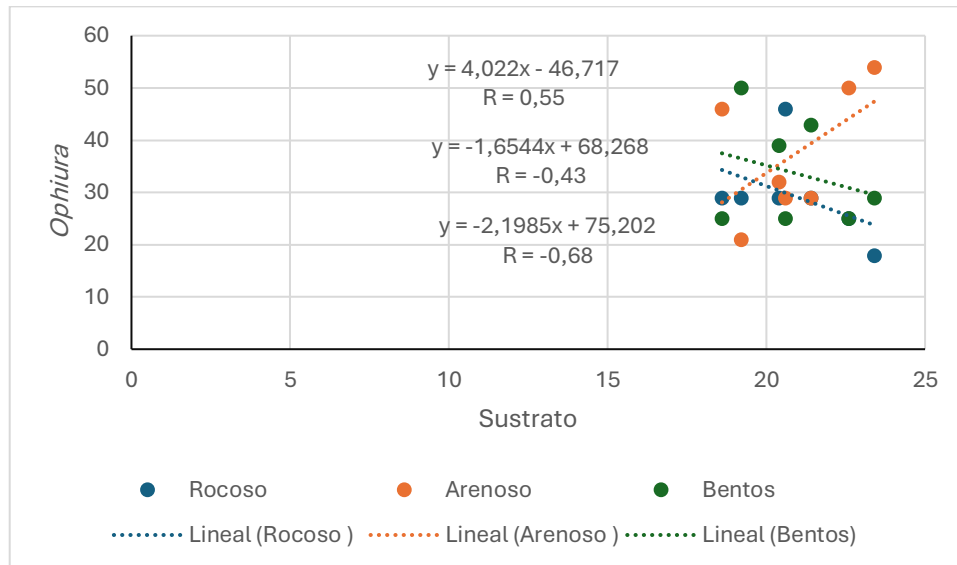
8.7.2. Mesolitoral La Entrada

Se observa que el sustrato rocoso presenta una correlación negativa moderada mientras que la cobertura bentónica tiene una correlación negativa fuerte

y el sustrato arenoso una correlación positiva fuerte (Figura 31).

Figura 31.

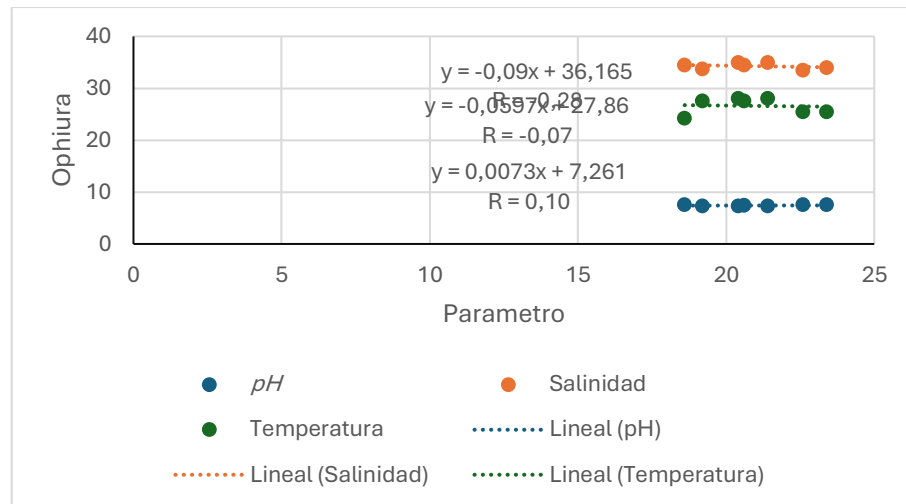
*Correlación entre los tipos de sustrato y la abundancia de *Ophicomina nigra* en la zona mesolitoral de La Entrada.*



En relación con los parámetros, *Ophicomina nigra* mostro que el pH tiene una correlación positiva débil mientras que la salinidad y la temperatura tienen una correlación negativa moderada (Figura 32).

Figura 32.

*Correlaciones de parámetros ambientales pH, la salinidad y la temperatura con la abundancia y *Ophicomina nigra* en la zona Mesolitoral de la entrada.*

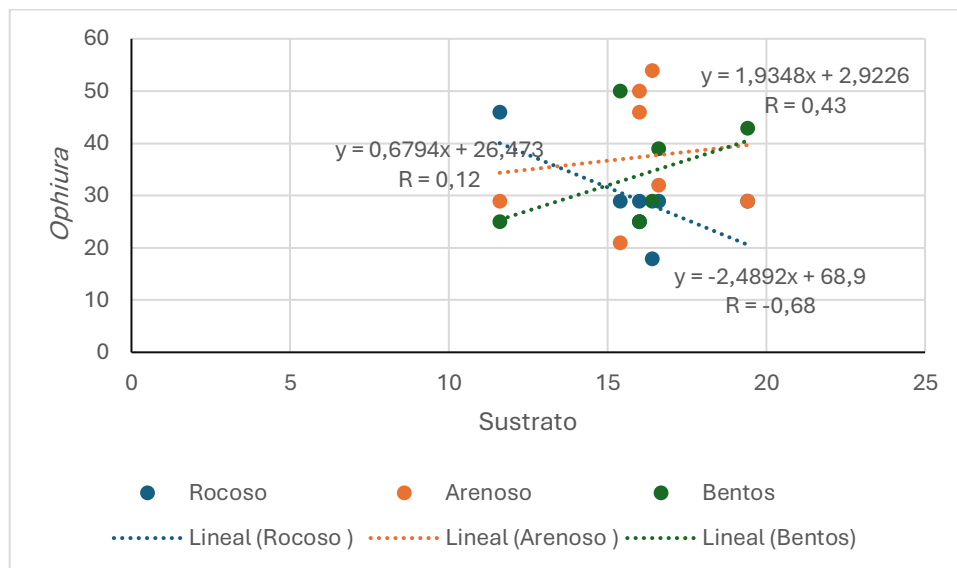


En la zona mesolitoral en La Entrada, en relación con *Ophiocoma alexandri* el sustrato arenoso tiene una correlación positiva débil, mientras que el sustrato rocoso tiene una correlación negativa fuerte, para la cobertura bentonita tiene una

correlación positiva moderada (Figura 33).

Figura 33.

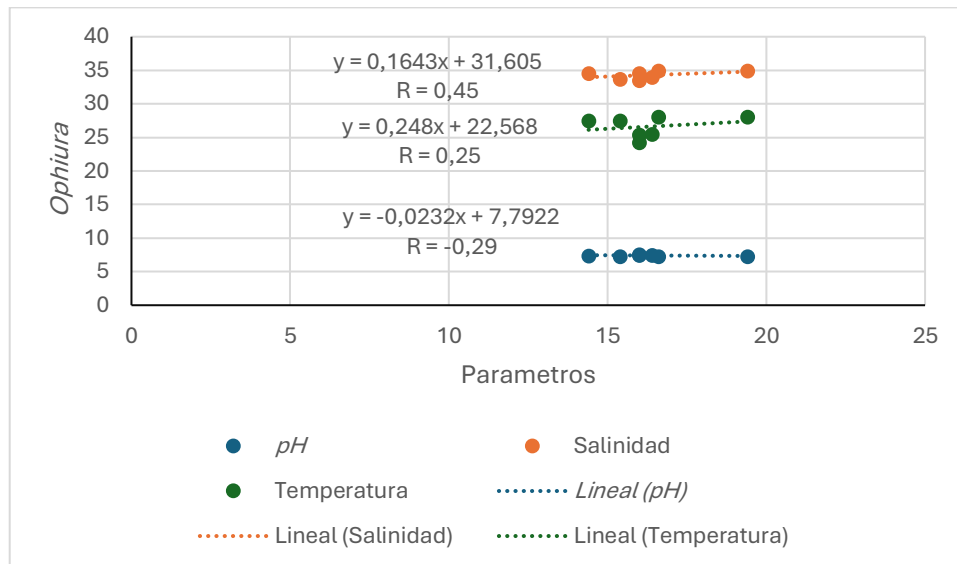
Correlaciones sedimento, tipos de sustrato y la abundancia de Ophiocoma alexandri en la zona Mesolitoral de La Entrada.



Para *Ophiocoma alexandri* el pH registró una correlación negativa moderada mientras que con la salinidad tuvo una correlación positiva moderada y la temperatura una correlación positiva débil (Figura 34).

Figura 34.

Correlación de parámetros ambientales pH, la salinidad y la temperatura con la abundancia de Ophiocoma alexandri en la zona Mesolitoral de La Entrada.



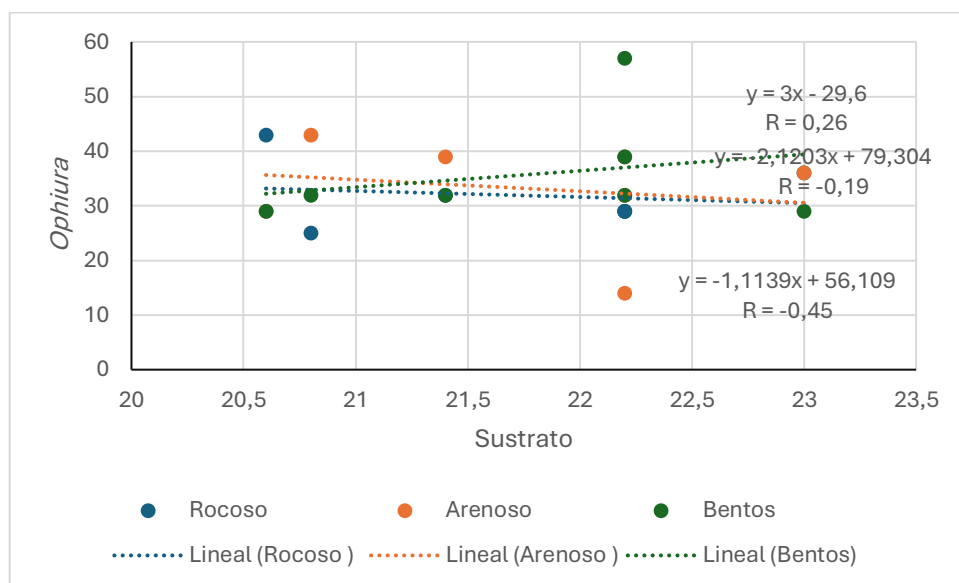
8.7.3. Infralitoral de Ballenita

En la zona Infralitoral en Ballenita, nos indica que la cobertura bentónica tiene una correlación positiva débil, el sustrato rocoso presenta una correlación negativa débil y el sustrato arenoso tiene una correlación negativa moderada (figura

35).

Figura 35.

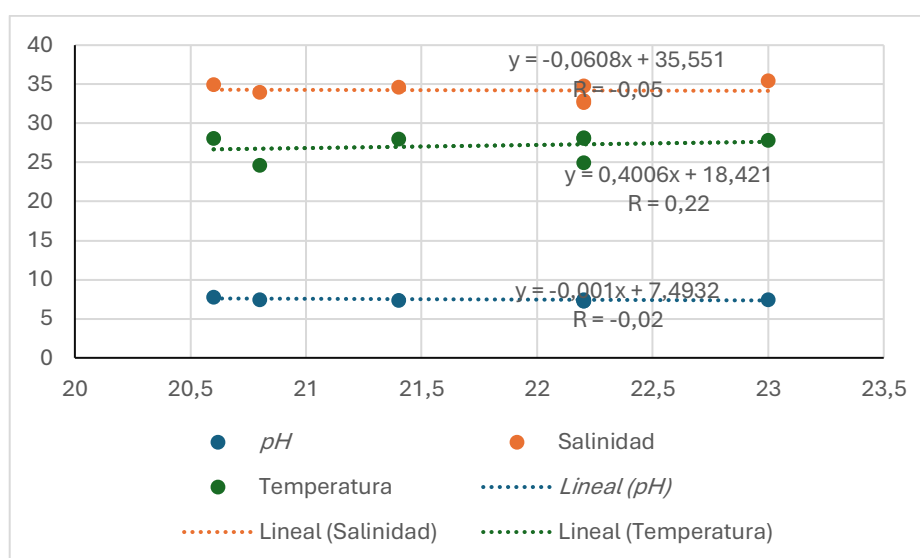
Correlaciones de tipo de sustrato y la abundancia de Ophicomina nigra. en la zona Infralitoral de Ballenita.



La grafica se muestra que la salinidad y el pH presentan una correlación negativa débil mientras que la temperatura tiene una correlación positiva débil (Figura 36).

Figura 36.

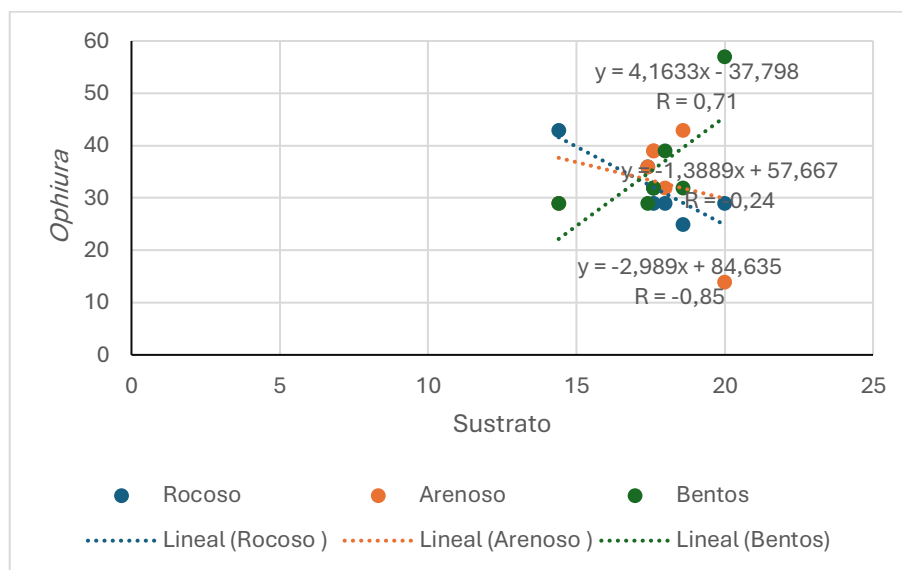
Correlación entre los parámetros físico-químicos pH, salinidad y temperatura y la abundancia de Ophicomina nigra en la zona infralitoral de Ballenita.



Esta grafica se observa que la cobertura bentónica tiene una correlación positiva fuerte, mientras que el sustrato arenoso tiene una correlación negativa débil el sustrato rocoso presento una correlación negativa fuerte (Figura 37).

Figura 37.

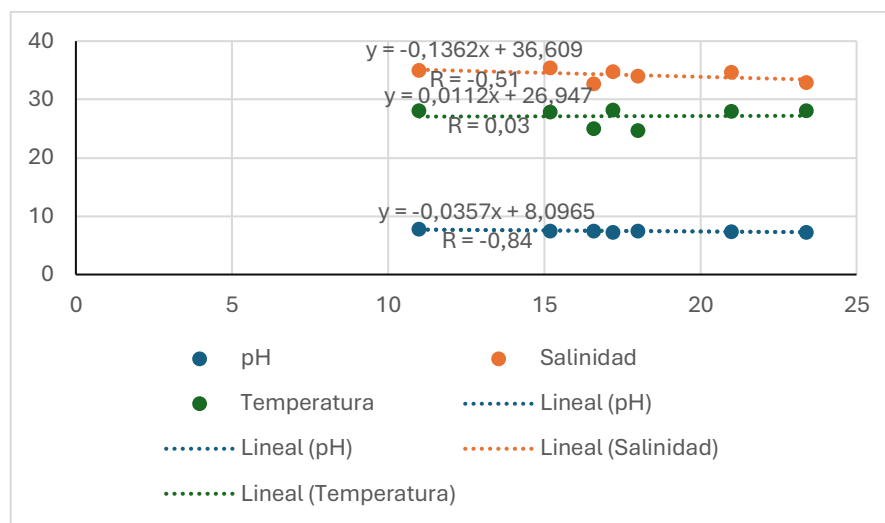
Correlaciones tipos de sustrato sedimento y Ophiocoma alexandri. en la zona Infralitoral de Ballenita.



El pH registró tiene una correlación negativa fuerte. Mientras que la temperatura tiene una correlación positiva débil, la salinidad tiene una correlación negativa moderada (Figura 38).

Figura 38.

*Correlaciones de parámetros ambientales pH, salinidad y temperatura con la abundancia *Ophiocoma alexandri* en la zona Infralitoral de Ballenita.*

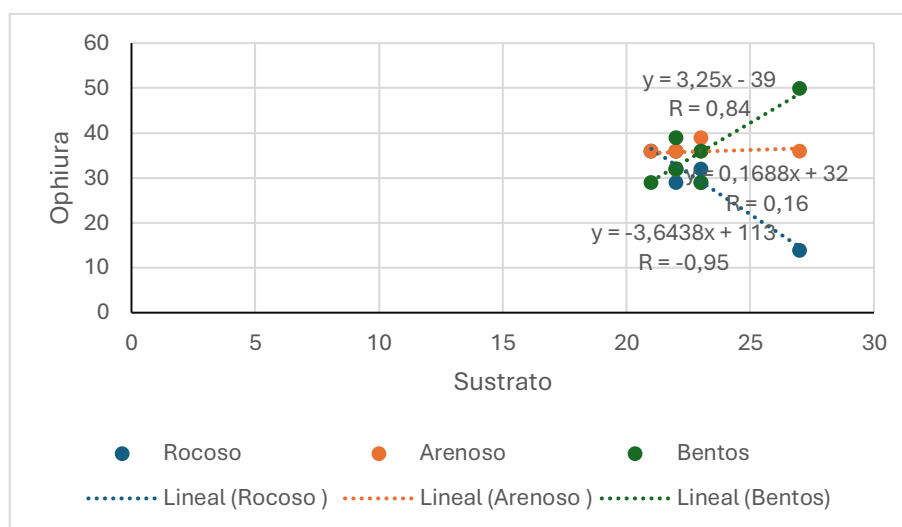


8.7.4. Mesolitoral Ballenita

El sustrato rocoso tiene una correlación negativa fuerte mientras que la cobertura bentónica presenta una correlación positiva fuerte, el sustrato arenoso no fue muy significativo (Figura 39).

Figura 39.

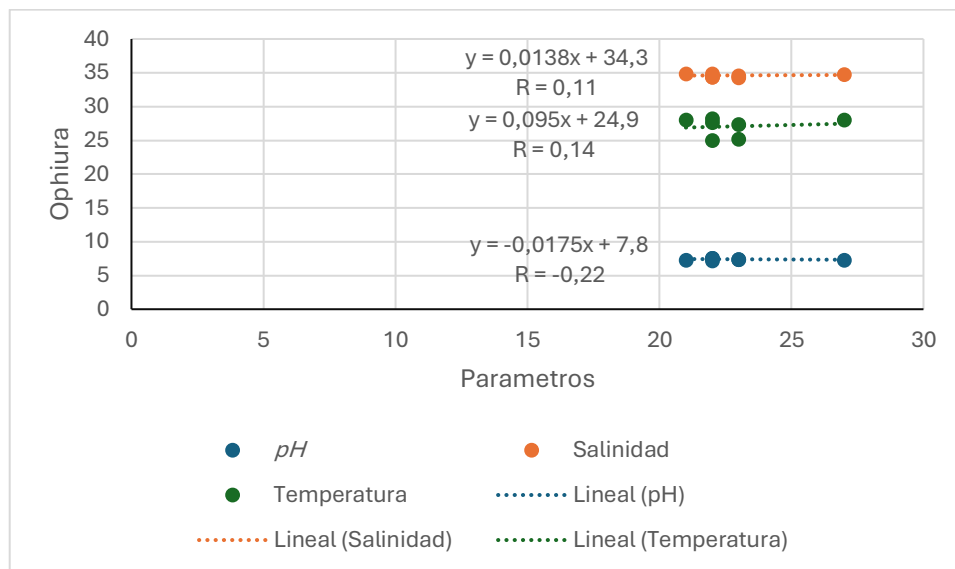
Correlaciones entre los tipos de sustratos y la abundancia de Ophicomina nigra en la zona Mesolitoral de Ballenita.



En relación con los parámetros en la zona mesolitoral, nos muestra que el pH tiene una correlación negativa débil mientras que la salinidad y la temperatura tienen una correlación positiva débil (Figura 40).

Figura 40.

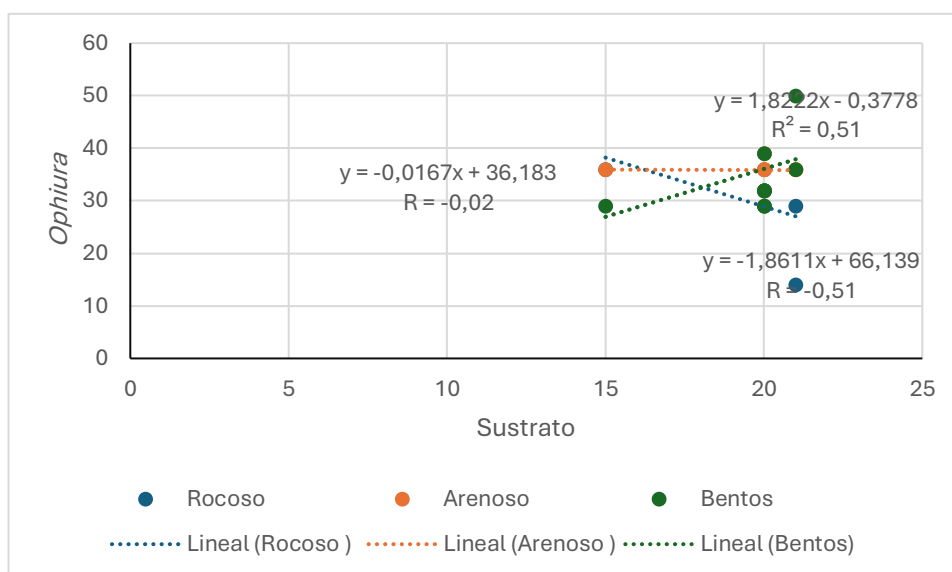
Correlaciones de parámetros ambientales pH, salinidad y la abundancia de Ophicomina nigra. en la zona Mesolitoral de Ballenita.



En Ballenita en la zona mesolitoral se observa que el sustrato rocoso tiene una correlación negativa fuerte, la cobertura bentónica tiene una correlación positiva fuerte, mientras que el sustrato arenoso una correlación positiva débil (Figura 41).

Figura 41.

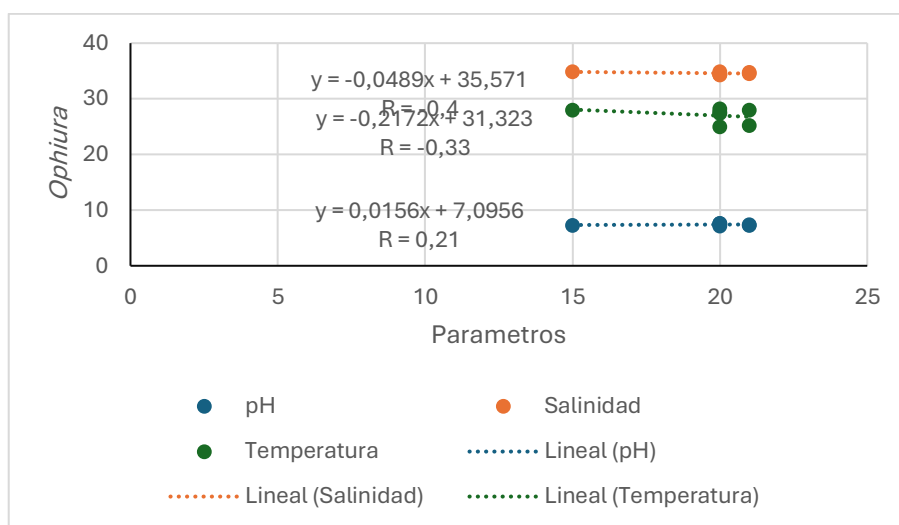
*Correlaciones del tipo de sustrato y la abundancia de *Ophiocoma alexandri* en la zona Mesolitoral de Ballenita.*



En relación con los parámetros *Ophiocoma alexandri* en la zona mesolitoral, se muestra que el pH tiene una correlación positiva débil mientras que la salinidad y la temperatura tienen una correlación negativa moderada (Figura 42).

Figura 42.

Correlaciones de parámetros ambientales pH, salinidad y temperatura con la abundancia de Ophiocoma alexandri en la zona Mesolitoral de Ballenita.



8.8 Análisis de Bray Curtis

El Análisis de Similaridad (ANOSIM), basado en el índice de Bray-Curtis,

se utilizó para evaluar las diferencias en la composición de las comunidades de ofiuras entre los microambientes del Infralitoral y Mesolitoral, de las zonas intermareales rocosas de Ballenita y La Entrada, donde el análisis indicó que no existen diferencias estadísticamente significativas en la estructura de tallas de las ofiuras entre los grupos comparados, del Infralitoral en La Entrada con valores de $R = -0,097$; $p = 0,657$; Mesolitoral en La Entrada con $R = -0,140$; $p = 0,841$; esta Infralitoral Ballenita que presenta valores de $R = -0,177$; $p = 0,990$; Mesolitoral Ballenita con $R = -0,141$; $p = 0,960$). El estadístico R fue negativo y cercano a cero, sugiriendo que la variabilidad en la composición de las ofiuras es mayor dentro de cada microambiente que entre ellos, lo cual es una fuerte indicación de la ausencia de una segregación clara de las comunidades de ofiuras asociada a los microambientes o localidades específicas estudiadas.

9. DISCUSIÓN

A través del presente estudio se analizó la distribución espacial de las comunidades de ofiuras (clase Ophiuroidea) en los microambientes rocosos de Ballenita y La Entrada, provincia de Santa Elena. Los resultados evidenciaron que las especies *Ophicomina nigra* y *Ophiocoma alexandri* presentan preferencias diferenciadas de hábitat, determinadas principalmente por la estructura del sustrato y la cobertura algal. Este patrón coincide con lo descrito por Hendler et al. (1995), quienes señalan que la complejidad estructural y la disponibilidad de refugios son factores determinantes para la distribución de las ofiuras en zonas intermareales tropicales.

La dominancia de *Ophicomina nigra* en ambas localidades demuestra una clara afinidad hacia sustratos rocosos con alta cobertura bentónica. Esta relación puede atribuirse a la búsqueda de refugio frente a la desecación y depredación, así como a la disponibilidad de alimento, tal como han reportado Stöhr, O'Hara y Thuy (2012) y O'Hara et al. (2017) en sus análisis sobre la ecología de ofiuroideos a nivel global. En contraste, *Ophiocoma alexandri* mostró una distribución más variable, lo que sugiere una mayor tolerancia ecológica o la ocupación de microhábitats menos competidos, similar a lo observado por Brogger et al. (2013) en el Atlántico sur.

Los parámetros físico-químicos registrados (pH: 7,2–7,9; salinidad: 33–35,5‰; temperatura: 24–28 °C) se mantuvieron dentro de los rangos óptimos reportados para especies tropicales del Pacífico oriental (Benavides-Serrato et al., 2011; Hickman, 2000). La baja correlación encontrada entre estos parámetros y la abundancia sugiere que las condiciones físico-químicas no son factores limitantes dentro del rango natural de variación, coincidiendo con lo indicado por Mah (2018) y Stöhr et al. (2020), quienes destacan que las ofiuras son organismos resistentes a fluctuaciones ambientales moderadas.

La asociación significativa entre la abundancia de *Ophicomina nigra* y los sustratos rocosos con cobertura algal confirma que la estructura del hábitat influye directamente en la distribución local de las especies. Clark y Rowe (1971) y Lawrence (2013) mencionan que la topografía del fondo y la presencia de macroalgas incrementan la heterogeneidad ambiental, lo que favorece la coexistencia de diferentes equinodermos al ofrecer refugios, zonas de alimentación y condiciones microclimáticas más estables. En este sentido, la alta cobertura bentónica observada podría favorecer el establecimiento y la abundancia de las ofiuras al reducir la exposición directa a la radiación solar y al oleaje.

Aunque ambas zonas de estudio presentan características oceanográficas similares, La Entrada registró una mayor abundancia total de organismos. Este

resultado puede estar relacionado con la menor presión antrópica y una mayor integridad ecológica del hábitat, mientras que, en Ballenita, la influencia del turismo y la urbanización puede afectar la calidad del sustrato y la cobertura algal. Fenómenos similares han sido descritos por Pérez-Ruzafa et al. (2019), quienes indican que las actividades humanas pueden alterar la estructura y diversidad de comunidades bentónicas en ecosistemas costeros.

Los valores de equidad de Pielou mostraron una distribución relativamente homogénea, lo que indica una coexistencia estable entre las especies registradas, sin dominancia extrema. Este tipo de estructura comunitaria es característico de ecosistemas equilibrados donde la competencia por recursos se mantiene bajo control (Lawrence, 2013). Sin embargo, las ligeras variaciones observadas podrían atribuirse a cambios microambientales, como la intensidad del oleaje, la temperatura superficial o la variación en la cobertura algal a lo largo del tiempo de muestreo.

Finalmente, los resultados confirman que las ofiuras son organismos útiles como bioindicadores ecológicos, dada su sensibilidad ante cambios en el hábitat y su capacidad de reflejar alteraciones en la estructura del sustrato o en la composición de la macrofauna asociada. O'Hara et al. (2023) destacan que las comunidades de ofiuroideos responden rápidamente a la degradación ambiental y a

la pérdida de complejidad estructural, lo que respalda su uso en programas de monitoreo costero y conservación marina en ecosistemas tropicales.

10.CONCLUSIONES

Se identificaron dos especies de ofiuras pertenecientes a la clase Ophiuroidea, *Ophicomina nigra* y *Ophiocoma alexandri*, presentes en las zonas intermareales rocosas de Ballenita y La Entrada, lo que evidencia una baja riqueza específica en las áreas de estudio.

Las condiciones físico-químicas registradas, correspondientes al pH, la salinidad y la temperatura, se mantuvieron dentro de rangos normales para ecosistemas intermareales tropicales durante el periodo de estudio, sin presentar variaciones extremas que pudieran generar estrés ambiental significativo.

Los análisis estadísticos realizados no evidenciaron una relación significativa entre los parámetros físico-químicos y la abundancia de las especies de ofiuras, indicando que estas variables no influyeron de manera determinante en su distribución bajo las condiciones ambientales observadas.

La abundancia y distribución de las ofiuras estuvieron principalmente influenciadas por las características del microhábitat, especialmente por la presencia de sustrato rocoso y alta cobertura bentónica, los cuales proporcionan refugio y condiciones favorables para su permanencia en la zona intermareal.

Al comparar las localidades de estudio, se observó una mayor abundancia de ofiuras en La Entrada en relación con Ballenita, lo que podría estar asociado a diferencias en la integridad del hábitat y al grado de intervención antrópica presente en cada zona.

11. RECOMENDACIONES

Realizar monitoreos e investigaciones continuas sobre equinodermos, en especial sobre las comunidades de ofiuras, en otras zonas de la costa ecuatoriana, con el fin de comparar su estructura, distribución y abundancia bajo diferentes condiciones ambientales y tipos de hábitat.

Ampliar el enfoque de futuros estudios incorporando otras variables ambientales, tales como el contenido de materia orgánica y la exposición a la luz, lo que permitirá establecer los rangos de tolerancia de las ofiuras frente a estos factores y comprender mejor su respuesta ecológica.

Fomentar programas de educación ambiental y conservación dirigidos a las comunidades locales y visitantes, con el objetivo de concientizar sobre la importancia ecológica de las ofiuras y su rol en la salud de los ecosistemas intermareales, promoviendo prácticas que eviten la manipulación y el deterioro de la zona rocosa.

12.BIBLIOGRAFÍA

Asturnatura (S/F). Los Ofiuroideos. Las ofiuras: Obtenido de <https://www.asturnatura.com/temarios/biologia/equinodermos/ofiuras>

Benavides-Serrato, M., Díaz, J. M., & Barrios, L. M. (2011). Equinodermos del Caribe colombiano: Crinoidea, Asteroidea y Ophiuroidea. INVEMAR.

Borrero-Pérez, G. H., Benavides-Serrato, M., Solano, Ó., & Navas, G. R. (2008). Brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea) from the continental shelf and upper slope of the Colombian Caribbean. *Revista de Biología Tropical*, 56(3), 1–15. <https://archivo.revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/27083>

Brogger, M. I., Martínez, M. I., & Penchaszadeh, P. E. (2013). Echinoderms from the Argentine Sea: Diversity, ecology and biogeography. *Marine Biodiversity*, 43(3), 507–520. <https://doi.org/10.1007/s12526-013-0159-0>

Clark, A. M., & Rowe, F. W. E. (1971). Monograph of shallow-water Indo-West Pacific echinoderms. British Museum (Natural History).

Hendler, G., Miller, J. E., Pawson, D. L., & Kier, P. M. (1995). Sea stars, sea urchins, and allies: Echinoderms of Florida and the Caribbean. Smithsonian Institution Press.

Hickman, C. P. (2000). Guía de campo sobre estrellas de mar y otros equinodermos de Galápagos. Fundación Charles Darwin.
<https://catalogosiidca.csuca.org/Record/CR.UNA01000056040>

Lawrence, J. M. (2013). Starfish: Biology and ecology of the Asteroidea. Johns Hopkins University Press.

Mah, C. (2018). Ophiuroidea. World Register of Marine Species.
<https://www.marinespecies.org>

Mah, C. (2018). Brittle star breaststroke. NOAA Ocean Explorer.
<https://oceanexplorer.noaa.gov/oceanos/explorations/ex1806/dailyupdates/june14/media/brittlestar-log.html>

Miloslavich, P. (2016). Benthic assemblages in South American intertidal rocky shores: Biodiversity, services, and threats.
<https://www.researchgate.net/publication/299507578>

Neves, B. M., & Lima, E. L. (2007). Brittle stars (Echinodermata:

Ophiuroidea) associated with the octocoral *Carijoa riisei* (Cnidaria: Anthozoa) from the littoral of Pernambuco, Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(4), 977–982. <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-the-marine-biological-association-of-the-united-kingdom>

O'Hara, T. D., Hugall, A. F., Bribiesca-Contreras, G., & Stöhr, S. (2023). Global patterns of brittle star diversity. *Nature Ecology & Evolution*, 7(2), 236–247. <https://doi.org/10.1038/s41559-022-01946-3>

O'Hara, T. D., Stöhr, S., Hugall, A. F., Thuy, B., & Martynov, A. (2017). Morphological diagnoses of higher taxa in Ophiuroidea (Echinodermata). *European Journal of Taxonomy*, 416, 1–35. <https://doi.org/10.5852/ejt.2017.416>

Osorio, U. R. (2024). Ofiuras: Qué son, características y especies. *BioEnciclopedia*. <https://www.bioenciclopedia.com/ofiuras-que-son-caracteristicas-y-especies-1025.html>

Parey, E. (2024). The brittle star genome illuminates the genetic basis of animal appendage regeneration. *Nature Ecology & Evolution*. <https://www.nature.com/articles/s41559-024-02456-y>

Pérez-Ruzafa, Á., Marcos, C., & Pérez-Ruzafa, I. M. (2019). Coastal

lagoons: Environmental variability, ecosystem complexity, and anthropogenic impacts. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 219, 12–23.
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.01.012>

Pérezrul, M. D. (2024). Inventario de ofiuroides del Pacífico mexicano. GBIF. <https://doi.org/10.15468/nbst5b>

Salazar, A. C. (2010). Ofiuros (Echinodermata: Ophiurida) del intermareal rocoso, zona norte de Bahía de Banderas, Nayarit, México [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México].
https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000671874/3/0671874_A1.pdf

Stöhr, S., O'Hara, T. D., & Thuy, B. (2012). World Ophiuroidea Database. World Register of Marine Species. <https://www.marinespecies.org>

Stöhr, S., O'Hara, T. D., & Thuy, B. (2020). Global biodiversity of brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea). *PLOS ONE*, 15(7), e0236548.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236548>

13.ANEXOS

PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

Los ecosistemas de la zona Intermareal rocosa son hábitats dinámicos donde diferentes factores influyen en la abundancia y diversidad de los grupos biológicos que en ellos se desarrollan. La estructura de las comunidades de ophiuras en la zona intermareal rocosa pueden verse afectadas por las condiciones ambientales. Lo que a su vez genera respuestas demográficas específicas, como son las alteraciones en el tamaño y crecimiento poblacional de las especies.

Los macroinvertebrados son importantes para estos ecosistemas, ya que desempeñan un papel clave en las redes tróficas, actuando como presas y depredadores, regulando las poblaciones de otros organismos y sirviendo como alimento. Sus comunidades se desarrollan temporal o permanentemente en las pozas de la zona intermareal conocidas como microambientes, los cuales pueden variar según factores como el sustrato, la disponibilidad de refugios, la exposición al sol, y la proximidad a la línea de la marea, lo que puede llegar a afectar la distribución y abundancia de las comunidades de ophiuras, ya que estas especies buscan refugio en grietas o debajo de rocas que le dan protección de depredadores y las condiciones físicas y biológicas. Los cambios climáticos y locales, así como también los cambios en la marea afectan en distinto nivel, la distribución de las

comunidades de ofiuras por lo que es importante conocer a qué condiciones ecológicas están asociadas.

Las ofiuras son sensibles a cambios que se pueden darse en el medio como las variaciones en temperatura, salinidad, pH y otros factores ambientales pueden llegar a afectar a la abundancia y distribución de estos organismos, influyendo en su viabilidad y en su éxito reproductivo. Además, los cambios en el hábitat modifican las interacciones entre los componentes del ecosistema, afectando su equilibrio. Por lo que el problema de la investigación se centra en que las comunidades de ophiuras no es estática lo que provocaría variaciones debido a las condiciones ambientales, estas variaciones pueden llegar a provocar respuestas demográficas. Al ser un organismo sensible también puede ser considerado como como un bioindicador de la salud del agua.

En la zona intermareal rocosa ballenita y la entrada no se dispone de información comparativa actualizada sobre la estructura, distribución y abundancia de las comunidades de ofiuras, ni sobre la influencia real que ejercen los microambientes y los factores ambientales en su dinámica poblacional. Esta falta de información limita la comprensión ecológica de estas comunidades bentónicas y dificulta la toma de decisiones orientadas a la conservación y manejo sostenible de los ecosistemas intermareales rocosos de la provincia de Santa Elena.

Figura 43.

Total de organismos en la Zona Intermareal de La Entrada.

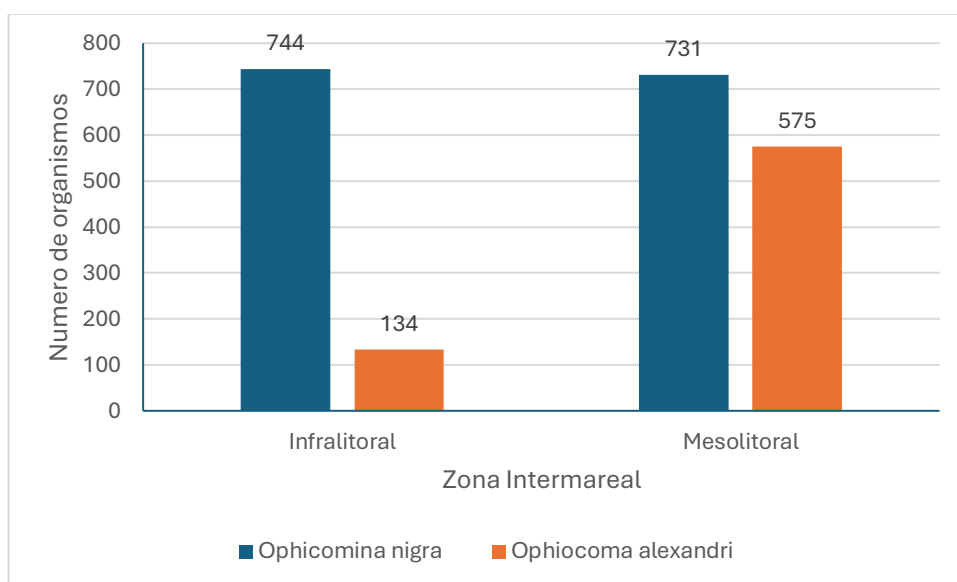


Figura 44.

Total de organismos en la Zona Intermareal de Ballenita.

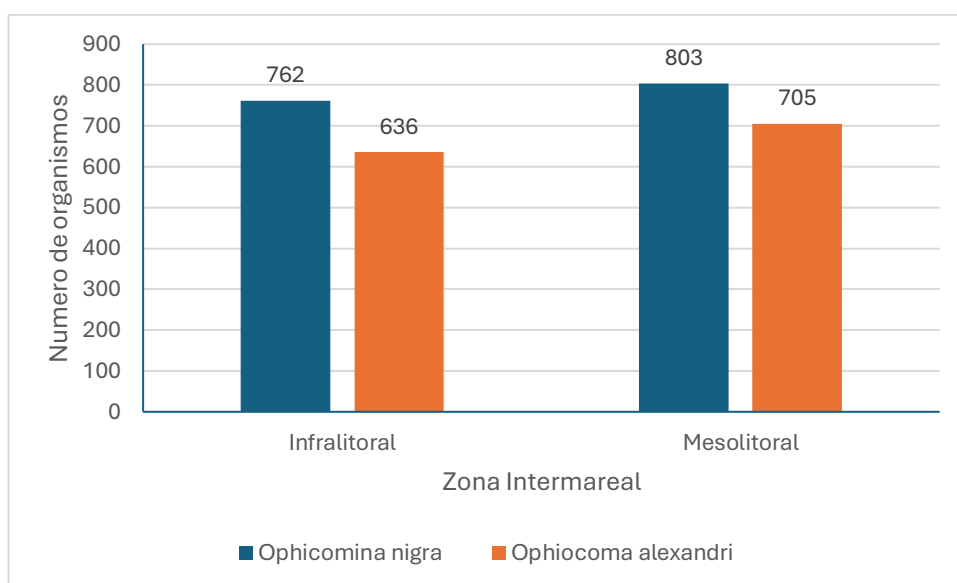


Tabla 2.*Análisis de Bray Curtis*

Bray Curtis				
	Infra. Entrada	Meso.Entrada	Infra.Ballenita	Meso ballenita
Permutation N:	9999	9999	9999	9999
Mean rank within:	62,83	64,35	65,35	64,38
Mean rank between:	57	55,95	54,76	55,91
R:	-0,09722	-0,1399	-0,1765	-0,1413
p (same):	0,6577	0,8411	0,9901	0,9601

Tabla 3.

Abundancia de organismos por rangos de tallas Zona Infralitoral La Entrada.

Infralitoral La Entrada	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
<i>Ophicomina nigra</i> 1 a 4,9	27	31	28	28	23	11	14
<i>Ophicomina nigra</i> 5 a 9,9	22	20	20	27	21	25	18
<i>Ophicomina nigra</i> 10 a 14,9	16	16	19	17	17	26	16
<i>Ophicomina nigra</i> 15 a 19,9	19	19	19	25	22	22	24
<i>Ophicomina nigra</i> 20 a 25	24	23	29	24	30	9	13
Total por monitoreo	108	109	115	121	113	93	85
<i>Ophiocoma alexandri</i> 1 a 4,9	9	8	12	9	9	6	13
<i>Ophiocoma alexandri</i> 5 a 9,9	4	2	5	4	3	5	2
<i>Ophiocoma alexandri</i> 10 a 14,9	5	4	1	3	1	1	1
<i>Ophiocoma alexandri</i> 1 a 4,10	2	2	3	0	2	0	2
<i>Ophiocoma alexandri</i> 5 a 9,10	5	3	2	1	3	2	0
Total por monitoreo	25	19	23	17	18	14	18

Tabla 4.

Abundancia de organismos por rangos de tallas Zona Mesolitoral La Entrada.

Mesolitoral La Entrada	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
<i>Ophicomina nigra</i> 1 a 4,9	11	16	17	14	14	11	16
<i>Ophicomina nigra</i> 5 a 9,9	12	15	17	13	13	10	14
<i>Ophicomina nigra</i> 10 a 14,9	17	21	22	19	18	18	18
<i>Ophicomina nigra</i> 15 a 19,9	23	30	29	26	25	26	31
<i>Ophicomina nigra</i> 20 a 25	30	31	32	31	32	31	28
Total por monitoreo	93	113	117	103	102	96	107
<i>Ophiocoma alexandri</i> 1 a 4,9	20	21	21	18	21	20	20
<i>Ophiocoma alexandri</i> 5 a 9,9	9	8	9	8	9	8	15
<i>Ophiocoma alexandri</i> 10 a 14,9	4	6	2	4	5	3	6
<i>Ophiocoma alexandri</i> 15 a 19,9	15	15	15	15	15	15	21
<i>Ophiocoma alexandri</i> 20 a 25	32	30	35	31	33	31	35
Total por monitoreo	80	80	82	76	83	77	97

Tabla 5.

Abundancia de organismos por rangos de tallas Zona Infralitoral Ballenita.

Infralitoral Ballenita	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	Total por tamaño
<i>Ophicomina nigra</i> 1 a 4,9	18	20	18	18	20	18	19	131
<i>Ophicomina nigra</i> 5 a 9,9	38	36	40	37	38	37	38	264
<i>Ophicomina nigra</i> 10 a 14,9	19	15	20	15	18	17	17	121
<i>Ophicomina nigra</i> 15 a 19,9	24	25	24	25	24	25	28	175
<i>Ophicomina nigra</i> 20 a 25	12	8	13	8	11	10	9	71
Total por monitoreo	111	104	115	103	111	107	111	762
<i>Ophiocoma alexandri</i> 1 a 4,9	17	20	18	18	19	17	18	127
<i>Ophiocoma alexandri</i> 5 a 9,9	31	32	31	32	31	32	34	223
<i>Ophiocoma alexandri</i> 10 a 14,9	25	24	25	24	25	24	23	170
<i>Ophiocoma alexandri</i> 15 a 19,9	10	11	10	11	10	11	18	81
<i>Ophiocoma alexandri</i> 20 a 25	5	6	3	5	5	4	7	35
Total por monitoreo	88	93	87	90	90	88	100	636

Tabla 6.

Abundancia de organismos por rangos de tallas Zona Mesolitoral Ballenita.

Mesolitoral Ballenita	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	Total por tamaño
<i>Ophicomina nigra</i> 1 a 4,9	26	23	25	24	23	26	22	169
<i>Ophicomina nigra</i> 5 a 9,9	15	20	17	19	19	16	27	133
<i>Ophicomina nigra</i> 10 a 14,9	32	31	32	31	32	31	31	220
<i>Ophicomina nigra</i> 15 a 19,9	29	31	28	24	28	29	37	206
<i>Ophicomina nigra</i> 20 a 25	10	9	11	9	10	10	16	75
Total por monitoreo	112	114	113	107	112	112	133	803
<i>Ophiocoma alexandri</i> 1 a 4,9	21	26	23	24	23	22	24	163
<i>Ophiocoma alexandri</i> 5 a 9,9	5	6	3	4	5	5	8	36
<i>Ophiocoma alexandri</i> 10 a 14,9	24	22	25	23	23	25	21	163
<i>Ophiocoma alexandri</i> 15 a 19,9	38	39	40	38	39	38	39	271
<i>Ophiocoma alexandri</i> 20 a 25	10	10	9	12	9	11	11	72
Total por monitoreo	98	103	100	101	99	101	103	705

Rangos de tallas para las dos especies y para dos zonas de muestreo

Figura 45.

Rango de tamaños de Ophicomina nigra La Entrada Zona Infralitoral.

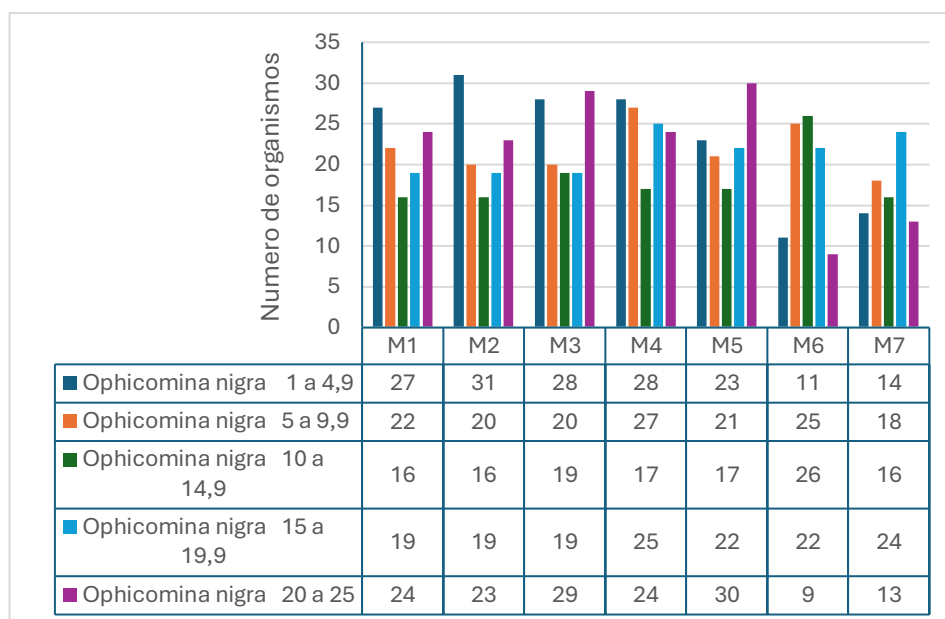


Figura 46.

Rango de tamaños Ophiocoma alexandri La Entrada Zona Infralitoral.

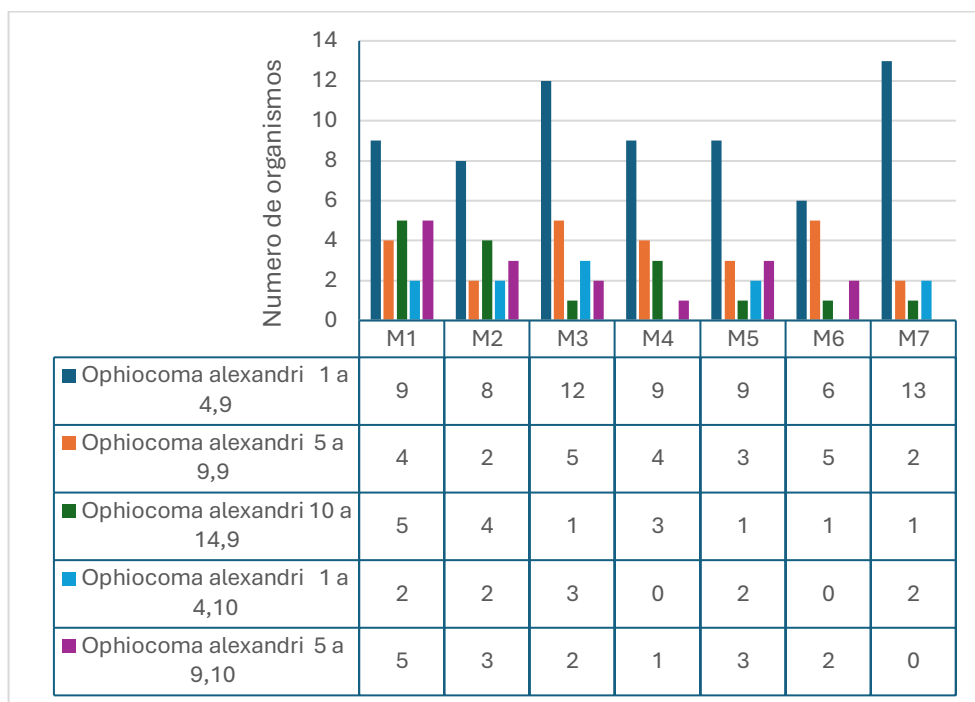


Figura 47.

Rango de tamaños de Ophicomina nigra La Entrada Zona Mesolitoral.

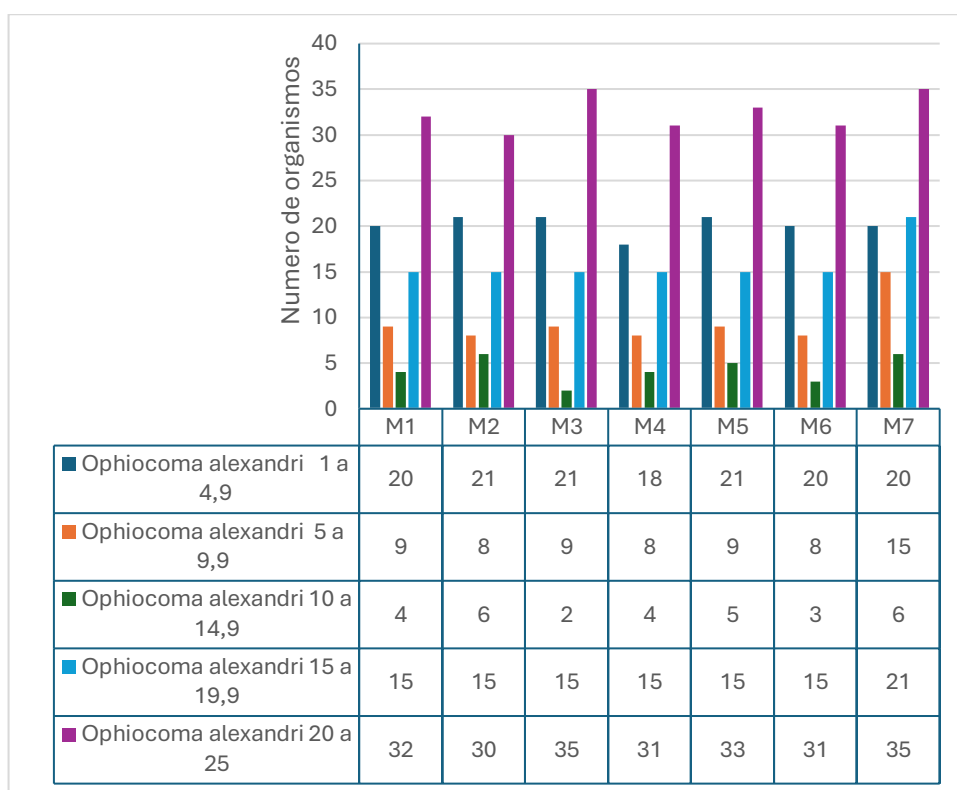


Figura 48.

Rango de tamaños de Ophicomina nigra Ballenita Zona Infralitoral.

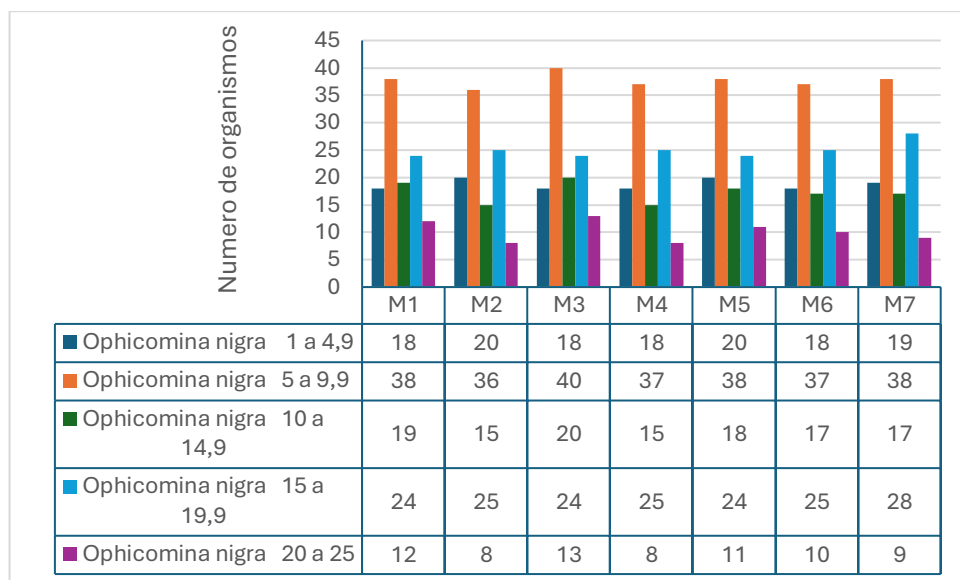


Figura 49.

Rango de tamaños de Ophiocoma alexandri Ballenita Zona Infralitoral.

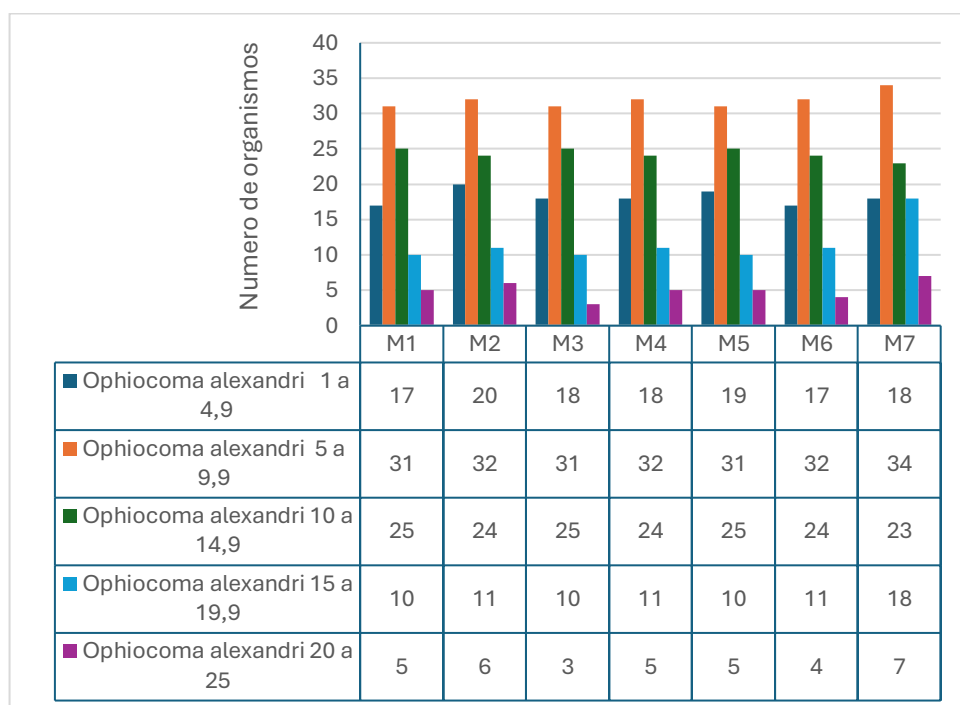


Figura 50.

Rango de tamaños de Ophicomina nigra Ballenita Zona Mesolitoral.

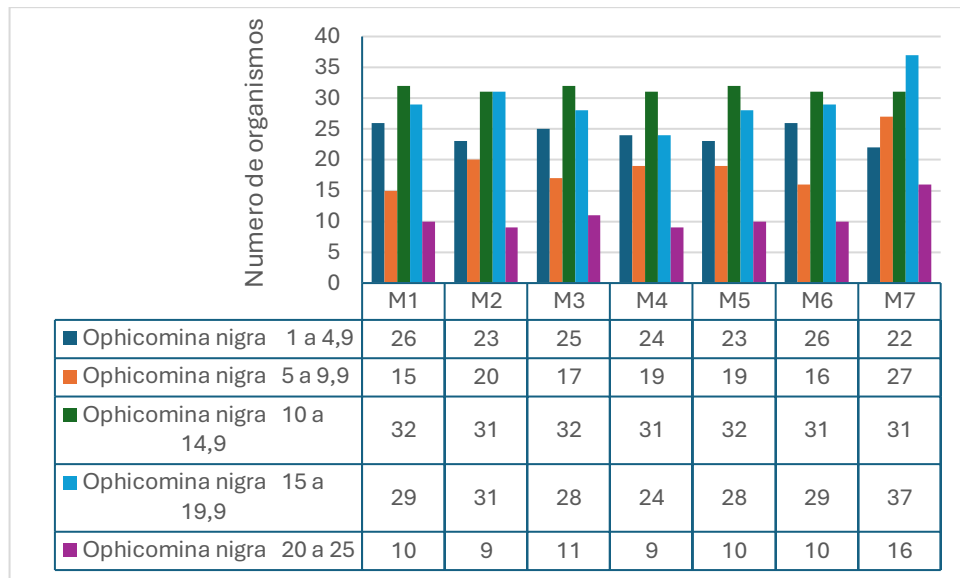


Figura 51.

Rango de tamaños de Ophiocoma alexandri La Entrada Zona Mesolitoral.

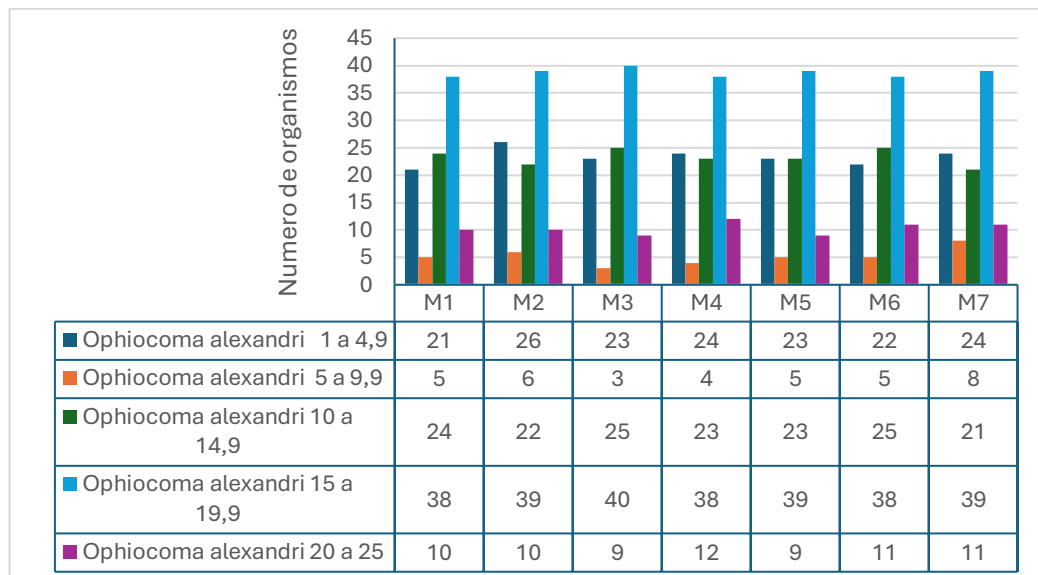


Tabla 7.

Porcentaje de sedimento en La Entrada Zona Infralitoral.

Infralitoral La Entrada	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3	Monitoreo 4	Monitoreo 5	Monitoreo 6	Monitoreo 7
Rocoso	29	25	32	29	29	18	25
Arenoso	39	43	32	39	25	25	32
Bentos	32	32	36	32	46	57	43

Tabla 8.

Porcentaje de sedimento en La Entrada Zona Mesolitoral.

Mesolitoral La Entrada	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3	Monitoreo 4	Monitoreo 5	Monitoreo 6	Monitoreo 7
Rocoso	29	25	18	46	29	29	29
Arenoso	46	50	54	29	32	21	29
Bentos	25	25	29	25	39	50	43

Tabla 9.

Porcentaje de sedimento en Ballenita Zona Infralitoral.

Infralitoral Ballenita	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3	Monitoreo 4	Monitoreo 5	Monitoreo 6	Monitoreo 7
Rocoso	29	25	36	43	29	32	29
Arenoso	39	43	36	29	32	39	14
Bentos	32	32	29	29	39	32	57

Tabla 10.

Porcentaje de sedimento en Ballenita Zona Mesolitoral.

Mesolitoral Ballenita	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3	Monitoreo 4	Monitoreo 5	Monitoreo 6	Monitoreo 7
Rocoso	36	29	32	36	32	29	14
Arenoso	32	36	39	36	36	36	36
Bentos	32	36	29	29	32	39	50

Tabla 11.

Porcentaje de cobertura bentónica La Entrada Zona Infralitoral.

Fecha	<i>Zoanthus</i>	<i>Clodophora glomerata</i>	<i>Codium fragile</i>	<i>Acanthophora spicifera</i>
18 de julio	50	18	14	18
1 de agosto	71	18	4	7
15 de agosto	57	25	11	7
29 de agosto	64	18	11	7
12 de septiembre	75	7	4	14
26 de septiembre	57	11	14	18
10 de Octubre	61	18	4	18

Tabla 12.

Porcentaje de cobertura bentónica La Entrada Zona Mesolitoral.

Fecha	<i>Zoanthus</i>	<i>Clodophora glomerata</i>	<i>Codium Fragile</i>	<i>Acanthophora spicifera</i>
18 de julio	68	14	7	11
1 de agosto	68	14	7	11
15 de agosto	64	14	11	11
29 de agosto	61	18	11	11
12 de septiembre	50	14	11	21
26 de septiembre	46	14	21	18
10 de Octubre	46	18	21	14

Tabla 13.*Porcentaje de cobertura bentónica Ballenita Zona Infralitoral.*

Fecha	<i>Zoanthus</i>	<i>Clodophora glomerata</i>	<i>Codium fragile</i>	<i>Acanthophora spicifera</i>
19 de julio	64	7	14	14
2 de agosto	68	14	7	11
16 de agosto	61	11	14	14
30 de agosto	75	11	11	4
13 de septiembre	61	18	7	14
27 de septiembre	64	11	11	14
11 de Octubre	71	11	7	11

Tabla 14.*Porcentaje de cobertura bentónica Ballenita Zona Mesolitoral.*

Fecha	<i>Zoanthus</i>	<i>Clodophora glomerata</i>	<i>Codium fragile</i>	<i>Acanthophora spicifera</i>
19 de julio	57	14	18	11
2 de agosto	57	14	18	11
16 de agosto	68	4	21	7
30 de agosto	68	14	7	11
13 de septiembre	71	14	4	11
27 de septiembre	54	25	11	14
11 de Octubre	43	14	21	21

Figura 52.

Ophiocoma alexandri en sustrato arenoso.



Figura 53.

Ophiocoma Alexandri posición aboral.



Figura 54.

Ophiocoma Alexandri posición oral.



Figura 55.

Ophiocoma Alexandri sobre una roca.



Figura 56.

Ophicomina nigra posición oral.



Figura 57.

Disco central de Ophicomina nigra bajo estereomicroscopio.



Figura 58.

Disco central de Ophicomina nigra bajo estereomicroscopio posición oral.



Figura 59.

Brazo de Ophiocoma alexandri bajo estereomicroscopio posición aboral.



Figura 60.

Revisión de muestras bajo el estereomicroscopio.



Figura 61.

Toma de parámetros.



Figura 62.

Registro de pH in situ.

