

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

**Estructura de la comunidad de peces en los Bajos de Atacames -
Esmeraldas**

Ibón Micaela Jácome Ruiz

Biología

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de Bióloga

Quito, 14 de mayo de 2021

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Estructura de la comunidad de peces en los Bajos de Atacames -
Esmeraldas**

Ibón Micaela Jácome Ruiz

Nombre del profesor, Título académico

Judith Denkinger, Ph. D.

Quito, 14 de mayo de 2021

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Ibón Micaela Jácome Ruiz

Código: 00201470

Cédula de identidad: 0503454647

Lugar y fecha: Quito, 14 de mayo de 2021

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

AGRADECIMIENTOS

A Judith Denkinger por permitirme ser parte de este maravilloso proyecto y guiarme en el desarrollo de mi trabajo.

A Giovanna Jácome por su guianza durante la elaboración de mi proyecto y por ser una increíble hermana mayor.

A Javier Oña por su ayuda en la elaboración de mi trabajo.

Al equipo de buceo científico del proyecto Redes Fantasma que hizo posible la recolección de datos.

Anita Eguigüren y Selene Escobar por su ayuda en el análisis de datos de este trabajo.

A la USFQ y Universidad de Bremen por hacer posible la realización del Proyecto Redes fantasma que investiga las amenazas de las redes perdidas, abandonadas o descartadas en los ecosistemas marinos de los Bajos de Atacames – Esmeraldas.

Al GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammen- arbeit) y al DAAD (Servicio Alemán de Intercambio Académico) por financiar el Proyecto Redes Fantasma.

A mi padres por su apoyo en cada paso de mi carrera profesional y su amor incondicional.

A mi novio por ser mi soporte y apoyarme en todo momento.

A mis amigos, por ser mi segunda familia, por las risas y el aprendizaje brindado a nivel personal y profesional.

RESUMEN

Los Bajos de Atacames presentan ecosistemas marinos que desempeñan un rol fundamental como fuente de alimento y hábitat de múltiples especies de peces e invertebrados marinos; los ecosistemas que se encuentran en esta área son los arrecifes de coral, arrecifes rocosos y lajas. El presente estudio busca identificar la estructura de la comunidad de peces en los Bajos de Atacames – Esmeraldas, para lo cual se han planteado dos objetivos principales: (1) realizar un análisis de riqueza y abundancia en cada uno de los puntos estudiados, y (2) comparar la riqueza y abundancia en los tres ecosistemas ya mencionados. Para el objetivo uno se realizó un análisis de diversidad de especies mediante los índices de Shannon y Simpson junto con un análisis de dominancia y uniformidad de especies en 8 puntos de muestreo. Para el objetivo dos se realizó un análisis de densidad relativa de especies y un índice de similitud de Jaccard por sitio de muestreo y ecosistema al que pertenecían. La recolección de datos fue realizada con un equipo autónomo de scuba en donde se efectuaron 29 video-transectos. Es importante mencionar la diferencia en el esfuerzo de muestreo en cuanto al número y área de transectos por sitio. Los videos fueron visualizados por dos observadores para la identificación y conteo de las especies de peces. Se encontró baja diversidad de especies de peces en todos los sitios de muestreo siendo Barco Hundido Casco, perteneciente al arrecife coralino, el que presentó menor diversidad, resultado que puede estar influenciado por la alta presencia de redes fantasma en los fondos marinos y la estructura vulnerable de los corales. Los arrecifes de coral tienen una difícil o irreversible capacidad de recuperación ante alteraciones por factores antropogénicos. Por otra parte, Casitas, perteneciente al ecosistema lajas, fue el sitio que presentó mayor diversidad de especies lo que puede atribuirse a la complejidad del sustrato, con elementos estructurales como grietas o salientes que sirven de refugios contra depredadores, al igual de un sustrato ideal para el crecimiento de especies marinas bentónicas. Respecto a la comparación de las comunidades de peces por ecosistema, se encontró que los arrecifes rocosos fueron los que presentaron mayor densidad relativa de especies, seguidos del ecosistema lajas, excluyendo a los arrecifes de coral; patrón que se repite en el análisis de similitud de Jaccard, que muestra mayor similitud entre el arrecife rocoso y lajas; en arrecife coralino todos los puntos de muestreo son similares entre sí. Esto puede ser atribuido a las diferencias en la estructura física de los hábitats, por lo que se agrupó los arrecifes rocosos y lajas como uno, al estar compuestos por rocas. Finalmente, se concluyó que la diversidad de peces en los Bajos de Atacames es baja, lo que podría deberse a factores antropogénicos como presencia de redes fantasma en los fondos y las diferencias en el esfuerzo de muestreo realizado en campo. Es necesario tomar en cuenta que este trabajo fue realizado con muestras y esfuerzos de muestreo iniciales, tomadas por el Proyecto Redes Fantasma, mismo que aún se encuentra en curso, por lo que esta investigación puede ser utilizada como base para futuras investigaciones que permitan conocer el real impacto de las redes fantasma en los ecosistemas marinos y por ende en la comunidad de peces de los Bajos de Atacames.

Palabras clave: Peces, Comunidad, Estructura, Arrecife de coral, Arrecife rocoso, Lajas, Redes fantasma.

ABSTRACT

The Bajos de Atacames have marine ecosystems that play a fundamental role as a food source and habitat for multiple species of fish and marine invertebrates; the ecosystems found in this area are coral reefs, rocky reefs and terraces. The present study seeks to identify the structure of the fish community in the Bajos de Atacames - Esmeraldas, for which two main objectives have been set: (1) analyze the richness and abundance in each of the points studied, and (2) compare the richness and abundance in the three ecosystems already mentioned. For objective one, an analysis of species diversity was carried out using Shannon and Simpson indices together with an analysis of species dominance and evenness in 8 sampling points. For objective two, an analysis of relative species density and Jaccard's similarity index was carried out by sampling site and ecosystem to which they belonged. Data collection was carried out with autonomous scuba equipment where 29 video-transects were made. It is important to mention the difference in sampling effort in terms of number and area of transects per site. The videos were viewed by two observers for identification and counting of fish species. Low diversity of fish species was found in all sampling sites, being Barco Hundido Casco, that belongs to the coral reef ecosystem, the one with the lowest diversity, a result that may be influenced by the high presence of ghost nets on the seabed and the vulnerable structure of the corals. Coral reefs have a difficult or irreversible capacity to recover from alterations caused by anthropogenic factors. On the other hand, Casitas, that belongs to the terraces ecosystem, was the site with the greatest diversity of species, which can be attributed to the complexity of the substrate, with structural elements such as cracks that serve as shelters against predators, as well as an ideal substrate for the growth of benthic marine species. Regarding the comparison of fish communities by ecosystem, it was found that rocky reefs were the ones with the highest relative density of species, followed by the terraces ecosystem, excluding coral reefs; this pattern is repeated in Jaccard's similarity analysis, which shows greater similarity between the rocky reef and terraces; in coral reefs all sampling points are similar to each other. This can be attributed to differences in the physical structure of the habitats, so rocky reefs and terraces were grouped as one, since they are composed by rocks. Finally, it was concluded that fish diversity in the Bajos de Atacames is low, which could be due to anthropogenic factors such as the presence of ghost nets on the bottoms and differences in the sampling effort carried out in the field. It is necessary to take into account that this work was carried out with initial samples and sampling efforts, taken by the Ghost Nets Project, which is still in progress. This research can be used as a basis for future research to know the real impact of ghost nets in marine ecosystems and therefore in the fish community of the Bajos de Atacames.

Key words: Fish, Community, Structure, Coral reef, Rocky reef, Flagstone and crack ecosystems, Ghost nets.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
ÁREA DE ESTUDIO	15
METODOLOGÍA	17
Recolección de Datos	17
Análisis de video-transectos para identificación de especies	18
Análisis estadísticos.....	19
RESULTADOS	22
DISCUSIÓN	28
CONCLUSIONES	34
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Esfuerzo de muestreo en la recolección de datos	18
Tabla 2. Número de especies de peces identificadas en los diferentes sitios de muestreo/ecosistemas.....	22
Tabla 3. Valores de riqueza y diversidad de especies por sitio de muestreo.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de ecosistemas presentes en los Bajos de Atacames, rango de profundidad y tipo de sustrato en los fondos marinos.	15
Figura 2. Sitios de muestreo seleccionados dentro de los Bajos de Atacames, rango de profundidad y tipo de sustrato en los fondos marinos.	16
Figura 3. Familias de peces más representativas en función de las especies encontradas.	24
Figura 4. Índices de diversidad, uniformidad y dominancia por sitio de muestreo.....	25
Figura 5. Comparación de la densidad relativa de especies según cada sitio de muestreo y ecosistema.....	26
Figura 6. Índice cualitativo de la similitud de Jaccard entre los diferentes sitios de muestreo	27
Figura 7. Familia Labridae.	29
Figura 8. Familia Pomacentridae.....	29

INTRODUCCIÓN

Los Bajos de Atacames se encuentran ubicados dentro del gran ecosistema marino del Pacífico Central Americano o Región Panameña, que abarca las costas del Pacífico de América Central, hasta la costa esmeraldeña en el norte ecuatoriano, cerca de la Reserva Marina Galera San Francisco, primera reserva marina del Ecuador continental (Denkinger, et al., 2006; Ministerio del ambiente, 2006). Presentan fondos marinos de arrecifes de coral y rocosos que se encuentran distribuidos a lo largo de toda la costa, desempeñando un rol fundamental como fuente de alimento para los seres humanos y hábitat de múltiples especies de peces e invertebrados marinos (Graham & Stuart-Smith, 2014; Glynn, 2003). Cada especie cumple un rol específico dentro del ecosistema, manteniendo una estrecha relación con su medio ambiente. De esta manera, cada individuo, población o comunidad, es fundamental para mantener el equilibrio ecológico de los ecosistemas marinos (Denkinger, et al., 2006).

Los ecosistemas marinos se encuentran expuestos a cambios constantes en su estructura y composición, ya sea por causas naturales o antropogénicas, que provocan alteraciones a nivel trófico, composición de especies y capacidad de recuperación (Graham & Stuart-Smith, 2014; Denkinger, et al., 2006). Por ejemplo, la temperatura dentro de los ecosistemas marinos en los trópicos varía entre los 24 a 26°C lo que ayuda a definir patrones o sitios de estudio; alteraciones o cambios en este rango podría indicar afloramientos en aguas profundas o aumento en la temperatura atmosférica (Denkinger, et al., 2006)

Ecuador, es considerado uno de los países más biodiversos en el mundo y cuenta con 19 áreas marinas protegidas en la zona costera continental y 1 en la zona insular, creadas para la protección y conservación de áreas marinas con gran importancia ecológica, donde se pretende minorar el impacto humano y sus actividades (Ministerio del Ambiente, 2006). Sin embargo, los puntos fuera de esta área ya no presentan las mismas restricciones ante actividades humanas

y al estar cerca de una zona con alta biodiversidad, se ven mayormente afectadas (Soler, et al., 2015).

A pesar de que gran parte de la economía ecuatoriana, principalmente de las poblaciones costeras, depende de la extracción pesquera, industrial y artesanal, se conoce muy poco de los recursos marinos existentes, principalmente en peces (Denkinger, et al., 2006). Tanto los arrecifes coralinos, como los arrecifes rocosos y las lajas, son importantes ecosistemas de alta productividad biológica, con variaciones estacionales y biodiversidad vulnerable a cambios (Denkinger, et al., 2006).

Los hábitats rocosos, peñones y arrecifes, son el refugio y fuente alimentaria de una gran cantidad de peces costeros (Denkinger, et al., 2006). Los arrecifes rocosos, se encuentran ubicados en zonas con mucha variabilidad en las condiciones físicas ambientales, como altos niveles de turbidez, interacción de corrientes marinas y mareas (Graham & Stuart-Smith, 2014). En los Bajos de Atacames, este ecosistema se encuentra ubicado entre los 15 a 20 metros de profundidad. Está compuesto por formaciones rocosas de mediano a gran tamaño que pueden superar los 5 metros de altura, mismas que están dispersas o concentradas en un sustrato arenoso. Se pueden encontrar gorgonias, esponjas o corales pétreos como *Pavona* sp. (Denkinger et al, 2006).

Los arrecifes de coral se encuentran entre los 5 a 10 metros de profundidad y están compuestos, principalmente, por los géneros *Pocillopora* sp. y *Pavona* sp., en donde los restos de un naufragio se han convertido en sustrato para el crecimiento de algas, pequeñas gorgonias e incrustaciones de coral. Este ecosistema sirve como refugio de varias especies de peces e invertebrados móviles y sésiles (Denkinger et al, 2006).

Finalmente, las lajas, se encuentran entre los 13 a 15 metros de profundidad y están conformadas por grandes formaciones de roca plana o rugosa, con grietas y cráteres en donde

crecen pequeñas algas que sirven de alimento y refugio para diferentes especies de peces. Las familias de peces más abundantes en este ecosistema, pertenecen a la familia Labridae, Lutjanidae, Haemulidae y Pomacentridae (Denkinger et al, 2006).

Esta investigación se enmarca dentro del “ Proyecto Redes Fantasma” USFQ/ ZMT- Uni Bremen, que tiene el objetivo de investigar las amenazas a la biodiversidad de los Bajos de Atacames, causadas por las redes abandonadas, perdidas o descartadas (sigla en ingles ALDFG), conocidas como redes fantasma, en tres ecosistemas principales: arrecife coralino, arrecife rocoso y lajas. El Proyecto cuenta con una fase de monitoreo biológico que permite evaluar las condiciones en las que se encuentran las comunidades de peces, invertebrados sésiles y móviles (Oña & Jácome, 2020., informe preliminar, datos no publicados).

El presente proyecto busca identificar la estructura de la comunidad de peces en los Bajos de Atacames – Esmeraldas, para lo cual se han planteado dos objetivos principales: (1) realizar un análisis de riqueza y abundancia en 8 diferentes puntos de muestreo y (2) comparar la riqueza y abundancia en los tres ecosistemas ya mencionados (arrecife de coral, arrecife rocoso y lajas). Se espera encontrar información relevante sobre el estado ecológico de las comunidades de peces que pueda ser utilizada a futuro para evaluar el real impacto de las actividades antropogénicas y cambios ambientales en los ecosistemas marinos de los Bajos de Atacames.

ÁREA DE ESTUDIO

Los Bajos de Atacames se encuentran en la costa de provincia de Esmeraldas, al norte del Ecuador y presentan una variedad de fondos marinos de distintos sustratos. Para este estudio se seleccionaron 8 puntos de muestreo y los ecosistemas a los que pertenecían: arrecife rocoso, arrecife de coral y lajas (Figura 1).

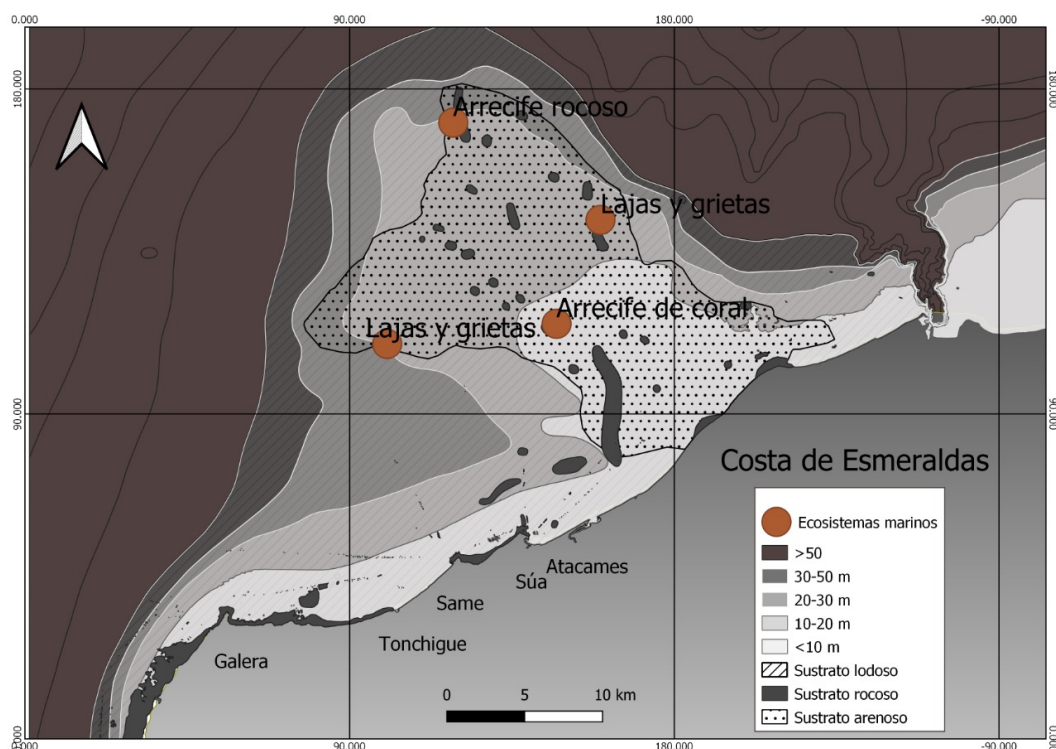


Figura 1. Distribución de ecosistemas presentes en los Bajos de Atacames, rango de profundidad y tipo de sustrato en los fondos marinos.

En el ecosistema de arrecife rocoso se ubican los sitios: Bajo Seco Pavona (BSP), Bajo Seco Transmallo (BST) y Bajo Seco Apla (BSA). En el ecosistema de arrecife de coral: Barco Hundido (BH), Barco Hundido Casco (BHC) y Barco Hundido Transmallo (BHT). En el ecosistema de lajas: Casitas (CAS) y Millonaria (MILL) (Figura 2).

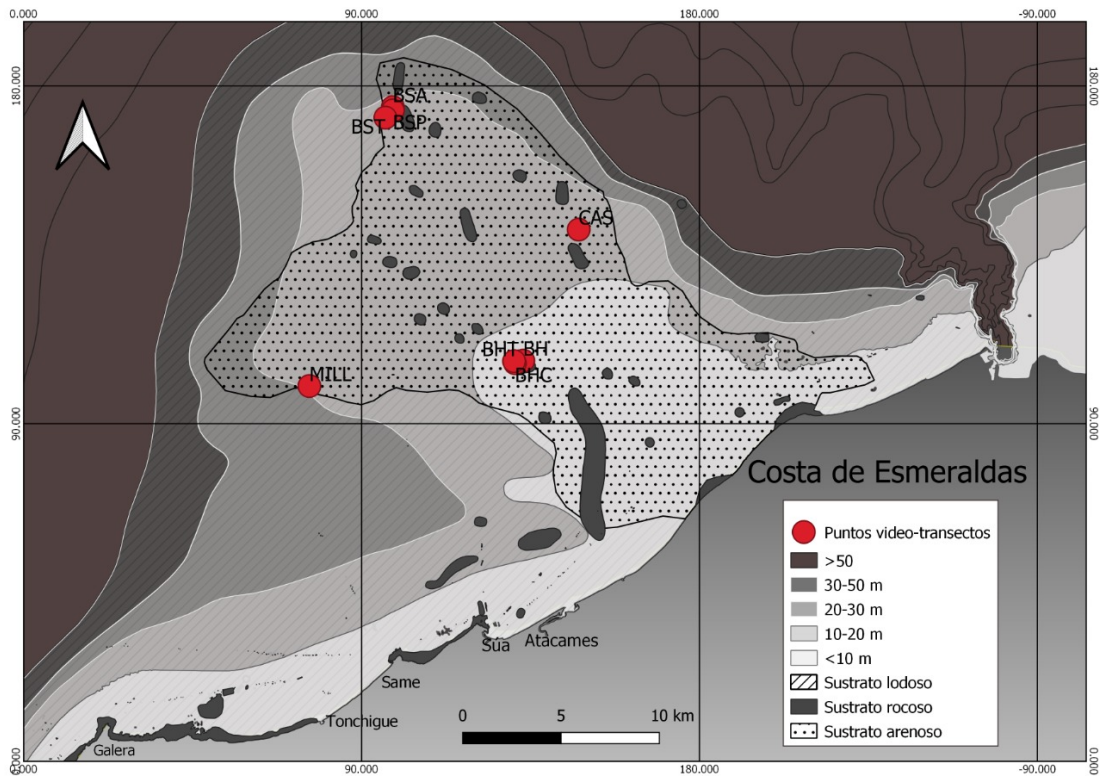


Figura 2. Sitios de muestreo seleccionados dentro de los Bajos de Atacames, rango de profundidad y tipo de sustrato en los fondos marinos.

METODOLOGÍA

Recolección de Datos

El equipo de buceo científico del Proyecto realizó la recolección de datos en los tres diferentes ecosistemas marinos: arrecife rocoso, arrecife de coral y lajas con cañones.

Se realizaron dos buceos diarios con tres buzos entrenados para llevar a cabo el monitoreo biológico e identificación y recolección de ALDFG. Los días para las inmersiones fueron definidos considerando las condiciones climáticas del lugar, como vientos no mayores a 3 en la escala de Beaufort. El muestreo se realizó durante los meses de septiembre a diciembre del 2020, que son considerados como época seca (mayo a noviembre) e inicios de la época húmeda (diciembre a abril) (Banks, 2016).

Cada punto GPS de buceo fue seleccionado a partir del muestreo previo realizado por Denkinger, et al. (2006), el cual tuvo como objetivo caracterizar e identificar los fondos de los Bajos de Atacames. Tomando en consideración estos puntos GPS, el equipo de campo realizó una descripción de la locación, registro de inicio y finalización de la inmersión, posición geográfica, temperatura de agua de fondo y la profundidad a la que se realizaron los buceos.

Las dos inmersiones realizadas diariamente tuvieron objetivos distintos. El primer buceo fue para la caracterización de sitio y toma de datos ambientales, y el segundo para la realización de los video-transectos mediante una cámara digital Gopro, con el objetivo de registrar los peces de arrecife en cada zona, junto a registros fotográficos de ausencia y presencia de invertebrados sésiles y móviles dentro del área delimitada. Para las evaluaciones correspondientes a este proyecto, se tomaron a consideración el número de especies de peces y transecto, sitio de muestreo y ecosistema en el que se encontraban.

Se realizaron 29 video-transectos (Tabla 1) con una duración de 4 a 8 minutos por recorrido (un recorrido por transecto). En zonas donde el lecho marino era altamente heterogéneo y principalmente, en donde se encontraron grandes parches de arena, se decidió hacer un reconocimiento de ausencia y presencia de peces, para evitar error.

Se mantuvo un mínimo de 2 y máximo de 3 transectos por sitio. Esta variación estuvo directamente relacionada con las condiciones climáticas de cada sitio de buceo, como la presencia de corrientes fuertes y turbidez del agua (visibilidad).

Tabla 1. Esfuerzo de muestreo en la recolección de datos

Ecosistema	Sitio de muestreo	Numero de Transectos	Área transecto (m²)
Arrecife Rocosos	Bajo Seco Pavona (BSP)	4	40
	Bajo Seco Apla (BSA)	5	40
	Bajo Seco Transmallo (BST)	3	40
Arrecife de Coral	Bajo Hundido (BH)	3	40
		2	50
	Bajo Hundido Casco (BHC)	2	40
		3	50
	Bajo Hundido Transmallo (BHT)	2	50
Lajas	Casitas (CAS)	3	40
	Millonaria (MILL)	2	40

Análisis de video-transectos para identificación de especies

Se realizó un análisis minucioso de cada video identificando la clase, familia, género, especie y nombre común de cada individuo observado dentro del transecto junto con el número de individuos por especie; adicional, el punto GPS de muestreo y el ecosistema al que pertenecía. El análisis de cada video fue llevado a cabo por dos personas con experiencia en identificación de especies de peces para minorar el margen de error. Se realizó un promedio del número de individuos visualizados por cada observador. En los casos donde el promedio tuvo un valor

decimal (0,5) se consideró como un individuo más. Además, se incluyeron 7 morfoespecies no identificadas (Tabla 2).

Posteriormente, se realizó un conteo de las especies encontradas en cada sitio de muestreo y se las agrupó por familias. Las familias que contaban con 1 a 3 especies fueron agrupadas en una sola variable OTROS con el fin de obtener un gráfico más organizado (Figura 3)

Análisis estadísticos

Para los análisis enfocados al primer objetivo se utilizó PAST Statistical Software con el fin de obtener valores de diversidad en los distintos sitios de muestreo junto con las variables de riqueza específica de especies y número de individuos (Tabla 3).

La riqueza específica de especies toma en cuenta el total de individuos perteneciente a cada especie; es decir, el número de especies presente en cada sitio de muestreo. Por otro lado, el número de individuos, hace referencia al total de individuos en los sitios de muestreo, independientemente de su especie (Moreno, 2000).

Debido al diferente esfuerzo de muestreo (Tabla 1) se estandarizó el número de individuos de cada especie por transecto (N individuos por especie/longitud del transecto). Con los valores obtenidos, se calculó los índices de diversidad por transecto y posteriormente se promedió estos valores por cada sitio de muestreo.

Se realizó el cálculo de desviación estándar (por índice) y una prueba ANOVA de una muestra para analizar si existían diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los promedios de los índices de diversidad por sitio de muestreo (Tabla 3).

El Índice de Simpson es un índice de dominancia que evidencia la probabilidad de que dos individuos elegidos al azar pertenezcan a la misma especie. Está fuertemente influido por las especies más dominantes, por lo que valores extremos son un inconveniente. Debido a que la

dominancia es el valor inverso a este índice, la diversidad puede calcularse como $1 - \lambda$ (Moreno, 2000).

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde:

p_i = número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

El Índice de Simpson, varía entre los valores de 0 a 1, siendo 1 mayor diversidad y 0 menor diversidad; la dominancia es inversamente proporcional al este índice.

El Índice de Shannon-Wiener (H'), expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, asumiendo que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Zarco-Espinosa, et al., 2010).

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde:

P_i = proporción de individuos de la especie i .

Mientras mayor sea el valor de H' , mayor será la diversidad de especies. Los valores menores a 2 son considerados baja diversidad y valores mayores a 3 alta diversidad.

La Uniformidad (E), considera el índice de Shannon junto con el total de especies, mostrando que tan uniforme son las especies por sitio.

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:

H' = índice de Shannon-Wiener.

S = número total de especies.

Los valores cercanos a 1 representan mayor uniformidad en donde todas las especies son igual de abundantes. Los valores cercanos a 0 representan la dominancia de una o varias especies en comparación con otras (Zarco-Espinosa, et al., 2010).

Para los análisis enfocados al segundo objetivo, los datos tomados en cuenta fueron: (1) el género y especie de los peces, incluyendo las 7 morfoespecies (2) el número promedio de los individuos por cada especie en cada transecto; (3) el número de transectos, (4) el área (m²) de cada transecto, (5) el sitio o punto de muestreo en donde se realizaron los transectos y (6) el ecosistema al que pertenecía cada punto de muestreo.

Para evaluar la relación entre la densidad relativa de las comunidades de peces en relación con los puntos de muestreo y su ecosistema se utilizó RStudio, entorno de software gratuito para computación estadística y gráficos (R Project, s/f).

En primer lugar, se realizó un análisis de la riqueza por cada transecto, es decir, el número total de especies en el área total del transecto. Paralelamente, se obtuvo la densidad de las especies en cada transecto, es decir, el número de especies por m². De esta manera, las diferencias en el esfuerzo de muestreo (Tabla 1) fueron parcialmente eliminadas o reducidas. Con estos datos se obtuvo la densidad relativa de especies por sitio de muestro y ecosistema (arrecife rocoso, arrecife de coral o lajas) (Figura 4).

Finalmente, se utilizó el índice de similitud de Jaccard, índice cualitativo que evalúa el cambio de especies entre dos muestras, es decir, que tan parecida es la composición de especies entre sitios. El intervalo de valores para evaluar este índice varía entre 0 a 1, donde 0 representa la inexistencia de especies compartidas y 1 cuando los sitios presentaron la misma composición de especies (Moreno, 2000) (Figura 5).

RESULTADOS

Tabla 2. Número de especies de peces identificadas en los diferentes sitios de muestreo/ecosistemas.

Familia	Especie	Arrecife de coral			Arrecife rocoso			Lajas	
		BH	BHC	BHT	BSA	BSP	BST	CAS	MILL
Acanthuridae	<i>Prionurus laticlavus</i>	0	0	0	0	3,5	4	0	0
Balistidae	<i>Pseudobalistes naufragium</i>	0	0	0	0	1	1	1	0
	<i>Sufflamen verres</i>	0	0	0	0	0	2	0	0
Blenniidae	NA	3	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Ophioblennius steindacheneri</i>	1	0	0	0	3	5	4,5	
	<i>Plagiotremus azaleus</i>	5	0	1	0	1	17	9	2
Chaetodontidae	<i>Chaetodon humeralis</i>	0	10,5	1	0	0	3	0	0
	<i>Johnrandallia nigrirostris</i>	2	0	0	8	10	7	5	2
Cirrhitidae	<i>Cirrhitichthys oxycephalus</i>	12	2,5	0	1	9,5	15,5	19	0
Diodontidae	<i>Diodon holacanthus</i>	0	0	0	0	0	0	2	0
Haemulidae	<i>Anisotremus caesius</i>	3	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Haemulon maculicauda</i>	35	0	0	0	786	286	2	403
	<i>Haemulon sp.</i>	1	0	0	0	0	2	0	0
	<i>Haemulon steindacheneri</i>	0	0	0	0	2	0	0	0
Holocentridae	<i>Myripristis leiognathos</i>	0	0	0	0	0	0	25	0
	<i>Myripristis sp.</i>	0	0	0	0	0	7	0	0
Labridae	<i>Bodianus diplotaenia</i>	7	0	0	0	1	3	46	1
	<i>Halichoeres chierchiae</i>	1	14,5	18,5	0	5	10	0	0
	<i>Halichoeres dispilus</i>	3	240,5	164,5	22	53	128,5	250,5	31,5
	<i>Halichoeres nicholsi</i>	4	8	3	3	15	10	7	4
	<i>Halichoeres notospilus</i>	0	2	1	0	0	0	0	0
	<i>Halichoeres sp.</i>	1	0	0	0	0	2	0	0
	<i>Thalassoma lucasanum</i>	553,5	109,5	126,5	223,5	151	333	410,5	23
Labrisomidae	<i>Malacoctenus tetranemus</i>	0	3	1	0	0	0	0	0
	NA	0	1	0	0	0	0	0	0
Lutjanidae	<i>Lutjanus argentiventris</i>	15	0	3	1,5	0	1	71,5	5
	<i>Lutjanus guttatus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Lutjanus viridis</i>	0	0	0	0	4,5	0	0	0

Mullidae	<i>Mulloidichthys dentatus</i>	0	0	0	0	15	4	0	0
Muraenidae	<i>Gymnothorax castaneus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
Pomacanthidae	<i>Holacanthus passer</i>	0	0	0	3	6	6	9,5	0
	<i>Pomacanthus zonipectus</i>	0	1	0	0	1	0	0	0
Pomacentridae	<i>Abudefduf troschelii</i>	0	0	0	0	0	0	4	0
	<i>Chromis atrilobata</i>	744	317	440	177,5	149	0	388	248
	<i>Chromis intercrusma</i>	0	0	0	0	0	0	0	10
	<i>Microspathodon dorsalis</i>	3	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Stegastes acapulcoensis</i>	263	17	42,5	0	0	0	0	0
	<i>Stegastes flavilatus</i>	9	28	42,5	2,5	13	10	34,5	5,5
	<i>Stegastes sp.</i>	10,5	0	0	0	0	0	0	0
Sciaenidae	<i>Pareques perissa</i>	0	0	0	0	0	0	3	0
Scorpaenidae	<i>Scorpaena plumieri</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
Serranidae	<i>Cephalopholis panamensis</i>	3	0	0	0	0	1	0	0
	<i>Epinephelus labriformis</i>	8	5,5	1	7	10	5	15,5	1
	<i>Mycteroperca xenarcha</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Paranthias colonus</i>	2	13	0	27	10,5	29,5	18,5	12
	<i>Rypticus bicolor</i>	0	0	0	1	0	0	1	0
	<i>Serranus psittacinus</i>	0	5	2	6	8,5	5	3	5
Tetraodontidae	<i>Canthigaster punctatissima</i>	0	0,5	0	0	1	1	3	0
	<i>Canthigaster sp.</i>	0	0	0	0	1,5	0,5	0	0
Zanclidae	<i>Zanclus cornutus</i>	2	0	0	0	0	0	1	0
Total de individuos por sitio de muestreo		1692	779,5	848,5	483	1261	899	1335	753

Tabla de especies de peces identificadas en el muestreo de campo, ordenadas alfabéticamente por familia. Se muestra el promedio de individuos visualizados de cada especie por sitio de muestreo, incluyendo el valor decimal de 0,5 como un individuo más. La ausencia de una especie en uno de los sitios de muestreo está representada por 0. La tabla muestra un total de 50 especies de peces pertenecientes a 20 familias, con 7 morfoespecies que fueron consideradas como especies independientes. Adicional, el total de individuos visualizados en cada sitio de muestreo, independientes de su especie.

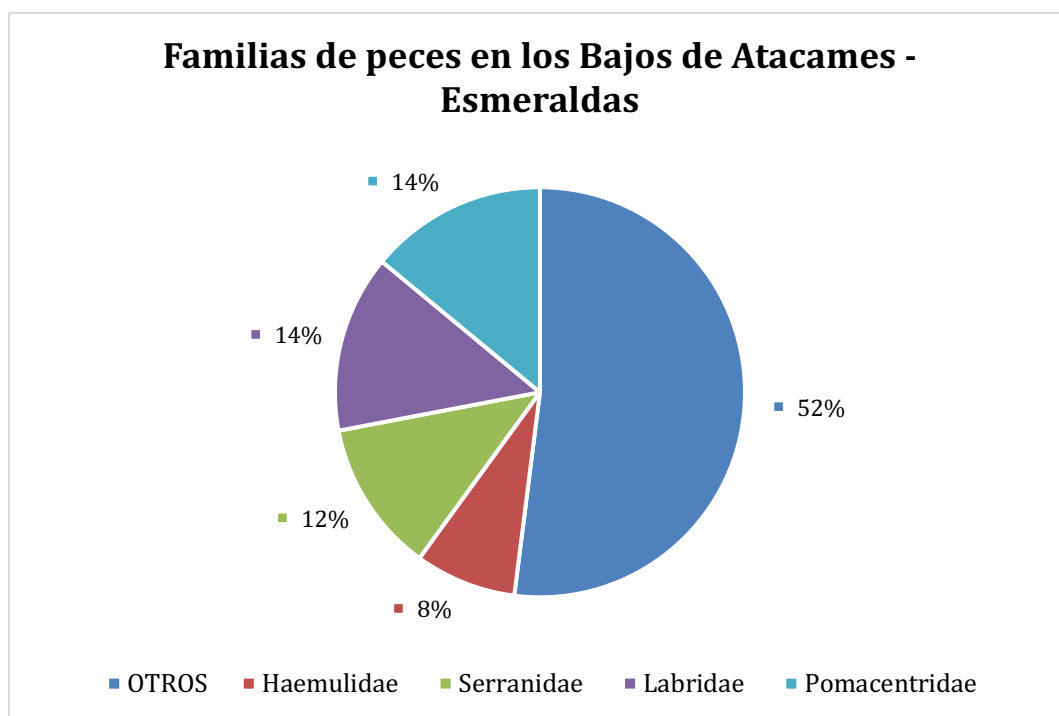


Figura 3. Familias de peces más representativas en función de las especies encontradas.

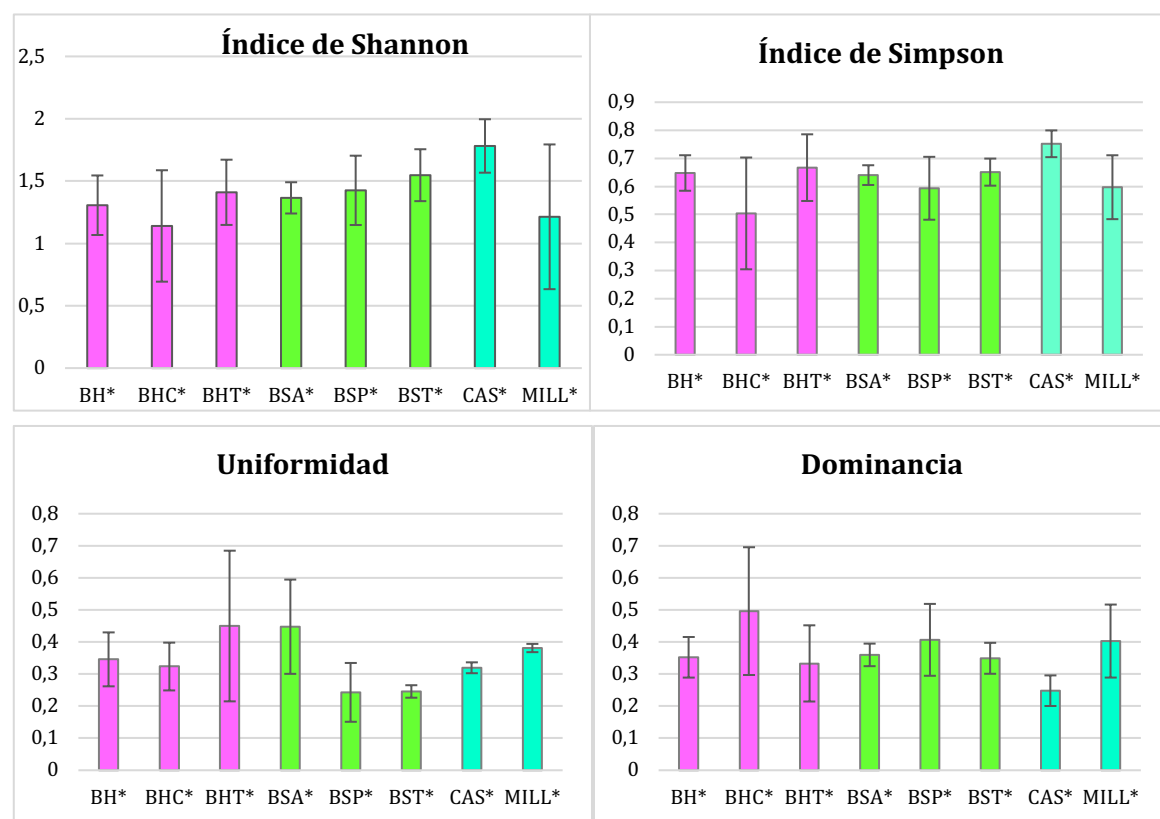
Análisis porcentual de las familias de peces representativas presentes en los Bajos de Atacames – Esmeraldas. Cada familia contó con un número diferente de especies, siendo las familias Pomacentridae y Labridae las más representativa con el 14% del total de las especies cada una, valor que representa 7 especies para cada familia. Para la familia Pomacentridae: *Abudefduf troschelii*, *Chromis atrilobata*, *Chromis intercrusma*, *Microspathodon dorsalis*, *Stegastes acapulcoensis*, *Stegastes flavilatus* y *Stegastes* sp. Para la familia Labridae: *Bodianus diplotaenia*, *Halichoeres chierchiae*, *Halichoeres dispilus*, *Halichoeres nicholsi*, *Halichoeres notospilus*, *Halichoeres* sp. y *Thalassoma lucasanum*. La variable OTROS, agrupa las familias que presentaron de 1 a 3 especies en donde están incluidas: 1) con una especie: Acanthuridae, Cirrhitidae, Diodontidae, Mullidae, Muraenidae, Sciaenidae, Scorpaenidae y Zanclidae; 2) con dos especies: Balistidae, Chaetodontidae, Holocentridae, Labrisomidae, Pomacanthidae y Tetraodontidae y, 3) con tres especies: Blenniidae y Lutjanidae.

Tabla 3. Valores de riqueza y diversidad de especies por sitio de muestreo

	BH	BHC	BHT	BSA	BSP	BST	CAS	MILL
Riqueza específica	26	18	15	14	24	27	25	14
Número de individuos	1692	779,5	848,5	483	1261	899	1335	753
Dominancia	0,35228	0,4962	0,3337	0,3597	0,406	0,3491	0,24813	0,402
Índice de Simpson	0,6477	0,5037	0,666	0,6402	0,593	0,65086	0,75186	0,597
Índice de Shannon	1,3064	1,1401	1,41	1,3654	1,4257	1,54733	1,78166	1,2135
Uniformidad	0,3458	0,3234	0,449	0,4476	0,2429	0,24573	0,3196	0,3812

Valor de $p > 0,05$ para todas las muestras.

El sitio de muestreo BST obtuvo la mayor riqueza específica con un total de 27 especies y BSA la menor con 14 especies. Por otra parte, se observó mayor número de individuos en BSP con 1261 individuos independientes de su especie.



El signo * junto a los sitios de muestreo representa la presencia de ALDFG. Desviación estandar representada.

Figura 4. Índices de diversidad, uniformidad y dominancia por sitio de muestreo.

Los resultados pertenecientes al índice de Simpson y Dominancia, muestran el valor más alto de diversidad en CAS con un valor de 0,752 que a su vez presentó la menor dominancia 0,25; en contraste BHC presentó la menor diversidad con un valor de 0,503, con la mayor dominancia de 0,49.

Con respecto al Índice de Shannon, se evidenció baja diversidad en todos los sitios, siendo CAS el sitio con mayor diversidad 1,78 y BHC el sitio con menor diversidad 1,14. La Uniformidad de las especies, que está directamente relacionado con el índice de Shannon, presentó a BSP con la menor uniformidad de especies 0,24 y BHT con la mayor uniformidad de especies 0,45.

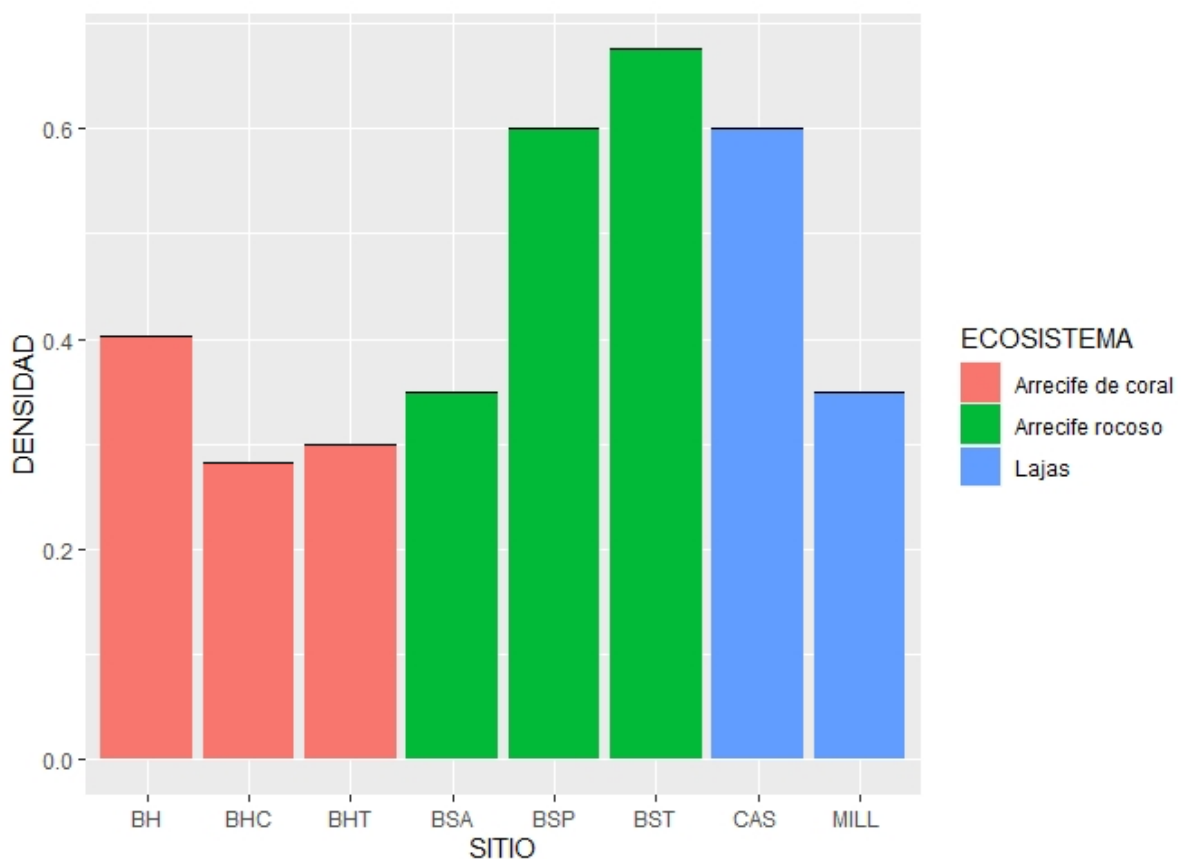


Figura 5. Comparación de la densidad relativa de especies según cada sitio de muestreo y ecosistema.

Los valores de densidad relativa fueron más altos en el ecosistema de Arrecife Rocosos junto con Lajas, siendo el Arrecife Coralino el que presento menores valores de densidad. La densidad relativa en Barco Seco Transmalo (BTS) es la que presenta el valor más altos, mientras que Barco Hundido Casco (BHC) muestra el valor mas bajo de densidad. Se evidencia que los sitios de muestreo pertenecientes a los arrecifes de coral muestran valores parecidos entre sí, mientras que los sitios pertenecientes a los arrecifes rocosos y lajas, presentan valores similares entre ellos.

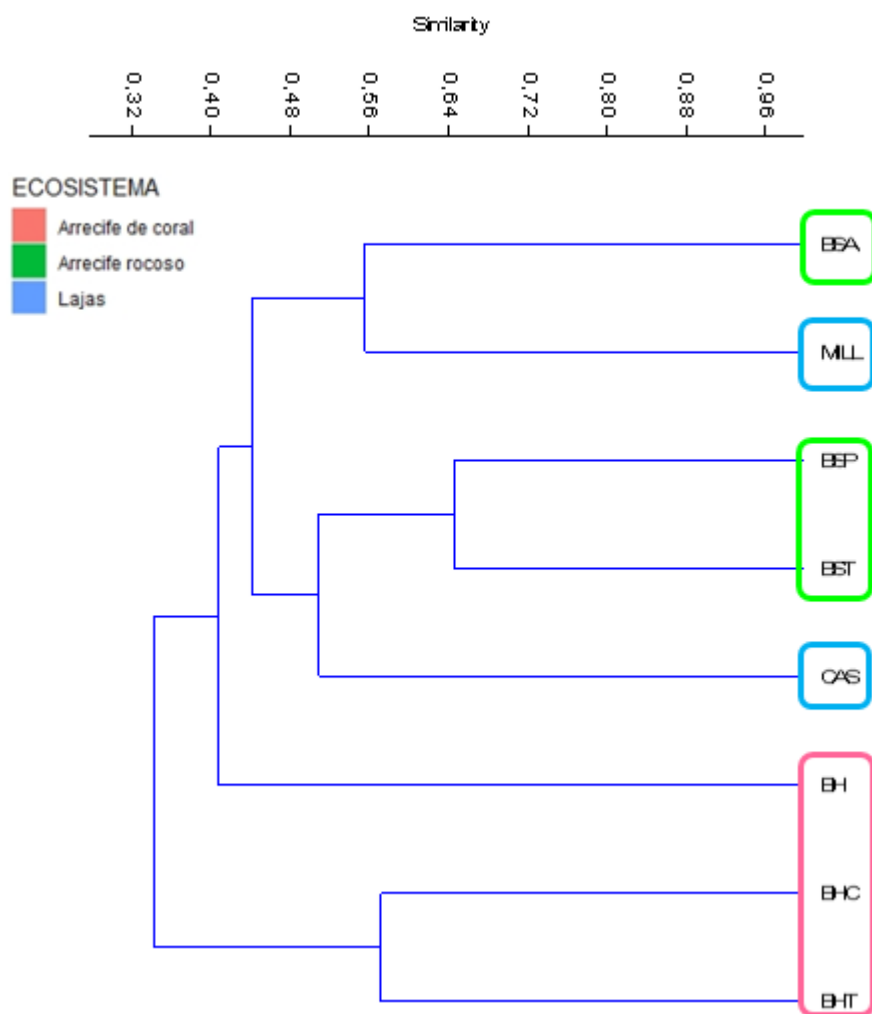


Figura 6. Índice cualitativo de la similitud de Jaccard entre los diferentes sitios de muestreo

Los valores más cercanos los valores a 1 representan mayor similitud en la composición de especies de peces entre dos o más sitios, con contraste, los valores más cercamos a 0

representan diferencias en la composición de especies entre sitios. Se evidenció mayor similitud entre los ecosistemas de Arrecife Rocoso y Lajas, excluyendo al Arrecife de Coral con menor similitud. Los sitios de muestreo fueron divididos en tres grupos 1) BSA y MILL con un valor de 0,55; 2) BSP, BST con un valor de 0,64 (más cercano a 1). Aquí se agrupa CAS, con 0,52 en comparación con estos dos sitios 3) BHT y BHC con un valor de 0,58. Finalmente, BH muestra similitud con todos los grupos.

DISCUSIÓN

Existe una gran variedad de paisajes costeros o marinos que incluyen hábitats como arrecifes rocosos y arrecifes de coral, creando una compleja matriz de parches de hábitat. Tanto la abundancia como la composición de especies se ven influenciadas por la complejidad de estos ecosistemas (Otero-Ferrer, et al., 2020). Los factores biogeográficos influyen en la distribución de peces a gran escala, mientras que las características bióticas y físicas de un lugar, influyen en la distribución local de los taxones (Pinheiro, et al., 2013).

La Figura 3, muestra las familias más representativas de los Bajos de Atacames tomando en consideración las especies identificadas por cada sitio de muestreo (Tabla 1). Las familias más representativas son Pomacentridae y Labridae con el 14% cada una. Jeres, et al (2018), menciona que las especies de tamaños pequeños, como generalmente es el caso de las familias mencionadas, está relacionado a mayores abundancias debido a adaptaciones fisiológicas que les permiten soportar cambios en el ambiente, como el aumento de la temperatura por el cambio climático.

Además, los patrones de uso de habitat de la familia Pomacentridae y Labridae son diferentes en relación con otras familias. En un estudio realizado por Floeter, et al. (2004), menciona que las especies de la familia Labridae, presentan una aleta pectoral desarrollada (Figura 6) y en

Pomacentridae largas aletas caudales bifurcadas (Figura 7); estas morfologías les permite ser mejores nadadores y exponerse a ecosistemas con corrientes fuertes como es el caso de los Bajos de Atacames que se encuentra influenciado por la Corriente de Humboldt, la Corriente Ecuatorial del Sur, la Corriente El Niño y la Corriente submarina de Cromwell (Bucheli, et al., 2019).



Figura 7. Familia Labridae.



Figura 8. Familia Pomacentridae.

Los arrecifes coralinos y rocosos son ecosistemas marinos complejos y productivos que presentan alta biodiversidad y que son susceptibles a alteraciones por factores externos (Figueroa-Pico, et al., 2020).

De acuerdo a los valores de diversidad de los índices de Shannon y Simpson (Tabla 2), todos los puntos muestreados presentaron diversidades bajas. El informe preliminar realizado por Javier Oña y Giovanna Jácome para el Proyecto Redes Fantasma (datos no publicados), menciona que se evidenció presencia de redes fantasma en todos los sitios de muestreo lo que podría influenciar en la estabilidad de las comunidades de peces. En base a esto, BHC, de arrecife coralino, presentó los valores más bajos con 1,14 y 0,503, respectivamente. Además, según el informe mencionado, este sitio presentó una elevada cantidad de redes abandonadas, perdidas o descartadas de monofilamento que se encuentran cubriendo los fondos marinos, factor que se puede relacionar con la baja diversidad presentada.

Los arrecifes de coral se ven especialmente afectados por las artes de pesca abandonadas, perdidas o descartadas, porque son estructuralmente más vulnerables. Al estar cubiertos por grandes redes o bajo presión de sedimentos, puede producirse la asfixia de los corales y daño de sus tejidos blandos, lo que puede conducir a su muerte. Los daños causados en este ecosistema son de difícil recuperación e incluso irreversible (Matsuoka, et al., 2005; Valderrama Ballesteros, et a., 2018).

En contraste, CAS, presentó el valor de diversidad más alto para ambos índices con 1,78 y 0,752, respectivamente. Pinheiro, et al. (2013) mostró que la abundancia de los gremios tróficos aumenta a medida que el arrecife se vuelve más complejo, convirtiéndose en uno de los factores principales que influye en la abundancia y composición de las comunidades arrecifales; por lo que se esperaría encontrar mayor diversidad en los hábitats heterogéneos.

CAS pertenece al ecosistema de Lajas, conformado por rocas con una serie de elementos estructurales como grietas o salientes que sirven como refugios contra depredadores, al igual de un sustrato ideal para el crecimiento de especies marinas bentónicas; formando un ecosistema complejo (Otero-Ferrer, et al., 2020). Según los resultados preliminares del proyecto (datos no publicados), este sitio presento baja cantidad de redes fantasma lo que puede influir en la mayor diversidad encontrada.

Los valores de dominancia presentan el valor más alto 0,49 en BHC (sitio de menor diversidad); el valor más bajo de dominancia fue para CAS (sitio con mayor diversidad) con el valor de 0,25. Valores altos en dominancia pueden indicar que el ecosistema no se encuentra en equilibrio, y que la comunidad de peces no es proporcional; en contraste, la uniformidad actúa inversamente a la dominancia, es decir que valores altos indican que las especies presentan abundancias similares dentro del ecosistema (Zarco-Espinosa, et al., 2010; Moreno, 2000).

Es importante mencionar que los valores de p obtenidos mostraron que no existían diferencias significativas entre los índices $p > 0,05$. Esto puede deberse al tamaño de la muestra y esfuerzo de muestreo debido a que este trabajo fue realizado con datos iniciales del Proyecto Redes Fantasma.

Con respecto a la uniformidad, el sitio con el valor más bajo 0,24 fue BSP que tuvo valores de diversidad media; y el sitio con mayor uniformidad fue BHT con 0,45 con una diversidad relativamente baja en comparación con los otros sitios de muestreo. Estos resultados no están acordes a lo encontrado respecto a la diversidad. Según la literatura, los sitios con mayor diversidad presentan comunidades más uniformes (Zarco-Espinosa, et al., 2010; Moreno, 2000).

Este resultado puede deberse a las diferencias en el esfuerzo de muestreo y al tamaño de la muestra por lo que los valores de diversidad por sitio de muestreo pueden presentar alteraciones en los resultados. Además, hay que tomar en cuenta que factores como grandes cardúmenes de peces, representan una limitación en el conteo de individuos ya que la visibilidad de los sitios muestreados no es constante debido a factores ambientales como la turbidez (Figuroa-Pico, et al., 2020).

Para la comparación de la comunidad de peces entre ecosistemas, se realizó un análisis de densidad relativa de especies por sitio y ecosistema (Figura 4). Este análisis presento valores entre 0,2 a 0,4 en los sitios de muestreo pertenecientes al ecosistema de arrecife coralino. En contraste, los arrecifes rocosos y lajas presentaron valores similares entre ellos, como es el caso de BSP y CAS, ambas con una densidad de 0,6; y BSA con MILL, con 0,35 cada una. En el análisis de similitud de Jaccard, se encontró el mismo patrón, donde los arrecifes rocosos (BSA, BST, BSP) y las lajas (MILL, CAS) son más similares respecto a la composición de especies; mientras que, los arrecifes coralinos son menos similares en comparación con estos ecosistemas, aunque los sitios pertenecientes a los arrecifes de coral (BH, BHC, BHT) son similares entre ellos.

Estos resultados pueden deberse a que la composición de la comunidad de peces está influenciada por la complejidad de su ambiente (Coolen, et al., 2020; Otero-Ferrer, et al., 2020). En este contexto, podemos agrupar los ecosistemas arrecife rocoso y lajas como uno, pues ambos presentan un fondo marino conformado por rocas y grietas, aunque la disposición de estas sea distinta (Denkinger et al, 2006). Por otra parte, de acuerdo a los mapas del área de estudio (Figura 1 y Figura 2), los arrecifes rocosos y lajas se encuentran a mayor profundidad oscilando entre los 20 a 30 metros; mientras que los arrecifes de coral se encuentran a menores profundidades, entre 10 a 20 metros aproximadamente. Otero-Ferrer, et al. (2020), menciona

que la profundidad puede ser un factor ambiental que influye en la composición de especies marinas, sugiriendo las diferencias entre los ecosistemas de los Bajos de Atacames. En general, las diferencias entre la composición de especies de peces, puede atribuirse a las diferencias en la estructura física de los hábitats (Otero-Ferrer, et al., 2020; Pinheiro, et al., 2013).

Los Bajos de Atacames se encuentran frente a las costas esmeraldeñas, donde la pesca es una de las actividades económicas principales para estas comunidades. En Ecuador, al igual que muchos lugares, la pesca contribuye a la seguridad alimentaria y bienestar de la sociedad, especialmente para las comunidades costeras de bajos recursos (Denkinger et al, 2006; Escamilla-Pérez, et al., 2021). Al ser una actividad extractiva que ha ido evolucionando a lo largo de los años con el fin de ser más eficiente, ha causado grandes impactos en los lechos marinos que se ven reflejados en la diversidad y abundancia de las comunidades de peces. Los sitios de muestreo forman parte del área en donde se realiza esta actividad por lo que es importante considerar que las comunidades de peces pueden verse influenciadas por este factor (Pinheiro, et al., 2013).

Según los resultados preliminares expuestos por el Proyecto Redes Fantasma (Oña & Jácome, 2020., informe preliminar, datos no publicados), se ha encontrado presencia de redes fantasma de mono y multifilamento en los fondos marinos que pueden causar cambios considerables en la dinámica de las comunidades bentónicas. Por ejemplo. Las redes de nylon pueden provocar modificaciones en la estructura y crecimiento de corales, mientras que las redes de multifilamento pueden impedir la entrada de luz al convertirse en trampas de sedimento en los fondos. Estos factores tienen un impacto directo o indirecto en la comunidad de peces (Valderrama Ballesteros, et al., 2018).

CONCLUSIONES

La diversidad de peces encontrada en los Bajos de Atacames fue baja, lo que puede estar relacionado a factores antropogénicos como la presencia de redes fantasma en los Bajos de Atacames, causando alteraciones evidentes en los ecosistemas marinos, por ende, en la comunidad de peces.

La complejidad de los fondos marinos, como elementos estructurales del sustrato, influyen en la abundancia y composición de las especies arrecifales.

El tamaño de la muestra y el esfuerzo de muestreo influenciaron en los resultados encontrados. Es importante mencionar que este trabajo fue realizado con muestras y esfuerzos de muestreo iniciales, tomadas por el Proyecto Redes Fantasma, mismo que aún se encuentra en curso. Por lo que este trabajo puede ser utilizado como base para futuras investigaciones que permitan conocer el real impacto de las redes fantasma en los ecosistemas marinos y por ende en la comunidad de peces de los Bajos de Atacames

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bucheli, R., Cajas, J., & Hidalgo, P. (2019). ¿ Es Calanus chilensis un indicador de la Corriente de Humboldt en el Pacífico ecuatoriano?. *Acta oceanográfica del Pacífico Vol. 23 N°1, 2019*
- Coolen, J. W., Van Der Weide, B., Cuperus, J., Blomberg, M., Van Moorsel, G. W., Faasse, M. A., ... & Lindeboom, H. J. (2020). Benthic biodiversity on old platforms, young wind farms, and rocky reefs. *ICES Journal of Marine Science, 77(3), 1250-1265*.
- Denkinger, J., Suárez, C., Franco, A., Riebensahm, D. 2006. *Proyecto ESMEMAR, Informe Final, Componente Marino*.
- Graham, E. & Stuart-Smith, R. (2014). Systematic global assessment of reef fish communities by the Reef Life Survey program. *Scientific Data, 1(1), 1-8*.
- Escamilla-Pérez, B. E., Ortiz-Lozano, L., Molina-Rosales, D. O., & Espinoza-Tenorio, A. (2021). Cultural importance of marine resources subject to fishing exploitation in coastal communities of Southwest Gulf of Mexico. *Ocean & Coastal Management, 208, 105605*.
- Figuerola-Pico, J., Carpio, A. J., & Tortosa, F. S. (2020). Turbidity: A key factor in the estimation of fish species richness and abundance in the rocky reefs of Ecuador. *Ecological Indicators, 111, 106021*.
- Floeter, S. R., Krohling, W., Gasparini, J. L., Ferreira, C. E., & Zalmon, I. R. (2007). Reef fish community structure on coastal islands of the southeastern Brazil: the influence of exposure and benthic cover. *Environmental Biology of Fishes, 78(2), 147-160*.
- Glynn, P. W. (2003). Coral communities and coral reefs of Ecuador. *Latin American Coral Reefs, 449-472*.
- Jeres, P., Romero, M. A., & González, R. A. C. (2018). Evaluación de la estructura del ensamble de peces de un arrecife costero norpatagónico sometido a diversos impactos antrópicos. *Ecología Austral 28:325-338 Agosto 2018*
- Matsuoka, T., Nakashima, T., & Nagasawa, N. (2005). A review of ghost fishing: scientific approaches to evaluation and solutions. *Fisheries Science, 71(4), 691-702*.
- Ministerio del Ambiente. 2006. Sistema Nacional de Areas Protegidas. Versión en línea: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/04/2020_03_30-BOLETIN-FINAL.pdf (recuperado el 3 de abril del 2021)
- Moreno, C. E. (2000). Métodos para medir la biodiversidad. *Volumen 1. Manuales y tesis SEA*.
- Pinheiro, H. T., Martins, A. S., & Joyeux, J. C. (2013). The importance of small-scale environment factors to community structure patterns of tropical rocky reef fish. Marine Biological Association of the United Kingdom. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 93(5), 1175*.

- Otero-Ferrer, F., Tuya, F., Bosch Guerra, N. E., Herrero-Barrencua, A., Abreu, A. D., & Haroun, R. (2020). Composition, structure and diversity of fish assemblages across seascape types at Príncipe, an understudied tropical island in the Gulf of Guinea (eastern Atlantic Ocean). *African Journal of Marine Science*, 42(4), 381-391.
- R Project. s/f. The R Project for Statistical Computing. Version en línea: <https://www.r-project.org/>
- Soler GA, Edgar GJ, Thomson RJ, Kininmonth S, Campbell SJ, Dawson TP, et al. (2015). Reef Fishes at All Trophic Levels Respond Positively to Effective Marine Protected Areas. *PLoS ONE* 10(10): e0140270.
- Valderrama Ballesteros, Matthews, J. L., & Hoeksema, B. W. (2018). Pollution and coral damage caused by derelict fishing gear on coral reefs around Koh Tao, Gulf of Thailand. *Marine pollution bulletin*, 135, 1107-1116.
- Zarco-Espinosa, V. M., Valdez-Hernández, J. L., Ángeles-Pérez, G., & Castillo-Acosta, O. (2010). Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y ciencia*, 26(1), 1-17.