

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Vida

Determinación de características oceanográficas y biológicas de las playas Valdivia, San Pedro y Playa Rosada para apoyar el manejo de la anidación de tortugas marinas en el Ecuador y promover turismo responsable

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Biólogo

Presentado por:

Karen Alexandra Muñoz Cepeda

Alba Lucia Navarrete Luna

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018-2019

DEDICATORIA

Karen Alexandra Muñoz Cepeda

El presente proyecto lo dedico a mi madre Matilde, mi padre Peter, a mis hermanas Erika y Kimmy y a mi novio Carlos, se los dedico por el gran apoyo que me brindaron.

Alba Lucia Navarrete Luna

A mi familia (Gregorio, Gina, Amanda, Paola y Lucia) que me han dado el apoyo de llegar hasta el final de mi carrera y poder cumplir una de mis metas; desde el fondo de mi corazón les dedico este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Karen Alexandra Muñoz Cepeda

Mi más sincero agradecimiento a mi familia por su gran apoyo moral, a nuestro tutor PhD. Félix Morales por sus sabios consejos, a mi amigo Peter Pibaque por ayudarme en las salidas de campo y por su conocimiento transmitido, a mi amigo Agustín por las fotos brindadas, a mi novio Carlos por acompañarme hasta tarde analizando las muestras, a Omar quien nos prestó el laboratorio y por último, a mi compañera de trabajo, Alba.

Alba Lucia Navarrete Luna

Agradezco a todas aquellas personas que siempre me apoyan a seguir adelante, a mis padres Gina y Gregorio, a mis hermanas Amanda y Gina. A mis amigos que apoyaron en los muestreos Agustín Gutiérrez, Amanda Navarrete, también a Omar Alvarado, Antonio Herrera, a mi compañera Karen y sobre todo a nuestro tutor que nos guio hacia el éxito.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Karen Alexandra Muñoz Cepeda y Alba Lucia Navarrete Luna damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Karen Alexandra
Muñoz Cepeda

Alba Lucia Navarrete
Luna

EVALUADORES

Msc. Diego Gallardo

PROFESOR DE LA MATERIA

PhD. Félix Morales

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Las tortugas marinas cumplen un rol importante dentro del ecosistema marino, brindando diversos servicios ecosistémicos, como reguladores de poblaciones de medusas, esponjas y prados marinos, entre otros. Sin embargo, estas especies se han visto seriamente amenazadas por factores antropogénicos y naturales, encontrándose todas en alguna categoría de peligro, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). El proyecto pretende a través de tres disciplinas (oceanografía, biología y turismo), determinar las características oceanográficas, biológicas y sociales en las playas Valdivia, San Pedro y Playa Rosada, de la provincia de Santa Elena, para promover actividades de turismo responsable en pro de la conservación de áreas de anidación de tortugas marinas por medio de propuestas de gestión en estos sitios. Para determinar las características biológicas, se utilizaron varios métodos como: transecto, cuadrante y transecto, estimación ocular y transectos de registro de encuentros visuales. Obteniendo información de aves, flora, macrobentos, macroalgas y fauna asociado a las playas y dunas; se calculó la diversidad, cobertura vegetal y densidad; e identificación de especies, destacando organismos que poseen interacciones con las tortugas. Por último, se comparó las características biológicas que poseen las playas de anidación vs una playa de no anidación. Existe una baja similitud entre playas, con mayores índices de diversidad en las playas de anidación con respecto a la de no anidación, compartiendo depredadores naturales para las tortugas; estadísticamente no se encontraron diferencias significativas en aves, cobertura vegetal ni macrobentos.

Palabras claves: Tortugas marinas, turismo sostenible, playas de anidación, conservación, características biológicas

ABSTRACT

Sea turtles play an important role in the marine ecosystem, providing diverse environmental services, such as regulators of jellyfish, sponges and seagrass populations, among others. However, these species have been seriously threatened by anthropogenic and natural factors, all of them are in some category of danger, according to the International Union for the Conservation of Nature (IUCN). This project addresses three disciplines (oceanography, biology and tourism), to determine the oceanographic, biological and social characteristics of the beaches of “Valdivia”, “San Pedro” and “Playa Rosada”, at the province of Santa Elena, to promote responsible tourism activities in favor of marine turtle’s nesting areas conservation, through management proposals at nesting sites. To determine biological characteristics, several methods were used: transect in strips, quadrant, transect, ocular estimation, and transects of records of visual encounters. Information about birds, flora, macrobenthos, macroalgae and fauna, associated with beaches and dunes; Diversity, vegetation cover and density were also calculated; the identification of the species highlighting the organisms that have known interactions with sea turtles. Finally, differences between biological characteristics of nesting beaches and non-nesting beaches were established. There is low similarity between beaches. Nesting beaches show higher diversity than not nesting ones, sharing natural predators for turtles; statistically there were no significant differences in birds, vegetation cover and macrobenthos diversity.

Keywords: Sea turtles, sustainable tourism, nesting beaches, conservation, biological characteristics

ÍNDICE GENERAL

<i>Resumen</i>	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Justificación del problema	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Marco Teórico	3
1.4.1 Tortugas Marinas	3
1.4.2 Playas de anidación	4
1.4.3 Sitios de anidación en el Ecuador	4
1.4.4 Peligros de la especie y los sitios de anidación	5
1.4.5 Macrobenetos	6
1.4.6 Algas Bentónicas	7
1.4.7 Aves	7
1.4.8 Flora	8
CAPÍTULO 2	9
2. Metodología	9
2.1 Descripción de las áreas de estudio	9

2.2	Materiales.....	11
2.3	Trabajo de campo.....	12
2.3.1	Macrocentos móviles.....	12
2.3.2	Macrocentos y algas sésiles.....	13
2.3.3	Avistamiento de aves.....	14
2.3.4	Otra fauna.....	15
2.3.5	Flora.....	16
2.4	Trabajo de laboratorio.....	16
2.5	Análisis de datos.....	17
2.5.1	Índice de diversidad de Simpson (1-D).....	17
2.5.2	Índice de Shannon-Wiener (H).....	18
2.5.3	Índice de equidad (J).....	18
2.5.4	Curva de rarefacción.....	18
2.5.5	Índice de Jaccard (<i>beta-diversidad</i>).....	19
2.5.6	Flora:.....	19
2.6	Análisis estadísticos.....	19
2.6.1	Coefficiente de correlación lineal de Pearson.....	19
2.6.2	Análisis de correspondencia múltiple (MCA).....	19
2.6.3	Análisis permutacional multivariado de varianzas (Permanova).....	20
2.7	Diseño del producto.....	20
CAPÍTULO 3.....		21
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	21
3.1	Macrocentos.....	21
3.1.1	Índices de diversidad alfa para macrocentos.....	24
3.1.2	Índice de diversidad beta.....	25
3.2	Aves.....	25
3.2.1	Índices de diversidad alfa para aves.....	27

3.2.2	Índice de diversidad beta	28
3.3	Flora en dunas	28
3.4	Macroalgas y macrobentos en zona rocosa	30
3.4.1	Macroalgas en zona rocosa	30
3.4.1	Macrobentos en zona rocosa	31
3.5	Otra fauna	32
3.6	Análisis estadísticos	33
3.6.1	Correlación de Pearson	33
3.6.2	Análisis de correspondencia múltiple (MCA)	34
3.6.3	Análisis Permanova	35
CAPÍTULO 4.....		36
4.	Conclusiones Y Recomendaciones	36
4.1	Conclusiones.....	36
4.2	Recomendaciones.....	36
BIBLIOGRAFÍA.....		38
ANEXOS.....		43
Apéndice A: Cronograma		43
Apéndice B: Macrobentos.....		44
Apéndice C: Aves		50
Apéndice D: Flora.....		54
Apéndice E: Macroalgas en zona rocosa		54
Apéndice F: Otra Fauna		55
Apéndice G: Análisis estadísticos.....		56

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
MAE	Ministerio del Ambiente
CPPS	Comisión Permanente del Pacífico sur
REMAPE	Reserva Marina El Pelado
INOCAR	Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador
SARCE	South American Research Group on Coastal Ecosystems

SIMBOLOGÍA

m	Metros
m ²	Metros cuadrados
μm	Micras

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Sitios de anidación registrados en la Provincia de Santa Elena. [ECURAMDES, 2017].	5
Figura 1.2. Muerte por red de pesca. [NOAA]	6
Figura 2.1. Estaciones de muestreo en playa Rosada-Santa Elena. [Autor: Maitte De la Cuadra]	9
Figura 2.2. Estaciones de muestreo en San Pedro-Santa Elena. [Autor: Maitte De la Cuadra]	10
Figura 2.3. Estaciones de muestreo en Valdivia-Santa Elena. [Autor: Maitte De la Cuadra]	11
Figura 2.4. Uso del Nucleador para tomar muestras. [Autor: Karen Muñoz].	12
Figura 2.5. Zonas del perfil de playa donde las muestras fueron tomadas. [Autor: Karen Muñoz].	13
Figura 2.6. Carabela portuguesa (<i>Physalia physalis</i>) encontrada en la zona intermareal de Playa Rosada. [Autor: Karen Muñoz].	13
Figura 2.7. Zona rocosa de Playa Rosada. [Autor: Karen Muñoz].	14
Figura 2.8. Zona rocosa de la Playa de San Pedro. [Autor: Karen Muñoz].	14
Figura 2.9. Estrella de mar encontrada en la zona rocosa de Playa Rosada. [Autor: Karen Muñoz].	14
Figura 2.10. Avistamiento de aves. [Autor: Agustín Gutiérrez].	15
Figura 2.11. <i>Microlophus sp</i> observado durante recorrido usando la técnica REV en la zona de duna de Playa Rosada. [Autor: Karen Muñoz].	16
Figura 2.12. Cuadrante de 50 cm x 50 cm colocado en la vegetación. [Autor: Karen Muñoz].	16
Figura 2.13. Uso de estereoscopio para la identificación de macrobentos. [Autor: Karen Muñoz].	17
Figura 3.1. Macrobentos predominantes en Playa Rosada.	21
Figura 3.2. Macrobentos predominantes en Playa San Pedro.	22
Figura 3.3. Macrobentos predominantes en Playa Valdivia	22
Figura 3.4. Macrobentos de las playas Playa Rosada, San Pedro, Valdivia a) <i>Mazatlania sp</i> , b) <i>Olivella sp</i> , c) <i>Olivella semistriata</i> , d) <i>Donax sp</i> , e) <i>Emerita sp</i> , f) Familia cirolanidae, g) Familia Sphaeromatidae, h) Amphipoda, i) <i>Pisionidens sp</i> , j) Familia Lumbrineridae, k) Familia Hesionidae, l) Familia Lacydoniidae, m) Familia Phyllodocidae, n) Familia	

Nereididae, o) Poliqueto D, p) Poliqueto E, q) Poliqueto F, r) Poliqueto G, s) Poliqueto H, t) Poliqueto I, u) Poliqueto J. Fuente: Karen Muñoz.	23
Figura 3.5. Índices de diversidad alfa de macrobentos en Playa Rosada (PR), San Pedro (SP), Playa Valdivia (PV) por fase lunar y playa. a) Índice de Shannon (H), b) Índice de diversidad de Simpson (1-D), c) Equidad (J)	24
Figura 3.6. Índice de similitud de Jaccard de macrobentos en Playa Rosada (PR), San Pedro (SP), Playa Valdivia (PV) por fase lunar y playa	25
Figura 3.7. Aves presentes en Playa Rosada y Valdivia a) <i>Athene cunicularia</i> (Búho Terrestre), b) <i>Mimus longicaudatus</i> (Sinsonte Colilargo), c) <i>Pandion haliaetus</i> (Águila Pescadora), d) <i>Columbina cruziana</i> (Tortolita Croante), e) <i>Haematopus palliatus</i> (Ostrero Americano), f) <i>Nyctanassa violacea</i> (Garza Nocturna), g) <i>Anas bahamensis</i> (pato gargantilla), h) <i>Himantopus mexicanus</i> (Cigüeñuela Cuellinegra), i) <i>Charadrius semipalmatus</i> (chorlo semipalmado), j) <i>Calidris himantopus</i> (Playero zancón), k) <i>Egretta thula</i> (Garceta Nivea), l) <i>Ardea alba</i> (Garza blanca). Fuente a-d Agustín Gutiérrez; e-l Karen Muñoz	26
Figura 3.8. Índices de diversidad alfa de aves en Playa Rosada (PR), San Pedro (SP), Playa Valdivia (PV) por fase lunar y playa. a) Índice de Shannon (H), b) Índice de diversidad de Simpson (1-D), c) Equidad (J)	27
Figura 3.9. Índice de similitud de Jaccard de aves en Playa Rosada (PR), San Pedro (SP), Playa Valdivia (PV) por fase lunar y playa	28
Figura 3.10. Cobertura vegetal por especie de Playa Rosada, San Pedro, Valdivia en dunas	29
Figura 3.11. Flora encontrada en Playa Rosada, San Pedro y Valdivia. a) <i>Sporobolus virginicus</i> , b) <i>Cryptocarpus pyriformis</i> , c) <i>Heliotropium curassavicum</i> , d) <i>Sesuvium portulacastrum</i> , e) <i>Pectis sp</i> , f) <i>Ipomoea pes-caprae</i> . Fuente: a-f Karen Muñoz	30
Figura 3.12. Cobertura de macroalgas en la zona rocosa de Playa Rosada y San Pedro	30
Figura 3.13. Macroalgas presentes en Playa Rosada y San Pedro. a) <i>Codium spp</i> , b) <i>Ulva spp</i> , c) <i>Enteromorpha flexuosa</i> , d) <i>Caulerpa racemosa var. peltata</i> , e) <i>Chaetomorpha antennina</i> , f) <i>Padina spp</i> , g) <i>Hypnea spp</i> . Fuente a-g Karen Muñoz	31
Figura 3.14. Densidad de macrobentos en la zona rocosa de Playa Rosada y San Pedro.	32
Figura 3.15. Especies encontradas a lo largo de las playas Playa Rosada, San Pedro, Valdivia a) <i>Microlophus occipitalis</i> (hembra), b) <i>Glaucus atlanticus</i> , c) <i>Microlophus sp</i> , d)	

Mellita longifissa, e) *Thais sp*, f) *Ocypode sp*, g) *Physalia physalis*, h) *Argiope sp*, i) *Apis mellifera*, j) Familia Asteriidae, k) *Siphonaria sp*, l) *Heliaster sp*. Fuente: a) Amanda Navarrete; b-l) Karen Muñoz. _____ 33

Figura 3.16. Representación de dependencia entre la zona de la playa (Baja, Media y Alta) con respecto al número de individuos y granulometría (gruesa, media y fina) presentes en Playa Rosada (PR), San Pedro (SP) y Playa Valdivia (PV). _____ 34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Porcentaje de suelo cubierto en las tres playas	29
Tabla 3.2. Correlación entre Playa Rosada, Valdivia y San Pedro con respecto al número de individuos y granulometría en la zona baja, media y alta.	34

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La situación actual de protección y conservación de tortugas marinas a nivel mundial es preocupante y aunque existan leyes internacionales, todas las especies están en alguna categoría de la lista roja según la UICN, como “Vulnerable” o “En peligro crítico”. La pesca incidental, la pesca comercial y la basura son las principales causas de muerte, esta situación empeora aún más por la disminución de sus zonas de anidación, ya que las playas son destruidas no solo por factores naturales sino por factores antropogénicos, como la contaminación de sólidos, contaminación lumínica, el sector turístico, etc. (Frazier J, 2014; Schroeder, 2001) que llevan a la pérdida de nicho. Aparte de las causas mencionadas, las tortugas hembras tienen una diversidad compleja para la selección del sitio de anidación, basándose en una combinación de factores abióticos y bióticos. Esto se debe, principalmente, a la disponibilidad de diferentes zonas potenciales para anidar, que tienen factores físicos que afectan la probabilidad de éxito de anidación, la embriogénesis y la viabilidad de los jóvenes para sobrevivir. Por lo tanto, la selección de un sitio de anidación adecuado es un aspecto crítico, que puede influir directamente en la sobrevivencia de la especie (Zavaleta-Lizárraga & Morales-Mávil, 2013). De las 7 especies de tortugas marinas existentes en el mundo, 5 están presentes en el Ecuador y 4 anidan en las costas ecuatorianas como: la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), tortuga verde (*Chelonia mydas*) y tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) (ECURAMDES, 2017). Por estas y otras razones se resalta la importancia de la protección de playas de anidación, para ello se necesita información sobre estos lugares y entender las características específicas de preferencia que necesitan las tortugas marinas para el desove. La importancia de la caracterización de las playas de anidación radica en los procesos biológicos que allí se desarrollan, como es la anidación y el desove, representando una fase importante en la vida de las tortugas. Este proyecto pretende determinar las características de tres playas, 2 de anidación y 1 de no anidación, seleccionadas por el MAE para establecer las relaciones biológicas positivas o negativas con los organismos presentes y determinar las preferencias de anidación antes mencionadas. Entre las características biológicas a analizar se buscará obtener datos sobre la cobertura vegetal en las dunas con el fin de relacionar la presencia de estas en la selección de los nidos, las aves presentes en las tres playas y su relación

con las tortugas, para encontrar posibles depredadores; y la relación entre macroinvertebrados y fauna asociada a las playas con los nidos de tortugas.

1.1 Descripción del problema

Las tortugas marinas son especies muy vulnerables y están mundialmente amenazadas por actividades antropogénicas, cambios morfológicos, erosión de playas, cambio climático, etc. encontrándose todas en alguna categoría de peligro según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Actualmente en la península de Santa Elena, Ecuador; se realizan monitoreos anuales de los sitios de anidación de tortugas marinas y en algunas playas se han realizado estudios sobre aspectos bióticos, sin embargo, estos estudios no han sido relacionados con las características físicas (pendiente, tamaño de grano de arena, olas, entre otras) importantes, que requieren las tortugas marinas para su anidación; sumando los problemas sociales como: la falta de difusión de información, sobre la conservación y el cuidado de esta especie; la invasión de las bermas en la franja costera por parte del sector turístico (restaurantes, hoteles y turistas) y la comunidad local, que amenazan no solo el ciclo biológico de estas especies, sino que alteran el equilibrio del ecosistema marino. Específicamente en las playas de San Pedro, Playa Rosada y Valdivia no existen estudios bióticos ni abióticos que se relacionen con las tortugas marinas, a pesar de que las dos últimas son sitios de anidación reconocidos.

1.2 Justificación del problema

Las tortugas marinas son especies banderas, brindan diversos servicios ecosistémicos, y llaman la atención del público en general. Su imagen puede ser utilizada para promover, fortalecer, tanto actividades como políticas, que beneficien la conservación y la concientización sobre esta especie. La importancia de la caracterización de las playas de anidación radica en los procesos biológicos que allí se desarrollan, como es la anidación y el desove, representando una fase importante en la vida de las tortugas. Por lo tanto, al caracterizar las playas San Pedro, Valdivia y Playa rosada a nivel de flora y fauna, se podrá determinar la relación positiva o negativa de la biota sobre la anidación de las tortugas marinas y establecer la importancia de la biota analizada. Esta caracterización podría servir de base para colaborar con la elaboración de un plan de

gestión óptimo en pro de la conservación de las playas de anidación para así apoyar de manera directa en la recuperación de las especies de tortugas que anidan en el Ecuador. Para ello se trabajará en tres componentes: Oceanográfico, biológico y turístico

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar las características físicas, biológicas y sociales de las playas Valdivia, Playa Rosada y San Pedro para el apoyo al manejo de la anidación de tortugas marinas del Ecuador, mediante actividades de turismo responsable.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Recolectar información de fauna y flora en la zona litoral y supralitoral, estableciendo una línea base en las tres playas (Biología).
2. Comparar playas de anidación y no anidación para el reconocimiento de las características que favorecen la anidación de tortugas marinas. (Ingeniería en oceanografía, Biología).

1.4 Marco Teórico

1.4.1 Tortugas Marinas

Las tortugas marinas han sido muy importantes en la cultura prehistórica desde Chile hasta Panamá (Frazier J, 2014). Ecuador no es la excepción, en las culturas Valdivia, Guangala, Huancavilca y Manteña, eran respetadas como iconos valiosos, representadas en figurines, asimismo existe evidencia en las sepulturas, donde se enterraba a la persona junto al caparazón de una tortuga y también comenta que se alimentaban de ellas solo en ceremonias (E. López, comunicación personal, 1 de noviembre del 2018). Cumplen un rol importante en la naturaleza, en especial, como reguladores de hierbas marinas, medusas, esponjas, arrecifes de coral, entre otros, ayudando a su vez a otras especies, incluyendo algunas comerciales como el atún, camarón, etc. (McGowan, & Garson, 1995; WWF, sf;). Por ejemplo, la tortuga carey al tener una dieta especializada casi exclusiva de esponjas y la tortuga verde al alimentarse de hierbas marinas, juegan un papel ecológico muy importante en la salud de los

arrecifes, al eliminar las esponjas y algas de los arrecifes permitiendo que otras especies colonicen esas áreas y crezcan (Wilson *et al.*, 2010). También, las tortugas marinas ayudan a estructurar el hábitat marino a través de la dispersión de epibiontes que adheridos al caparazón, organismos como las plantas y crustáceos se transportan hacia y desde los arrecifes, los lechos de algas marinas y el océano abierto (Wilson *et al.*, 2010)

1.4.2 Playas de anidación

Las tortugas marinas siendo especies ovíparas se reproducen mediante huevos que depositan en la arena, generalmente en las playas donde nacieron. Las playas de arena se caracterizan por ser ambientes altamente dinámicos, en constante cambio en función de procesos marinos, ocasionando alteraciones en la composición de los sedimentos que la conforman (Márquez-García *et al.*, 2010). Ciertas características y procesos están relacionados entre los entornos terrestres y marinos con las tortugas, como el flujo de nutrientes, el mantenimiento de la biodiversidad y sitios de anidación (da Silva, 2013). El conocimiento y caracterización del ambiente de las playas de anidación proporcionan una oportunidad para estudios biológicos y de reproducción de las tortugas marinas (Márquez-García *et al.*, 2010). La caracterización de las playas se puede realizar en función de: las características físicas como la temperatura, humedad, compactación, tamaño del grano, inclinación de la playa y área disponible; y las características biológicas como el tipo de vegetación presente y su cobertura (Rubiano, 2011; Piedra-Castro & Morales-Cerdas, 2015) así también por la fauna presente. La temperatura es una de las variables claves para el desarrollo de los embriones; dependiendo del tamaño de grano y compactación de la arena, se mantendrá la temperatura y humedad necesaria para la incubación de los nidos (Rubiano, 2011); y en cuanto a la vegetación, algunas especies prefieren anidar en espacios abiertos libres y otras anidar en la vegetación, ya que les proporciona la compactación necesaria para la puesta de sus nidos a pesar del riesgo que esto conlleva para las crías (Piedra-Castro & Morales-Cerdas, 2015).

1.4.3 Sitios de anidación en el Ecuador

En Ecuador desde el 2014, existe el Plan Nacional para la Conservación de las Tortugas Marinas. Cada año se obtienen informes sobre las playas de anidación en el Ecuador. El

área designada al proyecto pertenece a la Reserva Marina El Pelado (REMAPE). La información sobre las playas de anidación monitoreadas en la costa de Santa Elena, están descritas en la (ver *Figura 1.1*)



Figura 1.1. Sitios de anidación registrados en la Provincia de Santa Elena. [ECURAMDES, 2017].

1.4.4 Peligros de la especie y los sitios de anidación

A nivel mundial las tortugas enfrentan varios peligros antropogénicos, siendo una causa común de muerte la captura incidental, teniendo un deceso estimado superior de 100.000 tortugas al año, aunque se piensa que la cifra sea más alta, ya que algunos países, incluido Ecuador, no cuentan con una cifra real, debido a la pesquería informal (Frazier J, 2014). También se incluye: la captura comercial o pesca artesanal, para la obtención y elaboración de productos derivados como carnes, artesanías, etc. (*Figura 1.2*); los cambios geomorfológicos en los sitios de anidación debido al turismo y urbanización; luces artificiales; contaminación de basura; extracción de arena provocando la aceleración de la erosión y modificando el perfil de playa (Schroeder, 2001); pérdida de los hábitats de alimentación; sin olvidar, las causas naturales como: la erosión de playas, oleaje muy alto, huracanes, entre otros (Recaséns & García, s.f.). Todas estas amenazas obstaculizan la entrada de las tortugas a la playa para el desove, además de modificar

la dinámica natural, provocando la filtración del agua hacia los nidos afectando su éxito de eclosión y supervivencia (Schroeder, 2001).



Figura 1.2. Muerte por red de pesca. [NOAA]

1.4.5 Macrobentos

El macrobentos está constituido por organismos que se encuentran asociados al sedimento, clasificándose en sésiles o móviles. Su distribución en el sustrato puede darse de manera perpendicular a la costa de acuerdo a la permanencia del agua, diferenciándose tres zonas: la zona infralitoral que permanece sumergida y posee una menor riqueza en comparación con la zona mesolitoral o intermareal, donde la fauna predominante cerca de la marea baja son los crustáceos y moluscos móviles, y la zona supralitoral con una baja riqueza debido a las condiciones variables que enfrentan los organismos (Escrivá, 2013). El macrobentos se puede apreciar a simple vista; de tamaño superior a 0,5 mm; constituye uno de los grupos más abundantes, y comprende una gran variedad de especies pertenecientes a diversos phylla, siendo los grupos más representativos: crustáceos, moluscos y poliquetos, llegando a conformar más del 90% de la macrofauna presente (Martí *et al.*, 2007; Defeo & McLachlan, 2005).

Cabe mencionar, que el macrobentos se ve afectado por las características físicas de la playa como la granulometría, longitud y disponibilidad de alimento. Las playas de arena fina presentan una mayor densidad y número de especies en comparación con las playas de arena gruesa debido a que les permite construir túneles o refugios, enterrarse con facilidad y conseguir alimentos (Romero, 2014; Escrivá, 2013). Además, la calidad y cantidad de alimento disponible en el sedimento superficial es uno de los principales factores que afectan la dinámica del macrobentos que, a su vez, explica la distribución de muchas especies (Escrivá, 2013).

1.4.6 Algas Bentónicas

No existen estudios de los primeros años de vida de las tortugas marinas, pero existe evidencia que estas especies permanecen en el Océano Atlántico buscando el Mar de los Sargazos, el cual, es un área con una gran cantidad de algas pardas flotantes como el *Sargassum*, que les sirve de refugio y alimentación para los juveniles de estas especies (CIT & SSC, 2015). La forma del pico de cada especie de tortuga difiere de acuerdo al alimento que consume, la tortuga verde presenta un pico finamente aserrado permitiéndole raspar las algas de las rocas, pastorear hierbas y algas marinas, favoreciendo la salud de los arrecifes de coral. En un estudio realizado por Rincón & Rodríguez (2003), se ha encontrado que la tortuga verde se alimenta de pastos de *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* por su alto porcentaje en peso seco (92,9% y 5.1% respectivamente), siendo *T. testudinum* el principal alimento de esta tortuga en el Caribe (Bjorndal, 1997; Ogden *et al.*, 1980). Cabe recalcar, que las algas *Dictyota sp.*, *Halimeda sp.*, y *Styopodium zonale* forman parte de la dieta de los juveniles de tortugas en el Atlántico. También *Caulerpa filiformis*, *Rhodymenia corallina*, *Codium peruvianum* y *Ulva lactuca* (Jiménez *et al.*, 2017).

1.4.7 Aves

En los humedales incluidos los marinos, las aves son el grupo taxonómico más llamativo; estos moldean los patrones de diversidad y el tipo de comunidad de aves, ofreciéndole alimento, refugio tanto para locales y migratorias, áreas de reproducción, etc. En Santa Elena no existe un listado formal de aves de las tres playas estudiadas, por lo tanto, se requiere una línea base al respecto. La necesidad de estudiar las aves de las playas es descubrir la relación interespecífica de las aves con las tortugas; como la existencia de depredadores de huevos o de neonatos. La depredación de huevos de tortugas marinas y crías es conocida, y los predadores incluyen cangrejos, mamíferos, reptiles, aves, peces, etc. Las tasas de depredación sobre las crías pueden llegar hasta el 95% en la tortuga golfina y su principal depredador son las aves acuáticas, siendo una de ellas la fragata, que dan vueltas sobre el mar en busca de los neonatos (Burger & Gochfeld, 2014).

1.4.8 Flora

La vegetación en las costas da un equilibrio en las playas, asegurando la protección del suelo de otras comunidades vegetales y animales interactuantes, ante mareas y vientos fuertes. Se ha relacionado a las raíces de las palmas como beneficiosa para las tortugas, porque ofrecen un soporte a los nidos, dando mayor cohesión a los sedimentos (Bernal *et al.*, 2014). Las dunas conocidas también como arenales, o depósitos de arena, son geofomas asociadas a las playas; pueden tener vegetación, pero existen también sin ésta, la vegetación está adaptada a la transición de la costa y el mar, aportando protección, estabilización del terreno y nutrientes al suelo que están relacionados con la distribución de la flora (Espejel *et al.*, 2017; Abdelaal *et al.*, 2018). Las playas y dunas están siendo afectadas perdiendo su estructura y paisaje debido a la atracción del hombre de vivir cerca de las costas y se estima que 41% de la población mundial vive a menos de 100 km de la línea de la costa, como el sector turístico con construcciones de hoteles (Piñar *et al.*, 2017). Los estudios sobre la flora en playas permiten obtener patrones de diversidad, estimar la riqueza, catalogar especies presentes y las principales zonaciones (embrión-duna, duna principal, transición y duna estabilizada) (Acosta *et al.*, 2009).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Descripción de las áreas de estudio

Las tres playas San Pedro, Valdivia y Playa Rosada se encuentran dentro de la Reserva Marina “El Pelado” (REMAPE) con una extensión terrestre y marina total de 13.155,30 km². Posee dos ecorregiones (Eco-región Bosque Seco Jama-Zapotillo; Eco-región Guayaquil) y varios tipos de ecosistemas (Aguas Costeras, Arrecife coralinos, Arrecifes rocosos, Bajos Costas rocosas, Playas, Bosque bajo y Arbustal deciduo Ecosistema de Manglar) (Cárdenas, 2015).

Según Pazmiño *et al*, 2014, en el Plan de desarrollo y Ordenamiento territorial de Santa Elena, 2014-2019; Playa Rosada (Ver Figura 2.1) perteneciente a la parroquia Colonche se caracteriza por tener un bosque seco de palosantos, con un deterioro alto debido a la acción turística. Esta playa ofrece servicios ambientales y culturales como: medicina natural, recreación y belleza escénica.

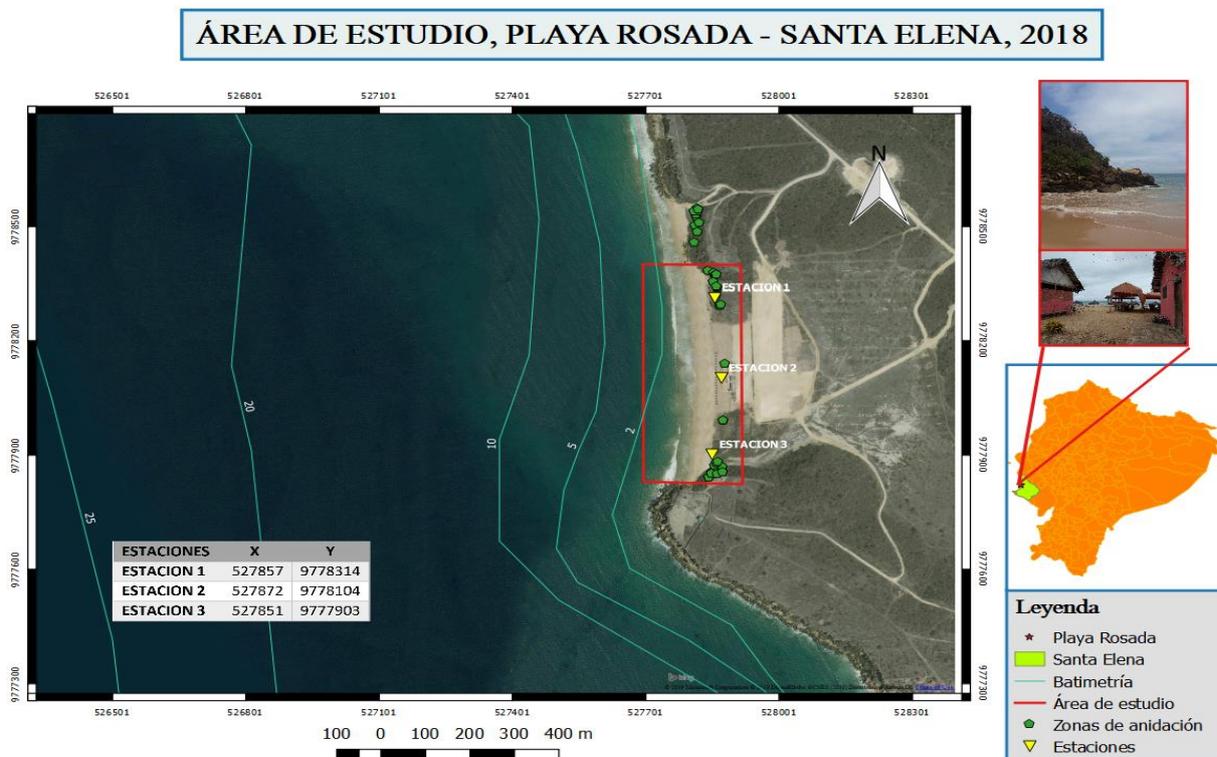


Figura 2.1. Estaciones de muestreo en playa Rosada-Santa Elena. [Autor: Maitte De la Cuadra]

San Pedro (Ver Figura 2.2) perteneciente a la parroquia Manglaralto, tiene su principal fuerza de trabajo sobre la pesca, además se puede encontrar centros de investigación científica y está enfocada en su desarrollo social, cultural y turístico (Pazmiño *et al*, 2014).



Figura 2.2. Estaciones de muestreo en San Pedro-Santa Elena. [Autor: Maitte De la Cuadra]

Valdivia (Ver Figura 2.3) perteneciente a la parroquia Manglaralto posee ecosistemas de manglar, además de un sistema hidrográfico que contribuye al acuífero de Santa Elena, pero se ve afectada por la explotación sin manejo de canteras, minería ilegal y la deforestación (Pazmiño *et al*, 2014).

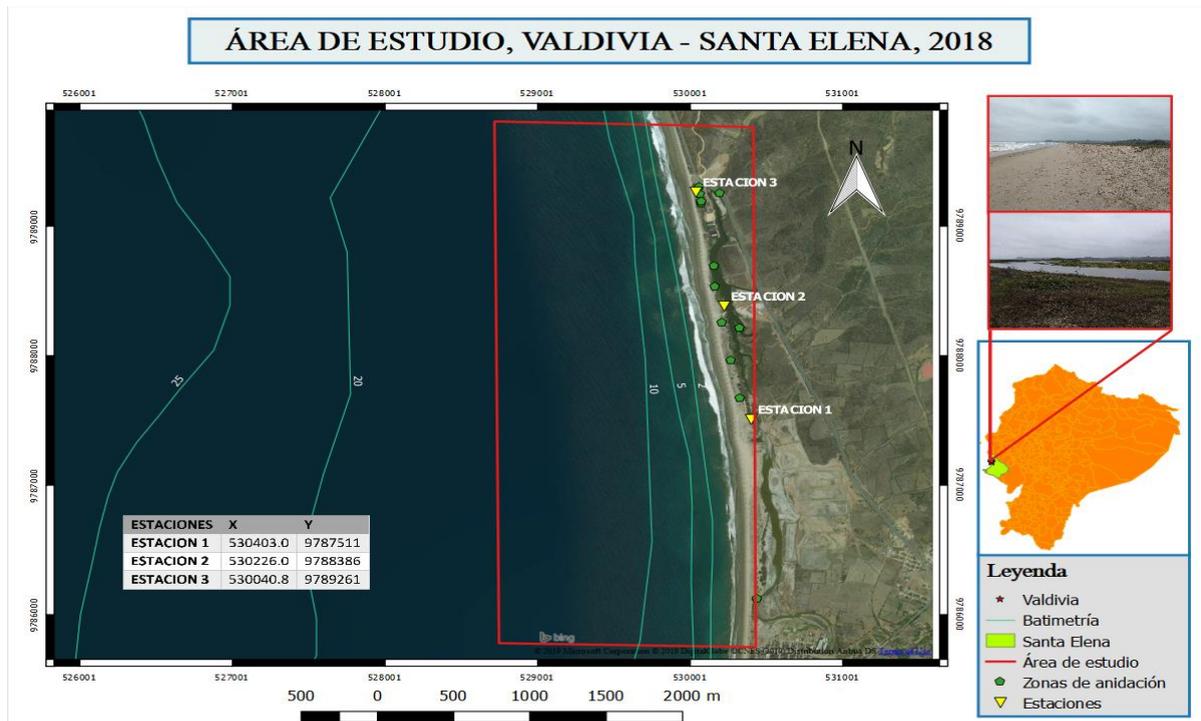


Figura 2.3. Estaciones de muestreo en Valdivia-Santa Elena. [Autor: Maitte De la Cuadra]

2.2 Materiales

- Recipientes Plásticos
- Etiquetas adhesivas
- Hojas de campo
- Marcador permanente
- Fundas ziploc
- Pinzas
- Nucleador (Core) de pvc de 10 cm de diámetro
- Cuadrata de pvc de 50 cm x 50 cm
- Cabo de 50 m
- Estereoscopio
- Solución de formalina 8%
- Tamiz de 500 μ m
- Cinta métrica de 50 metros
- Solución de eosina al 1%

2.3 Trabajo de campo

Con el objetivo de establecer y crear una línea base de las características biológicas de las playas San Pedro, Valdivia y Playa Rosada, pertenecientes a la provincia de Santa Elena, se planificaron dos muestreos por cada playa en los meses de octubre, noviembre y diciembre, a excepción de San Pedro a la cual se efectuó un solo muestreo, teniendo cinco salidas en total. Los días seleccionados para la observación y toma de datos fueron establecidos en las fases de sicigia en luna nueva y luna llena, donde se registró una mayor amplitud de marea de acuerdo al reporte de la tabla de mareas de la estación de Monteverde emitido por el INOCAR en su página web, garantizando así el acceso a la zona de baja marea en cada punto de muestreo. Las mediciones en las playas fueron realizadas desde las 10:30 am hasta las 5:00 pm aproximadamente. De acuerdo a los diferentes tipos de sustrato presentes en las playas, parte rocosa y parte blanda, se utilizaron diferentes métodos de muestreo de organismos macrobentónicos dependiendo de las características particulares de cada punto establecido.

2.3.1 Macrobentos móviles

El macrobentos móvil fue muestreado en la arena, de manera perpendicular a la línea de costa para cada estación establecida en las diferentes playas. Para esto, se utilizó el método de cuadrante y transecto (León, 2018)

Se colocaron 7 cuadrantes de 50 cm x 50 cm (0,25 m²) cada 5 metros aproximadamente a lo largo de un transecto que cubre las 3 zonas de playa: la zona supralitoral (antes y después de la duna), mesolitoral (zona alta y zona media) e infra litoral (zona baja) como se observa en la (Figura 2.5) (Villota, 2014; León, 2018; SARCE, 2012) y las muestras fueron tomadas usando un nucleador una profundidad de 5 cm, tomando dos replicas por cada cuadrante colocado.



Figura 2.4. Uso del Nucleador para tomar muestras. [Autor: Karen Muñoz].

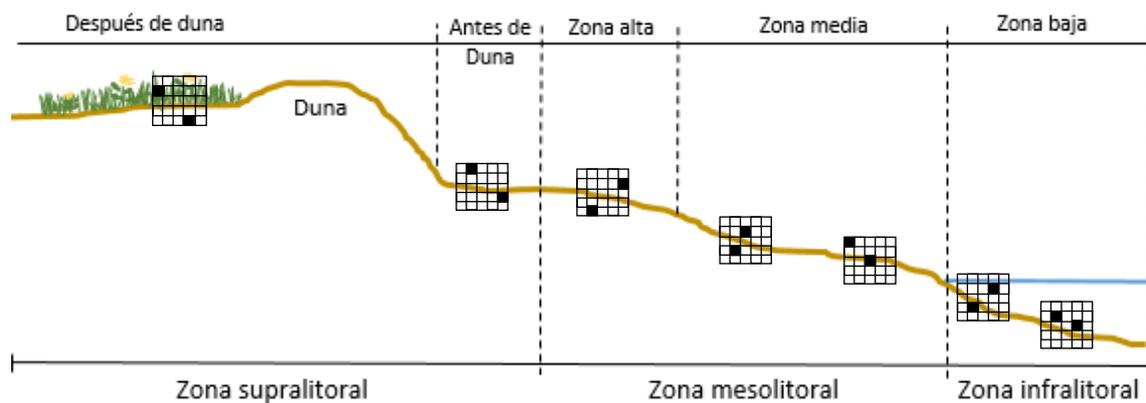


Figura 2.5. Zonas del perfil de playa donde las muestras fueron tomadas. [Autor: Karen Muñoz].

El conteo usando el cuadrante incluyó a las especies que estaban sobre o enterradas en la arena. Y las especies no identificadas en el campo, fueron llevadas al laboratorio preservadas en formol al 8% para su posterior identificación por medio de claves taxonómicas (Villota, 2014), para la identificación de poliquetos se utilizó la clave taxonómica propuesta por Fauchald, K. (1977) y para la identificación de macrobentos se utilizó la guía propuesta por Ruiz et al. (2005). También se recolectaron muestras y fotos de organismos encontrados a lo largo de la playa.



Figura 2.6. Carabela portuguesa (*Physalia physalis*) encontrada en la zona intermareal de Playa Rosada. [Autor: Karen Muñoz].

2.3.2 Macrobentos y algas sésiles

El macrobentos y las algas sésiles fueron muestreados en la zona rocosa de las playas de San Pedro y Playa Rosada.

En ambas playas, se estableció un transecto perpendicular a la línea de costa de 30 m de longitud donde los cuadrantes de 50 cm x 50 cm (0,25 m²) fueron colocados cada 5 m, con su respectiva replica. Bajo cada punto de intersección se realizó el conteo y

porcentaje de cobertura de los organismos sésiles presentes incluyendo las algas adheridas a las rocas (Villota, 2014; León, 2018).



Figura 2.7. Zona rocosa de Playa Rosada. [Autor: Karen Muñoz].



Figura 2.8. Zona rocosa de la Playa de San Pedro. [Autor: Karen Muñoz].

El macrobentos no identificado fue llevado al laboratorio para su posterior identificación usando la guía propuesta por Ruiz et al. (2005). También se recolectaron muestras y fotos de organismos encontrados en la zona rocosa fuera de los cuadrantes usados.



Figura 2.9. Estrella de mar encontrada en la zona rocosa de Playa Rosada. [Autor: Karen Muñoz].

2.3.3 Avistamiento de aves

En las tres playas, para la observación de aves se usó el método de transecto en franjas según Ralph *et al.* (1996). En las playas San Pedro y Valdivia se trazó una línea recta paralela a la línea de costa, de tamaño variable en las playas censadas, a excepción de Playa Rosada, en la cual se trazó 2 transectos debido a la estratificación vegetal

presentada ya que se podría perder información de aves si no se consideraba la zona arbustiva detrás de las dunas.

En cada transecto, la identificación se realizó a través de la observación directa (Figura 2.10) usando binoculares de largo alcance con ayuda de la guía Fieldbook of the Birds of Ecuador: including the Galápagos Islands (McMullan, & Navarrete, 2013). Los recorridos duraron aproximadamente 1 hora, los cuales fueron realizados dos veces al día, en la mañana y en la tarde.



Figura 2.10. Avistamiento de aves. [Autor: Agustín Gutiérrez].

Una vez identificadas las especies de aves en cada playa, se procedió a buscar información del estado de conservación en la página IUCN Red List of Threatened Species para resaltar valores importantes.

2.3.4 Otra fauna

El muestreo de fauna se lo realizó utilizando la técnica de Transectos de Registro de Encuentros Visuales (REV), esta técnica nos permite obtener información sobre la riqueza de especies de un lugar, y consiste en recorrer un área determinada por un periodo de tiempo buscando animales de modo sistemático (Lips *et al.*, 1999; Heyer *et al.*, 1994). La identificación fue por observación directa, fotos o por captura del individuo. Esta técnica fue realizada dos veces durante el día (mañana y tarde), en conjunto con el avistamiento de aves.



Figura 2.11. *Microlophus sp* observado durante recorrido usando la técnica REV en la zona de duna de Playa Rosada. [Autor: Karen Muñoz].

2.3.5 Flora

Para la identificación de flora se utilizó el método de estimación ocular (Martella *et al.*, 2012). Y para medir cobertura del estrato herbáceo y rasante, se utilizó un transecto ajustado a cada playa, así mismo, se identificó la flora cercana del transecto, por medio de observaciones directas y foto identificación para las especies no identificadas in situ. Se realizó el conteo con un cuadrante de 50 cm x 50 cm (*Figura 2.12*), el cual se colocó dos veces en la zona después de dunas teniendo un área de 0,25 m², para posteriormente transformarlo a 1 m².



Figura 2.12. Cuadrante de 50 cm x 50 cm colocado en la vegetación. [Autor: Karen Muñoz].

2.4 Trabajo de laboratorio

El análisis de las muestras consistió en la extracción y recuento del macrobentos y su posterior identificación. Primero, se procedió a colocar cada muestra en un tamiz de 500 μm , y agitarlo dentro de una bandeja con agua para eliminar el sedimento más fino y la muestra sobrante fue colocada cuidadosamente en un frasco con formol al 8% para su posterior separación e identificación, y adicionalmente se colocó 5 ml de solución de eosina a cada muestra para teñir el macrobentos con el fin de distinguirlos más fácilmente. Se rotuló cada frasco correctamente incluyendo: nombre de la playa, estación, hora de recolección, zona de muestreo y fecha.

Una vez tamizadas todas las muestras, se procedió a la separación del macrobentos, la cual consistió en colocar la muestra sobrante en una bandeja de fondo blanco y con la ayuda de una pinza, separar cada organismo que se observe en su respectivo frasco.

Una vez separado el macrobentos, con la ayuda de un estereoscopio se procedió a la identificación utilizando claves taxonómicas, y posterior a esto, se contó el número de individuos por especie para los análisis estadísticos respectivos.



Figura 2.13. Uso de estereoscopio para la identificación de macrobentos. [Autor: Karen Muñoz].

2.5 Análisis de datos

El análisis de los resultados obtenidos de macrobentos y avistamiento de aves, fueron analizados por medio de índices de diversidad alfa y beta, los cuales fueron calculados mediante el uso del software estadístico Past.

2.5.1 Índice de diversidad de Simpson (1-D)

Este índice fue empleado para medir la diversidad de macrobentos y aves presentes en cada playa para su posterior comparación. El índice de Simpson representa la probabilidad de extraer dos individuos aleatoriamente y que sean de diferentes especies. El valor del índice oscila entre 0 a 1, donde si el valor es cercano a 1, mayor es la diversidad de la muestra (Carmona-Galindo & Carmona, 2013). Se calculó de acuerdo a la fórmula (Simpson, 1949):

$$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2 \quad (2.1)$$

Donde:

S= Riqueza de especies

p_i = número de individuos de la especie i /total de individuos

2.5.2 Índice de Shannon-Wiener (H)

Este índice fue empleado para medir la biodiversidad de macrobentos y aves presentes en cada playa para su posterior comparación. Este índice, es el más usado frecuentemente ya que considera tanto la riqueza en especies como su abundancia, y varía de 0 ($H=0$ cuando hay una sola especie) y $\ln S$ (Carmona-Galindo & Carmona, 2013). Se calculó de acuerdo a la fórmula (Shannon, 1948):

$$\bar{H} = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad (2.2)$$

Donde:

S= Riqueza de especies

p_i = número de individuos de la especie i /total de individuos

2.5.3 Índice de equidad (J)

Este índice fue empleado para medir la uniformidad de las especies de macrobentos y aves presentes en cada playa. Se utilizó el índice de Pielou (1969) el cual mide la proporción de la distribución de la abundancia de las especies. Varía de 0 a 1, de forma que 1 indica que las abundancias son iguales por lo que hay uniformidad de especies (Carmona-Galindo & Carmona, 2013). Se calculó de acuerdo a la fórmula:

$$J' = \frac{H}{\ln(S)} \quad (2.3)$$

Donde:

H= índice de diversidad de Shannon

S= Riqueza de especies en la muestra

2.5.4 Curva de rarefacción

Este índice es importante determinar para la comparación de índices de diversidad alfa entre las playas de estudio, debido a que se debe realizar una corrección matemática de estos índices para que el número de individuos sea el mismo. Este proceso se denomina rarefacción, el cual se utiliza para la normalización de los índices de diversidad para su posterior comparación (Carmona-Galindo & Carmona, 2013).

2.5.5 Índice de Jaccard (*beta-diversidad*)

Este índice fue empleado para determinar la similitud existente o no existente entre cada playa de estudio en base a la comparación de las especies de macrobentos y aves presentes entre las playas. Y el índice obtenido fue representado mediante un gráfico denominado clúster.

2.5.6 Flora:

Se contabilizó el porcentaje en cobertura de los puntos muestreados (Martella *et al.*, 2012). Formula:

$$\% \text{ de suelo cubierto} = \Sigma (\% \text{ suelo cubierto} / N^{\circ} \text{ de puntos registrados}) \quad (2.4)$$

La identificación se realizó mediante, foto identificación, además del uso de la página “Trópicos”, sitio web: <http://www.tropicos.org/Home.aspx> para comprobar la distribución de las especies identificadas

2.6 Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el programa R Studio.

2.6.1 Coeficiente de correlación lineal de Pearson

Para estimar la correlación entre la zona (Baja, Media o Alta), con respecto al número de individuos presentes y granulometría, se utilizó el coeficiente de correlación lineal de Pearson, el cual es un índice para medir el grado de covariación lineal entre distintas variables. Sus valores varían de -1 a 1, donde al llegar a 1 o -1 significa una correlación fuerte entre variables y llegando a 0 la correlación es muy baja o no existe.

2.6.2 Análisis de correspondencia múltiple (MCA)

Para analizar la relación entre la zona de la playa con respecto al número de individuos presentes y granulometría, se aplicó el análisis de correspondencia múltiple (MCA). El análisis de correspondencia múltiple nos permite resumir y visualizar una tabla de datos que contiene más de dos variables categóricas. También puede verse como una

generalización del análisis de componentes principales cuando las variables a analizar son categóricas en lugar de cuantitativas (Abdi & Williams, 2010).

2.6.3 Análisis permutacional multivariado de varianzas (Permanova)

Para analizar los diferentes componentes biológicos determinados como aves, macrobentos y flora, se aplicó el análisis permutacional multivariado de varianzas (Permanova), el cual es una prueba estadística multivariable no paramétrica. Se aplica para estudios ecológicos y nos permite determinar si existe diferencias significativas entre una matriz de datos, los cuales no presentan una distribución normal, los datos son heteroscedásticos y con diseños desequilibrados.

2.7 Diseño del producto

Los resultados de macrobentos, aves y flora se obtuvieron utilizando diferentes metodologías, con el fin de determinar las características biológicas de cada playa, y poder realizar un análisis comparativo entre ellas. La información presentada servirá como línea base para la elaboración de propuestas de gestión turística, que beneficiaran la conservación de tortugas marinas. Los productos por entregar por parte de la carrera de Biología son:

Lista de fauna observada visualmente en cada playa

Lista de aves presentes en cada playa

Lista de macrobentos de zona arenosa

Lista de macroalgas y rocosas

Comparación entre playas de anidación vs no anidación

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Macrobenetos

Durante el transcurso del proyecto se logró identificar 3 phyla de macrobenetos en Playa Rosada, San Pedro y Valdivia. El phylum con la mayor cantidad de individuos estuvo conformado por moluscos, seguido de anélidos y crustáceos. El phylum con la mayor cantidad de familias fue Anélida, lográndose identificar 8 familias diferentes.

En Playa Rosada, se identificaron 6 familias y 13 especies de macrobenetos siendo *Pisionidens sp* la especie de poliqueto más abundante (65%), seguida de *Familia Cirolanidae* (15%), *Exciorolana sp* (9%) y *Mazatlaniana sp* (5%).

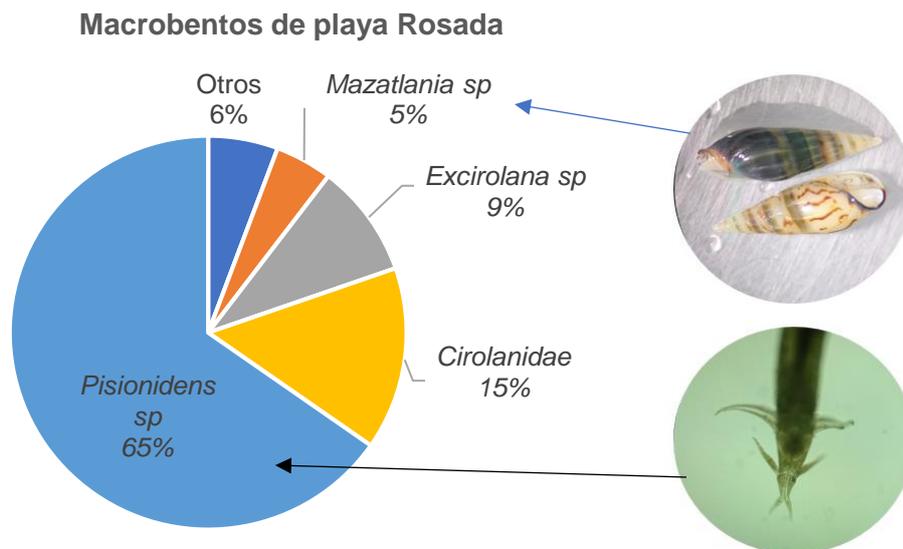


Figura 3.1. Macrobenetos predominantes en Playa Rosada.

En playa San Pedro, se identificaron 5 familias y 7 especies de macrobenetos siendo el género *Olivella sp* la más abundante con un total de (72%), seguida de *Familia Cirolanidae* (10%) y *Familia Sphaeromatidae* (6%).

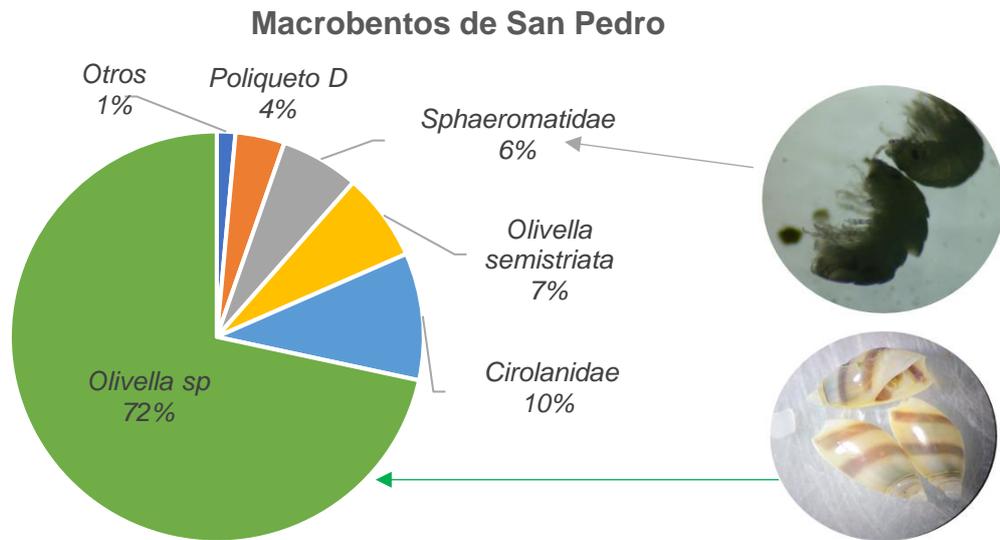


Figura 3.2. Macrobentos predominantes en Playa San Pedro.

En Playa Valdivia, se identificaron 10 familias y 15 especies de macrobentos siendo el género *Olivella sp* la más abundante con un total de (51%), al igual que los anfípodos (10%), *Cirolanidae* (10%), *Sphaeromatidae* con (7%) y *Mazatlania* (5%).

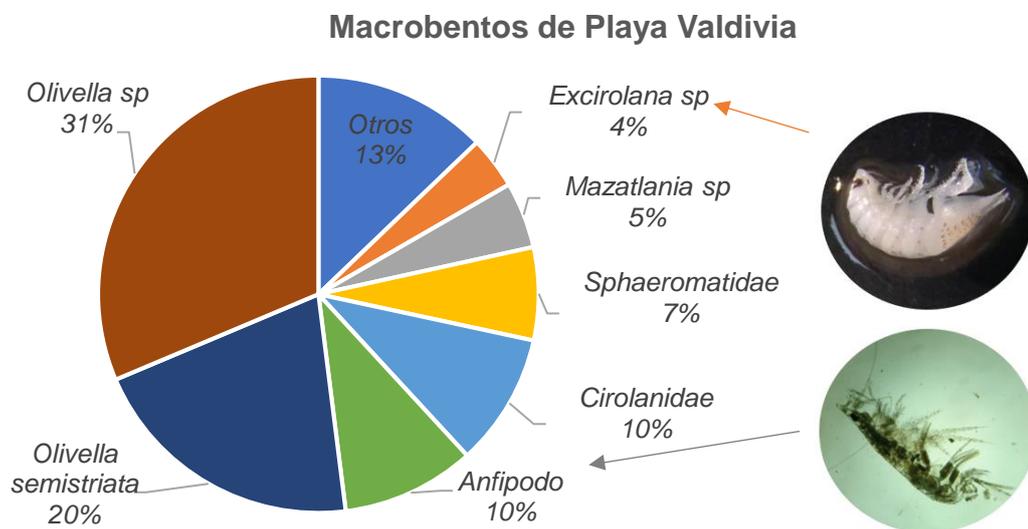


Figura 3.3. Macrobentos predominantes en Playa Valdivia

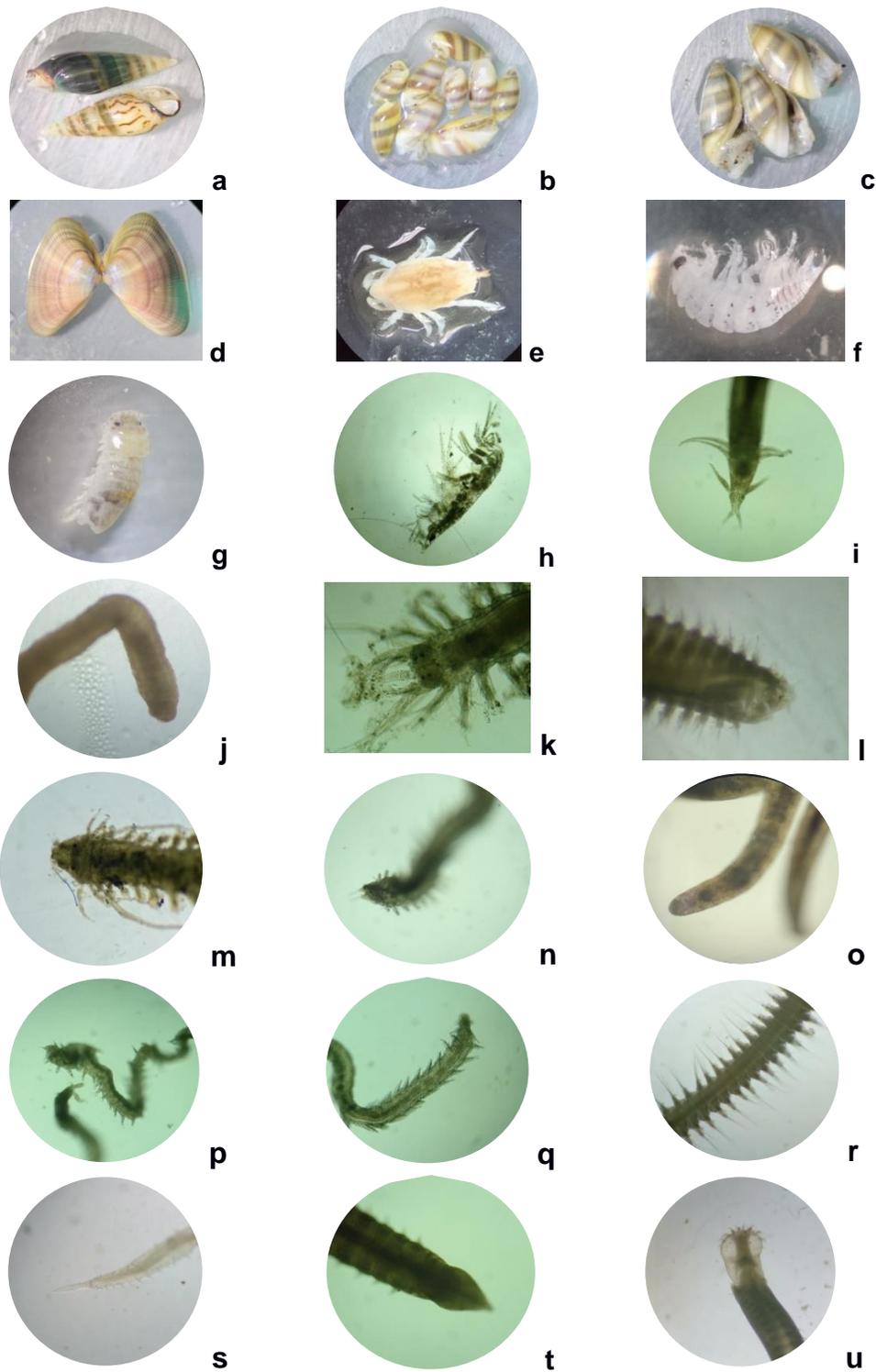


Figura 3.4. Macrobentos de las playas Playa Rosada, San Pedro, Valdivia a) *Mazatlania sp*, b) *Olivella sp*, c) *Olivella semistriata*, d) *Donax sp*, e) *Emerita sp*, f) Familia cirolanidae, g) Familia Sphaeromatidae, h) *Amphipoda*, i) *Pisionidens sp*, j) Familia Lumbrineridae, k) Familia Hesionidae, l) Familia Lacydoniidae, m) Familia Phyllodocidae, n) Familia Nereididae, o) Poliqueto D, p) Poliqueto E, q) Poliqueto F, r) Poliqueto G, s) Poliqueto H, t) Poliqueto I, u) Poliqueto J. Fuente: Karen Muñoz.

3.1.1 Índices de diversidad alfa para macrobentos

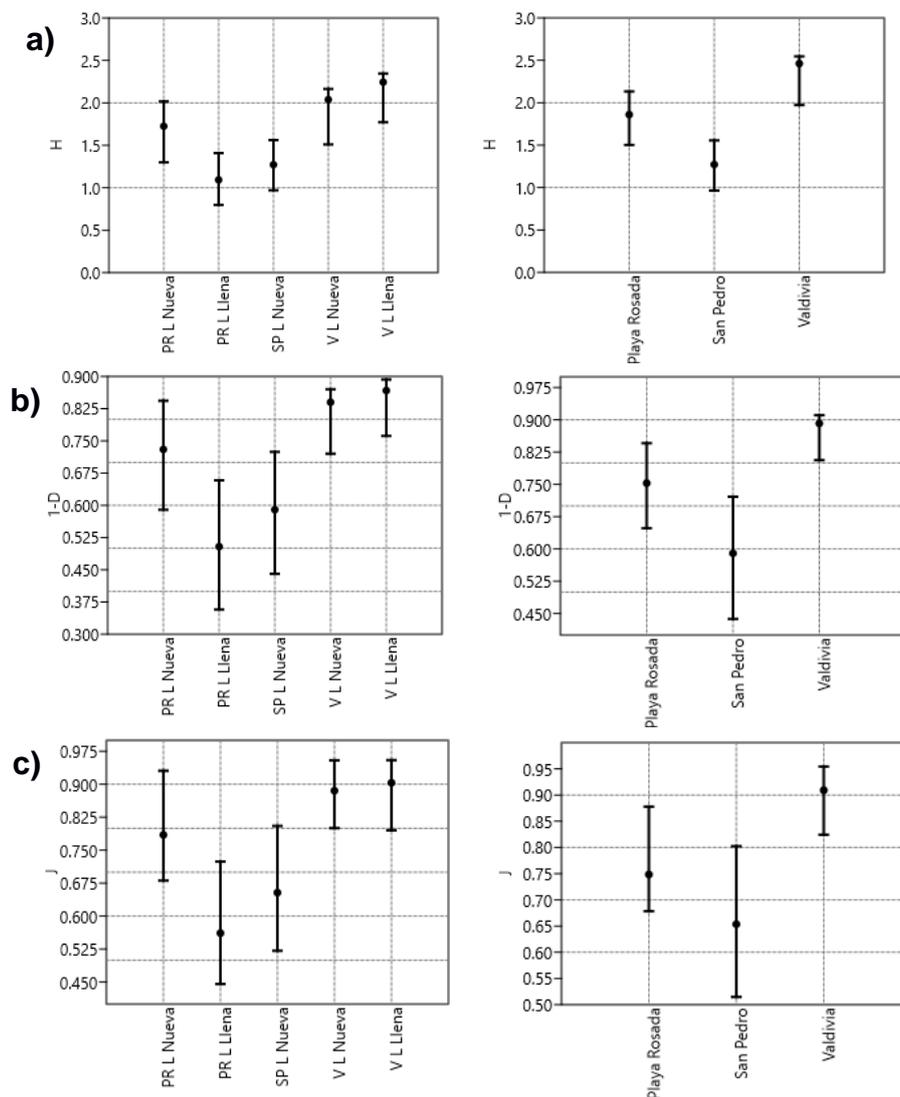


Figura 3.5. Índices de diversidad alfa de macrobentos en Playa Rosada (PR), San Pedro (SP), Playa Valdivia (PV) por fase lunar y playa. a) Índice de Shannon (H), b) Índice de diversidad de Simpson (1-D), c) Equidad (J)

Al analizar los índices de diversidad alfa podemos observar que PR en luna nueva presenta mayor diversidad y equidad en comparación con luna llena, sin embargo, en PV es lo contrario, probablemente por un “Norte” o aguaje que se suscitó ese día.

Al analizar en conjunto los valores, PV de manera general presenta una mayor diversidad según el índice de Simpson, una diversidad media según Shannon y una alta equidad en las abundancias de sus especies, es decir, no presenta dominancia de ciertas especies en comparación con PR, que presenta una equidad y una diversidad baja tanto

para el índice de Shannon como el índice de Simpson. Sin embargo, SP presenta una diversidad y equidad baja en comparación con PV y PR.

3.1.2 Índice de diversidad beta

Para la comparación entre Playa Rosada, San Pedro y Valdivia se estimó el índice de similitud de Jaccard, representado en la *Figura 3.6*.

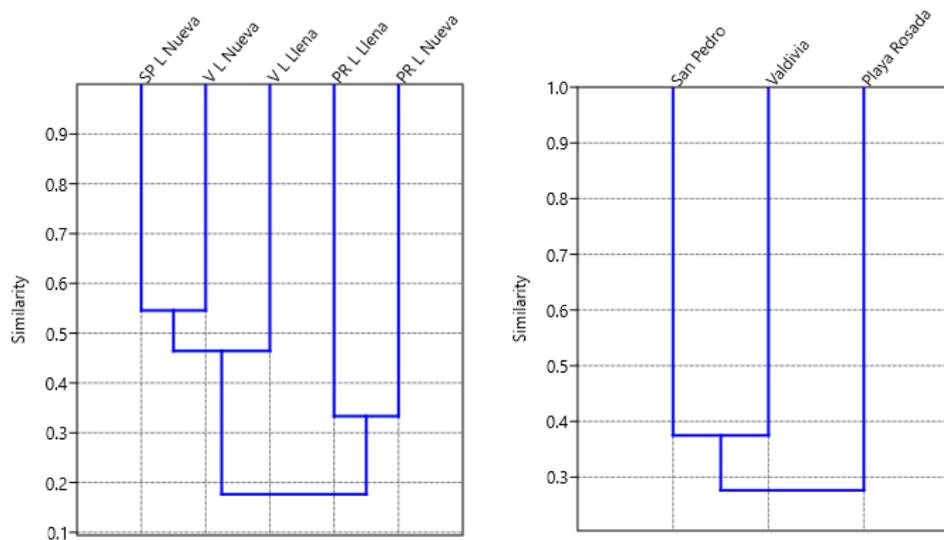


Figura 3.6. Índice de similitud de Jaccard de macrobentos en Playa Rosada (PR), San Pedro (SP), Playa Valdivia (PV) por fase lunar y playa

PV en ambas fases lunares presentó un bajo índice de similitud. PV y SP en luna nueva presentaron el mayor índice de similitud, sin embargo, PR en ambas fases lunares presentó un índice de similitud por menor a (0,40). De manera general, existe una baja similitud (menor a 0,40) entre las tres playas estudiadas.

3.2 Aves

En las tres playas: Playa Rosada, San Pedro, Valdivia, se encontraron 13 órdenes, 38 familias y 69 especies de aves en total. De las cuales 2 están en la categoría NT (Casi amenazado) y el resto en LC (Preocupación menor)

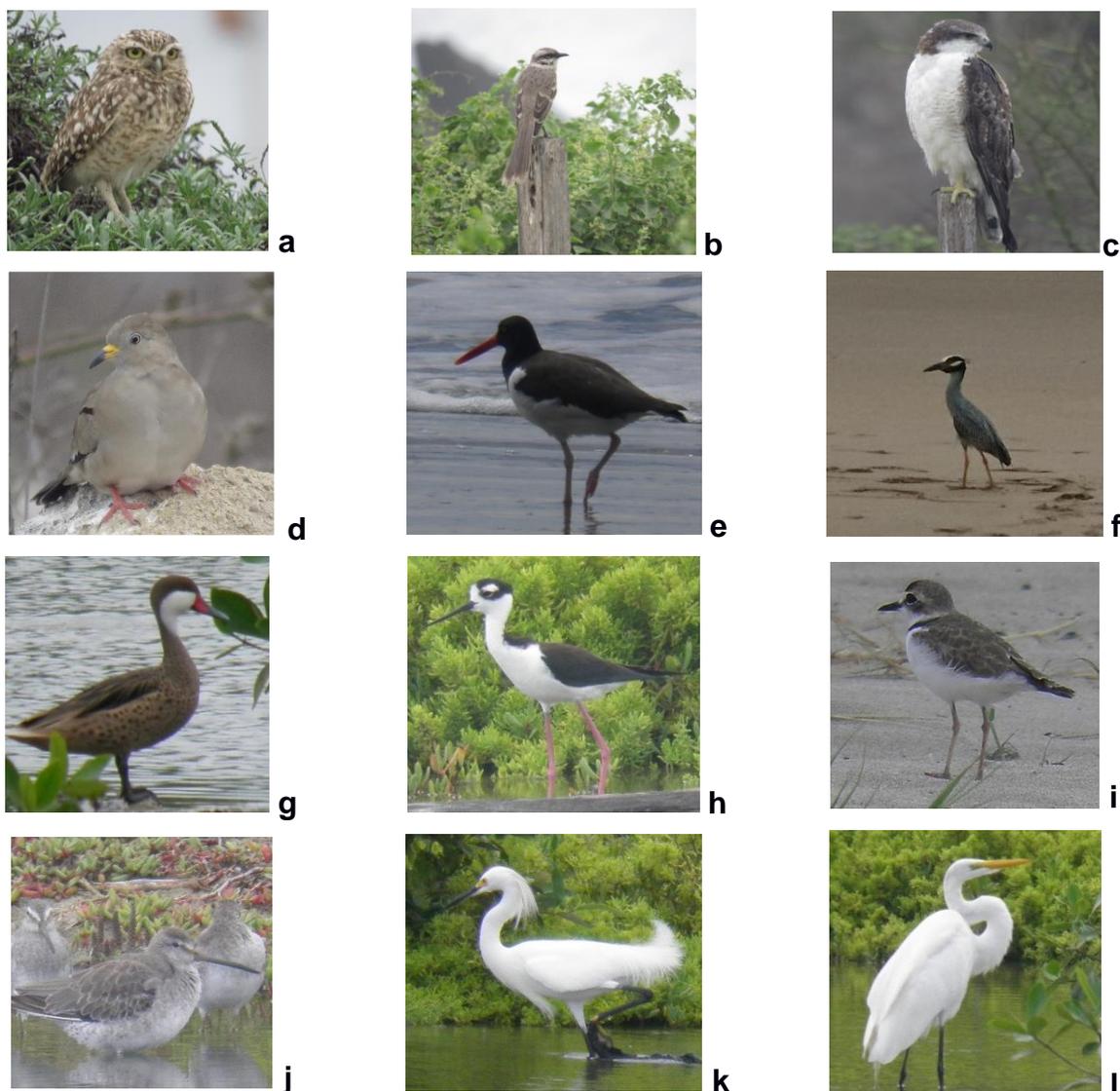


Figura 3.7. Aves presentes en Playa Rosada y Valdivia a) *Athene cunicularia* (Búho Terrestre), b) *Mimus longicaudatus* (Sinsonte Colilargo), c) *Pandion haliaetus* (Águila Pescadora), d) *Columbina cruziana* (Tortolita Croante), e) *Haematopus palliatus* (Ostrero Americano), f) *Nyctanassa violacea* (Garza Nocturna), g) *Anas bahamensis* (pato gargantilla), h) *Himantopus mexicanus* (Cigueñuela Cuellinegra), i) *Charadrius semipalmatus* (chorlo semipalmado), j) *Calidris himantopus* (Playero zancón), k) *Egretta thula* (Garceta Nivea), l) *Ardea alba* (Garza blanca). Fuente a-d Agustín Gutiérrez; e-l Karen Muñoz

Las aves marinas como gaviotas, fragatas, garzas, huaques y pelicanos estuvieron siempre sobrevolando las playas, en especial en la mañana, aunque se las ha observado después de la puesta del sol, como depredadores naturales de tortugas marinas en todos sus periodos iniciales, desde la puesta de huevos, incubación y eclosión de neonatos (Ceballos *et al.*, 2003; Zárate & Dutton, 2002). Se reconocieron 5 especies de gaviotas

(*Chroicocephalus cirrocephalus*, *Larus delawarensis*, *Larus dominicanus*, *Leucophaeus modestus*, *Leucophaeus pipixcan*); 2 especies de fragatas (*Fregata magnificens*, *Fregata minor*) y dos especies de pelicanos (*Pelecanus occidentalis*, *Pelecanus thagus*), volando frecuentemente sobre las tres playas o descansando en ellas.

3.2.1 Índices de diversidad alfa para aves

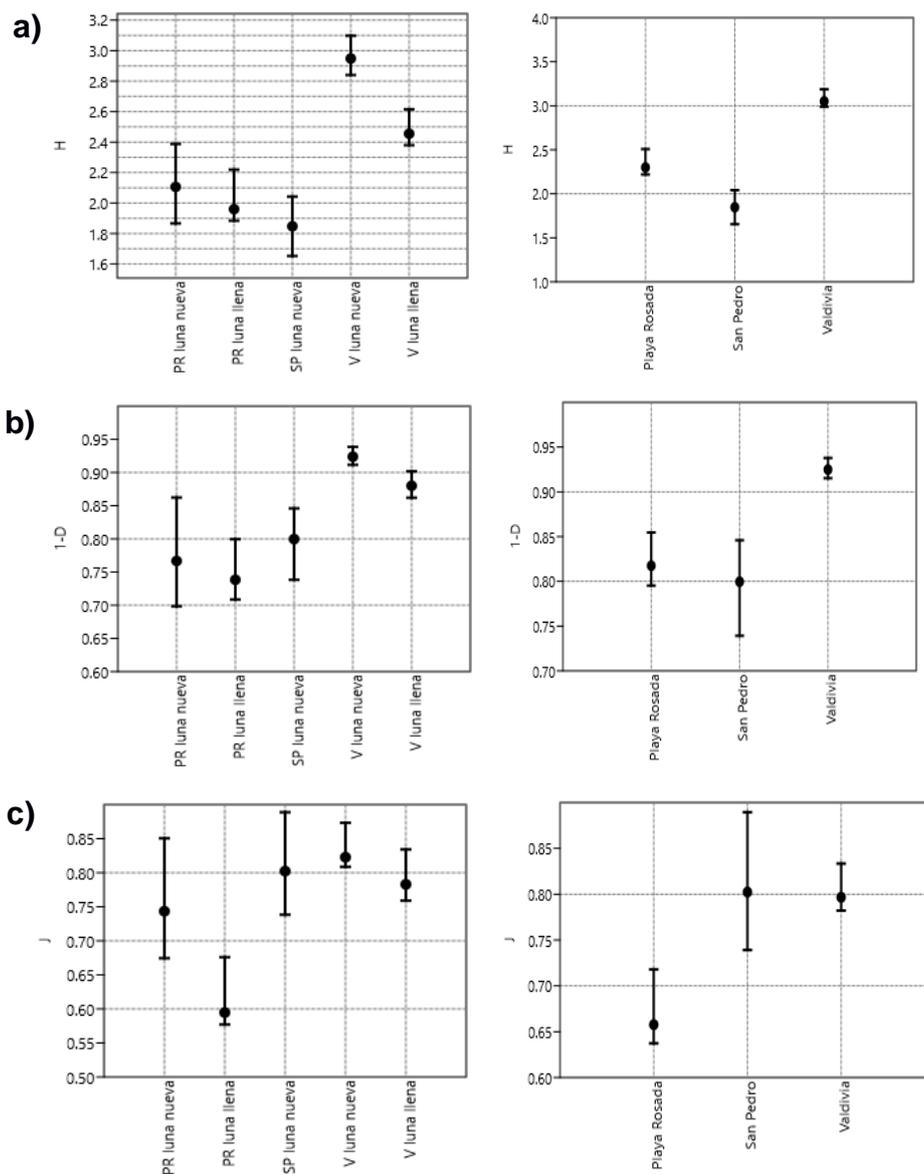


Figura 3.8. Índices de diversidad alfa de aves en Playa Rosada (PR), San Pedro (SP), Playa Valdivia (PV) por fase lunar y playa. a) Índice de Shannon (H), b) Índice de diversidad de Simpson (1-D), c) Equidad (J)

Al analizar los índices de diversidad de Shannon y Simpson podemos observar que en PR y PV la diversidad en luna nueva es mayor que en luna llena. PV en sus dos fases

lunares presentó un índice cercano a 3 considerándose una playa con gran diversidad de aves. Cabe recalcar que SP presenta un índice de diversidad de Simpson más alto que PR en ambas fases lunares, sin embargo, al analizar los valores en conjunto, SP tiene una diversidad menor a PR. PV presenta una mayor diversidad que PR y esta que SP. La equidad para PV y SP fue cercana a 1 en ambas fases lunares por lo que no presentaron dominancia de especies, en cambio Playa Rosada presento baja equidad.

3.2.2 Índice de diversidad beta

Para analizar la similitud se usó el índice de Jaccard mostrado en la *Figura 3.9*.

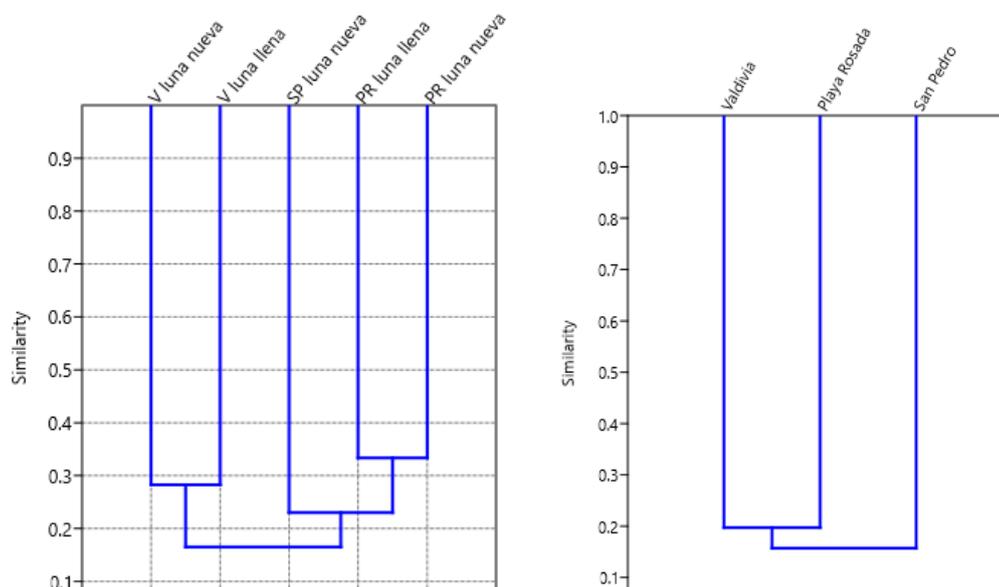


Figura 3.9. Índice de similitud de Jaccard de aves en Playa Rosada (PR), San Pedro (SP), Playa Valdivia (PV) por fase lunar y playa

Se observa una baja similitud entre lunas, siendo la de mayor similitud PR en ambas fases lunares. Comparando entre fases lunares poseen una baja similitud, PR se parece a SP y estas dos a su vez a PV.

3.3 Flora en dunas

En las dunas se identificaron 10 taxones entre trepadoras, herbáceas y arbustos, de los cuales 9 son nativas del Ecuador y la última no se pudo identificar hasta el nivel de especie (ver *Anexos, Tabla 3.8*). La vegetación sobre las dunas es importante ya que las

estabiliza evitando su movilidad y susceptibilidad a los vientos (Moreno & Travieso, 2006) ofreciéndole protección a los nidos.

Tabla 3.1 Porcentaje de suelo cubierto en las tres playas

Localidad	% de suelo cubierto
<i>Playa Rosada</i>	29%
<i>San Pedro</i>	18%
<i>Valdivia</i>	71%

En la *Tabla 3.1*, la playa con mayor cobertura de vegetación herbácea, rasante y arbustiva fue Valdivia con un 71% de suelo cubierto identificándose 6 especies (ver *Figura 3.10*) seguido de Playa Rosada con 29% (tres especies). San Pedro posee un 18% de suelo cubierto de herbáceas, aunque no se encontraron dunas presentes, la vegetación empezaba desde el estrato arbustivo como *Cryptocarpus pyriformis*, la cual predominaba entre las olas y la arena seca y en menor cantidad la herbácea *Sporobolus virginicus*. Solo se tomó en cuenta la vegetación verde, se estima que la cobertura aumente en época de lluvia.

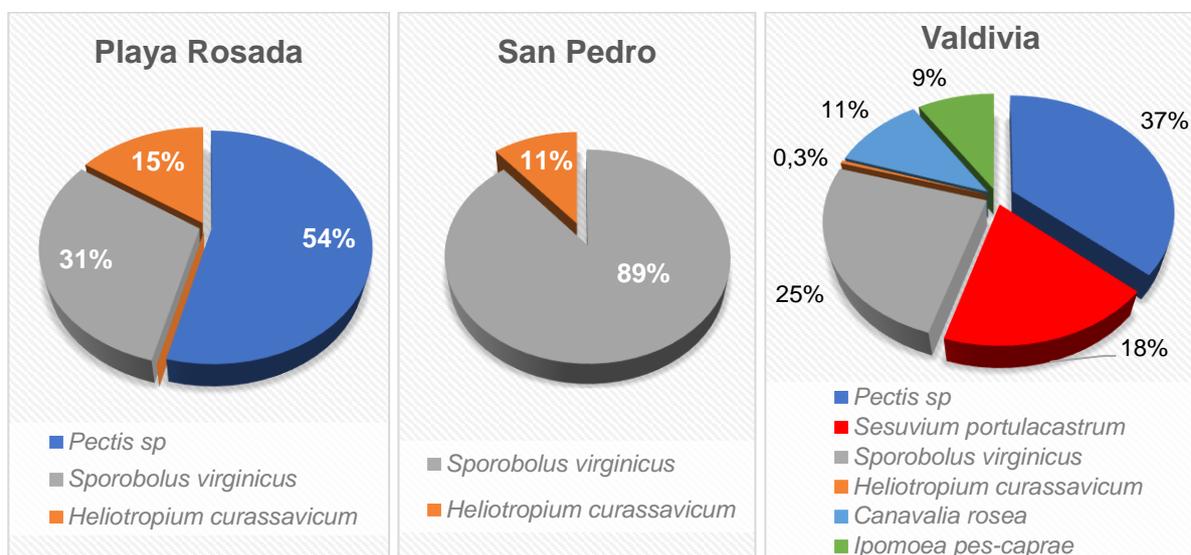


Figura 3.10. Cobertura vegetal por especie de Playa Rosada, San Pedro, Valdivia en dunas

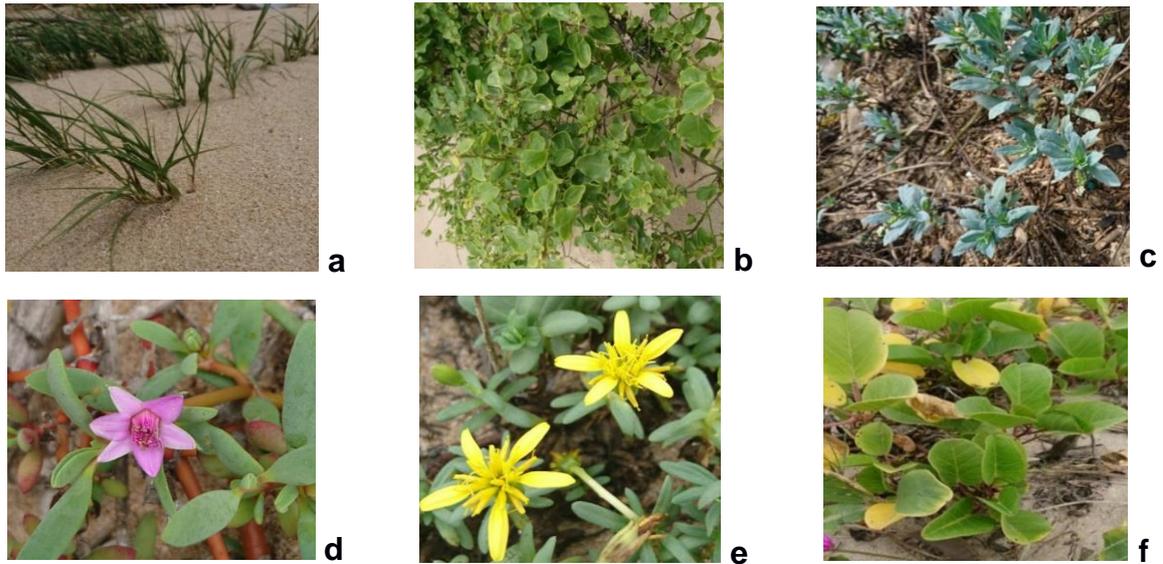


Figura 3.11. Flora encontrada en Playa Rosada, San Pedro y Valdivia. a) *Sporobolus virginicus*, b) *Cryptocarpus pyriformis*, c) *Heliotropium curassavicum*, d) *Sesuvium portulacastrum*, e) *Pectis sp*, f) *Ipomoea pes-caprae*. Fuente: a-f Karen Muñoz

3.4 Macroalgas y macrobentos en zona rocosa

3.4.1 Macroalgas en zona rocosa

Se encontraron 7 especies de macroalgas en las zonas rocosas de Playa Rosada y San Pedro, entre las cuales, *Codium spp* y *Padina spp* estaban presentes en ambas playas (Ver Anexos, Tabla 3.9). Sin embargo, Playa Valdivia no presenta zona rocosa.

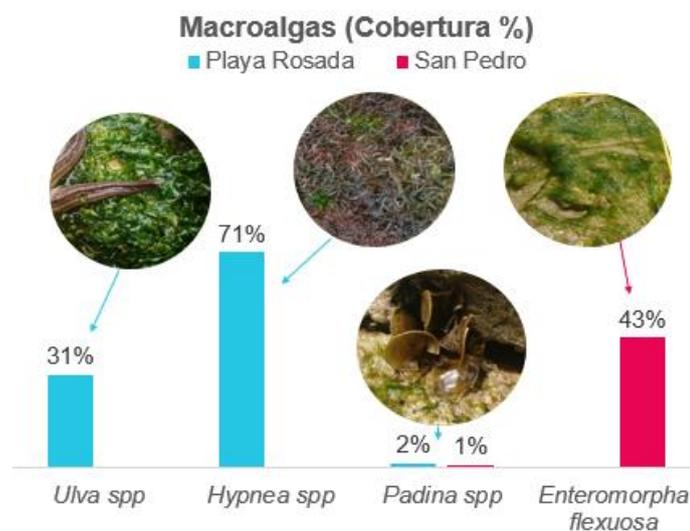


Figura 3.12. Cobertura de macroalgas en la zona rocosa de Playa Rosada y San Pedro

En playa Rosada, *Hypnea sp* presenta la mayor cobertura con 71% y *Ulva spp* con 31%. En SP, *Enteromorpha flexuosa* presenta una gran cobertura con 43%. Sin embargo, *Padina spp* presente en ambas playas tiene una muy baja cobertura (2%) como se ve en la (Figura 3.12.) También, se registraron tres especies de algas en los alrededores fuera de la zona de muestreo como *Codium spp*, *Caulerpa racemosa var. peltata* y *Chaetomorpha antennina* (Figura 3.13). Cabe mencionar que en un estudio realizado por Jiménez *et al* (2017) se encontró que las macroalgas *Caulerpa sp*, *Rhodymenia corallina*, *Codium peruvianum* y *Ulva lactuca* forman parte de la dieta de los juveniles de tortugas.

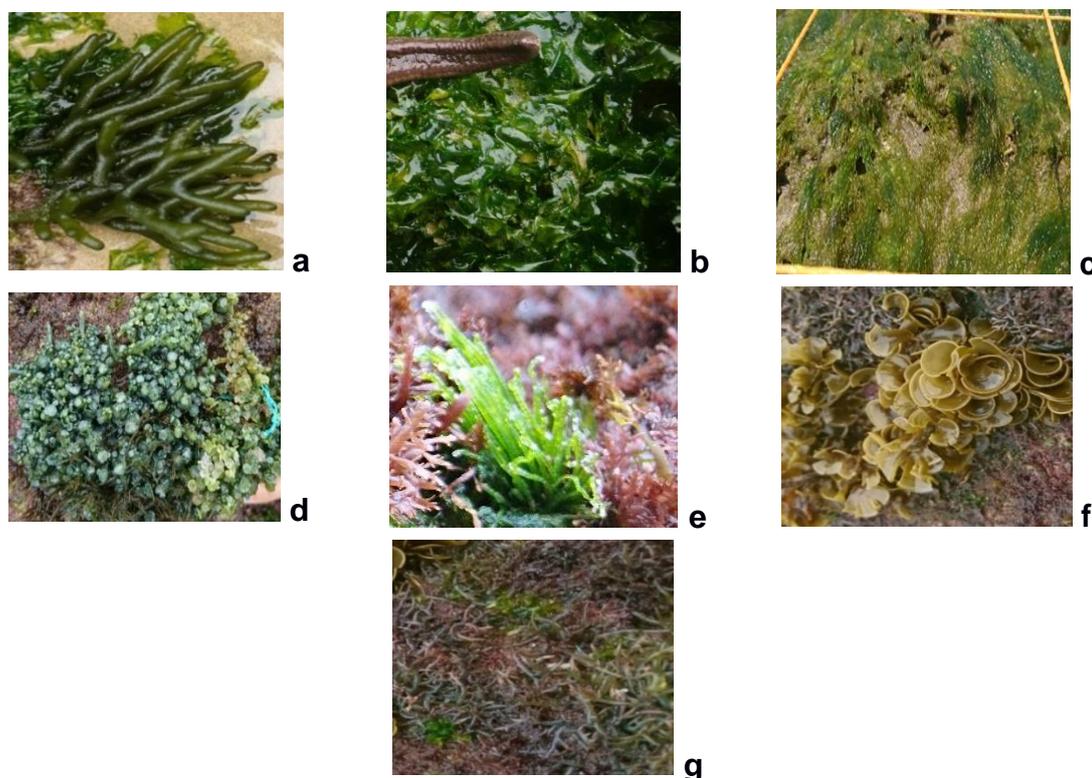


Figura 3.13. Macroalgas presentes en Playa Rosada y San Pedro. a) *Codium spp*, b) *Ulva spp*, c) *Enteromorpha flexuosa*, d) *Caulerpa racemosa var. peltata*, e) *Chaetomorpha antennina*, f) *Padina spp*, g) *Hypnea spp*. Fuente a-g Karen Muñoz

3.4.1 Macrobentos en zona rocosa

En la zona rocosa de San Pedro y Playa Rosada se registraron 7 especies de macrobentos. Adicionalmente 4 especies fueron registradas en los alrededores de la zona de muestreo (ver Anexos, Tabla 3.10)

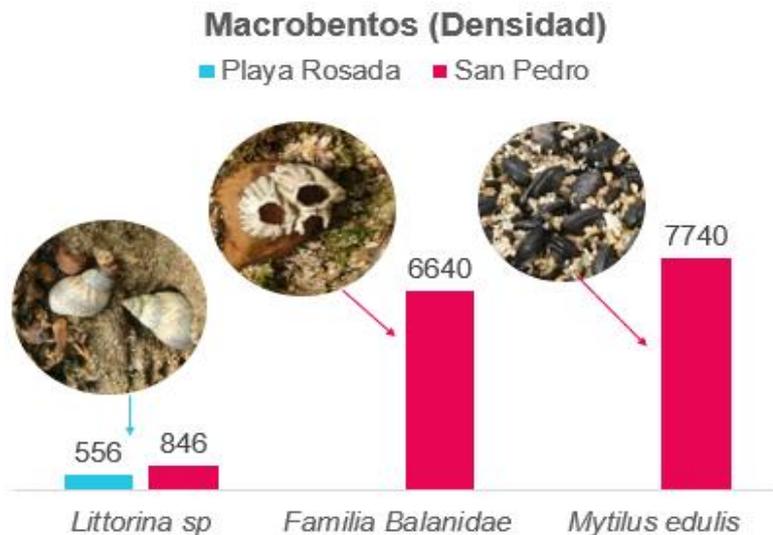


Figura 3.14. Densidad de macrobentos en la zona rocosa de Playa Rosada y San Pedro.

La mayor densidad de macrobentos se registró en la zona alta de San Pedro, donde el mejillón común (*Mytilus edulis*) presentó una densidad de 7740 individuos/m² y la Familia Balanidae una densidad de 6640 individuos/m². *Littorina sp* se registró en ambas playas en la zona media y alta, con una menor densidad de individuos (Figura 3.14).

3.5 Otra fauna

A lo largo de las tres playas se pudo observar al cangrejo fantasma (*Ocypode sp*). En la parte de las dunas, se encontraron frecuentemente las lagartijas del género *Microlophus sp* en las tres playas. También se halló una especie de Nudibranquio, dólar de mar, insectos comunes, etc. (Figura 3.15; ver Anexos, Tabla 3.10).

El cangrejo del género *Ocypode sp* y *Grapsus grapsus*, han sido descrito como depredadores de huevos y neonatos de tortugas marinas, inclusive se ha reportado que el cangrejo *Ocypode* puede hacer pequeños huecos en los nidos para sacar a los neonatos y devorarlos (Ceballos *et al.*, 2003; Zárate & Dutton, 2002). Adicionalmente, en las tres playas se observó la presencia de perros pertenecientes a las comunas, los mismos moradores mencionaron que los perros cavan los nidos de tortugas y se comen los huevos.



Figura 3.15. Especies encontradas a lo largo de las playas Playa Rosada, San Pedro, Valdivia
a) *Microlophus occipitalis* (hembra), b) *Glaucus atlanticus*, c) *Microlophus* sp, d) *Mellita longifissa*, e) *Thais* sp, f) *Ocypode* sp, g) *Physalia physalis*, h) *Argiope* sp, i) *Apis mellifera*, j) Familia Asteriidae, k) *Siphonaria* sp, l) *Heliaster* sp. Fuente: a) Amanda Navarrete; b-l) Karen Muñoz.

3.6 Análisis estadísticos

3.6.1 Correlación de Pearson

Mediante la correlación de Pearson, se determinó que la correlación entre las zonas y el número de individuos es negativa en todas las playas estudiadas, significando que, a medida que cambia de zona, de baja a media y a alta, el número de individuos disminuye. Con respecto a la granulometría, esta disminuye con respecto a las zonas en San Pedro y Valdivia, y aumenta en Playa Rosada.

Tabla 3.2. Correlación entre Playa Rosada, Valdivia y San Pedro con respecto al número de individuos y granulometría en la zona baja, media y alta.

		Especies	Granulometría
Playa Rosada	Zona (Baja, Media y Alta)	-0.33333	0.4138421
San Pedro		-0.5345225	-0.4854924
Valdivia		-0.6354889	-0.1276912

3.6.2 Análisis de correspondencia múltiple (MCA)

Al realizar el análisis de correspondencia múltiple (*Figura 3.16*) para determinar la relación entre la zona de la playa (Baja, Media y Alta) con respecto al número de especies y granulometría, se obtuvo que las relaciones de dependencia entre las variables son explicadas en un 35.8%. Por lo tanto, no existe relación significativa entre todas las variables, pero podemos observar que PR presenta una fuerte asociación con arena media y la presencia de una especie, en cambio, PV y SP presenta una fuerte asociación con arenas finas presentes en la zona Alta de cada playa. La zona Baja y Media en las tres playas no presenta una asociación relevante con las otras variables.

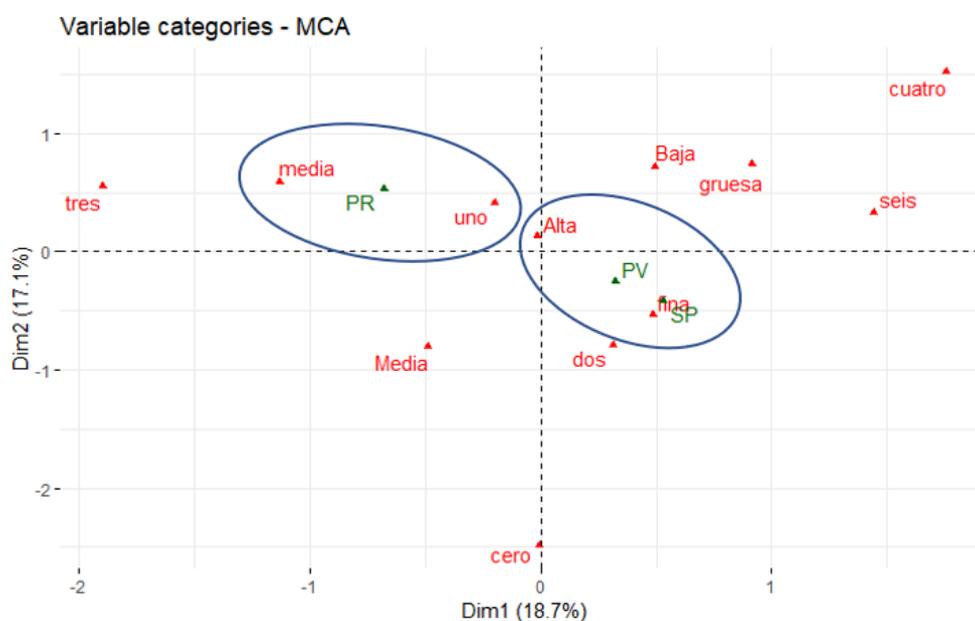


Figura 3.16. Representación de dependencia entre la zona de la playa (Baja, Media y Alta) con respecto al número de individuos y granulometría (gruesa, media y fina) presentes en Playa Rosada (PR), San Pedro (SP) y Playa Valdivia (PV).

3.6.3 Análisis Permanova

Al no conseguir una distribución normal en los resultados, se realizó el análisis estadístico multiparamétrico Permanova. Respecto al macrobentos, se obtuvo que no existen diferencias significativas ($p = 0.287$) entre las playas tomando un nivel de significancia de 0.05, sin embargo, al analizar las diferentes zonas a lo largo del perfil de las playas, se obtuvo que existen diferencias significativas ($p = 0.004^{**}$), es decir que cada zona de la playa es diferente entre sí con respecto al macrobentos. Las 3 playas son homogéneas en cuanto a su dispersión de datos ($p = 0.638$) (ver *Anexos, Figura 3.19. y Figura 3.20.*)

Las aves mostraron diferencia significativa entre playas ($p = 0.06$) tomando un nivel de significancia de 0.1, sin embargo, la dispersión de sus datos no es homogénea ($p = 0.001398^{**}$) (Ver *Anexos, Figura 3.21 y Figura 3.22*)

La Flora, tampoco mostró diferencias significativas entre las playas ($p = 0.096$) ni entre estaciones (0.801) tomando un nivel de significancia de 0.05. Las 3 playas son homogéneas en cuanto a su dispersión de datos (0.828) (Ver *Anexos, Figura 3.23 y Figura 3.24*)

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- ✓ En las tres playas se registró una gran diversidad de especies identificándose aves, reptiles y cangrejos como depredadores naturales de huevos y neonatos de tortugas marinas, organismos macrobentónicos, macroalgas asociadas a la zona rocosa y flora presente en dunas. Encontrándose que las tres playas son diferentes entre sí.
- ✓ Playa Rosada presenta granulometría media a lo largo del perfil de playa, mientras que San Pedro y Valdivia presenta arena fina en la zona alta de la playa. Por ende, el tipo y forma del sedimento podría incidir en la elección del sitio de anidación por especie. En Playa rosada el sedimento es redondeado, alargado existiendo una mayor presencia de anidación de tortuga Carey, en cambio, en Valdivia los sedimentos son angulares y subangulares presentando anidación de tortuga Golfina.
- ✓ Las características biológicas encontradas en las playas de anidación (Rosada y Valdivia) no difieren de la playa de no anidación (San Pedro) sino que presumiblemente la intervención y asentamiento humano, al igual que la ausencia de dunas con vegetación “rastrera” existente en San Pedro ha influido negativamente para que no exista anidación de tortugas.

4.2 Recomendaciones

- ✓ Se recomienda realizar la caracterización biológica, física, oceanográfica y social de todas las playas de anidación, siguiendo un protocolo estandarizado.
- ✓ Mantener la vegetación de las dunas, ya que ellas brindan estabilidad al terreno y son importantes para la anidación de las tortugas marinas.
- ✓ Realizar más campañas de concientización a todos los usuarios de las playas (pescadores, comuneros, turistas, etc.)
- ✓ Realizar más muestreos (salidas) en cada playa para obtener mayor cantidad de datos con respecto al macrobentos y aves.

- ✓ Se recomienda que el proyecto, se lleve a autoridades superiores que puedan tomar decisiones a priori sobre Playa Rosada, que gran parte de la zona de anidación de la tortuga Carey que ocurre en la zona de duna es un terreno privado; el cual está y estará más intervenido.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdelaal, M., Fois, M., & Fenu, G. (2018). The influence of natural and anthropogenic factors on the floristic features of the northern coast Nile delta in Egypt. *Plant Biosystems*, 152(3), 407-415. doi:10.1080/11263504.2017.1302999
- Abdi, H. & Williams, L. (2010). Principal Component Analysis." John Wiley and Sons, Inc. *WIREs Comp Stat* 2: 433–59. <http://staff.ustc.edu.cn/~zwp/teach/MVA/abdi-awPCA2010.pdf>.
- Arzola-González, J. (2007). Humedad y temperatura en nidos naturales y artificiales de tortuga golfina *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz 1829). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42(3): 377-383. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572007000300017>
- Bernal, G., Urrego, L. E., Gómez-García, Á., M., Betancur, S., & Osorio, A. F. (2014). Evolución geomorfológica y vegetación costera de playa palmeras parque nacional natural isla Gorgona, Pacífico Colombiano/Geomorphological evolution and coastal vegetation of palmeras beach Gorgona Island National Natural Park, Colombian Pacific. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42(3), 622-638. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1550519795?accountid=171402>
- Bibby, Burgess & Hill. (1992). *Bird census techniques* (1st ed). London. Elsevier.
- Bjorndal, K. (1997). Foraging ecology and nutrition of sea turtles. In: P. Lutz & J. Musick (eds.). *The biology of sea turtles*. CRC Press, Boca Raton: 137-164.
- Burger, J., & Gochfeld, M. (2014). Avian predation on olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) sea turtle eggs and hatchlings: Avian opportunities, turtle avoidance, and human protection. *Copeia*, (1), 109-122. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1541676748?accountid=171402>
- Camiñas, J. A. (2002). Estatus y conservación de las tortugas marinas en España. Atlas y libro rojo de los anfibios y reptiles de España, 345-380.
- Campbell, C.L. (2014). Estado de Conservación de la Tortuga Carey en las Regiones del Gran Caribe, Atlántico Occidental y Pacífico Oriental. Secretaría Pro Tempore CIT, Virginia USA. 76p. <http://www.iacseaturtle.org/docs/publicaciones/Conservacion-Carey-esp-final.pdf>
- Cárdenas (2015). Áreas marinas y costeras protegidas del Ecuador. Ministerio del Ambiente Sitio web: <https://docplayer.es/12397141-Areas-protegidas-marino-costeras-subsecretaria-de-gestion-marina-y-costera.html>

- Carmona Galindo, V. & Carmona, T. (2013). La diversidad de los análisis de diversidad [The Diversity of Diversity Analyses]. *Bioma*, 14, 20-28. Revisado de http://digitalcommons.lmu.edu/bio_fac/28
- Ceballos-Fonseca, C., Martínez, L., & Quiroga, D. (2003). Distribución, amenazas y esfuerzos de conservación de las tortugas marinas en el Pacífico Colombiano. Informe final, Invermar, Santa Marta, Colombia, 13-27.
- CIT & SSC (2015). Nota Conceptual sobre la importancia de Sargassum y el Mar de los Sargazos para las Tortugas Marinas del Atlántico. CIT-CCE7-2014-Tec.9 - SSC/2014/1/Doc. 2. Revisado de <http://www.iacseaturtle.org/docs/tecnicos/Mar-Sargazos-Tortugas%20Marinas-esp.pdf>
- Cuevas E, L., Correa, M.A. & Mariño-Tapia I. (2010). Influence of Beach Slope and Width on Hawsbill (*Eretmochelys imbricata*) and Green Turtle (*Chelonia mydas*) Nesting Activity in El Cuyo, Yucatan, Mexico. *Chelonian Conservation and Biology*, 9(2): 262-267. doi:10.2744/ccb-0819.1
- Da Silva Bessa, A. (2013). Ecological status and functioning evaluation of sandy beach ecosystems: A macrobenthic community based approach. (Doctoral dissertation in Biosciences). University of Coimbra, Portugal.
- ECURAMDES. (2017). Manual de monitoreo de playas de anidación de tortugas marinas en Ecuador Continental. Guía De Campo. Ministerio del Ambiente de Ecuador, Conservación Internacional Ecuador, Instituto Humanista para la Cooperación con los Países en Desarrollo, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Fondo para el Medio Ambiente Mundial. Guayaquil, Ecuador
- Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., Castillo-Campos, G., P. Garcillán, P., Álvarez, L., Castillo-Argüero, S., ... Vanderplank, S. (2017). Flora en playas y dunas costeras de México. *Acta Botanica Mexicana*, (121): 39. <https://doi.org/10.21829/abm121.2017.1290>
- Fauchald, k. (1977). The Polychaete Worms. Definitions and keys to the Orders, Families and Genera. Science Series 28.
- Francisco, O. A., & López Guzmán, T. (2015). Potencialidades del turismo ornitológico en el caribe. Un análisis de república dominicana./The challenges of tourism in the context of sustainability: The contributions of community-based tourism. *Pasos*, 13 (1): 43-55. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1835703612?accountid=171402>
- Frazier, J. (2014). Situación Regional de las Tortugas Marinas en el Pacífico Sudeste.

- Fish, M.R., Côté, I.M., Gill, J.A., Jones, A.P., Renshoff, F. & Watkinson, A.R. (2005). Predicting the impact of sea level rise on Caribbean Sea turtle nesting habitat. *Conservation Biology*, 19: 482–491.
- Heyer, W. R., Donnelly, M. A., McDiarmid, R. W., Hayek, L. C. & Foster, M. S. (1994). Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Jiménez, A., Pingo, S., Alfaro-Shigueto, J., Mangel, J. & Hooker, Y. (2017). Feeding ecology of the green turtle *Chelonia mydas* in northern Peru. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 45(3): 585-596. DOI: 10.3856/vol45-issue3-fulltext-8.
- Lara Uc, M. M. & Mota Rodríguez, C. (2014). Conociendo a la Tortuga Golfina, *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829). *Revista BIOMA*. 24.
- Leon, A. (2018). Distribución espacial de macroinvertebrados béntonicos en el intermareal rocoso de la punta de San Lorenzo, Santa Elena, Ecuador. Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Liles, M., Seminoff, J., Peterson, J., Altamirano, E., Henríquez, A. V., Gadea, V., Torres, P., Urteaga, J.,..... & Gaos, A. Un mismo tamaño no les queda a todos: La importancia de ajustar las prácticas de conservación de la tortuga carey en peligro de extinción para hacer frente a las necesidades locales de hábitat de anidación en el Océano Pacífico oriental. *Biological Conservation*, 184: 405–413. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2015.02.017>
- Lips, K.R., Reaser, J.K. & Young, B.E. (1999). El Monitoreo de Anfibios en América Latina. Un Manual para Coordinar Esfuerzos. The Nature Conservancy. Recuperado de <https://amphibiaweb.org/resources/Anfibios.pdf>
- López-Castro, M. C., Carmona, R. & Nichols, W. J. (2004). Nesting characteristics of the olive ridley turtle (*Lepidochelys olivacea*) in Cabo Pulmo, southern Baja California. *Marine Biology* 145: 811–820. DOI 10.1007/s00227-004-1359-x
- MaGuarran, A. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press.
- Martella, M. B., Trumper, E., Bellis, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G., & Gleiser, R. M. (2012). Manual de Ecología. Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. *Reduca (Biología)*, 5(1).
- Márquez-García, A.Z., Campos-Verduzco, R. & Castro-Soriano, B. (2010) Sedimentología y morfología de la playa de anidación para tortugas marinas, El Carrizal, Coyuca de Benitez, Guerrero. *Hidrobiológica*, 20(2): 101-112. Revisado

de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-8897201000020000

- McMullan, M., & Navarrete, L. (2013). Fieldbook of the Birds of Ecuador: including the Galápagos Islands. Fundación de conservación Jocotoco.
- McGowan, P. J. K., & Garson, P. J. (1995). A global strategy for the conservation of marine turtles (No. 333.957 G562). IUCN, Gland (Suiza). Species Survival Commission. Marine Turtle Specialist Group
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal.
- Moreno-Casasola, P., & Travieso-Bello, A. C. (2006). Playas y dunas. Entornos veracruzanos: la costa de La Mancha, 205-220.
- Odgen, J.C., Tighe, S. & Miller, S. (1980). Grazing of seagrasses by large herbivores in the Caribbean. *Amer. Zoologist*, 20: 949.
- Pazmiño, Landin, Santos, Cruz, Yagual, Mence, Marca & Amén. (2014). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial-cantón Santa Elena 2014-2019. Municipalidad de Santa Elena.
- Pereira, A. I., & Barrantes, G. (2009). Distribución y densidad de la avifauna de la Península de Osa, Costa Rica (1990-1991). *Revista de Biología Tropical*, 57: 323-332.
- Piedra-Castro, L., & Morales-Cerdas, V. (2015). Preferencias en la anidación de tortugas Carey (*Eretmochelys imbricata*) y baulas (*Dermodochelys coriacea*) en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca Manzanillo, Limón, Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 28(3), 86-98.
- Piñar-Álvarez, M. A., Wojtarowski-Leal, A., & Martínez-Vázquez, M. L. (2017). Dunas costeras en Veracruz, México: Conservación y uso para la cohesión social desde la percepción local. *Regions & Cohesion*, 7(1): 40-68. doi:<http://dx.doi.org/10.3167/reco.2017.070105>
- Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F., & Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. *Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159*. Albany, CA: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. 46 p, 159.
- Recaséns, A. B. C., & García, A. Z. M. (s. f.). Vulnerabilidad de sitios de anidación de tortugas marinas por efectos de erosión costera en el estado de Campeche, 24.
- Rincón Díaz, M.P. & Rodríguez Zárate, C.J. (2003). Caracterización de playas de anidación de tortugas marinas en el archipiélago de Islas de San Bernardo, Caribe

- Colombiano (Trabajo de grado). Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Rubiano, D. (2011). Caracterización de playas de anidación de tortugas marinas en Isla Fuerte, Bolívar, Caribe Colombiano (Tesis de Licenciatura). Pontificia Universidad Javeriana. Revisado de [https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/11870/RubianoCiodar oDaniella2011.pdf](https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/11870/RubianoCiodar%20Daniella2011.pdf)
- Ruiz, V., Domínguez, L., Marín-Jarrín, J. & Miño, S. (2005). Guía de la fauna intermareal de las playas arenosas del Ecuador Continental.
- SARCE. (2012). Protocolo y Diseño de muestreo para la evaluación de la biodiversidad marina en Suramérica. Recuperado de <http://sarce.cbm.usb.ve/wp-content/uploads/Protocolo-SARCE-2012.pdf>
- Umaña, A. M., Córdoba, S., Mendoza, H., Escobar, F., Ospina, M., Villarreal, H., ... & Alvarez, M. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad.
- Wilson, E. G., Miller, K.L., Allison, D. & Magliocca, M (2010). Why healthy oceans need sea turtles: the importance of sea turtles to marine ecosystems. *Oceana*.
- WWF. (sf). Tortugas Marinas. Accedido el 1 de noviembre de 2018, desde http://www.wwfca.org/especies_yllugares/tortugas_marinas/
- Villota, D. (2014). Biodiversidad y abundancia de macroinvertebrados béntonicos de la zona intermareal de la Reserva de Producción Faunística Marino Costera Puntilla de Santa Elena los meses de noviembre 2013 hasta febrero 2014. (Tesis de grado). UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA.
- Zárate, P., & Dutton, P. (2002). Tortuga verde. Danulat, E. & Edgar, GJ (eds.): Reserva marina de Galápagos. Línea base de la biodiversidad, 305-323.
- Zavaleta-Lizárraga, L., & Morales-Mávil, J. E. (2013). Nest site selection by the green turtle (*Chelonia mydas*) in a beach of the north of Veracruz, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84(3), 927-937.

ANEXOS

Apéndice A: Cronograma

Cronograma de actividades	1-7 Oct	8-14 Oct	15-21 Oct	22-28 Oct	29-04 Nov	5-11 Nov	12-18 Nov	19-25 Nov	26-02 Dic	03-09 Dic	10-16 Dic	17-23 Dic	24-30 Dic
Reconocimiento Preliminar de las playas San Pedro, Valdivia y Playa Rosada	■												
Características biológicas en sicigia en luna nueva (Playa Rosada)		■											
Tamizaje, separación e identificación de macrobentos		■	■	■	■								
Reunión con las integrantes de Oceanografía y Turismo			■	■	■	■							
Reunión con Maria Fernanda Cortez de Conservación internacional			■	■	■	■							
Reunión con CTTS				■	■	■							
Características biológicas en sicigia en luna llena (Playa Rosada)				■	■	■							
Tamizaje, separación e identificación de macrobentos					■	■	■						
Reunión con Lissete Ramirez del MAE						■	■	■					
Características biológicas en sicigia en luna nueva (San Pedro)							■	■	■				
Entrega de la primera parte del documento hasta metodología								■	■	■			
Tamizaje, separación e identificación de macrobentos									■	■	■		
Características biológicas en sicigia en luna llena (San Pedro)										■	■	■	
Tamizaje, separación e identificación de macrobentos											■	■	■
Características biológicas en sicigia en luna nueva (Valdivia)												■	■
Tamizaje, separación e identificación de macrobentos													■
Características biológicas en sicigia en luna llena (Valdivia)													■
Tamizaje, separación e identificación de macrobentos													■

Apéndice B: Macrobentos

Tabla 3.3. Listado de macrobentos encontrados en Playa Rosada (PR), San Pedro (SP) y Valdivia (V)

		Clase Gastrópoda			Clase Bivalvia	Clase Malacostraca					Clase Annelida																	
		<i>Mazatlania sp</i>	<i>Olivella semistriata</i>	<i>Olivella sp</i>	<i>Donax sp</i>	<i>Emerita sp</i>	<i>Excrolana sp</i>	<i>F. Cirolanidae</i>	<i>F. Sphaeromatidae</i>	Anfípodo	<i>Pisionidens sp</i>	<i>F. Lumbrineridae</i>	<i>F. Hesionidae</i>	<i>F. Iacynonidae</i>	<i>F. Phyllodoceidae</i>	<i>F. Nereidae</i>	<i>Poliqueto D</i>	<i>Poliqueto E</i>	<i>Poliqueto F</i>	<i>Poliqueto G</i>	<i>Poliqueto H</i>	<i>Poliqueto I</i>	<i>Poliqueto J</i>	<i>Poliqueto k</i>				
PLAYA ROSADA	Luna Nueva	P1	Baja	x																								
			Media					x				x																
			Alta																									
			A. Duna						x																			
			D. Duna																									
	Luna Nueva	P2	Baja	x		x						x								x	x							
			Media	x		x						x																
			Alta																									
			A. Duna																									
			D. Duna																									
	Luna Nueva	P3	Baja									x																
			Media	x								x																
			Alta						x																			
			A. Duna																									
			D. Duna																									

Tabla 3.4. Macrobentos identificados en las playas de: Playa Rosada (PR), San Pedro (SP) y Valdivia (V).

ORGANISMOS IDENTIFICADOS	PR	SP	V
Moluscos			
Clase Gastrópoda			
Familia Columbellidae: <i>Mazatlania sp</i>	x	x	x
Familia Olivellidae: <i>Olivella sp</i>	x	x	x
Clase Bivalvia			
Familia Donacidae: <i>Donax sp</i>	x	x	x
Artrópodos: Crustáceos			
Clase Malacostraca			
Familia Hippidae: <i>Emerita sp</i>	x		x
Familia Cirolanidae	x	x	x
Familia Sphaeromatidae		x	x
Amphipoda			x
Anélidos			
Clase Polychaeta			
Familia Sigalionidae: <i>Pisionidens sp</i>	x		
Familia Lumbrineridae	x		
Familia Hesionidae			x
Familia Iacynonidae			x
Familia Phyllodocidae			x
Familia Nereididae	x		
Otros poliquetos s.i.	x	x	x

Tabla 3.5. Índices de diversidad de macrobentos de Playa Rosada (PR), San Pedro (SP), Valdivia (V) por luna

	Taxa_S	Individuals	Simpson_1-D	Shannon_H	Equitability_J
PR Luna Nueva	9	21	0,7302	1,725	0,7851
Lower	6	21	0,5896	1,295	0,6807
Upper	9	21	0,8435	2,017	0,9295
PR Luna Llana	7	44	0,5041	1,093	0,5615
Lower	5	44	0,3585	0,8015	0,45
Upper	7	44	0,655	1,401	0,7239
SP Luna Nueva	7	38	0,59	1,272	0,6536
Lower	6	38	0,4377	0,9584	0,5184
Upper	7	38	0,723	1,557	0,8023

<i>V Luna Nueva</i>	10	20	0,84	2,039	0,8855
<i>Lower</i>	6	20	0,72	1,51	0,8002
<i>Upper</i>	10	20	0,875	2,164	0,9559
<i>V Luna Llena</i>	12	25	0,8672	2,245	0,9035
<i>Lower</i>	9	25	0,7616	1,776	0,7996
<i>Upper</i>	12	25	0,8928	2,345	0,9569

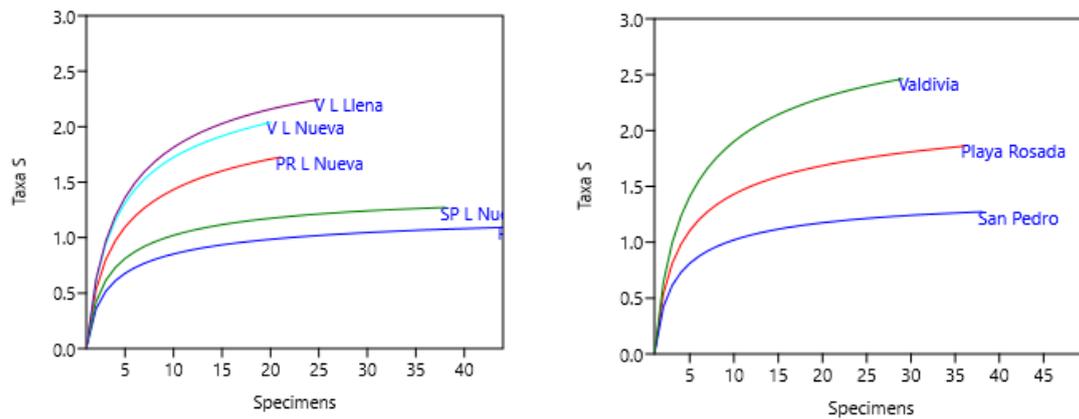


Figura 3.17. Índice de rarefacción de macrobentos en Playa Rosada (PR), San Pedro (SP), Valdivia (V) por luna y por playa

Apéndice C: Aves

Tabla 3.6. Listado de aves presentes en Playa Rosada (PR), San Pedro (SP) y Valdivia (V)

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Nombre en Ingles	UICN	PR	SP	V
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Elanio Piquiganchudo	Hook-billed Kite	LC			x
		<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Gavilán Dorsirrojo	Variable Hawk	LC	x		
	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila Pescadora	Osprey	LC	x		
	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo Cabecirrojo	Turkey Vulture	LC	x	x	x
		<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo Negro	Black Vulture	LC	x		x
Anatidae	Anseriformes	<i>Anas bahamensis</i>	Ánade Cariblanco	White-cheeked Pintail	LC			x
Apodiformes	Trochilidae	<i>Myrmia micrura</i>	Estrellita Colicorta	Short-tailed Woodstar	LC	x		
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Andarríos Coleador	Spotted Sandpiper	LC	x	x	x
		<i>Calidris minutilla</i>	Playero Menor	Least Sandpiper	LC			x
	Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo Semipalmado	Semipalmated Plover	LC			x
		<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlo de Wilson	Wilson's Plover	LC			x
	Sternidae	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Gaviotín Piquigruoso	Gull-billed Tern	LC	x		x
	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero Americano	American Oystercatcher	LC			x
	Himantopus	<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigüeñuela Cuellinegra	Black-necked Stilt	LC			x
	Laridae	<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i>	Gaviota Cabecigrís	Gray-hooded Gull	LC			x
		<i>Larus delawarensis</i>	Gaviota Dominicana	Kelp gull	LC			x
		<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota Piquianillada	Ring-billed Gull	LC	x		x
		<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota Gris	Gray Gull	LC			x
		<i>Sterna hirundo</i>	Gaviotín Común	Common Tern	LC	x		
		<i>Thalasseus elegans</i>	Gaviotín Elegante	Elegant Tern	NT	x		

		<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	Franklin's Gull	LC	x		
	Scolopacidae	<i>Limnodromus griseus</i>	Agujeta Piquicorta	Short-billed Dowitcher	LC			x
		<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito Trinidad	Whimbrel	LC			x
	Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Patiamarillo Menor	Lesser Yellowlegs	LC			x
		<i>Tringa melanoleuca</i>	Patiamarillo Mayor	Greater Yellowlegs	LC			x
	Charadriidae	<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo Dorado Americano	American Golden-Plover	LC			x
		<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo Gris	Black-bellied Plover	LC			x
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita Croante	Croaking Ground Dove	LC	x		
		<i>Leptotila pallida</i>	Paloma Pálida	Pallid Dove	LC	x		
		<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Apical	White-tipped Dove	LC	x	x	
Coraciiformes	Cerylidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín Pescador Verde	Green Kingfisher	LC			x
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	Peregrine Falcon	LC		x	
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Cantorchilus superciliaris</i>	Soterrey Cejón	Superciliated Wren	LC			x
		<i>Troglodytes aedon</i>	Soterrey criollo	House Wren	LC	x	x	x
	Furnariidae	<i>Furnarius cinnamomeus</i>	Hornero Patipálido	Pale-legged Hornero	LC		x	
	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>	Sinsonte Colilargo	Long-tailed Mockingbird	LC	x	x	x
	Poliptilidae	<i>Poliptila plumbea</i>	Perlita tropical	Tropical Gnatcatcher	LC	x		x
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Europeo	House Sparrow	LC			x
	Hirundinidae	<i>Petrochelidon rufocollaris</i>	Golondrina Ruficollareja	Chestnut-collared Swallow	LC			x
		<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina Alirasposa Sureña	Southern Rough-winged Swallow	LC	x		
		<i>Progne chalybea</i>	Martín Pechigrís	Gray-breasted Martin	LC	x		
		<i>Progne tapera</i>	Martín Pechipardo	Brown-chested Martin	LC			x
		<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Azuliblanca	Blue-and-white Swallow	LC			x
Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Reinita Amarilla	Yellow Warbler	LC			x	
Thraupidae	<i>Sporophila peruviana</i>	Espiguero Pico de Loro	Parrot-billed Seed-eater	LC	x			

		<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azuleja	Blue-gray Tanager	LC		x	
	Icteridae	<i>Sturnella bellicosa</i>	Pastorero Peruano	Peruvian Meadowlark	LC	x		x
	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus atrinucha</i>	Batará Coroninegro	Black-crowned Antshrike	LC	x		
	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Bermellón	Vermilion Flycatcher	LC	x		
		<i>Muscigralla brevicauda</i>	Tiranito Colicorto	Short-tailed Field Tyrant	LC	x		
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	Tropical Kingbird	LC			x
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>	Cuchareta Rosada	Roseate Spoonbill	LC			x
		<i>Eudocimus albus</i>	Ibis Blanco	White Ibis	LC			x
	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garceta Grande	Great Egret	LC			x
		<i>Ardea herodias</i>	Garzón Azul	Great Blue Heron	LC			x
		<i>Butorides striata</i>	Garcilla Estriada	Striated Heron	LC			x
		<i>Egretta caerulea</i>	Garceta Azul	Little Blue Heron	LC			x
		<i>Egretta thula</i>	Garceta Nívea	Snowy Egret	LC	x		x
		<i>Nyctanassa violacea</i>	Garza Nocturna (Huaque) Cangrejera	Yellow-crowned Night-Heron	LC	x		x
	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano Pardo	Brown Pelican	LC	x	x	x
<i>Pelecanus thagus</i>		Pelícano Peruano	Peruvian Pelican	NT			x	
Procellariiformes	Diomedidae	<i>Phoebastria irrorata</i>	Albatros de Galápagos* (muerto)	Waved Albatross	CR	x		
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus coelestis</i>	Periquito del Pacífico	Pacific Parrotlet	LC	x		
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Búho Terrestre	Burrowing Owl	LC	x		
Suliformes	Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Pato Aguja	Anhinga	LC			x
	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Magnífica	Magnificent Frigatebird	LC	x	x	x
		<i>Fregata minor</i>	Fragata Grande	Great Frigatebird	LC	x		
	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán Neotropical	Neotropic Cormorant	LC			x
	Sulidae	<i>Sula nebouxii</i>	Piquero patas azules	Blue-footed Booby	LC	x		x

Tabla 3.7. Índices de diversidad de aves en Playa Rosada (PR), San Pedro (SP), Valdivia (V) por luna

	<i>Taxa_S</i>	<i>Individuals</i>	<i>Simpson_1-D</i>	<i>Shannon_H</i>	<i>Equitability_J</i>
PR luna nueva	17	66	0,7668	2,106	0,7434
<i>Lower</i>	15	66	0,6983	1,866	0,6744
<i>Upper</i>	17	66	0,8623	2,387	0,8505
PR luna llena	27	221	0,7384	1,96	0,5948
<i>Lower</i>	25	221	0,7086	1,884	0,5772
<i>Upper</i>	27	221	0,7994	2,219	0,6759
SP luna nueva	10	46	0,7996	1,848	0,8024
<i>Lower</i>	9	46	0,7382	1,652	0,7383
<i>Upper</i>	10	46	0,8459	2,042	0,8887
V luna nueva	36	172	0,9239	2,949	0,8228
<i>Lower</i>	32	172	0,9115	2,84	0,8086
<i>Upper</i>	36	172	0,9384	3,098	0,8732
V luna llena	23	187	0,88	2,455	0,783
<i>Lower</i>	23	187	0,8621	2,379	0,7588
<i>Upper</i>	23	187	0,9017	2,615	0,8341

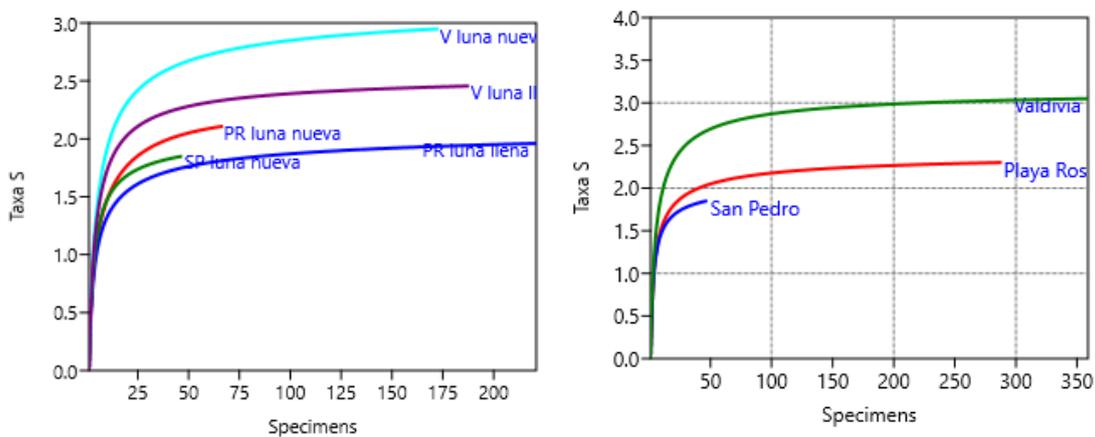


Figura 3.18. Curva de rarefacción por individuos de aves en Playa Rosada (PR), San Pedro (SP), Valdivia (V) por luna y por playa.

Apéndice D: Flora

Tabla 3.8 Especies de flora encontradas en la zona de dunas de Playa Rosada, Valdivia, San Pedro

Nombre científico	Estado	Tipo de vegetación	Playa Rosada	San Pedro	Valdivia
<i>Caesalpinia bonduc</i>	Nativa	Arbusto			x
<i>Canavalia rosea</i>	Nativa	Trepadora			x
<i>Cryptocarpus pyriformis</i>	Nativa	Arbusto	x	x	
<i>Heliotropium curassavicum</i>	Nativa	Herbácea o subarbusto	x	x	x
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Nativa	Trepadora herbácea		x	x
<i>Scaevola plumieri</i>	Nativa	Arbusto			x
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Nativa	Herbácea	x		
<i>Sporobolus virginicus</i>	Nativa	Herbácea	x	x	x
<i>Pectis sp</i>	Nativa	Herbácea	x	x	x
*Cyperaceae	--	Herbácea			x

Apéndice E: Macroalgas en zona rocosa

Tabla 3.9. Macroalgas presentes en la zona rocosa de Playa Rosada y San Pedro.

Macroalgas	Playa Rosada	San Pedro
Chlorophytas		
<i>Codium spp</i>	X	X
<i>Ulva spp</i>	X	
<i>Enteromorpha flexuosa</i>		X
<i>Caulerpa racemosa var. peltata</i>	X	
<i>Chaetomorpha antennina</i>	X	
Heterocontonphytas		
<i>Padina spp</i>	X	X
Rhodophytas		
<i>Hypnea spp</i>	X	

Apéndice F: Otra Fauna

Tabla 3.10. Especies encontradas en Playa Rosada (PR), San Pedro (SP), Valdivia (V)

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	PR	SP	V
Squamata	Tropiduridae	<i>Microlophus</i> sp	Lagartija	x	x	x
		<i>Microlophus occipitalis</i>	Iguana del Pacífico Nudosa			x
Araneae	Araneidae	<i>Argiope</i> sp	Araña	x		
Diptera	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	Mosca común	x	x	x
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Abeja domestica	x		x
Zygentoma	Lepismatidae	<i>Lepisma saccharina</i>	Pececillo de plata	x		
Mantodea	Mantidae	<i>Familia mantidae</i>	Mantis de playa			x
Decapoda	Ocypodidae	Ocypode sp	Cangrejo fantasma	x	x	x
	Oziidae	<i>Ozius verreauxii</i>	Cangrejo de piedra	x		
	Grapsidae	<i>Grapsus grapsus</i>	Zayapa			
Clypeasteroidea	Mellitidae	<i>Mellita longifissa</i>	Dólar de arena		x	x
Siphonophora	Physaliidae	<i>Physalia physalis</i>	Carabela Portuguesa	x		
Nudibranchia	Glaucidae	<i>Glaucus atlanticus</i>	Nudibranquio	x		
Forcipulatida	Heliasteridae	Heliaster sp	Sol de mar		x	
	Asteriidae	NI*	Estrella de mar	x		
Hypsogastropoda	Muricidae	<i>Thais</i> sp	Caracol	x	x	
Pulmonata	Siphonariidae	<i>Siphonaria</i> sp	Falsas lapas	x	x	

*NI: No identificado

Apéndice G: Análisis estadísticos

Permanova

```
> bird.div
a) Permutation test for adonis under reduced model
Terms added sequentially (first to last)
Permutation: free
Number of permutations: 999

adonis2(formula = bird.dist ~ data$playa, data = data, permutations = 999, method = "bray")
      Df SumOfSqs      R2      F Pr(>F)
data$playa  2   0.9111 0.16123 1.1533 0.287
Residual   12   4.7398 0.83877
Total      14   5.6509 1.00000

> bird.div
b) Permutation test for adonis under reduced model
Terms added sequentially (first to last)
Permutation: free
Number of permutations: 999

adonis2(formula = bird.dist ~ data$zona, data = data, permutations = 999, method = "bray")
      Df SumOfSqs      R2      F Pr(>F)
data$zona  4   2.5977 0.4597 2.127 0.004 **
Residual   10   3.0532 0.5403
Total      14   5.6509 1.0000
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Figura 3.19. Análisis de Permanova con respecto a macrobentos presentes en Playa Rosada, San Pedro y Valdivia a) por playa, b) por zona.

```
Permutation test for homogeneity of multivariate dispersions
Permutation: free
Number of permutations: 999

Response: Distances
      Df Sum Sq Mean Sq      F N.Perm Pr(>F)
Groups  2 0.02479 0.012393 0.4586   999 0.638
Residuals 12 0.32428 0.027024
```

Figura 3.20. Análisis de dispersión de datos de macrobentos presentes en Playa Rosada, San Pedro y Valdivia

```
Permutation test for adonis under reduced model
Terms added sequentially (first to last)
Permutation: free
Number of permutations: 719

adonis2(formula = bird.dist ~ datos$playa, data = datos, permutations = perm, method = "bray")
      Df SumOfSqs      R2      F Pr(>F)
datos$playa  2  0.80295 0.55806 1.8941 0.06667 .
Residual     3  0.63587 0.44194
Total        5  1.43882 1.00000
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Figura 3.21. Análisis de Permanova con respecto a aves presentes en Playa Rosada, San Pedro y Valdivia

```

Permutation test for homogeneity of multivariate dispersions
Permutation: free
Number of permutations: 719

Response: Distances
      Df  Sum Sq Mean Sq      F N.Perm Pr(>F)
Groups  2 0.022777 0.011388 1.8765e+31   719 0.001389 **
Residuals 3 0.000000 0.000000
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Figura 3.22. Análisis de dispersión de datos de aves presentes en Playa Rosada, San Pedro y Valdivia

a)

```

Permutation test for adonis under reduced model
Terms added sequentially (first to last)
Permutation: free
Number of permutations: 999

adonis2(formula = bird.dist ~ datos$Playa, data = datos, permutations = 999, me
thod = "bray")
      Df SumOfSqs      R2      F Pr(>F)
datos$Playa  2  0.71915 0.40272 2.0227 0.096 .
Residual    6  1.06660 0.59728
Total       8  1.78575 1.00000
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

b)

```

Permutation test for adonis under reduced model
Terms added sequentially (first to last)
Permutation: free
Number of permutations: 999

adonis2(formula = bird.dist ~ datos$estacion, data = datos, permutations = 999,
method = "bray")
      Df SumOfSqs      R2      F Pr(>F)
datos$estacion  2  0.26472 0.14824 0.5221 0.801
Residual       6  1.52103 0.85176
Total          8  1.78575 1.00000

```

Figura 3.23. Análisis de Permanova con respecto a cobertura de Flora presentes en Playa Rosada, San Pedro y Valdivia a) por playa, b) por estación.

```

Permutation test for homogeneity of multivariate dispersions
Permutation: free
Number of permutations: 999

Response: Distances
      Df  Sum Sq Mean Sq      F N.Perm Pr(>F)
Groups  2 0.05016 0.025082 0.2634   999 0.828
Residuals 6 0.57139 0.095231

```

Figura 3.24. Análisis de dispersión de datos de cobertura de Flora presentes en Playa Rosada, San Pedro y Valdivia