



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

**FORAMINÍFEROS EN LA ZONA INTERMAREAL DE LA COMUNA LA
ENTRADA, SANTA ELENA.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

SUÁREZ SUÁREZ YAMILEX MARISOL

TUTOR:

BLGO. WILLIAM SANTOS SÁNCHEZ, M.Sc.

**LA LIBERTAD – ECUADOR
2025**



UNIVERSIDAD ESTATAL

PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**FORAMINÍFEROS EN LA ZONA INTERMAREAL DE LA COMUNA LA
ENTRADA, SANTA ELENA.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

SUÁREZ SUÁREZ YAMILEX MARISOL

TUTOR:

BLGO. WILLIAM SANTOS SÁNCHEZ, M.Sc.

**LA LIBERTAD – ECUADOR
2025**

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor, del Trabajo de Integración Curricular “FORAMINÍFEROS EN LA ZONA INTERMAREAL DE LA COMUNA LA ENTRADA, SANTA ELENA” ,elaborado por Suárez Suárez Yamilex Marisol, 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



Blgo. William Santos Sánchez, MSc.

DOCENTE TUTOR

C.I. 2400216459

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular “FORAMINÍFEROS EN LA ZONA INTERMAREAL DE LA COMUNA LA ENTRADA, SANTA ELENA” elaborado por Suárez Suárez Yamilex Marisol, 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



Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, PhD

DOCENTE DE ÁREA
C.I. 0905260881

DEDICATORIA

A Dios, por darme fortaleza, sabiduría, paciencia y perseverancia.

A mis Padres, Marixol y Carlos que han sido los pilares de mi vida, por el inmenso amor y su apoyo constante, soy la más afortunada por tenerlos.

A mi Hermano Mijael por ser mi confidente y mi amigo toda la vida.

A mis gemelos, Emely y Thadiel, mis niños bonitos, por sacarme sonrisas en los tiempos más difíciles.

A mi mejor amiga, Jeniffer Domínguez, por siempre motivarme y decirme que yo puedo, desde pequeñas y hasta ahora, que es mi hermana del corazón y por acompañarme siempre en todos estos años.

A mi compañero, amigo, consuelo y eterno amor Yerry Iván, te amo con todo mi corazón.

Y por último quiero dedicar este trabajo a mí, por ser consistente y a pesar de los obstáculos no rendirme.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios, mi guía y luz en los momentos más difíciles, por darme la fortaleza y la capacidad de alcanzar mis metas.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por brindarme la oportunidad de formarme académicamente y a las autoridades universitarias por su compromiso con la educación superior.

A mis padres, por su incondicional apoyo durante toda mi vida. Por enseñarme a nunca rendirme. Su amor y sacrificio han sido fundamentales en cada paso que he dado.

A mis abuelos, Emilia, Irma y Daniel, quienes con su sabiduría y cariño han dejado huellas imborrables en mi vida, aportando tanto a mi crecimiento personal como profesional.

A mi amiga Juleidy Cruz, por ser mi compañera incansable, por motivarme a seguir adelante y confiar en mí incluso en los momentos más difíciles. Te quiero mucho, gracias por estar a mi lado y ser parte esencial de mi vida.

A Erika y Daniela, por sus sabios consejos y por estar allí en los momentos más complicados de mi carrera universitaria. Su amistad y apoyo incondicional fueron una luz cuando más los necesitaba.

A mis familiares cercanos, padrinos, tíos, y primos quienes aportaron con su granito de arena para seguir con mis estudios.

Al Blgo. Jimmy Tomalá por sus conocimientos impartidos durante el desarrollo del trabajo.

Al Blgo. William Santos M.Sc, tutor de este trabajo, por su valiosa guía y apoyo constante; a la Blga. María Herminia PhD, Jorge Cardich PhD, por sus enseñanzas respecto al tema; y al Blgo. Alexis Suárez, por facilitar el material necesario para llevar a cabo esta investigación.

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Suárez Suárez Yamilex Marisol** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo/a de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el 07/07/2025:



Ing. Jimmy Agustín Villón Moreno, MSc.
**DIRECTOR/A DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Blga. María Herminia Comejo Rodríguez, Ph.D
**PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Blgo. William Santos Sánchez, Msc.
**DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Blgo. Richard Gonzalo Duque Marin, MSc.
**DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Lcdo. Pascual Rocha Silvestre, Mgtr
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

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



YAMILEX MARISOL SUÁREZ SUÁREZ

C.I. 0928078468

ÍNDICE GENERAL

1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	3
3. JUSTIFICACIÓN	6
4. OBJETIVOS.....	8
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	8
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
5. HIPÓTESIS.....	9
6. MARCO TEÓRICO	10
6.1 Foraminíferos	10
6.2 Hábitat	10
6.3 Foraminíferos bentónicos	11
6.4 Ciclo de vida	11
6.5 Bioindicadores e importancia ecológica.....	12
6.6 Caracterización de los foraminíferos.....	13
6.7 Granulometría.....	29
6.8 Materia Orgánica.....	30
7. MARCO METODOLÓGICO.....	31
7.1 Área de estudio.....	31
7.2 Diseño del área de estudio.....	32
7.3 Descripción de la metodología.....	32
7.4 Fase de campo.....	33
7.5 Fase de laboratorio.....	34
7.5.1 Identificación	34
7.5.2 Análisis de granulometría	35
7.5.3 Análisis de materia orgánica mediante el método de Boyd (1995).....	35

7.6	Análisis de datos	36
8.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	37
8.1	Identificación de foraminíferos presentes en la zona intermareal baja	37
8.2	Identificación de foraminíferos presentes en la zona intermareal media	39
8.3	Promedio de especies entre zonas	39
8.4	Porcentaje de organismos vivos presentes en el primer centímetro de sedimento respecto al total muestreado	41
8.5	Caracterización sedimentológica de la zona intermareal	42
8.5.1	Distribución de la materia orgánica (%) por estación de muestreo en la zona baja del intermareal	42
8.5.2	Distribución de la materia orgánica (%) por estación de muestreo en la zona media del intermareal	44
8.6	Distribución porcentual de las fracciones granulométricas: grava fina, arena muy gruesa, arena fina-gruesa y limo.	45
8.6.1	Composición porcentual de sedimentos en la zona baja.	45
8.6.2	Composición porcentual de sedimentos en la zona media	46
8.7	Índices ecológicos zona intermareal baja	47
8.8	Índices ecológicos zona intermareal media	55
8.9	Correlación entre especies y características sedimentarias en zonas	63
8.9.1	Zona Intermareal Baja	63
9.	DISCUSIÓN	68
10.	CONCLUSIONES	72
11.	RECOMENDACIONES	74
12.	BIBLIOGRAFÍA	75
13.	ANEXOS	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Pninaella scanica</i>	13
Figura 2. <i>Dendritina arbuscula</i>	14
Figura 3. <i>Textularia sagittula</i>	15
Figura 4. <i>Notorotalia clarki</i>	16
Figura 5. <i>Ammonia beccarii</i>	18
Figura 6. <i>Cibicides</i> sp.	19
Figura 7. <i>Duostomina biconvexa</i>	20
Figura 8. <i>Curtrightia marcellae</i>	21
Figura 9. <i>Spiroplecta americana</i>	22
Figura 10. <i>Neobuccella elaborada</i>	24
Figura 11. <i>Asteroammonia katangliensis</i>	25
Figura 12. <i>Pseudopatellinoides primus</i>	26
Figura 13. <i>Epistomina regularis</i>	27
Figura 14. <i>Cribrononion</i> sp.....	28
Figura 15. Ubicación Geográfica del Área de Estudio.....	31
Figura 16. Diseño experimental de los puntos de muestreo.....	33
Figura 17. Especies identificadas durante el periodo de muestreo.....	37
Figura 18. Abundancia relativa en la zona intermareal baja.....	38
Figura 19. Abundancia relativa en la zona intermareal media.....	39
Figura 20. Comparación entre especies registradas en zona baja y zona media.....	40
Figura 21. Registro de organismos previamente vivos.....	41
Figura 22. Materia orgánica registrada en la zona baja.....	43
Figura 23. Materia orgánica registrada en la zona media.....	44
Figura 24. Variación de fracciones granulométricas por estación en zona baja.....	45
Figura 25. Variación de fracciones granulométricas por estación en zona media.....	46
Figura 26. (A) Índice De Simpson, (B) Índice de Shannon-Wiener, (C) Índice de Margalef - Zona Baja, Transecto 1.....	48
Figura 27. (A) Índice De Simpson, (B) Índice de Shannon-Wiener, Índice de Margalef (C)- Zona Baja, Transecto 2.....	50
Figura 28. (A) Índice De Simpson, (C) Índice de Shannon-Wiener, Índice de Margalef (D)- Zona Baja, Transecto 3.....	52

Figura 29. (A) Índice De Simpson, (B) Índice de Shannon-Wiener, Índice de Margalef (C)- Zona Baja, Transecto 4.	54
Figura 30. (A) Índice De Simpson, (C) Índice de Shannon-Wiener, Índice de Margalef (D)- Zona Media, Transecto 1.....	56
Figura 31. (A) Índice De Simpson, (C) Índice de Shannon-Wiener, Índice de Margalef (D)- Zona Media, Transecto 2.....	58
Figura 32. (A) Índice De Simpson, (B) Índice de Shannon-Wiener, Índice de Margalef (C)- Zona Media, Transecto 3.....	60
Figura 33. A) Índice De Simpson, (C) Índice de Shannon-Wiener, Índice de Margalef (D)- Zona Media, Transecto 4.....	62
Figura 34. Análisis de correlación en zona baja, Spearman.	64
Figura 35. Análisis de correlación en zona media, Spearman.....	67
Figura 36. Resultados del primer análisis de M.O.	106
Figura 37. Resultados del segundo análisis de M.O.....	107
Figura 38. Resultados del tercer análisis de M.O.	108
Figura 39. Resultados del cuarto análisis de M.O.....	109
Figura 40. Resultados del quinto análisis de M.O.....	110
Figura 41. Resultados del sexto análisis de M.O.....	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de puntos de muestreo.	32
Tabla 2. Foraminíferos identificados en la zona intermareal de la Comuna La entrada durante el periodo de muestreo.	80
Tabla 3. Foraminíferos identificados en la zona intermareal media durante el periodo de muestreo.	80
Tabla 4. Foraminíferos identificados en la zona intermareal baja durante el periodo de muestreo.....	81
Tabla 5. Datos estadísticos de correlaciones en zona baja.	82
Tabla 6. Datos estadísticos de correlaciones en zona media.....	83
Tabla 7. Análisis estadísticos para la Zona Media transecto 1 de los diferentes índices en el software PAST.	84

Tabla 8. <i>Análisis estadísticos para la Zona Media transecto 2 de los diferentes índices en el software PAST.</i>	84
Tabla 9. <i>Análisis estadísticos para la Zona Media transecto 3 de los diferentes índices en el software PAST.</i>	85
Tabla 10. <i>Análisis estadísticos para la Zona Media transecto 4 de los diferentes índices en el software PAST.</i>	85
Tabla 11. <i>Análisis estadísticos para la Zona Baja transecto 1 de los diferentes índices en el software PAST.</i>	86
Tabla 12. <i>Análisis estadísticos para la Zona Baja transecto 2 de los diferentes índices en el software PAST.</i>	86
Tabla 13. <i>Análisis estadísticos para la Zona Baja transecto 3 de los diferentes índices en el software PAST.</i>	87
Tabla 14. <i>Análisis estadísticos para la Zona Baja transecto 4 de los diferentes índices en el software PAST.</i>	87
Tabla 15. <i>Análisis granulométrico zona baja 1- muestreo 1.</i>	88
Tabla 16. <i>Análisis granulométrico zona baja 2- muestreo 1.</i>	88
Tabla 17. <i>Análisis granulométrico zona baja 3- muestreo 1.</i>	88
Tabla 18. <i>Análisis granulométrico zona baja 4- muestreo 1.</i>	89
Tabla 19. <i>Análisis granulométrico zona media 1- muestreo 1.</i>	89
Tabla 20. <i>Análisis granulométrico zona media 2- muestreo 1.</i>	89
Tabla 21. <i>Análisis granulométrico zona media 3- muestreo 1.</i>	90
Tabla 22. <i>Análisis granulométrico zona media 4- muestreo 1.</i>	90
Tabla 23. <i>Análisis granulométrico zona baja 1- muestreo 2.</i>	90
Tabla 24. <i>Análisis granulométrico zona baja 2- muestreo 2.</i>	91
Tabla 25. <i>Análisis granulométrico zona baja 3- muestreo 2.</i>	91
Tabla 26. <i>Análisis granulométrico zona baja 4- muestreo 2.</i>	92
Tabla 27. <i>Análisis granulométrico zona media 1- muestreo 2.</i>	92
Tabla 28. <i>Análisis granulométrico zona media 2- muestreo 2.</i>	92
Tabla 29. <i>Análisis granulométrico zona media 3- muestreo 2.</i>	93
Tabla 30. <i>Análisis granulométrico zona media 4- muestreo 2.</i>	93
Tabla 31. <i>Análisis granulométrico zona baja 1- muestreo 3.</i>	93
Tabla 32. <i>Análisis granulométrico zona baja 2- muestreo 3.</i>	94
Tabla 33. <i>Análisis granulométrico zona baja 3- muestreo 3.</i>	94
Tabla 34. <i>Análisis granulométrico zona baja 4- muestreo 3.</i>	94

Tabla 35. <i>Análisis granulométrico zona media 1- muestreo 3.</i>	95
Tabla 36. <i>Análisis granulométrico zona media 2- muestreo 3.</i>	95
Tabla 37. <i>Análisis granulométrico zona media 3- muestreo 3.</i>	95
Tabla 38. <i>Análisis granulométrico zona media 4- muestreo 3.</i>	96
Tabla 39. <i>Análisis granulométrico zona baja 1- muestreo 4.</i>	96
Tabla 40. <i>Análisis granulométrico zona baja 2- muestreo 4.</i>	97
Tabla 41. <i>Análisis granulométrico zona baja 3- muestreo 4.</i>	97
Tabla 42. <i>Análisis granulométrico zona baja 4- muestreo 4.</i>	97
Tabla 43. <i>Análisis granulométrico zona media 1 - muestreo 4.</i>	98
Tabla 44. <i>Análisis granulométrico zona media 2 - muestreo 4.</i>	98
Tabla 45. <i>Análisis granulométrico zona media 3 - muestreo 4.</i>	98
Tabla 46. <i>Análisis granulométrico zona media 4 - muestreo 4.</i>	99
Tabla 47. <i>Análisis granulométrico zona baja 1- muestreo 5.</i>	99
Tabla 48. <i>Análisis granulométrico zona baja 2 - muestreo 5.</i>	100
Tabla 49. <i>Análisis granulométrico zona baja 3 - muestreo 5.</i>	100
Tabla 50. <i>Análisis granulométrico zona baja 4 - muestreo 5.</i>	100
Tabla 51. <i>Análisis granulométrico zona media 1 - muestreo 5.</i>	101
Tabla 52. <i>Análisis granulométrico zona media 2 - muestreo 5.</i>	101
Tabla 53. <i>Análisis granulométrico zona media 3 - muestreo 5.</i>	101
Tabla 54. <i>Análisis granulométrico zona media 4 - muestreo 5.</i>	102
Tabla 55. <i>Análisis granulométrico zona baja 1- muestreo 6.</i>	102
Tabla 56. <i>Análisis granulométrico zona baja 2- muestreo 6.</i>	102
Tabla 57. <i>Análisis granulométrico zona baja 3- muestreo 6.</i>	103
Tabla 58. <i>Análisis granulométrico zona baja 4 - muestreo 6.</i>	103
Tabla 59. <i>Análisis granulométrico zona media 1 - muestreo 6.</i>	103
Tabla 60. <i>Análisis granulométrico zona media 2 - muestreo 6.</i>	104
Tabla 61. <i>Análisis granulométrico zona media 3 - muestreo 6.</i>	104
Tabla 62. <i>Análisis granulométrico zona media 4 - muestreo 6.</i>	105
Tabla 63. <i>Clasificación de granulometría, según número de tamiz.</i>	105

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Medición de estaciones, zona baja y zona media</i>	112
Anexo 2. <i>Extracción de muestra de sedimento</i>	112
Anexo 3. <i>Identificación de foraminíferos</i>	113
Anexo 4. <i>Laboratorio de suelos, granulometría</i>	113
Anexo 5. <i>Cibicides sp.</i>	114
Anexo 6. <i>Pninaella scanica</i>	114
Anexo 7. <i>Textularia sp.</i>	114
Anexo 8. <i>Dendritina arbuscula</i>	115
Anexo 9. <i>Ammonia beccarii</i>	115
Anexo 10. <i>Notorotalia sp.</i>	116
Anexo 11. <i>Cribrononion sp.</i>	116
Anexo 12. <i>Duostomina biconvexa</i>	116
Anexo 13. <i>Spiroplecta americana</i>	117
Anexo 14. <i>Curtrightia marcellae</i>	117
Anexo 15. <i>Asteroammonia katangliensis</i>	118
Anexo 16. <i>Pseudopatellinoides primus</i>	118
Anexo 17. <i>Epistomina sp.</i>	119
Anexo 18. <i>Buccella sp.</i>	119

GLOSARIO Y SIMBOLOGÍA

Abundancia específica: Número total de organismos de una sola especie en un área determinada.

Diversidad específica: Se considera la riqueza de organismos y la distribución equitativa de individuos entre ellas.

Dominancia: Predominancia de una o pocas especies en una comunidad biológica.

Bioindicador: Especie que cuya presencia, abundancia o ausencia da información sobre condiciones ambientales de un ecosistema.

Granulometría: Se mide el tamaño de las partículas del sedimento y se analiza a que categoría pertenece, fundamental para caracterizar el hábitat bentónico.

Limo: Fracción muy fina del sedimento con tamaños en sus partículas que oscilan entre 0,002 mm y 0,063 mm, con una capacidad alta en retener contenido de materia orgánica.

Arena fina-gruesa: Se refiere a la fracción del sedimento que tiene partículas de tamaño 0,075 mm y 2 mm, siendo la transición entre arena gruesa y limo.

Arena muy gruesa: Esta fracción del sedimento supera tamaños a 2mm y tienen una mayor energía del medio debido a la escasa retención de materia orgánica.

Meiofauna: Organismos de tamaño intermedio que habitan en los espacios intersticiales del sedimento siendo los foraminíferos parte de este conjunto de individuos.

Epifauna: Organismos que habitan sobre la superficie del sustrato marino, pueden ser arena, vegetación o rocas.

Infauna: Individuos que habitan enterrados en el sedimento, generalmente en los primeros centímetros.

Materia Orgánica: se refiere a detritos vegetales o restos de origen biológicos presentes en los sedimentos de organismos en estado de descomposición.

Zona intermareal: Es el espacio que queda expuesto durante la marea baja en la franja costera, esta se divide en zona baja, media y alta según la frecuencia de inmersión.

Sustrato: Superficie sobre la cual se asientan los organismos bentónicos, como rocas, limo o tipos de arena.

Transecto: Línea que se traza imaginariamente para establecer puntos de muestreo sistemáticos en estudios de ecología.

g: Gramo

μm: Micrómetro

H': Índice de Shannon-Wiener

1-D: Índice de Simpson

D: Índice de Dominancia

rs: Coeficiente de correlación de Spearman

ABREVIATURAS

FOB: Foraminíferos bentónicos

MO: Materia orgánica

ZIM: Zona intermareal media

ZIB: Zona intermareal baja

H': Índice de Shannon-Wiener

1-D: Índice de Simpson

D: Índice de Dominancia

IMg: Índice de Margalef

rs: Coeficiente de correlación de Spearman

µm: Micrómetro

ASTM: American Society for Testing and Materials

UPSE: Universidad Estatal Península de Santa Elena

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

1. RESUMEN

Los foraminíferos bentónicos son microorganismos unicelulares protozoarios, que presentan una concha mineralizada desempeñando un papel importante como bioindicadores ambientales debido a la alta sensibilidad a variaciones sedimentológicas o fisicoquímicas. Su estudio permite analizar el estado ambiental y ecológico de zonas costeras con impactos antrópicos. Bajo este enfoque, el presente trabajo tuvo como objetivo analizar la diversidad y dominancia de foraminíferos en la zona intermareal de la comuna La Entrada, Santa Elena, y su relación con la granulometría y el contenido de materia orgánica del sedimento. Se llevaron a cabo muestreos mensuales entre enero y marzo de 2025 en la zona intermareal baja y media. Las muestras fueron examinadas mediante revisión estereomicroscópica, tamizado, tinción con rosa de bengala e identificación taxonómica. Se identificaron 14 especies, siendo *Cibicides* sp. y *Ammonia beccarii* las más representativas. Los índices ecológicos aplicados (Shannon-Wiener, Simpson y Margalef) reflejaron comunidades con diversidad moderada a alta y baja dominancia, particularmente en la zona baja. Un elemento relevante fue que solo el 5% del total recolectado pertenecían a organismos previamente vivos, siendo *Notorotalia* sp. y *A. beccarii* las especies lo que sugiere posibles perturbaciones ambientales recientes, asociadas al turismo o a la remoción de sedimentos. La caracterización sedimentológica reveló un predominio de limo mayor al 95% y una mayor concentración de materia orgánica en puntos centrales. El análisis de correlación de Spearman reflejó relaciones positivas entre ciertas especies y características sedimentológicas siendo *D. biconvexa*, *Epistomina* sp. y *A. beccarii* las que prefieren ambientes ricos en materia orgánica, a diferencia de *Textularia* sp. y *A. katangliensis* que prefirieron sedimentos más oxigenados y menos cargados. Los resultados ratifican el uso de foraminíferos como bioindicadores en ecosistemas intermareales, aportando una línea base para futuras investigaciones y monitoreos ecológicos.

Palabras claves: Foraminíferos bentónicos, diversidad, dominancia, perturbaciones ambientales, limo, materia orgánica, sustrato, bioindicador.

ABSTRACT

*Benthic foraminifera are unicellular protozoan microorganisms with a mineralized shell that play an important role as environmental bioindicators due to their high sensitivity to sedimentological or physicochemical variations. Studying them allows us to analyze the environmental and ecological status of coastal areas affected by human activity. With this approach, the objective of this study was to analyze the diversity and dominance of foraminifera in the intertidal zone of La Entrada, Santa Elena, and their relationship with sediment grain size and organic matter content. Monthly sampling was carried out between January and March 2025 in the lower and middle intertidal zones. The samples were examined by stereomicroscopic review, sieving, rose bengal staining, and taxonomic identification. Fourteen species were identified, with *Cibicides* sp. and *Ammonia beccarii* being the most representative. The ecological indices applied (Shannon-Wiener, Simpson, and Margalef) reflected communities with moderate to high diversity and low dominance, particularly in the lower zone. A relevant finding was that only 5% of the total collected belonged to previously living organisms, with *Notorotalia* sp. and *A. beccarii* being the species, suggesting possible recent environmental disturbances associated with tourism or sediment removal. Sedimentological characterization revealed a predominance of silt greater than 95% and a higher concentration of organic matter in central points. Spearman's correlation analysis reflected positive relationships between certain species and sedimentological characteristics, with *D. biconvexa*, *Epistomina* sp., and *A. beccarii* preferring environments rich in organic matter, unlike *Textularia* sp. and *A. katangliensis*, which preferred more oxygenated and less loaded sediments. The results confirm the use of foraminifera as bioindicators in intertidal ecosystems, providing a baseline for future research and ecological monitoring.*

Keywords: Benthic foraminifera, diversity, dominance, environmental disturbances, silt, organic matter, substrate, bioindicator.

2. INTRODUCCIÓN

Los foraminíferos son microorganismos unicelulares protozoarios que tienen la capacidad de construir concha mineral, son parecidos a las amebas ya que poseen pseudópodos como proyecciones de su célula, pero a diferencia que estos poseen gránulos y están conectados entre sí. Estos organismos juegan un papel importante como bioindicadores de condiciones ambientales específicas (Santos, 2023). Pueden ser planctónicos como bentónicos y su distribución y abundancia está relacionado a los factores fisicoquímicos del entorno. Existen desde el cámbrico habitando en zonas litorales hasta los fondos oceánicos y su análisis ha permitido realizar estudios sobre cambios históricos en los ecosistemas marinos y las condiciones ambientales en la actualidad. Son caracterizados por tener un tamaño promedio de 150 y 200 μm y se clasifican según la composición de su caparazón, quitinosos, calcáreos, silíceos y aglutinados, siendo los calcáreos los más comunes (Calonge et al., 2001).

La playa de la comuna La Entrada ubicada en la provincia de Santa Elena, ha enfrentado impactos antropogénicos en los últimos años, debido a que ha presenciado un aumento en el turismo por construcción de diversas infraestructuras, generando un impacto negativo en la dinámica sedimentaria y en la fauna que habita en ella. Estas variaciones en los sedimentos pueden estar perturbando la diversidad y distribución en los foraminíferos bentónicos, lo cual podría reflejar un daño en la calidad del ambiente en la costa. Considerando la importancia de los foraminíferos

como indicadores ambientales, es importante estudiar su relación con las características sedimentarias en áreas sometidas a presiones antropogénicas (Salman, Martínez y Gómez, 2010).

Por otro lado, el análisis de las características sedimentarias es esencial para la investigación debido a la relevancia que tienen para determinar la estructura del hábitat y verificar de qué manera están asociados a la biodiversidad bentónica en especial a los foraminíferos. Así mismo, el tamaño de la partícula influye mucho en la retención de nutrientes y la distribución afectando el hábitat y la disponibilidad de recursos para dichos organismos (Magno et al., 2012). A su vez, la materia orgánica otorga la base energética para el desarrollo de diferentes especies (Ruiz Muñoz, González-Regalado Montero y Morales González, 1996).

En Ecuador existen estudios realizados en la bahía de Santa Elena, donde se encontraron la presencia de especies como, *Quinqueloculina lamarckiana*, *Cibicides aknerianus* y *Cibicides bertheloti*, determinando los parámetros físico-químicos como los posibles causantes de una baja población. A diferencia del área de Salinas donde se encontraron la presencia de *Cibicides* sp.; *Rotalia cubensis* y *Textularia secasensis* y se indica que factores ambientales como salinidad, temperatura, pH, oxígeno, profundidad, turbidez, alimentación y sustrato son propicios para el desarrollo de la diversidad cuali-cuantitativa de las especies de

este grupo (Gualancañay, 2000).

La finalidad de este estudio es brindar conocimiento sobre los foraminíferos bentónicos aportando una base científica que respalde la creación de estrategias para su conservación ante el incremento del turismo, a través del análisis de la diversidad y abundancia de los foraminíferos bentónicos considerando la relación con características sedimentarias permitiendo una mejor comprensión sobre el impacto de actividades antropogénicas en el ecosistema costero.

3. JUSTIFICACIÓN

Los foraminíferos al ser microorganismos que tienen un registro desde el periodo cámbrico son una base fundamental para estudiar el pasado y el presente de la tierra, ya que se han presentado a lo largo del tiempo geológico y de la evolución. También son excelentes indicadores ambientales debido a la alta sensibilidad que presentan a los cambios o alteraciones en su ecosistema y su estudio permite proporcionar información sobre las especies presentes en la zona intermareal de la comuna La Entrada. Para ello, se realizó la recolección de muestras "in situ" y su posterior análisis en laboratorio. También se llevó a cabo una revisión taxonómica, así como el estudio de la composición granulométrica y de la materia orgánica. Estos análisis permitieron determinar la relación existente entre la distribución y la abundancia de las especies presentes (Mateu-Vicens et al., 2014).

El aumento del turismo y de las infraestructuras ha generado una alteración en la estructura natural del sedimento en esta área. Esta situación modifica directamente el hábitat de los microorganismos, generando cambios en la biodiversidad y la abundancia de especies. Por ello, la importancia de este estudio radica en la identificación taxonómica de especies, así como en el análisis granulométrico para determinar los porcentajes de limo, grava, arcilla y arena. Además, se busca obtener los valores de materia orgánica, ya que estos parámetros permiten evaluar la estructura física del sedimento y su composición química, lo

que influye en la disponibilidad de nutrientes y la oxigenación del sustrato.

Por otra parte, los resultados proporcionados en este estudio serán relevantes para tener una base científica y poder determinar cómo los cambios en la granulometría y materia orgánica afectan a los foraminíferos. De esta manera, la presente investigación aporta una contribución con el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS 14 sobre "Vida Submarina" proporcionando información científica y relevante sobre la salud y biodiversidad de los sistemas, promoviendo la sostenibilidad a plazo largo y ayudar a minimizar los efectos de contaminación y sobreexplotación de recursos marinos (ONU, 2025).

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la diversidad y dominancia de foraminíferos, mediante toma de muestras, estableciendo su relación con las características sedimentarias.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar las especies de foraminíferos bentónicos mediante observación estereomicroscópica y guías taxonómicas.

Caracterizar sedimentológicamente la playa, determinando su composición granulométrica y contenido de materia orgánica.

Establecer la relación entre la diversidad y dominancia de los foraminíferos con las características sedimentarias mediante el uso del coeficiente de correlación de Spearman.

5. HIPÓTESIS

H₁: Los foraminíferos presentes en la playa de la Comuna La Entrada, varían en abundancia y diversidad en relación con las características sedimentarias.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Foraminíferos

Son microorganismos constituidos por una sola célula, es decir, unicelulares, y tienen un esqueleto formado de concha mineral debido a que presentan un núcleo o varios núcleos en el interior del protoplasma y distintos organelos, en especial el aparato de Golgi quien es responsable de la secreción del material orgánico, que ayuda a la creación de su exoesqueleto (Loeblich y Tappan, 1987). La presencia de estos organismos se dio en el periodo cámbrico, poblando así, los mares y océanos, desde las zonas bentónicas hasta los fondos oceánicos y desde el trópico hasta los océanos ártico y antártico (Murray, 2006). El tamaño y forma de estos microorganismos depende de factores como, las modificaciones durante la ontogenia, las dimensiones de la cámara embrionaria y la disposición de las cámaras (Tjahjo Winanto et al., 2022).

6.2 Hábitat

Estos microorganismos habitan principalmente en ambientes marinos, desde las zonas intermareales hasta los fondos oceánicos, ya sea dentro de los sedimentos o sobre ellos. La distribución de los foraminíferos está influenciada por las características del sustrato, como la granulometría, el contenido de materia orgánica y diversos factores fisicoquímicos, tales como el oxígeno disuelto, la

salinidad, el pH, entre otros. Tienen de preferencia zonas con sedimentos finos ya que estos son ricos en nutrientes por la retención de materia orgánica, lo cual es un factor esencial para el desarrollo y alimentación (Murray, 2006).

Existen dos grandes grupos de foraminíferos según su hábitat: los planctónicos, que flotan libremente en la columna de agua, y los bentónicos, que viven asociados al fondo marino, ya sea sobre los sedimentos o incrustados en ellos. En el presente estudio se abordará exclusivamente el análisis de los foraminíferos bentónicos debido a su relevancia ecológica como bioindicadores de las condiciones sedimentarias (Pérez-Casas et al., 2023).

6.3 Foraminíferos bentónicos

Estos microorganismos constituyen uno de los grupos más representativos de la meiofauna marina, teniendo alrededor de 3210 – 3531 especies vivientes, y un registro fósil aproximado de 1573 especies. Se encuentran en el lecho marino ya sea como epifauna o endofauna y estos pueden ser sésiles o vágiles (Murray, 2007).

6.4 Ciclo de vida

Los foraminíferos tienen una reproducción sexual y asexual, aunque existen

especies que se reproducen solo sexualmente, generalmente los planctónicos. Ciertos grupos sincronizan su actividad reproductiva con las estaciones del año, con la finalidad de optimizar los recursos. La reproducción se divide en dos fases, gamonte que es el resultado de una reproducción asexual y esquizonte, resultado de la reproducción sexual. El periodo de vida suele ser corta, de pocos días o semanas, a excepción de especies más grandes que podrían alcanzar los dos años de vida, aunque esto se ve influenciado de la adaptación que tengan, generalmente las más pequeñas con morfología simple desarrollan una estrategia oportunista, mientras que las especies grandes y con morfología más compleja desarrollan una estrategia de vida conservadora, que no es común en organismos unicelulares (Cupul et al., 2011).

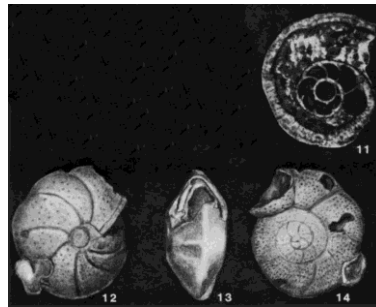
6.5 Bioindicadores e importancia ecológica

Estos organismos son altamente sensibles a cambios en la estructura de su hábitat por lo que alteraciones en la distribución y abundancia reflejan impactos en una zona determinada, ya sea por contaminación, alteraciones físicas o químicas del lugar, y en general el estado de salud ambiental. Las rápidas respuestas ante variaciones en parámetros como temperatura, salinidad, pH, oxigenación cambios en materia orgánica o presencia de metales pesados hacen que los foraminíferos sean considerados bioindicadores eficientes en ambientes marinos (Salman et al., 2010).

6.6 Caracterización de los foraminíferos.

Figura 1.

Pninaella scanica.



Nota. Adaptado de *Foraminiferal Genera and Their Classification* por Loeblich y Tappan, 1987.

Taxonomía:

Reino: Chromista

Filo: Foraminífera

Clase: Globothalamea

Orden: Rotaliida

Familia: Asterigerinatidae

Género: Pninaella

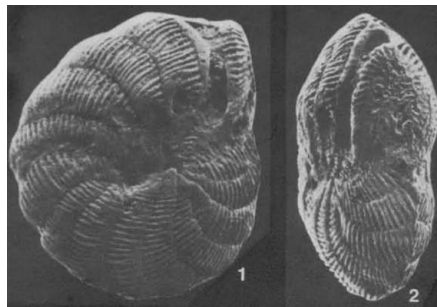
Especie: *scanica* (Brotzen, 1948)

Características morfológicas:

Cámaras semicirculares y suturas ligeramente deprimidas, su concha es caliza, planiespiral y biconvexa, superficie lisa y la apertura es interiomarginal (Loeblich y Tappan, 1987).

Figura 2.

Dendritina arbuscula.



Nota. Adaptado de *Foraminiferal Genera and Their Classification* por Loeblich y Tappan, 1987.

Taxonomía:

Reino: Chromista

Filo: Foraminífera

Clase: Tubothalamea

Orden: Miliolida

Familia: Peneroplidae

Género: Dendritina

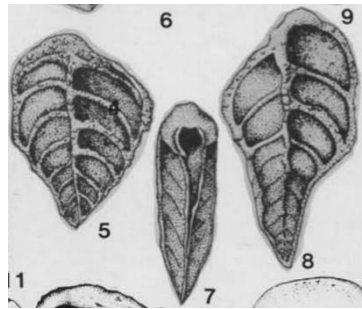
Especie: *arbuscula* (Orbigny, 1826)

Características morfológicas:

Cámaras dispuestas en múltiples planos, su concha es porcelanosa y se encuentra enrollada en espiral, la superficie es ornamentada con costillas radiales, la apertura es terminal y a menudo con un diente prominente (Loeblich y Tappan, 1987).

Figura 3.

Textularia sagittula.



Nota. Adaptado de *Foraminiferal Genera and Their Classification* por Loeblich y Tappan, 1987.

Taxonomía:

Reino: Chromista

Filo: Foraminífera

Clase: Globothalamea

Orden: Textulariida

Familia: Textulariidae

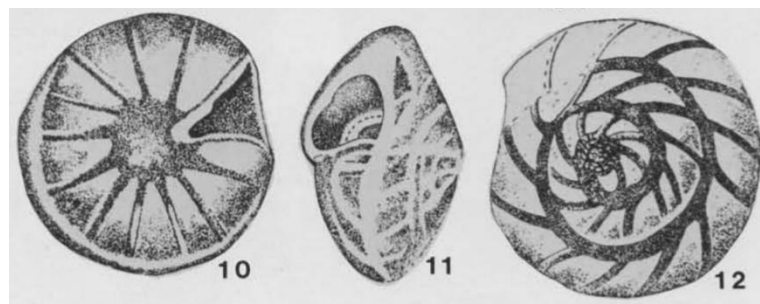
Género: Textularia (Brady, 1884)

Características morfológicas

Sus cámaras son claramente angulares, lo que dan lugar a un contorno de testa dentado, las cámaras están dispuestas en forma biseriada a lo largo de la concha, las suturas están ligeramente deprimidas, la concha es libre, ensanchado en vista lateral, cuadrangular en sección y romboidal en lugar de rectangular, con lados aplanados. La pared es calcárea, hialina y oblicua, muy delgada y perforada toscamente, a excepción de una región estrecha y sin perforación adyacente a la abertura, su superficie es lisa y pulida (Loeblich y Tappan, 1987).

Figura 4.

Notorotalia clarki.



Nota. Adaptado de *Foraminiferal Genera and Their Classification* por Loeblich y Tappan, 1987.

Taxonomía:

Reino: Chromista

Filo: Foraminífera

Clase: Globothalamea

Orden: Rotaliida

Familia: Notorotaliidae

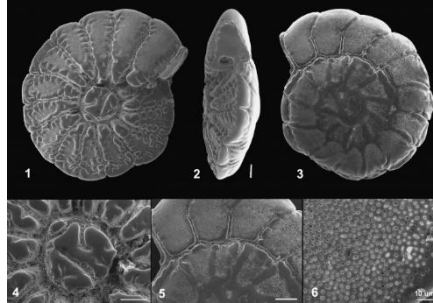
Género: Notorotalia (Voloshinova, 1952)

Características morfológicas:

La concha es grande, puede medir hasta 2 mm de diámetro, biconvexo, lenticular y enrollado en espiral trocoespiral con dos a tres vueltas que aumentan, tiene numerosas cámaras de doce a dieciséis en la última vuelta. Las suturas oblicuas y engrosadas, radiales en el lado del canal umbilical alrededor de un tampón umbilical pustuloso. Periferia subangular, con una banda no perforada, pared calcárea, gruesa y lamelar, radial y finamente perforada, son suturas espirales y septales elevadas que dan apariencia reticulada, la última cámara se encuentra oscurecida por una capa granular y el foramen intercameral tiene una fila de cinco a siete aberturas redondeadas cerca de la base de los septos (Loeblich y Tappan, 1987).

Figura 5.

Ammonia beccarii.



Nota. Adaptado de *World Foraminifera Database* por Hayward, B. W., Holzmann, M., y Tsuchiya, M. (2019)

Taxonomía:

Reino: Chromista

Filo: Foraminífera

Clase: Globothalamea

Orden: Rotaliida

Familia: Ammoniidae

Género: *Ammonia*

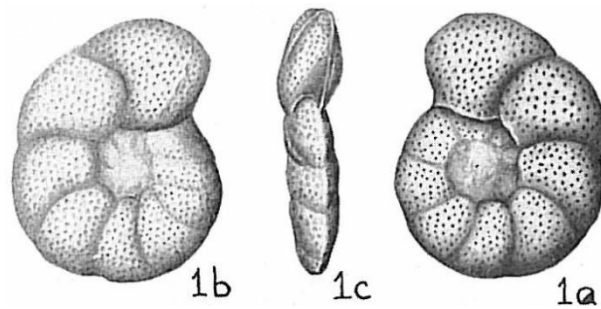
Especie: *beccarii* (Linnaeus, 1758)

Características morfológicas:

Tiene una concha planiespiral, biconvexa, superficie lisa o ligeramente rugosa, el borde de la concha es muy delgado y la última cámara es grande, ocupando la mayor parte de la concha (Loeblich y Tappan, 1987).

Figura 6.

Cibicides sp.



Nota. Adaptado de *World Foraminifera Database* basada en Cushman, J. A. (1931). *Los foraminíferos del océano Atlántico.*

Taxonomía:

Reino: Chromista

Filo: Foraminífera

Clase: Globothalamea

Orden: Rotaliida

Familia: Cibicididae

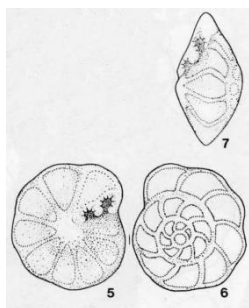
Género: *Cibicides* (Montfort, 1808)

Características morfológicas:

Posee una concha hialina con forma subglobosa y cámaras en espiral generalmente las ultimas suelen ser más grandes, también tiene una abertura interiomarginal (Loeblich y Tappan, 1987).

Figura 7.

Duostomina biconvexa.



Nota. Adaptado de *Foraminiferal Genera and Their Classification* por Loeblich y Tappan, 1987.

Taxonomía:

Reino: Chromista

Filo: Foraminífera

Clase: Globothalamea

Orden: Robertinida

Familia: Duostominidae

Género: *Duostomina*

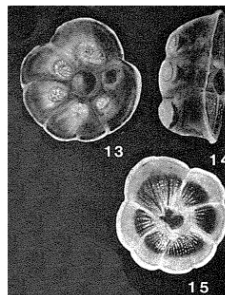
Especie: *biconvexa* (Kristan-Tollmann, 1960)

Características morfológicas:

La concha es lenticular, enrollado trocospiralmente, biconvexo, las cámaras son visibles en el lado espiral y solo las nueve de la última vuelta visible en el lado umbonado opuesto (Loeblich y Tappan, 1987).

Figura 8.

Curtrightia marcellae.



Nota. Adaptado de *Foraminiferal Genera and Their Classification* por Loeblich y Tappan, 1987.

Taxonomía:

Reino: Chromista

Filo: Foraminifera

Clase: Globothalamea

Orden: Rotaliida

Familia: Glabratellidae

Género: *Curtrightia*

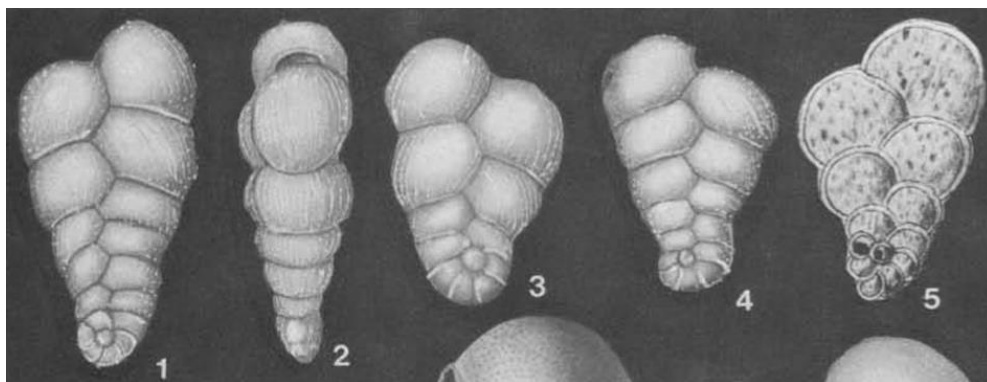
Especie: *marcellae* (McCulloch , 1977)

Características morfológicas:

Presenta una concha globosa o sobglobosa, tiene cámaras dispuestas en espiral y una superficie con testa con poros y perforada, tiene un umbón prominente en la parte umbilical, característico de este género (Loeblich y Tappan, 1987).

Figura 9.

Spiroplecta americana.



Nota. Adaptado de *Foraminiferal Genera and Their Classification* por Loeblich y Tappan, 1987.

Taxonomía:

Reino: Chromista

Filo: Foraminífera

Clase: Globothalamea

Orden: Rotaliida

Familia: Heterohelicidae

Género: Spiroplecta

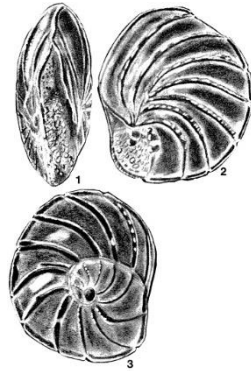
Especie: *americana* (Ehrenberg, 1844)

Características morfológicas:

Subtriangular en vista lateral, la porción biserial se ensancha desde la diminuta espiral planiespiral, periferia ampliamente redondeada; las 5-6 cámaras de la espiral son bajas y no muy infladas, las 6-11 cámaras posteriores dispuestas biserialmente aumentan rápidamente en altura, de modo que las posteriores son infladas y subglobulares; suturas distintivas, rectas, algo oblicuas, deprimidas; pared calcárea, hialina, superficie ligeramente estriada, finamente perforada; abertura un arco bajo en el margen interno de la cámara final, a veces con un ligero labio (Loeblich y Tappan, 1987).

Figura 10.

Neobuccella elaborada.



Nota. Adaptado de *Foraminiferal Genera and Their Classification* por Loeblich y Tappan, 1987.

Taxonomía:

Reino: Chromista

Filo: Foraminífera

Clase: Globothalamea

Orden: Rotaliida

Familia: Notorotaliidae

Género: *Buccella* (Hornibrook, 1961)

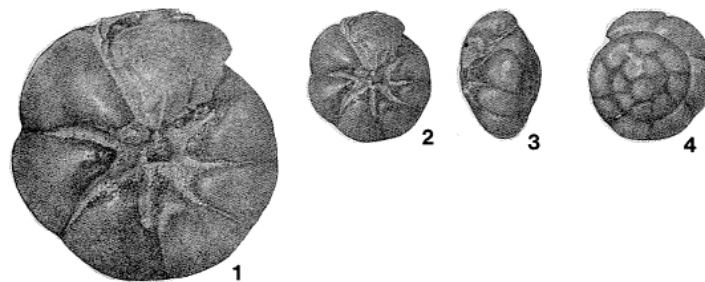
Características morfológicas:

Presenta una concha hialina trocoespiral baja, la testa es de tipo biconvexa,

la parte umbilical levemente cóncava o plana, tiene alrededor de 5 a 7 cámaras vivibles en la última vuelta, la pared es finamente perforada con estrías finas en algunas especies (Loeblich y Tappan, 1987).

Figura 11.

Asteroammonia katangliensis.



Nota. Adaptado de *Foraminiferal Genera and Their Classification* por Loeblich y Tappan, 1987.

Taxonomía:

Reino: Chromista

Filo: Foraminifera

Clase: Globothalamea

Orden: Rotaliida

Familia: Ammoniidae

Género: *Asteroammonia*

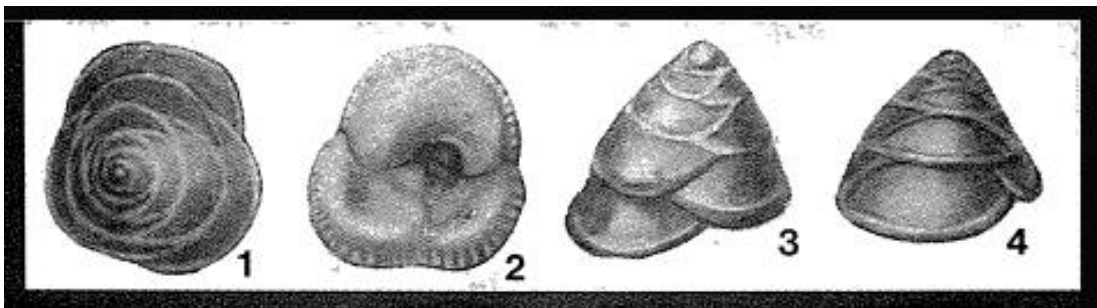
Especie: *katangliensis* (Voloshinova, 1970)

Características morfológicas:

Presenta una concha alrededor de 4 a 6 cámaras en forma de espiral plana o levemente plana, abertura interiomarginal, elíptica o redondeada situada en el margen de la última cámara (Loeblich y Tappan, 1987).

Figura 12.

Pseudopatellinoides primus.



Nota. Adaptado de *Foraminiferal Genera and Their Classification* por Loeblich y Tappan, 1987.

Taxonomía:

Reino: Chromista

Filo: Foraminífera

Clase: Globothalamea

Orden: Rotaliida

Familia: Rosalinidae

Género: Pseudopatellinoides

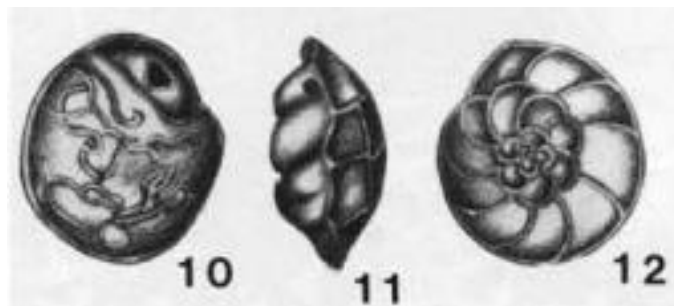
Especie: *primus* (Krasheninnikov, 1958)

Características morfológicas:

Posee una concha hialina biconvexa con cámaras involutas o planiformes, la superficie es finamente perforada y la superficie tiene una protuberancia en la parte umbilical (Loeblich y Tappan, 1987).

Figura 13.

Epistomina regularis.



Nota. Adaptado de *Foraminiferal Genera and Their Classification* por Loeblich y Tappan, 1987.

Taxonomía:

Reino: Chromista

Filo: Foraminifera

Clase: Globothalamea

Orden: Robertinida

Familia: Epistominidae

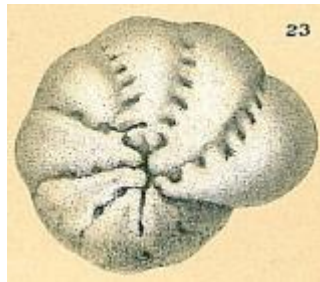
Género: *Epistomina* (Terquem, 1883)

Características morfológicas:

Presenta cámaras organizadas en forma de espiral globosa, su concha es hialina calcítica, tiene forma de espiral semi-involuta o involuta, apertura interiormaginal ubicada al borde de la última cámara. La superficie de la concha es lisa o levemente rugosa (Loeblich y Tappan, 1987).

Figura 14.

Cribrononion sp.



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

Taxonomía:

Reino: Chromista

Filo: Foraminifera

Clase: Globothalamea

Orden: Rotaliida

Familia: Elphidiidae

Género: Cribronion (Egger, 1857)

Características morfológicas:

Presenta cámaras organizadas en forma de espiral globosa, con su concha hialina calcítica. Su forma es semi-involuta o involuta, con una abertura interiormaginal ubicada en el borde de la última cámara. La superficie de la concha es lisa o levemente rugosa (Loeblich y Tappan, 1987).

6.7 Granulometría

Es la distribución y el tamaño de los granos del sedimento, según eso existen categorías como grava, arena, limo y arcilla. En estudios ecológicos este parámetro es muy importante ya que influye de manera directa en la estructura del hábitat bentónico. En sedimentos gruesos como la arena se limita la retención de oxígeno y nutrientes afectando la biodiversidad presente, por otro lado, en sedimentos más finos como el limo y la arcilla la retención del agua es mayor, asimismo reteniendo materia orgánica y nutrientes, siendo condiciones favorables para los foraminíferos bentónicos (Magno et al., 2012).

6.8 Materia Orgánica

La materia orgánica se da por restos de organismos en descomposición, excrementos, compuestos disueltos, detritos vegetales y es un elemento indispensable en los sedimentos marinos ya que es la principal fuente de alimento de los foraminíferos. La calidad y cantidad de materia orgánica es un factor importante que altera directamente en el sedimento, ocasionando cambios en la estructura de las comunidades bentónicas. Estudios señalan que una mayor concentración de materia orgánica está relacionada con una mayor abundancia de foraminíferos bentónicos (Trentesaux et al., 2009).

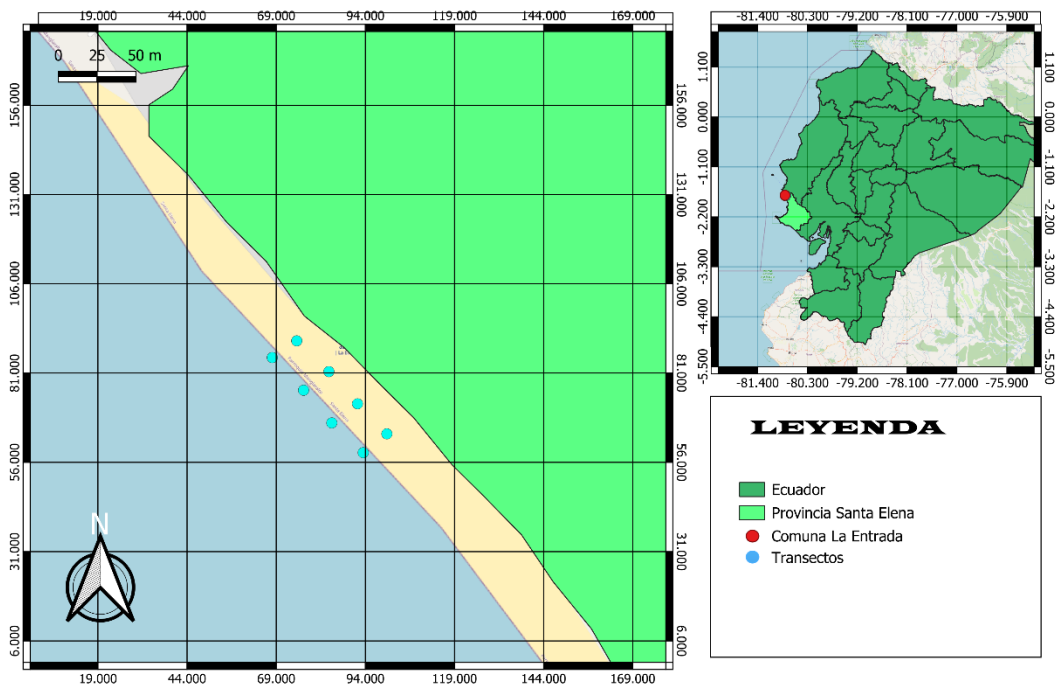
7. MARCO METODOLÓGICO

7.1 Área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en la zona intermareal de la Comuna La Entrada ubicada en la provincia de Santa Elena. Estableciendo transectos en la zona intermareal media y baja (Figura 15).

Figura 15.

Ubicación Geográfica del Área de Estudio.



Nota. Los círculos celestes representan las estaciones de muestreo, zona intermareal baja y zona intermareal media en los 4 transectos establecidos.

7.2 Diseño del área de estudio

El área de estudio considerada fue de aproximadamente $3,000m^2$ dentro de la zona intermareal, estableciendo puntos de muestro que representen 2 zonas específicas, zona intermareal baja y zona intermareal media (Tabla 1).

Tabla 1.

Coordenadas de puntos de muestro.

Puntos de muestro	Latitud	Longitud
Media 1	-1,7332188	-80,7831422
Media 2	-1,7330481	-80,7833271
Media 3	-1,7328052	-80,7836149
Media 4	-1,7326583	-80,7838666
Baja 1	-1,7334652	-80,7831814
Baja 2	-1,7332305	-80,7833957
Baja 3	-1,7328752	-80,7836611
Baja 4	-1,7326583	-80,7838666

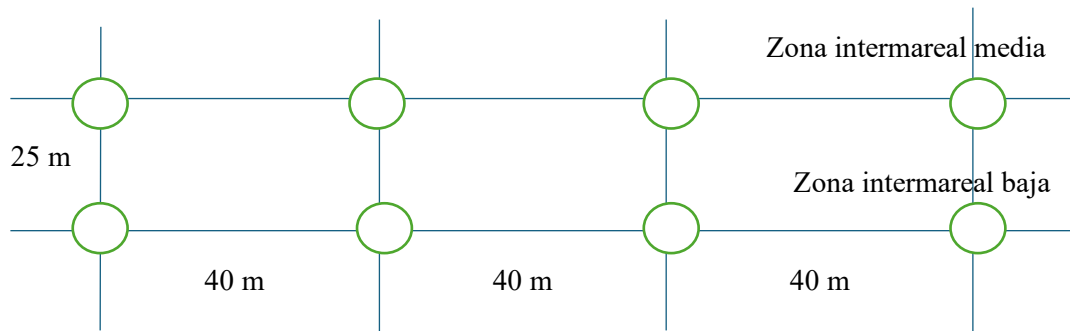
Nota: Las coordenadas fueron tomadas en los puntos de muestro establecidos dentro del área de estudio.

7.3 Descripción de la metodología

Se estableció un diseño que incluye 2 transectos horizontales paralelas a la costa, con una separación de 25 metros, que representan las zonas media y baja de la playa. Cada transecto horizontal tiene 4 puntos de muestro con una separación de 40 metros, haciendo un total de 120 metros lineales por cada zona (Figura 16).

Figura 16.

Diseño experimental de los puntos de muestreo.



Nota. La distancia entre zona intermareal baja y media tiene una separación de 25 metros, los transectos en cada zona tienen una separación de 40 metros y los círculos verdes son las estaciones de muestreo.

7.4 Fase de campo

Se realizaron dos muestreos mensuales durante los meses de enero, febrero y marzo del 2025 durante baja mar, en 4 transectos establecidos en dos zonas distintas. Dentro de cada muestreo se colectó sedimento para realizar análisis de granulometría, materia orgánica y el conteo de foraminíferos. Para la recolección de organismos se introdujo en el sedimento una jeringa de 60 ml que tiene 11 cm de largo y 3 cm de diámetro y se colectó los 5 primeros centímetros, pues, los organismos infaunales se localizan generalmente entre los primeros 5 a 10 cm de la

superficie del sedimento (Holmes y McIntyre, 1971).

Para el análisis el sedimento fue extraído y separado cuidadosamente, centímetro a centímetro, y se hizo un análisis detallado del primer centímetro. Las muestras se colocaron en fundas zicploc y se fijaron con etanol al 70%, cada muestra fue etiquetada con información importante como, fecha de recolección, punto de muestreo, tipo de zona (media y baja). Para la obtención de muestras para granulometría se extrajo aproximadamente 60 gramos de sedimento en cada punto de muestreo y para el análisis de materia orgánica se colectó 1 libra de sedimento.

7.5 Fase de laboratorio

7.5.1 Identificación

Las muestras fijadas fueron llevadas al laboratorio de la Facultad de Ciencias del Mar y previo a su análisis fueron teñidas con una solución de rosa de bengala con una concentración de 1g por cada 100 ml de etanol al 70%, con el fin de identificar organismos previamente vivos en el momento de recolección y organismos muertos. Luego las muestras fueron lavadas y separadas con una serie de tamices de 63 μ m, 150 μ m y 500 μ m, para ser observadas en el estereomicroscopio con placas Petri y agua. Para la identificación de los organismos se utilizó claves taxonómicas, específicamente las guías elaboradas por Gualancañay (1986),

Murray (2006), Gupta (1999) y el apoyo del Dr. Jorge Cardich para la confirmación de la identificación de especies.

7.5.2 Análisis de granulometría

El análisis granulométrico se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la UPSE. En este proceso las muestras fueron colocadas en crisoles y posteriormente secadas en un horno a una temperatura de 100°C durante 24 horas. Luego las muestras fueron pesadas y pasadas por una serie de tamices número, 3, $\frac{3}{4}$, 4, 40 y 200. Se clasificó mediante hojas de cálculo para determinar las categorías como, grava, arena, limo o arcilla, aplicando análisis estadístico.

7.5.3 Análisis de materia orgánica mediante el método de Boyd (1995)

Para determinar los porcentajes de materia orgánica se empleó el método por pérdida de ignición, este procedimiento se da mediante la calcinación de la muestra en un horno de mufla y el cálculo de la pérdida de peso. Primero se seca la muestra de sedimento en un horno a 105°C hasta alcanzar un peso constante, y así eliminar el agua. Luego las muestras secas se vuelven a colocar en el horno de mufla y sigue la calcinación a 550°C durante 4 horas. Para poder calcular los porcentajes se pesarán las muestras antes y luego de la calcinación, donde la pérdida de peso se considera como el contenido de materia orgánica y se calcula mediante la siguiente

ecuación (Boyd, 1995).

$$\%MO = \left(\frac{\text{Peso antes de la ignición} - \text{peso después de la ignición}}{\text{Peso antes de la ignición}} \right) \times 100$$

7.6 Análisis de datos

Se usó el programa *Microsoft Excel* para la creación de las matrices de datos de especies presentes por cada zona de muestreo, posterior a eso se llevó los datos obtenidos al software PAST 3.04, para determinar los índices ecológicos, Shannon-Wiener (H'), Simpson (1-D) y Margalef correspondientes al estudio y poder determinar la riqueza y diversidad de especies. Para la determinación de las relaciones entre las características sedimentarias y el número de individuos una vez determinada la no normalidad de los datos colectados se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman (r_s), revelando preferencias que tienen ciertas especies por tipos específicos de sedimento y contenido de materia orgánica.

Fórmula de Shannon-Wiener (H'):

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \cdot \ln p_i)$$

Fórmula de Simpson:

$$D = 1 - \sum (p_i)^2$$

Formula de Margalef:

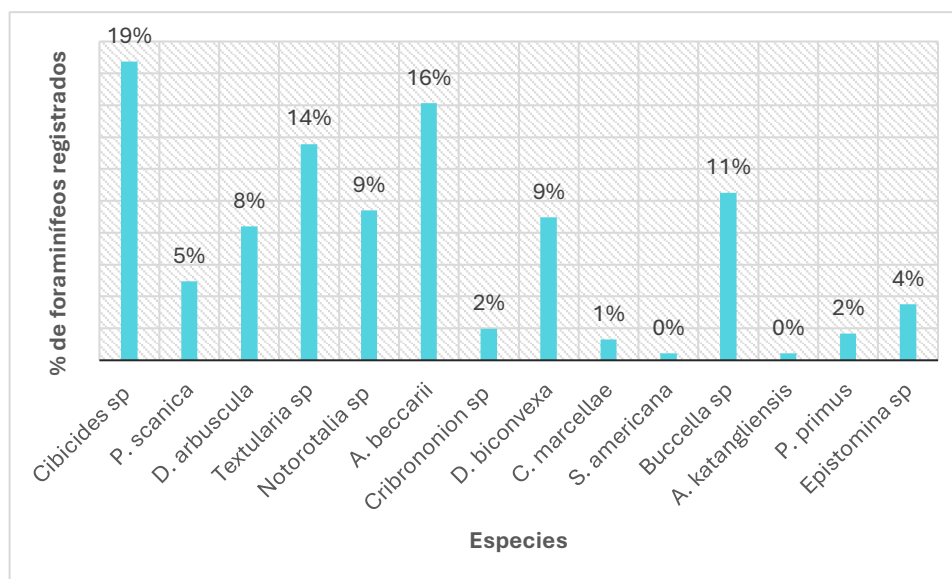
$$I = \frac{(s - 1)}{\ln N}$$

8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

Durante los muestreos realizados entre los meses de Enero, Febrero y Marzo se registró un total de 1371 organismos distribuidos en 14 especies identificadas, donde 743 pertenecieron a la zona intermareal baja y 628 a la zona intermareal media. El género más abundante fue *Cibicides* sp, representando el 19% de la población con 257 ejemplares, seguido de *A. Beccarii* con el 16 % con un total de 221 organismos, mientras que especies como *S. americana* y *A. katangliensis* registraron solo 6 organismos, siendo las menos comunes (Figura 17).

Figura 17.

Especies identificadas durante el periodo de muestreo.

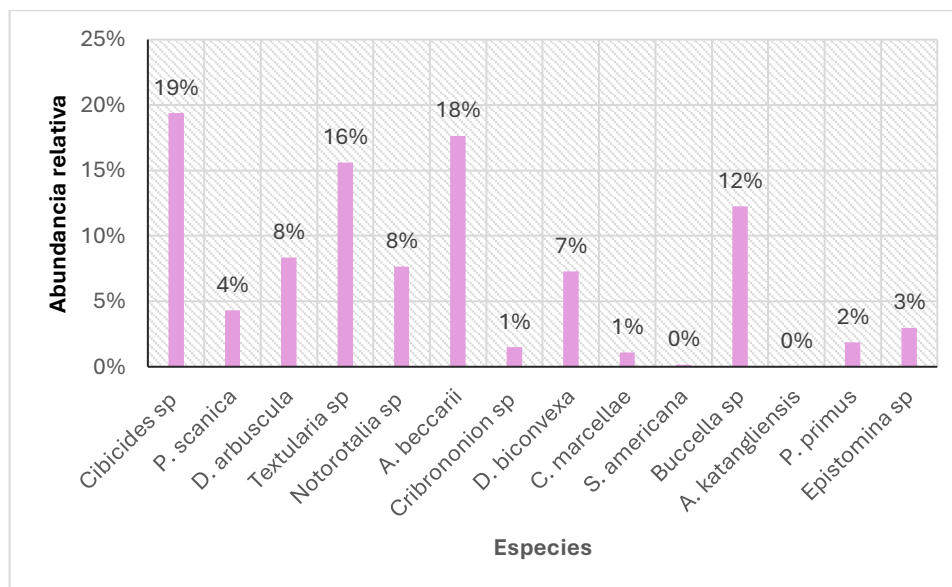


8.1 Identificación de foraminíferos presentes en la zona intermareal baja

En la zona intermareal baja el género con mayor número de organismos también fue *Cibicides* sp. con 144 ejemplares lo que es equivalente 19% de la población, seguido de la especie *A. beccarii* con 18% registrando 131 organismos, en esta zona también se puede observar como el género *Textularia* sp, alcanza un 16% con 116 individuos de manera respectiva, siendo especies abundantes. Por otro lado, *Cribrononion* sp. *S. americana*, *P. primus*, *C. marcellae*, *Epistomina* sp., *P. scanica* que representan menos del 5% de la población y no se hallaron registros de *A. katangliensis* (Figura 18).

Figura 18.

Abundancia relativa en la zona intermareal baja.



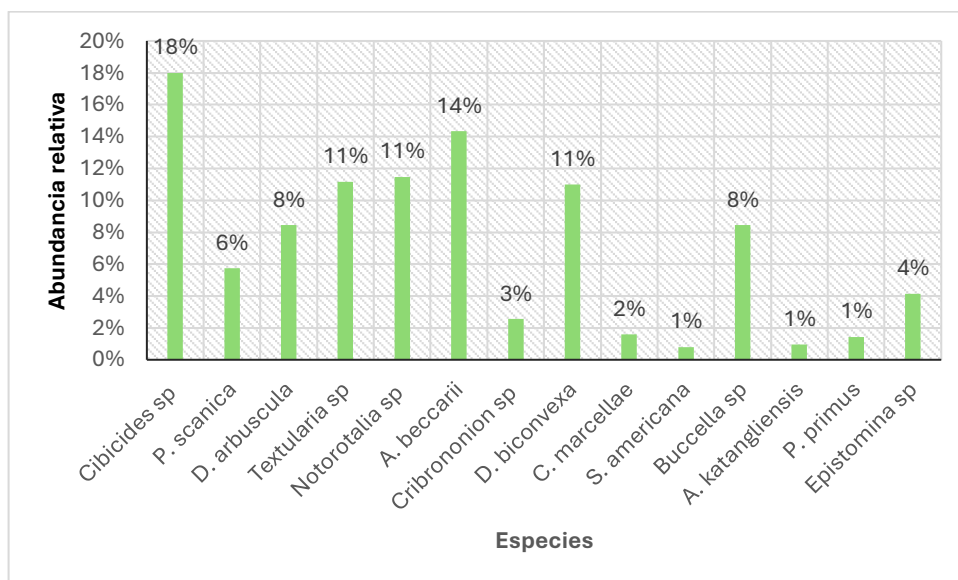
Nota. La gráfica muestra los porcentajes de cada especie registrada durante el periodo de muestreo.

8.2 Identificación de foraminíferos presentes en la zona intermareal media

Como se aprecia en la figura 19, el género más común en la zona media fue *Cibicides* sp. con 113 individuos representando el 18% de la población, seguido de *A. beccarii* con 221 ejemplares lo que equivale 14%, mientras que las especies con menos individuos fueron *S. americana*, *A. katangliensis* y *P. primus* registrando solo el 1% de la población.

Figura 19.

Abundancia relativa en la zona intermareal media.



Nota. La gráfica muestra los porcentajes de cada especie registrada durante el periodo de muestreo.

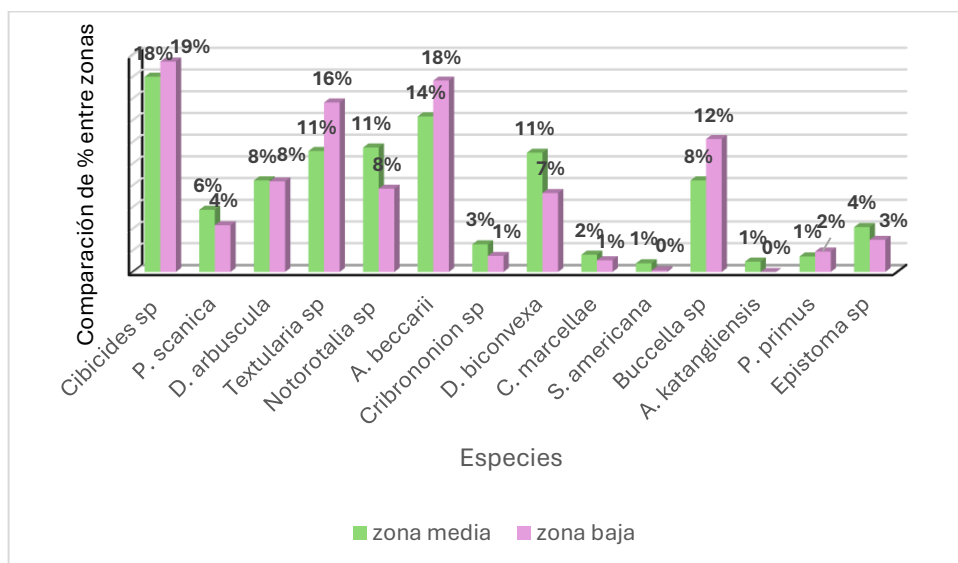
8.3 Promedio de especies entre zonas

En el transcurso de los 6 muestreos entre zona intermareal baja y zona

intermareal media se evidenció variaciones mínimas en la distribución de algunas especies siendo *Cibicides* sp. la predominante en las dos zonas con diferencias de solo 1%, lo que indica alta tolerancia a las condiciones ambientales presentes. No obstante, *A. beccarii* con 18 % en zona baja y 14 % en zona media refleja la disminución de individuos, confirmando mayor presencia de ejemplares en la zona intermareal baja. También se puede apreciar que *Texularia* sp. tiene una disminución entre zonas, de 16% a 11% constatando que hay mayor número de individuos en zona baja. Por el contrario, existieron especies que solo se encontraron en bajos porcentajes siendo las menos representativas como *S. americana*, *P. primus* y evidenciando la presencia de *A. katangliensis* solo en zona media, debido a factores granulométricos favorables para la especie (Figura 20).

Figura 20.

Comparación entre especies registradas en zona baja y zona media.



Nota. La gráfica representa datos estadísticos de la comparación de especies registradas

en cada zona de muestreo.

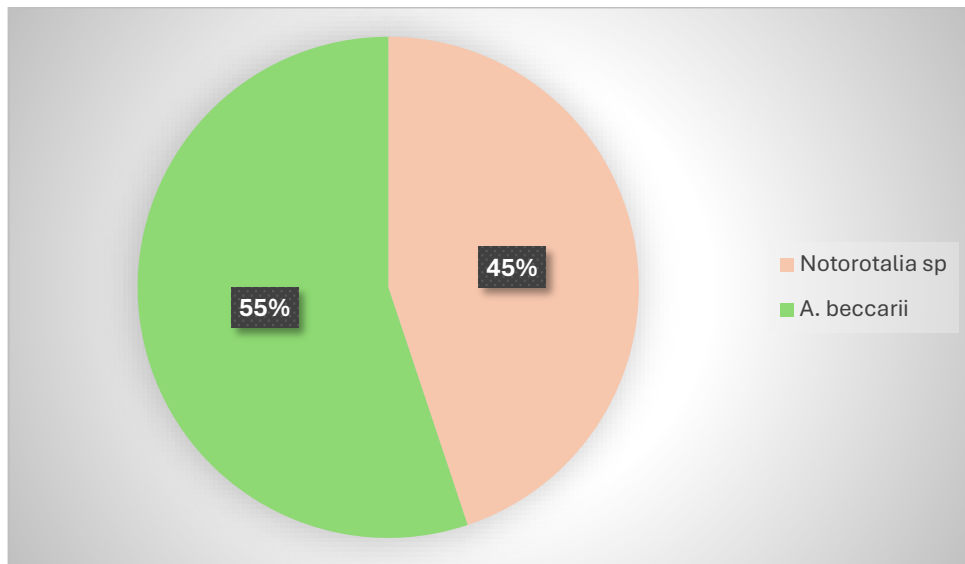
8.4 Porcentaje de organismos vivos presentes en el primer centímetro de sedimento respecto al total muestreado

Durante la revisión y análisis de organismos, se encontraron 78 ejemplares de 1371 individuos teñidos con rosa de bengala, es decir que solo un 5% de la población corresponde a organismos vivos. Las especies registradas fueron *Notorotalia* sp. con un registro total de 35 individuos y *A. beccarii* con 43 ejemplares.

En la figura 21 se muestra la representación porcentual de las especies que estaban vivas al momento de ser colectadas, *Notorotalia* sp. con 45% del total y *Ammonia beccarii* con el 55% de manera respectiva, recalando que estos datos representan a los 78 ejemplares teñidos con rosa de bengala.

Figura 21.

Registro de organismos previamente vivos.



Nota. El diagrama de pastel muestra que *Notorotalia sp.* representó un 45% y *Ammonia beccarii* un 55% del total registrado de especies vivas.

8.5 Caracterización sedimentológica de la zona intermareal

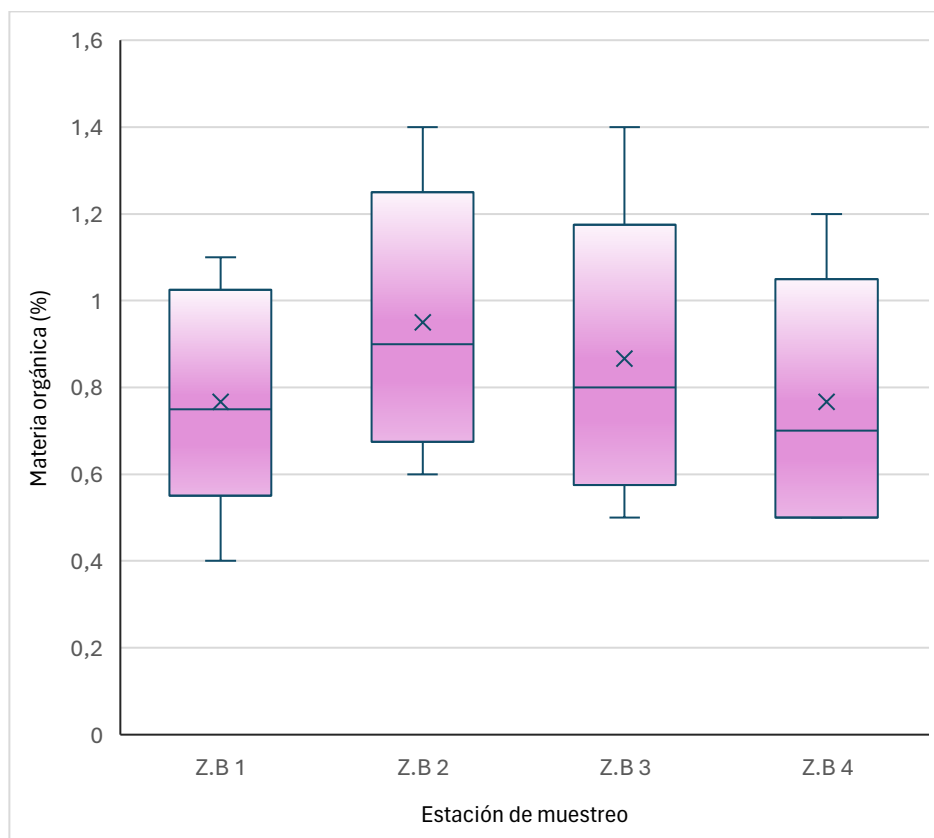
8.5.1 Distribución de la materia orgánica (%) por estación de muestreo en la zona baja del intermareal

En la zona intermareal baja, se presentaron fluctuaciones en los porcentajes obtenidos de materia orgánica en los diferentes puntos de muestreo. Se puede apreciar en la zona baja 2 y zona baja 3 rangos intercuartílicos y medianas altas, lo que indica que la acumulación de materia orgánica es mayor debido a una asociación a la retención de sedimentos finos y una mejor estabilidad del microhábitat. Por el contrario, en la zona baja 1 y zona baja 4 se reflejan distribuciones más homogéneas, afectaciones que se podrían dar por remoción

debido a oleajes o una menor influencia de aportes externos. Las mayores concentraciones en las estaciones centrales podrían estar relacionadas a zonas con mayor retención de detritos orgánicos o alguna actividad biológica (Figura 22).

Figura 22.

Materia orgánica registrada en la zona baja.



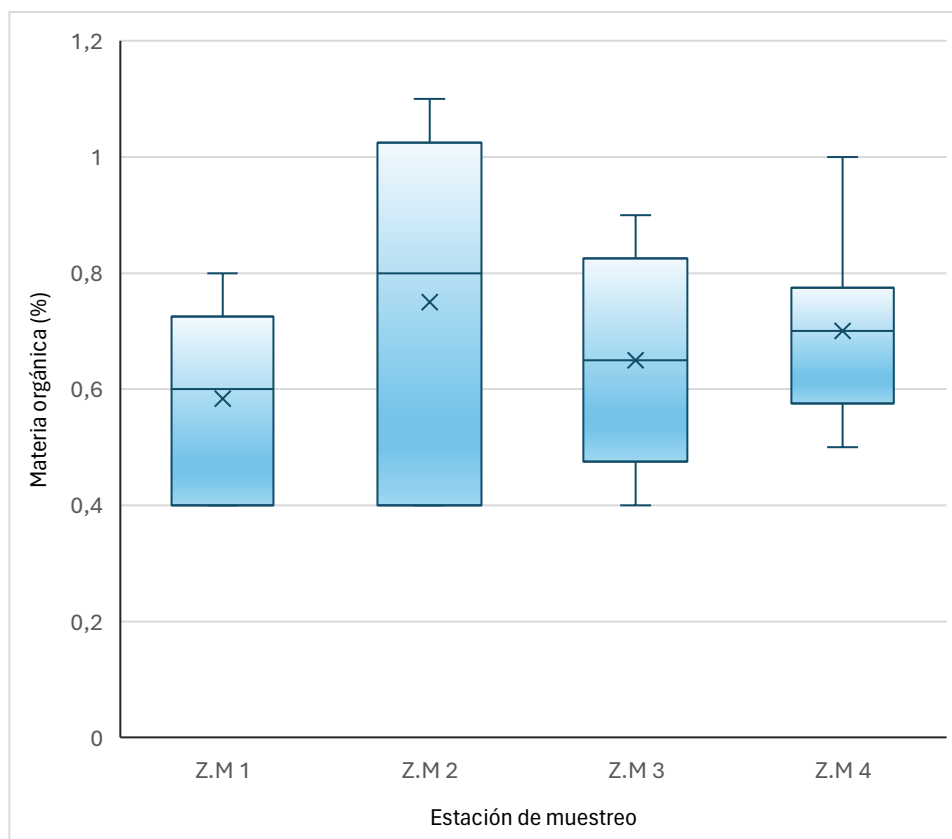
Nota. La gráfica presenta las fluctuaciones en la zona baja registradas durante los meses de muestreo.

8.5.2 Distribución de la materia orgánica (%) por estación de muestreo en la zona media del intermareal

En esta zona se observan valores moderados entre las estaciones, donde la estación media 2 fue la que más altos valores presentó, lo cual podría ser un indicador que existe una relación en acumulación alta de sedimentos finos o mayor retención de detritos orgánicos en dicha área. Por otro lado, la zona media 1 obtuvo los valores más bajos que podría ser causada por presencia de vegetación cercana o una alta remoción por factores dinámicos (Figura 23).

Figura 23.

Materia orgánica registrada en la zona media.



8.6 Distribución porcentual de las fracciones granulométricas: grava fina, arena muy gruesa, arena fina-gruesa y limo.

8.6.1 Composición porcentual de sedimentos en la zona baja.

Como se puede apreciar en la gráfica 24, el limo fue el más predominante en cada punto de muestreo con valores superiores al 98%, lo que demuestra que existe un escaso arrastre de partículas gruesas e indica bajas condiciones de energía. Sin embargo, se puede observar que en la estación 4 (Z.M 4) un ligero aumento en las fracciones de arena fina-gruesa y una mínima reducción en la fracción de limo, mientras que la fracción de grava fina fue inexistente.

Figura 24.

Variación de fracciones granulométricas por estación en zona baja.



Nota. Representación gráfica de las fracciones granulométricas por estaciones.

8.6.2 Composición porcentual de sedimentos en la zona media

En esta zona también predominó la fracción de limo con porcentajes mayores a 98% aunque se evidenció que en la estación 4 (Z.M4) se obtuvo un 95% bajando el porcentaje de limo y un 4% de la fracción de arena fina-gruesa, indicando que existió la presencia de partículas gruesas debido a condiciones de energía, o deposición (Figura 25).

Figura 25.

Variación de fracciones granulométricas por estación en zona media.



Nota. Representación gráfica de las fracciones granulométricas por estaciones.

8.7 Índices ecológicos zona intermareal baja

Índice De Simpson (1 - D) – Zona Baja, Transecto 1

El índice de Simpson reflejó valores positivos en los primeros muestreos, con valores que oscilaron entre 0,8614 bits y 0,89 bits en el muestro 4 lo que indica una comunidad con mayor diversidad específica. Generalmente los valores indican la existencia de una comunidad diversa, con una distribución bastante equitativa entre las especies (Figura 26, A).

Índice de Shannon-Wiener (H') – Zona Baja, Transecto 1

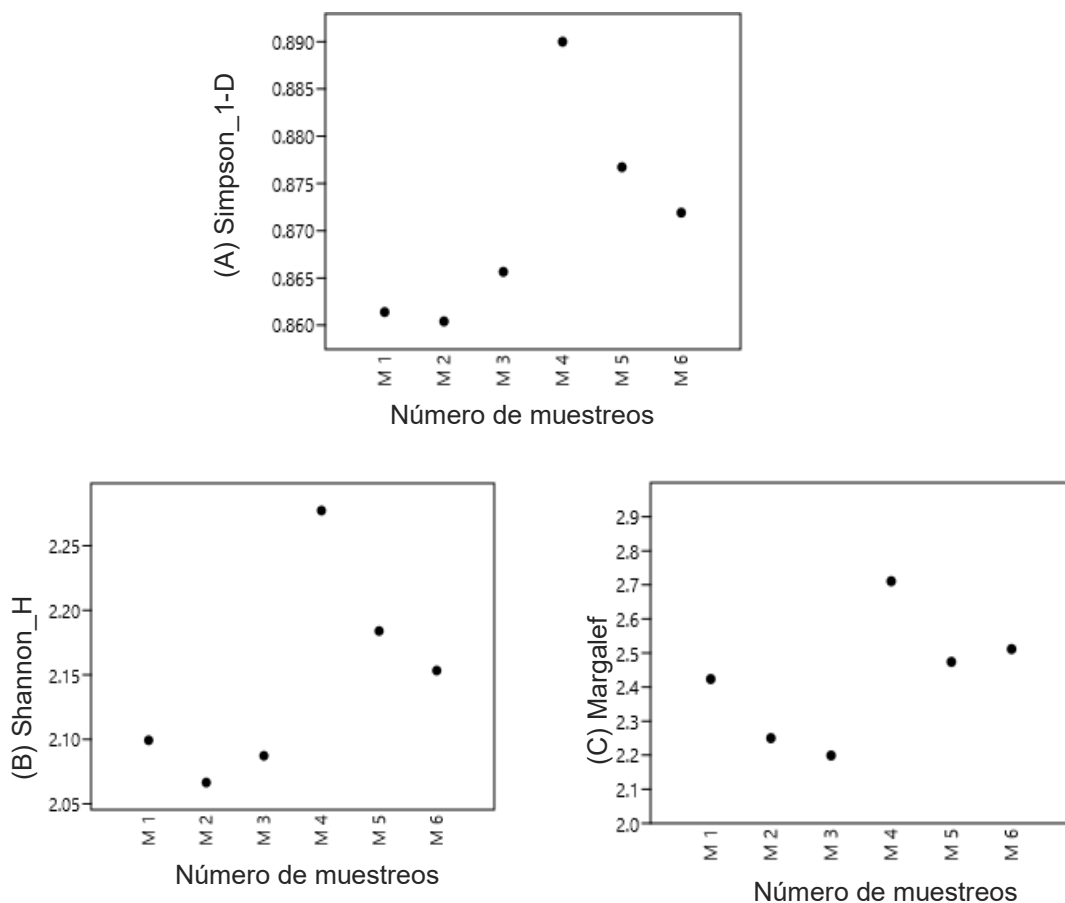
El índice de Shannon reflejó valores altos en los muestreos realizados, empezando con un valor inicial de 2,099 bits en el muestreo 1, a pesar de haber variaciones en sus datos el índice se mantuvo de 2,067 bits y alcanzo un valor de 2,277 bits, en el muestreo 4 indicando que la comunidad es equilibrada y diversa. En los muestreos 5 y 6 existieron disminuciones leves con valores de 2,184 bits y 2,153 bits de manera respectiva, el índice sigue manteniendo valores altos, indicando una diversidad considerable (Figura 26, B).

Índice de Margalef – Zona Baja, Transecto 1

El índice de Margalef registró una ligera fluctuación a lo largo de los muestreos realizados iniciando con un valor de 2,424 bits en el muestreo 1, reflejando una riqueza de especies estable. En el muestreo 4 los valores alcanzaron valores máximos de 2,711 bits lo que sugiere un incremento en la diversidad. A pesar de la disminución de valores en los muestreos 5 y 6 con 2,474 bits y 2,511 bits se sigue registrando una comunidad con buen registro de especies y una rica biodiversidad (Figura 26, C).

Figura 26.

(A) Índice De Simpson, (B) Índice de Shannon-Wiener, (C) Índice de Margalef - Zona Baja, Transecto 1.



Índice de Simpson (1 - D) – Zona Baja, Transecto 2

El índice de Simpson reflejó un aumento en sus valores teniendo su punto máximo en el muestro 4 con 0,8673 bits, indicando una mejoría en su diversidad y presentando una comunidad más diversificada a medida que avanzaba el estudio. Por otro lado, en los muestreos 5 y 6 sus valores disminuyeron a valores de 0,7674 bits y 0,736 bits respectivamente lo que podría indicar una leve disminución en la diversidad o una mayor dominancia de algunas especies (Figura 27, A).

Índice de Shannon-Wiener (H') – Zona Baja, Transecto 2

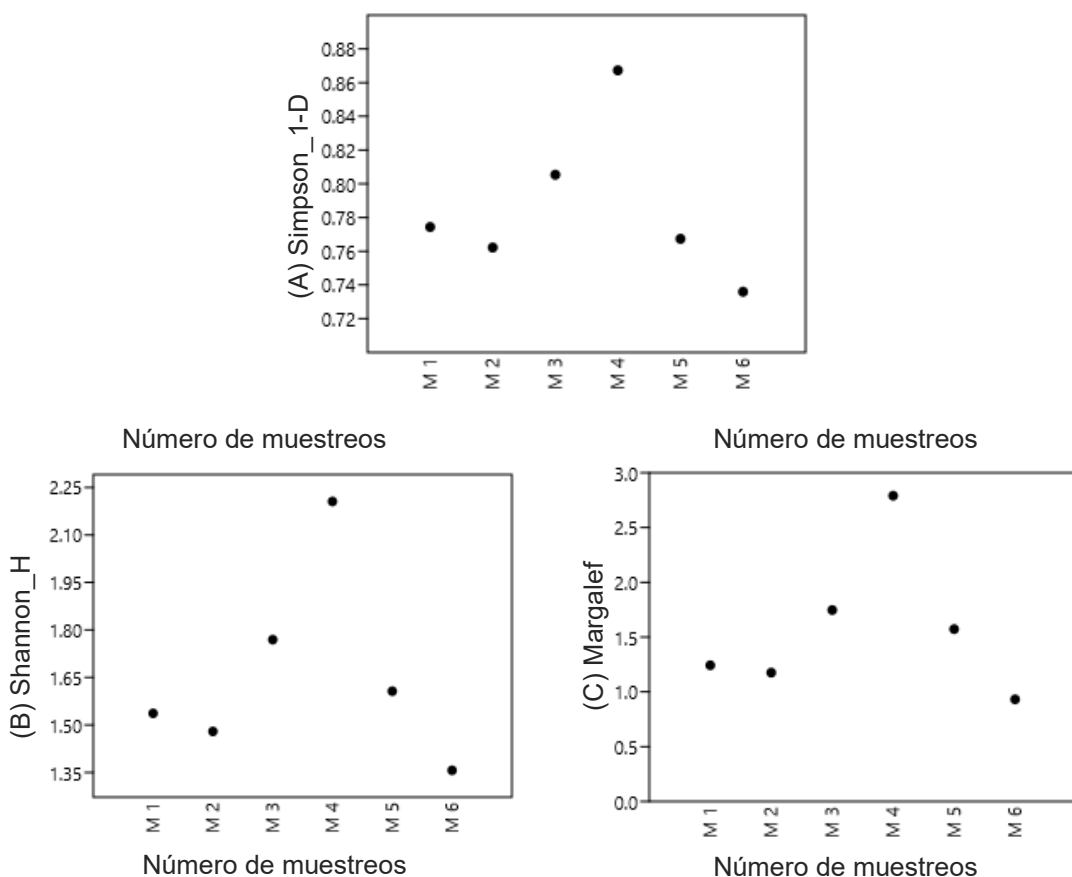
El índice de Shannon reflejó la existencia de una mejoría en el aumento de riqueza y equidad de especies, teniendo valores iniciales en el muestreo 1 de 1,537 bits y subiendo sus valores hasta el muestreo 4 con 2,206 bits. Por otro lado, en el muestreo 5 y 6 se presentó una leve disminución en sus valores con 1,607 bits y 1,357 bits de manera respectiva, sugiriendo una pequeña disminución en la diversidad y equidad de la comunidad. A pesar de estas leves variaciones el índice sigue indicando que existe una comunidad diversa (Figura 27, B).

Índice de Margalef – Zona Baja, Transecto 2

El índice de Margalef indicó un aumento constante en sus valores hasta el muestreo 4 con 2,791 bits, presentando una alta diversificación en el número de especies. No obstante, en los muestreos 5 y 6 sus valores disminuyeron con cifras de 1,573 bits y 0,932 bits indicando una disminución en la riqueza de especies en los últimos muestreos. Estas variaciones en los índices sugieren que condiciones ambientales o comportamientos de colonización podrían ser responsables de la variación en los índices (Figura 27, C).

Figura 27.

(A) Índice De Simpson, (B) Índice de Shannon-Wiener, Índice de Margalef (C)- Zona Baja, Transecto 2.



Índice de Simpson (1 - D)- Zona Baja, Transecto 3

El índice de Simpson presentó valores constantes iniciando con 0,7901 bits en el primer muestreo, reflejando una diversidad moderada, en el muestreo 3 se evidenció el valor más alto con 0,8522 bits manteniendo esos valores hasta el muestreo 6, reflejando que la comunidad es diversa, aunque existan leves fluctuaciones (Figura 28, A).

Índice de Shannon-Wiener (H') - Zona Baja, Transecto 3

El índice de Shannon reflejó sus valores de manera estables y altas a lo largo del estudio. Teniendo un valor inicial de 1,645 bits y aumentando el índice de manera constante hasta llegar al muestreo 4 que donde alcanzó el valor máximo de 2,022 bits, aunque el índice bajó de manera leve en el muestreo 5 con 1,804 bits, hubo una recuperación en el muestreo 6 con 1,981 bits, indicando que la comunidad es equilibrada y diversa (Figura 28, B).

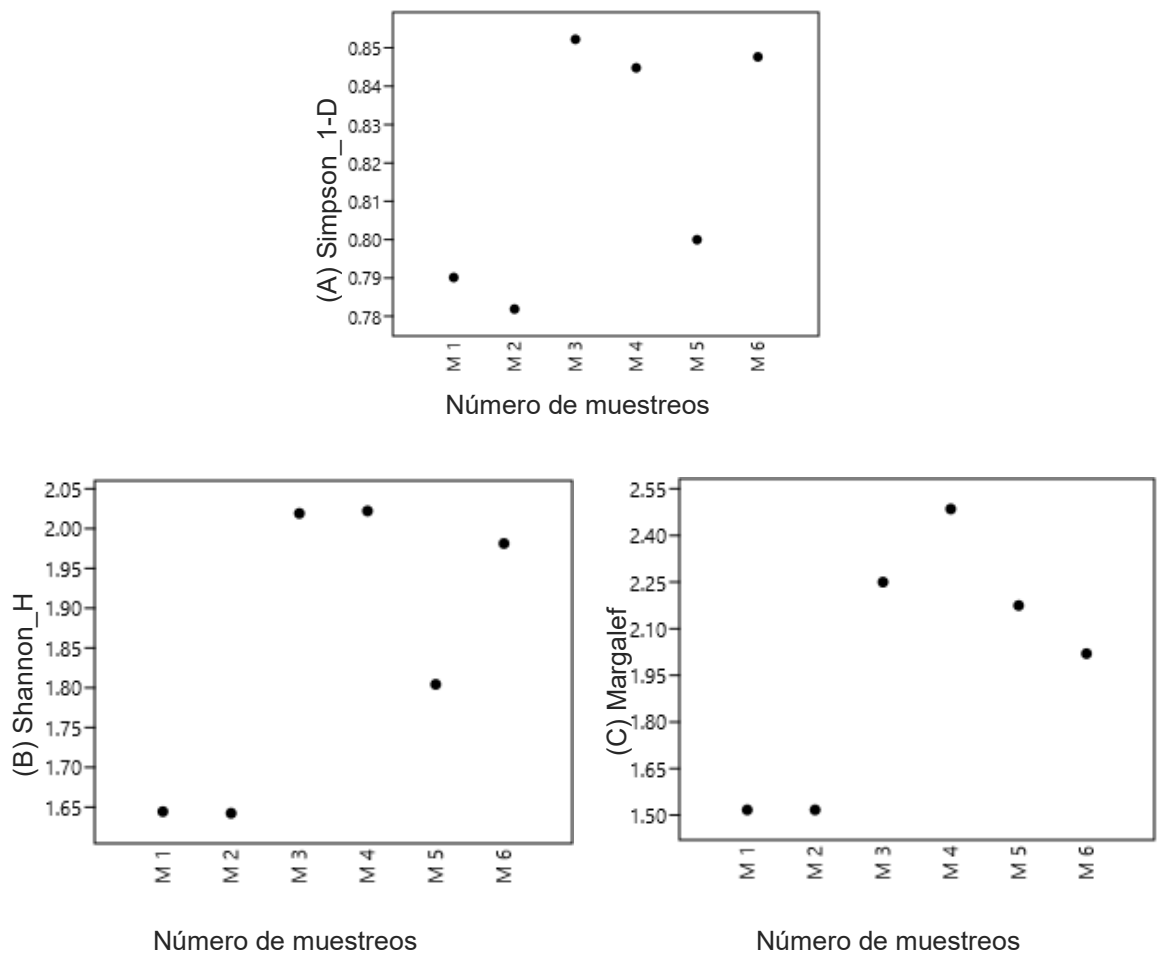
Índice de Margalef - Zona Baja, Transecto 3

En este índice se reflejó un aumento en los primeros 4 muestreos teniendo valores que oscilaron desde 1,517 bits hasta 2,485 bits, indicando la existencia de

una comunidad diversificada en el número de especies. En los muestreos 5 y 6 los valores bajaron de manera leve, sugiriendo una disminución en la riqueza, pero manteniéndose dentro de niveles altos (Figura 28, C).

Figura 28.

(A) Índice De Simpson, (B) Índice de Shannon-Wiener, Índice de Margalef (C)- Zona Baja, Transecto 3.



Índice de Simpson (1-D) – Zona Baja, Transecto 4

El índice de Simpson reflejó un incremento en sus valores oscilando desde 0,7337 bits hasta 0,8931 bits, presentando una alta diversidad mediante transcurrían los muestreos. Esta comunidad experimento un incremento en la distribución y equidad de individuos entre las especies, la tendencia positiva afirma que existió una comunidad más diversa y equilibrada a lo largo del estudio (Figura 29, A).

Índice de Shannon-Wiener (H') – Zona Baja, Transecto 4

El índice de Shannon tuvo incrementos en sus valores oscilando desde 1,352 bits hasta 2,306 bits, lo que confirma un enriquecimiento progresivo de la comunidad. Esto indica hubo la incorporación de nuevas especies y la distribución cada vez es más uniforme de los individuos entre ellas, característico de comunidades en maduración ecológica (Figura 29, B).

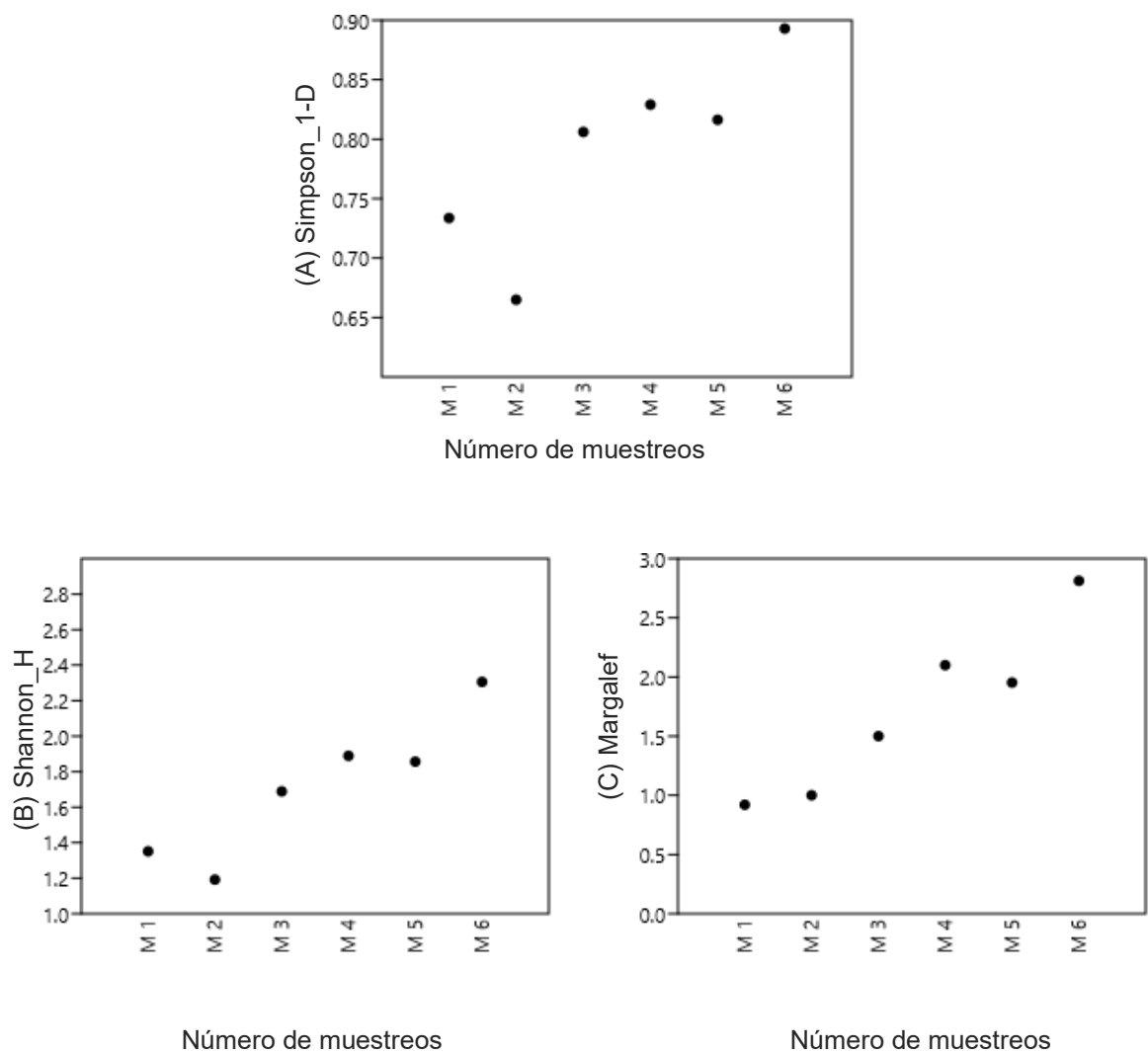
Índice de Margalef – Zona Baja, Transecto 4

El índice de Margalef presentó un incremento en los valores durante los muestreos, específicamente en el cuarto y sexto donde alcanzaron un valor de 2,101 bits y 2,813 bits, siendo los más altos, indicando que la comunidad es diversificada

en relación con el número de especies (Figura 29, D).

Figura 29.

(A) Índice De Simpson, (B) Índice de Shannon-Wiener, Índice de Margalef (C)- Zona Baja, Transecto 4.



8.8 Índices ecológicos zona intermareal media

Índice De Simpson (1-D) Zona Media, Transecto 1

El índice de Simpson constató una tendencia creciente a lo largo de los muestreos, donde se obtuvo un aumento desde 0,7166 bits en el primer muestreo hasta 0,875 bits en el muestreo 6, lo que sugiere que a medida que transcurre el tiempo se observa un incremento en el número de especies y equitatividad entre ellas (Figura 30, A).

Índice De Shannon-Wiener (H') – Zona Media, Transecto 1

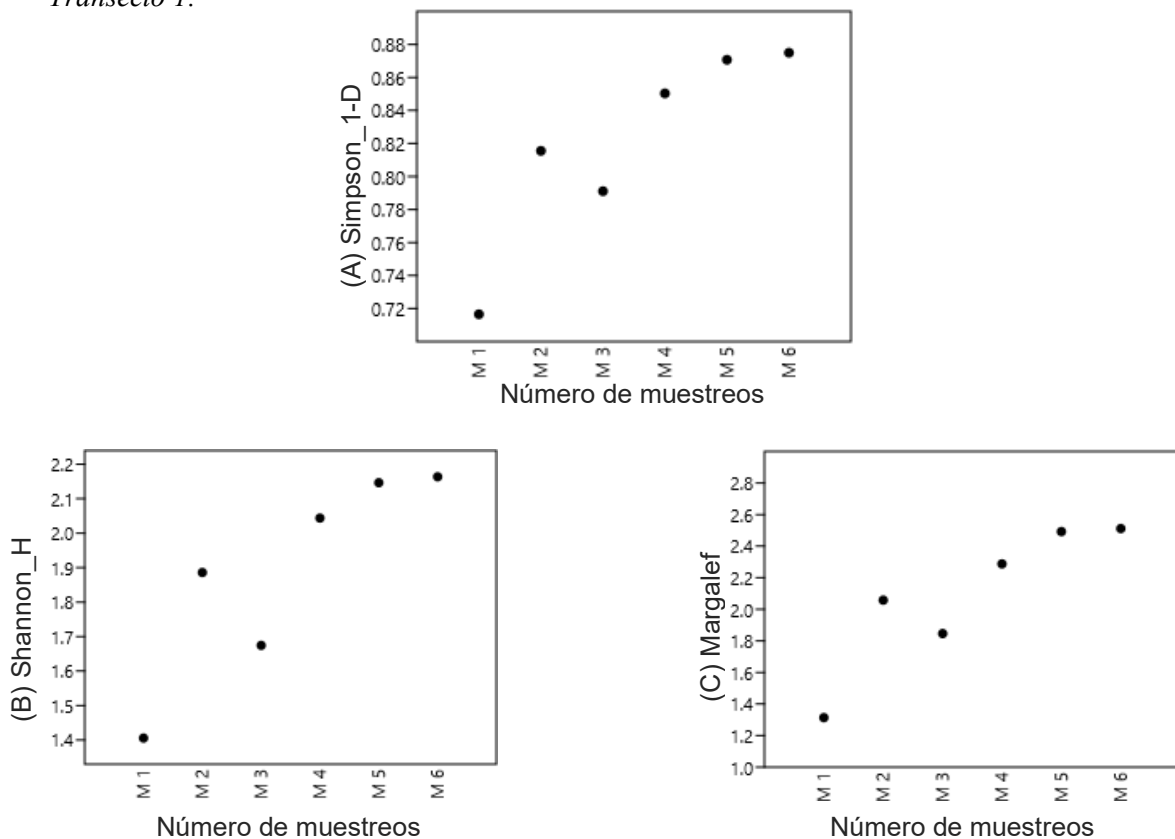
El índice de Shannon, que refleja los datos de diversidad específica, riqueza y equitatividad de las especies, mostró una tendencia ascendente, el muestreo 1 tuvo el valor más bajo con 1,406 bits, lo que indica una comunidad con baja diversidad, donde es probable que pocas especies hayan sido dominantes o una distribución desigual de individuos, en el segundo muestreo se aprecia leve un aumento con 1,886 bits, sin embargo, en el muestreo los valores bajan de manera moderada a 1,675 bits. Los siguientes muestreos reflejaron una estabilización, donde el índice alcanza valores mayores a 2, siendo el muestreo 6 el más alto con 2,164 bits, lo que presenta una mejoría en su estabilidad y equilibrio ecológico o también un proceso de diversificación (Figura 30, B).

Índice De Margalef – Zona Media, Transecto 1

El índice de Margalef presentó un patrón de incremento progresivo en el muestreo 1, se registró el valor más bajo con 1,314 bits, lo que indica que existió una riqueza limitada en relación con el tamaño de la muestra, en los siguientes muestreos el índice fue aumentando de manera constante, teniendo los valores más altos en los muestreos 5 y 6 con valores de 2,492 bits y 2,511 bits. Estos valores nos indican que existe un aumento sostenido en el número de especies presentes, donde se evidencia una posible colonización progresiva en el transecto por nuevas especies, que están asociados a condiciones ambientales que favorecen y permiten una mayor diversificación (Figura 30, D).

Figura 30.

(A) Índice De Simpson, (B) Índice de Shannon-Wiener, Índice de Margalef (C)- Zona Media, Transecto 1.



Índice De Simpson (1 - D) – Zona Media, Transecto 2

En este transecto se reflejó una comunidad con una alta y estable diversidad siendo el muestreo 1 el que obtuvo valores más bajos con un registro de 0,7929 bits, donde se observa una menor probabilidad de que dos individuos al azar pertenezcan a especies diferentes, presentando una dominancia moderada al iniciar el estudio. Por otro lado, se refleja una incrementación de valores desde el segundo muestreo, alcanzando su punto máximo en el muestreo 4 con un valor de 0,9074 bits, presentando una mayor diversidad específica y una comunidad más homogénea. Durante los muestreos 3 (0,8512 bits), 5 (0,8254 bits) y 6 (0,8582 bits) el rango se mantuvo elevado, lo que indica que existió una estructura comunitaria diversificada y baja dominancia. Este patrón sugiere que este transecto tuvo un progreso considerable en su diversidad a lo largo de los muestreos teniendo una estabilización de la comunidad hacia los últimos muestreos (Figura 31, A).

Índice De Shannon-Wiener (H') – Zona Media, Transecto 2

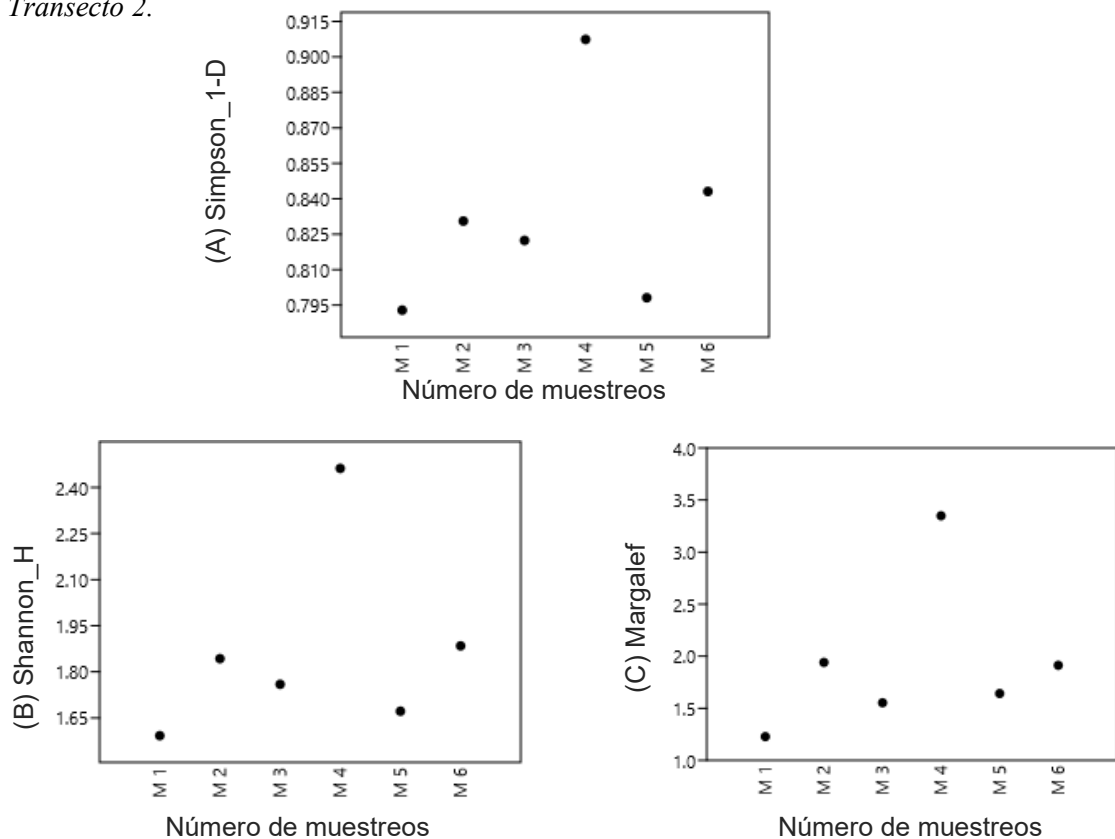
El índice de Shannon reflejó un incremento con algunos altibajos intermedios. El valor inicial durante el primer muestreo fue de 1,592 bits, presentando una diversidad moderada, a continuación. En el muestreo 4 se evidenció el punto máximo con 2,462 bits, teniendo así una alta comunidad diversa y equilibrada y sugiriendo un progreso en la distribución de los individuos entre las especies (Figura 31, B).

Índice De Margalef – Zona Media, Transecto 2

Aquí se evidencian variabilidad en los valores, empezando con el muestreo 1 con 1,228 bits, lo que indica baja riqueza en relación con los organismos colectados, a partir del muestreo 2 se observa un aumento progresivo con valores de 2,265 bits y 1,864 bits en el muestreo 3. Por otro lado, en el muestreo 4 se refleja el punto máximo con un valor de 3,349 bits, lo que sugiere un incremento en el número de especies y alta diversificación o colonización ecológica. Pese a ello, en los muestreos 5 y 6 el índice presentó un leve descenso, que podría ser por condiciones naturales limitantes de la riqueza. La riqueza específica del transecto 2 aumentó significativamente hacia la mitad del período de estudio, aunque con una ligera reducción hacia el final (Figura 31, C).

Figura 31.

(A) Índice De Simpson, (B) Índice de Shannon-Wiener, Índice de Margalef (C)- Zona Media, Transecto 2.



Índice De Simpson (1 - D) – Zona Media, Transecto 3

El índice de Simpson mostró valores elevados en el transecto 3, presento un aumento progresivo en sus valores desde el primer muestreo hasta el cuarto muestreo, empezando con 0,78 bits hasta 0,873 bits. Observando, así como los valores aumentan mediante el transcurrir el tiempo, indicando una equidad mayor en la distribución de organismos entre las especies (Figura 32, A).

Índice De Shannon-Wiener (H') – Zona Media, Transecto 3

El índice de Shannon mostró un aumento general en el transecto 3, teniendo una evolución positiva para el estudio, con valores de 1,633 bits en el muestreo 1 hasta 2,135 bits en el muestreo 4, presentando un progreso notable en la distribución y diversidad de especies. En el muestreo 5 y 6 registra una leve disminución con 2,091 bits y 1,955 bits, sin embargo, el índice se mantiene alto (Figura 32, B).

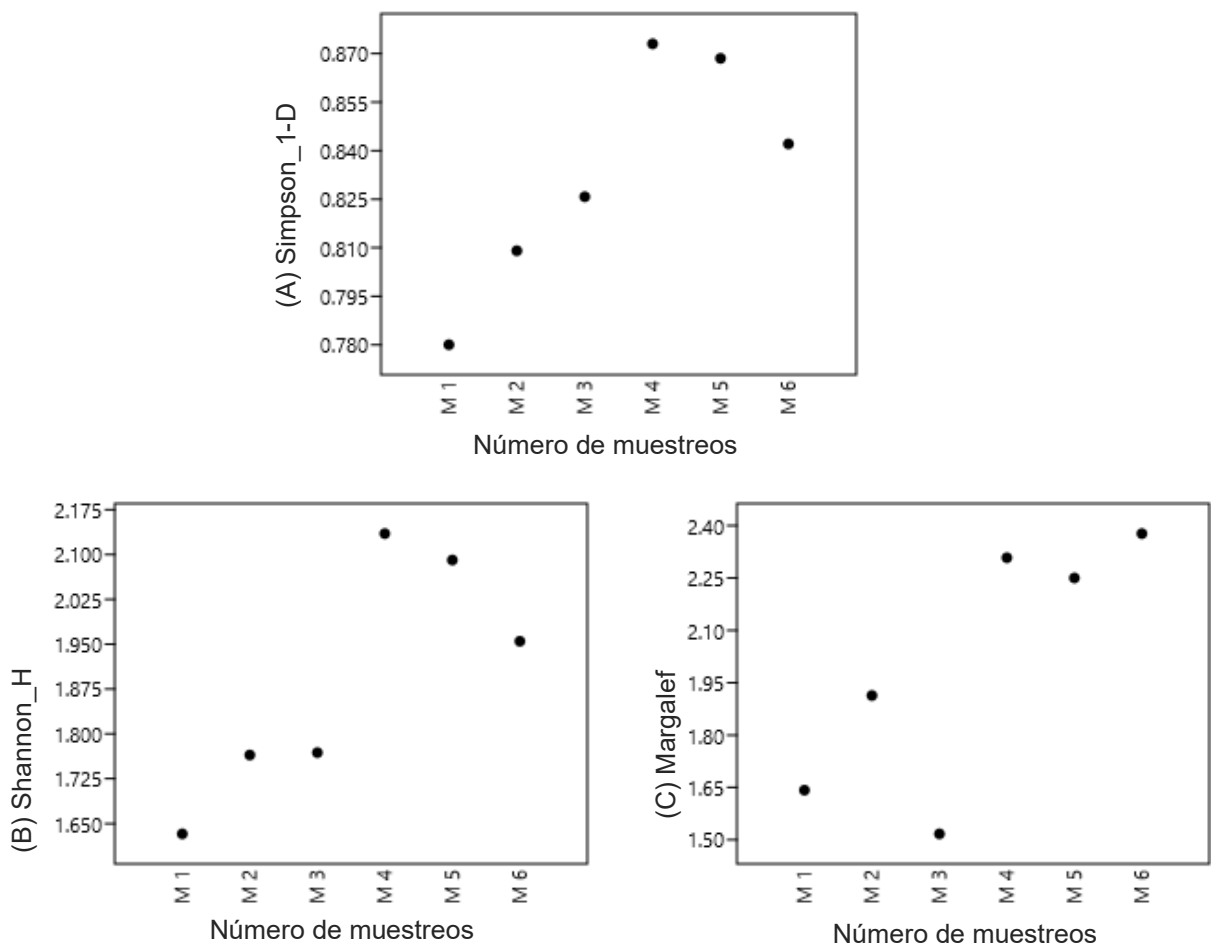
Índice De Margalef – Zona Media, Transecto 3

El índice de Margalef mostró un patrón creciente con ciertas fluctuaciones a lo largo de los seis muestreos en el transecto 3. El aumento constante desde el muestreo 1 hasta el muestreo 4 refleja una mayor riqueza de especies mediante el tiempo transcurrir, en los últimos muestreos con valores de 2,25 bits y 2,377 bits, se

presenta una alta estabilidad en la abundancia de especies (Figura 32, C).

Figura 32.

(A) Índice De Simpson, (B) Índice de Shannon-Wiener, Índice de Margalef (C)- Zona Media, Transecto 3.



Índice De Simpson (1 - D) – Zona Media, Transecto 4

En el transecto 4 se observó un aumento en la diversidad de especies, con valores iniciales de 0,6982 bits, siendo el índice más bajo, mientras que en los muestreos 2 y 3 el índice incremento de manera positiva alcanzando un valor de 0,8824 bits, presentando una mejora en la diversidad de especies. Por otro lado, en el muestreo 6 se redujo a 0,8462 bits, pero se mantenía dentro de un rango alto, poniendo en evidencia la estabilidad y equilibrio de la comunidad a pesar de presenciar variaciones (Figura 33, A).

Índice De Shannon-Wiener (H') – Zona Media, Transecto 4

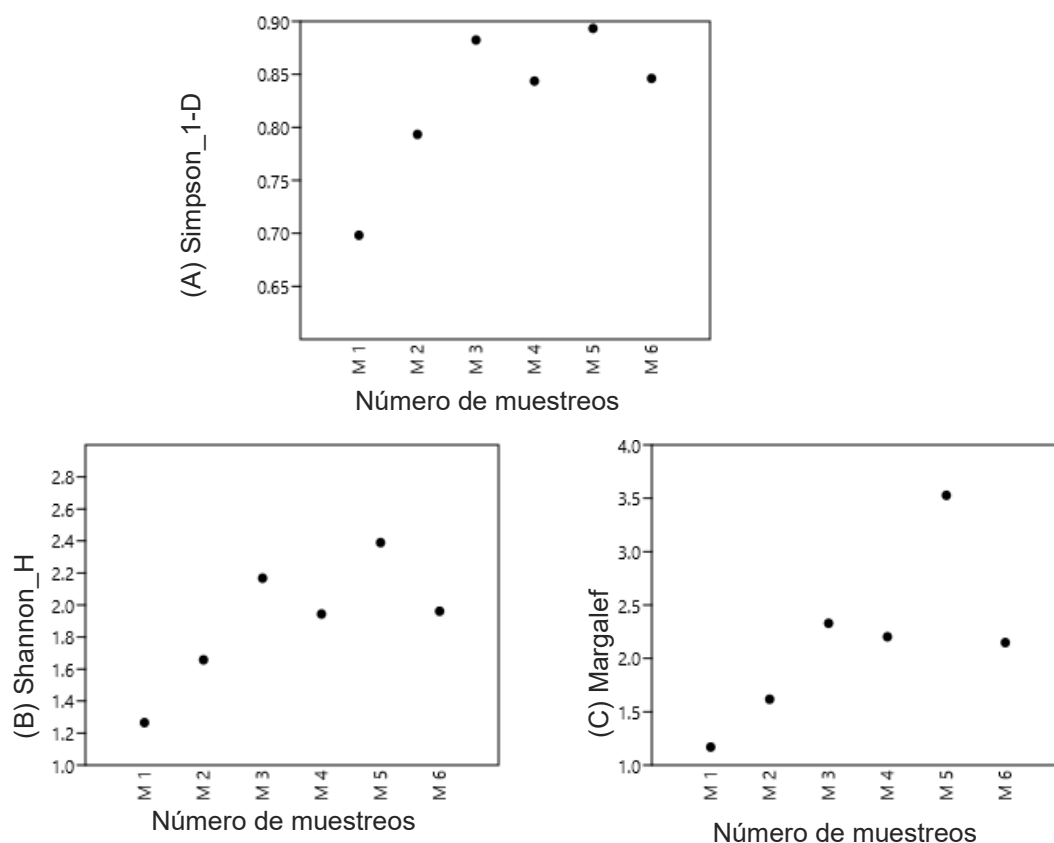
Los datos que nos proporciona el índice de Shannon durante su desarrollo, se pudo apreciar un incremento en su periodo de muestreo, con un valor inicial en el primer muestreo de 1,266 bits indicando una diversidad limitada, estableciendo una diversidad baja. Con los nuevos datos recopilados, su índice tubo un incremento exponencial, logrando datos de 2.168 bits en el muestreo 3 y alcanzando un estado máximo en el muestreo 5 con 2,39 bits, y a pesar de una leve disminución en sus valores en el muestreo 6 con 1,962 bits los datos nos indican que existe una alta diversidad y distribución equitativa de individuos (Figura 33, B).

Índice De Margalef – Zona Media, Transecto 4

El índice de Margalef en el transecto 4 presentó un aumento a lo largo del estudio, registrando un valor inicial de 1,17 bits e incrementando sus valores significativamente en el muestreo 3 y 5 llegando a 3,528 bits, presentando una diversidad alta en relación con el número de especies. A pesar de que los valores disminuyeron en el muestreo 6 de manera leve a 2,148 bits, se observa que existe una comunidad con buena diversidad taxonómica y estructuralmente compleja. Esto sugiere una progresiva colonización del transecto por nuevas especies, así como una alta estabilización del hábitat y condiciones favorables para la biodiversidad (Figura 33, C).

Figura 33.

A) Índice De Simpson, (B) Índice de Shannon-Wiener, Índice de Margalef (C)- Zona Media, Transecto 4.



8.9 Correlación entre especies y características sedimentarias en zonas

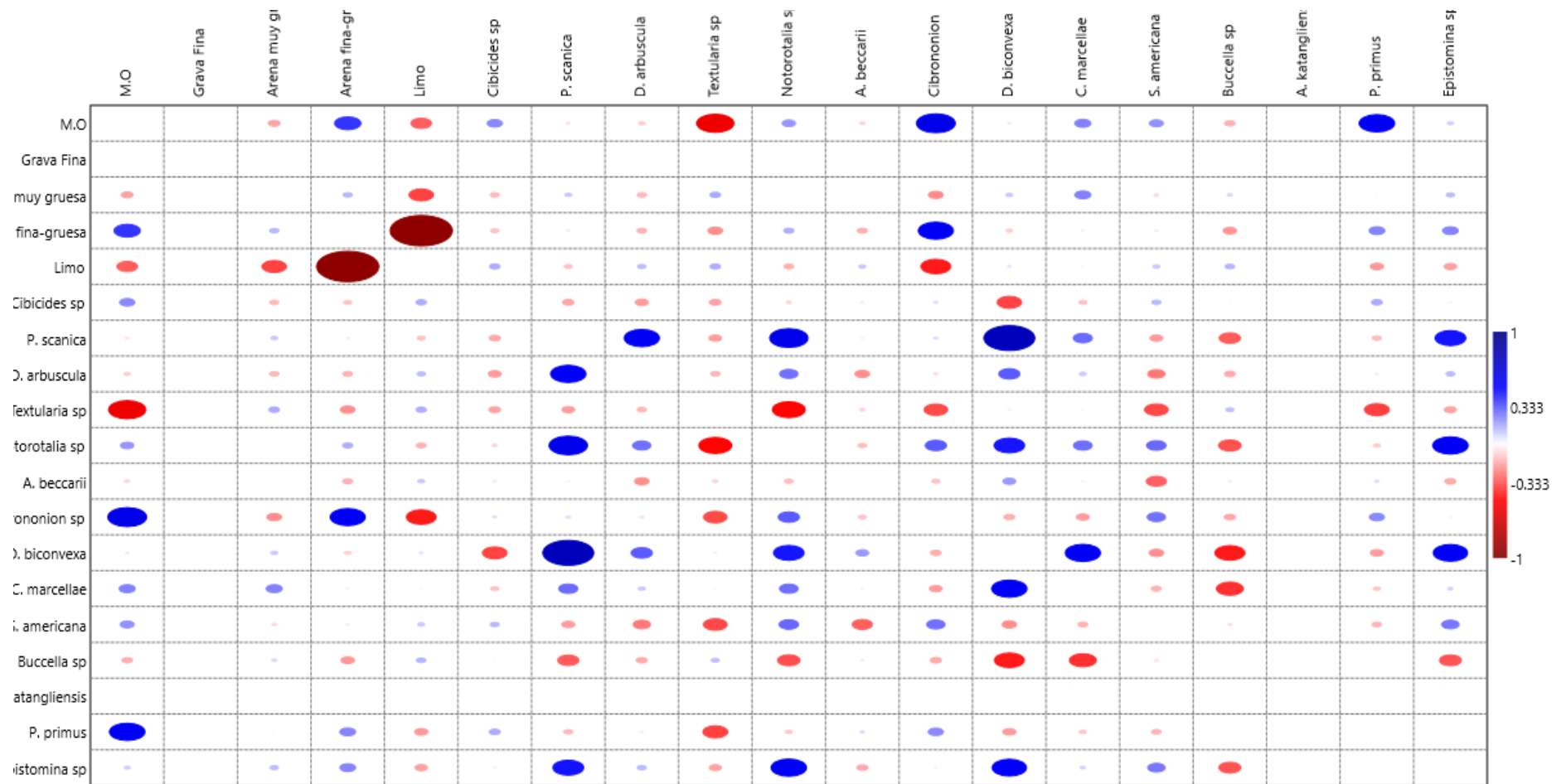
8.9.1 Zona Intermareal Baja

En esta zona el coeficiente de correlación de Spearman reflejó una relación positiva para la materia orgánica y las siguientes especies *Cribrononion* sp. ($r_s = 0,586$ $p < 0,002$), *P. primus* ($r_s = 0,535$; $p = 0,007$) de manera representativa, evidenciando una afinidad y preferencia por ambientes ricos en materia orgánica debido a una adaptabilidad a condiciones tróficas altas y su capacidad de asimilar particular orgánicas suspendidas. Por el contrario, *Textularia* sp. reflejó una correlación negativa con ($r_s = -0,563$; $p = 0,004$), lo que sugiere una preferencia por sedimentos más pobres en detritos orgánicos.

En cuanto a la fracción de arena fina-gruesa se obtuvieron correlaciones positivas para la especie *Cribrononion* sp. ($r_s = 0,528$; $p = 0,0079$), esto se debe a las preferencias que tienen estos organismos por sedimentos bien oxigenado, estables y granulometría intermedia. Por otro lado, la fracción de limo registró correlaciones negativas para las especies *Cribrononion* sp. ($r_s = -0,447$; $p = 0,002$) (Tabla 5, Figura 34)

Figura 34.

Análisis de correlación en zona baja, Spearman.



8.9.2 Zona Intermareal Media

Para evaluar la relación que existe entre las especies registradas y las características sedimentológicas se empleó el coeficiente de correlación de Spearman (r_s). En cuanto a las relaciones de materia orgánica y especies, se obtuvo que *P. scanica* ($r_s = 0,370$; $p = 0,074$), *Cribrononion* sp. ($r_s = 0,397$; $p = 0,054$) y *P. primus* ($r_s = 0,472$; $p = 0,019$) presentaron correlaciones altamente positivas, asociándose con sedimentos ricos en materia orgánica indicando una preferencia por ambientes donde existe alta disponibilidad de detritos. Por el contrario, *Ammonia beccarii* tuvo una correlación negativa ($r_s = -0,264$; $p = 0,212$) sugiriendo una afinidad por sustratos pobres en contenido de materia.

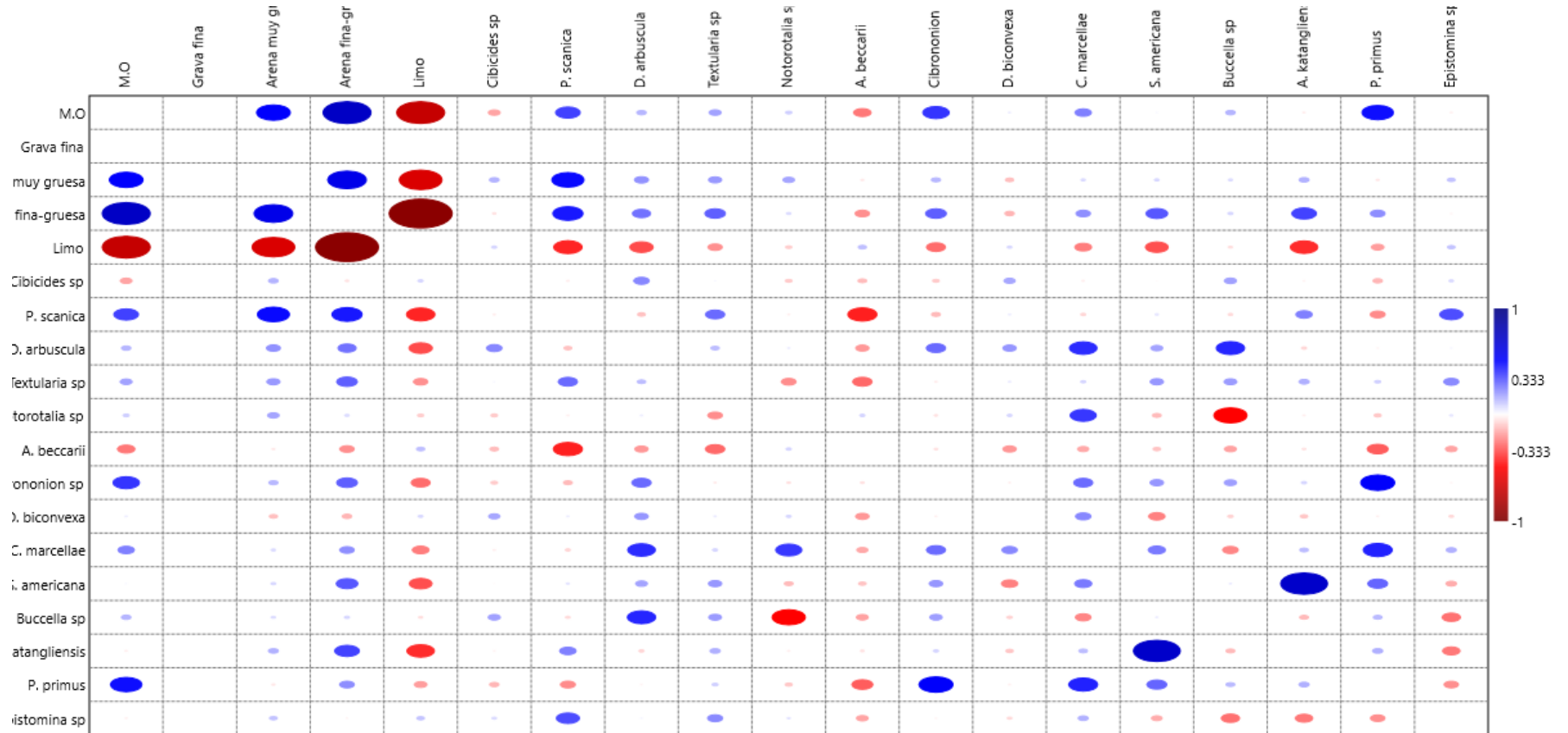
En cuanto a las fracciones de sedimento, la arena muy gruesa presentó correlaciones positivas para *P. scanica* ($r_s = 0,483$; $p = 0,016$), lo que indica que tiene una preferencia por sustratos de mayor tamaño de grano. Por otra parte *S. americana* ($r_s = 0,329$; $p = 0,116$); *A. katangliensis* ($r_s = 0,370$; $p = 0,074$) y *Cribrononion* sp. ($r_s = 0,314$; $p = 0,134$); *P. scanica* ($r_s = 0,454$; $p = 0,025$); *D. arbuscula* ($r_s = 0,275$; $p = 0,193$) y *Textularia* sp. tuvieron una correlación positiva con la fracción de arena fina-gruesa, indicando preferencia por sedimentos con mayor oxigenación y mejor estabilidad. La fracción de limo tuvo correlaciones negativas para *P. scanica* ($r_s = -0,429$; $p = 0,037$); *A. katangliensis* ($r_s = -0,414$; $p = 0,044$); *D. arbuscula* ($r_s = -0,351$; $p = 0,092$); *Cribrononion* sp. ($r_s = -0,287$; $p = 0,172$); *C. marcellae* ($r_s = -0,253$; $p = 0,231$); *Textularia* sp. ($r_s = -0,216$; $p =$

0,309); *S. americana* ($r_s = -0,344$; $p = 0,098$) y *P. primus* ($r_s = -0,190$; $p = 0,371$)

lo que sugiere que un aumento en partículas finas puede limitar la presencia de estos organismos (Tabla 6, Figura 35).

Figura 35.

Análisis de correlación en zona media, Spearman.



9. DISCUSIÓN

A través de la presente investigación se estudió la dominancia y diversidad de foraminíferos bentónicos en la franja mesolitoral de la comuna La Entrada y la relación que se establece con las características sedimentarias, aportando información relevante para entender el estado ambiental y ecológico de esta playa. La identificación dio como resultado 14 especies, siendo *Cibicides* sp. y *Ammonia beccarii* las que predominaron en esta área, lo cual concuerda con Murray (2006), quién certifica que estas especies son las más comunes en la costa ecuatoriana tolerando variaciones ambientales.

Según Francescangeli et al. (2021), la acumulación de detritos o materia orgánica en sedimentos finos favorece la presencia de foraminíferos. En línea con ello, los resultados obtenidos en este estudio mostraron que la zona intermareal baja presentó un mayor número de organismos en comparación con la zona media, lo cual estaría relacionado con la predominancia de fracciones finas del sedimento. La fracción sedimentaria más representativa fue el limo, superando el 95 % respecto a otras fracciones, lo que sugiere una alta capacidad de retención de detritos y una baja energía hidrodinámica, condiciones propicias para estos microorganismos (Usera y Blázquez, 1997).

En cuanto a los índices ecológicos, se apreció una diversidad relativamente alta en las dos zonas, con valores del índice de Shannon-Wiener (H') entre 1,3 y 2,4 bits, determinando comunidades equilibradas índices que confirman Salman et al. (2010), quienes señalan que una diversidad mayor a 2 indica estabilidad ecológica. Por otro lado, el índice de Simpson (1-D) obtuvo cifras cercanas a 0,9, denotando baja equidad y dominancia en la diversificación de especies lo que concuerda con los resultados de Krebs (1999).

En el transcurso del estudio se registraron incrementos progresivos en el índice de Margalef alcanzando valores de 3,5 bits reflejando un aumento sostenido en la riqueza de especies. Estos resultados indican una relación de colonización de especies oportunistas, como *Textularia* sp., que demostró preferencia por ambientes ricos en limo coincidiendo con estudios de Calonge et al. (2001).

Por otro lado, el análisis de correlación de Spearman reflejó datos estadísticos favorables para las especies *Cribrononion* sp. y *P. primus* mostrando una relación positiva con la materia orgánica, lo que indica preferencia por ambientes eutróficos. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Francescangeli et al. (2021), quienes en su estudio sobre foraminíferos bentónicos en ambientes costeros eutrofizados establecieron que estas especies tienden a proliferar en sedimentos con alto contenido de materia orgánica y baja energía

hidrodinámica.

Sin embargo, *Ammonia beccarii* presentó una correlación negativa, lo que indicaría una preferencia por sedimentos menos enriquecidos, tal como ha sido reportado en ambientes costeros poco impactados (Murray, 2006). Estas especies también han sido reconocidas como frecuentes en zonas intermareales similares por otros investigadores, como Usera y Colominas (2001), quienes destacan su valor como bioindicadores de condiciones sedimentológicas específicas.

Otro hallazgo relevante fue la preferencia de ciertas especies por sedimentos con mayor proporción de arena fina-gruesa, como *C. marcellae* y *S. americana*, con correlaciones superiores a 0,8 en ambas zonas. Estas especies suelen estar asociadas a sedimentos bien oxigenados y con mayor estabilidad granulométrica, como lo señalan Salman et al. (2010), en su estudio "Foraminíferos como bioindicadores de contaminación marina: Respuestas rápidas a alteraciones ambientales", quienes determinaron que dichas especies muestran afinidad por hábitats con buena circulación de oxígeno y menor contenido de materia orgánica, lo cual favorece su distribución en ambientes de baja carga eutrófica y mayor energía hidrodinámica.

En cuanto a la presencia de organismos vivos, sólo el 5% del total

muestreado (78 de 1371) fueron teñidos con rosa de bengala, lo que indica una comunidad dominada por restos. La mayor parte de los organismos vivos pertenecían a *Notorotalia* sp. y *A. beccarii*, especies resistentes que persisten en condiciones ambientales cambiantes. Este bajo porcentaje de organismos vivos podría estar relacionado con factores de disturbio como el tránsito humano o la remoción de sedimentos, efectos descritos por Gualancañay (2000) para ambientes con presión antrópica.

En resumen, se confirma la hipótesis H1 de la presente investigación, corroborando que la diversidad y dominancia de los foraminíferos bentónicos varían en relación con las características sedimentarias. Las altas correlaciones positivas de ciertas especies con fracciones granulométricas y porcentajes de materia orgánica indican que hay una respuesta por parte de los foraminíferos ante los cambios en el microhábitat, lo que afirma el uso de estos organismos como excelentes indicadores ambientales.

10.CONCLUSIONES

Se identificaron 14 especies de foraminíferos bentónicos, las más predominantes fueron *Cibicides* sp. y *Ammonia beccarii* en ambas zonas intermareales, mientras que *Asteroammonia katangliensis* y *Spiroplecta americana* se registraron en bajas proporciones. Se registraron también la presencia de organismos previamente vivos en el primer centímetro del sedimento, representando solo el 5% del total recolectado (78 de 1371 individuos), lo que indica una comunidad dominada principalmente por restos, posiblemente afectada por variaciones ambientales.

La caracterización sedimentológica reveló una dominancia de limo en ambas zonas (>95%), lo que indica bajas condiciones de energía hidrodinámica favorables para la retención de detritos y nutrientes. También, se evidenció variaciones en los niveles de materia orgánica entre estaciones, con valores ligeramente altos en puntos centrales, lo que sugiere una mayor retención de detritos orgánicos y estabilidad del microhábitat. Estas condiciones influyeron directamente en la distribución espacial de los foraminíferos, donde se registró mayor abundancia en la zona intermareal baja con 743 individuos a comparación de la media zona intermareal media que registró 628 individuos.

El análisis mediante el coeficiente de correlación de Spearman evidenció fuertes relaciones entre los foraminíferos identificados y las características sedimentarias. Especies como *Cribrononion* sp. y *P. primus* tuvieron correlaciones positivas con la materia orgánica, indicando preferencia por ambientes eutróficos. Por otro lado, *Textularia* sp. y *A. katangliensis* reflejaron correlaciones negativas, mostrando afinidad por sedimentos ricos en oxígeno o con menores porcentajes de materia orgánica. Los índices ecológicos como Shannon-Wiener, Simpson y Margalef presentaron una diversidad moderada a alta y baja dominancia, haciendo más énfasis en los últimos muestreos, sugiriendo la presencia de estructura comunitaria equitativa y estables, donde no predomina una única especie.

11.RECOMENDACIONES

Se sugiere ampliar la investigación incluyendo parámetros fisicoquímicos del agua (como temperatura, pH, oxígeno disuelto y salinidad), con el fin de establecer relaciones más completas entre los factores abióticos y la estructura de las comunidades foraminíferas.

Considerando el bajo porcentaje de organismos vivos encontrados, se recomienda realizar estudios complementarios que evalúen el impacto de actividades antrópicas como tránsito turístico, infraestructura costera, remoción de sedimentos) sobre la biota bentónica, utilizando los foraminíferos como indicadores de perturbación.

Se propone incluir análisis multivariados (como PCA o CCA) que permitan realizar una mejor interpretación de la relación entre múltiples variables sedimentológicas y la composición específica de los foraminíferos, mejorando la precisión de los diagnósticos ecológicos.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Boyd, C. E. (1995). Methods for determining organic matter content in aquatic sediments: Loss on ignition method. *Aquaculture Research*, 26(4), 215-227.
- Brady, H. B. (1884). On the foraminifera of the deep-sea. *Journal of the Linnean Society of London, Zoology*, 18(2), 123-148.
- Calonge, A., Hernández, G., y Rodríguez, M. (2001). Los Foraminíferos: Presente y Pasado. *Enseñanzas de las Ciencias de la Tierra*, 9(2), 144-150.
- Cupul, M., Hernández, C., y González, R. (2011). Reproducción y estrategias de vida de foraminíferos bentónicos: Un estudio comparativo. *Journal of Marine Biology*, 56(2), 113-125.
- Ehrenberg, C. G. (1844). Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. *Vossische Zeitung*, 3(10), 1-45.
- Francescangeli, F., Caraballo, P., y Medina, A. (2021). Relación entre la concentración de materia orgánica y la abundancia de foraminíferos bentónicos en ecosistemas marinos costeros. *Journal of Marine Science*, 48(3), 105-118.
- Gualancañay, E. (2000). Foraminíferos bentónicos de la bahía de Santa Elena, Ecuador: Relación con parámetros físico-químicos y factores ambientales. *Revista Ecuatoriana de Ciencias del Mar*, 15(1), 31-45.
- Gupta, S. (1999). Manual de identificación de foraminíferos bentónicos en

- ecosistemas costeros. *Revista de Investigación en Biología Marina*, 14(3), 145-162.
- Holmes, R., y McIntyre, A. (1971). Study on benthic foraminifera in sediments. *Marine Biology Research*, 5(2), 220-225.
- Hornibrook, N. (1961). Foraminifera del género *Buccella* en la plataforma continental de Nueva Zelanda. *Journal of Micropalaeontology*, 7(1), 22-30.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. Benjamin Cummings.
- Kristan-Tollmann, E. (1960). Foraminifera of the genus *Duostomina* from the Mediterranean Sea. *Bulletin of the Natural History Museum, Vienna*, 22(4), 257-268.
- Linnaeus, C. (1758). *Systema Naturae* (10th ed.). Laurentius Salvius.
- Loeblich, A. R., & Tappan, H. (1985). *Foraminiferal genera and their classification*. Van Nostrand Reinhold.
- Loeblich, A. R., & Tappan, H. (1987). *Foraminiferal genera and their classification*. Van Nostrand Reinhold.
- Loeblich, A. R., & Tappan, H. (1988). *Foraminiferal genera and their classification*. Van Nostrand Reinhold.
- Magno, M. C., Romano, E., Bergamin, L., Finoia, M. G., & Pierfranceschi, G. (2012). Correlación entre las características texturales de los sedimentos marinos y los foraminíferos bentónicos en zonas costeras altamente

alteradas antropogénicamente. *Geología Marina*, 315-318, 143-161.

<https://doi.org/10.1016/j.margeo.2012.04.002>

McCulloch, W. (1977). Foraminifera del género *Curtrightia* del Mar Caribe. *Journal of Paleontology*, 51(3), 519-528.

Montfort, L. (1808). *Conchyliologie systématique*. Paris: F. Dufart.

Murray, J. W. (2006). *Ecology and applications of benthic foraminifera*. Cambridge University Press.

Orbigny, A. (1826). Mémoire sur les Foraminifères du bassin de Paris. *Mémoires de la Société Géologique de France*, 3(2), 145-198.

Organización de las Naciones Unidas. (2025). Objetivos de Desarrollo Sostenible: ODS 14 - Vida submarina.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/oceans/>

Pérez-Casas, M., Sánchez-Vidal, A., y Canals, M. (2023). Benthic foraminifera as bio-indicators of natural and anthropogenic environmental changes in coastal ecosystems. *PLOS ONE*, 18(4), e0309463.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0309463>

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0309463>

Ruiz Muñoz, F., González-Regalado Montero, M. L., y Morales González, J. A. (1996). Distribución y ecología de los foraminíferos y ostrácodos actuales del estuario mesomareal del río Guadiana (SO España). *Geobios*, 29(5), 513-528. [https://doi.org/10.1016/S0016-6995\(96\)80022-2](https://doi.org/10.1016/S0016-6995(96)80022-2)

- Salman, J. M., Martínez, L., y Gómez, R. (2010). Foraminíferos como bioindicadores de contaminación marina: Respuestas rápidas a alteraciones ambientales. *Environmental Science and Pollution Research*, 17(8), 1420-1429.
- Santos, W. (2023). Comunidades de foraminíferos bentónicos en ecosistemas de manglar de Artemia y Mayabeque [Tesis de diploma, Universidad de La Habana].
- Terquem, J. (1883). Études sur les foraminifères du genre Epistomina et leur distribution dans les fondos marins. *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie*, 6(3), 44-59.
- Tjahjo Winanto, H., Harisan, T., Amron, y Hary Tjahja, P. (2022). Estructura comunitaria de foraminíferos bentónicos en aguas del este de la laguna de Segara Anakan, Cilacap. *Biotropia*, 29(2), 171-180.
- Trentesaux, A., Riboulleau, A., Armynot du Châtelet, É., y Bout-Roumzeilles, V. (2009). Control de calidad de sedimentos en materia orgánica en foraminíferos bentónicos vivos. *Revue de micropaléontologie*, 52(1), 75–84. <https://doi.org/10.1016/j.revmic.2008.10.002>
- Usera, J., y Colominas, M. (2001). Bioindicadores bentónicos en ambientes marinos costeros del Mediterráneo occidental. *Revista Española de Micropaleontología*, 33(2), 225–240.
- Voloshinova, A. (1952). Foraminíferos del género Notorotalia del Mar de Barents. *Journal of Marine Biology*, 15(4), 231-245.

Voloshinova, A. (1970). Foraminíferos del género *Asteroammonia* en el fondo marino de la cuenca del Mar de Barents. *Journal of Marine Biology*, 15(4), 231-245.

13.ANEXOS

Tabla 2.

Foraminíferos identificados en la zona intermareal de la Comuna La entrada durante el periodo de muestreo.

Especies	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	Total
<i>Cibicides</i> sp	35	45	40	39	51	47	257
<i>P. scanica</i>	6	6	16	14	8	18	68
<i>D. arbuscula</i>	10	20	20	21	27	17	115
<i>Textularia</i> sp	32	27	36	27	33	31	186
<i>Notorotalia</i> sp	23	23	7	30	19	27	129
<i>A. beccarii</i>	39	37	43	38	32	32	221
<i>Cribrononion</i> sp	0	0	1	13	7	6	27
<i>D. biconvexa</i>	26	10	29	25	18	15	123
<i>C. marcellae</i>	2	2	1	7	4	2	18
<i>S. americana</i>	0	1	0	1	3	1	6
<i>Buccella</i> sp	20	31	25	20	22	26	144
<i>A. katangliensis</i>	0	0	0	0	3	3	6
<i>P. primus</i>	2	1	0	9	7	4	23
<i>Epistomina</i> sp	5	6	12	10	12	3	48
Total	200	209	230	254	246	232	1371

Tabla 3.

Foraminíferos identificados en la zona intermareal media durante el periodo de muestreo.

Especies	Abundancia
<i>Cibicides</i> sp	113 18%
<i>P. scanica</i>	36 6%
<i>D. arbuscula</i>	53 8%
<i>Textularia</i> sp	70 11%
<i>Notorotalia</i> sp	72 11%
<i>A. beccarii</i>	90 14%
<i>Cribrononion</i> sp	16 3%
<i>D. biconvexa</i>	69 11%
<i>C. marcellae</i>	10 2%
<i>S. americana</i>	5 1%

<i>Buccella</i> sp	53	8%
<i>A. katangliensis</i>	6	1%
<i>P. primus</i>	9	1%
<i>Epistomina</i> sp	26	4%
Total	628	100%

Tabla 4.

Foraminíferos identificados en la zona intermareal baja durante el periodo de muestreo.

Especies	Abundancia	
<i>Cibicides</i> sp	144	19%
<i>P. scanica</i>	32	4%
<i>D. arbuscula</i>	62	8%
<i>Textularia</i> sp	116	16%
<i>Notorotalia</i> sp	57	8%
<i>A. beccarii</i>	131	18%
<i>Cribrononion</i> sp	11	1%
<i>D. biconvexa</i>	54	7%
<i>C. marcellae</i>	8	1%
<i>S. americana</i>	1	0%
<i>Buccella</i> sp	91	12%
<i>A. katangliensis</i>	0	0%
<i>P. primus</i>	14	2%
<i>Epistomina</i> sp	22	3%
Total	743	100%

Tabla 5.

Datos estadísticos de correlaciones en zona baja.

	M.O	Grava Fina	Arena muy gruesa	Arena fina-gruesa	Limo	<i>Cibicides</i> sp	<i>P. scanica</i>	<i>D. arbuscula</i>	<i>Textularia</i> sp	<i>Notorotalia</i> sp	<i>A. beccarii</i>	<i>Cribronion</i> sp	<i>D. biconvexa</i>	<i>C. marcellae</i>	<i>S. americana</i>	<i>Buccella</i> sp	<i>A. katangliensis</i>	<i>P. primus</i>	<i>Epistomina</i> sp
M.O		0	0,40443	0,054497	0,13425	0,27997	0,78815	0,65231	0,004205	0,34183	0,69744	0,002628	0,82247	0,24992	0,31918	0,46083	0	0,0070359	0,66731
Grava Fina	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arena muy gruesa	0,17834	0		0,51871	0,076441	0,52578	0,62607	0,51254	0,4524	0,97491	0,98836	0,29393	0,62986	0,25057	0,72504	0,7175	0	0,92267	0,55274
Arena fina-gruesa	0,39738	0	0,13848		8,83E-12	0,57541	0,85907	0,49267	0,29666	0,467	0,47632	0,0079608	0,65207	0,85886	0,83384	0,33788	0	0,25754	0,26148
Limo	0,31466	0	-0,36847	-0,94038		0,46268	0,57444	0,54769	0,45938	0,48427	0,62233	0,028405	0,79836	0,9292	0,62385	0,50793	0	0,34531	0,37953
<i>Cibicides</i> sp	0,22983	0	-0,13617	-0,12034	0,15738		0,42557	0,35783	0,40634	0,70983	0,84816	0,77712	0,075197	0,56866	0,52374	0,92859	0	0,4427	0,87982
<i>P. scanica</i>	0,057895	0	0,10478	0,038274	0,12064	-0,17055		0,0074663	0,36912	0,003004	0,88262	0,74898	1,12E-05	0,17011	0,36096	0,1238	0	0,52399	0,022561
<i>D. arbuscula</i>	0,096926	0	-0,14051	-0,14713	0,1291	-0,19634	0,53192		0,50652	0,18964	0,30385	0,76755	0,12367	0,62797	0,21763	0,44079	0	0,83515	0,52959
<i>Textularia</i> sp	0,56268	0	0,16097	-0,22221	0,15853	-0,17762	0,19186	-0,1425		0,013839	0,69489	0,089303	0,86427	0,92712	0,087067	0,56739	0	0,071593	0,39464
<i>Notorotalia</i> sp	0,20283	0	-0,0067823	0,15588	0,14997	0,080105	0,57944	0,27726	-0,49537		0,54543	0,12478	0,023888	0,17884	0,16034	0,10187	0	0,63098	0,007228
<i>A. beccarii</i>	0,083688	0	0,0031454	-0,15268	0,10591	0,041269	0,03183	-0,21901	-0,084426	-0,12982		0,58391	0,36226	0,90312	0,14103	0,85851	0	0,75067	0,43572
<i>Cribronion</i> sp	0,58587	0	-0,22344	0,5283	0,44731	0,060984	0,068918	-0,063673	-0,35438	0,32211	0,11769		0,45551	0,36523	0,18889	0,43027	0	0,28203	0,89076
<i>D. biconvexa</i>	0,048352	0	0,10364	-0,096999	0,055048	-0,36993	0,76911	0,32301	-0,03685	0,4595	0,19457	-0,15988		0,0074393	0,30234	0,027048	0	0,35539	0,0094679
<i>C. marcellae</i>	0,24431	0	0,24399	-0,038332	0,019157	-0,12245	0,28944	0,10421	-0,019723	0,28388	0,026243	-0,19339	0,53212		0,49175	0,049446	0	0,61885	0,69535
<i>S. americana</i>	0,21234	0	-0,075736	-0,045213	0,10545	0,13684	0,19509	-0,2612	-0,35672	0,29591	0,30955	0,2777	-0,21968	-0,14744		0,77463	0	0,50145	0,21053
<i>Buccella</i> sp	0,15802	0	0,0779	-0,20446	0,14204	0,019323	0,32291	-0,16508	0,12285	-0,34202	0,038427	-0,16885	-0,4508	-0,40528	-0,061683		0	0,99901	0,11037
<i>A. katangliensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. primus</i>	0,53523	0	-0,020931	0,24054	-0,2014	0,1644	0,13676	-0,044853	-0,37425	-0,1033	0,06844	0,22888	-0,19732	-0,10696	-0,14419	0,00026637	0		0,9566
<i>Epistomina</i> sp	0,092492	0	0,12749	0,23862	-0,1878	0,032596	0,46343	0,13493	-0,18202	0,53373	0,16689	-0,029611	0,51831	0,084293	0,26514	-0,33428	0	0,011736	

Tabla 6.

Datos estadísticos de correlaciones en zona media.

	M.O	Grava fina	Arena muy gruesa	Arena fina-gruesa	Limo	<i>Cibicides</i> sp	<i>P. scanica</i>	<i>D. arbuscula</i>	<i>Textularia</i> sp	<i>Notorotalia</i> sp	<i>A. beccarii</i>	<i>Cribronion</i> sp	<i>D. biconvexa</i>	<i>C. marcellae</i>	<i>S. americana</i>	<i>Buccella</i> sp	<i>A. katangliensis</i>	<i>P. primus</i>	<i>Epistomina</i> sp
M.O		0	0,011315	6,30E-05	6,46E-05	0,40492	0,074623	0,50538	0,3971	0,66553	0,21282	0,054097	0,88336	0,24333	0,95576	0,49915	0,87731	0,019594	0,89455
Grava fina	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arena muy gruesa	0,50773	0		0,002777	6,94E-04	0,49399	0,016561	0,32025	0,34926	0,41082	0,8406	0,51711	0,56201	0,74592	0,72825	0,75586	0,48349	0,83117	0,58653
Arena fina-gruesa	0,72425	0	0,58323		8,82E-13	0,79688	0,025641	0,19335	0,138	0,75	0,30397	0,13423	0,50306	0,30414	0,11613	0,70988	0,074731	0,29825	0,92377
Limo	0,72352	0	-0,6434	-0,95188		0,71282	0,036681	0,092574	0,30951	0,66135	0,56093	0,17295	0,73172	0,23125	0,098935	0,76766	0,04422	0,37188	0,59589
<i>Cibicides</i> sp	0,17815	0	0,14669	-0,05546	0,079246		0,87566	0,27094	0,95502	0,63797	0,54098	0,63962	0,42517	0,87917	0,97675	0,38961	0,91629	0,50694	0,73865
<i>P. scanica</i>	0,37061	0	0,48398	0,45457	0,42853	0,033732		0,58033	0,16853	0,8888	0,032472	0,53103	0,87728	0,71209	0,81771	0,73711	0,24249	0,28822	0,095571
<i>D. arbuscula</i>	0,14288	0	0,21188	0,27504	0,35105	0,23408	-0,1188		0,55163	0,8725	0,34577	0,1661	0,33834	0,043781	0,40139	0,037623	0,71301	0,92329	0,9282
<i>Textularia</i> sp	0,18108	0	0,19979	0,31181	0,21653	0,012163	0,29047	0,12784		0,29731	0,16398	0,86828	0,86751	0,71165	0,34354	0,36266	0,47057	0,67427	0,28259
<i>Notorotalia</i> sp	0,093014	0	0,17596	0,06863	0,094248	-0,1012	0,030143	0,034595	-0,22192		0,70734	0,79162	0,72042	0,05809	0,53751	0,012936	0,87783	0,61677	0,81967
<i>A. beccarii</i>	0,26385	0	-0,043349	-0,21896	0,12489	-0,13125	-0,4376	-0,20122	-0,29347	0,080823		0,78701	0,34089	0,4313	0,59156	0,39768	0,79419	0,13072	0,40876
<i>Cribronion</i> sp	0,39798	0	0,13901	0,31468	0,28761	-0,10071	0,13446	0,29206	-0,035751	-0,056927	0,058213		0,89261	0,17048	0,33766	0,37693	0,70508	0,010569	0,92378
<i>D. biconvexa</i>	0,031629	0	-0,12455	-0,14365	0,073826	0,1707	0,033288	0,20427	0,035962	0,077061	0,20322	-0,029105		0,27289	0,24459	0,6925	0,60792	0,89657	0,736
<i>C. marcellae</i>	0,24764	0	0,069785	0,21888	0,25389	0,032773	0,079455	0,41494	0,079581	0,3921	0,16848	0,2892	0,23315		0,21945	0,26507	0,54778	0,033516	0,47589
<i>S. americana</i>	0,011961	0	0,074818	0,32928	-0,3448	0,0062831	0,049671	0,17947	0,20213	-0,13237	0,11532	0,20455	-0,247	0,26021		0,87607	0,00011693	0,15259	0,45253
<i>Buccella</i> sp	0,14496	0	0,066971	0,08009	0,063641	0,18393	0,072289	0,42661	0,19441	-0,49957	0,18087	0,18881	-0,08512	-0,23688	0,03362		0,53358	0,53362	0,18913
<i>A. katangliensis</i>	0,033281	0	0,15023	0,37048	0,41415	0,022663	0,24807	-0,07919	0,15465	-0,03314	0,056209	0,081476	-0,11029	0,12907	0,70571	-0,13364		0,47247	0,2122
<i>P. primus</i>	0,47295	0	-0,04595	0,2215	0,19078	-0,14237	0,22603	-0,020761	0,090444	-0,1076	0,31739	0,51182	-0,028025	0,43527	0,30124	0,13363	0,154		0,30457
<i>Epistomina</i> sp	0,028578	0	0,11687	-0,020632	0,11398	0,071852	0,34806	0,019428	0,22862	0,049129	0,17672	-0,02063	-0,072607	0,15283	-0,16093	-0,27756	-0,26421	0,21869	

Tabla 7.

Análisis estadísticos para la Zona Media transecto 1 de los diferentes índices en el software PAST.

	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6
Taxa_S	5	8	6	9	10	10
Individuals	21	30	15	33	37	36
Dominance_D	0,2834	0,1844	0,2089	0,1497	0,1293	0,125
Simpson_1-D	0,7166	0,8156	0,7911	0,8503	0,8707	0,875
Shannon_H	1,406	1,886	1,675	2,044	2,146	2,164
Evenness_e^H/S	0,8157	0,824	0,8894	0,8578	0,8553	0,8702
Brillouin	1,153	1,567	1,283	1,709	1,811	1,82
Menhinick	1,091	1,461	1,549	1,567	1,644	1,667
Margalef	1,314	2,058	1,846	2,288	2,492	2,511
Equitability_J	0,8735	0,9069	0,9346	0,9302	0,9321	0,9396
Fisher_alpha	2,076	3,57	3,706	4,077	4,502	4,586
Berger-Parker	0,4286	0,3333	0,3333	0,2424	0,1892	0,1667
Chao-1	5	8	6	9	10,5	10,5

Tabla 8.

Análisis estadísticos para la Zona Media transecto 2 de los diferentes índices en el software PAST.

	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6
Taxa_S	5	7	6	13	6	7
Individuals	26	22	25	36	21	23
Dominance_D	0,2071	0,1694	0,1776	0,09259	0,2018	0,1569
Simpson_1-D	0,7929	0,8306	0,8224	0,9074	0,7982	0,8431
Shannon_H	1,592	1,843	1,76	2,462	1,672	1,885
Evenness_e^H/S	0,9831	0,9023	0,9684	0,9023	0,8871	0,9405
Brillouin	1,354	1,489	1,468	2,029	1,359	1,535
Menhinick	0,9806	1,492	1,2	2,167	1,309	1,46
Margalef	1,228	1,941	1,553	3,349	1,642	1,914
Equitability_J	0,9894	0,9472	0,9821	0,9599	0,9331	0,9685
Fisher_alpha	1,841	3,544	2,504	7,304	2,806	3,427
Berger-Parker	0,2692	0,2273	0,24	0,1389	0,2381	0,1739
Chao-1	5	7	6	13,2	6	7

Tabla 9.

Análisis estadísticos para la Zona Media transecto 3 de los diferentes índices en el software PAST.

	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6
Taxa_S	6	7	6	9	9	8
Individuals	21	23	27	32	35	19
Dominance_D	0,22	0,1909	0,1742	0,127	0,1314	0,1579
Simpson_1-D	0,78	0,8091	0,8258	0,873	0,8686	0,8421
Shannon_H	1,633	1,765	1,769	2,135	2,091	1,955
Evenness_e^H/S	0,853	0,8343	0,9773	0,9399	0,8991	0,8831
Brillouin	1,323	1,433	1,491	1,782	1,767	1,52
Menhinick	1,309	1,46	1,155	1,591	1,521	1,835
Margalef	1,642	1,914	1,517	2,308	2,25	2,377
Equitability_J	0,9113	0,9069	0,9872	0,9718	0,9516	0,9402
Fisher_alpha	2,806	3,427	2,392	4,163	3,921	5,205
Berger-Parker	0,3333	0,2609	0,2222	0,2188	0,1714	0,2632
Chao-1	6	7,5	6	9	9	8,25

Tabla 10.

Análisis estadísticos para la Zona Media transecto 4 de los diferentes índices en el software PAST.

	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6
Taxa_S	4	6	9	8	13	8
Individuals	13	22	31	24	30	26
Dominance_D	0,3018	0,2066	0,1176	0,1563	0,1067	0,1538
Simpson_1-D	0,6982	0,7934	0,8824	0,8438	0,8933	0,8462
Shannon_H	1,266	1,658	2,168	1,944	2,39	1,962
Evenness_e^H/S	0,8865	0,8748	0,971	0,8733	0,8393	0,8889
Brillouin	0,9842	1,356	1,804	1,573	1,915	1,606
Menhinick	1,109	1,279	1,616	1,633	2,373	1,569
Margalef	1,17	1,618	2,33	2,203	3,528	2,148
Equitability_J	0,9131	0,9253	0,9866	0,9349	0,9317	0,9434
Fisher_alpha	1,974	2,718	4,257	4,202	8,721	3,948
Berger-Parker	0,3846	0,2727	0,1613	0,2083	0,2	0,2308
Chao-1	4	6	9	8,5	15,5	8

Tabla 11.

Análisis estadísticos para la Zona Baja transecto 1 de los diferentes índices en el software PAST.

	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6
Taxa_S	10	9	9	11	10	10
Individuals	41	35	38	40	38	36
Dominance_D	0,1386	0,1396	0,1343	0,11	0,1233	0,1281
Simpson_1-D	0,8614	0,8604	0,8657	0,89	0,8767	0,8719
Shannon_H	2,099	2,067	2,087	2,277	2,184	2,153
Evenness_e^H/S	0,8161	0,8775	0,8958	0,8864	0,8882	0,8613
Brillouin	1,793	1,744	1,78	1,928	1,849	1,811
Menhinick	1,562	1,521	1,46	1,739	1,622	1,667
Margalef	2,424	2,25	2,199	2,711	2,474	2,511
Equitability_J	0,9117	0,9405	0,9499	0,9497	0,9485	0,9352
Fisher_alpha	4,214	3,921	3,725	5,011	4,423	4,586
Berger-Parker	0,1951	0,2	0,2105	0,15	0,1842	0,1944
Chao-1	10,33	9	9	11,5	10	10,5

Tabla 12.

Análisis estadísticos para la Zona Baja transecto 2 de los diferentes índices en el software PAST.

	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6
Taxa_S	5	5	7	11	6	4
Individuals	25	30	31	36	24	25
Dominance_D	0,2256	0,2378	0,1946	0,1327	0,2326	0,264
Simpson_1-D	0,7744	0,7622	0,8054	0,8673	0,7674	0,736
Shannon_H	1,537	1,48	1,77	2,206	1,607	1,357
Evenness_e^H/S	0,9299	0,8784	0,8383	0,8253	0,8312	0,9709
Brillouin	1,298	1,278	1,496	1,836	1,326	1,165
Menhinick	1	0,9129	1,257	1,833	1,225	0,8
Margalef	1,243	1,176	1,747	2,791	1,573	0,932
Equitability_J	0,9548	0,9194	0,9094	0,9199	0,8968	0,9787
Fisher_alpha	1,879	1,713	2,816	5,401	2,568	1,344
Berger-Parker	0,28	0,2667	0,3226	0,25	0,375	0,32
Chao-1	5	5	7	11	6	4

Tabla 13.

Análisis estadísticos para la Zona Baja transecto 3 de los diferentes índices en el software PAST.

	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6
Taxa_S	6	6	9	9	8	8
Individuals	27	27	35	25	25	32
Dominance_D	0,2099	0,2181	0,1478	0,1552	0,2	0,1523
Simpson_1-D	0,7901	0,7819	0,8522	0,8448	0,8	0,8477
Shannon_H	1,645	1,642	2,019	2,022	1,804	1,981
Evenness_e^H/S	0,8631	0,8613	0,8369	0,8394	0,7595	0,9066
Brillouin	1,383	1,378	1,705	1,625	1,462	1,667
Menhinick	1,155	1,155	1,521	1,8	1,6	1,414
Margalef	1,517	1,517	2,25	2,485	2,175	2,02
Equitability_J	0,9178	0,9167	0,919	0,9203	0,8677	0,9528
Fisher_alpha	2,392	2,392	3,921	5,043	4,068	3,424
Berger-Parker	0,2593	0,3333	0,2	0,28	0,32	0,25
Chao-1	6	6	9,5	9,25	9,5	8

Tabla 14.

Análisis estadísticos para la Zona Baja transecto 4 de los diferentes índices en el software PAST.

	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6
Taxa_S	4	4	6	8	8	11
Individuals	26	20	28	28	36	35
Dominance_D	0,2663	0,335	0,1939	0,1709	0,1836	0,1069
Simpson_1-D	0,7337	0,665	0,8061	0,8291	0,8164	0,8931
Shannon_H	1,352	1,192	1,689	1,889	1,857	2,306
Evenness_e^H/S	0,966	0,8236	0,9023	0,827	0,8004	0,912
Brillouin	1,165	0,9888	1,43	1,561	1,582	1,918
Menhinick	0,7845	0,8944	1,134	1,512	1,333	1,859
Margalef	0,9208	1,001	1,501	2,101	1,953	2,813
Equitability_J	0,975	0,86	0,9426	0,9086	0,8929	0,9616
Fisher_alpha	1,32	1,504	2,343	3,742	3,189	5,517
Berger-Parker	0,3077	0,45	0,25	0,25	0,3056	0,1429
Chao-1	4	4	6	8,5	8	11

Tabla 15.*Análisis granulométrico zona baja 1- muestreo 1.*

Zona baja	1
Peso húmedo + recipiente	294,09
Peso seco + recipiente	238,4
Humedad	
Recipiente	123,08
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,24
Retenido tamiz N°40	0,38
Retenido tamiz N°200	104,18
Peso seco después del lavado	

Tabla 16.*Análisis granulométrico zona baja 2- muestreo 1.*

Zona baja	2
Peso húmedo + recipiente	313,67
Peso seco + recipiente	296,14
Humedad	
Recipiente	123,96
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,56
Retenido tamiz N°40	0,11
Retenido tamiz N°200	169,73
Peso seco después del lavado	

Tabla 17.*Análisis granulométrico zona baja 3- muestreo 1.*

Zona baja	3
Peso húmedo + recipiente	301,94
Peso seco + recipiente	275,4
Humedad	
Recipiente	123,1
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,19
Retenido tamiz N°40	0,5
Retenido tamiz N°200	150,7

Peso seco después del lavado

Tabla 18.

Análisis granulométrico zona baja 4- muestreo 1.

Zona baja	4
Peso húmedo + recipiente	258,6
Peso seco + recipiente	225,07
Humedad	
Recipiente	123,55
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,22
Retenido tamiz N°40	0,32
Retenido tamiz N°200	97,45
Peso seco después del lavado	

Tabla 19.

Análisis granulométrico zona media 1- muestreo 1.

Zona media	1
Peso húmedo + recipiente	247,32
Peso seco + recipiente	203,2
Humedad	
Recipiente	122,36
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0
Retenido tamiz N°40	0,04
Retenido tamiz N°200	76,6
Peso seco después del lavado	

Tabla 20.

Análisis granulométrico zona media 2- muestreo 1.

Zona media	2
Peso húmedo + recipiente	290,8
Peso seco + recipiente	267,5
Humedad	
Recipiente	124,23
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0

Retenido tamiz N°40	0,2
Retenido tamiz N°200	140,2
Peso seco después del lavado	

Tabla 21.

Análisis granulométrico zona media 3- muestreo 1.

Zona media	3
Peso húmedo + recipiente	305,7
Peso seco + recipiente	280,4
Humedad	
Recipiente	123,01
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0
Retenido tamiz N°40	0,35
Retenido tamiz N°200	153,09
Peso seco después del lavado	

Tabla 22.

Análisis granulométrico zona media 4- muestreo 1.

Zona media	4
Peso húmedo + recipiente	310,3
Peso seco + recipiente	274,7
Humedad	
Recipiente	122,25
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0
Retenido tamiz N°40	1,6
Retenido tamiz N°200	148,8
Peso seco después del lavado	

Tabla 23.

Análisis granulométrico zona baja 1- muestreo 2.

Zona baja	1
Peso húmedo + recipiente	351,39
Peso seco + recipiente	302,16
Humedad	
Recipiente	122,36

Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,19
Retenido tamiz N°40	0,64
Retenido tamiz N°200	177,75
Peso seco después del lavado	

Tabla 24.

Análisis granulométrico zona baja 2- muestreo 2.

Zona baja	2
Peso húmedo + recipiente	324,03
Peso seco + recipiente	282,49
Humedad	
Recipiente	123,77
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,01
Retenido tamiz N°40	0,46
Retenido tamiz N°200	156,15
Peso seco después del lavado	

Tabla 25.

Análisis granulométrico zona baja 3- muestreo 2.

Zona baja	3
Peso húmedo + recipiente	306,88
Peso seco + recipiente	273,08
Humedad	
Recipiente	123,03
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0
Retenido tamiz N°40	0,23
Retenido tamiz N°200	147,82
Peso seco después del lavado	

Tabla 26.*Análisis granulométrico zona baja 4- muestreo 2.*

Zona baja	4
Peso húmedo + recipiente	251,89
Peso seco + recipiente	225,51
Humedad	
Recipiente	121,98
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,21
Retenido tamiz N°40	7,31
Retenido tamiz N°200	141,75
Peso seco después del lavado	

Tabla 27.*Análisis granulométrico zona media 1- muestreo 2.*

Zona media	1
Peso húmedo + recipiente	301,56
Peso seco + recipiente	271,26
Humedad	
Recipiente	123,67
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0
Retenido tamiz N°40	0,09
Retenido tamiz N°200	149,12
Peso seco después del lavado	

Tabla 28.*Análisis granulométrico zona media 2- muestreo 2.*

Zona media	2
Peso húmedo + recipiente	312,39
Peso seco + recipiente	255,9
Humedad	
Recipiente	123,55
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0

Retenido tamiz N°40	0,06
Retenido tamiz N°200	150,04
Peso seco después del lavado	

Tabla 29.

Análisis granulométrico zona media 3- muestreo 2.

Zona media	3
Peso húmedo + recipiente	309,36
Peso seco + recipiente	276,21
Humedad	
Recipiente	123,89
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0
Retenido tamiz N°40	0,22
Retenido tamiz N°200	146,59
Peso seco después del lavado	

Tabla 30.

Análisis granulométrico zona media 4- muestreo 2.

Zona media	4
Peso húmedo + recipiente	306
Peso seco + recipiente	275,56
Humedad	
Recipiente	123,96
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,21
Retenido tamiz N°40	7,31
Retenido tamiz N°200	141,75
Peso seco después del lavado	

Tabla 31.

Análisis granulométrico zona baja 1- muestreo 3.

Zona baja	1
Peso húmedo + recipiente	290,94
Peso seco + recipiente	221,57
Humedad	
Recipiente	123,34

Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,56
Retenido tamiz N°40	0,24
Retenido tamiz N°200	97,92
Peso seco después del lavado	

Tabla 32.

Análisis granulométrico zona baja 2- muestreo 3.

Zona baja	2
Peso húmedo + recipiente	269,5
Peso seco + recipiente	240,28
Humedad	
Recipiente	123,14
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,01
Retenido tamiz N°40	0,045
Retenido tamiz N°200	115,08
Peso seco después del lavado	

Tabla 33.

Análisis granulométrico zona baja 3- muestreo 3.

Zona baja	3
Peso húmedo + recipiente	291,66
Peso seco + recipiente	258,5
Humedad	
Recipiente	123,86
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0
Retenido tamiz N°40	0,04
Retenido tamiz N°200	131,81
Peso seco después del lavado	

Tabla 34.

Análisis granulométrico zona baja 4- muestreo 3.

Zona baja	4
Peso húmedo + recipiente	294,59

Peso seco + recipiente	260,53
Humedad	
Recipiente	123,1
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,66
Retenido tamiz N°40	5,09
Retenido tamiz N°200	132,66
Peso seco después del lavado	

Tabla 35.

Análisis granulométrico zona media 1- muestreo 3.

Zona media	1
Peso húmedo + recipiente	245,48
Peso seco + recipiente	222,33
Humedad	
Recipiente	121,32
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0
Retenido tamiz N°40	0,04
Retenido tamiz N°200	100,43
Peso seco después del lavado	

Tabla 36.

Análisis granulométrico zona media 2- muestreo 3.

Zona media	2
Peso húmedo + recipiente	286,85
Peso seco + recipiente	255,75
Humedad	
Recipiente	123,13
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0
Retenido tamiz N°40	0,32
Retenido tamiz N°200	130,94
Peso seco después del lavado	

Tabla 37.

Análisis granulométrico zona media 3- muestreo 3.

Zona media	3
Peso húmedo + recipiente	280,52
Peso seco + recipiente	249,74
Humedad	
Recipiente	124,23
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0
Retenido tamiz N°40	0,32
Retenido tamiz N°200	123,96
Peso seco después del lavado	

Tabla 38.

Análisis granulométrico zona media 4- muestreo 3.

Zona media	4
Peso húmedo + recipiente	311,36
Peso seco + recipiente	276,93
Humedad	
Recipiente	124,36
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0
Retenido tamiz N°40	1,16
Retenido tamiz N°200	150,4
Peso seco después del lavado	

Tabla 39.

Análisis granulométrico zona baja 1- muestreo 4.

Zona baja	1
Peso húmedo + recipiente	232,29
Peso seco + recipiente	288,58
Humedad	
Recipiente	123,08
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0
Retenido tamiz N°40	0,77
Retenido tamiz N°200	162,09
Peso seco después del lavado	

Tabla 40.*Análisis granulométrico zona baja 2- muestreo 4.*

Zona baja	2
Peso húmedo + recipiente	329,62
Peso seco + recipiente	268,56
Humedad	
Recipiente	122,25
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,24
Retenido tamiz N°40	2,68
Retenido tamiz N°200	161,46
Peso seco después del lavado	

Tabla 41.*Análisis granulométrico zona baja 3- muestreo 4.*

Zona baja	3
Peso húmedo + recipiente	333,05
Peso seco + recipiente	290,93
Humedad	
Recipiente	123,55
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,08
Retenido tamiz N°40	1,62
Retenido tamiz N°200	163,59
Peso seco después del lavado	

Tabla 42.*Análisis granulométrico zona baja 4- muestreo 4.*

Zona baja	4
Peso húmedo + recipiente	349,65
Peso seco + recipiente	302,11
Humedad	
Recipiente	123,01
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,19

Retenido tamiz N°40	2,3
Retenido tamiz N°200	174,27
Peso seco después del lavado	

Tabla 43.

Análisis granulométrico zona media 1 - muestreo 4.

Zona media	1
Peso húmedo + recipiente	327,79
Peso seco + recipiente	288,86
Humedad	
Recipiente	120,68
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0
Retenido tamiz N°40	0,56
Retenido tamiz N°200	165,07
Peso seco después del lavado	

Tabla 44.

Análisis granulométrico zona media 2 - muestreo 4.

Zona media	2
Peso húmedo + recipiente	353,33
Peso seco + recipiente	311,6
Humedad	
Recipiente	123,9
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,01
Retenido tamiz N°40	2,23
Retenido tamiz N°200	176,11
Peso seco después del lavado	

Tabla 45.

Análisis granulométrico zona media 3 - muestreo 4.

Zona media	3
Peso húmedo + recipiente	346,56
Peso seco + recipiente	305,51
Humedad	

Recipiente	123,89
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,05
Retenido tamiz N°40	4,21
Retenido tamiz N°200	174,92
Peso seco después del lavado	

Tabla 46.

Análisis granulométrico zona media 4 - muestreo 4.

Zona media	4
Peso húmedo + recipiente	318,26
Peso seco + recipiente	281,86
Humedad	
Recipiente	121,91
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	3,8
Retenido tamiz N°40	17,35
Retenido tamiz N°200	136,95
Peso seco después del lavado	

Tabla 47.

Análisis granulométrico zona baja 1- muestreo 5.

Zona baja	1
Peso húmedo + recipiente	238,9
Peso seco + recipiente	215,03
Humedad	
Recipiente	122,36
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,1
Retenido tamiz N°40	0,58
Retenido tamiz N°200	89,64
Peso seco después del lavado	

Tabla 48.*Análisis granulométrico zona baja 2 - muestreo 5.*

Zona baja	2
Peso húmedo + recipiente	306,08
Peso seco + recipiente	297,9
Humedad	
Recipiente	123,96
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,23
Retenido tamiz N°40	1,7
Retenido tamiz N°200	169,5
Peso seco después del lavado	

Tabla 49.*Análisis granulométrico zona baja 3 - muestreo 5.*

Zona baja	3
Peso húmedo + recipiente	307,8
Peso seco + recipiente	260,43
Humedad	
Recipiente	123,03
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,1
Retenido tamiz N°40	0,6
Retenido tamiz N°200	134,4
Peso seco después del lavado	

Tabla 50.*Análisis granulométrico zona baja 4 - muestreo 5.*

Zona baja	4
Peso húmedo + recipiente	245,13
Peso seco + recipiente	207,9
Humedad	
Recipiente	124,23
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,5
Retenido tamiz N°40	1
Retenido tamiz N°200	79,68

Peso seco después del lavado

Tabla 51.

Análisis granulométrico zona media 1 - muestreo 5.

Zona media	1
Peso húmedo + recipiente	268,34
Peso seco + recipiente	235,08
Humedad	
Recipiente	123,14
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,5
Retenido tamiz N°40	0,89
Retenido tamiz N°200	108,45
Peso seco después del lavado	

Tabla 52.

Análisis granulométrico zona media 2 - muestreo 5.

Zona media	2
Peso húmedo + recipiente	335,6
Peso seco + recipiente	303,7
Humedad	
Recipiente	121,98
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0
Retenido tamiz N°40	1,6
Retenido tamiz N°200	178,72
Peso seco después del lavado	

Tabla 53.

Análisis granulométrico zona media 3 - muestreo 5.

Zona media	3
Peso húmedo + recipiente	368,45
Peso seco + recipiente	350,36
Humedad	
Recipiente	123,34

Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,1
Retenido tamiz N°40	3,64
Retenido tamiz N°200	220,02
Peso seco después del lavado	

Tabla 54.

Análisis granulométrico zona media 4 - muestreo 5.

Zona media	4
Peso húmedo + recipiente	298,05
Peso seco + recipiente	276
Humedad	
Recipiente	124,36
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0
Retenido tamiz N°40	13,8
Retenido tamiz N°200	132,4
Peso seco después del lavado	

Tabla 55.

Análisis granulométrico zona baja 1- muestreo 6.

Zona baja	1
Peso húmedo + recipiente	294,51
Peso seco + recipiente	253,51
Humedad	
Recipiente	122,36
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0
Retenido tamiz N°40	0,05
Retenido tamiz N°200	129,2
Peso seco después del lavado	

Tabla 56.

Análisis granulométrico zona baja 2- muestreo 6.

Zona baja	2
-----------	---

Peso húmedo + recipiente	331,68
Peso seco + recipiente	270,56
Humedad	
Recipiente	121,98
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,01
Retenido tamiz N°40	0,04
Retenido tamiz N°200	145,32
Peso seco después del lavado	

Tabla 57.

Análisis granulométrico zona baja 3- muestreo 6.

Zona baja	3
Peso húmedo + recipiente	304,68
Peso seco + recipiente	274,2
Humedad	
Recipiente	123,77
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0,2
Retenido tamiz N°40	0,6
Retenido tamiz N°200	136,78
Peso seco después del lavado	

Tabla 58.

Análisis granulométrico zona baja 4 - muestreo 6.

Zona baja	4
Peso húmedo + recipiente	240,3
Peso seco + recipiente	198,7
Humedad	
Recipiente	123,14
Retenido tamiz N°4	
Retenido tamiz N°10	0,1
Retenido tamiz N°40	0,8
Retenido tamiz N°200	71,94
Peso seco después del lavado	

Tabla 59.

Análisis granulométrico zona media 1 - muestreo 6.

Zona media	1
Peso húmedo + recipiente	250,5
Peso seco + recipiente	217,03
Humedad	
Recipiente	121,91
Retenido tamiz N°4	
Retenido tamiz N°10	0,6
Retenido tamiz N°40	0,72
Retenido tamiz N°200	92,12
Peso seco después del lavado	

Tabla 60.

Análisis granulométrico zona media 2 - muestreo 6.

Zona media	2
Peso húmedo + recipiente	305,5
Peso seco + recipiente	274,46
Humedad	
Recipiente	123,08
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0
Retenido tamiz N°40	1
Retenido tamiz N°200	145,37
Peso seco después del lavado	

Tabla 61.

Análisis granulométrico zona media 3 - muestreo 6.

Zona media	3
Peso húmedo + recipiente	370,7
Peso seco + recipiente	345,29
Humedad	
Recipiente	123,86
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0
Retenido tamiz N°40	0,4
Retenido tamiz N°200	2,75
Peso seco después del lavado	

Tabla 62.*Análisis granulométrico zona media 4 - muestreo 6.*

Zona media	4
Peso húmedo + recipiente	305,8
Peso seco + recipiente	282,03
Humedad	
Recipiente	123,55
Retenido tamiz N°4	0
Retenido tamiz N°10	0
Retenido tamiz N°40	10,2
Retenido tamiz N°200	151,48
Peso seco después del lavado	

Tabla 63.*Clasificación de granulometría, según número de tamiz.*

Tamiz ASTM	Abertura (mm)	Clasificación según tu tabla
N°4	4.75 mm	Grava fina
N°10	2.00 mm	Arena muy gruesa
N°40	0.425 mm	Arena fina – gruesa (transición)
N°200	0.075 mm	Limo – arena muy fina

Figura 36.

Resultados del primer análisis de M.O.

RESULTADOS:

	Materia Orgánica M.O	Límites Permisibles ⁽¹⁾	Referencia Metodología
Muestra	%	Calidad ^(a)	
Zona Media #1	0.5	*	Boyd 1995
Zona Media #2	0.4		
Zona Media #3	0.6		
Zona Media #4	0.7		
Zona Baja #5	0.6		
Zona Baja #6	0.8		
Zona Baja #7	0.7		
Zona Baja #8	0.5		

Observaciones

* No descrito

Bibliografía

⁽¹⁾ Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Suelo Libro VI Anexo 2. Año II- N 270
Texto Unificado Legislación Ambiental del Ecuador. Ministerio Ambiental del Ecuador.

^(a) Criterios de Calidad de Suelo.

Boyd (1995). Botton Soils. Sediment and Pond Aquaculture. Auburn University. Alabama.

Figura 37.

Resultados del segundo análisis de M.O

RESULTADOS:

	Materia Orgánica M.O	Límites Permisibles ⁽¹⁾	Referencia Metodología
Muestra	%	Calidad ^(a)	
Zona Media #1	0.4	*	Boyd 1995
Zona Media #2	0.7		
Zona Media #3	0.4		
Zona Media #4	0.5		
Zona Baja #1	0.4		
Zona Baja #2	0.6		
Zona Baja #3	0.5		
Zona Baja #4	0.5		

Observaciones

* No descrito

Bibliografía

⁽¹⁾ Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Suelo Libro VI Anexo 2. Año II- N 270
Texto Unificado Legislación Ambiental del Ecuador. Ministerio Ambiental del Ecuador.

^(a) Criterios de Calidad de Suelo.

Boyd (1995). Botton Soils. Sediment and Pond Aquaculture. Auburn University. Alabama.



Figura 38.

Resultados del tercer análisis de M.O

RESULTADOS:

Muestra	Materia Orgánica M.O	Límites Permisibles ⁽¹⁾	Referencia Metodología
	%	Calidad ⁽²⁾	
Zona Media #1	0.4	*	Boyd 1995
Zona Media #2	0.4		
Zona Media #3	0.5		
Zona Media #4	0.7		
Zona Baja #1	0.6		
Zona Baja #2	0.7		
Zona Baja #3	0.6		
Zona Baja #4	0.5		

Observaciones

* No descrito

Bibliografía

- ⁽¹⁾ Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Suelo Libro VI Anexo 2. Año II- N 270
Texto Unificado Legislación Ambiental del Ecuador. Ministerio Ambiental del Ecuador.
- ⁽²⁾ Criterios de Calidad de Suelo.
Boyd (1995). Botton Soils. Sediment and Pond Aquaculture. Auburn University. Alabama.



Figura 39.

Resultados del cuarto análisis de M.O

RESULTADOS

	Materia Orgánica M.O	Límites Permisibles ⁽¹⁾	Referencia Metodología
Muestra	%	Calidad ⁽²⁾	
Zona Media #1	0.8	*	Boyd 1995
Zona Media #2	1.1		
Zona Media #3	0.9		
Zona Media #4	1.0		
Zona Baja #1	1.1		
Zona Baja #2	1.4		
Zona Baja #3	1.4		
Zona Baja #4	1.2		

Observaciones

* No descrito

Bibliografía

⁽¹⁾ Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Suelo Libro VI Anexo 2. Año II- N 270
Texto Unificado Legislación Ambiental del Ecuador. Ministerio Ambiental del Ecuador.

⁽²⁾ Criterios de Calidad de Suelo.
Boyd (1995). Botton Soils. Sediment and Pond Aquaculture. Auburn University. Alabama.



Figura 40.

Resultados del quinto análisis de M.O

RESULTADOS:

Muestra	Materia Orgánica M.O	Límites Permisibles ⁽¹⁾	Referencia Metodología
	%	Calidad ⁽²⁾	
Zona Media #1	0.7	*	Boyd 1995
Zona Media #2	1.0		
Zona Media #3	0.8		
Zona Media #4	0.7		
Zona Baja #1	1.0		
Zona Baja #2	1.2		
Zona Baja #3	1.1		
Zona Baja #4	0.9		

Observaciones

* No descrito

Bibliografía

⁽¹⁾ Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Suelo Libro VI Anexo 2. Año II- N 270
Texto Unificado Legislación Ambiental del Ecuador. Ministerio Ambiental del Ecuador.

⁽²⁾ Criterios de Calidad de Suelo.
Boyd (1995). Botton Soils. Sediment and Pond Aquaculture. Auburn University. Alabama.

Figura 41.

Resultados del sexto análisis de M.O

RESULTADOS:

Muestra	Materia Orgánica M.O	Límites Permisibles (1)	Referencia Metodología
	%	Calidad (2)	
Zona Media #1	0.7	*	Boyd 1995
Zona Media #2	0.9		
Zona Media #3	0.7		
Zona Media #4	0.6		
Zona Baja #1	0.9		
Zona Baja #2	1.0		
Zona Baja #3	0.9		
Zona Baja #4	1.0		

Observaciones

* No descrito

Bibliografía

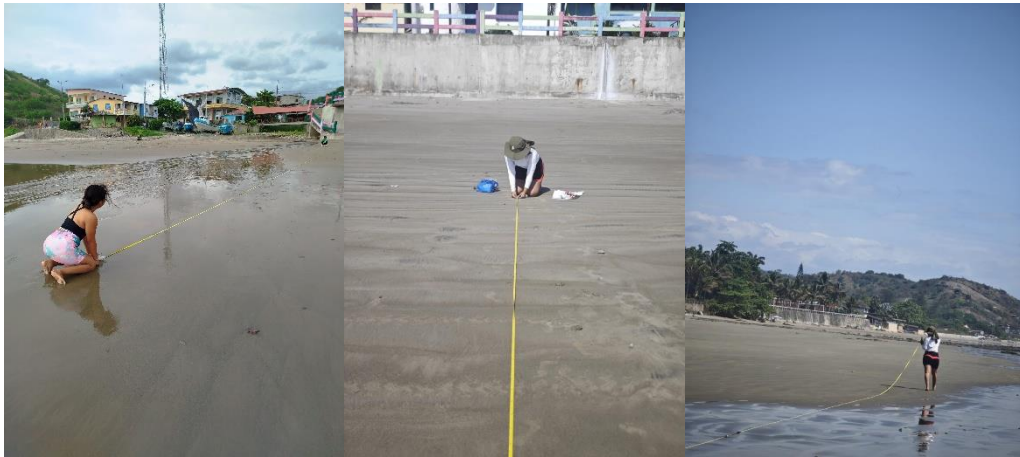
(1) Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Suelo Libro VI Anexo 2. Año II- N 270
Texto Unificado Legislación Ambiental del Ecuador. Ministerio Ambiental del Ecuador.

(2) Criterios de Calidad de Suelo.

Boyd (1995). Botton Soils. Sediment and Pond Aquaculture. Auburn University. Alabama.

Anexo 1.

Medición de estaciones, zona baja y zona media.



Anexo 2.

Extracción de muestra de sedimento.



Anexo 3.

Identificación de foraminíferos.



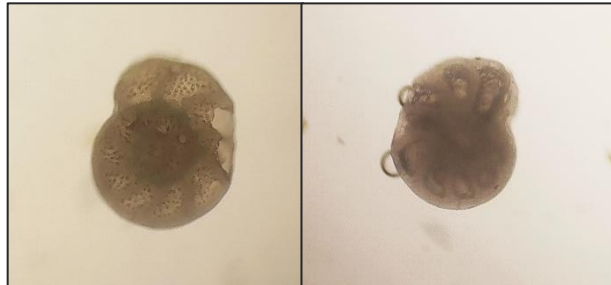
Anexo 4.

Laboratorio de suelos, granulometría.



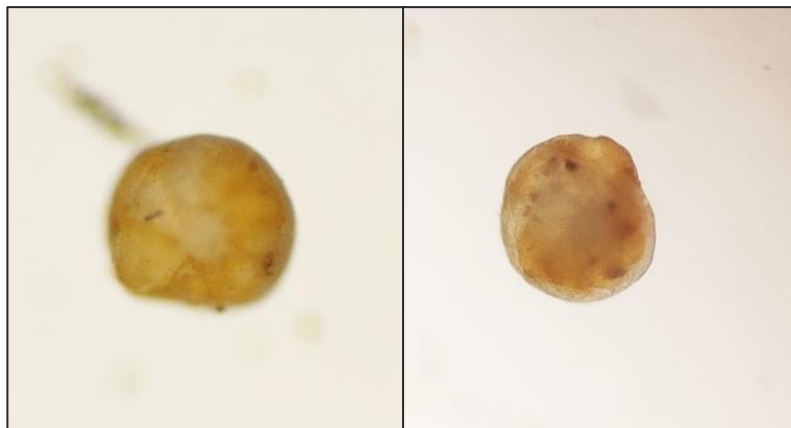
Anexo 5.

Cibicides sp.



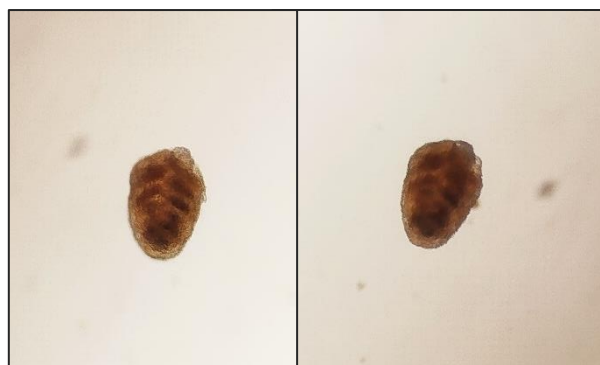
Anexo 6.

Pninaella scanica.



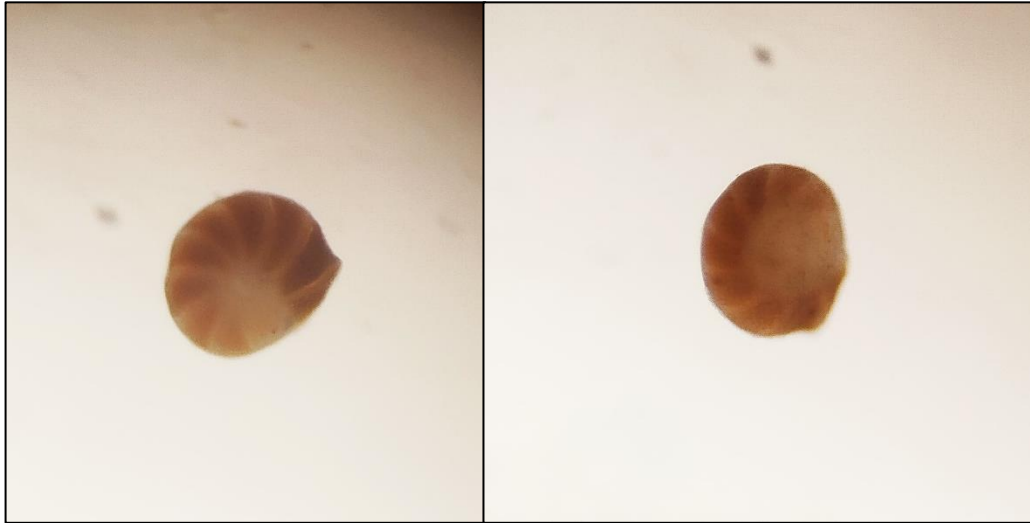
Anexo 7.

Textularia sp.



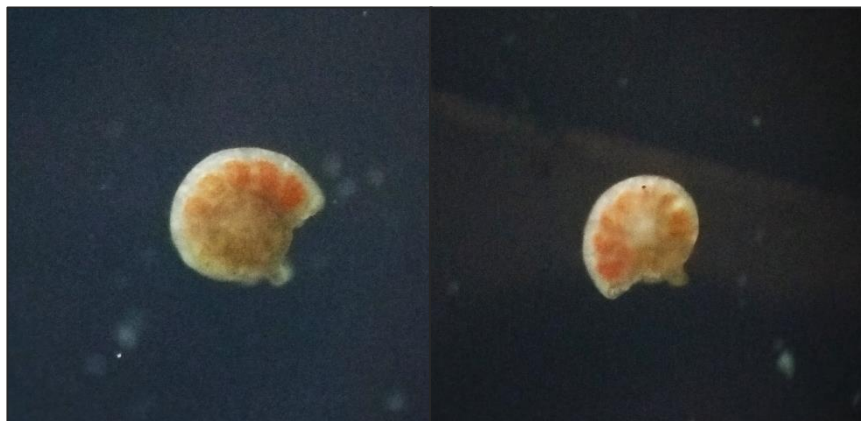
Anexo 8.

Dendritina arbuscula.



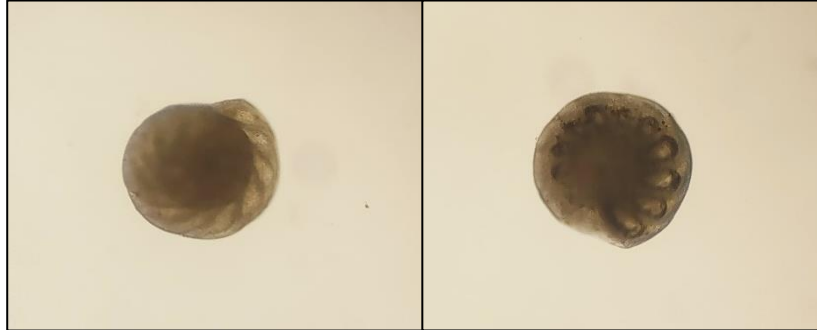
Anexo 9.

Ammonia beccarii.



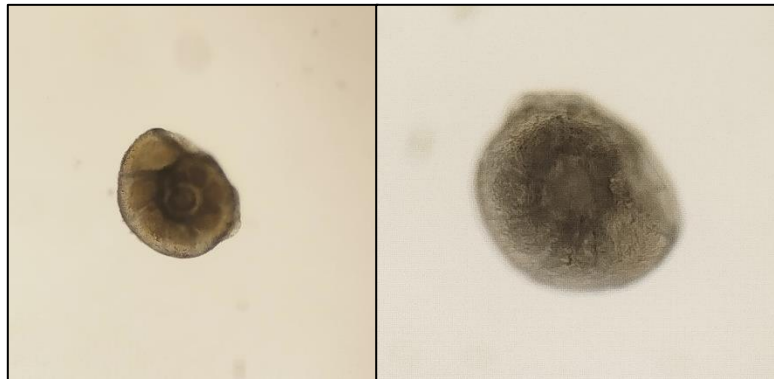
Anexo 10.

Notorotalia sp.



Anexo 11.

Cribrononion sp.



Anexo 12.

Duostomina biconvexa.



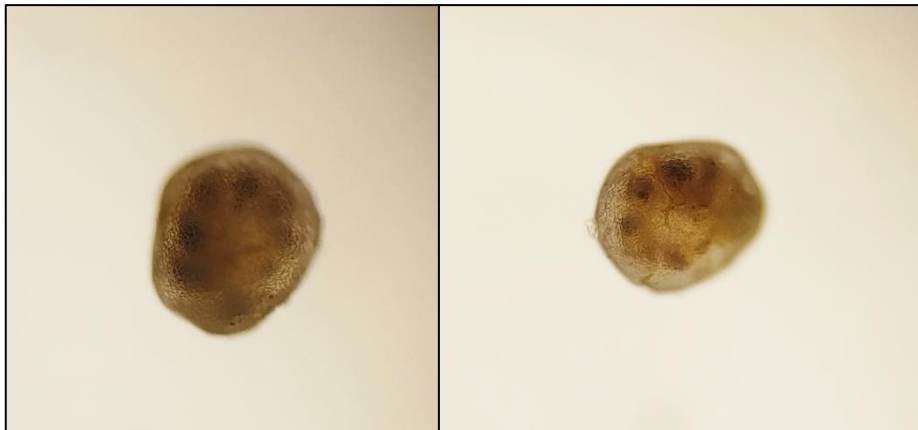
Anexo 13.

Spiroplecta americana.



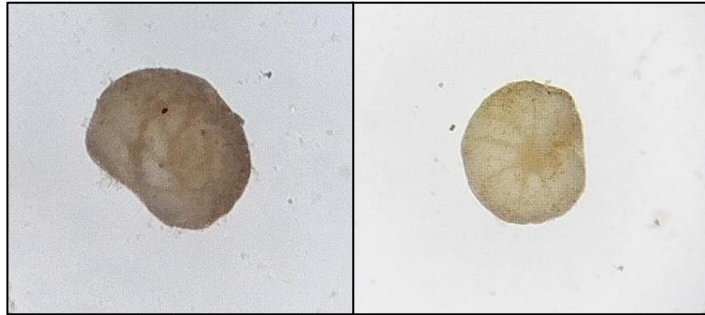
Anexo 14.

Curtrightia marcellae.



Anexo 15.

Asteroammonia katangliensis.



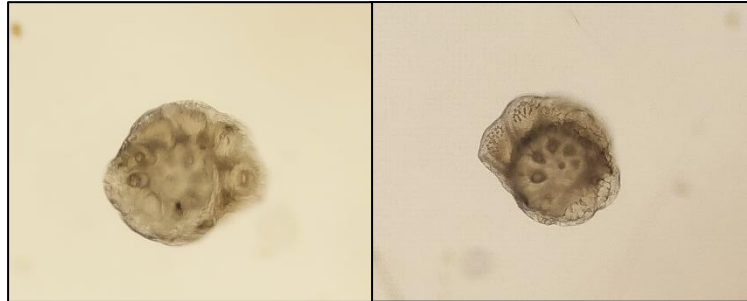
Anexo 16.

Pseudopatellinoides primus.



Anexo 17.

Epistomina sp.



Anexo 18.

Buccella sp.

