



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

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS ESPECIES DE FORAMINÍFEROS
BENTÓNICOS EN LAS PLAYAS DE LA CALETA Y SANTA ROSA EN LA
PROVINCIA DE SANTA ELENA-ECUADOR.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGA

AUTOR:

DELGADO TUMBACO ASHLY NAOMI

TUTOR:

Blga. YADIRA SOLANO VERA, Mgt.

LA LIBERTAD - ECUADOR

2026



UNIVERSIDAD ESTATAL

PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS ESPECIES DE FORAMINÍFEROS
BENTÓNICOS EN LAS PLAYAS DE LA CALETA Y SANTA ROSA EN LA
PROVINCIA DE SANTA ELENA-ECUADOR.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGA

AUTOR:

DELGADO TUMBACO ASHLY NAOMI

TUTOR:

Blga. YADIRA SOLANO VERA, Mgt.


LA LIBERTAD - ECUADOR

2026

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, “**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS ESPECIES DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS EN LAS PLAYAS DE LA CALETA Y SANTA ROSA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA-ECUADOR**”, elaborado por Delgado Tumbaco Ashly Naomi, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del Título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente:



Blga. Yadira Mónica Solano Vera, Mgt.

DOCENTE TUTOR

C.I: 0913541363

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular “ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS ESPECIES DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS EN LAS PLAYAS DE LA CALETA Y SANTA ROSA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA-ECUADOR”, elaborado por Delgado Tumbaco Ashly Naomi, 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.

Atentamente



Ing. John Pinargote Álava, Mgt.

DOCENTE DE ÁREA

C.I. 1204916884

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo con profunda gratitud hacia Dios, por haber permitido que mis sueños y metas se hicieran realidad, a pesar de los desafíos y dificultades enfrentados en los últimos años.

También quiero reconocer el apoyo constante de mis padres, tíos, abuelos, quienes han sido mi pilar en el camino de superación tanto personal como académica, siempre brindándome su respaldo incondicional.

A todos aquellos que, con su apoyo incondicional, compañía y colaboración, iluminaron mi camino en la educación superior y durante este proceso de titulación. Su respaldo fue el pilar fundamental que sostuvo mis esfuerzos, permitiéndome alcanzar este significativo logro académico y profesional. Con infinita gratitud dedico a ustedes este triunfo, que es también suyo.

AGRADECIMIENTO

A las autoridades y personal académico de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por liderar mi formación.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos los miembros de esta institución por haber sido fundamentales en mi desarrollo académico y profesional, brindándome una educación de calidad y un ambiente propicio para el aprendizaje.

En especial, a la Blga. Yadira Solano Vera, Mgt., guía y tutora de tesis, porque con su idea científica profesional, orientó mi trabajo. Reconozco su invaluable apoyo y dedicación durante todo el proceso de mi tesis, guiándome con su amplio conocimiento y experiencia, lo que fue esencial para la culminación exitosa de este proyecto. Su compromiso y sabiduría científica marcaron una diferencia importante en mi formación investigativa.

A la Blga. María Herminia PhD y a Jorge Cardich PhD, les agradezco sinceramente por sus enseñanzas respecto al tema que enriquecieron mi formación y desarrollo de esta investigación.

A mis abuelos, Elicia y Telmo, mi más profundo agradecimiento y amor eterno. Su cariño, paciencia y sabias palabras han sido el refugio que me sostuvo en los momentos difíciles y la luz que guio mis pasos. Gracias por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo, por creer siempre en mí, este logro es tanto suyo como mío, porque sin ustedes no habría sido posible alcanzar mis sueños.

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Delgado Tumbaco Ashly Naomi** 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: 11 de diciembre de 2025

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

Ing. John Pinargote Álava, Mgt.
DOCENTE DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Blga. Yadira Solano Vera, Mgt.
DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

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

Lcdo. Pascual Roca Silvestre, Mgt
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, **DELGADO TUMBACO ASHLY NAOMI**, estudiante de la Carrera de Biología, declaro que el trabajo de Integración Curricular, cuyo título es **“ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS ESPECIES DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS EN LAS PLAYAS DE LA CALETA Y SANTA ROSA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA-ECUADOR”** corresponde exclusiva responsabilidad del autor por las ideas, hechos, investigación y resultados que presentan y pertenecen al patrimonio intelectual de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



Delgado Tumbaco Ashly Naomi

C.I: 2450691197

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN	3
2. JUSTIFICACIÓN	5
3. OBJETIVOS.....	7
3.1. Objetivo General.....	7
3.2. Objetivos Específicos	7
4. HIPÓTESIS	8
5. MARCO TEÓRICO	9
5.1. Foraminíferos	9
5.2. Ciclo de vida de los foraminíferos	10
5.3. Alimentación.....	11
5.4. Caracterización de las especies de foraminíferos	12
5.5. Importancia de los foraminíferos bentónicos	21
5.6. Factores ambientales.....	22
5.6.1. Temperatura.....	22
5.6.2. Salinidad	22
5.6.3. Oxígeno disuelto	23
5.6.4. Tipo de sustrato.....	23
5.6.5. Otros factores	24
6. METODOLOGÍA	25
6.1. Área de estudio.....	25
6.2. Metodología <i>in situ</i>	26
6.3. Muestreo intermareal y submareal	27
6.4. Metodología en el laboratorio	28
6.5. Análisis granulométrico.....	28
6.6. Trabajo de campo	29
6.7. Análisis estadístico	29
7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	31

7.1.	Identificación de las especies de foraminíferos bentónicos.	31
7.2.	Parámetros ambientales	34
7.3.	Cálculo de Índices ecológicos	37
7.3.1.	Índice de Shannon-Weaver	37
7.3.2.	Índice de Dominancia	37
7.3.3.	Índice de Simpson	39
7.3.4.	Índice de Jaccard	41
7.3.5.	Análisis Clustering en software PAST	41
7.3.6.	Análisis nMDS en software PAST	42
7.3.7.	Correlación abundancia, pH y temperatura en la playa de La Caleta.	43
7.3.8.	Correlación abundancia, pH y temperatura en la playa de Santa Rosa.	45
7.3.9.	Correlación de Pearson	47
7.4.	Análisis de Granulometría	47
8.	DISCUSIÓN	48
9.	CONCLUSIONES	53
11.	BIBLIOGRAFÍA	56
12.	ANEXOS	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Foraminíferos bentónicos: A) <i>Quinqueloculina</i> sp.; B) <i>Bolivina bicostata</i> ; C) <i>Nonion grateloupi</i> ; D) <i>Uvigerina peregrina</i>	10
Figura 2 Ciclo vital de un foraminífero	11
Figura 3 <i>Gyroidina orbicularis</i>	13
Figura 4 <i>Cibicides bertheloti</i>	14
Figura 5 <i>Ammonia</i> sp.	15
Figura 6 <i>Textularia secaensis</i>	16
Figura 7 <i>Discorbis peruvianus</i>	17
Figura 8 <i>Bolivina</i> sp.....	18
Figura 9 <i>Bucella</i> sp.	19
Figura 10 <i>Pninaella scanica</i>	21
Figura 11 Área de estudio, La Caleta y Santa Rosa	25
Figura 12 Referencia de los sectores de muestreo	27
Figura 13 Foraminíferos identificados en la playa La Caleta.....	32
Figura 14 Foraminíferos identificados en la playa de Santa Rosa.....	34
Figura 15 Promedio de los parámetros ambientales de La Caleta.....	35
Figura 16 Promedio de los parámetros ambientales de Santa Rosa	36
Figura 17 Dominancia playa La Caleta.....	38
Figura 18 Dominancia playa Santa Rosa	39
Figura 19 Diversidad playa La Caleta.....	40
Figura 20 Diversidad playa Santa Rosa	40
Figura 21 Dendrograma de los muestreos realizados en la Z1 (La Caleta) y Z2 (Santa Rosa)	42
Figura 22 Análisis nMDS en PAST de La Caleta Z1 y de Santa Rosa Z2.....	43
Figura 23 Correlación entre la abundancia de foraminíferos y el pH de Z1-La Caleta	44
Figura 24 Correlación entre la abundancia de foraminíferos y la temperatura de Z1-La Caleta	45
Figura 25 Correlación entre la abundancia de foraminíferos y el pH de Z2-Santa Rosa	46
Figura 26 Correlación entre la abundancia de foraminíferos y temperatura de Z2-Santa Rosa	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas geográficas	26
Tabla 2 Identificación de foraminíferos bentónicos en la playa La Caleta	31
Tabla 3 Identificación de foraminíferos bentónicos en la playa Santa Rosa.....	33
Tabla 4 Datos físico-químicos promediados por mes de muestreos en la playa de La Caleta.....	35
Tabla 5 Datos físico-químicos promediados por muestreos en la playa de Santa Rosa.....	36
Tabla 6 Índice de Shannon-Weaver de la playa de La Caleta	60
Tabla 7 Índice de Shannon-Weaver de la playa de Santa Rosa.....	60
Tabla 8 Índices ecológicos realizados en el software PAST de la playa La Caleta	61
Tabla 9 Índices ecológicos realizados en el software PAST de la playa Santa Rosa	61
Tabla 10 Cálculo del Índice de Jaccard	61

Tabla 11 <i>Granulometría aplicada en el sector de La Caleta</i>	62
Tabla 12 <i>Granulometría aplicada en el sector de Santa Rosa</i>	63

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Muestreo intermareal</i>	64
Anexo 2 <i>Recolección de la muestra en frasco de 250 ml</i>	64
Anexo 3 <i>Muestreo submareal</i>	65
Anexo 4 <i>Observación microscópica para la identificación de especies</i>	65
Anexo 5 <i>Proceso de tamizado para el análisis granulométrico</i>	66
Anexo 6 <i>Lavado de las muestras de sedimento para granulometría</i>	66
Anexo 7 <i>Pesaje de las muestras de arena para granulometría</i>	67
Anexo 8 <i>Ammonia sp. A vista dorsal, B vista ventral</i>	67
Anexo 9 <i>Pninaella scanica</i>	67
Anexo 10 <i>Gyroidina orbicularis</i>	68
Anexo 11 <i>Cibicides bertheloti; A vista dorsal, B vista ventral</i>	68
Anexo 12 <i>Textularia sp.</i>	68
Anexo 13 <i>Discorbis peruvianus</i>	69
Anexo 14 <i>Bucella sp. A vista dorsal, B vista ventral</i>	69

GLOSARIO Y SIMBOLOGÍA

Foraminíferos	Son protistas ameboides unicelulares, principalmente marinos, con un esqueleto o concha compuesto de una o más cámaras interconectadas; actúan como indicadores paleoambientales en estudios geológicos y ecológicos.
Granulometría	Término que se refiere a la distribución del tamaño de las partículas que componen un sedimento, importante para caracterizar su textura y propiedades físicas.
Sedimento	Material sólido granular, orgánico o inorgánico, que se deposita en ambientes acuáticos o terrestres y que puede formar capas geológicas.
Guía taxonómica	Documento o herramienta que contiene clasificaciones y descripciones sistemáticas para identificar y organizar organismos según sus características y relaciones evolutivas.
Tanatocenosis	Comunidad formada por organismos muertos cuyos restos se encuentran juntos en un contexto geológico o paleontológico, reflejando eventos de mortalidad o sedimentación.
Infauna	Conjunto de organismos que viven dentro del sedimento del fondo marino o de cuerpos de agua, generalmente enterrados o semienterrados.
Epifauna	Organismos que viven sobre la superficie del sustrato marino o terrestre, en contraste con los infaunales.
Zona intermareal	Área del litoral situada entre los límites máximos y mínimos del nivel de marea, expuesta y cubierta por el agua marina de forma alternada.
Zona submareal	Zona del fondo marino que se encuentra permanentemente bajo el agua, incluso durante la marea baja.

ABREVIATURAS

INOCAR	Instituto Oceanográfico de la Armada
pH	Potencial de Hidrógeno
µm	Micrómetro
H'	Índice de Shannon-Wiener
1-D	Índice de Simpson
D	Índice de Dominancia
PAST	Paleontological Statistics

RESUMEN

Los foraminíferos son organismos que están asociados a condiciones ambientales específicas, pero también son la base de muchos estudios evolutivos. Esta investigación se centra en un estudio comparativo de las especies de foraminíferos bentónicos entre las playas de La Caleta y Santa Rosa, que se encuentran en la provincia de Santa Elena, Ecuador. Se relacionó la abundancia y diversidad de estos organismos con las características granulométricas del sedimento y los parámetros ambientales locales. Para ello se utilizó una metodología que incluyó trabajo de campo y análisis en laboratorio durante un periodo de tres meses. En campo se establecieron transectos paralelos en la zona intermareal y submareal de ambas playas, donde se recolectaron muestras de sedimento, alcanzando hasta 10 cm de profundidad en varios sectores específicos. En cada punto de muestreo, se registró temperatura, el pH, la salinidad y el oxígeno disuelto. Las muestras se preservaron en formalina al 10% y luego en el laboratorio se realizó análisis taxonómico. Se identificaron 9 especies, siendo *Ammonia sp.* y *Discorbis peruvianus* las más representativas. Mediante el software especializado PAST, calculando índices ecológicos como Shannon-Weaver, Simpson y Jaccard, se evidenció una diversidad similar en ambas zonas, alta similitud en composición de especies en 88.89%. En la caracterización granulométrica del sedimento reveló que predomina la arena fina en cada playa. Además, a través de los análisis multivariados como Clustering y nMDS se encontró diferencias significativas en la estructura comunitaria. También se evaluaron las correlaciones entre variables biológicas y ambientales aplicando el coeficiente de correlación de Pearson dando correlaciones positivas, Z1 valor de 0,26 y para la Z2 el valor de 0,55; en relación con el pH y la temperatura. Los resultados destacan la influencia de parámetros ambientales como pH y temperatura en la distribución de foraminíferos bentónicos, con similitudes en diversidad, pero diferencias estructurales entre playas, subrayando la importancia de las características sedimentarias locales para la conservación de estas comunidades.

Palabras clave: foraminíferos bentónicos, granulometría, biodiversidad, índices ecológicos, zona intermareal.

ABSTRACT

*Foraminifera are organisms associated with specific environmental conditions, but they are also the basis for many evolutionary studies. This research focuses on a comparative study of benthic foraminifera species between the beaches of La Caleta and Santa Rosa, located in the province of Santa Elena, Ecuador. The abundance and diversity of these organisms were related to the granulometric characteristics of the sediment and local environmental parameters. To this end, a methodology was used that included fieldwork and laboratory analysis over a period of three months. In the field, parallel transects were established in the intertidal and subtidal zones of both beaches, where sediment samples were collected, reaching depths of up to 10 cm in several specific sectors. At each sampling point, temperature, pH, salinity, and dissolved oxygen were recorded. The samples were preserved in 10% formalin and then taxonomic analysis was performed in the laboratory. Nine species were identified, with *Ammonia* sp. and *Discorbis peruvianus* being the most representative.*

Using specialized PAST software to calculate ecological indices such as Shannon-Weaver, Simpson, and Jaccard, a similar diversity was found in both areas, with a high similarity in species composition of 88.89%. The granulometric characterization of the sediment revealed that fine sand predominates on each beach. In addition, multivariate analyses such as Clustering and nMDS found significant differences in community structure. Correlations between biological and environmental variables were also evaluated using Pearson's correlation coefficient, giving positive correlations, Z1 value of 0.26 and Z2 value of 0.55, in relation to pH and temperature.

Keywords: *benthic foraminifera, grain size, biodiversity, ecological indices, intertidal zone.*

1. INTRODUCCIÓN

Para comprender tanto la historia como la condición actual del planeta, existe un grupo de organismos clave debido a su abundancia fósil, evolución, complejidad y tamaño: los foraminíferos. Analizar este grupo implica estudiar sus características biológicas, ciclo vital y factores ecológicos asociados. Cabe señalar que, para investigaciones paleobiológicas, el elemento principal para su identificación es la concha o testa, la cual no solo refleja aspectos funcionales del organismo vivo o en tanatocenosis, sino que también ayuda a explicar el éxito y la distribución de ciertos foraminíferos en ambientes diversos a lo largo del tiempo (Calonge, et al., 2001).

Los foraminíferos son organismos unicelulares marinos que fabrican una estructura conocida como testa, desde la cual proyectan sus pseudópodos. Estas extensiones celulares pueden penetrar el sustrato hasta una profundidad de 2 a 3 mm y cumplen funciones variadas como propulsión, captura de alimento, adhesión a superficies y participación en la digestión. La concha puede estar compuesta por dos componentes; tal como carbonato de calcio o quitina en las especies calcáreas; por partículas de arena cementadas orgánica o mineralmente en los foraminíferos arenosos; o por sílice en los silíceos. Esta estructura está segmentada en múltiples cámaras o forámenes, características que da nombre a este grupo (Ayala-Omaña, 2018).

Según Arreguín-Rodríguez (2024), los foraminíferos bentónicos son el grupo más representativo dentro de la meiofauna para reconstruir ambientes antiguos, debido a varias razones: permiten estimar parámetros como la paleobatimetría y variables fisicoquímicas; constituyen más del 50% de la

biomasa bentónica; presentan una distribución geográfica amplia; y sus conchas se conservan fácilmente en el registro fósil.

En los últimos años, el estudio de foraminíferos bentónicos ha evolucionado de una interpretación ambiental amplia hacia la cuantificación de indicadores específicos, tales como el oxígeno disuelto y el flujo de carbono orgánico, usándolos como indicadores indirectos ambientales. Para que un organismo o comunidad funcione como indicador, debe existir una relación clara y consistente entre su abundancia y la magnitud del factor ambiental (Murray, 2001).

Cannariato et al, (1999) indican que los foraminíferos de aguas profundas son especialmente sensibles a cambios climáticos rápidos y a la contaminación costera, registrando alteraciones en redes tróficas que afectan al ecosistema, lo que los convierte en valiosos indicadores de fluctuaciones ambientales.

En estudios realizados en Ecuador, principalmente por Gualancañay (2007), se ha documentado la presencia de foraminíferos bentónicos en la zona de Salinas, con especies como *Cibicides* sp., *Rotalia cubensis* y *Textularia secasensis*, señalando que parámetros ambientales y tipo de sustrato son decisivos para la diversidad de estos organismos.

Por ello, la presente investigación se enfoca en analizar la abundancia y diversidad de foraminíferos bentónicos en las playas de La Caleta y Santa Rosa, relacionando estos datos con las características del sedimento.

2. JUSTIFICACIÓN

Los litorales arenosos de la provincia de Santa Elena-Ecuador, desempeñan funciones esenciales en el almacenamiento y transporte de sedimentos, la disipación del oleaje y la descomposición de materia orgánica (Romero-González, 2014). La zona intermareal, reconocida por su elevada diversidad biológica y por la adaptación de sus organismos a condiciones ambientales variables, requiere estudios exhaustivos que permitan comprender y conservar su biodiversidad (Araujo-Leyva et al., 2024).

Sin embargo, las actividades antropogénicas tienen el potencial de modificar sustancialmente las condiciones del medio, afectando la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos que proporcionan estos hábitats. Además, fenómenos globales como el aumento del nivel del mar y los cambios climáticos pueden influir en la distribución y abundancia de organismos bentónicos, lo que subraya la necesidad de un monitoreo constante y sistemático. En este sentido, es fundamental adoptar un enfoque multidisciplinario que integre la ecología, la biología marina, geología y ciencias ambientales para la comprensión integral de los ecosistemas costeros y su comportamiento (Araujo-Leyva et al., 2024).

Predominantes en estos ambientes costeros, los foraminíferos bentónicos, muestran respuestas variadas a diferentes estímulos ambientales, tanto naturales como provocados por el hombre, lo que condiciona su diversidad y distribución. Dada su sensibilidad a cambios en el hábitat, estos organismos constituyen bioindicadores valiosos para detectar niveles de contaminación y evaluar modificaciones en el entorno (Gómez-León, 2016).

Esta investigación es importante para comprender los ecosistemas bentónicos de las playas de La Caleta y Santa Rosa, cuyos resultados se proyecta

orientarán hacia estrategias de conservación. Además, aportará al conocimiento sobre la biodiversidad microbentónica en la provincia, contribuyendo a la protección de estos ecosistemas frente a amenazas crecientes.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Comparar la heterogeneidad espacial de foraminíferos bentónicos en dos zonas intermareales, mediante identificación taxonómica de las especies y caracterización granulométrica del sedimento, determinando su importancia como indicadores ecológicos.

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar las especies de foraminíferos bentónicos mediante guías taxonómicas.
- Determinar la diversidad y abundancia de los individuos encontrados a través de índices ecológicos.
- Analizar con el método granulométrico las características físicas del sustrato y registrar parámetros ambientales determinando su influencia en la distribución de los foraminíferos bentónicos.
- Relacionar la estructura de las comunidades de foraminíferos bentónicos entre las playas de La Caleta y Santa Rosa utilizando índice de similitud y análisis multivariados en software PAST.

4. HIPÓTESIS

Ho. La diversidad y abundancia de foraminíferos bentónicos no difiere significativamente entre las playas de la Caleta y Santa Rosa, correlacionándose con el tipo de sedimento presente.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Foraminíferos

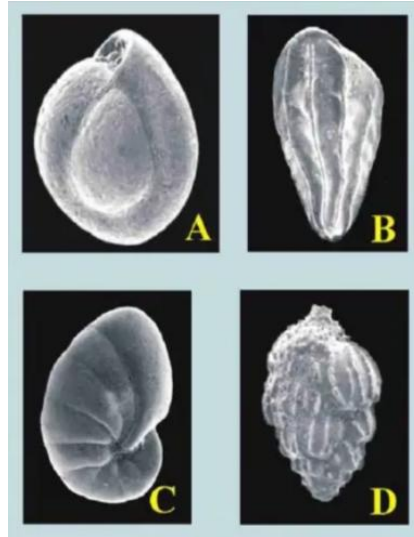
La clase Foraminífera está clasificada dentro del Reino Protocista, específicamente en el Filo Granuloreticulosa según la propuesta de Loeblich & Tappan (1964). Su sistemática se fundamenta en características como la morfología y composición de la concha (testa), la configuración y disposición de las cámaras, así como el número, forma y ubicación de las aperturas, incluyendo la presencia o ausencia de aperturas secundarias o accesorias y posibles modificaciones que estas puedan presentar. Además, se considera la existencia de ornamentaciones en su estructura, elementos que buscan definir su clasificación tal como lo señala Peralta-Vite (2016).

Los organismos pertenecientes a este grupo se distinguen por ser eucariotas unicelulares que presentan reticulopodios granulares, también conocidos como redes pseudopodiales. Su protoplasma está dividido en dos regiones: el endoplasma, que se localiza en el interior de las cámaras ya formadas, y el ectoplasma, el cual está en contacto directo con el medio externo a través de una o varias aperturas (Peralta-Vite, 2016).

La mayoría de las especies cuentan con una testa o concha, la cual es una secreción del ectoplasma (Figura 1). Los pseudópodos, por su parte, desempeñan funciones esenciales como la fijación, excreción, locomoción y captura de alimento. A diferencia de otros, algunas especies carecen de la secreción de una concha, si no que adhieren partículas del ambiente para formar su estructura (Loeblich & Tappan, 1964).

Figura 1

Foraminíferos bentónicos: A) *Quinqueloculina* sp.; B) *Bolivina bicostata*; C) *Nonion grateloupi*; D) *Uvigerina peregrina*



5.2. Ciclo de vida de los foraminíferos

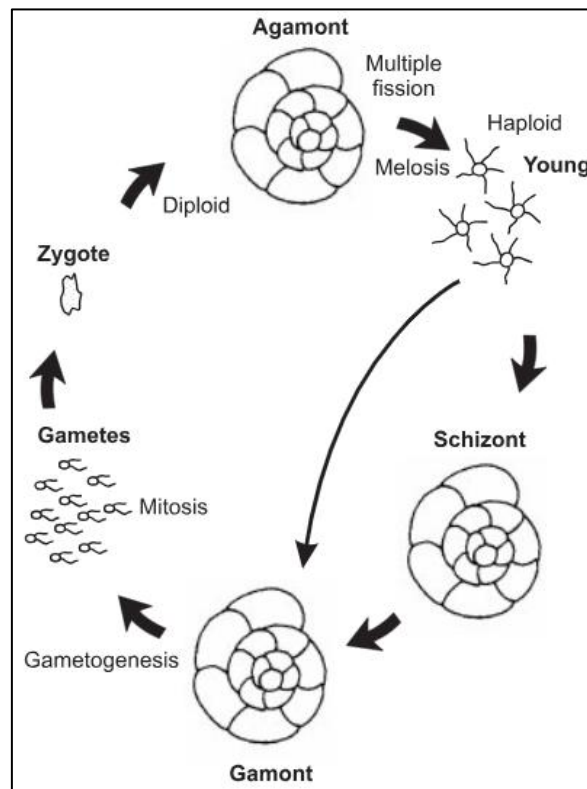
El ciclo vital de estos organismos es complejo e incluye alternancia de generaciones donde intervienen las fases de reproducción tanto sexual como asexual. Según estas modalidades reproductivas, se identifican dos morfologías características: la agamonte, que resulta de la reproducción asexual, y la gamonte, correspondiente a la fase sexual, gametogénesis y fertilización, (Figura 2). En regiones tropicales, este ciclo puede completarse en aproximadamente un año, mientras que en latitudes más elevadas puede extenderse más años, no obstante, esta alternancia no siempre es regular, ya que se observan múltiples variaciones (Peralta-Vite, 2016).

La reproducción asexual genera células hijas haploides que forman gamontes, mientras que la reproducción sexual resulta de la fusión de gametos haploides para formar agamontes diploides. En foraminíferos bentónicos pequeños, las generaciones presentan diferencias morfológicas, tanto que en

especies más grandes se añade una tercera generación (esquizonte) en un ciclo trimórfico más complejo. Los foraminíferos planctónicos parecen reproducirse sexualmente siguiendo ciclos lunares, y la reproducción sexual favorecería la diversidad genética y adaptación a ambientes cambiantes (Armstrong & Brasier, 2005).

Figura 2

Ciclo vital de un foraminífero



Nota. Adaptado de *Foraminíferos bentónicos como indicadores de cambios ambientales producto de derrames de petróleo en la Bahía de Campeche, México* por Peralta-Vite, (2016).

5.3. Alimentación

Ballesteros Prada (2022), comenta que la alimentación y la circulación en los foraminíferos están demarcadas por los pseudópodos, cuya función principal consiste en capturar el alimento y favorecer su ingreso mediante corrientes citoplasmáticas. La digestión puede desarrollarse en los reticulopodios, en la

masa citoplasmática circundante a la abertura, o bien en el interior del citoplasma del cuerpo celular. Se reconoce que los foraminíferos emplean diversas estrategias alimenticias, ya que pueden actuar como consumidores de materia orgánica, herbívoros, carnívoros, omnívoros tanto activos como pasivos, consumidores de partículas en suspensión o depredadores que se alimentan de detritos y bacterias.

5.4. Caracterización de las especies de foraminíferos

Taxonomía

Reino: Chromista

Filo: Foraminífera

Clase: Globothalamea

Orden: Rotaliida

Familia: Gavelinellidae

Género: Gyroidina

Especie: *orbicularis* (Orbigny, 1826)

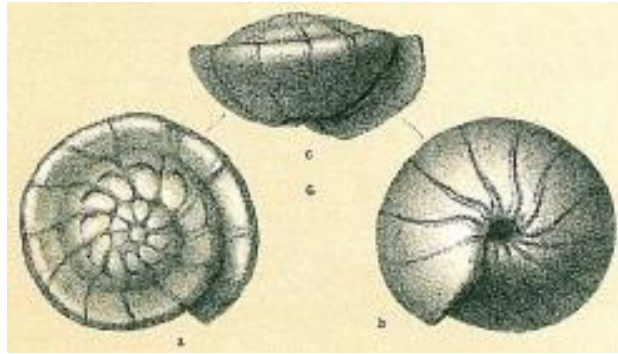
Características morfológicas:

El caparazón calcáreo presenta una forma trocoespiral y se caracteriza por estar finamente perforado, con una superficie lisa y perímetro redondeado. La posición de la última vuelta respecto a las anteriores varía notablemente en la cara dorsal. En la cara ventral, que es involuta, se observa la presencia de un ombligo (Ordoñez et al., 2006).

Tamaño: diámetro 0.20- 0.65 mm; espesor 0.18 - 0.55 mm.

Figura 3

Gyroidina orbicularis



Nota. Imagen de *Gyroidina orbicularis* tomada de World Register of Marine Species, Williamson, W.C, (1848).

Taxonomía

Reino: Chromista

Filo: Foraminífera

Clase: Globothalamea

Orden: Rotaliida

Familia: Cibicididae

Género: Cibicides

Especie: *bertheloti* (Montfort, 1808)

Características morfológicas:

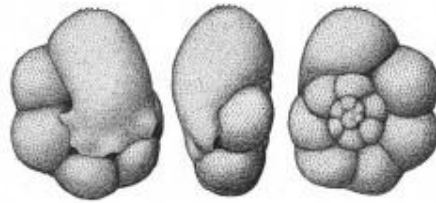
Caracterizado por su concha calcárea presentada de una forma trocoespiral y está finalmente perforado, con una superficie lisa y un perímetro redondeado. La última espiral en la cara dorsal muestra una variación considerable en su ubicación respecto a las espirales anteriores. En la cara ventral involuta, se encuentra un ombligo, además, el caparazón es algo comprimido y exhibe una biconvexidad desigual que presenta numerosas cámaras; la suturas

limbadas son curvadas y sobresalen; mientras que la abertura se caracteriza por una ranura arqueada en la base de la última cámara que se extiende hasta el ombligo (Ordoñez et al., 2006).

Tamaño: 0.55 mm

Figura 4

Cibicides bertheloti



Nota. Imagen de *Cibicides bertheloti* tomada de World Register of Marine Species, Williamson, W.C. (1848).

Taxonomía

Reino: Chromista

Filo: Foraminífera

Clase: Globothalamea

Orden: Rotaliida

Familia: Rotaliidae

Género: Ammonia (Brünnich, 1771)

Características morfológicas:

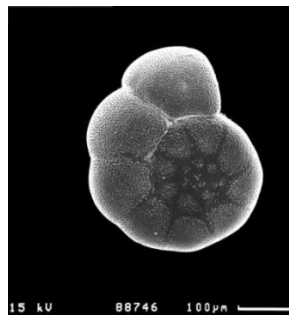
Presenta una amplia distribución en hábitat que varían desde aguas salobres hasta ambientes marinos, mostrando una alta diversidad morfológica y

una notable capacidad para tolerar diferentes rangos de salinidad. Su concha hialina está organizada en una espira helicoidal, con caras anchas y biconvexas; periferia redondeada con lóbulos variables; cámaras ligeramente infladas entre tres o cuatro vueltas; la pared de la concha es calcárea y finamente perforada. Las suturas se encuentran en la cara espiral a nivel de la concha, mientras que en la parte ventral presentan bordes irregulares; la abertura es interiomarginal.

Tamaño: Diámetro mayor 0.7 mm.

Figura 5

Ammonia sp.



Nota. Imagen de *Ammonia sp.* tomada de NMITA Neogene Marine Biota of Tropical America, (1951).

Taxonomía

Reino: Chromista

Filo: Foraminífera

Clase: Globothalamea

Orden: Textulariida

Familia: Textulariidae

Género: *Textularia*

Especie: *secaensis* (Lalicker y McCulloch, 1940)

Características morfológicas:

El foraminífero bentónico descrito se identifica por poseer una concha calcárea y transparente, compuesta por cámaras angulares organizada en dos filas, con un contorno que exhibe bordes dentados y suturas deprimidas. Generalmente, esta concha es libre presentando lados aplanados con una superficie lisa y pulida (Jaques Ayala, 2014).

Figura 6

Textularia secaensis



Nota. Imagen de *Textularia secaensis* tomada de *World Foraminifera Database* por France, (1824).

Taxonomía

Reino: Chromista

Filo: Foraminífera

Clase: Globothalamea

Orden: Rotaliida

Familia: Discorbidae

Género: Discorbis

Especie: *peruvianus* (Lamarck, 1804)

Características morfológicas:

Presenta un caparazón de forma rotaliforme con un contorno aproximadamente circular, compuesto por dos vueltas. Su lado dorsal es convexo, mientras que en el ventral es cóncavo, y el margen periférico muestra una angulosidad ligera. La última vuelta del caparazón cuenta con cinco cámaras, y la abertura, ubicada en la base, es angosta y curvada. Las paredes del caparazón son perforadas con suturas deprimidas, características que permiten identificarlo dentro de ciertos grupos taxonómicos bentónicos (Pillasagua, 2022).

Figura 7

Discorbis peruvianus



Nota. Imagen de *Discorbis peruvianus* tomada de World Register of Marine Species, Williamson, W.C. (1804)

Taxonomía

Reino: Chromista

Filo: Foraminifera

Clase: Globothalamea

Orden: Rotaliida

Familia: Bolivinidae

Género: Bolivina (Orbigny, 1839)

Características morfológicas:

La concha del foraminífero bentónico es de tipo aglutinada, usualmente alargada y enrollada en espiral. Se caracteriza por una conchilla delicada que presenta numerosas cámaras estrechas y robustas, con suturas oblicuas que exhiben pros finos. En el eje principal del caparazón, las suturas se encuentran engrosadas, y la sección transversal muestra una forma romboidal con bordes agudos. La abertura se presenta larga y estrecha, con un borde suavemente engrosado debido a la expansión de una parte de la placa dental (Jaques Ayala, 2014).

Tamaño: Máxima longitud 0.5 mm.

Figura 8

Bolivina sp.



Nota. Imagen de *Bolivina sp.* tomada de World Register of Marine Species, Williamson, W.C. (1839)

Taxonomía

Reino: Chromista

Filo: Foraminifera

Clase: Globothalamea

Orden: Rotaliida

Familia: Trichohyalidae

Género: *Bucella* (Andersen, 1952)

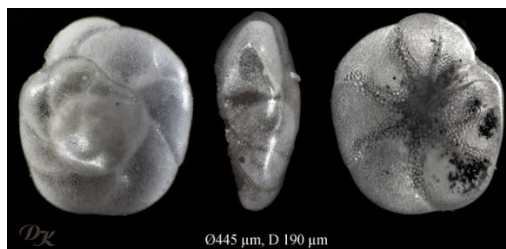
Características morfológicas:

Se trata de un organismo que varía de pequeño a mediano, con una forma globulosa a subsférica; formada por varias cámaras, generalmente entre 3 y 5 en los ejemplares adultos, que se organizan en un enrollamiento trocoespiral; la pared de la testa es de calcita, con un tipo hialino que es transparente y poroso, y presenta una superficie que puede ser lisa o ligeramente granular. Los septos que separan las cámaras son delgados, y la apertura, conocida como peristoma, es simple, a menudo con un labio que es bastante grueso. Se encuentra en ambientes marinos pocos profundos, generalmente en sedimentos que son arenosos o fangosos (Alvarado-Sánchez & Martínez-Rodríguez, 2023).

Tamaño: 100 y 500 μm .

Figura 9

Bucella sp.



Nota. Imagen de *Bucella* sp. tomada de NMITA Neogene Marine Biota of Tropical America, (1951)

Taxonomía

Reino: Chromista

Filo: Foraminifera

Clase: Globothalamea

Orden: Rotaliida

Familia: Asterigerinatidae

Género: Pninaella

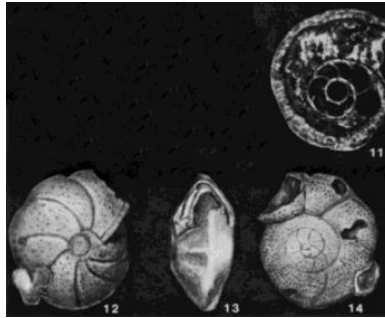
Especie: *scanica* (Brotzen, 1948)

Características morfológicas:

Se caracteriza por poseer su test en forma de espiral o ligeramente enrollado en un solo plano, con un contorno que puede ser redondeado u ovalado; está formado por varias cámaras estrechas, organizadas en una espiral plana; la pared es de calcita de tipo hialino que suele ser lisa, aunque algunas especies presentan una ornamentación delicada; posee una abertura simple ubicada en el margen ventral del test. Se lo puede encontrar en ambientes marinos de plataforma continental principalmente en sedimentos finos (López-García & Pérez-González, 2024).

Figura 10

Pninaella scanica



Nota. Adaptado de *Treatise on the invertebrate paleontology* por Loeblich y Tappan, (1987).

5.5. Importancia de los foraminíferos bentónicos

Son esenciales para la interpretación de eventos globales y cambios rápidos, ya que especies de aguas profundas responden de manera sensible a estas fluctuaciones, facilitando el análisis de eventos históricos de calentamiento global y extinciones masivas (Cannariato et al., 1999). Su utilización multidisciplinaria ha impulsado significativamente el micropaleontología, aportando información valiosa sobre la evolución biológica y las variaciones del medio a lo largo del tiempo geológico (Alegret, 2023).

Páez et al., (2001) alega que investigaciones en sedimentos micróximos en la Bahía Mejillones del Sur, Chile, confirmaron la presencia abundante de *Bolivina* en ambientes con bajas concentraciones de oxígeno, lo que evidencia su rol en reconstrucciones ambientales y en el análisis del estado actual de cuerpos de agua afectados por procesos de anoxia o hipoxia.

En estudios actuales, los foraminíferos bentónicos permiten evaluar las condiciones paleoambientales de regiones específicas mediante la identificación morfológica de los grupos asociados a diferentes ambientes marinos,

profundidades y niveles de oxígeno, lo que facilita la interpretación de la historia geológica y ambiental de sectores biogeográficos específicos (Betancourt, 2014).

5.6. Factores ambientales

5.6.1. Temperatura

La temperatura es un factor ambiental fundamental que regula la distribución y el metabolismo de los foraminíferos bentónicos, especies específicas se adaptan a rangos térmicos determinados, afectando su tasa de crecimiento y reproducción. Cabe señalar que los ambientes marinos profundos con temperaturas constantes y bajas (alrededor de 1°C) presentan especies con ciclos evolutivos más lentos y mayor estabilidad en sus poblaciones (Alegret, 2023).

5.6.2. Salinidad

La salinidad del agua ejerce un papel determinante en la estructura de las comunidades de foraminíferos, afectando tanto su diversidad como abundancia. No obstante, algunas especies muestran tolerancia a un amplio rango de salinidades, permitiéndoles habitar ambientes con valores inferiores o superiores al promedio marino. La mayoría de las especies marinas se desarrollan óptimamente en entornos cuya salinidad oscila entre 33 y 37 partes por mil, mientras que las desviaciones dentro de este rango pueden provocar alteraciones en composición específica de dichas comunidades (Van Morkhoven et al., 1986).

En ambientes hipersalinos, caracterizados por elevados niveles de sales y altas concentraciones de compuestos como carbonatos, predominan especies con testas porcelanáceas, las cuales presentan adaptaciones que favorecen la

protección del protoplasma frente a gradientes osmóticos y estrés por salinidad extrema, esta diferenciación refleja la capacidad de los foraminíferos para colonizar diversos nichos ecológicos según sus adaptaciones fisiológicas a la salinidad (Ballesteros Prada, 2022).

5.6.3. Oxígeno disuelto

El nivel de oxígeno disponible en el agua y en el sedimento es crucial para la supervivencia de los foraminíferos bentónicos. Zonas con bajos niveles de oxígeno provocan una disminución en la diversidad y pueden favorecer ciertas especies adaptadas a condiciones hipóxicas, tales como algunas del género *Bolivina* (Vega Añasco, 2024). Además, la concentración de oxígeno interactúa con otros factores químicos, como el pH, afectando la bioquímica y disponibilidad de nutrientes, y como consecuencia a estos organismos (Murray, 2006).

5.6.4. Tipo de sustrato

La granulometría es la rama de la ciencia que se encarga de estudiar cómo se distribuyen los tamaños de las partículas en materiales sólidos, como suelos, arenas o gravas. Su objetivo es medir y clasificar estas partículas según su tamaño, lo que nos ayuda a entender sus características físicas y los procesos tanto geológicos como ambientales que las influyen (Hulatt, 2025).

Para hacer granulometría, es necesario efectuar varios métodos como el tamizado o la sedimentación; los resultados se presentan en una curva granulométrica, que ilustra la proporción de partículas en función de su tamaño. Esta información es crucial en campos como la geología, la arqueología y la

ingeniería civil, ya que permite comprender la textura, el origen y la estabilidad de los materiales (Terreros de Varela & Moreno Lituma, 1995).

En los foraminíferos bentónicos, el sedimento o sustrato al cual se adhieren, como rocas, desempeñan un papel fundamental en la distribución de las especies, ya que el flujo de oxígeno y nutrientes depende de gran medida de la permeabilidad de dicho sustrato. Diversos factores, tales como la composición química y el tamaño de grano, influyen asimismo en la presencia o ausencia de ciertos organismos, afectando la composición de comunidades en distintos ecosistemas (Ballesteros Prada, 2022).

Armynot du Châtelet et al. (2009) indican que el tamaño del grano del sustrato condiciona la distribución de estas especies; por ejemplo, la densidad y riqueza de especies bentónicas de foraminíferos tienden a ser menores en sedimentos de grano más grueso, además algunos individuos prefieren sustratos limosos y arcillosos, especialmente aquellas que muestran tolerancia a condiciones contaminadas.

5.6.5. Otros factores

La luz, la presión y la disponibilidad de nutrientes también regulan la dinámica poblacional de los foraminíferos, especialmente en aguas someras y estuarinas, donde los cambios ambientales son más acentuados (Alegret, 2023).

6. METODOLOGÍA

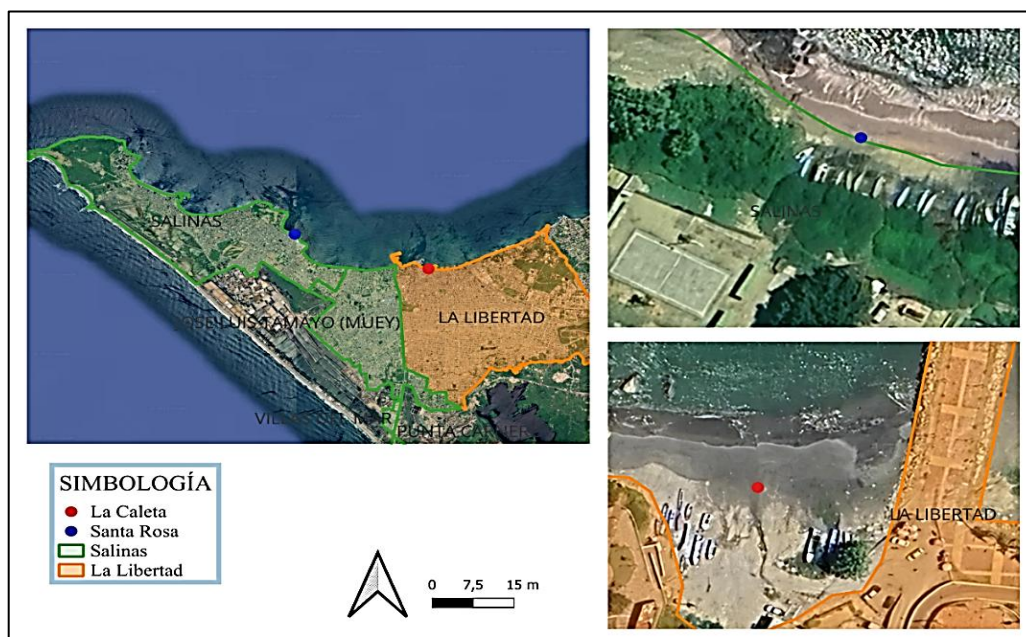
6.1. Área de estudio

La zona de estudio, como se muestra en la figura 11, incluye dos playas diferentes: La Caleta ($2^{\circ}13'17''$ S, $80^{\circ}54'52''$ O) y Santa Rosa ($2^{\circ}12'27''$ S, $80^{\circ}56'59''$ O) (Ver Tabla 1).

La Caleta está situada en el cantón La Libertad, que es la ciudad más poblada de la provincia de Santa Elena. Este lugar se caracteriza por un clima cálido árido, con temperaturas promedio anuales de 24.7°C , una geografía irregular, y una zona seca que integra pampas salineras y pocas precipitaciones (Wayback Machine, 2018). Santa Rosa, se encuentra en el área metropolitana conocida como La Puntilla, tiene un clima similar, también cálido y árido, con una temperatura anual promedio de 23.1°C y está a 40 metros sobre el nivel del mar (AccuWeather, 2025).

Figura 11

Área de estudio, La Caleta y Santa Rosa



Nota. Los puntos representan las zonas de muestreo, el círculo rojo es la zona de la playa La Caleta y el círculo azul es la zona de la playa de Santa Rosa.

Tabla 1*Coordenadas geográficas*

Área de estudio	Coordenadas geográficas	
	Latitud	Longitud
La Caleta	-2.22081	-80.91440
Santa Rosa	-2.20744	-80.94972

A pesar de estar tan cerca uno del otro, estos lugares tienen diferencias notables en su infraestructura, la actividad pesquera y el entorno costero, factores que podrían influir en las comunidades de foraminíferos bentónicos que habitan en cada zona. Para entender mejor cómo la diversidad, abundancia y distribución de estos organismos, es necesario llevar a cabo estudios específicos que se enfoquen en estos organismos en ambas áreas.

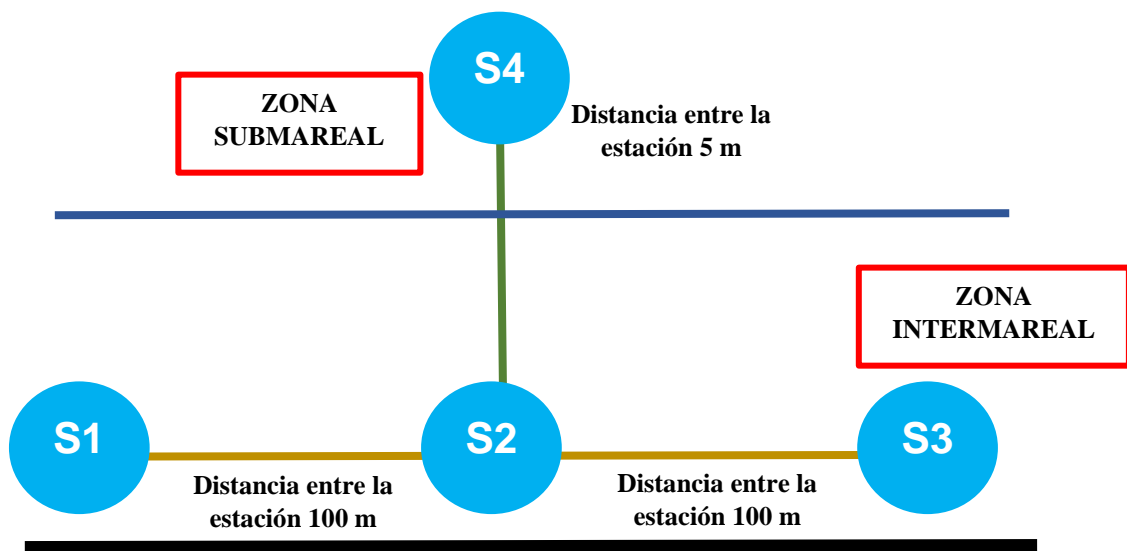
6.2. Metodología *in situ*

Para estimar el perfil costero en las playas de La Caleta (Z1) y de Santa Rosa (Z2) se usó una cinta métrica de 100 metros. En cada punto de muestreo, se definieron tres sectores en la zona intermareal (S1, S2, S3) y un sector en la zona submareal (S4), además de recolectar una muestra adicional para el análisis granulométrico. Este procedimiento sigue el método propuesto por Alejandro (2022), que ha demostrado ser efectivo para caracterizar perfiles costeros en entornos similares.

Scott et al., 2005, recalca que es aconsejable realizar muestreos a lo largo de transectos que se extiendan desde la costa hacia mar adentro, abarcando áreas submareales poco profundas, en este caso se tomará una distancia de 5 metros y a una profundidad de 1 metro. Se realizarán dos muestreos mensuales durante tres meses, con un total de ocho muestras por playa. Además, para un análisis ambiental complementario, en cada punto de muestreo se medirá parámetros de temperatura, pH y salinidad del agua utilizando un multiparámetro (Figura 12).

Figura 12

Referencia de los sectores de muestreo



6.3. Muestreo intermareal y submareal

Para recolectar las muestras, se emplearon tubos de muestreo tipo core con un diámetro de 2 pulgadas y una longitud de 50 cm. Estos tubos se insertaron hasta una profundidad de 10 cm en el sedimento. El material que se extrajo se guardó en frascos plásticos de 250 ml, que estuvieron debidamente etiquetados, y se añadió una solución de formalina al 10% para su análisis posterior (Fernández & Zapata, 2010). Esta metodología aseguró que las muestras se

mantengan intactas permitiendo un estudio adecuado de los organismos bentónicos que se encuentren.

6.4. Metodología en el laboratorio

Las muestras que se recolectó fueron llevadas al laboratorio de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE) para su identificación microscópica, utilizando guías taxonómicas. La metodología que se siguió se basa en el protocolo establecido por Murray (1991), que es muy reconocido en el ámbito de foraminíferos. Este procedimiento incluye una disgregación química con una solución de peróxido de hidrógeno al 10%, que se aplica a las muestras secas; esto ayuda a desintegrar los agregados sedimentarios después de un reposo de 12 horas, permitiendo que la acción oxidante funcione sin dañar las conchas de los microorganismos. Luego se procedió a un proceso de secado y tamizado, siguiendo lo indicado por Arenillas (2000), usando mallas estandarizadas de 300 μm para retener las fracciones más gruesas y de 60 μm para capturar ejemplares completos de foraminíferos, lo que optimiza la selección para su análisis taxonómico. La identificación se realizó con la experiencia del PhD. Jorge Cardich en donde se efectuó especie y en unos casos hasta género, utilizando claves elaboradas por autores como Gualancañay (2007) y el Atlas of Benthonic Foraminifera de Holbourn, Henderson y MacLeod (2013).

6.5. Análisis granulométrico

Para efectuar el análisis del tamaño de partícula de los sedimentos, se llevó a cabo un análisis de las muestras en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería

de la UPSE, asegurando así seguir todos los protocolos establecidos. La recolección de sedimentos se desarrolló utilizando nucleadores o cores, lo que permitió obtener una representación adecuada del área de estudio.

6.6. Trabajo de campo

Después las muestras fueron deshidratadas en una estufa a una temperatura controlada entre 60 y 100 °C durante 24 horas, con el fin de eliminar cualquier humedad residual (Gutiérrez-Rodríguez, 2023).

Una vez que están secas, las muestras se pesarán de nuevo y se someterán a un proceso de tamizado utilizando tamices de tamaños designados como números 4, 10, 40 y 200 micras; esto nos ayudó a fraccionar el sedimento en diferentes rangos granulométricos; los datos que se obtuvo se registraron en hojas de cálculo para su análisis estadístico posterior, facilitando la clasificación del sedimento en categorías estándar como grava, arena, limo y arcilla (Usuga-Guisao & Angulo-Rivas, 2021). Este procedimiento es clave para caracterizar la textura del sedimento, que influye directamente en las propiedades físicas y químicas del hábitat bentónico.

6.7. Análisis estadístico

Para desarrollar el análisis estadístico, se empleó hojas de cálculo en Excel para crear una matriz de datos que integren las especies encontradas en cada uno de los muestreos; también se usó el software PAST (Paleontological Statistics), una herramienta diseñada específicamente para el análisis estadístico de datos científicos, esto nos permitió calcular varios índices ecológicos y

realizar análisis complejos que el programa proporciona, tales como Clustering y nMDS.

Se aplicó el índice de Shannon para evaluar la diversidad de géneros, siguiendo la referencia de Usera y Blázquez (1997). Además, se utilizó los índices de Simpson y Jaccard, siendo este último necesario para determinar el grado de similitud entre las diferentes zonas muestreadas. Para examinar la relación entre las variables biológicas y ambientales, se empleó el coeficiente de correlación de Pearson, que varía entre -1 y 1, ampliamente usado en ecología bentónica por su capacidad para detectar correlaciones lineales en datos cuantitativos; se supone normalidad previa (mediante pruebas como Shapiro-Wilk). El coeficiente de Pearson es ideal para datos continuos bivariados con distribución normal, común en estudios de foraminíferos bentónicos para correlacionar abundancia/diversidad con pH, temperatura u oxígeno (Marrugan, 2004).

La combinación de estos métodos permitió definir de manera sólida la diversidad, la estructura comunitaria y las relaciones ambientales de las comunidades en estudio, lo que facilita interpretación ecológica e identificación de patrones en la dinámica de los foraminíferos bentónicos.

7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

7.1. Identificación de las especies de foraminíferos bentónicos.

En los meses de agosto, septiembre y octubre, se realizó seis monitoreos en las playas de La Caleta y Santa Rosa, en donde se recolectaron un total de 48 muestras.

Con la ayuda de claves taxonómicas y del especialista Ph.D. Jorge Cardich se logró identificar un total de 153 foraminíferos bentónicos, en donde 61 organismos fueron encontrados en La Caleta con una predominancia de la especie *Ammonia* sp. y 92 organismos en Santa Rosa con su predominancia de la especie *Discorbis peruvianus*.

La tabla 2 y figura 13, que corresponde a La Caleta, muestra una variabilidad en la cantidad de individuos entre las diferentes estaciones. Por ejemplo, en algunos muestreos como M3, se registran hasta 28 individuos, mientras que en otros se observan números más bajos.

Tabla 2

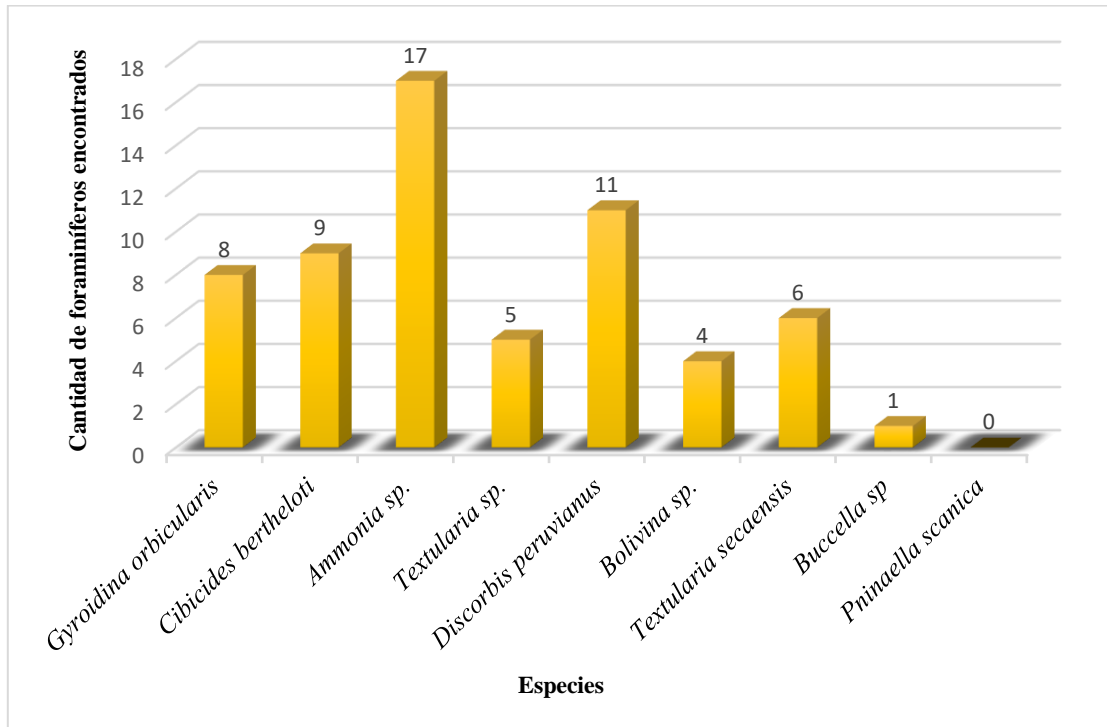
Identificación de foraminíferos bentónicos en la playa La Caleta

ESPECIES	MUESTREOS						TOTAL
	AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	
<i>Gyroidina orbicularis</i>	1	1	1	2	1	2	8
<i>Cibicides bertheloti</i>	3	1	1	2	1	1	9
<i>Ammonia</i> sp.	2	2	2	5	4	2	17
<i>Textularia</i> sp.	1	1	0	2	0	1	5
<i>Discorbis peruvianus</i>	3	1	2	3	2	0	11
<i>Bolivina</i> sp.	0	0	2	0	1	1	4
<i>Textularia secaensis</i>	1	1	2	0	0	2	6

<i>Buccella sp</i>	0	0	1	0	0	0	1
<i>Pninaella scanica</i>	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	11	7	11	14	9	9	61

Figura 13

Foraminíferos identificados en la playa La Caleta



En la tabla 3 y figura 14, que se refiere a Santa Rosa, también se nota una heterogeneidad en la abundancia. Aquí, se destaca una mayor cantidad general de diversidad en estaciones como M3, M4 y M5, esto sugiere que algunas estaciones tienen comunidades más variadas y más diversas que otras, como *Discorbis peruvianus* que tiende a prosperar en condiciones más favorables como sedimentos de grano fino con los niveles adecuados de oxígeno y materia orgánica que apoyan su alimentación y reproducción. Por otro lado, *Pninaella scanica*, que se encuentra en menor número, generalmente prefiere entornos

menos favorables, posiblemente con sedimentos más pobres, niveles fluctuantes de salinidad o pH, o que enfrentan un mayor estrés ambiental.

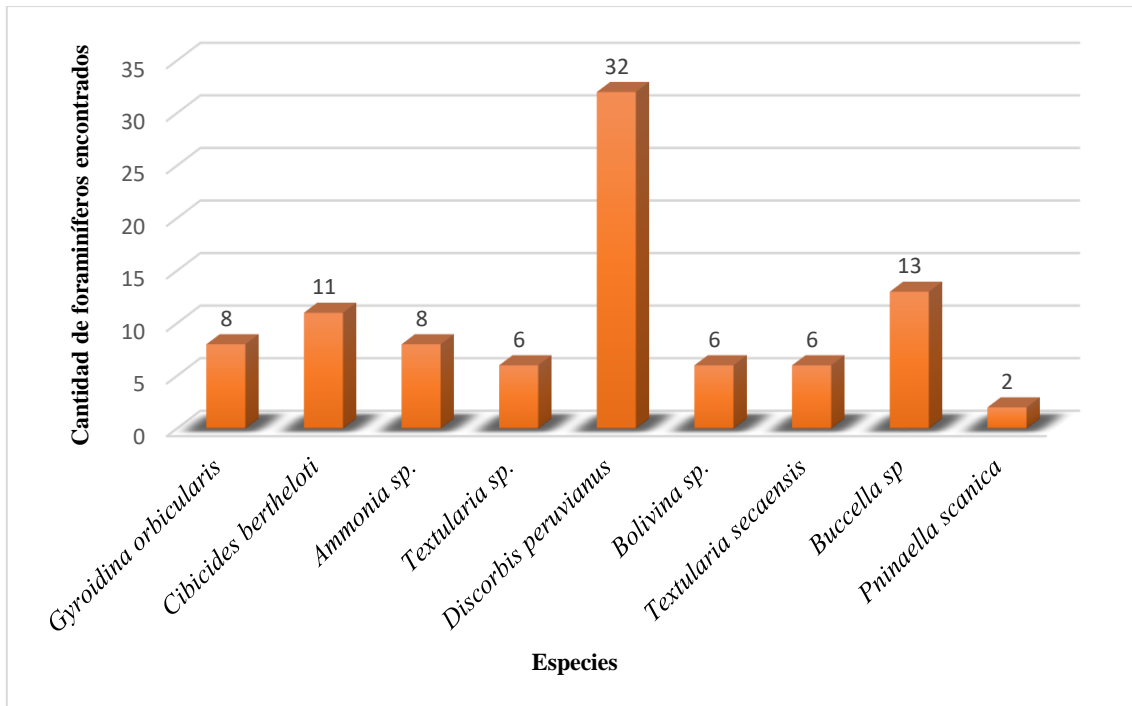
Tabla 3

Identificación de foraminíferos bentónicos en la playa Santa Rosa

ESPECIES	MUESTREOS						TOTAL
	AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	
<i>Gyroidina orbicularis</i>	1	0	4	1	1	1	8
<i>Cibicides bertheloti</i>	0	4	3	2	2	0	11
<i>Ammonia sp.</i>	1	0	3	1	1	2	8
<i>Textularia sp.</i>	0	0	2	2	2	0	6
<i>Discorbis peruvianus</i>	6	3	7	8	5	3	32
<i>Bolivina sp.</i>	1	0	2	0	2	1	6
<i>Textularia secaensis</i>	0	0	3	2	1	0	6
<i>Buccella sp</i>	1	1	3	3	2	3	13
<i>Pninaella scanica</i>	0	1	1	0	0	0	2
TOTAL	10	9	28	19	16	10	92

Figura 14

Foraminíferos identificados en la playa de Santa Rosa



7.2. Parámetros ambientales

Durante los muestreos se tomaron parámetros en cada playa que presentan valores promedio de salinidad, pH, temperatura y oxígeno disuelto (Tablas 4 y 5). Ambos sitios presentan condiciones ambientales relativamente estables con salinidades entre 32,38 y 33,52 UPS, temperaturas cercanas a 28 °C y oxígeno disuelto cercano a 27,87 y 28,01 mg/L. las ligeras diferencias entre sitios pueden influir en la comunidad bentónica, dado que estos parámetros condicionan la supervivencia y distribución de los foraminíferos.

Tabla 4

Datos físico-químicos promediados por mes de muestreos en la playa de La Caleta

PARÁMETROS	MUESTREOS						PROMEDIO
	AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	
Salinidad (PSU)	32	32,5	33	32,6	31	33,2	32,38
pH	7,32	7,6	8	7,33	7,76	7,65	7,61
Temperatura (°C)	26,8	27	28,1	27,8	28,2	27	27,48
Oxígeno disuelto (% sat.)	27,5	28,1	27,7	28	27,6	28,3	27,87

Figura 15

Promedio de los parámetros ambientales de La Caleta

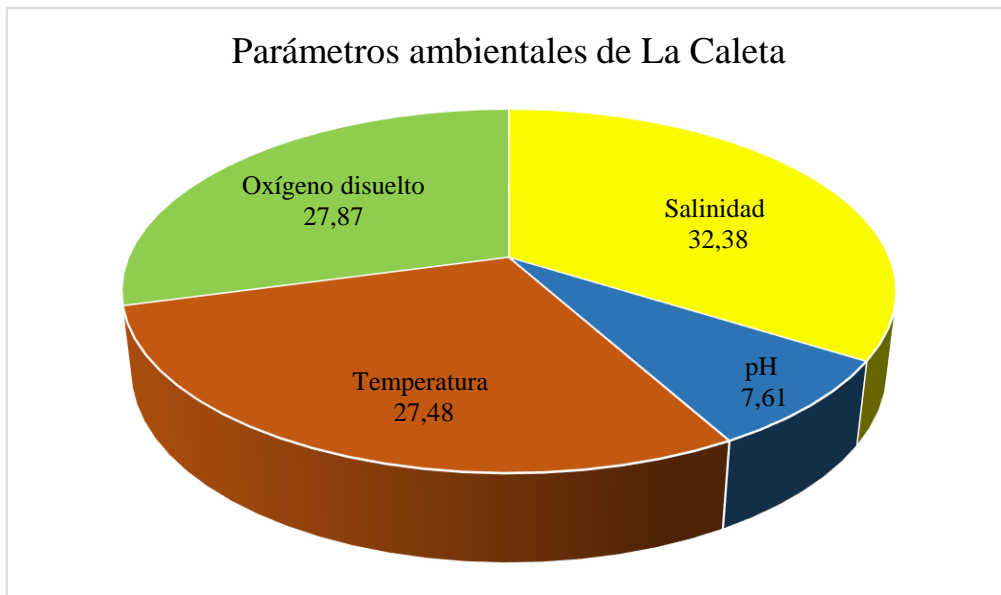


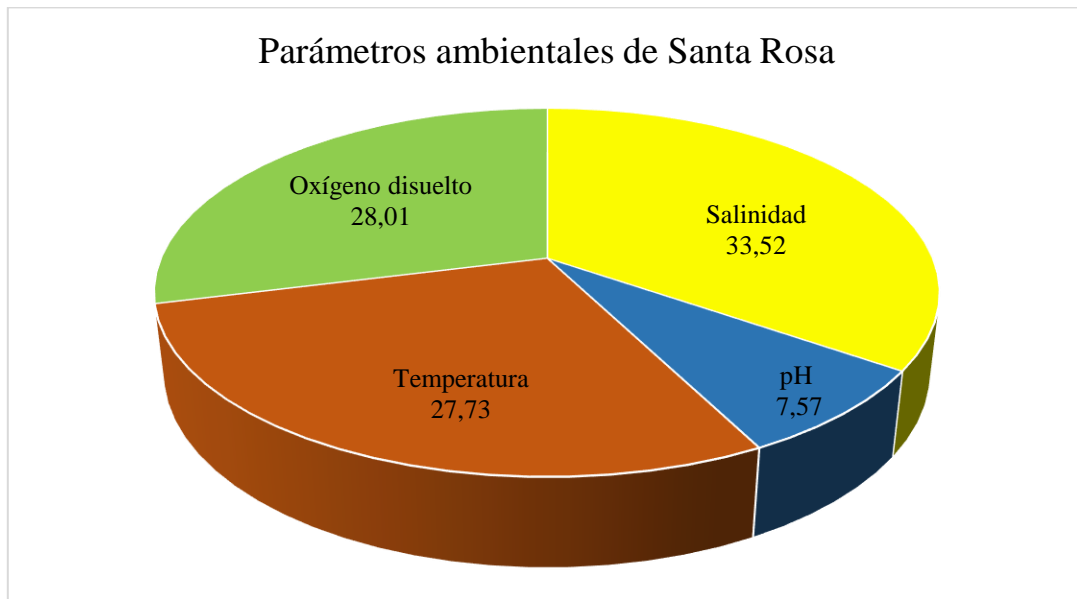
Tabla 5

Datos físico-químicos promediados por muestreos en la playa de Santa Rosa

PARÁMETROS	MUESTREOS						TOTAL
	AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	
Salinidad (PSU)	34	33,2	32,7	33,8	33,4	34	33,52
pH	7,52	8,1	7,54	7,42	7,45	7,38	7,57
Temperatura (°C)	28,3	27,9	28,5	26,7	28,1	26,9	27,73
Oxígeno disuelto (% sat.)	27,5	28,1	27,8	28,4	27,95	28,3	28,01

Figura 16

Promedio de los parámetros ambientales de Santa Rosa



7.3. Cálculo de Índices ecológicos

7.3.1. Índice de Shannon-Weaver

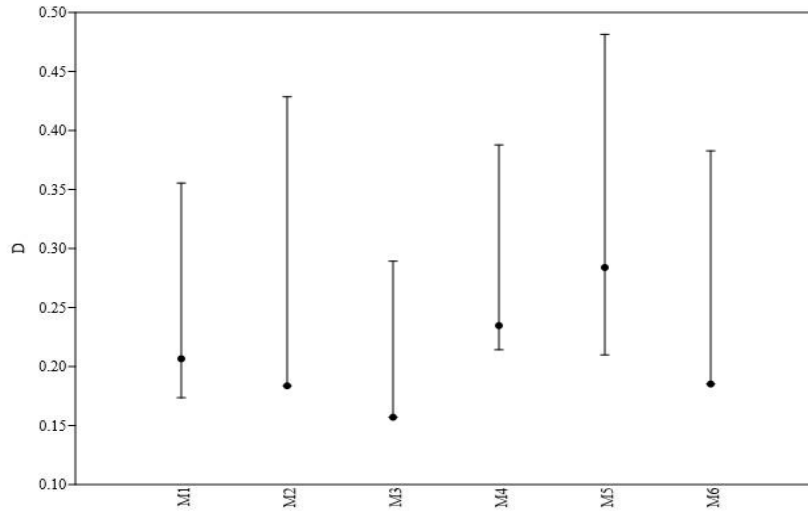
Se presentan los valores calculados del índice de diversidad para las especies registradas, mostrando resultados de 1,89 bits para La Caleta y 1,94 bits para Santa Rosa. Estos números indican que ambas playas tienen una diversidad moderada y comparable en cuanto a riqueza y equitatividad, lo que sugiere que el hábitat bentónico es saludable y presenta cierta heterogeneidad en la composición de sus comunidades (Ver tabla 6 y 7).

7.3.2. Índice de Dominancia

En la ilustración del sector de La Caleta, se observa valores inversos al índice de Simpson correspondientes a los muestreos realizados, se ubicó valores de dominancia altos en los meses de septiembre y octubre que se evidencian en M5 con un valor de 0,28 bits, seguido de M4 con un índice de 0,23 bits; mientras que valores inferiores comprenden M1 de 0,20; M2 y M6 con el valor de 0,18; y M3 de 0,15 (Figura 17).

Figura 17

Dominancia playa La Caleta

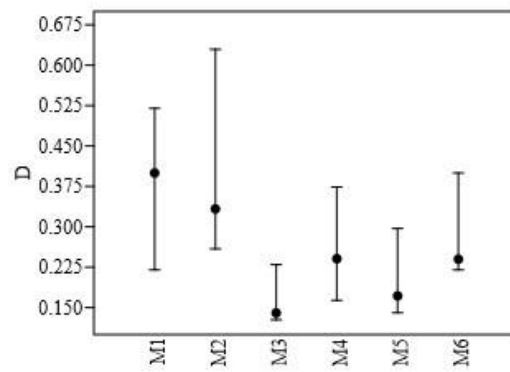


Nota. (Eje x, número de muestreos; Eje y, valor del índice)

En el sector de Santa Rosa, de acuerdo a la figura 18, se evidencia un valor de dominancia alto en el mes de agosto, cuyo índice se recalca en M1 de 0,40 bits; posterior a M2 con un índice de 0,33 bits; mientras que valores menores corresponden a M3 de 0,14 bits y M5 de 0,17 bits; respectivamente M4 y M6 tienen valores de 0,24 bits.

Figura 18

Dominancia playa Santa Rosa



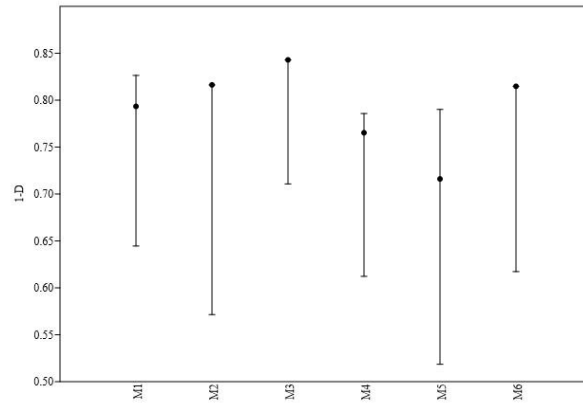
Nota. (Eje x, número de muestreos; Eje y, valor del índice)

7.3.3. Índice de Simpson

En el índice de Simpson reflejó datos al contrario de la dominancia, éste resaltando en el mes de septiembre un índice superior en M3 con el valor de 0,84 bits; sucesivo a M1 con valor de 0,79 bits; M2 y M6 con valor de 0,81 bits; de manera que valores inferiores corresponden a M4 con índice de 0,76 bits y M5 con 0,71 bits (Figura 19).

Figura 19

Diversidad playa La Caleta

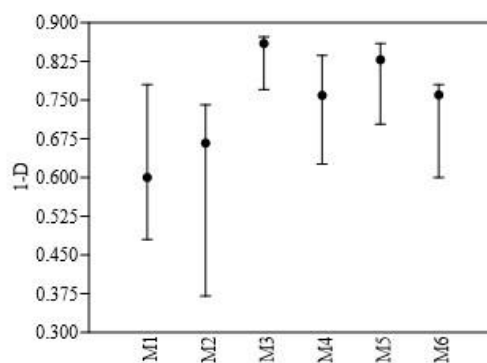


Nota. (Eje x, número de muestreo; Eje y, valor del índice)

En la figura 20, muestra el índice con valores inversos a la dominancia en donde se empieza con valores superiores en M3 y M5 de 0,85 bits y 0,82 bits; valores medios entre M6 y M4 de 0,76 bits y 0,75 bits; sucesivamente valores inferiores siendo el caso de M2 y M1 de 0,66 bits y 0,60 bits.

Figura 20

Diversidad playa Santa Rosa



Nota. (Eje x, número de muestreo; Eje y, valor del índice)

7.3.4. Índice de Jaccard

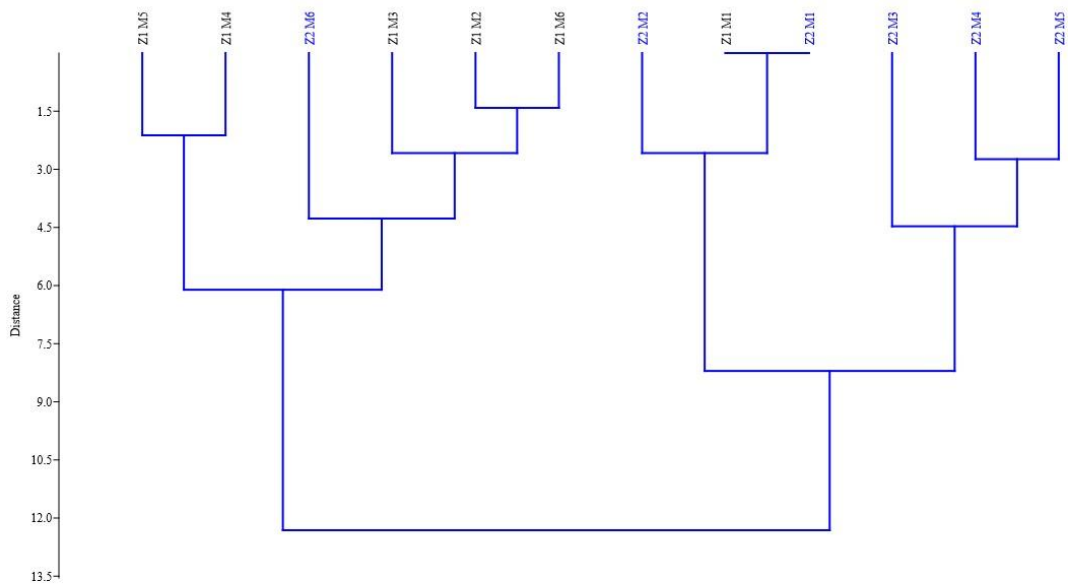
Este índice interpretó valores de presencia o ausencia de especies en la zona de La Caleta y Santa Rosa, a medida que hay mas distancia entre las zonas de una playa y otra, la similitud de Jaccard disminuye. Se identificaron 8 especies para la zona de La Caleta y 9 especies para la zona de Santa Rosa con un porcentaje de similitud de 88.89%, esto señala una alta similitud entre ambas playas, ya que comparten la mayoría de las especies (Ver tabla 10).

7.3.5. Análisis Clustering en software PAST

Se logró observar en el dendrograma, figura 21, cómo se determinan que existen 2 grupos de datos con relación a la similitud; en los meses de agosto y septiembre, La Caleta agrupa datos de abundancia de organismos (14,11 y 11) en los muestreos M4, M1, M3. Mientras que en Santa Rosa la abundancia de organismos (28, 19 y 16) recae en los meses de septiembre y octubre de los muestreos M3, M4, M5.

Figura 21

Dendrograma de los muestreos realizados en la Z1 (La Caleta) y Z2 (Santa Rosa)



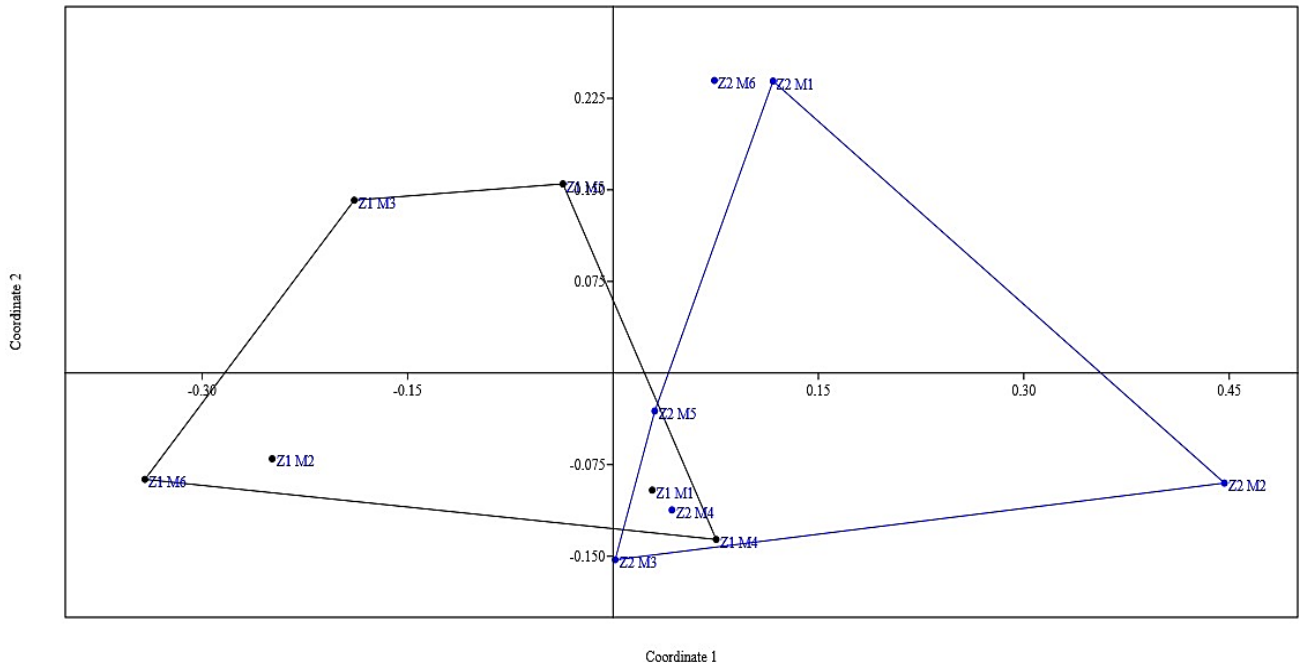
7.3.6. Análisis nMDS en software PAST

La gráfica evidenció la ordenación de dos zonas (Z1 La Caleta y Z2 Santa Rosa) con diferentes muestreos en un espacio bidimensional. Cada punto representa una muestra individual de una de las zonas, en donde las líneas que conectan los puntos agrupan los muestreos por zona trazando una trayectoria que conecta los puntos más cercanos dentro de cada grupo (Figura 22).

Hay una clara división entre ambas zonas, los muestreos de Z2 se concentran hacia la derecha, por consiguiente, Z1 se concentra hacia la izquierda, esto respalda que las comunidades medidas en las dos playas son diferentes y tienden a formar disimilitud en los agrupamientos separados. Por lo tanto, Z2 tiene mayor dispersión entre los muestreos, lo que es un indicativo de mayor heterogeneidad ecológica, mientras que Z1 tiene los muestreos más agrupados.

Figura 22

Análisis nMDS en PAST de La Caleta Z1 y de Santa Rosa Z2



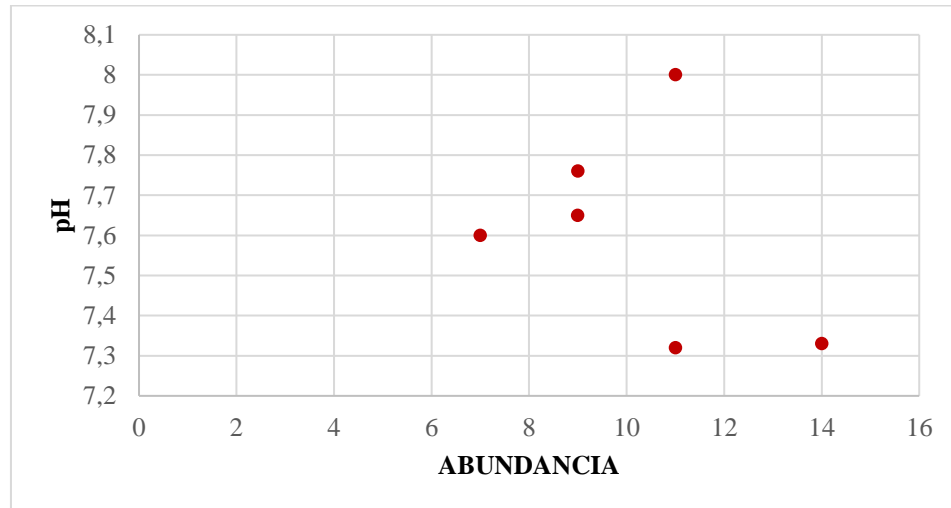
7.3.7. Correlación abundancia, pH y temperatura en la playa de La Caleta.

En la figura 23, los puntos dentro de los datos indican que la abundancia varía entre 7 y 14, mientras que el pH del entorno varía entre 7,3 y 8. No se observa una tendencia clara y lineal entre la abundancia y el pH; los valores de

pH no aumentan ni disminuyen consistentemente con la abundancia, siendo que no depende directamente del pH en La Caleta (Z1).

Figura 23

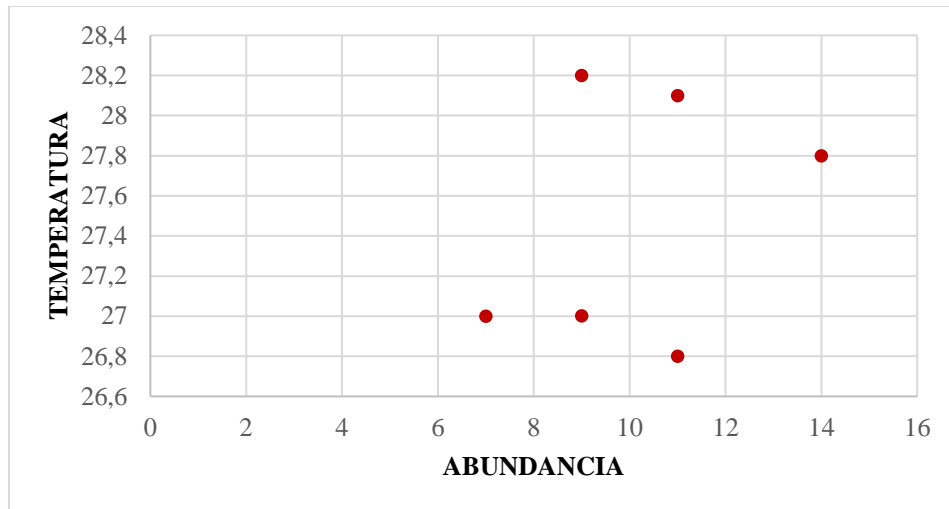
Correlación entre la abundancia de foraminíferos y el pH de Z1-La Caleta



La figura 24 presentada no muestra una mejora clara y lineal entre temperatura y la abundancia. A pesar que hay valores de abundancia (14), más altos asociados a temperaturas moderadamente altas (27,7 °C), también se demuestran datos de abundancia relativamente alta (11) a temperaturas tanto menores (26,8°C) como mayores (28°C), lo que indica una aparente independencia entre estas dos variables.

Figura 24

Correlación entre la abundancia de foraminiferos y la temperatura de ZI-La Caleta

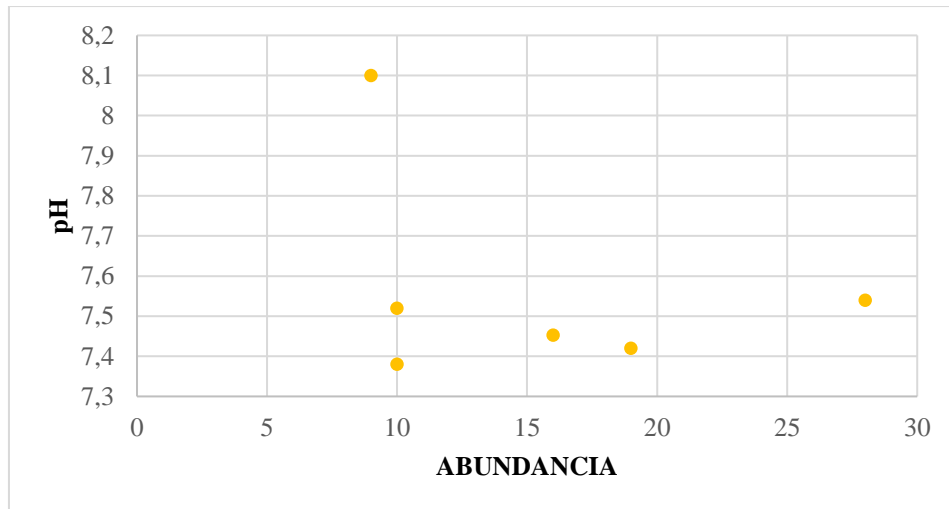


7.3.8. Correlación abundancia, pH y temperatura en la playa de Santa Rosa.

Se aprecia que no existe una tendencia clara entre el pH y la abundancia, figura 25, los puntos están dispersos, pero con una ligera tendencia de mayores valores de pH en observaciones de abundancia baja. A medida que aumenta la abundancia, el pH se mantiene en un rango más estrecho, entre valores de 7,4 y 7,6, mientras que las menores abundancias presentan mayor rango de pH, llegando hasta 8,1; esto puede proponer que existe una cierta estabilidad del pH en condiciones de mayor abundancia, pero cuando la abundancia es baja, el pH puede ser variable.

Figura 25

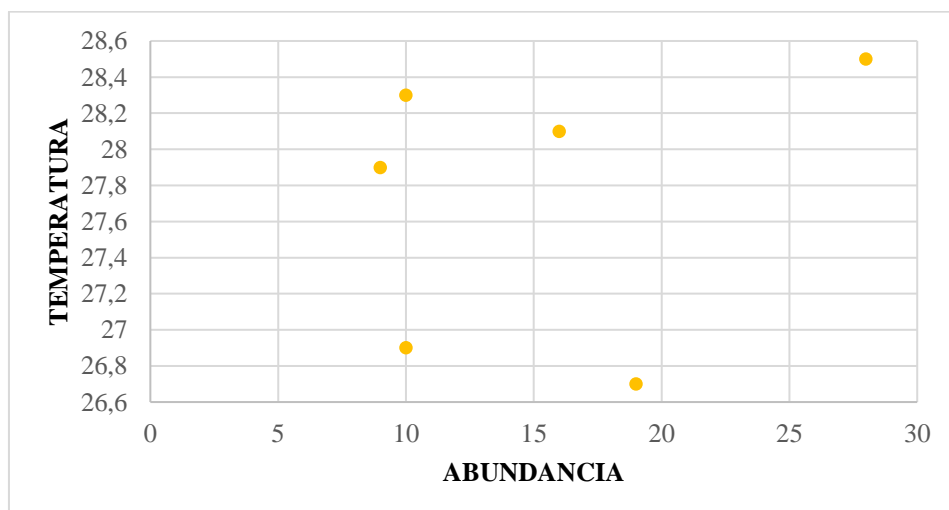
Correlación entre la abundancia de foraminiferos y el pH de Z2-Santa Rosa



La abundancia varía de aproximadamente 9 a 28, mientras que la temperatura oscila entre 26,6°C Y 28,5°C. En la interpretación no se distingue una tendencia lineal entre abundancia y temperatura; los puntos están distribuidos de manera dispersa. Esta dispersión indica que, en el rango de datos, la temperatura no influye directamente en la abundancia (Figura 26).

Figura 26

Correlación entre la abundancia de foraminiferos y temperatura de Z2-Santa Rosa



7.3.9. Correlación de Pearson

Observando la abundancia de foraminíferos de la Z1 y Z2 de la investigación, los parámetros de pH y de temperatura, se relatan valores mayores a cero, determinando correlaciones positivas. Para la Z1 valor de 0,26 señala una correlación positiva moderada y para la Z2 el valor de 0,55 indica una correlación positiva moderada.

7.4. Análisis de Granulometría

Para el análisis granulométrico de las dos zonas estudiadas, se obtuvo valores muy similares, situados dentro de la categoría de arena fina de acuerdo al Sistema Internacional de Atterberg, (1905) indicativo de que ambos ambientes poseen una granulometría comparable, infiriendo que las características físicas del sedimento son homogéneas en cuanto al tamaño de partícula predominante. Sin embargo, no se encontró una relación directa entre la granulometría y la abundancia de foraminíferos en estas playas, lo que infiere en que esta característica no influyó significativamente en la distribución ni en la densidad de los organismos presentes, sugiriendo que otros factores ambientales condicionan la diversidad de estas especies.

8. DISCUSIÓN

La clasificación ecológica de los foraminíferos se basa en criterios funcionales claros y bien definidos, ligados a la disponibilidad y distribución de recursos en el sedimento. A partir del análisis faunístico, se puede inferir con certeza la estructura y dinámica de los microhábitats. De acuerdo con la literatura científica, estos organismos desempeñan un papel ambiental significativo, colonizando desde ambientes intermareales hasta las profundidades abisales, lo que les confiere una gran utilidad como bioindicadores en estudios de monitoreo ambiental (Domínguez-Samalea et al., 2024). En el estudio, se identificaron nueve especies bentónicas, cada una con una predominancia diferente en cada playa (ver Tablas 2 y 3), además el inventario realizado en ambas playas registró nueve especies de foraminíferos bentónicos, con *Ammonia* sp. predominando en La Caleta y *Discorbis peruvianus* en Santa Rosa. Este patrón es consistente con la ecología funcional del grupo: *Ammonia* suele comportarse como epifaunal oportunista en sedimentos bien oxigenados y con aportes orgánicos variables, mientras que *Discorbis peruvianus* se asocia con condiciones infaunales de arena fina y estabilidad química moderada (Boltovskoy, 1991; Armstrong & Brasier, 2005; Murray, 2006). En el contexto regional, la presencia de *Cibicides*, *Textularia* y *Bolivina* coincide con reportes previos para el litoral de Santa Elena y zonas cercanas (Gualancañay, 2007; Fernández & Zapata, 2010), reforzando que la composición taxonómica observada es ecológicamente plausible para ambientes intermareales de plataforma somera (Alegret, 2023; López García & Pérez González, 2024).

Los valores de diversidad Shannon Weaver (H') fueron moderados y comparables entre sitios (La Caleta = 1,89; Santa Rosa = 1,94 bits), mientras que

la abundancia total fue mayor en Santa Rosa (92 individuos) que en La Caleta (61). La equidad inferida por Simpson (1 D) mostró rangos 0,66–0,89 según muestreos, con picos de diversidad en Santa Rosa (septiembre y octubre) y valores más heterogéneos en La Caleta. A escala ecológica, esta combinación de riqueza moderada y equidad intermedia caracteriza ensamblajes saludables sometidos a variabilidad ambiental local típica de playas arenosas (Magurran, 2004; Murray, 2006). Estudios en puertos cercanos (p. ej., Anconcito) reportan magnitudes similares de H' y fluctuaciones intraestacionales en abundancia, lo que sugiere un patrón regional con respuesta rápida a cambios físico químicos de corta escala (Alejandro Pillasagua, 2022; Vega Añasco, 2024).

Los promedios ambientales fueron estables entre playas (salinidad ~32,4–33,5 UPS; temperatura ~27,5–27,7 °C; pH 7,3–8,1; O₂ disuelto ~28 mg/L) y la granulometría fue arena fina en ambos sitios. No obstante, la correlación de Pearson entre abundancia y pH/temperatura difirió: La Caleta $r = 0,26$ (positiva débil) y Santa Rosa $r = 0,55$ (positiva moderada). Este resultado sugiere que, aunque pH y temperatura son factores permisivos, su peso ecológico es mayor en Santa Rosa, mientras que en La Caleta la abundancia parece mediada por otros controladores (p. ej., materia orgánica, microgradientes redox, perturbaciones antrópicas) (Murray, 2001; Murray, 2006). La literatura regional muestra correlaciones positivas comparables entre foraminíferos, pH y temperatura en ambientes costeros hipereutróficos y portuarios (Merma Mora, 2016; Alejandro Pillasagua, 2022), y también destaca que *Bolivina* incrementa su frecuencia en condiciones hipóxicas o con alto flujo orgánico, actuando como taxón tolerante (Páez et al., 2001; Arminot du Châtelet et al., 2009). Romero et al. (2021) añaden que, en áreas con escasez de oxígeno, la comunidad tiende a estar dominada por

especies calcáreas pequeñas, y las condiciones corrosivas del sedimento impactan la densidad y composición. En conjunto, estos estudios refuerzan la idea de que el pH y la temperatura no actúan de manera aislada, sino que interactúan con la disponibilidad de oxígeno y materia orgánica para limitar la abundancia de foraminíferos bentónicos en las playas arenosas del Pacífico tropical, de manera similar a lo que se observa en las playas de La Caleta y Santa Rosa.

En estudios realizados en el puerto pesquero de Anconcito, también en Santa Elena, se reportó una correlación positiva fuerte entre la abundancia de foraminíferos bentónicos y la temperatura ($r = 0,88$), lo que sugiere un patrón regional de alta dependencia térmica (Pillasagua, 2022). En comparación, la correlación moderada en Santa Rosa ($r = 0,55$) indica que el régimen térmico y el pH influyen de manera significativa en la densidad poblacional, mientras que en La Caleta ($r = 0,26$) la respuesta parece estar condicionada por múltiples factores. Alejandro-Pillasagua (2022) señala que en Anconcito la ausencia de relación pH-abundancia se atribuye a la estabilidad granulométrica y salina, lo que refuerza que las variaciones en la magnitud de r no contradicen el papel regulador del pH y la temperatura, sino que evidencian interacciones locales con hipoxia y características del sustrato. Estos hallazgos respaldan la interpretación de que las diferencias observadas en esta investigación responden a patrones propios del Pacífico tropical.

El Índice de Jaccard = 88,89% indica alta similitud en composición de especies entre La Caleta y Santa Rosa; sin embargo, los análisis multivariados (Clustering y nMDS) evidenciaron agrupamientos separados y trayectorias distintas de ordenación, lo que revela diferencias en la estructura comunitaria y

en la organización de abundancias. Este desajuste entre similitud taxonómica y disimilitud estructural es típico cuando factores sutiles (p. ej., calidad/cantidad de materia orgánica del sedimento, potencial redox y gradientes antrópicos) modulan las proporciones de los mismos taxones (Armynot du Châtelet et al., 2009; Romero et al., 2021). Ramos-Coronado et al. (2025) en puertos ecuatorianos observaron turnos comunitarios por descargas orgánicas, con clustering separado análogo al dendrograma (Figura 21). Así, la disimilitud observada no contradice patrones regionales, sino que valida foraminíferos como bioindicadores sensibles para monitoreo costero, recomendando análisis de MO futura para refinar modelos ecológicos en Santa Elena.

La mayor dependencia de pH/temperatura en Santa Rosa ($r = 0,55$) sugiere un régimen físico químico más determinista para la densidad de la comunidad; en contraste, la respuesta más débil en La Caleta ($r = 0,26$) es coherente con controles multicausales donde aportes orgánicos portuarios/turísticos y remoción/mezcla de sedimentos pueden opacar señales térmicas y químicas simples (Vega Añasco, 2024; Ramos Coronado et al., 2025). En síntesis, los resultados cumplen el objetivo comparativo (Jaccard, Clustering, nMDS) mostrando que, aun con arena fina en ambos sitios, la estructura y heterogeneidad comunitaria difieren de manera significativa.

La respuesta diferencial de los foraminíferos confirma su utilidad como bioindicadores para el monitoreo costero: combinan sensibilidad a variaciones físico químicas con persistencia en el registro sedimentario, permitiendo evaluar cambios rápidos y graduales del hábitat (Scott et al., 2005; Arreguín Rodríguez, 2024). En el escenario de puertos pesqueros artesanales de Santa Elena, integrar índices ecológicos (H' , Simpson, Jaccard), multivariados (Clustering, nMDS) y

correlaciones ambientales ofrece una línea base robusta para diseñar programas de monitoreo enfocados en materia orgánica sedimentaria, oxígeno intersticial y señales de estrés antropogénico. Así, el conjunto de evidencias matiza la hipótesis nula: aunque la diversidad es similar entre playas, la estructura y los controladores ecológicos no son equivalentes, lo que refuta parcialmente la idea de homogeneidad bentónica bajo sedimentos físicamente similares (González et al., 2007; Armynot du Châtelet et al., 2009).

9. CONCLUSIONES

Los resultados del estudio evidencian que las playas de La Caleta y Santa Rosa albergan comunidades bentónicas de foraminíferos con diversidad moderada y especies predominantes diferentes, dependientes de condiciones ambientales y características del sedimento local. En cuanto a la identificación de especies de foraminíferos bentónicos, se logró identificar un total de nueve especies pertenecientes a los géneros *Ammonia*, *Discorbis*, *Gyroidina*, *Bolivina*, *Cibicides*, *Textularia*, *Bucella*, *Pninaella*, y otras características morfológicas específicas para cada una, mediante la observación estereomicroscópica y guías taxonómicas reconocidas. Las especies *Ammonia* sp. en La Caleta y *Discorbis peruvianus* en Santa Rosa predominan en sus respectivas comunidades, reflejando adaptaciones a las condiciones específicas de cada playa.

Respecto a la diversidad y abundancia, a través del índice de Shannon-Weaver dan valores de 1.89 y 1.94 bits para La Caleta y Santa Rosa respectivamente, indicando una diversidad moderada con hábitats bentónicos saludables. La abundancia total fue de 61 individuos en La Caleta y 92 en Santa Rosa, con diferencias significativas en la estructura comunitaria evidenciadas por análisis multivariados como nMDS y Clustering, destacando diferencias en la heterogeneidad comunitaria a pesar de la similitud en granulometría sedimentaria.

El análisis de las características físicas del sedimento y parámetros ambientales mostró que ambos sitios poseen predominancia de arena fina con condiciones relativamente estables en pH (7.3-8.1), temperatura (26.6-28.5 °C) y oxígeno disuelto (~28 mg/L). No obstante, se observaron diferencias cruciales en la concentración y calidad de la materia orgánica, reconocidas como un factor

determinante para la distribución de especies y potencial de estrés ambiental. Esto, junto con impactos antropogénicos diferenciales asociados a actividades pesqueras y turísticas, contribuye a explicar la variabilidad observada en la abundancia y composición bentónica, donde La Caleta muestra evidencias de perturbación ambiental más compleja que Santa Rosa.

Los parámetros de pH y temperatura mantienen una correlación positiva con la abundancia de las especies de foraminíferos en ambas zonas. Sin embargo, la comunidad de Santa Rosa (Z2) ($r=0.55$) muestra una dependencia más marcada de estas variables en comparación con la comunidad de La Caleta (Z1) ($r=0.26$). Esto sugiere que, mientras en Santa Rosa el régimen térmico y químico es determinante, en La Caleta intervienen factores adicionales como materia orgánica y estrés antrópico.

Aunque ambas playas tienen una alta similitud en la composición de especies (88,89% según el índice de Jaccard) y presentan una granulometría similar en sus sedimentos (arena fina en ambos casos), el análisis de escalamiento no métrico multidimensional (nMDS) muestra una diferenciación y disimilitud entre las comunidades bentónicas de La Caleta (Z1) y Santa Rosa (Z2). Estos hallazgos validan la presencia de foraminíferos bentónicos como indicadores ecológicos efectivos para monitorear la calidad del hábitat en zonas intermareales y submareales del litoral de Santa Elena, aportando conocimiento relevante para la conservación costera.

10.RECOMENDACIONES

Dada la ubicación de las playas en puertos pesqueros que generan desechos, se recomienda realizar estudios de bioindicación de contaminación para evaluar si las especies de foraminíferos están siendo afectadas por microplásticos, metales pesados u otros contaminantes químicos asociados a la actividad portuaria.

Implementar un programa de muestreo a largo plazo, ya que el estudio se realizó en un corto periodo (dos muestreos mensuales durante tres meses), esto permitirá comprender cómo la estacionalidad o los eventos climáticos influyen en la diversidad y abundancia.

Incorporar mediciones de concentración y calidad de materia orgánica, potencial redox y oxígeno intersticial en futuros estudios, dado su papel determinante en la distribución y abundancia de especies bentónicas.

Extender la investigación a otras playas del litoral de Santa Elena para establecer patrones regionales y con los resultados obtenidos, constituir una línea base para diseñar planes de manejo en zonas portuarias y turísticas, integrando indicadores biológicos con parámetros físico-químicos para prevenir impactos negativos en los ecosistemas intermareales.

11. BIBLIOGRAFÍA

- AccuWeather. (2025). *La Puntilla, Guayas, Ecuador*. Weather forecast. <https://www.accuweather.com/es/ec/la-puntilla/1239332/weather-forecast/1239332>
- Alegret, L. (2023). *Los foraminíferos bentónicos en el estudio de fenómenos globales*. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de España. <https://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/40/15/10alegret.pdf>
- Alejandro-Pillasagua, KL. (2022). *Abundancia y diversidad de foraminíferos bentónicos y su relación con temperatura, pH y granulometría en playas del puerto pesquero de Anconcito, mayo – agosto 2022*. Repositorio UPSE. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8826/1/UPSE-TBI-2022-0028.pdf>
- Alperin, M., Bernasconi, E., y Cusminsky, GC. (2008). *Asociaciones de foraminíferos bentónicos recientes de la Plataforma Continental Argentina (39°- 43° S y 58°- 65° O) analizadas con métodos estadísticos para datos composicionales*. Scielo. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0002-70142008000200015&script=sci_arttext&tlng=
- Alvarado-Sánchez, F., y Martínez-Rodríguez, L. (2023). *Caracterización morfológica y distribución de foraminíferos bentónicos en sedimentos marinos costeros del Pacífico Tropical*. *Revista de Micropaleontología Marina*, 15(2), 121-134. <https://doi.org/10.1016/j.marmic.2023.01.005>
- Arenillas, I. (2000). *Uso didáctico de los foraminíferos en la enseñanza de ciencias de la tierra*. Raco.cat. <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/download/88660/132734/0>
- Armstrong, H. y Brasier, M.D. (2005). *Microfossils*. 2^o ed. Blackwell. Australia.pp 142-188. https://www.academia.edu/43012128/ARMSTRONG_Howard_y_Martin_Brasier_2005_Microfossils_Blackwell_Publishing_EUA
- Armynot du Châtelet, É., Bout-Roumazeilles, V., Riboulleau, A y Trentesaux, A. (2009). *Sediment (grain size and clay mineralogy) and organic matter quality control on living benthic foraminifera*. *Revue de Micropaleontologie* 52(1): 75–84: doi:10.1016/j.revmic.2008.10.002.
- Arreguín- Rodríguez, G,J. (2024). *Aplicación de foraminíferos bentónicos en estudios paleoecológicos y ambientales*. *Revista Interciencia*. https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2024/09/01_7135_A_Arreguin-Rodriguez_v49n8_8-final.pdf
- Ayala-Omaña, RI. (2018). *Diversidad de Foraminíferos: Animales Unicelulares de Importancia Estratigráfica y Económica*. Lab Marcelo Sánchez Villagra. https://www.msanchezlab.net/_files/venezuela_paleontologica/ven_pal_cap5.pdf
- Ballesteros Prada, A, M. (2022). *Estudio de los foraminíferos del Holoceno en Bahía Samborombón, provincia de Buenos Aires: implicancias*

- paleoecológicas, paleoambientales y paleoclimáticas.* Universidad Nacional del Comahue.
<https://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaid/17091>
- Betancur, J. (2014). *Foraminíferos bentónicos como indicadores paleoecológicos de la Formación Uscari (Mioceno Temprano-Medio), cuenca de Limón (sur), Costa Rica.* Revista Geológica de América Central, (50), 193-212.
- Betancur, MJ (2003). *Foraminíferos bentónicos recientes en la Cuenca de Panamá: influencia de factores ambientales.* Revista Colombiana de Ciencias Marinas, 31(1), 25-40. <http://www.scielo.org.com>
- Boltovskoy, E. (1991). *Atlas de foraminíferos de plataforma bentónica del Atlántico sudoccidental.* Springer.
- Calonge, A., Caus, E. y García, J. (2001). Los foraminíferos: presente y pasado. Universidad autónoma de Barcelona. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra.* Vol. 9, Núm. 2, p. 144-150.
<https://recercat.cat/handle/2072/399466>
- Cannariato KG, Kennett JP, y Behl RJ. (1999). *Biotic response to late Quaternary rapid climate switches in Santa Barbara Basin: ecological and evolutionary implications.* Geology 27: 63–66
- Domínguez-Samalea, Y., Rey-Villiers, N., y Sánchez, A. (2024). *Deoxygenation of the Eastern Tropical North Pacific over the last 1200 years.* Quaternary International, 711, 68-82.
- Domínguez-Samalea, Y., y Sánchez, A. (2025). *Los foraminíferos: pequeños organismos gran información ecológica.* Resonancia científica. <https://resonanciaincientifica.coscyt.mx/ciencia/los-foraminiferos-pequenos-organismos-gran-informacion-ecologica/>
- Fernández, L., y Zapata, J. (2010). *Distribución de foraminíferos bentónicos (Protozoa: Foraminiferida) en la ensenada Quillaipe (41°32' S; 72°44' O), Chile: Implicaciones para el estudio del nivel del mar.* Scielo. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-078X2010000400010
- Gómez-León, AA. (2016). *Foraminíferos bentónicos en sedimentos superficiales de la laguna de La Paz y su posible interrelación con las variables de la calidad del ambiente.* Universidad Autónoma de Baja California Sur. <https://biblio.uabcs.mx/tesis/te3514.pdf>
- Gualancañay. (2007). *Foraminíferos Bentónicos de la Bahía de Santa Elena – Ecuador.* Acta Oceanográfica del Pacífico.
- Gutiérrez-Rodríguez, W, A. (2023). Ensayo granulométrico de los suelos mediante el método del tamizado. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar Marzo-Abril, 2023, Volumen 7, Número 2.* 6908-6928. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5834
- Holbourn, A.E., Henderson, A.S., & MacLeod, N. (2013). Atlas of Benthic Foraminifera.
- Hulatt, L. (2025). *Clasificación y curva granulométrica.* StudySmarter. <https://www.studysmarter.es/resumenes/arqueologia/geoarqueologia/granulometria/>

- Jaques Ayala, C. (2014). *Foraminíferos, navegantes del Tiempo Geológico*. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://erno.geologia.unam.mx/uploads/nuestra-tierra/archivos/22/otono2014.pdf>
- Loeblich, A. R., Jr. y Tappan, H. (1964). *Treatise on the invertebrate paleontology*. The University of Kansas Press. The Geological society of America. New York. Vol 1 y II. 902 pp.
- López-García, M. A., y Pérez-González, C. (2024). Morfología y ambiente de los foraminíferos bentónicos recientes del sur del Mar del Norte. *Revista de Paleontología Marina*, 28(1), 45-59. <https://doi.org/10.1016/rpm.2024.03.011>
- Magurran, A.E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing.
- Merma-Mora, L. (2016). *Foraminíferos bentónicos asociados a condiciones de hipoxia costera y bajo pH en la Bahía de Paracas*. Universidad Peruana Cayetano Heredia. <https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/240/Foramin%C3%ADferos.bent%C3%B3nicos.asociados.a.condiciones.de.hipoxia.costera.y.bajo.pH.en.la.Bah%C3%ADa.de.Paracas.pdf?sequence=3>
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (s/f). *Gobierno Nacional inauguró el Puerto Pesquero Artesanal de Anconcito*. <https://www.obraspublicas.gob.ec/gobierno-nacional-inauguro-el-puerto-pesquero-artesanal-de-anconcito/>
- Murray, J. W. (2006). *Ecology and paleoecology of benthic foraminifera*. Springer.
- Murray, JM. (2001). *The niche of benthic foraminifera, critical thresholds and proxies*. Marine Micropaleontology. Volume 41. Pages 1-7. ISSN 0377-8398. [https://doi.org/10.1016/S0377-8398\(00\)00057-8](https://doi.org/10.1016/S0377-8398(00)00057-8).
- Murray. (1991). *Ecology and Applications of Benthic Foraminifera*. Cambridge Available <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84929719744&partnerID=tZOtx3y1>
- Ordóñez, M., Jiménez, N., y Suárez, J. (2006). *Micropaleontología Ecuatoriana*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/441305919/Micropaleontologia-Ecuatoriana-Dra-Ordenez-Suarez-Jimenez-pdf?v=0.357>
- Páez, M., Zúñiga, O., Valdés, J., y Ortlieb, L. (2001). Foraminíferos bentónicos recientes en sedimentos micróxicos de la bahía Mejillones del Sur (23° S), Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 36(2), 129-139. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-19572001000200002&script=sci_arttext&tlng=pt
- Peralta-Vite, D. (2016). *Foraminíferos bentónicos como indicadores de cambios ambientales producto de derrames de petróleo en la Bahía de Campeche, México*. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/a31c5845-cf56-4751-9d17-de9c62056a70/content>
- Romero, D., Vásquez, L. y Quispez, L. (2021). *Distribución de foraminíferos bentónicos en sedimentos de la plataforma continental peruana*. IMARPE. <https://repositorio.imarpe.gob.pe>

- Romero-González, A. (2014). *Caracterización ecológica del macrobentos en la zona intermareal de dos playas arenosas en la Bahía de la Paz, baja California Sur, México*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. <https://biblio.uabcs.mx/tesis/tesis/te3215.pdf>
- Scott, D.B., Medioli, F.S., Schafer, C.T. (2005). *Monitoring in Coastal Environments Using Foraminifera and Thecamoebian Indicators*.
- Terreros de Varela, C., y Moreno Lituma, V. (1995). *Mecánica de suelos: laboratorio*. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas.
- Usera, J., & Blázquez, A.M. (1997). *Influencia del sustrato en la distribución y ecología de los foraminíferos bentónicos de la plataforma continental interna entre Valencia y Alicante (España)*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/272167784_Influencia_del_sustrato_en_la_distribucion_y_ecologia_de_los_foraminiferos_benticos_de_la_plataforma_continental_interna_entre_Valencia_y_Alicante_Espana
- Usuga Guisao, J.J., y Angulo Rivas, B.E.(2021). *Caracterización granulométrica de sedimentos colectados en las playas del litoral antioqueño*. Universidad de Antioquia. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/1c10286d-2f9b-4b5b-9f8f-79cd5f030cd8/content>
- Van Morkhoven, F. P. (1986). *Microfauna and palaeoenvironmental reconstructions*. Marine Micropaleontology.
- Vega Añasco, E. (2024). *Foraminíferos bentónicos y parámetros fisicoquímicos en Bahía de Santa Elena*. Repositorio UPSE.
- Wayback Machine. (2018). *Atractivos Cantón La Libertad*. ViajandoX. Recuperado de: https://web.archive.org/web/20120718112209/http://viajandox.com/santa_elena/sta_libertad_todos.htm

12. ANEXOS

Tabla 6

Índice de Shannon-Weaver de la playa de La Caleta

ESPECIES	N° DE INDIVIDUOS	Pi	Pi*ln Pi
<i>Gyroidina orbicularis</i>	8	0,131	-0,26641735
<i>Cibicides bertheloti</i>	9	0,148	-0,2823417
<i>Ammonia sp.</i>	17	0,279	-0,35606933
<i>Textularia sp.</i>	5	0,082	-0,20503573
<i>Discorbis peruvianus</i>	11	0,180	-0,30889778
<i>Bolivina sp.</i>	4	0,066	-0,17866095
<i>Textularia secaensis</i>	6	0,098	-0,22810961
<i>Buccella sp</i>	1	0,016	-0,06739137
<i>Pninaella scanica</i>	0	0	0
TOTAL	61	1	-1,89
			-1
Índice de Shannon-Weaver			1,89

Tabla 7

Índice de Shannon-Weaver de la playa de Santa Rosa

ESPECIES	N° DE INDIVIDUOS	Pi	Pi*ln Pi
<i>Gyroidina orbicularis</i>	8	0,087	-0,212
<i>Cibicides bertheloti</i>	11	0,120	-0,254
<i>Ammonia sp.</i>	8	0,087	-0,212
<i>Textularia sp.</i>	6	0,065	-0,178
<i>Discorbis peruvianus</i>	32	0,348	-0,367
<i>Bolivina sp.</i>	6	0,065	-0,178
<i>Textularia secaensis</i>	6	0,065	-0,178
<i>Buccella sp</i>	13	0,141	-0,277
<i>Pninaella scanica</i>	2	0,022	-0,083
TOTAL	92	1	-1,94
			-1
Índice de Shannon-Weaver			1,94

Tabla 8

Índices ecológicos realizados en el software PAST de la playa La Caleta

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Taxa_S	5	5	6	4	4	5
Individuals	10	6	10	12	8	7
Dominance_D	0,24	0,2222	0,18	0,2917	0,3438	0,2245
Simpson_1-D	0,76	0,7778	0,82	0,7083	0,6563	0,7755
Shannon_H	1,505	1,561	1,748	1,309	1,213	1,55
Evenness_e^H/S	0,9006	0,9524	0,9572	0,9253	0,8409	0,9421
Brillouin	1,083	0,981	1,233	1,002	0,8417	1,02
Menhinick	1,581	2,041	1,897	1,155	1,414	1,89
Margalef	1,737	2,232	2,171	1,207	1,443	2,056
Equitability_J	0,935	0,9697	0,9756	0,944	0,875	0,963
Fisher_alpha	3,98	14,12	6,333	2,101	3,184	7,824
Berger-Parker	0,3	0,3333	0,2	0,4167	0,5	0,2857
Chao-1	5,5	8	6,2	4	4,5	6

Tabla 9

Índices ecológicos realizados en el software PAST de la playa Santa Rosa

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Taxa_S	5	4	9	7	8	5
Individuals	10	9	28	19	16	10
Dominance_D	0,3333	0,25	0,1085	0,1988	0,1167	0,1556
Simpson_1-D	0,6667	0,75	0,8915	0,8012	0,8833	0,8444
Shannon_H	1,428	1,382	2,221	1,834	2,142	1,705
Evenness_e^H/S	0,8337	0,9953	1,024	0,8945	1,064	1,1
Brillouin	0,8525	0,8702	1,701	1,309	1,444	1,083
Menhinick	1,581	1,333	1,701	1,606	2	1,581
Margalef	1,737	1,365	2,401	2,038	2,525	1,737
Equitability_J	0,887	0,9966	1,011	0,9427	1,03	1,059
Fisher_alpha	3,98	2,759	4,593	4,003	6,367	3,98
Berger-Parker	0,6	0,4444	0,25	0,4211	0,3125	0,3
Chao-1	10,4	4,889	9,241	7,237	8,563	5,45

Tabla 10

Cálculo del Índice de Jaccard

JACCARD		
	Z1 LA CALETA	Z2 SANTA ROSA
Z1 LA CALETA	1	0,88888889
Z2 SANTA ROSA	0,88888889	1

Tabla 11*Granulometría aplicada en el sector de La Caleta*

MUESTRA ETIQUETADA	MUESTRA 1 S33	MUESTRA 2 U21	MUESTRA 3 V19	MUESTRA 4 K15	MUESTRA 5 L22
PESO HÚMEDO+RECIPIENTE	477,5	193,09	256,4	49,34	215,9
PESO SECO+RECIPIENTE	396,6	166,2	234,2	209,3	196
HUMEDAD	0	0	0	0	0
RECIPIENTE	122,25	33	33,09	49,34	49,34
RETENIDO TAMIZ N°4	0	0	0	0	0
RETENIDO TAMIZ N°10	0,1	0,1	0	0,1	0,1
RETENIDO TAMIZ N°40	151,4	6,7	3	4,2	8,2
RETENIDO TAMIZ N°200	113,7	107,5	179	146,4	135,4
PESO SECO DESPUES DEL LAVADO	0	0	0	0	0

Tabla 12*Granulometría aplicada en el sector de Santa Rosa*

MUESTRA ETIQUETADA	MUESTRA 1 N1	MUESTRA 2 M10	MUESTRA 3 C69	MUESTRA 4 D51	MUESTRA 5 CR7
PESO HÚMEDO+RECIPIENTE	452,9	210	168,6	234,3	232,7
PESO SECO+RECIPIENTE	392,1	199,8	171,7	281,2	217,4
HUMEDAD	0	0	0	0	0
RECIPIENTE	123,86	34,24	48,9	33,88	48,86
RETENIDO TAMIZ N°4	0	0	0	0	0,1
RETENIDO TAMIZ N°10	0,2	0,1	0	0,1	0,5
RETENIDO TAMIZ N°40	10,4	37,3	35,2	27,5	53,4
RETENIDO TAMIZ N°200	259,3	109,7	86,1	200,4	111,5
PESO SECO DESPUES DEL LAVADO	0	0	0	0	0

Anexo 1

Muestreo intermareal



Anexo 2

Recolección de la muestra en frasco de 250 ml



Anexo 3

Muestreo submareal



Anexo 4

Observación microscópica para la identificación de especies



Anexo 5

Proceso de tamizado para el análisis granulométrico



Anexo 6

Lavado de las muestras de sedimento para granulometría



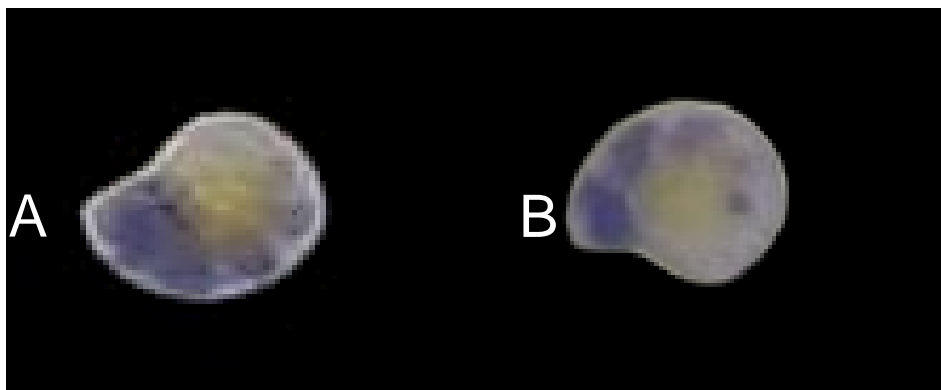
Anexo 7

Pesaje de las muestras de arena para granulometría



Anexo 8

Ammonia sp. A vista dorsal, B vista ventral



Anexo 9

Pninaella scanica



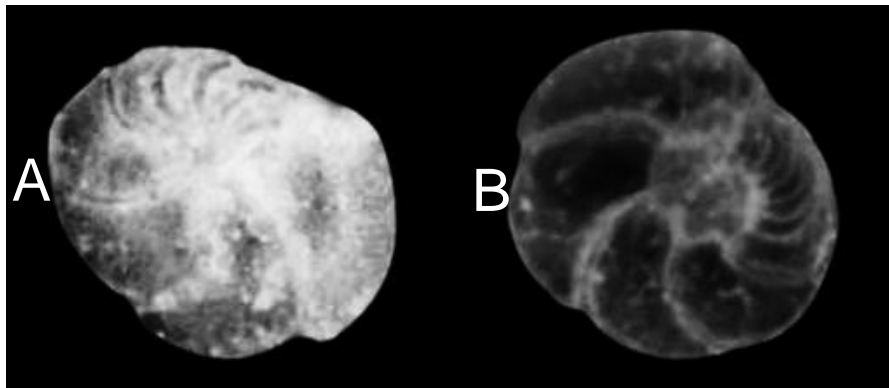
Anexo 10

Gyroidina orbicularis



Anexo 11

Cibicides bertheloti; A vista dorsal, B vista ventral



Anexo 12

Textularia sp.



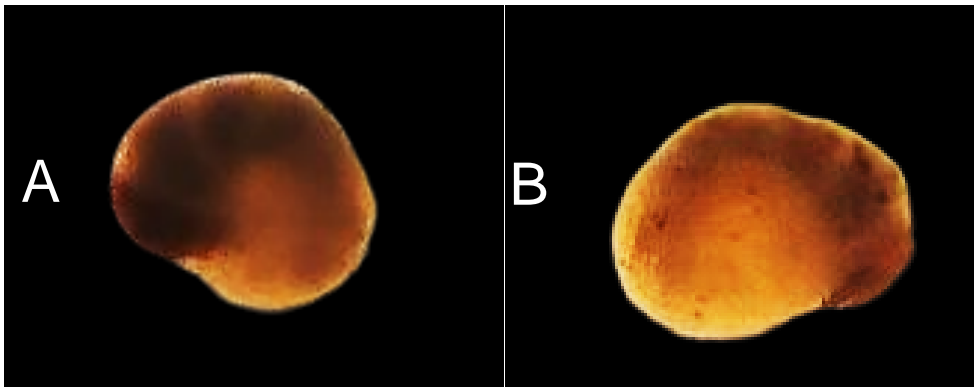
Anexo 13

Discorbis peruvianus



Anexo 14

Bucella sp. A vista dorsal, B vista ventral



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la provincia de Santa Elena, las actividades de pesca artesanal generan residuos sólidos y químicos que terminan incorporándose al sedimento costero en forma de microplásticos o partículas tóxicas (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, s/f). Esto contribuye a la contaminación del medio y puede incrementar la vulnerabilidad ecológica de la zona intermareal. Por lo tanto, resulta relevante analizar cómo las actividades humanas se relacionan con el sedimento y la composición de la microfauna bentónica, sin que esto implique una evaluación directa del impacto ambiental.

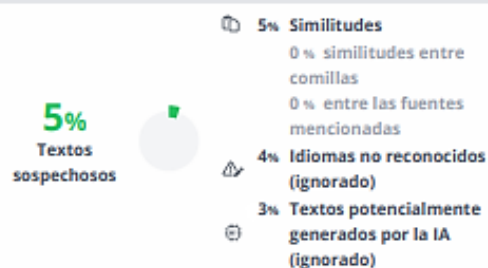
Los foraminíferos representan indicadores sensibles ante cambios ambientales, ya que su distribución responde a variables como la salinidad, el pH y los niveles de oxígeno disuelto en los sedimentos (Merma-Mora, 2016). Su presencia está también condicionada por factores como la elevación de la zona intermareal o el tamaño de los granos de sedimento, y en zonas costeras, las especies calcáreas y aglutinadas pueden variar de acuerdo a las condiciones locales (Fernández & Zapata, 2010).

La cantidad limitada de estudios restringe la comprensión sobre la dinámica de los foraminíferos bentónicos en ambientes intermareales y submareales, así como su interacción con las características del entorno. Por lo tanto, ¿Cómo varían la abundancia, diversidad y composición de las comunidades de foraminíferos bentónicos entre las playas de La Caleta y Santa Rosa, y de qué manera estas variaciones se relacionan con las características granulométricas del sedimento o condiciones ambientales locales?

Por ello, la integración del análisis de las correlaciones espaciales resalta la importancia de considerar tanto variables ambientales como biológicas para

describir patrones ecológicos, además de aportar información en base a las especies de foraminíferos bentónicos registradas en las áreas estudiadas.

TEXTO 2_DELGADO TUMBACO ASHLY NAOMI-ÜIC II TESIS



Nombre del documento: TEXTO 2_DELGADO TUMBACO ASHLY NAOMI-ÜIC II TESIS.docx
 ID del documento: efd1dae9a220aa45b830f13b6f6ac61bc79cb35b
 Tamaño del documento original: 46,98 kB

Depositante: YADIRA MÓNICA SOLANO VERA
 Fecha de depósito: 5/11/2025
 Tipo de carga: interface
 fecha de fin de análisis: 5/11/2025

Número de palabras: 5907
 Número de caracteres: 40.128

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuente principal detectada

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	PROPUESTA UIC I_DELGADO TUMBACO ASHLY NAOMI.docx PROPU... #be145a Viene de de mi grupo 1 fuente similar	5%		Palabras idénticas: 5% (262 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.upse.edu.ec https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8826/1/UPSE-TBI-2022-0028.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
2	doku.pub Micropaleontología Ecuatoriana- Dra Ordóñez, Suarezjimenez.pdf [d0... https://doku.pub/documents/micropaleontologia-ecuatoriana-dra-ordonez-suarezjimenezpdf...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

Lima, 16 de noviembre de 2025

Señor
Ing. Villon Moreno Jimmy Agustin, MSc
Director de la carrea de Biología
Universidad Estatal Península de Santa Elena
En su despacho. –

De mi consideración:

Yo, Jorge Aquiles Cardich Salazar, con DNI peruano N° 43318527, Biólogo con Doctorado en Geociencias, especialista en meiofauna bentónica, me dirijo a usted de manera cordial, informando que he brindado mi apoyo como avalador de los especímenes de foraminíferos, registrados por parte de la tesista ASHLY NAOMI DELGADO TUMBACO con C.I. 2450691197, con su tema de tesis de grado titulado: "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS ESPECIES DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS EN LAS PLAYAS DE LA CALETA Y SANTA ROSA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA-ECUADOR.", el cual se realizó desde Agosto a Octubre del 2025, con la supervisión de su tutor de tesis Blga. Yadira Solano Vera, Mgt.

De ante mano, agradezco su atención brindada.




Dr. Jorge Aquiles Cardich Salazar
Especialista en foraminíferos
bentónicos
DNI Perú N° 43318527
Cell: +51 963 850 597



Firmado electrónicamente por:
**YADIRA MONICA
SOLANO VERA**

Blga. Yadira Solano Vera, Mgt.
Tutor
C.I. 0913541363
Cell: 0979764944



Ashly Naomi Delgado Tumbaco
Tesista
C.I. 2450691197
Cell: 0979103805



La Libertad, 05 de Noviembre de 2025

Ing.

Jimmy Villón Moreno, M.Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA DE BIOLOGÍA-UPSE

En su despacho,

De mi consideración:

Por medio del presente informo a usted que la estudiante **DELGADO TUMBACO ASHLY NAOMI**, con **C.I. 2450691197**, ha realizado todas las correcciones indicadas en las revisiones, de su propuesta cuyo tema es: *“Estudio comparativo de las especies de foraminíferos bentónicos en las playas de La Caleta y Santa Rosa en la Provincia de Santa Elena-Ecuador.”*, por tal razón doy el **AVAL** respectivo para que pueda continuar con el proceso del Trabajo de Titulación.

Particular que comunico para los fines pertinentes.



Firmado electrónicamente por:
**YADIRA MONICA
SOLANO VERA**

Blga. Yadira Mónica Solano Vera, Mgt.

Docente.

FACULTAD CIENCIAS DEL MAR

Somos lo que el mundo necesita