



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

**MACROINVERTEBRADOS ASOCIADOS A *Rhizophora mangle* Y AL
Avicennia germinans EN LA COMUNA JAMBELÍ, SANTA ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del título de

BIÓLOGA

AUTOR:

CINTHYA KAROL POZO YAGUAL

DOCENTE TUTOR:

BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ., Ph.D.

LA LIBERTAD - ECUADOR

2024

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**MACROINVERTEBRADOS ASOCIADOS A *Rhizophora mangle* Y AL
Avicennia germinans EN LA COMUNA JAMBELÍ, SANTA ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del título de

BIÓLOGA

AUTOR:

CINTHYA KAROL POZO YAGUAL

DOCENTE TUTOR:

BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ., Ph.D.

LA LIBERTAD - ECUADOR

2024

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, “MACROINVERTEBRADOS ASOCIADOS A *Rhizophora mangle* Y AL *Avicennia germinans* EN LA COMUNA JAMBELÍ, SANTA ELENA”, elaborado por Pozo Yagual Cinthya Karol, 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/a, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente

MARIA
HERMINIA
CORNEJO
RODRIGUEZ

Firmado digitalmente
por MARIA HERMINIA
CORNEJO RODRIGUEZ
Fecha: 2024.06.13
14:51:48 -05'00'

Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, PhD.

DOCENTE TUTOR

C.I. 0905260881

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular “**Macroinvertebrados Asociados a *Rhizophora Mangle* y al *Avicennia Germinans* en la Comuna Jambelí, Santa Elena**”, elaborado por Pozo Yagual Cinthya Karol, 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

A handwritten signature in blue ink, reading "Carlos Andrade Ruiz", written over a horizontal line.

Blgo. Carlos Andrade Ruíz., M.Sc

DOCENTE DE ÁREA

DEDICATORIA

Dedico el siguiente trabajo a Dios, por ser mi camino de fe y permitirme ser resiliente en todo momento, a la virgen Monserrat por interceder en cada una de mis oraciones para poder culminar mi proceso de titulación.

A toda mi familia, en especial a mi señora madre Monica Isabel Yagual Reyes por brindarme la oportunidad de continuar con mis estudios, y a mis hermanas Ariana y Kerly Pozo Yagual.

A mi mami Celinda Reyes Rodríguez por todo su apoyo incondicional desde diferentes aspectos durante toda mi etapa estudiantil y las oportunidades que han permitido desarrollarme como ser humano.

Cinthy Karol Pozo Yagual.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento infinito a Dios. A mi mamá y hermana Kerly, quiénes incondicionalmente me brindaron su apoyo.

A mi amigo y compañero de la carrera Jimmy Tomalá por su apoyo instrumental y emocional brindado durante todos los semestres, y en el desarrollo de mi trabajo de titulación.

A mis compañeras Milena, Emily, Albita, Sheyla, Génesis y Juleidy con quiénes tuve afinidad en los últimos semestres, indudablemente, momento justo para apoyarnos recíprocamente.

A Zully Medina Cobos, amiga de la U, por infundirme ánimos, mejorar mi estabilidad emocional y por siempre mostrarme la realidad para avanzar.

A la Blga. María Herminia por ser mi tutora y docente, por cada conocimiento y observaciones valiosas que permitieron formarme como estudiante. Al Blgo. Xavier Piguave, quién me ayudó con la validación de identificación de las especies, y a la vez por todas sus enseñanzas.

A toda la Universidad Estatal Península de Santa Elena por formarme profesionalmente, y por todos aquellos momentos icónicos de aprendizajes y convivencia.

Cinthy Karol Pozo Yagual.

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Pozo Yagual Cinthya Karol** 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: 18 de julio de 2024.



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



Blgo. Carlos Andrade Ruíz., M.Sc
**PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Blga. María H. Cornejo Rodríguez, Ph.D.
**DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



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



Lic. Pascual Roca Silvestre., M. Sc.
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

El contenido del presente Trabajo de Integración Curricular pertenece a la autora, y el patrimonio intelectual del mismo le corresponde a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



Cinthya Karol Pozo Yagual

C.I.: 2400027419

ÍNDICE GENERAL

1	RESUMEN.....	6
2	INTRODUCCIÓN	8
3	JUSTIFICACIÓN.....	14
4	OBJETIVOS.....	18
4.1	Objetivo General.....	18
4.2	Objetivos Específicos	18
5	HIPÓTESIS.....	19
6	MARCO TEÓRICO.....	20
6.1	Antecedentes.....	20
6.2	Macroinvertebrados	21
6.3	Importancia de los Macroinvertebrados	21
6.4	Biología de los Macroinvertebrados	22
6.4.1	<i>Phylum Mollusca</i>	23
6.4.2	<i>Phylum Artrópoda</i>	23
6.5	<i>Manglares</i>	24
6.6	Importancia de los manglares	25
6.7	<i>Avicennia germinans</i>	25
6.8	<i>Rhizophora mangle</i>	26
6.9	Composición de factores físicos y químicos en los manglares....	26

7	MARCO LEGAL	28
7.1	Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	28
7.2	Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente	28
7.3	Constitución de la República del Ecuador.....	29
8	MARCO METODOLÓGICO	30
8.1	Área De Estudio.....	30
8.2	Descripción De Metodología.....	32
8.2.1	<i>Metodología De Campo</i>	32
8.2.2	<i>Metodología De Laboratorio</i>	34
8.2.3	<i>Análisis Estadístico</i>	39
9	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	43
9.1	Diversidad y Densidad de Macroinvertebrados.....	43
9.1.1	<i>Identificación de Macroinvertebrados</i>	43
9.1.2	<i>Diversidad de Macroinvertebrados</i>	63
9.1.3	<i>Densidad de Macroinvertebrados</i>	65
9.2	Registro de Parámetros Físico-Químicos del Suelo y Agua.....	70
9.2.1	<i>Suelo</i>	71
9.2.2	<i>Agua</i>	77

9.3 Relación de la diversidad y densidad de los macroinvertebrados asociados a los dos tipos de mangle con los parámetros físico-químicos.

81

10	DISCUSIÓN.....	84
11	CONCLUSIONES	94
12	RECOMENDACIONES	97
13	BIBLIOGRAFÍA.....	98
14	ANEXOS.....	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	30
Figura 2	32
Figura 3	46
Figura 4	65
Figura 5	70
Figura 6	73
Figura 7	75
Figura 8	76
Figura 9	78

Figura 10	79
Figura 11	80
Figura 12	82
Figura 13	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	31
Tabla 2	68
Tabla 3	71
Tabla 4	74

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Registro de monitoreo de macroinvertebrados de cada estación.....	117
Anexo 2 Macroinvertebrado perteneciente a la clase Holoturoidea.....	117
Anexo 3 Macroinvertebrado perteneciente a la subclase Oligochaeta.....	118
Anexo 4 Densidad para cada estación muestreada.....	118
Anexo 5 Monitoreos realizados de agua (pH, S% y T°C).....	119
Anexo 6 Potencial de Hidrógeno para el suelo.....	121
Anexo 7 Materia orgánica por calcinación LOI.....	122

Anexo 8 Estadística de la granulometría.	123
Anexo 9 Promedio de los factores físico- químicos por zonas.	126
Anexo 10 Análisis del Nitrógeno Total (promedio para amabas zonas).....	127
Anexo 11 Uso de prueba no paramétrica de Kruskal- Wallis.....	128
Anexo 12 Fotografías del área y de los monitoreos.	129
Anexo 13 Formato de campo	134
Anexo 14 Registro de datos del suelo.....	134
Anexo 15 Registro de datos del Agua	135
Anexo 16 Permiso correspondiente para la ejecución del estudio.....	136
Anexo 17 Certificado de Identificación de Macroinvertebrados.....	137

1 RESUMEN

Los macroinvertebrados desempeñan diversos roles clave en el ecosistema basado en una gran diversidad de organismos. En el presente estudio se evaluó la presencia de macroinvertebrados asociados a *Rhizophora mangle* y a *Avicennia germinans*, mediante observación directa relacionando los organismos con las condiciones del agua y del suelo. Se registraron 380 individuos distribuidos en cuatro clases Bivalvia, Malacostraca, Gasterópoda y Thecostraca, presentándose una diversidad media de 0,91 bits para *R. Mangle* y 1,44 bits para *A. germinans*. *Leukoma asperrima* (133 ind.), *Tagelus affinis* (59 ind.) y *Panopeus purpureus* (47 ind.), fueron las especies más abundantes. La densidad de organismos fue de 3 ind/m² y 13 ind/m² para la *R. mangle* y *A. germinans* respectivamente. El suelo registró el 19,21% de materia orgánica en el primer caso y 25,04% en el segundo, mientras que el nitrógeno fue 0,06% y 0,02% en el mismo orden, con un suelo de pH ácido de 5.4 y 5.2 y suelo limoso arenoso. En cuanto a la Temperatura del agua un rango promedio de 26,53°C a 30,67°C, un rango general de salinidad de 3 a 30ppt, y asimismo el agua con un pH ácido de 6.1 a 6.6. Se registró una correlación positiva entre las variables biológicas y las ambientales. Se acepta la hipótesis nula debido a que los factores ambientales influyen en la presencia y diversidad de macroinvertebrados según la especie de mangle asociada.

Palabras claves: Bivalvia, Malacostraca, Gasterópoda, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, factores ambientales.

Abstract

Macroinvertebrates play several key roles in the ecosystem based on a great diversity of organisms. In the present study, the presence of macroinvertebrates associated with *Rhizophora mangle* and *Avicennia germinans* was evaluated by direct observation relating the organisms to water and soil conditions. A total of 380 individuals distributed in four classes Bivalvia, Malacostraca, Gasteropoda and Thecostraca were recorded, presenting a mean diversity of 0.91 bits for *R. mangle* and 1.44 bits for *A. germinans*. *Leukoma asperrima* (133 ind.), *Tagelus affinis* (59 ind.) and *Panopeus purpureus* (47 ind.) were the most abundant species. The density of organisms was 3 ind/m² and 13 ind/m² for *R. mangle* and *A. germinans* respectively. The soil registered 19.21% organic matter in the first case and 25.04% in the second, while nitrogen was 0.06% and 0.02% in the same order, with an acid pH of 5.4 and 5.2 and sandy loam soil. As for water temperature an average range of 26.53°C to 30.67°C, a general salinity range of 3 to 30ppt, and likewise water with an acid pH of 6.1 to 6.6. There was a positive correlation between biological and environmental variables. The null hypothesis is accepted because environmental factors influence the presence and diversity of macroinvertebrates according to the associated mangrove species.

Key words: Bivalvia, Malacostraca, Gasteropoda, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, environmental factors.

2 INTRODUCCIÓN

Los macroinvertebrados son organismos importantes dentro de un ecosistema, lo cual radica en que son sensibles a los cambios en las condiciones de su hábitat y a la contaminación. Por lo tanto, desempeñan un papel primordial ya que actúan generalmente como indicadores de la salud y de la calidad ambiental (Granados Martínez & Batista, 2017). Principalmente, en los sistemas acuáticos, estos organismos realizan una serie de funciones vitales; intervienen en los ciclos biogeoquímicos y en las cadenas alimenticias, lo que los convierte en componentes esenciales del ecosistema (Carrera Reyes & Fierro Peralbo, 2001).

Los manglares son hábitats ricos en nutrientes que proporcionan una amplia variedad de microambientes para los macroinvertebrados. Estos han desarrollado adaptaciones únicas para sobrevivir en condiciones de salinidad fluctuante, inundaciones periódicas y cambios de temperatura (Félix Pico et al., 2011). Estas áreas también tienen la función de ser refugio de crías y alimentación de muchas especies de macroinvertebrados (Díaz Gaxiola et al., 2012).

Ecuador cuenta con una variedad de manglares siendo seis las especies de manglar, Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), Mangle Concha (*Rizophora*

harrisonii), Mangle negro (*Avicennia germinans*), Mangle botón (*Conocarpus erectus*), Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y Mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) (Silva, 2017). En estos se establecen distintos grupos de macroinvertebrados (García & Palacio, 2008; Quijano-Tristancho, 2009; Guerrero & Ponguillo, 2022). En la provincia de Santa Elena, se han realizado limitados estudios asociados a estos organismos presentes en los manglares, los cuales son importantes en la gestión de valorización de estos ecosistemas de los que se sustentan (MAATE, 2020; Guerrero & Ponguillo, 2022; Lárez-Rodríguez et al., 2023).

Los manglares proporcionan diversos beneficios y valores ecosistémicos, por lo que estudios que fortalezcan el conocimiento de los mismos contribuyen a fortalecer la necesidad de cuidarlos. Es así que es importante conocer la diversidad y distribución de los macroinvertebrados, como actores en el intercambio de nutrientes que se producen en estos ambientes (Villota Lizarralde, 2014). Por lo tanto, es necesario fortalecer el reducir y/o controlar aquellas actividades antropogénicas que puedan afectar estos ecosistemas, así como también buscar la forma de mitigar estos efectos (León Montero, 2018; Aquae, 2022).

Los ecosistemas manglares ubicados en Santa Elena han sido caracterizados por su alta productividad biológica y su capacidad para

prosperar en condiciones de alta salinidad y mareas (Montero, 2023). Existen varios tipos de mangles que cumplen un rol tanto proporcionando servicios al ser humano como en forma natural, al ser una barrera protectora de la zona costera, de la biodiversidad y de la mitigación de efectos del cambio climático.

Entre las especies de mangle del manglar de la provincia de Santa Elena, están el mangle negro (*Avicennia germinans*), el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). Su propagación por semilla es una forma de establecer nuevos individuos de esta especie en otras áreas de manglares. De esta manera se forman franjas que ejercen protección ante los huracanes y tormentas, entre otros fenómenos naturales. Estos ecosistemas albergan diversas especies de vida silvestre, incluidos reptiles, invertebrados y aves migratorias. Entre otras funciones en el ecosistema, el *Rhizophora mangle* crece rápidamente y es eficaz para filtrar nitritos, nitratos y fosfatos (Moreira et al., 2011).

El levantamiento de información de los ecosistemas presentes en el perfil costero, bajo el concepto de los beneficios que proporcionan a nivel ecológico y económico-social, se torna en una necesidad. Se incluyen dentro de este perfil las zonas de manglares, las cuales constituyen áreas de alta importancia ecológica, por la diversidad de organismos que

albergan, entre los que están los macroinvertebrados que, por su estructura y composición, desarrollan un papel fundamental al actuar como indicadores de la salud ambiental en estos ecosistemas (Aqua, 2022).

Los macroinvertebrados también son indispensables para el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos. Estos proporcionan información valiosa sobre su estado, al actuar como indicadores de la calidad de agua, manteniendo una conexión en la cadena trófica, lo cual conlleva a respaldar decisiones de gestión sostenible e implementar regulaciones ambientales con el fin de la conservación de los ecosistemas donde habitan estos organismos (Prat et al., 2009; Roldán-Pérez, 2016). Los macroinvertebrados se enfrentan a diversas problemáticas asociadas a factores ambientales, de origen natural o antrópico que producen cambios en el ecosistema. Entre los desafíos que se enfrentan se encuentran la pérdida y degradación de sus hábitats, contaminación, cambios de salinidad, temperatura y pH, erosión costera, cambios climáticos, sobreexplotación, introducción de especies, actividades pesqueras no sostenibles, entre otros (Escobar Gutiérrez & Montoya Moreno, 2019; Nuñez & Fragoso-Castilla, 2019). En base a lo anterior, estos organismos deben ser conservados, protegidos y preservados para la correcta funcionalidad de estos ecosistemas, por lo tanto, ante la limitada información es preciso que se gestionen monitoreos que aborden la

generación de conocimiento de las presiones directas e indirectas que se generan sobre estos organismos relacionándolos con sus hábitats.

En la zona costera de la provincia de Santa Elena, se han llevado a cabo diversos estudios relacionados a los manglares (UPSE, 2022). Sin embargo, aún hay áreas de bajo interés que merecen y deben ser valorizadas y exploradas. Tal es el caso de los manglares de la comunidad de Jambelí, de la cual la mayoría de las investigaciones están dirigidas a la composición florística y avícola del sitio, mas no a la de los invertebrados presentes. Cabe señalar que esta comuna tiene una población humana dedicada a la pesca y captura de recursos biológicos que provee el ecosistema.

El *Rhizophora mangle* (mangle rojo) y el *Avicennia germinans* (mangle negro) presentan características morfológicas y fisiológicas opuestas, pero hay insuficiente información disponible sobre cómo varía la presencia de macroinvertebrados asociados a estas especies de mangle en función de las propiedades del hábitat que proporcionan.

En base a lo anteriormente descrito, a través de este trabajo investigativo se busca determinar la presencia de macroinvertebrados asociados a *Rhizophora mangle* y al *Avicennia germinans*, mediante observación

directa de los organismos relacionándolos con las condiciones del agua y suelo, puesto que, estas diferentes especies de manglares exhiben una variedad de macroinvertebrados en sus hábitats en base a las propiedades que posee cada una.

3 JUSTIFICACIÓN

Ecuador, es considerado como un país megadiverso; no obstante, aún, esta diversidad no ha sido estudiada por completo. Ubicado en la costa occidental de Sudamérica, se compone de áreas rocosas, acantilados, playas, manglares y estuarios en donde se albergan organismos adaptados a diversas condiciones del ambiente. Por lo tanto, es importante que se explore la riqueza natural con la que cuentan estos ecosistemas.

Los ecosistemas ubicados esencialmente en el perfil costero desempeñan roles fundamentales, brindando servicios benéficos para todos los seres vivos, incluido el ser humano. Por tanto, conservar y realizar una gestión sostenible de estos ecosistemas puede garantizar la salud del planeta y el bienestar para todas las comunidades que dependen de forma directa e indirecta de estos entornos. Los organismos que habitan en estas zonas realizan una serie de funciones que aportan al equilibrio de todo el ecosistema, por lo que deben ser monitoreados en forma exhaustiva, ya que, actividades antropogénicas o alteraciones naturales pueden afectar y producir un desequilibrio en éste.

Realizar estudios o análisis en los manglares permite conocer las funciones que desempeñan en cuanto a la protección costera, mitigación del cambio

climático, provisión de medios de vida, conservación de la biodiversidad y absorción de carbono, por tanto, estos ecosistemas deben tener una perspectiva de protección y conservación. El monitoreo de las comunidades de los macroinvertebrados asociados al manglar es importante de ser llevado a cabo, puesto que, es esencial percibir y comprender la salud del ecosistema, evaluar los impactos humanos y naturales, para que, a partir de lo cual se obtiene información para la toma de decisiones que contribuyan a la conservación y gestión de estos ecosistemas.

La estrecha relación entre los macroinvertebrados y las diferentes especies de manglares destaca la importancia de conservar estos hábitats, puesto que su degradación puede tener consecuencias negativas para la comunidad de estos organismos y, por ende, para toda la red trófica y la biodiversidad asociada a estos ecosistemas. Es esencial identificar las características del entorno donde habitan los macroinvertebrados mediante el análisis de los factores ambientales del suelo y el agua y como éstos influyen en los primeros.

Este enfoque es esencial, pues permite afirmar que la existencia de estos organismos está ligada a las condiciones de su hábitat. La determinación de las condiciones ambientales, a través del factor de la composición del suelo y de las propiedades del agua, se posiciona como un aspecto clave

para comprender la evaluación y distribución de los macroinvertebrados. Como consecuencia, este análisis ayuda a establecer la ecología de estos organismos y en general de las condiciones en las que viven. Por lo tanto, la consideración de los factores ambientales del suelo y el agua se revela como un elemento esencial para comprender y conservar los hábitats de los macroinvertebrados.

Tanto el *Rhizophora mangle* como el *Avicennia germinans* sirven como hábitats importantes para los macroinvertebrados. Al presentar diferencias en sus propiedades morfológicas y fisiológicas proporcionan ambientes específicos que son esenciales para la supervivencia y reproducción de una amplia variedad de estos organismos. Por tanto, investigar sobre las diferentes comunidades de estos organismos permitirá fortalecer los conocimientos que se tienen a la fecha, además de detallar una relación entre especies de macroinvertebrados y su entorno.

La comuna Jambelí se destaca gracias al estudio de las composiciones florística y avícola, por tanto, en base lo cual se ha dado realce a la misma. Sin embargo, es necesario también obtener mayor información acerca de otras comunidades biológicas de la zona; en el presente caso del manglar, a fin de valorizarla debidamente para su conservación y, para el

reconocimiento de sus valores ecosistémicos, lo que conllevaría a una reducción de aquellas actividades que puedan contribuir a su alteración.

Las comunidades de macroinvertebrados dependen de las condiciones de su hábitat, por lo que, el registro de los factores ambientales del suelo y agua, puede ser un punto clave para establecer la presencia de los organismos, sin embargo, al estudiarlos en las dos especies de mangle puede ayudar a establecer posible influencia de una u otra especie diferente, sobre los organismos objeto del actual estudio. Es así que una propuesta del establecimiento de un programa de monitoreo es esencial para garantizar la sostenibilidad de los manglares y los beneficios que éstos proporcionan a las comunidades humanas y a la biodiversidad del lugar.

Lo que se propone a través del presente estudio, en la comuna de Jambelí-Santa Elena, es que una vez establecido el mismo es posible relacionar la diversidad y densidad de este grupo biológico asociados con los parámetros del agua y suelo que presentan en el ambiente donde se sitúan estos dos tipos de mangle. Dicha información contribuirá a valorizar los organismos, conocer condiciones ambientales, relaciones entre estos e incentivar al establecimiento de monitoreos periódicos enmarcados en futuras investigaciones.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Evaluar la presencia de macroinvertebrados asociados a *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*, mediante observación directa de los organismos relacionándolos con las condiciones del agua y suelo.

4.2 Objetivos Específicos

- Establecer la diversidad y densidad de especies de macroinvertebrados asociados a los dos tipos de mangles mediante índices ecológicos.
- Registrar los parámetros físico-químicos del suelo y agua estableciendo las condiciones del hábitat de los macroinvertebrados.
- Relacionar la diversidad y densidad de los macroinvertebrados asociados a los dos tipos de mangle con los parámetros físico-químicos.

5 HIPÓTESIS

H0: Los factores ambientales inciden en la presencia de los macroinvertebrados según a la especie de mangle a la que se encuentren asociados.

6 MARCO TEÓRICO

6.1 Antecedentes

A través de los estudios de los macroinvertebrados se genera la necesidad de evaluar el impacto de factores como la contaminación y los cambios en el hábitat (Hanson et al., 2010). Específicamente su presencia, diversidad y abundancia permite conocer el estado actual de un ecosistema (Ladrera et al., 2013) identificando y evaluando los impactos antropogénicos. Asimismo, la recopilación de datos a través de los monitoreos de estos organismos es utilizada como guía para la toma de decisiones, por ejemplo, en el caso de diseños de zonificaciones ambientales para que exista una conservación y preservación (Arnés Urgellés, 2017).

Diversos estudios han evaluado la composición, abundancia y diversidad de macroinvertebrados bentónicos en los manglares (Quijano-Tristancho, 2009; Cardenas & Mair, 2014; Lárez-Rodríguez et al, 2023), en donde se establece que estos organismos constituyen un elemento fundamental de estos ecosistemas asociados a una distribución espacio-temporal específica (Ruiz & López-Portillo, 2014), temas de estudios que contribuyen de esta forma a la comprensión de la importancia de los macroinvertebrados en la salud y funcionamiento de los manglares en esta región del Ecuador.

6.2 Macroinvertebrados

Organismos que incluyen una amplia variedad de especies como insectos, crustáceos, moluscos, anélidos y otros. Ante la presencia de cambios de sus hábitats y de contaminación tienen una gran sensibilidad, por lo tanto, actúan directamente como indicadores de la salud y calidad ambiental de ecosistemas (Ladrera et al., 2013; Granados Martínez & Batista, 2017).

Especialmente en los ecosistemas acuáticos, estos organismos producen una variedad de funciones críticas sobre el estado en el que se encuentran, estos actúan como descomponedores de la materia orgánica muerta y reciclando los nutrientes de regreso al agua, ayudando de esta forma a mantener un equilibrio en el ciclo de nutrientes. Otros como depredadores, ayudando a controlar las poblaciones de especies para así mantener el equilibrio ecológico (Carvajal Oses et al., 2019).

6.3 Importancia de los Macroinvertebrados

En sistemas acuáticos y terrestres los macroinvertebrados son de suma importancia para indicar la salud y funcionamiento de estos sitios, por tal motivo su presencia y diversidad pueden indicar la calidad de agua y suelo (Gamboa et al., 2008; Ladrera et al., 2013). En función al rol que cumplen en la cadena alimentaria son fuente de alimento para otros organismos como anfibios, aves, peces y otros transfiriendo de esta forma energía. En cuanto a la descomposición y ciclado de nutrientes al momento que estos

organismos se alimentan de detritos y de desechos orgánicos. Además, también tienen la funcionalidad de ser polinizadores y controladores de plagas, de esta forma se controla y se equilibra las poblaciones de otras especies (Ramírez García & Pérez Munguía, 2014).

6.4 Biología de los Macroinvertebrados

Usualmente se trata de especies observables, al menos en su estado adulto, bajo el ojo humano. Los macroinvertebrados acuáticos habitan en sistemas de aguas saladas, dulces y salobres, provenientes de mares, ríos, lagos, estuarios y humedales. Aquellos organismos que mantienen sus desplazamientos y movimientos pueden pertenecer al neuston, mientras que otros al neuston si se sitúan en la superficie del agua o también al bentos si se hallan en el fondo del cuerpo de agua. Además, según su biología también les permite establecerse en ecosistemas con corrientes lólicas o lénticas (Terneus et al., 2013).

Existen diversos grupos de macroinvertebrados en donde se incluyen a insectos, crustáceos, moluscos y anélidos, entre otros, que se encuentran adaptados a diferentes ecosistemas acuáticos y terrestres;

6.4.1 Phylum Mollusca

Dentro de este filo se hallan diferentes clases que por su morfología y anatomía permiten su distinción entre especies. Entre la clasificación descrita se encuentran: clase Polyplacophora, Gastrópoda, Bivalva y Cephalópoda (Manoa.edu, 2024).

6.4.1.1 Clase bivalva

Se caracterizan esencialmente por presentar dos conchas que se unen a bisagras en la parte superior, comúnmente este grupo incluye almejas, ostiones, y otros.

6.4.1.2 Clase Gasteropoda

Son especies de cuerpo blando que se recubre por una concha en forma espiral, aunque existen grupos que carecen del mismo externamente o sencillamente se encuentran modificado internamente.

6.4.2 Phylum Artrópoda

Filo que contiene más especies descritas dentro del reino animal. Se considera igual de fundamental en la cadena trófica, por lo que, proporcionan servicios ecosistémicos para la población humana. Particularmente se caracterizan por poseer apéndices y exoesqueletos articulados, y cuerpos segmentados que presentan una simetría bilateral.

Se incluyen Chelicerata, Myriapoda, Hexapoda, Crustacea y Trilobitomorfa (extinta) (Álvarez & Clemente-Orta, 2023).

6.4.2.1 Subfilo Crustacea

La mayoría de las especies correspondientes a esta clase viven en el ecosistema acuático considerándolos como *insectos acuáticos*. Se describen dentro de este grupo a los cangrejos, camarones, langostas, entre otros. La mayoría son móviles, sin embargo, existen otras especies inmóviles, asimismo son utilizados como alimento para los humanos (Manoa.edu, 2024).

6.5 Manglares

Dentro de la biosfera, sin duda, uno de los ecosistemas de gran relevancia son los manglares, los mismos que se destacan por su productividad y amplia gama de servicios ecosistémicos que ofrecen. Además, estos bosques costeros actúan como refugio y hábitat vital para especies marinas y terrestres. La diversidad de especies asociados a los manglares considera a estos un sitio propicio para la producción, crianza, anidación y alimentación, lo cual busca significativamente la conservación de la biodiversidad local y regional (Yepéz Rendón, 2021).

6.5.1 Importancia de los Manglares

Son ecosistemas multifuncionales que proporcionan servicios de toda clase, desde su contribución económica hasta la protección costera, no obstante, su conservación y manejo sostenible juega un papel importante de garantía para el bienestar humano y salud de los ecosistemas costeros del planeta (Yepéz Rendón, 2021). Son considerados sitios idóneos para reproducción, desarrollo, y refugio de varias especies, así como también la base que sustenta a las industrias pesqueras y acuícolas. También proporcionan materiales de construcción y combustible para las comunidades locales, así como recursos medicinales y tradicionales.

Por otro lado, la protección costera ejercida por los manglares es importante puesto que, sus densas raíces y troncos permiten amortiguar el impacto de olas, ayudando de esta forma a mitigar los efectos de los fenómenos naturales que suelen producirse. Por lo consiguiente ayudan a preservar la integridad de comunidades humanas que viven en las zonas costeras (Yepéz Rendón, 2021).

6.5.2 *Avicennia germinans*

Este árbol de manglar crece en suelos arcillosos, arenosos o cenagosos, logra tolerar una gran salinidad, posee hojas opuestas de color verde grisáceo pálido, brillantes e incrustadas de sal. Pueden alcanzar

aproximadamente los 8 metros de altura y sus flores son pequeñas, de color blanco a amarillo. El fruto mide alrededor de 1 centímetro y tiene una forma oblicua irregular (Laurí & Gibson, 2023). Cuenta con la particularidad que se siembra por semillas, frecuentemente germinan dentro del fruto, mientras éste aún en el árbol (se produce por hidrocoria) (CONAFUR).

6.5.3 *Rhizophora mangle*

Es una especie vivípara, lo que significa que sus semillas son propágulos que crecen hasta convertirse en plantas completamente maduras antes de caer del árbol padre. Sus propágulos se dispersan en el agua y eventualmente se hunden en aguas poco profundas, donde pueden desarrollarse. Logran crecer como arbusto o árbol aproximadamente unos 18 metros de altura. Tiene hojas perennes brillantes, de color verde oscuro y produce estructuras puntiagudas, verdes, estrechas y largas (propágulos) que germinan mientras aún están adheridas al árbol (Gilman et al., 2017). El mangle rojo tiene una tasa de crecimiento moderada y un follaje denso.

6.5.4 Composición de factores físicos y químicos en los manglares

Los manglares como tal se considera sistemas ecológicos que se desarrollan en ambientes marinos, estuarinos y fluviales, en donde las formaciones boscosas intermareales presentan una gran composición de fauna y flora, influenciada directamente por factores físicos y químicos

como la salinidad, pH, temperatura, nivel de materia orgánica, granulometría, tanto del agua como del suelo, entre otros. En conjunto estos factores son vitales para el crecimiento de la vegetación y organismos asociados. La interacción compleja entre los factores bióticos y abióticos en los manglares produce condiciones únicas dentro del ecosistema cumpliendo de esta forma un equilibrio dentro del mismo. No obstante, la intervención humana puede afectar negativamente con sus actividades, por lo tanto, es necesario conocer y comprender los procesos complejos que se presentan en los manglares (López, 2006).

7 MARCO LEGAL

7.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

El siguiente trabajo de investigación está vinculado con el Objetivo 14, Vida submarina; el mismo que se enfoca en la conservación y utilización de manera sostenible los océanos, mares y recursos marinos para el desarrollo sostenible. La fauna y flora que se encuentran asociados en la zona manglar forman ecosistemas costeros ricos en biodiversidad marina, por lo tanto, su conservación y estudio contribuyen positivamente a la protección de la submarina y permite alcanzar los objetivos planteados según la Organización de Naciones Unidas.

7.2 Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente

Para la investigación e identificación de los organismos implicados es necesario cumplir con el Artículo 6 del Libro IV de la Biodiversidad, Título II De la Investigación, Colección y Exportación de Flora y Fauna que trata particularmente que al ser una zona no abarcada dentro del Patrimonio Nacional de Áreas Naturales no se requiere de permiso de investigación, sin embargo, para la identificación de especies se necesitó una recolección de muestras lo cual implica la autorización respectiva (TULSMA, 2017).

7.3 Constitución de la República del Ecuador

Dentro de la constitución en la Sección segunda, Ambiente sano, se establece el Artículo 14 donde se decreta el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, describiendo y reconociendo el inciso como asunto de interés público, lo cual implica que las personas pueden conservar y proteger la biodiversidad del país, asegurando de esta forma su uso sostenible para las generaciones actuales y futuras (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

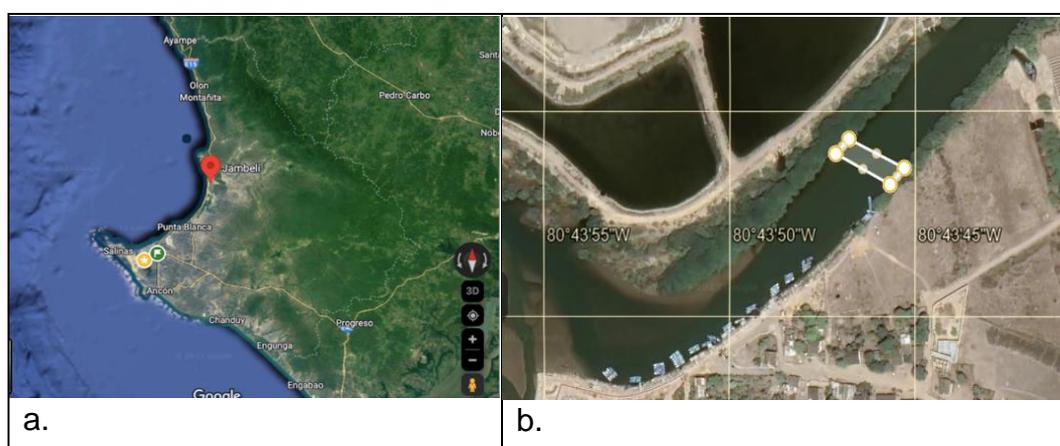
8 MARCO METODOLÓGICO

8.1 Área De Estudio

El presente trabajo tuvo un desarrollo investigativo en la Provincia de Santa Elena, cantón Santa Elena, Comuna Jambelí ubicada en la Ruta del Spondylus al kilómetro 33, perteneciente a la Parroquia Colonche. El área de estudio fue en la zona manglar de esta comunidad al Sur a $2^{\circ}02'44''$ de latitud y a $80^{\circ}43'07''$ de longitud al Oeste, con aproximadamente 1.86 hectáreas (Figura 1), el mismo que limita al sur con la Comuna Monteverde, al norte con la Comuna Palmar, al Este con la Parroquia Colonche y al Oeste con el Océano Pacífico (Gonzabay Malavé, 2020).

Figura 1

Localización de la zona de muestreo.



Nota. (a) el punto rojo de ubicación indica el sitio de estudio; (b) el rectángulo con puntos amarillos muestra la dimensión del área. Fuente: Google Earth, 2023.

La pesca y comercialización de la misma es una de las destacadas actividades que permite el desarrollo económico de quienes habitan en esta y otras comunas cercanas. Esta zona manglar se encuentra rodeada por camaroneras pertenecientes a la comuna con la que limita al norte, pero también es un punto de salida y de llegada de embarcaciones pesqueras artesanales destinadas a la captura de peces pelágicos pequeños y a la extracción de moluscos y crustáceos. El área de estudio que se ha considerado fue de 0,09 hectáreas. En la Tabla 1 se presentan detalladamente las coordenadas de los respectivos puntos ubicados en la zona manglar de Jambelí.

Tabla 1

Coordenadas de las estaciones de muestreo.

<i>Rhizophora mangle</i>		
Estaciones	Latitud X	Longitud Y
E1	530040,87	9774739,81
E2	530046,06	9774752,95
E3	530051,02	9774760,77
E4	530061,87	9774769,91
<i>Avicennia germinans</i>		
Estaciones	Latitud X	Longitud Y
E5	530087,29	9774726,39
E6	530102,95	9774747,57
E7	530117,46	9774760,05
E8	530127,19	9774772,86

8.2 Descripción De Metodología

8.2.1 Metodología De Campo

En el área de muestreo se establecieron 8 estaciones, ubicadas de forma semilineal; 4 al Norte donde se encuentra la *Rhizophora mangle* y 4 al Sur donde se ubica el *Avicennia germinans* (Figura 2a), con una distancia entre ellas diferenciadas como se observan en la Figura 2b, cada subárea o zona en donde se realizó el monitoreo fue de 17m² en un transecto de 17 metros y de 18m² en un transecto de 18 metros respectivamente. Además, los monitoreos se realizaron cada 15 días durante 3 meses.

Figura 2

Estaciones de muestreo.



(a)

(b)

<i>Rhizophora mangle</i>					
E1	← 3m →	E2	← 3m →	E3	← 7m →
E4					
E5	← 7m →	E6	← 4m →	E7	← 3m →
E8					
<i>Avicennia germinans</i>					

Nota. a) Ubicación; (b) esquema indicando las distancias entre puntos de muestreo, de las estaciones de muestreo. Fuente: Google Earth, 2023

Se realizaron los muestreos durante la bajamar, por la facilidad de ingreso y de monitoreo en la zona manglar, durante la bajamar, utilizando las tablas

de mareas del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR).

8.2.1.1 Muestras Biológicas

Se utilizó cuadrantes de muestreo, los mismos que permitieron estimar de la presencia de los individuos en la zona de estudio. La metodología establecida por Báez Polo (2013) y Del Pezo & Zambrano (2022), detalla que se realiza el muestreo con un cuadrante de 1m², el mismo que es utilizado adaptándolo a un muestreo lineal (Figura 2b). A través de la observación directa se identificaron (con ayuda de guías taxonómicas) y se registraron los macroinvertebrados en una bitácora de campo donde posteriormente la información obtenida fue registrada en Excel.

8.2.1.2 Variables ambientales

Se recolectó muestras de suelo estratificadas de 0-20 cm a 21-40 cm de profundidad en recipientes de 500 mL, se trabajó con las áreas seleccionadas, con ayuda de un core de 5cm diámetro interno (Guzmán-Sánchez et al., 2023). Para analizar el nitrógeno, el nivel de materia orgánica, la granulometría y pH, algunas de estas muestras fueron trasladadas para su respectivo análisis a los Laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de UPSE y al Laboratorio químico Lazo.

En el caso del parámetro de agua, la recolección de muestras para determinar la salinidad se las realizó en recipientes estériles de 100mL, mientras que, para medir el pH y la temperatura del agua se utilizó un kit de pH y termómetro para agua. Los dos primeros análisis fueron realizados en el Laboratorio de la Facultad de Ciencias del Mar de UPSE, mientras que la temperatura fue registrada *in situ*.

8.2.2 Metodología de laboratorio

Las muestras fueron trasladadas a los laboratorios correspondientes para su análisis;

Análisis biológico;

La identificación de los organismos presentes en el área muestreada se lo realizó bibliográficamente y con el apoyo del especialista Blgo. Xavier Piguave, M.Sc.. Los organismos que pudieron ser identificados en el campo no fueron trasladados al laboratorio. No obstante, se procedió a la fotografía de los mismos.

Granulometría;

- a) Preparación de las muestras: se trasladaron las muestras al laboratorio de UPSE de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, se eliminó cualquier material orgánico y residuos no deseados de las muestras. Luego, se secaron las muestras a temperatura ambiente y utilizando un horno a baja temperatura para eliminar la humedad.

- b) Tamizado: Una vez que las muestras estuvieron secas, se utilizó una serie de tamices de diferentes tamaños de abertura para separar las partículas según su tamaño. Se colocaron las muestras en el tamiz de mayor tamaño y se agitó suavemente para permitir que las partículas más grandes se separen. Luego, se repitió el proceso con tamices de aberturas más pequeñas hasta obtener todas las fracciones de tamaño deseadas.

- c) Pesar las fracciones: Después del tamizado, se pesó cada fracción obtenida en los diferentes tamices. Se registraron los pesos de cada fracción para su correspondiente análisis.

Análisis de Nitrógeno;

Para el análisis del nitrógeno total que presenta cada zona de estudio, se modificó el uso del kit comercial por un análisis químico especializado que fue realizado en el laboratorio LAZO, en donde se analizaron las muestras por cada estación, dando como resultado la media del nitrógeno total para ambas zonas.

Materia Orgánica;

Se siguió el método propuesto por Schulte & Hopkins en 1996 para la determinación de la materia orgánica por calcinación LOI (Izquierdo Bautista & Arévalo Hernández, 2021):

- a) Se tomaron 5 gramos de suelo y se las colocaron en cápsulas de porcelana previamente pesadas. Luego se sometió a un proceso de secado en un horno eléctrico a 105°C durante 24 horas con el fin de retirar la humedad restante, dejando únicamente el agua que forma parte de los elementos presentes en la muestra. Se esperó un período de 24 horas y se aseguró de que las muestras estuviesen estables, se procedió a enfriarlas utilizando un desecador de vidrio. Luego se midió su peso inicial con una balanza analítica digital con una precisión de 0,0001 gramos. Se introdujo las muestras en un horno multipropósito para calcinarlas a una temperatura de 360°C

durante 2 horas. Después, se enfrió nuevamente las muestras en un desecador de vidrio y se registró el peso final utilizando la misma balanza. La cantidad de materia orgánica presente en cada muestra fue determinada por la diferencia entre los pesos iniciales y finales.

pH del suelo;

Se registró el pH a través de tiras de papel reactivos para suelos en cada monitoreo. Para medir el pH se siguió el siguiente protocolo (GLOBE, 2005):

- a) En un recipiente precipitado, se mezcló 40g de suelo seco previamente tamizado con 40 mL de agua destilada (una cantidad equivalente en una relación 1:1 de suelo y agua). Se utilizó un utensilio para manipular el suelo.

- b) Se agitó minuciosamente la mezcla de suelo y agua con el utensilio durante 30 segundos, y se dejó reposar durante 3 minutos. Se repitió este procedimiento cinco veces. La muestra reposó hasta que formó un sobrenadante (líquido claro), lo que tardó alrededor de cinco minutos.

- c) Se midió el valor de pH del sobrenadante utilizando las tiras indicadoras de pH. Luego se registraron el valor de pH en la hoja de datos.
- d) Finalmente, se repitió los pasos del a al c para otras dos muestras del mismo horizonte de suelo.

Salinidad;

- a) Preparación del salinómetro: se aseguró de que el salinómetro estuviera en buen estado de funcionamiento y calibrado correctamente.
- b) Toma de muestra: los 100 mL de muestra colectada de agua se la trasladaron al Laboratorio de UPSE.
- c) Limpieza del salinómetro: Se limpió la sonda del salinómetro con agua destilada para eliminar cualquier residuo o contaminante que podría afectar la precisión de la medición.
- d) Inmersión de la sonda: se sumergió la sonda del equipo con gotas de la muestra de agua.

- e) Lectura de la salinidad: se esperó la estabilización de la lectura y donde se mostró el valor de salinidad en la pantalla visualizada con ayuda de la luz solar. La lectura estuvo en partes por mil (ppt).

8.2.3 Análisis Estadístico

Una vez registrados en la plataforma Excel los datos de los organismos y de los factores ambientales observados directamente en las fases de campo y de laboratorio, teniendo en consideración que se utilizó el mismo procedimiento tanto en la zona donde se encuentra el *Avicennia germinans* y la *Rhizophora mangle*, el análisis estadístico asociado al manglar fue el siguiente:

Análisis de datos de macroinvertebrados establecidos en la zona de estudio:

- a) Diversidad de organismos registrados Índice de Shannon-Weaver (1949): a través del software de análisis ecológico PAST se determinó el índice de diversidad como producto de los organismos registrados.
- b) Densidad de organismos registrados: Para determinar la densidad según, se realizó el siguiente cálculo: Densidad: Abundancia de

individuos o especies en el área muestreada sobre la unidad de espacio (superficie o volumen).

$$D = \frac{\sum ind. especie i}{\text{área total}}$$

- c) Distribución de organismos presentes y análisis mediante Bray-Curtis (estadística que fue utilizada para cuantificar la disimilitud composicional entre dos sitios diferentes, basada en conteos en cada sitio) comparativo entre ambas zonas y en el tiempo. Se detalla que los valores cercanos a 0 indican una ausencia de similitud, por lo que, se determinaría que las condiciones ambientales o los hábitats en los que se encuentran entre las muestras no son similares; en cambio sí se obtiene valores cercanos a 1 indica lo contrario, existe una alta similitud en la composición de las especies, lo cual indicaría que las muestras son idénticas con las mismas especies y abundancia.

Análisis de datos de factores ambientales, es decir, de muestras colectadas del suelo y agua:

- a) Variación espacio-temporal del pH del suelo, nitrógeno, materia orgánica y granulometría del suelo.

- b) El porcentaje de materia orgánica se calculó en base a la siguiente ecuación:

$$\% MOS = \frac{\text{peso a } 105^{\circ}C - \text{peso a } 360^{\circ}C}{\text{peso a } 105^{\circ}C} * 100$$

- c) Variación espacio-temporal del pH, salinidad y temperatura del agua.
- d) Determinación de la normalidad de los datos físico-químicos correspondientes en el actual caso entre los dos tipos de manglares y entre estaciones de muestreo, para la normalidad se sacó la prueba de Shapiro-Wilk, lo que estableció que no se ajustan a una distribución normal, por lo tanto, se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Análisis de datos relacionando la diversidad y densidad de los macroinvertebrados asociados a los dos tipos de mangle con los parámetros físico-químicos:

- a. Análisis de correlación entre variables biológicas y ambientales. Se utilizó, en función de los datos el coeficiente de Spearman (medida no paramétrica de la correlación de rango; dependencia estadística del ranking entre dos variables). Se utilizó principalmente para el

análisis de datos, por lo que, mide la fuerza y la dirección de la asociación entre dos variables clasificadas.

$$r_R = 1 - \frac{6\sum_i d_i^2}{n(n^2-1)}$$

El análisis correspondiente a la correlación entre variables biológicas y ambientales, se obtuvo en base de los datos recolectados por zonas, es decir, por cada tipo de especie de mangle a los que se asocian (*R. mangle* y *A. germinans*). Para las muestras biológicas se consideró la diversidad y densidad de macroinvertebrados y para factores físico-químicos la temperatura, salinidad, pH de agua y suelo, y la materia orgánica (ambas profundidades). Los datos fueron clasificados netamente por cada zona, por ende, el r_s que es el coeficiente de correlación de Spearman, este oscila entre -1 y 1, el cual indicó si existe una correlación positiva o negativa perfecta, en donde las variables aumentarán juntas o de forma desigual, en caso de obtener un 0 indica que no existe correlación entre las variables.

9 RESULTADOS

9.1 Diversidad y Densidad de Macroinvertebrados

9.1.1 *Identificación de Macroinvertebrados*

Se identificó dos grupos. Filos Mollusca y Artropoda ambas con dos clases, con un total de 380 individuos observados durante los tres meses de estudio (Anexo 1).

El mayor número de especies correspondió a la clase Gasterópoda la cual representó un 58% con 12 especies; seguido de la clase Malacostraca un 29% con 6; Bivalvia registró un 9% con 2 especies, y la Thecostraca con 1 especie el 4%. En la Tabla 2, entre ellos se observa que la clase Bivalvia registró un 50,4% de individuos, seguido por la Malacostraca con un 32,28%, Gasterópoda presentó el 16,27%, y por último la Thecostraca con 1,05%. Cabe indicar que en algunos de los casos lo que se logró hallar organismos completos, mientras que, otras especies descritas solo se encontraron sus conchas con organismos dentro de los mismos.

Tabla 2

Abundancia total de individuos asociados a las dos zonas de estudio.

Asociados a	<i>Rhizophora mangle</i>				<i>Avicennia germinans</i>				Abundancia	%
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8		
Clase Bivalvia										
<i>Leukoma asperrima</i>	0	1	5	0	22	66	0	39	133	34,91%
<i>Tagelus affinis</i>	9	0	3	0	26	12	0	9	59	15,48%
Subtotal	9	1	8	0	48	78	0	48	192	50,4%
Clase Gasterópoda										
<i>Cerithideopsis californica</i>	0	0	0	0	5	3	11	9	28	7,35%
<i>Hesperisternia shaskyi</i>	0	0	0	0	0	0	3	4	7	1,84%
<i>Stigmaulax elenae</i>	0	0	0	0	0	3	0	3	6	1,57%
<i>Odostomia subturrita</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	4	1,05%
<i>Littoraria variegata</i>	0	0	0	0	0	2	1	0	3	0,79%
<i>Thaisella kiosquiformis</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0,79%
<i>Odostomia ata</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0,52%
<i>Distorsio decussata</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0,52%
<i>Semicassis centiquadrata</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0,52%
<i>Conus patricius</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0,52%
<i>Crucibulum spinosum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,26%
<i>Architectonica nobilis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,26%
Subtotal	0	0	0	0	5	11	26	19	62	16,27%

Clase Malacostraca										
<i>Panopeus purpureus</i>	10	14	5	11	7	0	0	0	47	12,33%
<i>Clibanarius lineatus</i>	0	0	0	0	5	0	41	0	46	12,07%
<i>Callinectes arcuatus</i>	0	0	0	0	0	10	5	0	15	3,94%
<i>Goniopsis pulchra</i>	1	3	4	0	0	0	0	0	8	2,10%
<i>Uca insignis</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	4	1,05%
<i>Macrobrachium spp.</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0,79%
Subtotal	15	17	9	11	12	10	49	0	122	32,28%
Clase Thecostraca										
<i>Megabalanus coccopoma</i>	3	0	0	0	1	0	0	0	4	1,05%
Subtotal	3	0	0	0	1	0	0	0	4	1,05%
Total	27	18	17	11	66	99	75	67	380	100%

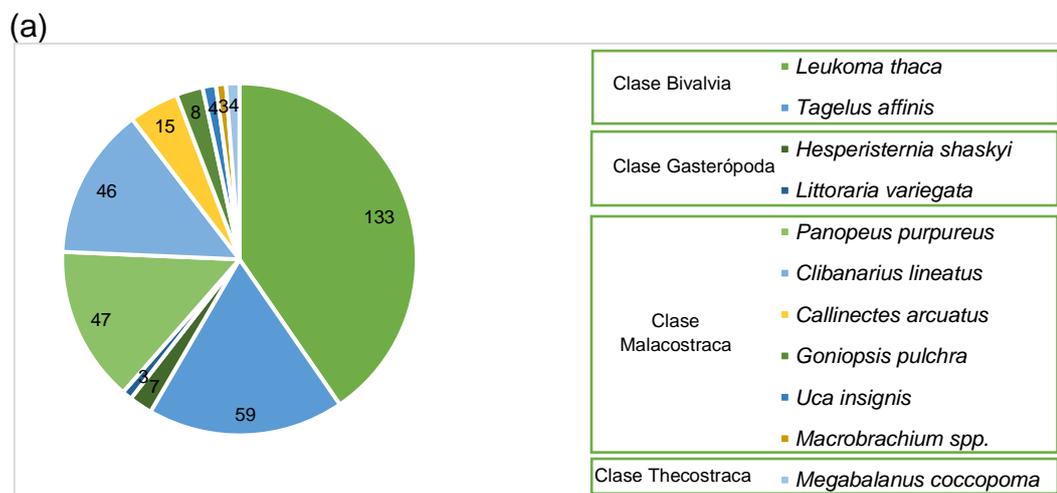
En la Figura 3, se observa la abundancia, en donde específicamente para la clase Bivalvia se encontró las siguientes especies *Leukoma asperrima*, *Tagelus affinis*; clase Gasterópoda, *Hesperisternia shaskyi*, *Littoraria variegata*, mientras que para la clase Malacostraca al *Panopeus purpureus*, *Clibanarius lineatus*, *Callinectes arcuatus*, *Goniopsis pulchra*, *Uca insignis* y *Macrobrachium spp.*, y *Megabalanus coccopoma* perteneciente a la clase Thecostraca, todas las especies descritas anteriormente fueron especies completas y vivas (Figura 3a); siendo el caso del *Clibanarius lineatus*, que evidentemente tiene un comportamiento de comensalismo, donde este

crustáceo se beneficia al obtener protección, por ende, este se lo encontró en el interior de las conchas para no ser afectado.

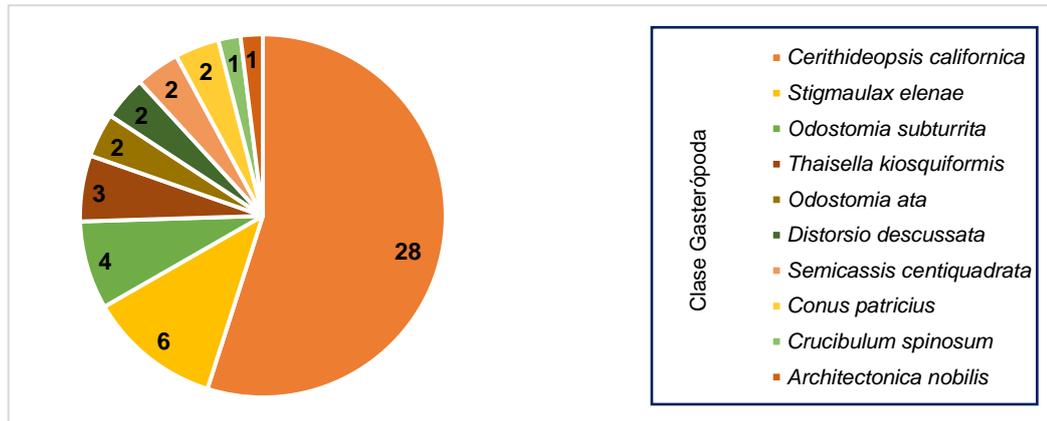
Las especies que se hallaron muertas (Figura 3b), es decir, solo las conchas con la especie *C. lineatus* en su interior solo fueron ejemplares pertenecientes a la clase Gasterópoda: *Cerithideopsis californica*, *Stigmaulax elenae*, *Odostomia subturrita*, *Thaisella kiosquiformis*, *Odostomia ata*, *Distorsio decussata*, *Semicassis centiquadrata*, *Conus patricius*, *Crucibulum spinosum* y *Architectonica nobilis*, estos fueron los organismos incompletos, ya que, solo estaban presentes como hábitats de otra especie detallada anteriormente, sin embargo, fue considerada su presencia como especies individuales.

Figura 3

Especies de macroinvertebrados observados y abundancia.

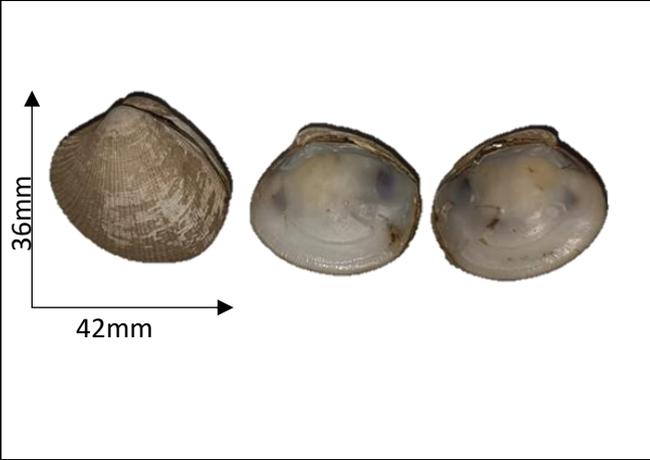
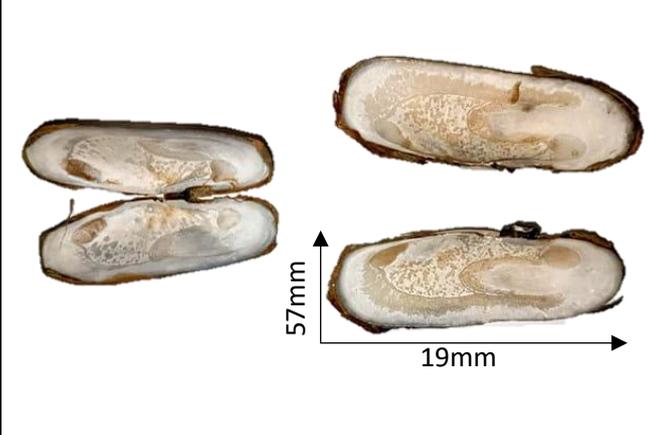


(b)



Nota: a) organismos completos (vivos); b) Conchas con organismos (muertos).

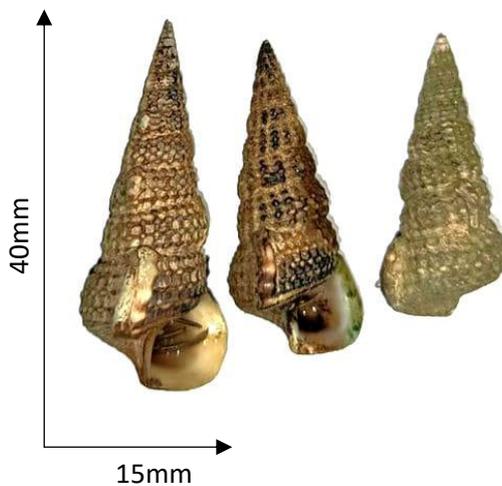
Se encontró un organismo perteneciente a clase Holoturoidea del filo Echinodermata (Anexo 2) y uno del filo Annelida de la subclase Oligochaeta (Anexo 3), se recalca que fueron monitoreadas, pero no fueron contabilizadas, solo se registró únicamente su presencia, por lo que, solo se las halló una sola vez y su identificación de especie no fue lograda a nivel de Familia. A continuación, se describe de forma general las especies de macroinvertebrados identificados vivos y muertos (con organismos en el interior);

<i>Leukoma asperrima</i> (G. B. Sowerby I, 1835) (MolluscaBase eds., 2024)	
	<p>Phylum: Mollusca Clase: Bivalvia Orden: Venerida Familia: Veneridae Género: <i>Leukoma</i> Especie: <i>asperrima</i> Nombre científico: <i>Leukoma asperrima</i></p>
Descripción:	
<p>Habita en estuarios en sitios lodosos, es conocida comúnmente como almeja (Barraza, 2006). Tiene una coloración variada va de blanco a marrón, es redondeada y aplanada, radiada.</p>	
<i>Tagelus affinis</i> (CB Adams, 1852) (MolluscaBase eds., 2024)	
	<p>Phylum: Mollusca Clase: Bivalvia Orden: Cardiida Familia: Solecurtidae Género: <i>Tagelus</i> Especie: <i>affinis</i> Nombre científico: <i>Tagelus affinis</i></p>

Descripción:

Habita en fondos arenosos y en lodos de agua poco profundas, esencialmente se lo encuentra en la zona costera, en estuarios. Se la diferencia por la presencia de dos dientes sobresalientes en la valva derecha, en cambio en la izquierda solo presenta uno, asimismo su morfología externa es blanquecina al igual que la interna, internamente presenta las cicatrices cruciformes de los músculos, el periostraco que lo recubre es de color café amarillento (Mora, 1990; Coan & Valentich, 2012).

***Cerithideopsis californica* (Haldeman, 1840)** (MolluscaBase eds., 2024)



Phylum: Mollusca

Clase: Gasterópoda

Orden: Caenogastropoda

Familia: Potamididae

Género: *Cerithideopsis*

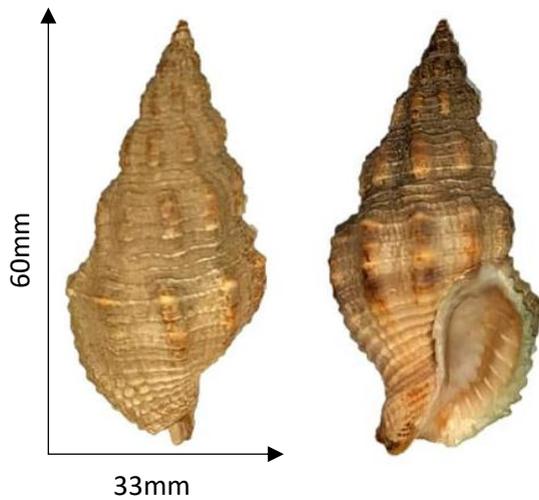
Especie: *californica*

Nombre científico:
Cerithideopsis californica

Descripción:

Habita en manglares en fondos lodosos. Es de color café oscuro a negro, presenta una concha delgada con estrías axiales y en los espirales con nudos. Abertura casi redondeada y en el interior tiene una coloración blanca. Mide usualmente 29mm de alto y de diámetro 12mm (Mair, 2002).

***Hesperisternia shaskyi* (S. S. Berry, 1959)** (MolluscaBase eds., 2024)



Phylum: Mollusca

Clase: Gasterópoda

Orden: Neogastropoda

Familia: Pisaniidae

Género: *Hesperisternia*

Especie: *shaskyi*

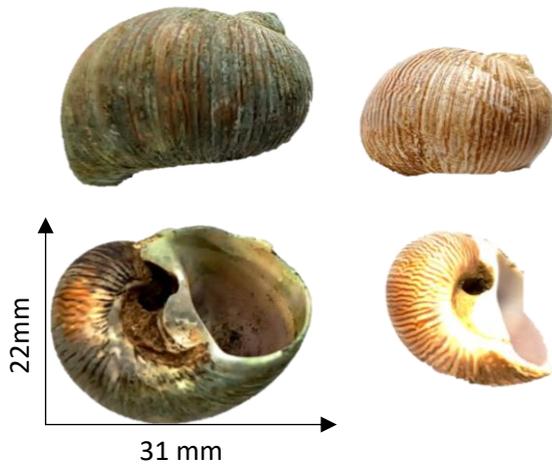
Nombre científico:

Hesperisternia shaskyi

Descripción:

Habitan en fondos arenosos rocosos, a profundidades de 120-122 metros, generalmente se presenta con su canal sifonal de color blanco, mientras que, su color externo es pardo claro con ligeras manchas oscuras, tiene una longitud de 35,7mm y de diámetro 22,7mm (Paredes et al., 2011).

***Stigmaulax elenae* (Récluz, 1844)** (MolluscaBase eds., 2024)

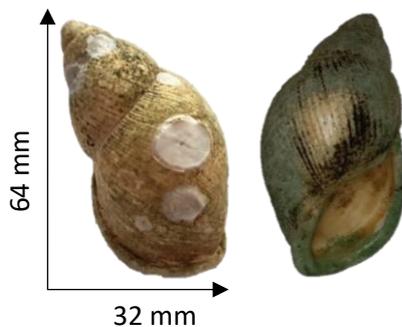


Phylum: Mollusca
Clase: Gasterópoda
Orden: Littorinimorpha
Familia: Naticidae
Género: *Stigmaulax*
Especie: *elenae*
Nombre científico:
Stigmaulax elenae

Descripción:

Habita en profundidades de hasta 37 metros, en aguas costeras y sobre fondos arenosos y fangosos, tiene una altura y diámetro de 32mm. Su concha presenta líneas juntas e irregulares de color marrón rojizo y su opérculo es ranurado (Keen, 1971).

***Odostomia subturrita* Dall & Bartsch, 1909** (MolluscaBase eds., 2024)

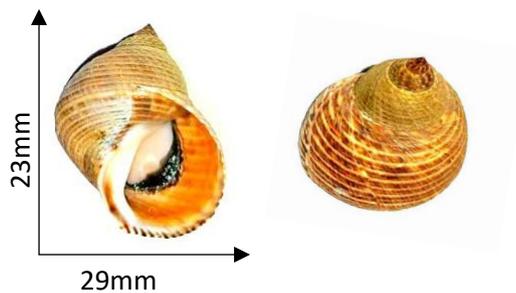


Phylum: Mollusca
Clase: Gasterópoda
Orden: Pylopulmonata
Familia: Pyramideliidae
Género: *Odostomia*
Especie: *subturrita*
Nombre científico:
Odostomia subturrita

Descripción:

Presenta una altura de 6,9mm (Keen, 1971). Se caracteriza por presentar un grosor en su labio exterior, mientras que es delgado en el borde, su apertura es grande ovada y oblonga (Healey Dall & Bartsch, 1909).

Littoraria variegata (Souleyet, 1852) (MolluscaBase eds., 2024)



Phylum: Mollusca

Clase: Gasterópoda

Orden: Littorinimorpha

Familia: Littorinidae

Género: *Littoraria*

Especie: *variegata*

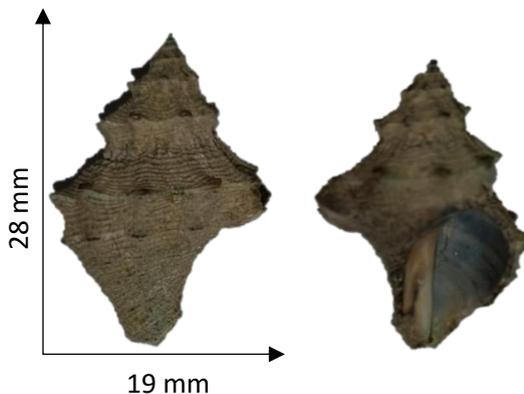
Nombre científico:

Littoraria variegata

Descripción:

Habitan en troncos y raíces de manglares, usualmente se encuentran a pocos metros de la marea alta (Christensen, 1998).

Thaisella kiosquiformis (Duclos, 1832) (MolluscaBase eds., 2024)



Phylum: Mollusca

Clase: Gasterópoda

Orden: Neogastropoda

Familia: Muricidae

Género: *Thaisella*

Especie: *kiosquiformis*

Nombre científico:

Thaisella kiosquiformis

Descripción:

Usualmente se los encuentra en manglares y zonas fangosas, tiene una longitud de 43mm y de diámetro 26 mm. Presenta una concha de color marrón y a veces con marcas de blanco, la abertura con bandas de los mismos colores. Las suturas anguladas que tiene en su contorno permiten su identificación (Keen, 1971).

***Odostomia ata* Bartsch, 1926** (MolluscaBase eds., 2024)



Phylum: Mollusca

Clase: Gasterópoda

Orden: Pylopulmonata

Familia: Pyramidellidae

Género: *Odostomia*

Especie: *ata*

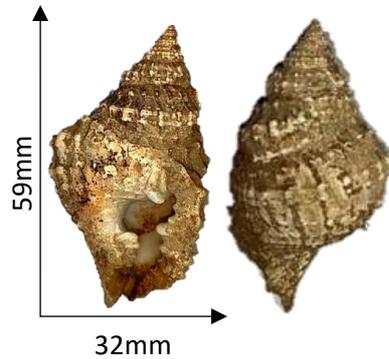
Nombre científico:

Odostomia ata

Descripción:

Comúnmente encontrada en sitios arenosos y en las zonas costeras, se encuentran en aguas someras, tiene una altura de 7,5mm (Femorale, 2024).

***Distorsio decussata* (Valenciennes, 1832)** (MolluscaBase eds., 2024)



Phylum: Mollusca

Clase: Gasterópoda

Orden: Littorinimorpha

Familia: Personidae

Género: *Distorsio*

Especie: *decussata*

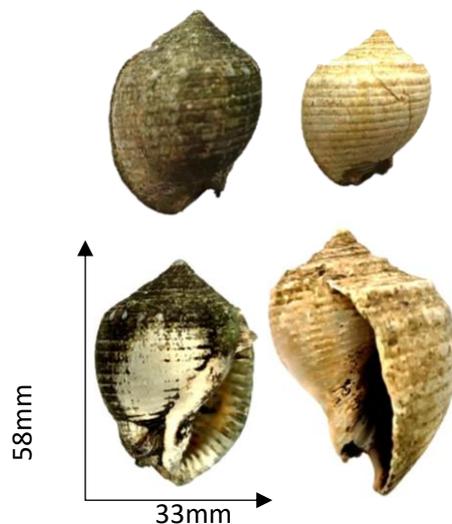
Nombre científico:

Distorsio decusata

Descripción:

Habita en profundidades de hasta 82 metros, comúnmente en agua someras, tiene una longitud de 55 mm y un diámetro de 30 mm, se diferencia por su morfología delgada y labio interior supuestos, se adhieren a estructuras o rocas (Kenn, 1971).

***Semicassis centiquadrata* (Valenciennes, 1832)** (MolluscaBase eds., 2024)



Phylum: Mollusca

Clase: Gasterópoda

Orden: Littorinimorpha

Familia: Cassidae

Género: *Semicassis*

Especie: *centiquadrata*

Nombre científico:

Semicassis centiquadrata.

Descripción:

Presenta un tamaño de 33 a 83mm, y se distribuye en Galápagos (Conchology, 2024).

***Conus patricius* Hinds, 1843** (MolluscaBase eds., 2024)

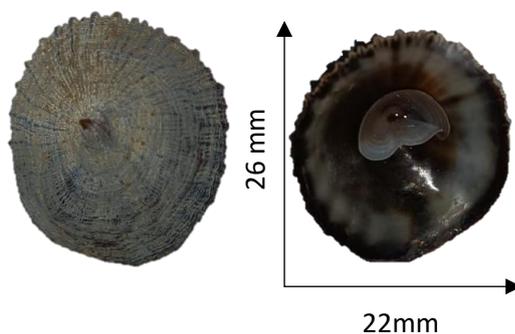


Phylum: Mollusca
Clase: Gasterópoda
Orden: Sorbeoconcha
Familia: Conidae
Género: *Conus*
Especie: *patricius*
Nombre científico:
Conus patricius.

Descripción:

Se distribuye hasta Ecuador, el tamaño varía, se lo puede encontrar entre 30mm y 120mm, su caparazón es carne claro, aunque de terciopelada (Washington Tryon, 1884).

***Crucibulum spinosum* (GB Sowerby I, 1824)** (MolluscaBase eds., 2024)

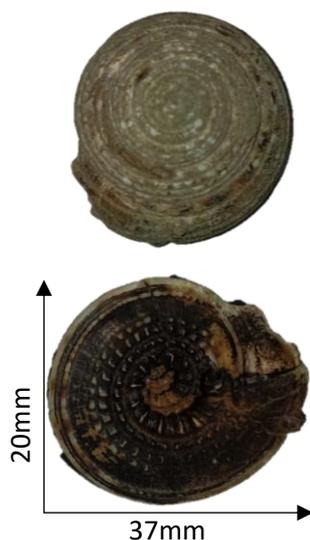


Phylum: Mollusca
Clase: Gasterópoda
Orden: Littorinimorpha
Familia: Calyptraeidae
Género: *Crucibulum*
Especie: *spinosum*
Nombre científico:
Crucibulum spinosum

Descripción:

Habita en sitios arenosos y pedregosos, en la zona infralitoral, presenta una concha en forma de cono, con una punta levemente curvada direccionándose hacia la derecha, es de color pardo amarillo y el septo de blanco y se ubica a un lado, tiene costillas radiales presentando espinas tubulares. Sus radios son de color violáceo a parduzco. Su diámetro es de 46,1mm (Paredes & Cardoso, 2007).

***Architectonica nobilis* Röding, 1798** (MolluscaBase eds., 2024)



Phylum: Mollusca

Clase: Gasterópoda

Orden: Heterostropha

Familia: Architectonicidae

Género: *Architectonica*

Especie: *nobilis*

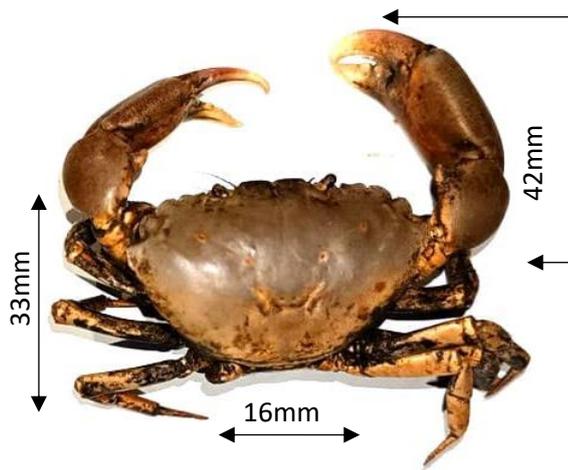
Nombre científico:
Architectonicidae nobilis

Descripción:

Vive en sitios donde se entierra la arena, usualmente en aguas no tan profundas, logra alcanzar hasta los 50 mm de diámetro, se caracteriza

por presentarse como en forma de reloj de color amarillo con machas, su opérculo es marrón, asimismo tiene cordones en sus espirales (García-Cubas & Reguero, 2004).

***Panopeus purpureus* Lockington, 1877** (DecaNet eds., 2024)



Phylum: Arthropoda
Subphylum: Crustácea
Clase: Malacostraca
Orden: Decápoda
Familia: Panopeidae
Género: *Panopeus*
Especie: *purpureus*
Nombre científico:
Panopeus purpureus

Descripción:

Presenta cuatro dientes anterolaterales cortos, distinguiéndose por una espina en el mero y por sus pedúnculos oculares cortos (Gonzabay Cabera, 2008). Miden de 15 a 45 mm, son considerados recursos de tallas pequeñas y no explotables (Arzola-González & Flores-Campaña, 2008).

***Clibanarius lineatus* (H. Milne Edwards, 1848)** (DecaNet eds., 2024)

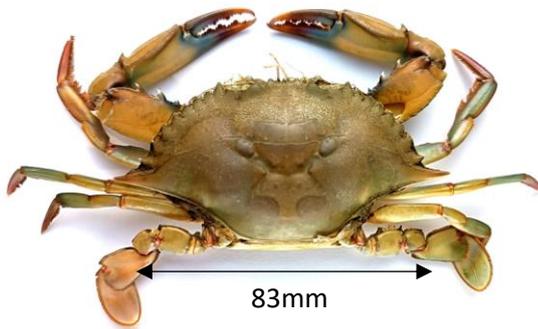


Phylum: Arthropoda
Subphylum: Crustácea
Clase: Malacostraca
Orden: Decápoda
Familia: Diogenidae
Género: *Clibanarius*
Especie: *lineatus*
Nombre científico:
Clibanarius lineatus

Descripción:

Habitan en estuarios y lagunas costeras, en sustratos lodosos y arenosos, hasta a unos 3 metros de profundidad. Los pereiópodos (segundo y tercer par) presentan franjas negras y amarillas (Gonzabay Cabera, 2008).

***Callinectes arcuatus* Ordway, 1863** (DecaNet eds., 2024)



Phylum: Arthropoda
Subphylum: Crustácea
Clase: Malacostraca
Orden: Decápoda
Familia: Portunoidea
Género: *Callinectes*
Especie: *arcuatus*
Nombre científico:
Callinectes arcuatus

Descripción:

Se lo encuentra en el litoral del océano Pacífico, debido a su ciclo de vida comúnmente se los puede hallar presentes en las costas y estuarios, en donde están sobre arena y en el fango. La longitud de su caparazón es de 11mm (Galapagos Species Database).

***Goniopsis pulchra* (Lockington, 1877)** (DecaNet eds., 2024)

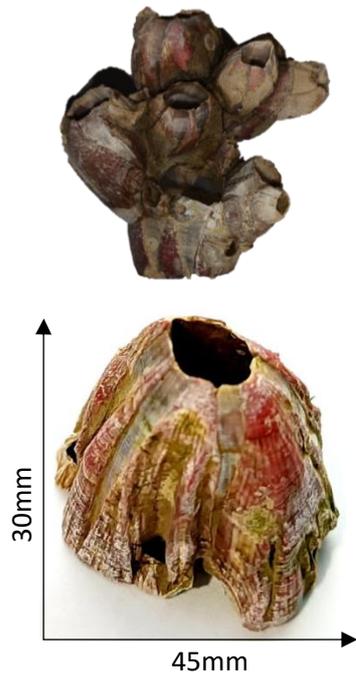


Phylum: Arthropoda
Subphylum: Crustácea
Clase: Malacostraca
Orden: Decápoda
Familia: Grapsidae
Género: *Goniopsis*
Especie: *pulchra*
Nombre científico:
Goniopsis pulchra

Descripción:

Tiene un caparazón casi cuadrilateral, junto con los pereiópodos presentan un color café rojizo o únicamente rojo, mientras que los quelípedos son de color amarillo y rojo, las pinzas externamente tienen un color amarillo vivo. Habitan en las zonas intermareales de las costas y estuarios, frecuentemente en las raíces de mangle y en sustratos lodosos y en fangos, donde construyen sus madrigueras. (Fischer et al., 1995).

***Megabalanus coccopoma* (Darwin, 1854) (WoRMS, 2024)**



Phylum: Arthropoda
Subphylum: Crustácea
Clase: Thecostraca
Orden: Balanomorpha
Familia: Balanidae
Género: *Megabalanus*
Especie: *coccopoma*
Nombre científico:
Megabalanus coccopoma

Descripción:

Se encuentran sitios intermareales, casi siempre se suelen asentarse en otros organismos o estructuras que permitan su estabilidad, por tanto, se convierte en su hábitat, los percebes viven en aguas salinas en donde logran crecer de forma rápida. En la mayoría de los ejemplares se presentan con una coloración rosácea y de forma cónica (Celis et al., 2007).

***Uca insignis* (H. Milne Edwards, 1852)** (DecaNet eds., 2024)



Phylum: Arthropoda
Subphylum: Crustácea
Clase: Malacostraca
Orden: Decápoda
Familia: Ocypodidae
Género: *Uca*
Especie: *insignis*
Nombre científico:
Uca insignis

Descripción:

Habitán en sustratos lodosos y arenosos que se encuentran semi compactados, asimismo son reconocidos gracias a la forma que presenta su caparazón rectangular, su comportamiento se observa en baja mar, cuando logran prepararse para cuando se presente la pleamar (Fischer et al., 1995).

Macrobrachium spp. (Hernández et al, 2007) (García-Guerrero et al., 2013)



Phylum: Arthropoda
Subphylum: Crustácea
Clase: Malacostraca
Orden: Decápoda
Familia: Palaemonidae
Género: *Macrobrachium*
Especie: *spp.*
Nombre científico:
Macrobrachium spp.

Descripción:

Las especies pertenecientes a este género usualmente en aguas saladas, dulces y salobres para su identificación se debe contar con las vistas completas de la especie, ya que, su composición morfológica es importante al determinar su especie.

9.1.2 Diversidad de Macroinvertebrados

En la Figura 4 se observa cada estación con la diversidad obtenida, separada por cada zona de estudio, se establece que para las estaciones del 1 a 4 se registra la diversidad asociada al manglar de especie *Rhizophora mangle* (Figura 4 a.), mientras que, para las estaciones 5 a 8 asociadas al *Avicennia germinans* (Figura 4 b.).

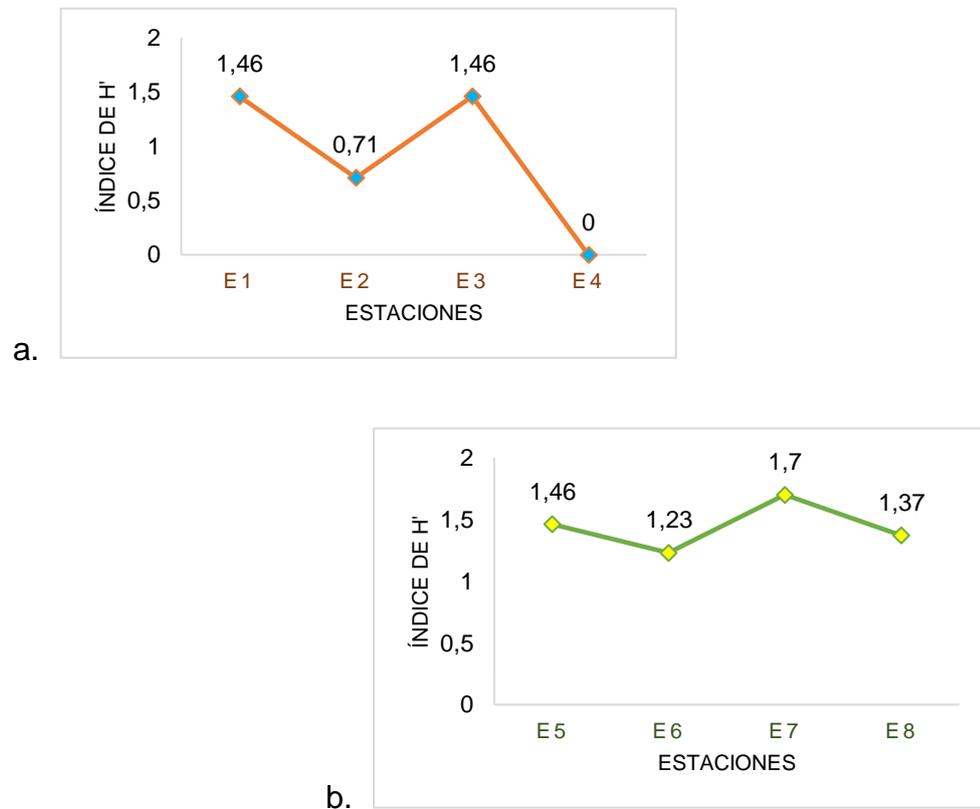
El índice de diversidad para ambas zonas, que a su vez están asociadas a las dos especies de mangle particularmente por cada estación. Para la zona de *A. germinans* considerada de la Estación 1 a 4 se obtuvo un valor de diversidad de 1,40 bits, mientras que, la otra zona desde la Estación 5 a 6 fue de 1,98 bits, por lo tanto, se establece una mayor diversidad en la zona de *R. mangle*. En cambio, considerando la diversidad por cada estación se presentó para la Estación 1 un valor del índice de 1,46 bits, sucesivamente para la E2 con 0,71 bits; E3 con 1,46 bits; E4 con 0 bits; E5 con 1,46 bits; E6 con 1,23 bits; E7 con 1,70 bits, y E8 con 1,37 bits, por lo

tanto, se enfatiza que la E3 y E5 tienen un índice igual, y la Estación 4 detalla una diversidad muy baja, puesto que, el índice da un valor de 0 Bits, al igual que la estación 2 con un valor de 0,71 Bits, mientras que, las demás estaciones tienen un índice mayor de 1.0 y menor que 2 Bits (Figura 4).

Independientemente las estaciones 1 a la 4 presenta un promedio de diversidad de 0,91 bits considerando aquella en la que no hubo diversidad de organismos y de 1,21 bits sin considerar aquella estación (E4), por lo consiguiente para las estaciones de la 5 a la 8 se registró un promedio de diversidad de 1,44 bits, siendo esta superior. Por lo tanto, se considera que todas las estaciones tienen una diversidad baja a moderada puesto que se encuentra en el rango de $1.0 < H' < 2.0$, sin embargo, particularmente por cada estación o por zonas, se determina en base a los valores registrados que existe una diversidad media, ya que, se encuentra dentro del rango de 1.36- 3.5 Bits.

Figura 4

Diversidad mediante el índice de Shannon H' para cada estación.



Nota: (a) Estaciones de la 1-4 (zona de *R. mangle*) y (b) Estaciones de la 5-8 (zona de *A. germinans*).

9.1.3 Densidad de Macroinvertebrados

En relación a la densidad, se calculó los individuos por cada metro cuadrado correspondiente para cada zona, lo cual implica que son 4 estaciones de 1m^2 en cada zona; se establecen los cuadrantes para la zona de *Rhizophora mangle* en un área de 17 m^2 y para la de *Avicennia*

germinans un área de 18 m². En el Anexo 7, se detalla de forma cuantitativa los registros de los organismos presentes en cada cuadrante, asimismo separados por las respectivas clases a las que pertenecen y el total por zonas.

Para la zona de *R. mangle* se registró un total de 6 especies, obteniéndose de la clase Bivalvia 18 individuos, Gasterópoda 0 (no se encontró ningún individuo perteneciente a esta clase), Thecostraca con 3 individuo, y Malacostraca con 52 individuos, siendo así esta última la más abundante dentro de esta zona específica. Se destaca que las densidades por estación durante los seis muestreos fueron las siguientes: Estación 1 con 5 ind/m², Estación 2 con 3 ind/m², Estación 3 con 3 ind/m², y la Estación 4 con 2 ind/m² (Anexo 7). En efecto, se determinó una densidad de 3 ind/m² para cada cuadrante, y por los 4 metros cuadrados muestreados en la zona 1 se determinó 12 ind/m², en cambio la densidad total de la zona por los 17m² se estableció 52 ind/m² (Tabla 3), siendo esta la densidad total de la zona, recalcando que estos datos representan el 19% de individuos observados durante los meses de estudios en esta zona monitoreada.

Las especies representativas de esta zona son *Panopeus purpureus*, *Tagelus affinis* y *Goniopsis pulchra* con 40, 12 y 8 individuos respectivamente.

Para la otra zona donde se asocia con el *A. germinans* se obtuvo un total de 19 especies compartiendo algunas de estas con la anterior zona, por lo tanto, se registró una densidad mayor que la de la zona de *R. mangle*, dado que, se presentan 307 individuos que representa el 81% de individuos observados, para la clase Bivalvia se presentó 2 especies (174 individuos), Gasterópoda 12 especies (61 individuos), Malacostraca 4 especies (71 individuos) y Thecostraca 1 especie (1 individuo). Esta situación determina que esta zona de *A. germinans* es más representativa en cuanto a la densidad de macroinvertebrados. La densidad obtenida para las estaciones por los seis muestreos son las siguientes: Estación 5 con 11 ind/m², Estación 6 con 17 ind/m², Estación 7 con 13 ind/m², y Estación 8 con 11 ind/m². No obstante, se determinó una densidad de 13 ind/m² para cada cuadrante, por lo consiguiente para los 4 metros cuadrados muestreados en la zona 2 se determinó 51 ind/m², en cambio la densidad total de la zona 2 por los 18m² se estableció 230 ind/m² (Tabla 3). Se recalca que las especies más representativa en esta zona fueron la *Leukoma asperrima* con 121 individuos, *Tagelus affinis* con 47, y *Clibanarius lineatus* con 46.

Asimismo, sumando ambas zonas muestreadas sería un área total muestreada comprendida de 8 estaciones, determinándose una densidad de 63 ind/m² para los 8 metros cuadrados. En la Tabla 3, también se observa la densidad total de ambas zonas, es decir, del área total

muestreada que fue de 35 metros cuadrados en total, por lo consiguiente se determinó 277 ind/m².

Tabla 3

Densidad de macroinvertebrados muestreados

DENSIDAD	Ind/m²	Ind/4m²	Área total por cada zona	Ind/8m²	Área total muestreada (Ind/35m²)
<i>R. mangle</i> 17m ²	3	12	52	63	277
<i>A. germinans</i> 18m ²	13	51	230		

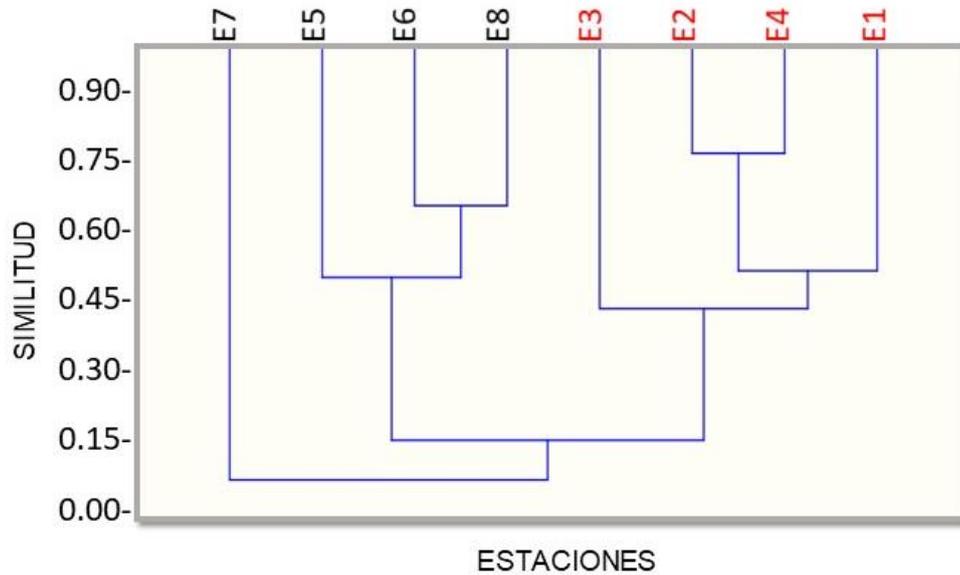
A continuación, específicamente el dendrograma muestra que existen dos grupos grandes principales: uno compuesto por E5 y E7, y otro compuesto por el resto de las muestras (E6, E8, E3, E2, E4, E1). Dentro de este segundo grupo se establece que existen subgrupos que se formaron en diferentes niveles de similitud (Figura 5).

Cabe indicar que en las estaciones 1 a 4 y de la 5 a 8 se asocian a dos especies de mangle, por lo tanto, en la en la Figura 5 se visualiza que existe una similitud entre la mayoría de las estaciones (E1, E2, E3, E4, E6, y E8), por lo que se agrupan a niveles de similitud más bajos y presentan una similitud general en la distribución de las especies, sin embargo, existen diferencias significativas con las estaciones E5 y E7, dado que se agrupan a niveles de similitud más altos, lo que presenta una composición de especies bastante distinta comparadas con las otras estaciones.

El grupo E1 y E4, están muy cerca en el dendrograma indicando que la composición de especies es similar entre estas dos estaciones; E5 y E7 están lejos de las otras estaciones, lo cual indica una baja similitud dado a su composición; E6 y E8 se agrupan juntos a un nivel de similitud intermedio y luego se agrupan con los demás detallando que son similares entre sí, pero diferentes de E1, E2, E3, y E4 (0,45); E2 y E3 (0,75) muestran un nivel de similitud ya que se agrupan antes de unirse con otros grupos.

Figura 5

Dendrograma de distribución de Bray-Curtis.



Nota. Análisis de distribución de organismos por estaciones mediante Bray-Curtis.

9.2 Registro de Parámetros Físico-Químicos del Suelo y Agua.

Bajo la importancia y consideración de los registros de los factores físico-químicos en una investigación, en cada uno de los seis monitoreos se recopiló los datos de suelo y agua para su posterior relación con las muestras biológicas.

9.2.1 Suelo

Se registró el pH del suelo en cada de los seis monitoreos efectuados, en base a la interpretación se establece que las estaciones E1, E2, E3, E4, E6, E7 y E8 tienen un pH Ácido, mientras que la estación 5 detalla una cierta diferencia entre las demás, puesto que, se determinó que tiene un pH neutro (Tabla 4).

Tabla 4

Registro de pH del suelo.

pH Suelo								
Estaciones/ monitoreo	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Promedio	
E1	5,5	7	5	5,5	7	7	6,2	Ácido
E2	4,5	4,5	5,5	5,5	5,5	5	5,1	Ácido
E3	5	5	5	5	5	5	5,0	Ácido
E4	5,5	4,5	5	5,5	5,5	5	5,2	Ácido
E5	7	7	7	7	7	7	7,0	Neutro
E6	4,5	4,5	4,5	4,5	4	4,5	4,4	Ácido
E7	5	4,5	4,5	4,5	4,5	5	4,7	Ácido
E8	5,5	4,5	4,5	4,5	4,5	5	4,8	Ácido

El nitrógeno total que determina este suelo es un indicador importante de la fertilidad y de la capacidad que posee para sostener la flora y fauna del

mismo, sin embargo, para ambas zonas de estudio se registró el 0,06% y 0,02% para *R. mangle* y *A. germinans*, respectivamente. Estos valores indican niveles de nitrógeno total relativamente bajos, en efecto existe una diferencia de 0,04%, siendo la zona *R. mangle* mayor que la de *A. germinans*.

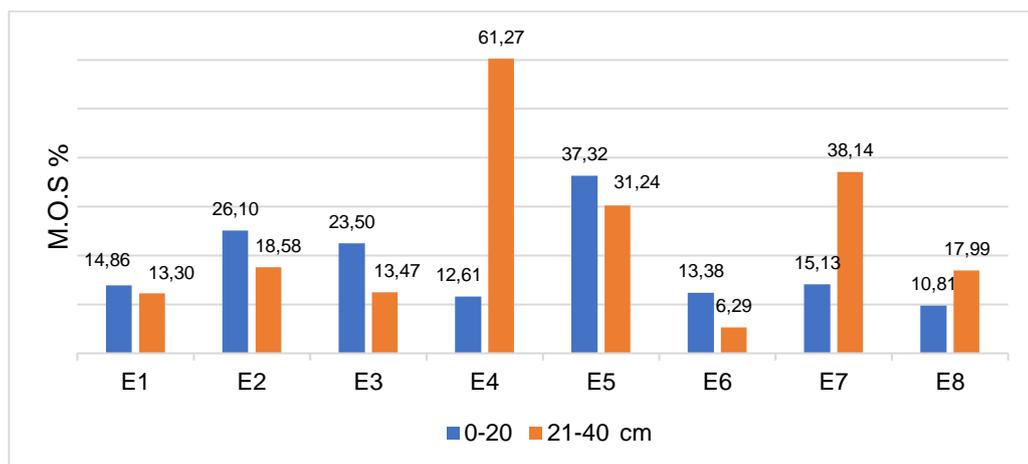
Para el nivel de materia orgánica, el promedio general de ambas zonas fue de 19,21% y 25,04%, siendo las muestras a mayor profundidad las que acumulan mayor nivel de materia orgánica. Evidentemente en la Figura 5, se puede constatar por cada estación que el nivel de materia orgánica es alto, dado que, existen porcentajes desde 10 a 37% en la primera (0-20 cm) y de 6 a 61% en la segunda (21-40 cm) de profundidad. El M.O.S., para la primera profundidad de 0 a 20 cm se detalla que la Estación 1, 2, 3, 5 y 6 es superior a la de la segunda profundidad, dado que, la Estación 4, 7 y 8 tienen valores menores, por lo tanto, se especifica que los valores obtenidos en la segunda profundidad de 21-40 cm son menores solo con excepción de la Estación 4, 7 y 8 que tienen valores inferiores con una diferencia del 48, 23 y 7% respectivamente (Figura 6).

Se hace énfasis en la Estación 4 tiene un 61,27%, de la misma forma se visualiza la Estación 7 con un 38,14% y la Estación 8 con un 17,99%, lo cual indica que existe una mayor acumulación de materia orgánica a esa

profundidad independientemente de los organismos presentes que fueron observados en cada una de estas estaciones, en efecto en las 5 estaciones restantes (E1, E2, E3, E5, E6) se determina que existe un mayor nivel de materia orgánica en la primera profundidad, cabe recalcar que en la primera profundidad es en donde se observaron bajo el muestreo correspondiente a los macroinvertebrados identificados.

Figura 6

Nivel de materia orgánica del suelo.



Nota. Nivel de materia orgánica por cada estación y a diferentes profundidades (0- 20cm y 21-40cm).

En cuanto a la granulometría; como se conoce a través de la distribución de tamaño de partículas en un suelo, se determina la clasificación de suelo.

A través del análisis granulométrico del área de estudio se obtuvo la clasificación siguiente (Tabla 5):

Tabla 5

Clasificación de las partículas de suelo en base a la granulometría.

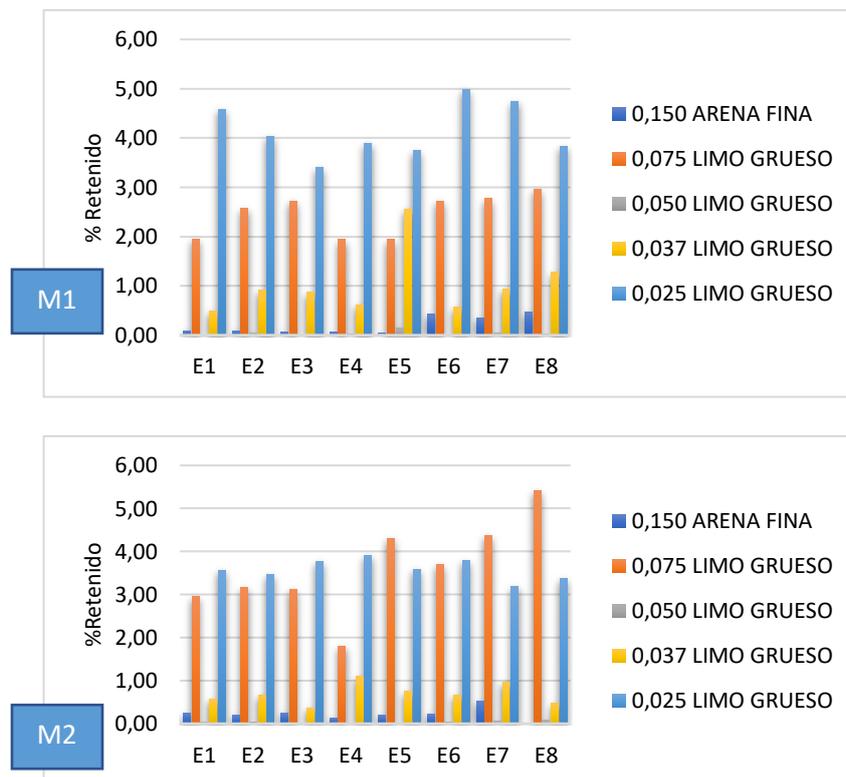
Tamaño de partícula (muestra, mm)	Clasificación general (mm)	Clasificación específica
0,150	Arenas finas (0,075- 4,75)	Arena fina
0,075	Limo (0,002- 0,075)	Limo grueso
0,050		
0,037		
0,025		

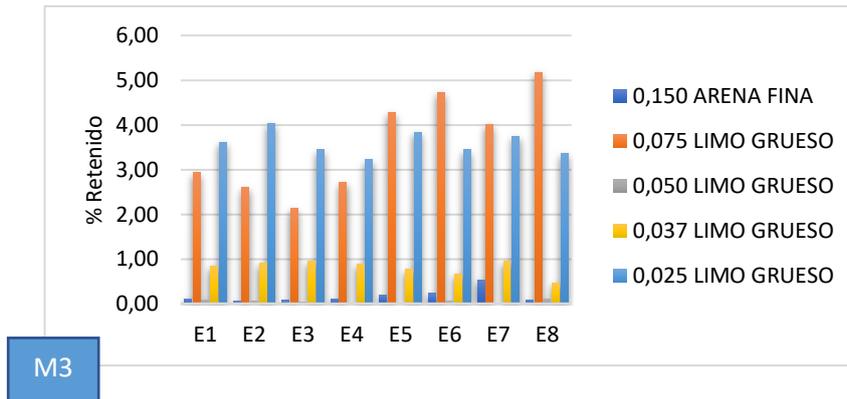
Para todas las estaciones se obtuvieron partículas de tamaño de 0,025 a 0,150mm, por lo tanto, se determinó que el suelo que poseen las estaciones de *R. mangle* y *A. germinans* es Limoso arenoso, puesto que, existe mayor proporción de limo con arena fina, caso contrario sería arena limosa. El limo grueso es predominante ante la presencia de arena fina para la profundidad de 0-20cm (Figura 7) del suelo. En base a las muestras analizadas correspondiente a cada profundidad, en alguno de los casos por cada estación se evidencia el tipo de suelo con respecto al tamaño de partícula que predomina, sin embargo, al sumar los valores retenidos pertenecientes

al rango correspondiente de suelo, se determina que el suelo es Limoso arenoso para todas estaciones.

Figura 7

Granulometría a una profundidad de 0-20cm.



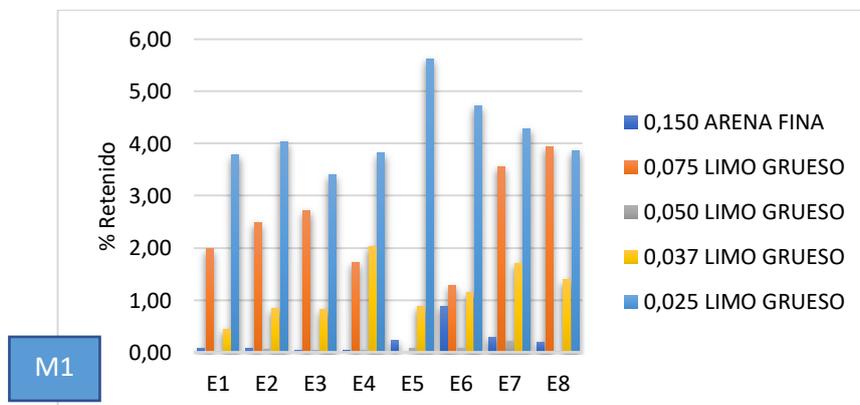


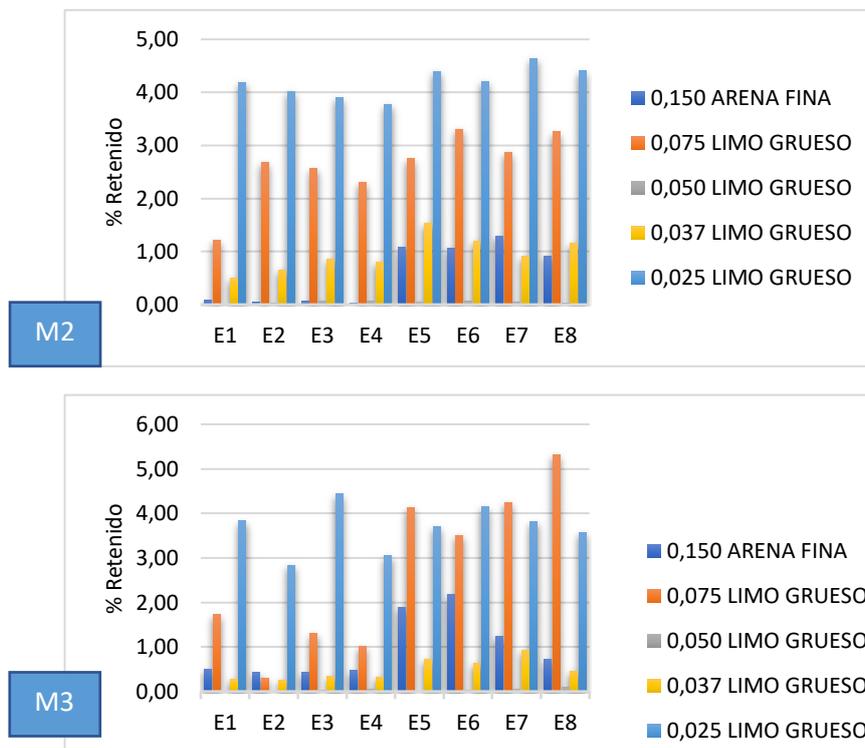
Nota. Datos obtenidos de tres muestreos, el rectángulo de color azul con la letra M y su respectiva numeración representa la muestra analizada (Muestra 1, Muestra 2, Muestra 3).

En la Figura 8, a una profundidad de 21-40cm de suelo, el limo grueso es predominante ante la arena fina. Asimismo, en ciertas muestras por estación existió una variación del tamaño de partículas, sin embargo, establece que también a esta profundidad el suelo es limoso arenoso.

Figura 8

Granulometría a una profundidad de 21-40 cm.





Nota. Datos obtenidos en base a tres muestreos, el rectángulo de color azul con la letra M y su respectiva numeración representa la muestra analizada (Muestra 1, Muestra 2, Muestra 3).

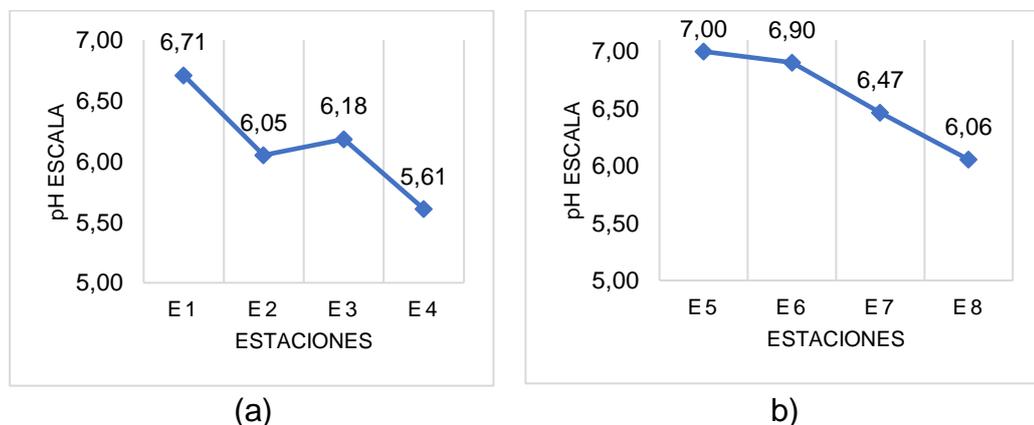
9.2.2 Agua

Asimismo, se recolectó muestras para el análisis de variación espacio-temporal del pH, salinidad y temperatura del agua. En la Figura 9 se muestra que el pH promedio de agua para todas las estaciones, sin embargo, se encuentra dividido en dos, que indican las dos zonas, la Figura 9 (a) comprende las Estaciones 1, 2, 3, y 4, las mismas que en promedio son consideradas ácidas; mientras tanto en la Figura 9 (b) detalla las Estaciones 6, 7, y 8 presentando un potencial de hidrógeno ácido, al igual que las demás estaciones. Sin embargo, la Estación 5 tiene la

particularidad que en promedio es neutra con una escala de 7. La Estación 1 y 5 tienen un patrón de inicio siendo casi neutro y neutro correspondientemente; asimismo las demás estaciones E2, E3, E4 y E6, E7, E8 son similares ya que siguen un patrón descendiente (Figura 9).

Figura 9

Escala de pH promedio del agua.



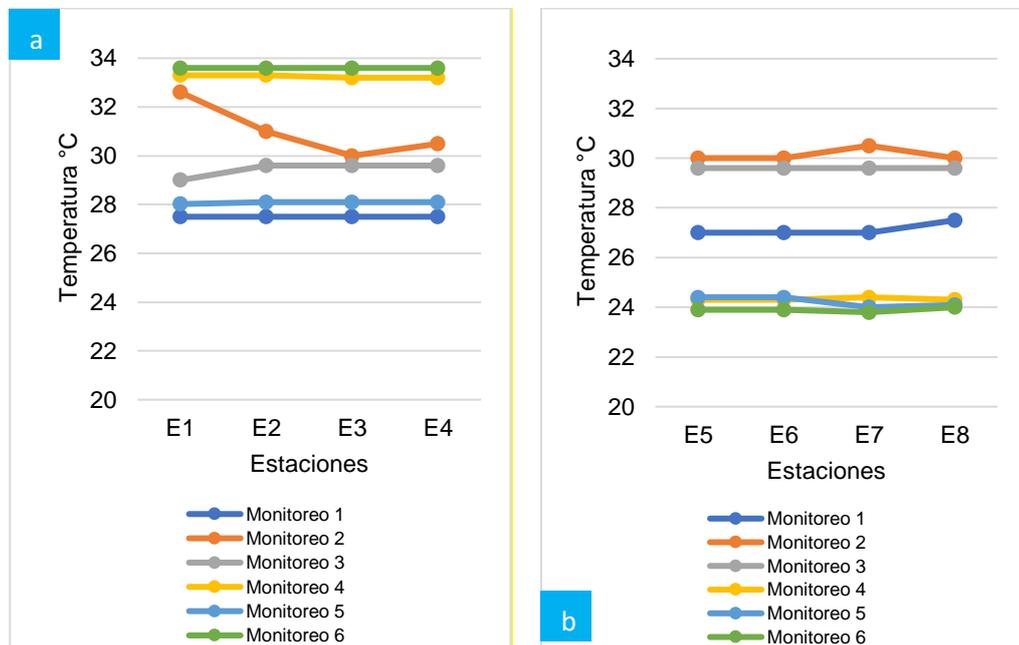
Nota. a. Estaciones 1-4, y b. Estaciones 5-8.

La temperatura de agua en promedio estuvo en un rango de 26,53°C a 30,67°C en general, se recalca que en lapso de estudio el clima es cálido, por lo tanto, específicamente para los seis monitoreos comprendidos, los Monitoreos 1, 2, y 3 se observa que tuvieron una temperatura casi constante aproximadamente entre 26°C y 32°C, en cambio los Monitoreos 4 y 6 desde la primera zona donde se encuentran la Estación 1-4 (Figura

10 a) se registró una temperatura entre 33°C a 34°C, mientras que la segunda zona, la Estación 5-8 (Figura 10 b) descendió entre los 23°C y 24°C. El monitoreo 5 asimismo para la primera zona mantuvo una temperatura casi constante de 28°C descendiendo a partir de la segunda zona a los 23°C.

Figura 10

Temperatura del agua.



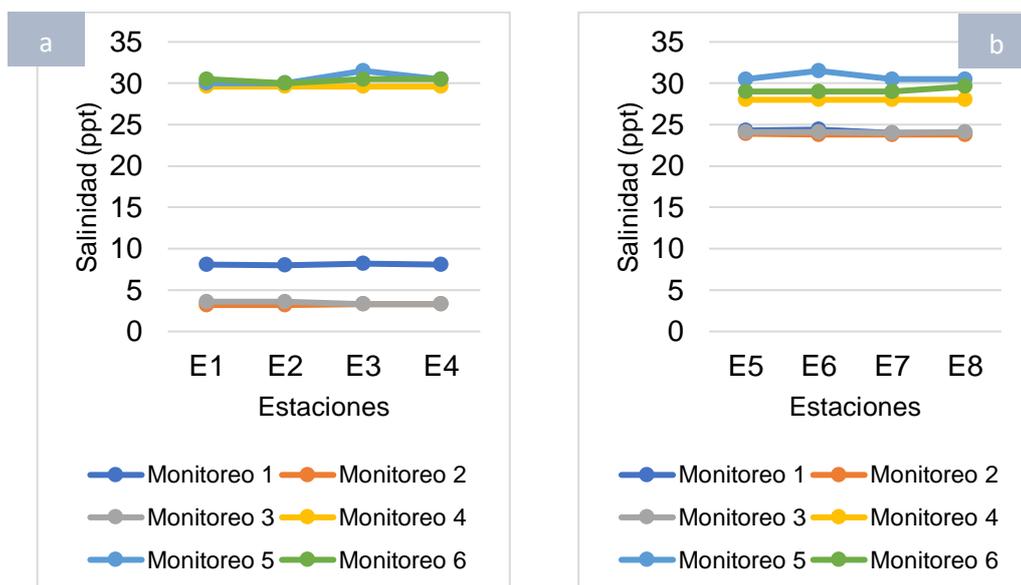
Nota. (a) Estaciones 1-4, y (b) Estaciones 5-8.

Con relación a la salinidad del agua en la zona manglar precisamente las estaciones presentaron un rango de 3 a 30 ppt. El Monitoreo 1,2, y 3,

presentan una constante baja desde la Estación 1 a 4 (Figura 11 a), luego esta tiende a ascender a partir de la Estación 5 a la 8 (Figura 11 b) también manteniendo una constante, mantuvieron aproximadamente un rango de salinidad de 3 a 24 ppt. Mientras que, los Monitoreos de 4,5, y 6 presentaron una constante alta en todas las estaciones (Estación 1 a 8) en un rango de 28 a 30 ppt a diferencia de los otros monitoreos.

Figura 11

Salinidad del agua.



Nota. (a) Estaciones 1-4, y (b) Estaciones 5-8.

Para el suelo y agua, a través de Shapiro-Willk se obtuvo la no normalidad de los datos recopilados, por ende, se necesitó el uso de una prueba no

paramétrica de Kruskal Wallis, el mismo que corroboró las diferencias existentes a nivel estadístico (Anexo 15). Para las variables de agua se consideró el pH presentando el valor de p 0.902, temperatura p 0.026 y salinidad p 1,664E-07, sin embargo, al ser factores ambientales para el pH no existe diferencia significativa, en cambio para la temperatura y salinidad estadísticamente presenta una diferencia significativa.

Para el suelo se consideró el pH con el valor p de 0.88, la materia orgánica a una profundidad de 0-20cm con 0.48 y a 0-20cm profundidad con p de 0.37, lo cual indica que no existe una diferencia significativa. Considerándose que los datos analizados estadísticamente son de variables ambientales, por lo tanto, en estos sistemas naturales algunos son constantes alternados creando un equilibrio ecológico.

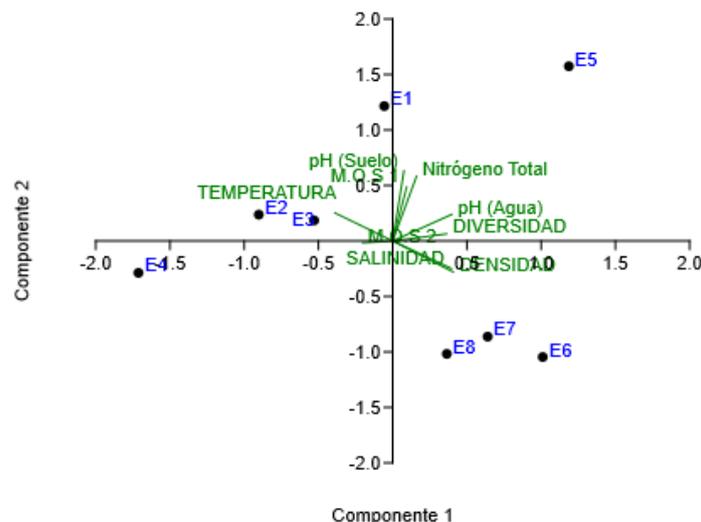
9.3 Relación de la diversidad y densidad de los macroinvertebrados asociados a los dos tipos de mangle con los parámetros físico-químicos.

En la Figura 12, se encuentra la relación de las variables ambientales y biológicas a través de la correlación del análisis de componentes principales, en donde, se determinó que para la E1 y E5 se encuentran separadas entre sí y de las demás estaciones, por tanto, tienden a ser diferentes; la E2 y E3, están casi juntas entre sí siendo estas similares; la

E4 se encuentra en el componente negativo, el cual indica que presenta características particulares; la E6, E7, y E8 también se encuentran juntas por lo que indica que son similares. Por lo consiguiente, se destaca que la E1, E4, y E5 se presentan alejadas indicando que puede ser que las condiciones de las variables evaluadas sean distintas; por el contrario, la E2, E3, E6, E7, y E8, se encuentran relacionadas sugiriendo que las variables pueden ser similares. Si se separan por zonas, ambas presentan estaciones con particularidades únicas, con similitudes y otras levemente distintas.

Figura 12

Análisis de componentes principales

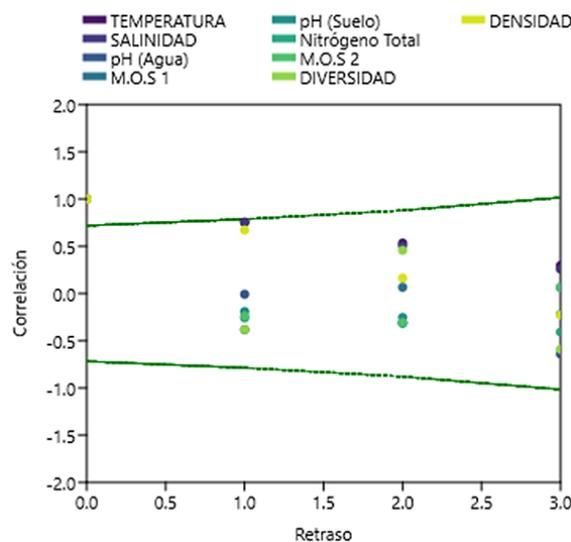


Nota. Se utilizó los datos de las variables ambientales (temperatura, salinidad, pH (agua y suelo), nitrógeno total, Materia orgánica (ambas profundidades) y las variables biológicas (diversidad y densidad).

Para una mayor interpretación a través del análisis de correlación de Spearman, en la Figura 13 se observa que, al relacionarse la Temperatura detalla una correlación positiva aproximada al 1; Salinidad está cerca del cero siendo positiva la correlación; pH (agua y Suelo) presentaron una correlación dispersa; Nitrógeno total presenta una relación negativa; Materia orgánica (ambas profundidades) también presenta una correlación variada; la Diversidad y Densidad indican cierta variación en relación con las variables ambientales de estudio.

Figura 13

Análisis de correlación de Spearman



Nota. Se utilizó los datos de las variables ambientales (temperatura, salinidad, pH (agua y suelo), nitrógeno total, Materia orgánica (ambas profundidades) y las variables biológicas (diversidad y densidad).

10 DISCUSIÓN

Considerando la zona geográfica del área de estudio, en la comuna Palmar se han realizado varias investigaciones relacionadas directamente con el manglar. En un estudio realizado por Solano Vera (2015), se identificó 19 especies, encontrando tres clases de macroinvertebrados (Malacostraca, Bivalvia y Gasterópoda) en el manglar de Palmar, con una diversidad media de 1.6 bits, mientras que en el actual estudio en relación a la diversidad de las especies se identificaron un total de 21 especies de macroinvertebrados de las clases Gasterópoda, Malacostraca, Bivalvia y Thecostraca, donde se obtuvo 1,40 y 1,98 bits indicando diversidad media también. Además, comparten cinco especies en común, *Tagelus affinis*, *Clibanarius lineatus*, *Goniopsis pulchra*, *Callinectes arcuatus*, *Panopeus purpureus*, estas mismas especies son las que se observan en el área de estudio coincidiendo con esta investigación. Se observa que, aunque se hayan identificado más especies en el estudio actual, la diversidad media sigue siendo similar, además la presencia de especies comunes en ambos sitios indica que ciertos componentes de la biodiversidad de macroinvertebrados pueden ser consistentes en diferentes manglares de la región. Situación que pueden indicar que, a pesar de observarse alteraciones en el ambiente, esas no parecen afectar a los organismos o que estos ya se han adaptado a este tipo de alteraciones.

Guerrero & Ponguillo, (2022) en su trabajo realizado en la provincia del Guayas sobre macroinvertebrados en el manglar de la parroquia El Morro, establecieron la presencia de otra clase de macroinvertebrados, es decir, a diferencia del estudio de Solano Vera (2015), se suma la clase Polyplacophora, con una diversidad de 1.8 bits, lo que indica que registraron una diversidad media, en donde, identificaron 25 especies las mismas que se encontraron divididas en la clase Gasterópoda (47%), Malacostraca (46,22%) y Bivalvia (6,38) este caso coincide con las clases halladas en la presente investigación, dado que, al haberse identificado 21 especies estas también fueron distribuidas para las siguientes clases predominantes: Clase Gasterópoda (58%), Malacostraca (29%), Bivalvia (9%) y Thecostraca (4%).

En otro estudio realizado en la Comuna Palmar por Del Pezo Quirumbay & Zambrano Asencio, (2022) registraron una diversidad media de 2,34 bits, se identificaron 19 especies siendo la clase Malacostraca (45%) con mayor número de especies, seguido por la Bivalvia (21%) y Gasterópoda (34%), coincidiendo con este estudio la diversidad media, por ende, se sugiere que los manglares de esta región, aunque exista variación de números de especies y en proporciones específicas, muestran patrones similares de biodiversidad debido a las condiciones ecológicas comparables y a las propiedades que presentan los manglares.

Pozo Pozo, (2023), manifestó en su estudio general de composición florística del manglar de Jambelí que este suelo es Franco, dado que, específicamente en la zona de manglar relacionado con *Avicennia germinans* y *Rhizophora mangle* detalla que existe una composición del 44%, 48%, y 8% de arena, limo y arcilla respectivamente, sin embargo, a través de la granulometría se detalla los tamaños de las partículas que corresponden, siendo estas de 0.150 mm, 0.075 mm, 0.050 mm, 0.037 mm, 0.025 mm dando como de los valores retenidos pertenecientes al rango correspondiente de suelo, se determina que el suelo es Limoso arenoso para todas estaciones, ya que, existió mayor presencia de Limo grueso que de arena fina. En efecto, se sugiere que la combinación del suelo, la influencia de la vegetación y los resultados de granulometría logran determinar que el suelo del Manglar de Jambelí es Franco y limoso arenoso, proporcionando un ambiente favorable para la biodiversidad presente.

Intagri, (2016), detalla en su artículo que al presentarse una variación espacio-temporal anaeróbicos favorecidos por las plantas, las mismas que pueden absorber más amonio NH_4^+ que, nitrato NO_3^- , sin embargo, la ausencia de oxígeno hace que afecte a la velocidad de descomposición de materia orgánica y a su vez al nitrógeno que se encuentra fijado, (Orchardson, 2020) menciona que, este puede ser producto de la

combinación de factores naturales y humanos, afectando directamente parte del ciclo del nitrógeno en el suelo. Durante el actual estudio los valores de nitrógeno total fueron bajos, dado que, se obtuvo 0,06% y 0,02 % para ambas zonas, lo cual permite conocer las condiciones del suelo en el que se encuentran los organismos. Por lo tanto, los valores mencionados sugieren que este suelo no es favorable para la acumulación de nitrógeno afectando la disponibilidad de nutrientes, es posible que se deba a una baja fertilidad, influencia antropogénica u otros factores, ya que, el nivel de materia orgánica si es alta para ambas zonas, por tanto, se debe analizar si las condiciones del mismo, están asociadas a otras influencias externas no consideradas en este estudio. Ramírez-Fuentes & Trujillo Tapia (2015), mencionan que diferencias en cuanto a contenido de nitrógeno del suelo del manglar pueden deberse a niveles de cobertura de la vegetación, sin embargo, en esta investigación ambas zonas de estudio son densas, por tanto, sugiero a que se debe también a otros factores.

En referencia al pH del suelo y materia orgánica Lara-Domínguez et al., (2022), señalan que según los diferentes horizontes del suelo se puede presentar un suelo ácido de 5.4 o hasta valores neutros de 7.4 de pH, mientras que en este estudio dio 5.4 y 5.2, valores que coinciden, estando dentro del rango que establece en su investigación. Asimismo, Lara-Domínguez agrega que a una profundidad de 30 cm pudo obtener

aproximadamente 12% de M.O.S. Durante el actual estudio a una profundidad de 0-20 cm fue de 19,21% y 25,04% para 21-40 cm, lo cual indica que también existe nivel alto de materia orgánica, significándose esto como un aporte positivo para la correspondiente funcionalidad de procesos ecológicos y biogeoquímicos del ecosistema.

Algunas especies son más sensibles a ciertos niveles de contaminantes o condiciones específicas del agua (Gamboa et al., 2008), por lo tanto, conocer las condiciones tanto del pH, temperatura y salinidad pueden variar. Se recalca que los macroinvertebrados están adaptados a vivir en aguas salobres o saladas; el potencial de hidrógeno para el agua fue de 6.1 a 6.6 los mismos que están próximos a coincidir en el rango que estableció Guerrero & Ponguillo en el 2022, ya que, su registro fue entre 6,4- 7,6 en la escala. Sin embargo, en caso de presentarse un descenso del pH, produciéndose una acidificación significativa podría existir una debilitación estructural del ecosistema alterando la estabilidad de los organismos (National Research Council, 2010).

Durante el período en el que fue ejecutada esta investigación (febrero-abril) la temperatura se mantuvo en un rango de 26,53°C a 30,67°C, lo cual coincide con la temperatura de la región, ya que, para estos meses las

temperaturas tienden a ser más cálidas, coincidiendo con una mínima diferencia con Gonzabay Cabrera, (2008), dado que, este autor presentó una temperatura en un rango de 22°C y 30° entre enero y abril en el manglar de Palmar en el año 2008; diferencias probablemente asociadas a los cambios climáticos que se han venido presentando en los últimos años, lo cual se recomendaría para próximos estudios. En referencia a la salinidad tanto Gonzabay, y Guerreo & Ponguillo, en el 2008 y 2022 respectivamente registraron un rango de salinidad de 33-56 y 27-34 ppt en el manglar de Palmar y el Morro respectivamente, mientras que en la zona de estudio se presentó un rango de 17,40-26,80 ppt, por lo que, se establece que las zonas monitoreadas en el período de investigación registran menor salinidad a diferencia de otros ecosistemas manglares. Estas condiciones relacionadas a la presencia de organismos parecen indicar la adaptabilidad que tienen estos a distintas condiciones ambientales. En referencia a la diferencia de salinidad es probable que esta se deba a varios factores como distancia al mar, aportes de agua dulce, topografía, precipitación como procesos naturales o a la presencia de infraestructuras y en general actividades de origen antrópico que puedan estar afectando las condiciones ambientales; no obstante, esto no fue parte de la actual investigación por lo que se dejará la discusión abierta.

La disponibilidad de hábitats adecuados puede influir en la diversidad y densidad de las especies presentes, asociados a los factores ambientales, pueden variar según el tipo de cuerpo de agua y la región geográfica, el estudio de estos factores es fundamental para comprender y conservar los macroinvertebrados como lo destacan Villamarín Flores (2012). Al analizar la correlación directamente entre los factores biológicos y ambientales en este estudio se observó una correlación positiva entre los macroinvertebrados y las variables ambientales, Solano Vera (2015) especificó en su estudio que también existió una correlación positiva entre los organismos de macroinvertebrados y factores ambientales. Lo cual indica que la disponibilidad de hábitats adecuados y los factores ambientales cumplen un rol fundamental en la diversidad y densidad de los organismos de macroinvertebrados, al detallar una correlación positiva se sugiere que los macroinvertebrados dependen en gran medida de las condiciones del entorno. Las correlaciones presentadas tanto similitudes y diferencias sugieren que entre las estaciones las condiciones ambientales podrían estar asociadas con la variabilidad presentadas. Sin embargo, para afirmar respectivamente la correlación de las variables sugiere que si se influencia la densidad y diversidad por los factores ambientales y que estas pueden fluctuar en base al tiempo (Nguyen et al., 2023).

El *Rhizophora mangle* se describe que tiene una ventaja adaptativa ante efectos del cambio climático, es decir, ante el aumento del nivel medio del mar y es capaz de colonizar áreas que se encuentran en constantes inundaciones o con influencias de mareas, por lo tanto, significa que puede obtener nutrientes necesarios y de diferentes fuentes a diferencia de otras plantas (Salas Rabaza, 2019). En el *R. mangle*, se determinaron 17 especies de macroinvertebrados según un estudio realizado por Sisquiarco Torreglosa (2023), en la Ensenada de Rio Negro en Colombia, mientras que en esta investigación fueron 6 especies asociadas a esta especie. Gonzabay Cabrera (2008) registró 5 especies pertenecientes al género *Uca*, ejemplares asociados al *Rhizophora mangle*, de la zona de Palmar, mientras que, en el monitoreo realizado en esta zona solo 1 especie de este género se presentó. La abundancia y diversidad de organismos entre zonas de manglar puede variar significativamente, incluso si aparentan tener condiciones similares. Esto se debe a una compleja interacción de factores que influyen en la capacidad de carga del ecosistema y la supervivencia de las diferentes especies, como la salinidad, disponibilidad de nutrientes, oxígeno, edad del manglar, conectividad con otros ecosistemas (Camacho-Rico et al., 2021; López-Rosas et al., 2021). Por lo tanto, se sugiere que la presencia o ausencia y diversidad de los organismos dependerán de las condiciones y propiedades ambientales directamente del área.

En relación con el *Avicennia germinans*, no se puede afirmar que albergue más especies que el *Rhizophora mangle*, ya que, ambas especies de mangle tienen características y roles importantes en los ecosistemas costeros. Cada una tiene adaptaciones únicas que contribuyen a la biodiversidad y a los servicios ecosistémicos de los manglares, a través de la estabilización la costa, ejerce protección contra las oleajes y mareas, atrapan desechos, sirven como hábitats de alimentación y reproducción para una gran variedad de vida marina y avifauna (CONABIO, 2021). Sin embargo, esta investigación buscó establecer la relación entre las dos especies de mangle de estudio y las especies de macroinvertebrados que se asocian. Para la *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* se estableció la observación de 6 y 19 especies asociadas respectivamente. Se asume que esto se debe a la estructura del hábitat, las raíces y la posición del manglar, en cuanto a la *Rhizophora mangle*, se asume que al presentar raíces aéreas y crecer en áreas inundadas proporcionan hábitats específicos para ciertas especies, por lo que sus raíces pueden limitar la asociación de macroinvertebrados. En cambio, para el *Avicennia germinans* sus neumatóforos pueden ser más favorables para una mayor diversidad, en el registro de datos la salinidad presentó una alta concentración con relación a esta especie de mangle, mientras que las demás variables no presentaron diferencia significativa, en efecto se evidencia que la mayor interacción ecológica existente. La mayor diversidad de macroinvertebrados observada en asociación con *Avicennia*

germinans se asume que se da en base a la capacidad para ofrecer entornos más complejos y estables, lo cual permite la coexistencia de una mayor variedad de macroinvertebrados. Quevedo Pinos et al. (2022) en su estudio sobre diferencias eco fisiológicas entre *Avicenia germinans* y *Rizophora harrisonii*, Leechm, presentan diferencias en sus niveles de clorofila y proteínas, situación que puede traducirse en una diferencia de sus aportes y por lo tanto la asociación de macroinvertebrados a estas especies de mangle.

CONCLUSIONES

Las clases de macroinvertebrados registrados durante el actual estudio en base a su abundancia fueron la clase Bivalvia, seguido de la Malacostraca, Gasterópoda y Thecostraca. Se resalta que la zona de *A. germinans* presentó una mayor diversidad de organismos, que la que presentó *Rhizophora mangle*. A su vez en la zona de *R. mangle* existió una menor densidad que la de *A. germinans*.

Para la zona de *R. mangle* las especies más abundantes para el periodo de estudio fueron *Panopeus purpureus*, *Tagelus affinis* y *Goniopsis pulchra*, mientras que para la zona de *A. germinans* *Leukoma asperrima*, *Tagelus affinis* y *Clibanarius lineatus*, evidenciándose que comparten especies de macroinvertebrados representativas en ambas zonas.

Se estableció un mayor nivel de materia orgánica para la zona de *A. germinans*, donde se registró la mayor presencia de individuos, y estos al ser descomponedores y al reciclar los nutrientes producen más actividad estableciendo de esta forma el nivel de materia orgánica registrada. Ambas zonas registran valores normales de pH, lo cual determinan un suelo ácido.

El nitrógeno total para ambas zonas es bajo indicando que este suelo tiene una baja acumulación de nitrógeno, probablemente debido a la influencia antropogénica u otros factores naturales que afectan directamente al ciclo del nitrógeno externas a este estudio.

Del mismo modo, se determinó que el suelo es limoso arenoso, dado que predominan partículas de limo grueso ante la arena fina, siendo este mismo suelo el que permite la sostenibilidad, retención de agua, disponibilidad de nutrientes, y la estabilidad estructural del mismo.

El agua en la escala de potencial de hidrógeno es ácida para todas las estaciones, lo cual es normal como producto de los procesos naturales del ecosistema, las temperaturas cálidas registradas durante todo el monitoreo se presentaron de forma óptima por motivo que son propias del periodo del año. Con respecto a la salinidad los valores detallados anteriormente son determinados normales en este tipo de ecosistema.

Se ha detectado una correlación positiva de las comunidades de macroinvertebrados, lo que indica una estrecha correlación entre las variables biológicas y ambientales en estas áreas de estudio. Esto permite concluir que la presencia de macroinvertebrados está influenciada por los factores ambientales, variando según la especie de mangle con la que se

asocian. De esta manera, se confirma la presencia y diversidad de macroinvertebrados en los manglares, considerando que esta relación puede presentar variaciones en el tiempo.

11 RECOMENDACIONES

- Realizar un inventario de la flora y fauna presente en el área de estudio, a largo plazo lo cual permitirá identificar especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.
- Realizar monitoreos de calidad del agua y de la presencia de metales pesados, dado que cerca de los puntos de monitoreados se encuentran plantas industriales.
- Evaluar las funciones ecosistémicas del manglar, determinando las diferentes actividades antropogénicas.

12 BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, H. A., & Clemente-Orta, G. (2023). Ecología del movimiento de artrópodos y el control biológico: desde el laboratorio hasta el paisaje. *Ecosistemas*. doi:<https://doi.org/10.7818/ECOS.2500>
- Aquae. (2022). ¿Qué es un manglar y para qué sirve?. *Fundación Aquae*. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/los-manglares-que-son-tipos-importancia/>
- Arnés Urgellés, C. (2017). Monitoreando macroinvertebrados en las Islas Encantadas. *Darwinfoundation.org*. <https://www.darwinfoundation.org/es/articulos-blog/129-monitoreando-macroinvertebrados-en-las-islas-encantadas>
- Arzola-González, J. F. & Flores-Campaña L. M. (2008). Alternativas para el aprovechamiento de los crustáceos Decápodos del estero el Verde Camacho, Sinaloa, México.
- Báez Polo, A. R. (2013). Manual de métodos de ecosistemas marinos y costeros con miras a establecer impactos ambientales: convenio para fortalecimiento de los métodos de investigación marina para actividades costa afuera por parte del sector de hidrocarburos. (S. Marta, & I. -A. ANH, Edits.) Obtenido de <http://cinto.invemar.org.co/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/8859b751-b39b-4d3d-9f59-976f362afc66/Manual%20de%20m%C3%A9todos%20de%20ecosistemas%20marinos%20y%20costeros%20con%20miras%20a%20establecer%20impactos%20ambientales%20convenio%20para%20fortalecimiento%20de%20los%20m%C3%A9todos%20de%20investigaci%C3%B3n%20marina%20para%20actividades%20costa%20afuera%20por%20parte%20del%20sector%20de%20hidrocarburos>

stemas%20marinos%20y%20costeros%20con%20miras%20a%20
establecer%20impactos%20ambientales?ticket=TICKET_667e01cd
449b49

Barraza, J.E. (2006). Identificación de moluscos marinos comestibles en el
Salvador

Camacho-Rico, Andrea, Herrera-Silveira, Jorge, Caamal-Sosa, Juan Pablo,
& Teutli-Hernández, Claudia. (2021). Influencia de la salinidad en el
almacén y flujos de carbono en manglares de franja de una zona
cárstica. *Madera y bosques*, 27(spe), e2742426. Epub 21 de febrero
de 2022. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2742426>

Cardenas, M., & Mair, J. M. (2014). Caracterización de macroinvertebrados
bentónicos de dos ramales estuarinos afectados por la actividad
industrial, Estero Salado-Ecuador. doi:10.21676/23897864.1439

Carrera Reyes, C., & Fierro Peralbo, K. (2001). Manual de monitoreo: los
macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del
agua. *EcoCiencia*. Quito. Obtenido de
<https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=56374#:~:text=Los%20macroinvertebrados%20acu%C3%A1ticos%20son%20bichos,%2C%20r%C3%ADos%2C%20lagos%20y%20lagunas.>

Carvajal Oses, M., Herrera Ulloa, Á., Valdés Rodríguez. B., & Campos
Rodríguez, Roel. (2019). Manglares y sus servicios ecosistémicos:

hacia un desarrollo sostenible. Obtenido de
<https://doi.org/10.15446/ga.v22n2.80639>

Celis, A., Rodríguez, G., & Álvarez, F. (2007). Los cirripedios torácicos (Crustacea) de aguas someras de Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78(2), 325-337.

Christensen, J. T. (1998). "Dieta en Littoraria". *Hidrobiología*. 378 : 235–236.
doi : 10.1023/A:1003226713667

Coan, E., & Valentich-Scott, P. (2012). Conchas bivalvas del oeste tropical de América. Moluscos bivalvos marinos desde Baja California hasta Perú.

CONABIO. (2016). Manglares/ Biodiversidad Mexicana. *Biodiversidad Mexicana*.
<https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares>

CONAFUR. (s.f.). *Avicennia germinans* (L.) L. Comisión Nacional Forestal, gob.mx. Obtenido de
<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/888Avicennia%20germinans.pdf>

Conchology. (2024). Hardy's Internet Guide to Marine Gastropods. *Conchology.be*.
<https://conchology.be/?t=263&family=CASSIDAE%20PHALIINAE&fullspecies=Semicassis%20centiquadrata&shellID=2786>

Constitución de la República del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador.

DecaNet eds. (2024). DecaNet. *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863. Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=442766>

DecaNet eds. (2024). DecaNet. *Clibanarius lineatus* (H. Milne Edwards, 1848). Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=367511>

DecaNet eds. (2024). DecaNet. *Goniopsis pulchra* (Lockington, 1877). Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=444459>

DecaNet eds. (2024). DecaNet. *Panopeus purpureus* Lockington, 1877. Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=443993>

DecaNet eds. (2024). DecaNet. *Uca insignis* (H. Milne Edwards, 1852). Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=126458>

4

Del Pezo Quirumbay, C. S., & Zambrano Asencio, M. E. (08 de Noviembre de 2022). Diversidad y abundancia de macroinvertebrados asociados al ecosistema de manglar de Palmar provincia de Santa

Elena. UPSE. Obtenido de
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8854>

Díaz Gaxiola, J. M., Rojo Martínez, G. E., & Martínez Ruiz, R. (2012). Biodiversidad de macroinvertebrados asociados al ecosistema de manglar de la bahía de O Topolobampo, Sinaloa, México. http://www.uaim.mx/Documentos/RECURSOS_NATURALES_Y_SISTEMAS_PRODUCTIVOS.pdf#page=33

Escobar Gutiérrez, A. F., & Montoya Moreno, Y. (2019). Los macroinvertebrados acuáticos y la calidad biológica del agua en una quebrada andina, Antioquia-Colombia. *Revista Politécnica*, 15(29), 65–81. <https://www.redalyc.org/journal/6078/607866916006/html/>

Félix Pico, E. F., Serviere Zaragoza, E., Riosmena Rodríguez, E., & León De La Luz, J. L. (2011). Los manglares de la península de Baja California (Primera ed.). (E. F. Félix Pico, E. Serviere Zaragoza, E. Riosmena Rodríguez, & J. L. León De La Luz, Edits.) México: Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Centro de Investigaciones Biológicas del Noreoeste, S.C. y Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Femorale. (2024). *Odostomia ata* Bartsch, 1926. Femorale.com.

Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E., & Niem, V. H. (1995). Guía FAO para la identificación de especies para los

fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Plantas e invertebrados, I.

Galapagos Species Database, *Callinectes arcuatus*, dataZone. Charles Darwin Foundation, <https://datazone.darwinfoundation.org/es/checklist/?species=8499>.

Gamboa, M., Reyes, R., & Arrivillaga, J. (2008). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 48(2), 109-120. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482008000200001

García-Cubas, A., & Reguero, M. (2004). Catálogo ilustrado de moluscos gasterópodos del Golfo de México y Mar Caribe. Universidad Nacional Autónoma de México. 168 pp.

García-Guerrero, M. U., Becerril-Morales, F., Vega-Villasante, F., & Espinosa-Chaurand, L. (2013). Los langostinos del género *Macrobrachium* con importancia económica y pesquera en América Latina: conocimiento actual, rol ecológico y conservación. *Latin american journal of aquatic research*, 41(4). doi: <https://dx.doi.org/103856/vol41-issue4-fulltext-3>

García Padilla, J. M., & Palacio, J. (2008). Macroinvertebrados asociados a las raíces sumergidas del Mangle Rojo (*Rhizophora Mangle*) en las

bahías Turbo y El Uno, Golfo de Urabá (Caribe Colombiano).
Gestión y Ambiente, 11(3), 55-66.

Gilman, E. F., Watson, D. G., Klein, R. W., Koeser, A. K., Hilbert, D. R., & McLean, D. C. (2017). *Rhizophora mangle*: Red mangrove. UF/IFAS.edu. Obtenido de <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FP502>

GLOBE. (2005). Protocolo del pH del Suelo. GLOBE, 1-9. Obtenido de <https://www.globe.gov/documents/352961/17976624/Soil+pH+Protocol+es.pdf/>

Gonzabay Cabrera, C. A. (2008). Identificación de crustáceos y moluscos macroinvertebrados asociados al ecosistema manglar de la comuna Palmar. UPSE. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/835>

Gonzabay Malavé, E. J. (2020). Potencialidades del agroturismo en la comuna Jambelí, parroquia Colonche, cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, año 2019. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5492>

Google Earth. (2023). Obtenido de <https://earth.google.com/web/>

Granados Martínez, C., & Batista, A. (2017). Macroinvertebrados acuáticos. III. Fauna de Caño Cristales, Sierra de La Macarena, Meta, Colombia.
<http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/32939/558.pdf?se#page=48>

- Guerrero, K. E., & Ponguillo, V. M.(2022). Diversidad de macroinvertebrados asociados al ecosistema refugio de vida silvestre de la parroquia El Morro, Guayas, Ecuador, octubre 2021 – febrero 2022. *Upse.edu.ec*. <https://doi.org/UPSE-TBI-2022-0021>
- Guzmán-Sánchez, Y., Vargas-Solano, J. A., Arrieta-Sancho, A. L., Esquivel-Martín, E., Rojas-Ortega, G., & Villalobos-Chacón, L. (Enero- Junio de 2023). Caracterización del sustrato y el agua intersticial del manglar de Mata de Limón, Puntarenas, Costa Rica. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, XV. doi: <https://dx.doi.org/10.15359/revmar.15-1.1>
- Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58(Suppl. 4), 3-37. Obtenido de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800001&lng=en&tlng=es.
- Healey Dall, W., & Bartsch, P. (1909) Una monografía de moluscos piramidales de América occidental, Boletín del Museo Nacional de Estados Unidos 68, p. 228
- Hernández, L., Murugan, G., Ruiz-Campos, G., & Maeda-Martinez, A. (2007). Freshwater Shrimp Of The Genus *Macrobrachium* (Decapoda: Palaemonidae) From The Baja California Peninsula, Mexico. *Journal of crustacean biology*, 27(2), 351-369.

- Intagri. (2016). Formas Químicas de Absorción del Nitrógeno | Intagri S.C. Intagri.com. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/formas-quimicas-de-absorcion-del-nitrogeno>
- Izquierdo Bautista, J., & Arévalo Hernández, J. J. (10 de Agosto de 2021). Determinación del carbono orgánico por el método químico y por calcinación. *Revista Ingeniería y Región*, 20-28. doi: 10.25054/22161325.2527
- Keen, M. A. (1971). Conchas marinas del oeste tropical de América; Moluscos Marinos de Baja California al Perú. (Segunda ed.). Prensa de la Universidad de Stanford.
- Ladrera, R., Rieradevall, M., & Prat, N. (2013). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica. *Ikastorratza*. e-Revista de Didáctica 11. Obtenido de https://www.ehu.eus/ikastorratza/11_alea/macro.pdf
- Lara-Domínguez, A. L., Martínez García, Ma. D. C., Sáinz Hernández, E., & Vásquez Reyes, V. M. (2022). El suelo: historias bajo las raíces de los manglares. Inecol.mx. <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1718-el-suelo-historias-bajo-las-raices-de-los-manglares>
- Lárez-Rodríguez, L., Nava-Ferrer, M., Mendoza- Luzardo, J., Hernández-Pulgar, N., & Cabrera-Salas, L. (2023). Macrofauna bentónica

asociada a raíces de *Rhizophora mangle* en la Ciénaga de La Palmita, Sistema de Maracaibo, Venezuela. *Revista Ciencias Marinas Y Costeras*, 15(1), 53–74.
<https://www.redalyc.org/journal/6337/633775558004/html/>

Laurí, B., & Gibson, J. (2023). *Avicennia germinans*, Black Mangrove, Mangle Negro. SDNHM- Museo de Historia Natural de San Diego. Obtenido de <https://www.sdnhm.org/oceanoasis/fieldguide/avic-ger-sp.html>

León Montero, A. E. (2018). Distribución espacial de macroinvertebrados bentónicos en el intermareal rocoso de la Punta de San Lorenzo, Santa Elena, Ecuador. Ug.edu.ec; Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil.
<https://repositorio.ug.edu.ec/items/33914d8a-a6c0-42fd-839a-e803810a75a3>

López, B. (2006). Ecología de Manglares: biogeografía, estructura y zonación. *ResearchGate*.

López-Rosas, H., Espejel-González, V.E., & Moreno-Casasola, P. (2021) Variaciones espacio-temporales del nivel y salinidad del agua afectan la composición de especies del manglar-tular. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. Esp. I: e2674.
DOI:10.19136/era.a8n1.2674

MAATE. (2020). USD \$1.2 millones para la conservación del manglar se invertirán en Guayas y Santa Elena – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. Ambiente.gob.ec.
<https://www.ambiente.gob.ec/usd-1-2-millones-para-la-conservacion-del-manglar-se-invertiran-en-guayas-y-santa-elena/>

Mair, J., Mora Sánchez, E., Cruz Padilla, M. (2002). Manual de campo de los invertebrados bentónicos marinos. Moluscos, crustáceos y equinodermos de la zona litoral ecuatoriana. Universidad de Guayaquil y Heriot-Watt University.

Manoa.edu. (2024). Filo artrópodos. *Explorando nuestra tierra fluida*.
Obtenido de <https://manoa.hawaii.edu/exploringourfluidearth/biological/invertebrates/phylum-arthropoda>

Manoa.edu. (2024). Filo Moluscos. *Explorando Nuestra Tierra Fluida*.
Obtenido de <https://manoa.hawaii.edu/exploringourfluidearth/biological/invertebrates/phylum-mollusca>

MolluscaBase eds. (2024). MolluscaBase. *Architectonica nobilis* Röding, 1798. Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=181092>

MolluscaBase eds. (2024). MolluscaBase. *Cerithideopsis californica* (Haldeman, 1840). Accessed through: World Register of Marine

Species at:

<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=758597>

MolluscaBase eds. (2024). MolluscaBase. *Conus patricius* Hinds, 1843.

Accessed through: World Register of Marine Species at:

<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=428234>

MolluscaBase eds. (2024). MolluscaBase. *Crucibulum spinosum* (G. B.

Sowerby I, 1824). Accessed through: World Register of Marine

Species at:

<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=397064>

MolluscaBase eds. (2024). MolluscaBase. *Distorsio decussata*

(Valenciennes, 1832). Accessed through: World Register of Marine

Species at:

<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=476478>

MolluscaBase eds. (2024). MolluscaBase. *Hesperisternia shaskyi* (S. S.

Berry, 1959). Accessed through: World Register of Marine Species

at:

<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=491033>

MolluscaBase eds. (2024). MolluscaBase. *Leukoma asperrima* (G. B.

Sowerby I, 1835). Accessed through: World Register of Marine

Species at:

<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=507734>

MolluscaBase eds. (2024). MolluscaBase. *Littoraria variegata* (Souleyet, 1852). Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=446910>

MolluscaBase eds. (2024). MolluscaBase. *Odostomia ata* Bartsch, 1926. Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=575820>

MolluscaBase eds. (2024). MolluscaBase. *Odostomia subturrita* Dall & Bartsch, 1909. Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=575909>

MolluscaBase eds. (2024). MolluscaBase. *Stigmaulax elenae* (Récluz, 1844). Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=568340>

MolluscaBase eds. (2024). MolluscaBase. *Tagelus affinis* (C. B. Adams, 1852). Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=507358>

MolluscaBase eds. (2024). MolluscaBase. *Thaisella kiosquiformis* (Duclos, 1832). Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=574261>

Montero, O. (5 de Octubre de 2023). Adaptación de los seres vivos en los manglares. EsMiColombia.com. Obtenido de

<https://esmicolombia.com/hidrografia/adaptacion-seres-vivos-manglares/>

Mora, E. (1990). Catálogo de Bivalvos Marinos del Ecuador. Instituto Nacional de Pesca. Boletín Científico Técnico., X (1)

Moreira, Í., Oliveira, O., Triguís, J., Dos Santos, A., Queiroz, A., Martins, C., . . . Jesús, R. (1 de Noviembre de 2011). Fitorremediación utilizando *Rizophora mangle L.* en sedimentos de manglares contaminados por hidrocarburos totales persistentes de petróleo (TPH's). Revista microquímica. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0026265X11001251>

National Research Council. 2010. Ocean Acidification: A National Strategy to Meet the Challenges of a Changing Ocean. Washington, DC: *The National Academies Press*. <https://doi.org/10.17226/12904>.

Nguyen, H. H., Mundo, E. A., Haubrock, P. J., & Haase, P. (2023). Long-term trends in stream benthic macroinvertebrate communities are driven by chemicals. *Environmental Sciences Europe*, 35(1). <https://doi.org/10.1186/s12302-023-00820-6>

Nuñez, Julio C., & Fragoso-Castilla, Pedro J.. (2019). Uso de Macroinvertebrados Acuáticos como Bioindicadores de Contaminación del Agua de la Ciénaga Mata de Palma

(Colombia). *Información tecnológica*, 30(5), 319-330.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500319>

Orchardson, E. (2020, December 4). El nitrógeno en la agricultura. *CIMMYT*. <https://www.cimmyt.org/es/noticias/el-nitrogeno-en-la-agricultura/>

Paredes, Carlos, & Cardoso, Franz. (2007). La Familia Calyptraeidae en el Perú (Gastropoda: Caenogastropoda). *Revista Peruana de Biología*, 13(3), 177-184.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332007000100005&lng=es&tlng=es.

Paredes, Carlos, Cardoso, Franz, Baltazar, Paul, Altamirano, Katherine, & Carbajal, Patricia. (2011). Adiciones a los Gastropoda del mar peruano. *Revista Peruana de Biología*, 18(1), 13-18.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332011000100002&lng=es&tlng=es.

Pozo Pozo, G. A. (2023). Estructura y composición florística del manglar de Jambelí, provincia de Santa Elena- Ecuador. UPSE. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10125/1/UPSE-TBI-2023-0073.pdf>

Prat, N., Rios-Touma, B., Acosta, R., & Rieradevall, M. (2009). Capítulo 20: Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. *ResearchGate*. <https://www.researchgate.net/publication/255632705>

- Quijano- Tristancho, J. C. (2009). Macroinvertebrados asociados a las raíces del mangle rojo (*Rhizophora mangle*, Linnaeus 1753), en el complejo de ciénagas de la Bahía de Cispatá, Córdoba Caribe colombiano. *Utadeo.edu.co*. <http://hdl.handle.net/20.500.12010/1243>
- Ramírez-Fuentes, E., & Trujillo-Tapia, Ma. (2015). Nitrificación y mineralización del N en un suelo perturbado de manglar en la costa del Pacífico Sur, Oaxaca. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 2(3).
Obtenido de <http://www.reibci.org/publicados/2015/mayo/0600102.pdf>
- Ramírez García, A., & Pérez Munguía, R. M. (2014). Una mirada al mundo acuático de los macroinvertebrados. *Umich.mx*. Obtenido de <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/498-numero-56/962-una-mirada-al-mundo-acuatico-de-los-macroinvertebrados.html>
- Roldán-Pérez, Gabriel. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254-274. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.335>
- Ruiz, M., & López-Portillo, J. (2014). Variación espacio-temporal de la comunidad de macroinvertebrados epibiontes en las raíces del mangle rojo *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) en la laguna costera de La Mancha, Veracruz, México. *Biología Tropical*, 1309-

1330. Obtenido de
http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442014000400005&lng=en&tlng=es.

Salas Rabaza, J. A. (2019). Modulación del crecimiento inicial y la fisiología de *Rhizophora mangle* L. mediante cambios en el hidroperíodo. Centro de Investigación Científica de Yacatán, A.C. Obtenido de https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1574/1/P_CB_M_Tesis_2019_Julio_Salas_Rabaza.pdf

Silva, E. (2017). El manglar, un árbol aéreo. WWF. <https://www.wwf.org.ec/?unewsid=307672>

Sisquiarco Torreglosa, C. A. (2023). Estructura de la comunidad de macroinvertebrados asociados a las raíces sumergidas de Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*, Linnaeus 1752), en la Ensenada de Rionegro (Necoclí –Antioquia). Universidad de Antioquia. Obtenido de https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/34225/5/SisquiarcoCarlos_2023_EstructuraMacroinvertebradosManglar.pdf

Solano Vera, Y. M. (Julio de 2015). Estudio de la Biodiversidad de Macroinvertebrados Asociados al Ecosistema de Manglar de Palmar-Provincia de Santa Elena. UG. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/26622>

- Terneus, E., Racines, M. J., & Hernández, K. (12 de Abril de 2013). Evaluación Ecológica del Río Lliquino a Través de Macroinvertebrados Acuáticos, Pastaza – Ecuador. *Revista de ciencias*, 16, 31-45. doi:10.25100/rc
- TULSMA. (2017). Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente.
- UPSE. (2022). Biodiversidad y conservación de manglares en la provincia de Santa Elena. Vinculación.upse.edu.ec. https://vinculacion.upse.edu.ec/images/2022/PROYECTOS_DE_VINCULACION_2022/CIENCIAS_DEL_MAR/DVSOO6-BIO031-F-2022.pdf
- Villamarín Flores, C. P. (2012). Estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en ríos altoandinos del Ecuador y Perú. Diseño de un sistema de medida de la calidad del agua con índices multimétricos. *Universidad de Barcelona*. Obtenido de https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/83923/CPVF_TESIS.pdf
- Villota Lizarralde, D. C. (2014). Biodiversidad y abundancia de macroinvertebrados bentónicos de la zona intermareal en la reserva de producción faunística marino costera Puntilla de Santa Elena los

meses de noviembre 2013 hasta febrero 2014. UPSE.edu.ec.

Obtenido de <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/1475>

Washington Tryon, G. (1884). Manual de conchología vol. VIP. 17; 1884
(descrito como *Conus pyriformis*)

WoRMS (2024). *Megabalanus coccopoma* (Darwin, 1854). Accessed at:
<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=149682>

Yepéz Rendón, E. P. (2021). Análisis del estado de conservación de la
reserva ecológica manglares Cayapas Mataje (REMACAM).
PUCESE. Obtenido de
<https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/2423/1/TESIS-EMILY%20YEPEZ%20RENDON.pdf>

13 ANEXOS

Anexo 1 Registro de monitoreo de macroinvertebrados de cada estación.

	Monitoreo 1					Monitoreo 2					Monitoreo 3					Monitoreo 4					Monitoreo 5					Monitoreo 6					TOTAL																						
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	ET	E8	OTA	E1	E2	E3	E4	E5	E6	ET	E8	OTA	E1	E2	E3	E4	E5	E6	ET	E8	OTA	E1	E2	E3		E4	E5	E6	ET	E8	OTA	E1	E2	E3	E4	E5	E6	ET	E8	OTA	E1	E2	E3	E4	E5	E6	ET
<i>Loskonia asporina</i>	0	0	0	5	10	0	13	28	0	0	1	0	4	3	0	6	14	0	0	0	0	21	0	10	31	0	0	2	0	8	18	0	1	29	0	1	0	0	0	10	0	7	18	0	0	2	0	5	4	0	2	13	133
<i>Togatus affinis</i>	3	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	5	3	0	0	11	0	0	0	10	0	0	7	17	0	0	3	0	1	2	0	0	12	0	0	0	0	3	7	0	0	10	3	0	0	0	1	0	0	2	6	59
<i>Corbiculopsid s californica</i>	0	0	0	0	0	0	3	6	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	6	6	6	0	0	0	0	5	0	2	0	7	0	0	0	0	0	0	1	0	1	28
<i>Neopristionis stanskyi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2	7
<i>Stigmambus olsoni</i>	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
<i>Odostomia subaurita</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
<i>Littoraria variegata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
<i>Thaisella mozaquiformis</i>	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
<i>Odostomia ota</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
<i>Distoris discussata</i>	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
<i>Sanicassia contigudrata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
<i>Gones pecticus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2		
<i>Creabulum spinosum</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Architectonic s nobilis</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Panopaeus patagonicus</i>	1	1	3	1	1	0	0	7	3	3	0	0	0	0	0	6	1	3	5	2	0	0	0	11	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3	4	1	5	1	0	0	0	14	1	3	1	0	3	0	0	0	8	47	
<i>Gibbosartus psammophilus</i>	0	0	0	0	5	0	7	12	0	0	0	0	0	7	7	0	0	0	0	0	3	0	3	3	0	0	0	0	3	0	3	3	0	0	0	0	0	8	0	8	8	0	0	0	0	0	7	0	7	7	46		
<i>Callinectes arcuatus</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	5	3	0	8	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	5	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15		
<i>Goniopsis pulchra</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	2	0	2	0	0	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
<i>Megalobalanus coarctatus</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4	
<i>Uca insignis</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4	
<i>Macrobrachium ssp.</i>	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	

Organismos completos
 Cochas con organismos

Anexo 2 Macroinvertebrado perteneciente a la clase Holoturoidea.

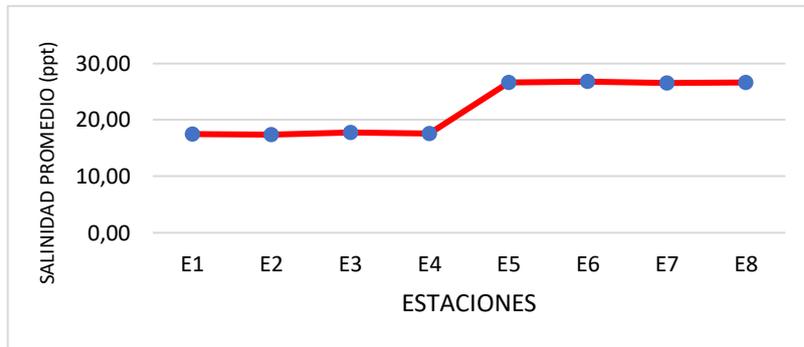


Anexo 5 Monitoreos realizados de agua (pH, S% y T°C)

pH (Agua)								
Estaciones/ Monitoreos	M1	M2	M3	M4	M5	M6	PROMEDIO	
E1	6,76	6,7	6,67	6,7	6,67	6,75	6,71	Ácido- neutro
E2	6,13	6,08	5,9	6,13	6,1	5,95	6,05	Ácido
E3	6,25	6,2	6,2	5,9	6,25	6,3	6,18	Ácido
E4	5,72	5	6	5,72	5	6,2	5,61	Ácido
E5	7,01	7,04	6,9	7	7,04	7	7,00	Neutro
E6	7,1	7,01	6,09	7,09	7	7,13	6,90	Ácido- neutro
E7	6,39	6,81	6,4	6,4	6,39	6,4	6,47	Ácido
E8	6,08	6,04	6,02	6,07	6,02	6,1	6,06	Ácido

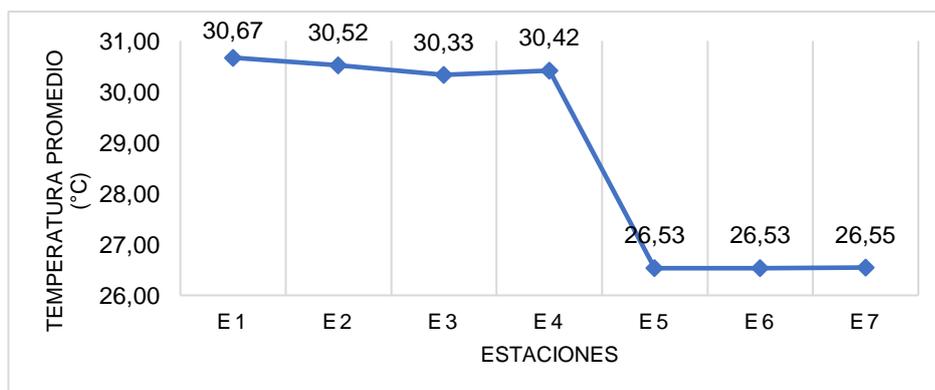
Salinidad (ppt)							
Estaciones/ monitoreo	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Promedio
E1	8,1	3,2	3,6	29,6	30	30,5	17,50
E2	8	3,2	3,6	29,6	30	30	17,40
E3	8,2	3,3	3,3	29,6	31,5	30,5	17,73
E4	8,1	3,3	3,3	29,6	30,5	30,5	17,55
E5	24,3	23,9	24,1	28	30,5	29	26,63

E6	24,4	23,8	24,1	28	31,5	29	26,80
E7	24	23,8	24	28	30,5	29	26,55
E8	24	23,8	24,1	28	30,5	29,6	26,67

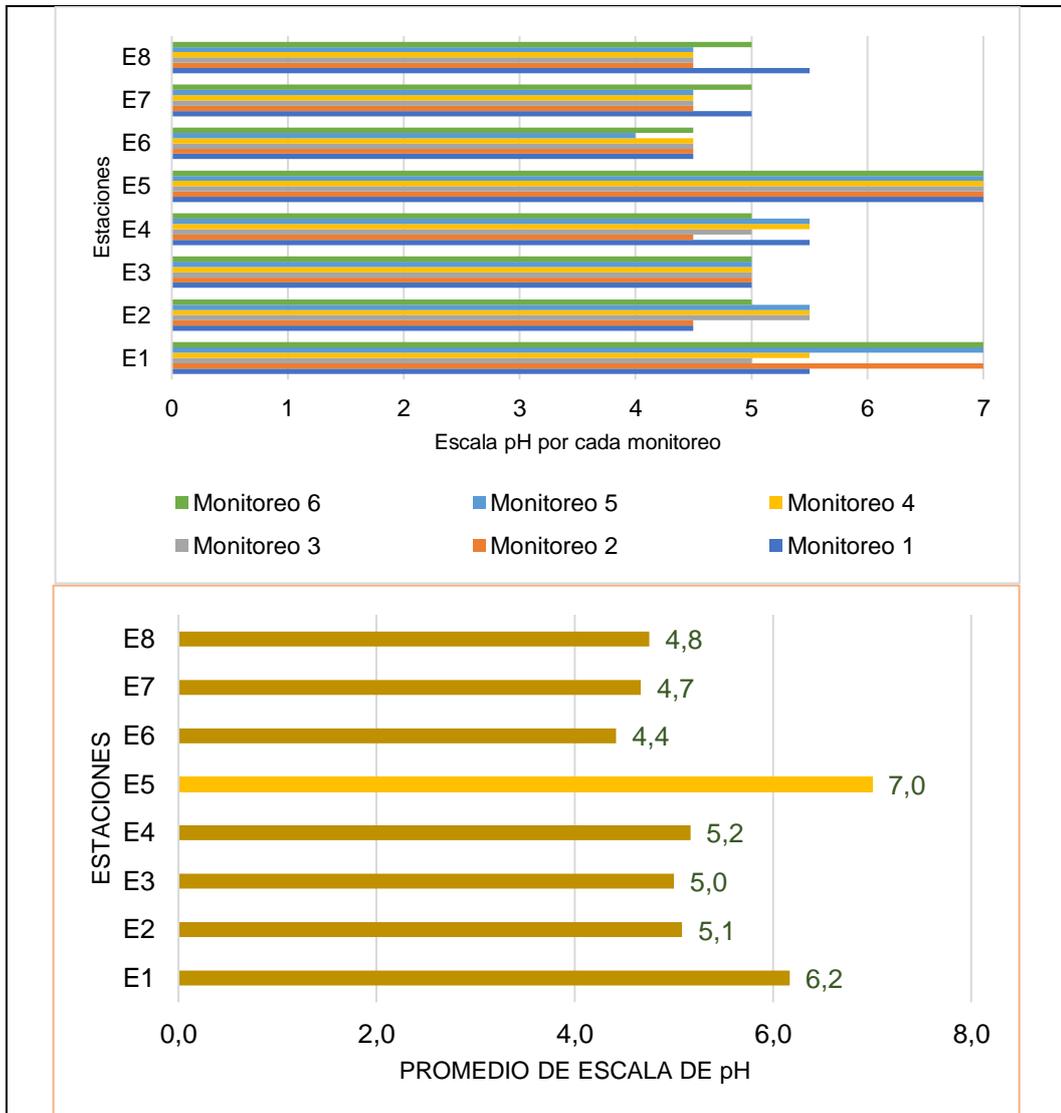


Temperatura °C

Estaciones/ monitoreo	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Promedio
E1	27,5	32,6	29	33,3	28,02	33,6	30,67
E2	27,5	31	29,6	33,3	28,1	33,6	30,52
E3	27,5	30	29,6	33,2	28,1	33,6	30,33
E4	27,5	30,5	29,6	33,2	28,1	33,6	30,42
E5	27	30	29,6	24,3	24,4	23,9	26,53
E6	27	30	29,6	24,3	24,4	23,9	26,53
E7	27	30,5	29,6	24,4	24	23,8	26,55
E8	27,5	30	29,6	24,3	24,1	24	26,58



Anexo 6 Potencial de Hidrógeno para el suelo.



Anexo 7 Materia orgánica por calcinación LOI.

Muestra 1	Profundidad(0-20)	Peso 105 C	Peso 360 C	Diferencia	Profundidad(20-40)	Peso 105 C	Peso 360 C	Diferencia	PROFUNDIDAD	0-20 cm	20-40 cm						
E1	35,84	40,84	40,47	4,83	40,382	4,4362	0,1338	36,25	41,25	40,89	4,83	40,953	4,5553	0,0141	% MOS	2,8398	1,6043
E2	36,36	41,36	41,05	4,65	39,6762	3,3162	1,3738	41,29	46,29	39,20	2,09	38,7360	2,4340	0,4040	% MOS	29,2911	19,3304
E3	36,86	40,86	40,33	4,47	39,5596	3,6396	0,7704	34,65	39,65	36,77	2,12	36,4434	1,7394	0,3206	% MOS	17,2349	15,1236
E4	36,33	41,33	41,17	4,84	40,7095	4,3795	0,4605	37,94	42,94	45,3	7,36	44,4365	6,5565	-1,4035	% MOS	9,5144	17,6319
E5	33,63	35,63	35,28	4,53	34,4061	3,7761	0,6533	36,09	41,09	40,8	4,02	40,9395	4,5165	0,4395	% MOS	18,4268	12,2337
E6	20,63	35,63	35,43	4,80	35,0646	4,4346	0,3652	32,38	37,38	35,66	3,28	35,5444	3,1644	-0,1156	% MOS	7,6093	3,5243
E7	20,82	25,82	25,36	4,54	24,4072	3,5072	0,9528	41,22	46,22	45,71	4,43	44,2414	3,0214	1,4686	% MOS	20,3676	32,70824
E8	32,77	37,77	34,55	1,78	34,3217	1,5517	0,2283	20,72	25,72	25,53	4,81	24,7480	4,0280	-0,7820	% MOS	12,82584	16,25760
Muestra 2																	
E1	36,09	41,09	39,52	3,43	40,1823	4,1023	0,6723	35,55	40,55	39,94	4,33	40,6806	5,1306	0,7406	% MOS	15,60058	16,87016
E2	32,37	37,37	36,13	3,76	36,8372	4,4872	0,7072	36,70	41,7	40,35	3,65	39,9314	3,2314	0,3586	% MOS	18,80851	9,82466
E3	36,34	41,34	39,82	3,48	40,7086	4,3686	0,8666	36,38	41,38	40,26	3,88	39,9087	3,5287	0,3513	% MOS	15,47708	9,05412
E4	32,77	37,77	36,46	3,71	37,2368	4,4668	0,7368	35,87	40,87	39,54	3,87	36,9343	0,5843	3,0657	% MOS	20,35892	84,07902
E5	36,25	41,25	40,29	4,04	31,5568	4,6332	0,6532	35,84	40,84	39,74	3,3	40,1104	4,2704	0,3704	% MOS	16,36832	9,49744
E6	30,61	35,61	35,15	4,54	34,5324	3,9224	0,6176	36,68	41,68	40,28	3,6	40,6649	3,9849	0,3849	% MOS	13,60352	10,69167
E7	35,26	40,26	39,55	4,63	31,3419	3,3761	0,7719	36,36	41,36	36,70	2,34	37,0468	0,6668	1,6532	% MOS	16,45842	70,64957
E8	34,62	39,62	38,70	4,08	39,0932	4,4632	0,3632	35,85	40,85	40,84	4,59	40,3765	4,4665	0,5235	% MOS	3,38276	10,49936
Muestra 3																	
E1	32,77	37,77	37,59	5,22	36,8372	4,0672	1,1528	36,25	41,25	34,82	1,43	35,1264	1,1236	0,3064	% MOS	22,08429	21,42857
E2	35,26	40,26	39,33	4,01	40,5596	5,2396	1,2236	41,29	46,29	39,62	1,47	40,2108	1,0732	0,3308	% MOS	30,21138	26,58503
E3	36,33	41,33	41,01	4,66	39,7095	3,3795	1,3905	20,91	25,91	25,02	4,21	24,9360	3,5260	0,6640	% MOS	27,76846	16,24703
E4	36,84	40,84	40,47	4,63	40,8362	4,9362	0,3662	37,94	42,94	42,09	4,15	45,4965	7,5565	3,4065	% MOS	7,50923	82,08434
E5	34,62	39,62	37,70	3,08	40,0632	5,4832	2,3832	36,07	41,07	41,01	4,94	37,4531	1,3831	3,5569	% MOS	77,97662	72,00202
E6	32,77	37,77	36,85	4,08	37,6217	4,8517	0,7717	32,37	37,37	39,98	7,61	40,3339	3,9539	0,3539	% MOS	19,94627	4,65046
E7	30,61	35,61	35,17	4,56	35,5324	4,3224	0,3824	36,34	41,34	40,75	4,41	40,2921	3,3221	0,4879	% MOS	7,94737	11,08349
E8	34,62	39,62	36,26	1,44	36,4072	1,5072	0,1472	32,77	37,77	35,63	2,86	34,8514	2,0814	0,7786	% MOS	10,22222	27,23278

Porcentaje de Materia Orgánica.

(%) M.O.S PROMEDIO		
Estaciones/ profundidad	0- 20cm	21-40cm
E1	14,86	13,30
E2	26,10	18,58
E3	23,50	13,47
E4	12,61	61,27
E5	37,32	31,24
E6	13,38	6,29
E7	15,13	38,14
E8	10,81	17,99
Promedio	19,21	25,04

Anexo 8 Estadística de la granulometría.

Muestra 1 (Profundidad 0-20, 21-40)

Tamiz	N°	mm	Peso retenido	%Retenido		%Pasa
				Total %	Acumulado %	
100	0,150	3,1	0,09	0,09	99,91	
200	0,075	67,6	1,95	2,04	97,96	
300	0,050	0,3	0,01	2,05	97,95	
400	0,037	17	0,49	2,54	97,46	
500	0,025	198,9	4,59	7,13	92,87	
Fondo		3217,9	92,87	100,00		
Peso total gr 3454,0						

Muestra 2

Tamiz	N°	mm	Peso retenido	%Retenido		%Pasa
				Total %	Acumulado %	
100	0,150	8,9	0,25	0,25	99,75	
200	0,075	105,4	2,97	3,22	96,78	
300	0,050	1,6	0,05	3,26	96,74	
400	0,037	19,8	0,57	3,83	96,17	
500	0,025	123,9	3,55	7,39	92,61	
Fondo		3228,3	92,62	100,00		
Peso total gr 3489,6						

	Tamiz					Peso retenido	%Retenido		%Pasa	100.00 90.00 80.00 70.00 60.00 50.00 40.00 30.00 20.00 10.00 0.00	1.000 0.500 0.000
	N	mm	retenido	Total %	% acumulado						
E4	100	0.150	4.5	0.03	0.03			99.97	100.00 90.00 80.00 70.00 60.00 50.00 40.00 30.00 20.00 10.00 0.00	1.000 0.500 0.000	
	200	0.075	82.2	1.80	1.83			98.07			
	300	0.050	0.4	0.01	1.84			98.06			
	400	0.037	37.9	1.10	3.04			96.96			
	500	0.025	135.2	3.92	6.96			93.04			
	Fondo			3217.7	93.04	100.00					
			Peso total gr	3452							
E5	100	0.150	7.3	0.20	0.20			99.80	100.00 90.00 80.00 70.00 60.00 50.00 40.00 30.00 20.00 10.00 0.00	1.000 0.500 0.000	
	200	0.075	195	4.30	4.50			95.50			
	300	0.050	0.1	0.00	4.50			95.50			
	400	0.037	27	0.75	5.25			94.75			
	500	0.025	129.3	3.58	8.83			91.17			
	Fondo			3289.7	91.17	100.00					
			Peso total gr	3608.4							
E6	100	0.150	8.3	0.23	0.23			99.77	100.00 90.00 80.00 70.00 60.00 50.00 40.00 30.00 20.00 10.00 0.00	1.000 0.500 0.000	
	200	0.075	132	3.70	3.93			96.07			
	300	0.050	1.1	0.03	3.96			96.04			
	400	0.037	23.9	0.67	4.63			95.37			
	500	0.025	135.1	3.78	8.41			91.59			
	Fondo			3271.4	91.59	100.00					
			Peso total gr	3571.9							
E7	100	0.150	19.3	0.53	0.53			99.47	100.00 90.00 80.00 70.00 60.00 50.00 40.00 30.00 20.00 10.00 0.00	1.000 0.500 0.000	
	200	0.075	159	4.38	4.91			95.09			
	300	0.050	2.1	0.06	4.97			95.00			
	400	0.037	34.7	0.96	5.92			94.08			
	500	0.025	116.1	3.20	9.11			90.89			
	Fondo			3392.2	90.88	100.00					
			Peso total gr	3633.4							
E8	100	0.150	0.3	0.01	0.01			99.99	100.00 90.00 80.00 70.00 60.00 50.00 40.00 30.00 20.00 10.00 0.00	1.000 0.500 0.000	
	200	0.075	188	5.42	5.43			94.57			
	300	0.050	3.1	0.08	5.51			94.49			
	400	0.037	17.1	0.47	5.98			94.02			
	500	0.025	122.9	3.36	9.35			90.65			
	Fondo			3312.4	90.65	100.00					
			Peso total gr	3653.9							

Muestra 3

	Tamiz					Peso retenido	%Retenido		%Pasa	100.00 90.00 80.00 70.00 60.00 50.00 40.00 30.00 20.00 10.00 0.00	1.000 0.500 0.000
	N	mm	retenido	Total %	% acumulado						
E1	100	0.150	4	0.11	0.11			99.89	100.00 90.00 80.00 70.00 60.00 50.00 40.00 30.00 20.00 10.00 0.00	1.000 0.500 0.000	
	200	0.075	102.8	2.93	3.04			96.86			
	300	0.050	3.2	0.09	3.14			96.86			
	400	0.037	29.3	0.84	3.97			96.03			
	500	0.025	128.8	3.61	7.58			92.41			
	Fondo			3238.9	92.41	100.00					
			Peso total gr	3502.8							
E2	100	0.150	0.1	0.06	0.06			99.94	100.00 90.00 80.00 70.00 60.00 50.00 40.00 30.00 20.00 10.00 0.00	1.000 0.500 0.000	
	200	0.075	90.9	2.59	2.65			97.35			
	300	0.050	1.7	0.05	2.70			97.30			
	400	0.037	31.7	0.90	3.60			96.40			
	500	0.025	141.3	4.03	7.63			92.37			
	Fondo			3238.7	92.37	100.00					
			Peso total gr	3506.4							
E3	100	0.150	2.4	0.07	0.07			99.93	100.00 90.00 80.00 70.00 60.00 50.00 40.00 30.00 20.00 10.00 0.00	1.000 0.500 0.000	
	200	0.075	79	2.19	2.26			97.80			
	300	0.050	1.3	0.04	2.24			97.76			
	400	0.037	32.9	0.96	3.20			96.80			
	500	0.025	117.9	3.44	6.64			93.36			
	Fondo			3195.6	93.36	100.00					
			Peso total gr	3428							
E4	100	0.150	3.8	0.11	0.11			99.89	100.00 90.00 80.00 70.00 60.00 50.00 40.00 30.00 20.00 10.00 0.00	1.000 0.500 0.000	
	200	0.075	94	2.72	2.83			97.17			
	300	0.050	0.3	0.01	2.84			97.16			
	400	0.037	30.5	0.88	3.73			96.27			
	500	0.025	111.1	3.22	6.95			93.05			
	Fondo			3211.1	93.05	100.00					
			Peso total gr	3450.8							
E5	100	0.150	7.3	0.20	0.20			99.80	100.00 90.00 80.00 70.00 60.00 50.00 40.00 30.00 20.00 10.00 0.00	1.000 0.500 0.000	
	200	0.075	195	4.27	4.47			95.63			
	300	0.050	0.1	0.00	4.47			95.63			
	400	0.037	27.9	0.77	5.24			94.76			
	500	0.025	129.3	3.64	8.88			91.12			
	Fondo			3300.8	91.12	100.00					
			Peso total gr	3630.2							
E6	100	0.150	8.3	0.23	0.23			99.77	100.00 90.00 80.00 70.00 60.00 50.00 40.00 30.00 20.00 10.00 0.00	1.000 0.500 0.000	
	200	0.075	132	3.72	3.95			96.05			
	300	0.050	1.1	0.03	3.98			96.02			
	400	0.037	23.9	0.68	4.66			95.34			
	500	0.025	135.1	3.84	8.50			91.50			
	Fondo			3302.4	91.50	100.00					
			Peso total gr	3633.8							
E7	100	0.150	19.3	0.53	0.53			99.47	100.00 90.00 80.00 70.00 60.00 50.00 40.00 30.00 20.00 10.00 0.00	1.000 0.500 0.000	
	200	0.075	159	4.41	4.94			95.06			
	300	0.050	2.1	0.06	4.94			95.06			
	400	0.037	34.7	0.95	5.89			94.51			
	500	0.025	116.1	3.25	9.14			91.26			
	Fondo			3392.8	91.26	100.00					
			Peso total gr	3644.8							
E8	100	0.150	3.3	0.09	0.09			99.91	100.00 90.00 80.00 70.00 60.00 50.00 40.00 30.00 20.00 10.00 0.00	1.000 0.500 0.000	
	200	0.075	165.3	4.77	4.86			94.74			
	300	0.050	3.7	0.10	4.96			94.64			
	400	0.037	17.1	0.47	5.43			94.17			
	500	0.025	125.1	3.55	8.98			90.81			
	Fondo			3395.5	90.81	100.00					
			Peso total gr	3640							

Análisis de granulometría del suelo para dos profundidades diferentes (0-20 cm y 21-40 cm) a partir de tres muestras (inicio, durante y final de los monitoreos).

GRANULOMETRÍA									
PROFUNDIDAD 0-20 cm									
Muestra 1									
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
0,150	Arena fina	0,09	0,08	0,07	0,06	0,04	0,42	0,36	0,47
	Limo								
0,075	grueso	1,95	2,57	2,72	1,94	1,94	2,71	2,77	2,96
	Limo								
0,050	grueso	0,01	0,05	0,01	0,01	0,14	0,01	0,05	0,02
	Limo								
0,037	grueso	0,49	0,90	0,87	0,61	2,55	0,56	0,93	1,27
	Limo								
0,025	grueso	4,59	4,03	3,40	3,89	3,76	4,98	4,74	3,84
Muestra 2									
0,150	Arena fina	0,25	0,20	0,25	0,13	0,20	0,23	0,53	0,01
0,075	Limo grueso	2,97	3,17	3,13	1,80	4,30	3,70	4,38	5,42
0,050	Limo grueso	0,05	0,03	0,01	0,01	0,00	0,03	0,06	0,08
0,037	Limo grueso	0,57	0,65	0,37	1,10	0,75	0,67	0,96	0,47
0,025	Limo grueso	3,55	3,46	3,76	3,92	3,58	3,78	3,20	3,36
Muestra 3									
0,150	Arena fina	0,11	0,06	0,07	0,11	0,20	0,23	0,53	0,09
0,075	Limo grueso	2,93	2,59	2,13	2,72	4,27	4,73	4,01	5,17
0,050	Limo grueso	0,09	0,05	0,04	0,01	0,00	0,06	0,00	0,10
0,037	Limo grueso	0,84	0,90	0,96	0,88	0,77	0,66	0,95	0,47
0,025	Limo grueso	3,61	4,03	3,44	3,22	3,84	3,44	3,75	3,35
PROFUNDIDAD 21-40 cm									
Muestra 1									
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
0,150	Arena fina	0,08	0,07	0,04	0,03	0,22	0,88	0,29	0,20
0,075	Limo grueso	1,98	2,49	2,72	1,71	0,00	1,29	3,55	3,94
0,050	Limo grueso	0,00	0,05	0,04	0,05	0,07	0,07	0,22	0,00
0,037	Limo grueso	0,44	0,84	0,81	2,02	0,88	1,14	1,70	1,39
0,025	Limo grueso	3,79	4,04	3,40	3,82	5,62	4,73	4,29	3,85

Muestra 2									
0,150	Arena fina	0,08	0,04	0,06	0,03	1,07	1,06	1,29	0,91
0,075	Limo grueso	1,21	2,68	2,56	2,30	2,75	3,30	2,87	3,26
0,050	Limo grueso	0,01	0,03	0,07	0,06	0,05	0,06	0,04	0,02
0,037	Limo grueso	0,50	0,65	0,86	0,80	1,53	1,19	0,91	1,15
0,025	Limo grueso	4,19	4,02	3,89	3,76	4,39	4,20	4,64	4,40
Muestra 3									
0,150	Arena fina	0,51	0,43	0,43	0,46	1,88	2,17	1,24	0,72
0,075	Limo grueso	1,72	0,29	1,30	1,02	4,13	3,51	4,25	5,31
0,050	Limo grueso	0,01	0,00	0,02	0,05	0,00	0,03	0,06	0,08
0,037	Limo grueso	0,28	0,25	0,35	0,33	0,72	0,64	0,93	0,46
0,025	Limo grueso	3,83	2,83	4,43	3,05	3,70	4,15	3,82	3,57

Anexo 9 Promedio de los factores físico- químicos por zonas.

	(<i>R. mangle</i>)	(<i>A. germinans</i>)
M.O.S 1	19,27	19,16
M.O.S 2	26,65	23,42
pH suelo	5,4	5,2
pH agua	6,1	6,6
Temperatura	30,48	26,55
Salinidad	17,55	26,66
Nitrógeno Total	0,06	0,02

Anexo 10 Análisis del Nitrógeno Total (promedio para amabas zonas).



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

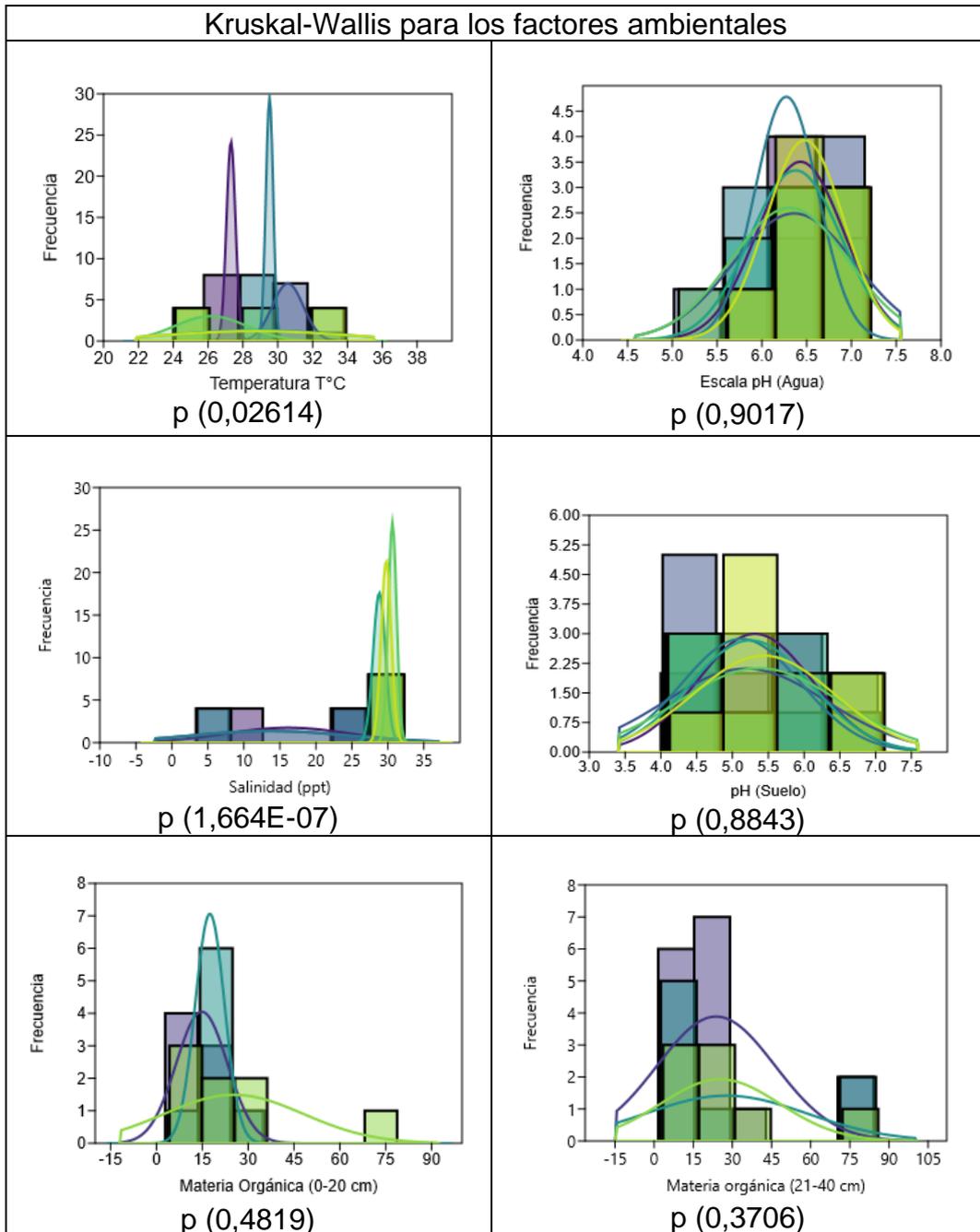
Informe de Ensayo			
Orden N° 0496 - Muestra N° 2024 - 04520 <small>*Datos del Cliente</small>			
Cliente: SRA. CINTHYA KAROL POZO YAGUAL			
Dirección: PROVINCIA SANTA ELENA, CANTÓN SANTA ELENA			
Solicitado por: SRA. CINTHYA KAROL POZO YAGUAL			
Toma de Muestra realizada por: Cliente			
Fecha de Recepción de Muestra: 15/05/2024	Inicio de Ensayo: 20/05/2024	Término de Ensayo: 21/05/2024	
Datos de la Muestra			
Tipo: Suelo	Temperatura de Recepción de la Muestra: Ambiente		
Cantidad de Muestra Recibida: 220 g			
« Identificación de la muestra: Suelo asociado a Rhizophora Mangle « Medía de nitrógeno total de las siguientes muestras: Muestra 1 Muestra 2 Muestra 3 Muestra 4 Área: Zona Manglar de la Comuna Jambell, Santa Elena Cantidad: 220 g			
Análisis Físico - Químico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Nitrógeno Total	%	0.06	SM 24, 4500 Norg B

Informe de Ensayo			
Orden N° 0496 - Muestra N° 2024 - 04521 <small>*Datos del Cliente</small>			
Cliente: SRA. CINTHYA KAROL POZO YAGUAL			
Dirección: PROVINCIA SANTA ELENA, CANTÓN SANTA ELENA			
Solicitado por: SRA. CINTHYA KAROL POZO YAGUAL			
Toma de Muestra realizada por: Cliente			
Fecha de Recepción de Muestra: 15/05/2024	Inicio de Ensayo: 20/05/2024	Término de Ensayo: 21/05/2024	
Datos de la Muestra			
Tipo: Suelo	Temperatura de Recepción de la Muestra: Ambiente		
Cantidad de Muestra Recibida: 220 g			
« Identificación de la muestra: Suelo asociado a Avicennia germinans « Medía de nitrógeno total de las siguientes muestras: Muestra 5 Muestra 6 Muestra 7 Muestra 8 Área: Zona Manglar de la Comuna Jambell, Santa Elena Cantidad: 220 g			
Análisis Físico - Químico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Nitrógeno Total	%	0.02	SM 24, 4500 Norg B

Durán, 20 de Mayo del 2024

Firmado
 RITA SUSANA
 RITA SUSANA
 LAZO LABLAZO
 LAZO
 LARA
 2024.05.29
 09:24:43 -0500
 Q.F. Susana Lazo
 Dir. Técnica

Anexo 11 Uso de prueba no paramétrica de Kruskal- Wallis.



Anexo 12 Fotografías del área y de los monitoreos.



Mangle de la comuna Jambelí



Zona de monitoreo (*Avicennia germinans*)



Zona de monitoreo (*Rhizophora mangle*)



Avicennia germinans



Rhizophora mangle



Recolección de muestras



Estaciones de monitoreo



Observaciones de los organismos



Medición de la Temperatura y TSD



Toma de muestra de suelo



Muestras para la toma de salinidad



Medidor de pH de agua



pH del suelo



Medición de Salinidad



Hesperisternia shaskyi y *Thais kiosquiformis*



Leukoma asperrima



Granulometría



Muestras para medir el M.O.S.



Muestras colocadas en la estufa



Muestras en el desecador para luego ser colocadas en la mufla

Anexo 13 Formato de campo

Registro de macroinvertebrados (1-15 días)		
<i>Rhizophora mangle</i>		
Estaciones	Especie	Número de individuos
E1		
E2		
E3		
E4		
<i>Avicennia germinans</i>		
Estaciones		
E5		
E6		
E7		
E8		

Anexo 14 Registro de datos del suelo.

Registro de parámetros físico-químicos				
Suelo				
<i>Rhizophora mangle</i>				
Estaciones	pH	Materia Orgánica	Granulometría	Observaciones
E1				
E2				
E3				
E4				
Notas:				

<i>Avicennia germinans</i>				
Estaciones	pH	Materia Orgánica	Granulometría	Observaciones
E5				
E6				
E7				
E8				

Anexo 15 Registro de datos del Agua

Registro de factores físico-químicos				
Agua				
<i>Rhizophora mangle</i>				
Estaciones	pH	Temperatura	Salinidad	Observaciones
E1				
E2				
E3				
E4				
<i>Avicennia germinans</i>				
Estaciones	pH	Temperatura	Salinidad	Observaciones
E5				
E6				
E7				
E8				

Anexo 16 Permiso correspondiente para la ejecución del estudio.



COMUNA JAMBELÍ

Fundado el 1 de Enero 1960
Acuerdo Ministerial 3728 del 10 de abril de 1.962
RUC 0992134224001

**Oficio N°043
JAMBELI, MAYO DEL 2024**

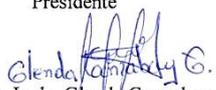
Srta. Cinthya Karol Pozo Yagual
ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE BIOLOGÍA- UPSE

Estimada **Cinthya Karol Pozo Yagual** , gracias por su solicitud para llevar a cabo su trabajo de titulación dentro de la Comuna Jambelí, específicamente en la **ZONA MANGLAR**. Reconocemos la importancia de esta etapa en tu formación académica y estamos comprometidos a brindarte el apoyo necesario para que puedas completar y desarrollar el trabajo de titulación de manera exitosa.

Después de revisar cuidadosamente su solicitud, contribuyendo de manera positiva al desarrollo y conservación ecosistémica de la comunidad nos complace informarte que su solicitud de permiso de trabajo de titulación ha sido otorgada por la Comuna Jambelí.

Te concedemos el permiso necesario para llevar a cabo su proyecto de investigación de título **Macroinvertebrados asociados a *Rhizophora mangle* y al *Avicennia germinans* en la Comuna Jambelí, Santa Elena.**, podrá realizar la recopilación de datos y otras actividades que impliquen el desarrollo de la investigación en nuestra comunidad durante el período específico de Enero a Julio del presente año 2024, tiempo que conlleva el desarrollo del trabajo de titulación.

ATENTAMENTE

 <u>Sr. Cristóforo Pozo Quirumbay.</u> Presidente		 <u>Srta. Mgtr. Deanny Gonzabay A.</u> vicepresidente
 <u>Sra. Lcda. Glenda Gonzabay G.</u> Tesorera	 <u>Sr. Francisco Quirumbay P.</u> Síndico	 <u>Sra. Verónica González D.</u> Secretaría

Dirección: Jambelí, Km. 30 en la Ruta del Spondylus, frente a la Iglesia Católica
Email: comunajambeli1960@outlook.es
Teléfonos: Presidente 0939157643, vicepresidente 0994604099, Tesorera 0993900021
Síndico. 0993781244, secretaria 0985319335

Anexo 17 Certificado de Identificación de Macroinvertebrados.

CARTA DE CERTIFICACIÓN

De:

Doctor en Ciencias Biológicas
Xavier Piguave Preciado
Investigador en Invertebrados Moluscos y Crustáceos
Guayaquil, Ecuador

Para:

Pozo Yagual Cinthya Karol
Estudiante de titulación
Universidad Península de Santa Elena

Acorde a las muestras y fotografías revisadas el 11 de junio del 2024, el estudiante Pozo Yagual Cinthya Karol con número de cédula 2400027419, las mismas que corresponden a los muestreos realizados para la investigación denominada “**Identificación de Macroinvertebrados del Manglar de Jambelí-Santa Elena**” durante marzo a junio del 2024 confirmo que, las especies de invertebrados identificados por la estudiante algunas fueron corregidas.

Me permito certificar que las especies de invertebrados en muestra y fotográficamente son las indicadas, según corresponde a mis conocimientos profesionales.

Atentamente,



Blgo. Xavier Piguave Preciado, M.Sc.
Investigador en Invertebrados
Componente Moluscos y Crustáceos