

Comunidades bénticas someras de Los Cóbano (El Salvador), con dos nuevos registros a la biodiversidad¹

Shallow benthic communities of Los Cóbano (El Salvador), with two new records of biodiversity

Johanna Vanessa Segovia Prado.

Licenciatura en Biología por la Universidad de El Salvador.
Maestría en Biología con énfasis en Ecología por la Universidad de Costa Rica.
Investigadora del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI),
de la Universidad Francisco Gavidia (UFG), El Salvador.
e.vsegovia@ufg.edu.sv
johannaseg@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8548-3790>

Alejandra Trejo Ramos.

Licenciatura en Biología por la Universidad de El Salvador.
Auxiliar de investigación del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI),
de la Universidad Francisco Gavidia (UFG), El Salvador.
a.trejo@ufg.edu.sv
atrejor09@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5565-076X>

Fecha de recepción: 01 de mayo de 2023.

Fecha de aprobación: 03 de junio de 2023.

DOI:



¹ Agradecimientos: a Odalisca Breedy por su valioso apoyo en la corroboración de especies. A Luis Morán y Mario Campos por compartir su experiencia y conocimiento empírico; a Laura Figueroa por su colaboración en la elaboración del mapa; a Oscar Picardo por su apoyo al proyecto; y al arbitraje anónimo cuyas observaciones contribuyeron a la mejora de la publicación. Este trabajo fue financiado por la investigación "Estudio de la dinámica béntica en Los Cóbano" adscrito al Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI) de la Universidad Francisco Gavidia (UFG).

RESUMEN

Dado el papel funcional de las comunidades bénticas en la transferencia de energía, se incorporan en los análisis del estado de salud de los ecosistemas. El objetivo de este trabajo es identificar los principales grupos funcionales en cuatro arrecifes rocosos someros de Los Cóbano (El Salvador), así como conocer su estructura y la relación que la composición de especies tiene con variables físicas. El método que se utilizó fue transecto y cuadrante, y para el análisis de los datos se realizó con estadística descriptiva y análisis de componentes principales. Los principales grupos encontrados en los arrecifes son: gorgonias, esponjas, turf con hidroides y algas calcáreas. Además, se realizan dos nuevos reportes de especies marinas: *Caryophyllia inornata* y *Solanderia sp.* El conocimiento generado es de gran valor para comprender la dinámica y funcionamiento de los arrecifes salvadoreños.

Palabras clave: arrecifes someros, nuevos registros, invertebrados marinos, Centroamérica.

ABSTRACT

*Benthic communities have the functional role of energy transfer, it is by their analysis is incorporated into the state of health of ecosystems. Therefore, the objective of this work is to identify the main functional groups in four shallow rocky reefs of Los Cóbano (El Salvador), as well as to know their structure and the relationship that the composition of species has with physical variables. The method used was transect and quadrant, and for data analysis it was performed with descriptive statistics and principal component analysis. The main groups found on reefs are gorgonians, sponges, turf with hydroids and calcareous algae. In addition, two new reports of marine species are made: *Caryophyllia inornata* and *Solanderia sp.* The knowledge generated is of great value to understand the dynamics and functioning of Salvadoran reefs.*

Keywords: shallow reefs, new records, marine invertebrates, Central America.

Introducción

Los arrecifes son zonas con alta riqueza de especies y una compleja trama de relaciones interespecíficas (Burchmore *et al.*, 1985; Donaldson, 1995; Pérez-España *et al.*, 1996). En el Pacífico Tropical Oriental (PTO) están asociados, generalmente, a fondos rocosos, los cuáles, son propicios para el desarrollo de organismos marinos, desde su fase de larva hasta su adultez y migración a otros ecosistemas (Ponce-Delgado, 2017).

Las comunidades bénticas poseen el papel funcional de transferencia de energía, es por ello que la evaluación del estado de salud de los arrecifes debe registrar la cobertura de macroalgas, algas filamentosas, además de la presencia de especies en el ecosistema (Garza Pérez *et al.*, 2010). La disminución de organismos bentónicos se asocia a la disminución de corales y el incremento de macroalgas (Márquez y Díaz, 2005). Las algas cespitosas o turf, son indicadoras de perturbación antrópica como sobrepesca y altas tasas de sedimentación (Alcívar-Mendoza, 2014).

En los arrecifes existen grupos taxonómicos importantes para la dinámica del ecosistema. Por ejemplo, los octocorales construyen estructuras tridimensionales que contribuyen a la biodiversidad, creando refugio para moluscos, crustáceos, peces, poliquetos y equinodermos (Sánchez y Dueñas, 2012). Las esponjas y los equinodermos poseen un rol en la filtración y reciclaje de materia orgánica, lo cual es provechoso para la alimentación de peces, cangrejos y caracoles (Ponce-Delgado, 2017; Wulff, 2001). En los equinodermos, la familia Ophidiasteriadea es indicadora de salud por su papel en la red trópica, al actuar como depredadores detritívoros y filtradores.

Sin embargo, la dificultad de estudio de muchos de estos grupos, los ha llevado a ser excluidos de la mayoría de los monitoreos en arrecifes, pero el gran impacto positivo que proveen los ha vuelto una necesidad de estudio para la comprensión de estos ecosistemas (Wulff, 2001; Segovia *et al.*, 2021).

En El Salvador, la biodiversidad de los arrecifes rocosos en El Salvador es aún desconocida. No obstante, desde el 2012, se iniciaron trabajos que han permitido el aumento de la riqueza de organismos marinos como en los siguientes grupos: octocorales, anémonas de mar, esponjas, opistobranquios, cirrípedos, bacterias, entre otros (Ramírez, 2016; López, 2017; Pacheco *et al.*, 2017; Montes *et al.*, 2021; Alvarado-Guerra *et al.*, 2021; Trejo *et al.*, 2021; Segovia *et al.*, 2021). Este esfuerzo ha permitido avanzar en estudios para la comprensión del funcionamiento de estos arrecifes.

El objetivo de este trabajo es identificar los principales grupos funcionales que estructuran sus comunidades bénticas en los arrecifes rocosos someros de Los Cóbanos (El Salvador); a su vez, conocer su estructura y la relación que la composición de especies tiene con las siguientes variables físicas: rugosidad, profundidad, temperatura y transparencia del agua.

Metodología

Diseño muestral. La composición bentónica y las variables físicas (profundidad, transparencia horizontal del agua, temperatura e índice de rugosidad), se registraron en marea baja entre los meses de diciembre de 2020 y marzo de 2021, en cuatro arrecifes rocosos de Los Cóbanos (departamento de Sonsonate): Tres Cruces, Pecerita, Puntita y Punta de Monte (Mapa 1).

Métodos. La riqueza de especies, la cobertura bentónica (algas, turf, esponjas, zoantidos, octocoral exótico *Carijoa*, roca y arena), y la frecuencia/densidad de las especies más abundantes, se estimó con dos transectos horizontales a la costa de 30 m de longitud, y separados por 15 m entre sí. Cada transecto fue recorrido alternando un cuadrante de PVC de 1m². El índice de rugosidad se registró colocando una cadena de 10 m de longitud acoplada al relieve del sustrato y luego se midió la distancia de punta a punta de la cadena; su estimación se realizó con la siguiente fórmula (Luckhurst y Luckhurst, 1978): $1 - (\text{Distancia horizontal cubierta por la cadena} / \text{Longitud total de la cadena})$. La profundidad y temperatura se registró con sensores de una computadora de buceo. Finalmente, la transparencia vertical se estimó con un disco Secchi.



Mapa 1. Ubicación de los cuatro arrecifes rocosos de Los Cóbanos: Tres Cruces, Pecerita, Puntita y Punta de Monte (departamento de Sonsonate, El Salvador).

Fuente: Laura Figueroa.

Análisis de los datos. La riqueza de especies se representó con un listado sistemático junto a su presencia y ausencia en los arrecifes rocosos. La cobertura béntica y la frecuencia/densidad de las especies se expone con estadística descriptiva de gráficos de barras por punto de muestreo, y finalmente se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para conocer la relación que existe entre las variables biológicas (frecuencia de esponjas, cobertura de algas, turf, esponjas y *Caryjoa*; y densidad de cnidarios) y físicas (profundidad, transparencia del agua, temperatura, índice de rugosidad, cobertura de arena y roca).

Resultados

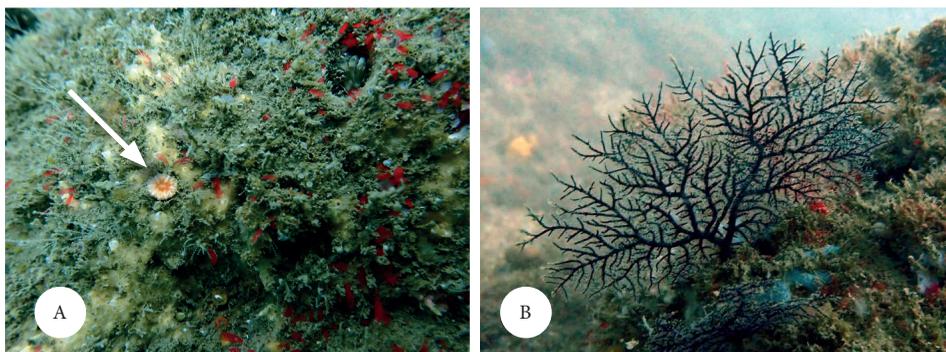
Los arrecifes rocosos registraron profundidades entre 11 a 19 m, con temperatura de 28° y 29° C. La transparencia estimada fue entre 0.3 a 1.5 m, con índice de rugosidad entre 0.18 a 0.38 (Tabla 1). La riqueza de especies fue representada por 21 especies, distribuidas en 17 familias, 11 órdenes, 6 clases y 4 filos. Los filos con mayor número de especies son Porífera y Cnidaria. Incorporando al registro de biodiversidad marina de El Salvador dos especies: *Caryophyllia inornata* y *Solanderia sp.* (Fotografía 1). Los arrecifes con mayor registro de especies fueron Tres Cruces y Pecerita (ambos con 13 sps), y Punta de Monte con Puntita los de menor número (6 y 5 sps, respectivamente), (Tabla 2).

Arrecifes	Profundidad (m)	Transparencia del agua (m)	Temperatura (°C)	IR
Pecerita	17	1.5	28	0.21
Puntita	11	0.3	29	0.38
Tres Cruces	18.6	3	28	0.18
Punta de Monte	11	1.5	28	0.28

Tabla 1. Variables físicas (profundidad, transparencia del agua, temperatura e índice de rugosidad) de cuatro arrecifes rocosos en Los Cóbanos, El Salvador.

Nota: IR = índice de rugosidad.

Fuente: elaboración propia.



Fotografía 1. Nuevos registros a la biodiversidad marina de El Salvador: (A) *Caryophyllia inornata* (B) *Solanderia sp.*

Fuente: Johanna Segovia.

#	Especies	Pecerita	Puntita	Tres Cruces	Punta de Monte
	Phylum Cnidaria				
	Clase Anthozoa				
	Orden Alcyonacea			X	
	Familia Plexauridae				
1	<i>Heterogorgia verrucosa</i> Verrill, 1868				
2	<i>Muricea austera</i> Verrill, 1869	X			
3	<i>Muricea plantaginea</i> (Valenciennes, 1846)			X	
4	<i>Muricea squarrosa</i> Verrill, 1869			X	
	Orden Scleractinia				
	Familia Caryophylliidae		X		
5	<i>Caryophyllia inornata</i> (Duncan, 1878)				
	Familia Rhizangiidae				
6	<i>Oulangia bradleyi</i> (Verrill, 1866)	X			
	Clase Hydrozoa				
	Orden Anthoathecata				
	Familia Solanderiidae			X	
7	<i>Solanderia sp.</i> Duchassaing & Michelin, 1846				
	Phylum Echinodermata				
	Clase Asteroidea				
	Orden Valvatida				X
	Familia Ophidiasteridae				
8	<i>Phataria unifascialis</i> (Gray, 1840)				
	Clase Echinoidea				
	Orden Diadematoida				
	Familia Diadematidae		X		
9	<i>Diadema mexicanum</i> A. Agassiz, 1863				
	Phylum Mollusca				
	Clase Bivalvia				
	Orden Ostreida		X		
	Familia Gryphaeidae				
10	<i>Hyotissa hyotis</i> (Linnaeus, 1758)				
	Familia Margaritidae				
11	<i>Pinctada mazatlanica</i> (Hanley, 1856)	X			

#	Especies	Pecerita	Puntita	Tres Cruces	Punta de Monte
	Phylum Porifera				
	Clase Demospongiae				
	Orden Axinellida			X	
	Familia Axinellidae				
12	<i>Axinella mayaritensis</i> Carballo, Bautista-Guerrero & Cruz-Barraza, 2018				
	Familia Raspailiidae				
13	<i>Raspailia (Raspaxilla) byle</i> (de Laubenfels, 1930)	X		X	
	Orden Haplosclerida				
	Familia Callyspongiidae				
14	<i>Callyspongia (Callyspongia) californica</i> Dickinson, 1945	X			X
	Familia Chalinidae				
15	<i>Haliclona</i> sp. Grant, 1841	X	X	X	X
	Orden Poecilosclerida				
	Familia Mycalidae				
16	<i>Mycale (Carmia) cecilia</i> de Laubenfels, 1936	X	X	X	X
17	<i>Mycale (Zygomycale) ramulosa</i> Carballo & Cruz-Barraza, 2010	X	X		X
	Familia Tedaniidae				
18	<i>Tedania tropicalis</i> Aguilar-Camacho, Carballo & Cruz-Barraza, 2018		X		X
	Orden Tetractinellida				
	Familia Tetillidae				
19	<i>Cinachyra</i> sp. Sollas, 1886	X		X	
	Orden Verongiida				
	Familia Aplysineellidae				
20	<i>Suberea etiennei</i> van Soest, Kaiser & Van Syoc, 2011	X		X	
	Familia Aplysiniidae				
21	<i>Aplysina chiriquensis</i> van Soest, Rützler & Guzmán, 2005		X		
Total de especies		13	5	13	6

Tabla 2. Listado sistemático de la riqueza de especies y su presencia/ausencia en cuatro arrecifes rocosos de Los C6banos (El Salvador).
Fuente: elaboración propia.

Los cuatro arrecifes rocosos registran la mayor cobertura de roca, seguido de alga calcárea, y turf. Sin embargo, el turf presentó gran cantidad de hidroides formando bosques, además de algas (Fotografía 1-A). En Pecerita se observó mayor cobertura de roca (28 %), turf (25 %) y esponjas (20 %); y menor en *Carijoa* (15 %) y arena (10 %). Mientras en Puntita, la mayor cobertura fue de alga calcárea (51 %) y roca (35 %), y menor en esponja (10 %). En el arrecife Tres Cruces se registró mayor cobertura en roca (52 %) y turf (30 %), y las menores fueron arena (8 %), *Carijoa* (5 %) y esponjas (4 %). Finalmente, en Punta de Monte las mayores coberturas fueron roca (37 %) y alga calcárea (37 %), y las menores en *Carijoa* (10 %). Para todos los arrecifes rocosos se observaron algunas de las categorías asignadas a la comunidad bentónica entre bajas o ausentes, tal es el caso de: algas (pardas, verdes y rojas exceptuando calcáreas,) y zoantidos (Gráfico 1).

La densidad de especies del filo Cnidaria fue 4.4 ± 0.65 ind/m². Las especies con mayores valores fueron: *Oulangia bradleyi* (0.85 ± 0.5 ind/m²), *Muricea austera* (0.8 ± 0.4 ind/m²) y *Muricea squarrosa* (0.55 ind/m²). Los nuevos registros para el país obtuvieron: *Solanderia sp.* 2 ind/m² y *Caryophyllia inornata* 0.45 ± 0.18 ind/m². El filo se observó en los arrecifes rocosos de Pecerita con tres especies y Tres Cruces con siete especies, 0.3 ± 0.1 ind/m² y 4.5 ± 0.7 ind/m² respectivamente (Gráfico 1). En la Pecerita, todas las especies registraron 0.1 ind/m². En Tres Cruces, las mayores densidades las representan *O. bradleyi* (0.75 ind/m²), *M. austera* (0.7 ind/m²) y *M. squarrosa* (0.55 ind/m²) (Gráfico 2).

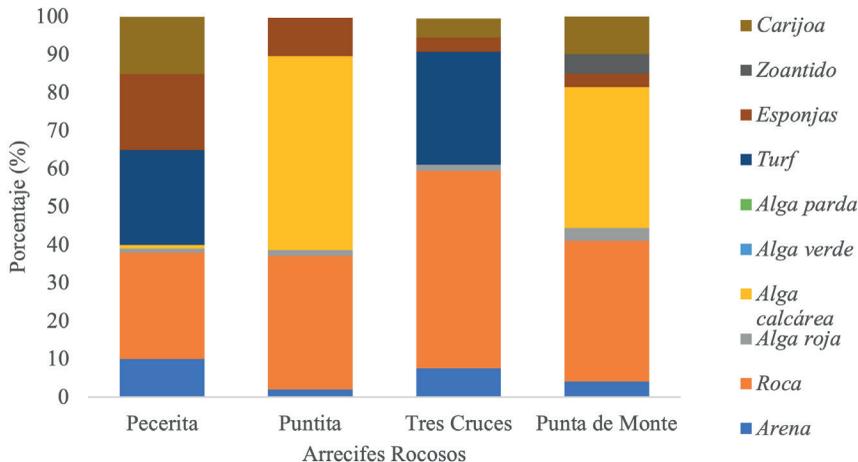


Gráfico 1. Cobertura béntica registrada en los arrecifes rocosos de Los Cóbanos (El Salvador): Pecerita, Puntita, Tres Cruces y Punta de Monte. Fuente: elaboración propia.

La frecuencia de especies del filo Porifera fue 366 individuos. Las especies con mayor valor fue *Haliclona sp.* (172 ind.) y *Mycale (Carmia) cecilia* (63 ind.). El filo se registró en los cuatro arrecifes, las mayores frecuencias fueron en Tres Cruces (137 ind.) y Pecerita (125 ind.), mientras las menores en Punta de Monte (65 ind.) y Puntita (39 ind.), (Gráfico 3).

La relación entre las variables biológicas y físicas, así como el ordenamiento de los arrecifes rocosos muestreados con base a esta relación, se explica en el 94 % de variabilidad. El componente principal resume el 59 %, mientras el segundo un 35 %. Las variables físicas (profundidad y transparencia vertical del agua) con algunas variables biológicas (frecuencia/densidad de esponjas y cnidarios, junto con la cobertura de alga roja) se relacionan de forma inversa con el índice de rugosidad (CP1). Así mismo, el porcentaje de cobertura rocosa y turf poseen la misma relación con la cobertura de arena, la densidad de esponjas y la cobertura de *Carijoa* (CP2), (Tabla 3).

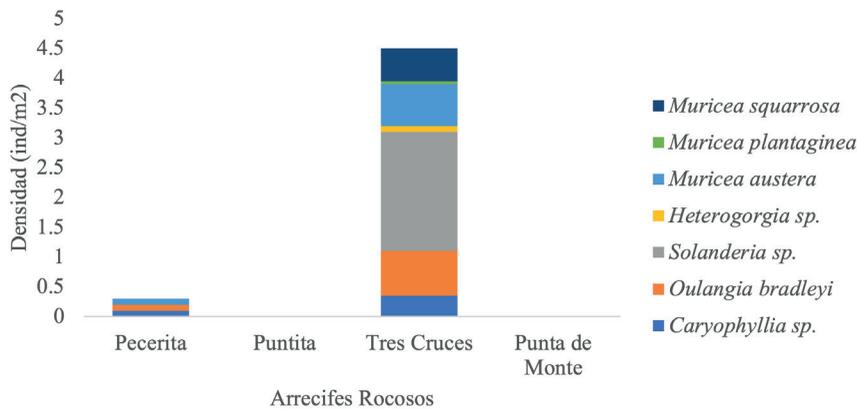


Gráfico 2. Densidad de especies del filo Cnidaria registrada en los arrecifes rocosos de Los Cóbanos (El Salvador): Pecerita, Puntita, Tres Cruces y Punta de Monte.

Fuente: elaboración propia.

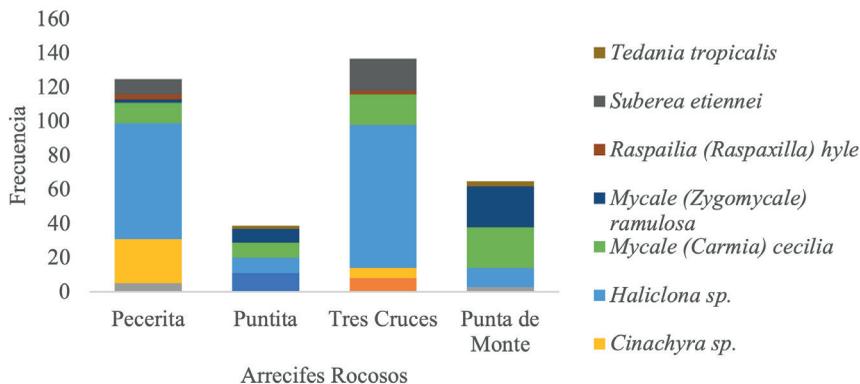


Gráfico 3. Frecuencia de especies del filo Porifera registrada en los arrecifes rocosos de Los Cóbanos (El Salvador): Pecerita, Puntita, Tres Cruces y Punta de Monte.

Fuente: elaboración propia.

Dicha relación entre las variables nos permite conocer que los arrecifes de Punta y Punta de Monte son arrecifes con mayor heterogeneidad, con cobertura de alga calcárea, pero también de menor profundidad y transparencia vertical, asimismo de menor frecuencia/densidad de esponjas y cnidarios.

Al contrario, el arrecife Tres Cruces presentó mayor homogeneidad, profundidad, transparencia vertical del agua y frecuencia/densidad de esponjas y cnidarios, pero también menor cobertura de calcárea. Sin embargo, los tres arrecifes presentaron mayor cobertura de roca y turf, y el menor porcentaje de *Carijoa* y arena.

El arrecife de Pecerita registró mayor cobertura de *Carijoa*, esponjas y arena, así como menor porcentaje de roja y turf. Pero en aspectos de profundidad, transparencia vertical de agua, frecuencia/densidad de esponjas y cnidarios muestra valores intermedios entre todos los arrecifes muestreados (Gráfico 4).

Variables originales	PC 1	PC 2
Profundidad (m)	0.34312	-0.13523
Transparencia del agua (m)	0.36597	0.082833
Temperatura (°C)	-0.27854	0.14329
Índice de rugosidad (IR)	-0.35632	0.13623
Frecuencia de esponjas (ind)	0.35348	-0.16392
Densidad de cnidarios (ind/m ²)	0.32689	0.20902
Porcentaje de arena (%)	0.29415	-0.30334
Porcentaje de roca (%)	0.23866	0.37517
Porcentaje de alga roja (%)	-0.33752	0.21115
Porcentaje de turf (%)	0.16082	0.43847
Porcentaje de esponjas (%)	-0.053393	-0.45092
Porcentaje de <i>Carijoa</i> (%)	-0.16082	-0.43847

Tabla 3. Aporte de las variables originales a la formación de los componentes principales, resumiendo las variables originales registradas en cuatro arrecifes rocosos de Los Cóbanos (El Salvador).

Fuente: elaboración propia.

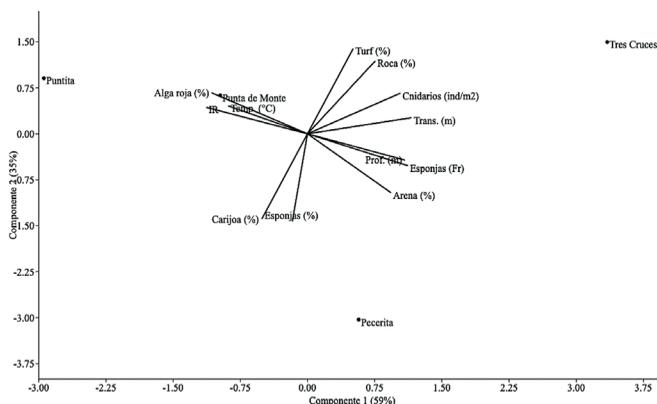


Gráfico 4. Ordenamiento de los arrecifes rocosos según la relación entre variables físicas y biológicas registradas en Los Cóbanos (El Salvador). Fuente: elaboración propia.

Discusión

El presente trabajo es un aporte original e inédito sobre la ecología de las comunidades bentónicas en arrecifes rocosos en el océano Pacífico de El Salvador, reportando la presencia de comunidades bentónicas constituidas por gorgonias, esponjas, turf con hidroides y algas calcáreas. Además, por primera vez se informa la presencia de *Caryophyllia inornata* y *Solanderia sp.* como nuevos reportes a la biodiversidad marina de El Salvador.

Los arrecifes son ecosistemas reconocidos por su alta riqueza, productividad y abundancia de organismos, con funcionamiento y beneficios ecológicos y económicos. En la región del Pacífico Oriental se registra menor diversidad de corales en comparación con el Indo-Pacífico o Atlántico-Caribe. Sin embargo, se destaca el paisaje subacuático conformado por esponjas y gorgonias, así como la resistencia y resiliencia ante condiciones extremas como el fenómeno ENSO Oscilación del Sur y afloramientos de aguas frías (Laborda, 2018).

En los cuatro arrecifes rocosos que fueron muestreados en Los Cóbanos (El Salvador) se observa la importante presencia de octocorales y esponjas, siendo los primeros los que más contribuyen a estructurar tridimensionalidad a Pecerita y Tres Cruces, aportando refugio para gran variedad de organismos, tal como lo menciona Sánchez y Dueñas (2012). La presencia de gorgonias en estos arrecifes podría estar relacionado al registro de mayor número de especies. Caso contrario a las gorgonias, las esponjas estuvieron presente en los cuatro arrecifes, siendo más frecuentes en los mismos arrecifes.

El grupo de cnidarios se encuentra mayor representado por octocorales. Este taxón posee alta diversidad en el Área Natural Protegida (ANP) de Los Cóbanos (Segovia, 2012), y la riqueza de especie se incrementa con la profundidad (Segovia, 2012) tal como observamos en los arrecifes de la Pecerita y Tres Cruces. La estructura comunitaria de Los Cóbanos es diferente a otros arrecifes del país (La Libertad y golfo de Fonseca). Asimismo, posee diferencia por profundidad (Segovia, 2012). Lo que se evidencia en el registro de *Heterogorgia verrucosa*, la cual se ha reportado para la zona mesofótica en fauna asociada a bosques de Coral Negro (Segovia, 2023). Además de otras especies como *Muricea austera*, que aunque se observa en varias profundidades dominan en las más profundas y con mayor dinámica de corriente, lo que coincide con lo reportado por Segovia en el 2012.

Las gorgonias facilitan el asentamiento de las larvas de otros organismos, incluyendo esponjas, ya que reducen la dinámica del agua (Slattery y Lesser, 2021). Las esponjas se encontraron presentes en los cuatro sitios de estudio, las especies aquí registradas previamente fueron reportadas por Trejo (2020) para el área de Los Cóbanos y para el presente estudio ocuparon entre 4 % y 20 % de cobertura béntica, llegando a ser un componente representativo del bentos. El presente estudio muestra el registro de 10 especies, un valor menor (17 especies) a lo registrado por Trejo (2020). Sin embargo, los resultados aquí presentados son significativos si se compara el esfuerzo de muestreo que es de cuatro sitios versus

12 sitios. En coincidencia con Trejo (2020), los sitios con mayor transparencia de agua fueron los que registraron mayor riqueza de especies, al contrario de los sitios con menor transparencia en la columna y disminución en número de especies.

El aumento de riqueza de especies y frecuencia de esponjas en este estudio muestra estar relacionada con el aumento de la profundidad y transparencia del agua, como se puede ver en La Pecerita y Las Tres Cruces, donde para cada sitio se registran siete y seis especies respectivamente. Además, son estos sitios los que muestran mayor frecuencia en comparación con Punta de Monte y La Puntita. Esto reafirma que, a mayor profundidad, la severidad de las condiciones disminuye, permitiendo que exista mayor asentamiento no solo en número de especies sino también en frecuencia. El conocimiento de esta información permite una mejor comprensión del impacto que este grupo puede tener en los arrecifes rocosos, tal como lo menciona Wulff (2001), funcionando como filtradores de agua, recicladores de nutrientes, promoviendo la producción primaria y siendo parte de redes tróficas.

Otras coberturas significativas en los arrecifes estudiados son las algas calcáreas (roja) y el turf, aunque este último posee representación de bosques de hidrozoos del que poco se conoce en el país. Alcívar-Mendoza (2014) expone que la abundancia de algas turf indica perturbación antrópica, como sobrepesca y sedimentación, tal podría ser el caso de Pecerita y Tres Cruces, a pesar de ser los arrecifes con mayor número de especies. Y aunque con anterioridad se ha identificado que la cobertura béntica no está relacionada a densidades de octocorales (Segovia, 2012), se recomienda realizar estudios de la dinámica más específicos entre algunos grupos como gorgonias-esponjas, ya que podría arrojar conocimiento para la restauración de arrecifes y su monitoreo.

La sobrepesca, el desarrollo costero y la contaminación son las principales amenazas para los arrecifes. Sin embargo, según Wear (2016), existe disparidad entre los recursos financieros asignados para abordar las amenazas de los arrecifes y la gravedad de algunas de estas, asignándole en su mayoría más presupuesto al problema de la sobrepesca que a las amenazas de alta calificación, como: el desarrollo costero, contaminación de cuencas hidrográficas y el estrés térmico.

Los arrecifes rocosos de El Salvador son fuente de nuevo conocimiento. En los esfuerzos de estudio que se realizan en ellos, en esta ocasión se suman dos nuevos registros de fauna marina en el país. La primera, *Caryophyllia inornata*, también conocido como Madrepora clave, es una especie solitaria con esqueleto calcáreo cilíndrico y de copa redondeada. Es típico encontrarlo en grietas y, aunque son solitarios, pueden llegar a formar colonias cuando se asientan muy cerca, como lo detalla Picton y Morrow (2000). Mientras la segunda, *Solanderia sp.*, es un hidroide que forma una colonia ramificada con esqueleto de quitina (Marshall, 1892).

La crisis del declive mundial de los arrecifes exige una reconsideración urgente a la gestión actual (Bellwood *et al.*, 2004; Wear, 2016). Se debe incorporar en estos modelos la comprensión de los

procesos ecológicos que regulan la estructura béntica, asimismo es importante conocer la historia entorno al ecosistema, ya que esta determina las respuestas a las fluctuaciones ambientales espaciales y temporales. En conjunto, esta información permitirá proteger los patrones de conectividad de las especies que mantienen la biodiversidad (Dornelas *et al.*, 2006).

La gestión se encamina a nivel mundial en mejorar la resistencia y resiliencia de los arrecifes (Bellwood *et al.*, 2004), sin dejar de lado el papel antrópico como factor condicionante a su estado de salud, y sustentando las normativas y políticas en conocimiento sobre el funcionamiento de los ecosistemas, con información actualizada e incluso preferiblemente local.

Referencias bibliográficas

Alcívar-Mendoza, L. (2014) Las macroalgas como indicadores de salud en los ecosistemas marinos. *Hippocampus* 3: 38. Disponible en: <https://www.uleam.edu.ec/wp-content/uploads/2014/05/hippocampusOptimizado.pdf>

Alvarado-Guerra, G.V., Segovia, J., Sibaja-Cordero, J. y Martínez-Hernández, M.N. (2021) Cirripedios torácicos en el litoral rocoso de Punta Amapala, La Unión, El Salvador. *Realidad y Reflexión* 54(54): 50–65. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/ryr.v54i54.12059>

Bellwood, D.R., Hughes, T.P., Folke, C. y Nyström, M. (2004) Confronting the coral reef crisis. *Nature* 429: 827–833. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/nature02691>

Burchmore, J.J., Pollard, D.A., Bell, J.D., Middleton, M.J., Pease, B.C. y Matthews, J. (1985) An ecological comparison of artificial and natural rocky reef fish communities in Botany Bay, New South Wales, Australia. *Bull. Mar. Sci.*, 37(1): 70–85.

Dornelas, M., Connolly, S.R. y Hughes, T.P. (2006) Coral reef diversity refutes the neutral theory biodiversity. *Nature* 440: 80–82. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/nature04534>

Donaldson, T.J. (1995) Comparative análisis of reef fish distribution patterns in the Northern and Southern Mariana Islands. *Nat. Hist. Res.*, 3(2): 161–168.

Garza-Pérez, J. R., Mata-Lara, M., García-Guzmán, S., y Schirp-García, E. A. (2010) *Reporte de caracterización y evaluación de estado de condición arrecifal*. Akumal, Q. Roo. Universidad Nacional Autónoma de México, Unidad Académica Sisal, PIESACOM. Disponible en: http://realreefs.sisal.unam.mx/wp-content/Uploads/PageContent/Descargas/Reportes/REPORTE-Akumal_Garzaetal2010.pdf

Laborda, A. J. (2018) Los arrecifes del Pacífico Oriental Tropical, “los otros arrecifes de coral”. *Ambio-ciencias*, (16), 49–68. Disponible en: <https://doi.org/10.18002/ambioc.v0i16.5755>

López, G. (2017) *Composición y estructura de opistobranquios (Gastropoda: Heterobranchia) en la zona intermareal de las playas rocosas del Área Natural Protegida Los Cóbano y Punta Amapala, El Salvador*. [Tesis de licenciatura, Escuela de Biología, Universidad de El Salvador]. Sistema Bibliotecario de la Universidad de El Salvador. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8880/>

Luckhurst B. y Luckhurst K. (1978) Analysis of the influence of substrate variable on coral reef fish communities. *Mar. Biol.*, 49: 317–323.

Marshall, W. (1892) Spongiologische Beiträge. *Festschrift zur siebzigsten Wiederkehr des Geburtstages von Rudolf Leuckart*. CF Invierno, Leipzig. 1–36.

Márquez, J. C. y Díaz, J. M. (2005) Interacciones entre corales macroalgas: dependencia de las especies involucradas. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 34: 227–242. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-97612005000100011

Montes-Cardona, G. S., Mátal Gómez, V.L., y Segovia, J. (2021) Primer reporte de *Chryseobacterium* indógenos en costas salvadoreñas. *Realidad y Reflexión* 54(54): 241–251. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/ryr.v54i54.12081>

Pacheco, C., Carballo, J.L., Cortés, J., Segovia, J.V. y Trejo, A. (2017) Excavating sponges from the Pacific of Central America, descriptions and a faunistic record. *Zootaxa*, 4370(5): 451–491. Disponible en: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4370.5.1>

Pérez-España, H., Galván-Magaña, F. y Abitia-Cárdenas, LA. (1996) Variaciones temporales y espaciales en la estructura de la comunidad de peces de arrecifes rocosos del suroeste del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas*, 22(3), 217–294.

Ponce-Delgado, B.E. (2017) *Caracterización de arrecifes rocosos de la costa del Pacífico de Ecuador usando la metodología Reef Check*. [Tesis de licenciatura, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano] Biblioteca Digital Zamorano. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/5975>

Picton, B.E. y Howson, C.M. (2000) *The species directory of the marine fauna and flora of the British Isles and surrounding seas*. Ulster Museum and The Marine Conservation Society, Belfast and Ross-on-Wye.

Sánchez-Muñoz, J.A. y Dueñas Camacho, L. (2012) Diversidad y evolución de octocorales. *Hipótesis* 42: 42–46. Disponible en: <http://hdl.handle.net/1992/4785>

Segovia, J. (2012) *Comunidades de Octocorales (Cnidaria: Octocorallia) en El Salvador, Am6rica Central*. [Tesis de maestría, Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica].

Segovia, J., Breedy, O. y Cort6s, J. (2021) Gorgonias (Octocorallia: Alcyonacea) de aguas someras de El Salvador. *Realidad y Reflexi6n*, 54(54): 66–94. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/ryr.v54i54.12067>

Segovia, J. (2023). Black coral forests and associated fauna in the mesophotic zone of Los C6banos, El Salvador. *Revista de Biología Tropical*, 71(1), e52345. Disponible en: <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v71i1.52345>

Slattery, M. y Lesser, M. (2021) Gorgonians Are Foundation Species on Sponge-Dominated Mesophotic Coral Reefs in the Caribbean. *Frontiers in Marine Science*, 8:654268 Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.654268>

Ram6rez, A. (2016) *Diversidad de An6monas de Mar (Anthozoa: Actinaria) en la zona intermareal de las playas rocosas del 6rea Natural Protegida Los C6banos y Punta Amapala, El Salvador*. [Tesis de licenciatura, Escuela de Biología, Universidad de El Salvador]. Sistema Bibliotecario de la Universidad de El Salvador. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8800/>

Trejo, A. (2020) *Distribuci6n especial de esponjas (Porifera: Demospongiae) en aguas someras del 6rea Natural Protegida Complejo Los C6banos, El Salvador*. [Tesis de licenciatura, Escuela de Biología, Universidad de El Salvador]. Sistema Bibliotecario de la Universidad de El Salvador. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/24421/>

Trejo, A., Carballo-Cenizo, J.J.L. y Segovia, J. (2021) Diversidad y abundancia de esponjas perforadoras del 6rea Natural Protegida Complejo Los C6banos, El Salvador. *Realidad y Reflexi6n* 54(54): 36–49. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/ryr.v54i54.12057>

Wear, S.L. (2016) Missing the boat: Critical threats to coral reefs are neglected at global scale. *Marine Policy* 74: 153–157. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.09.009>

Wulff, J. (2001) Assessing and monitoring coral reef sponges: why and how? *Bulletin of Marine Science*, 69(2): 831–846. Disponible en: <https://www.bio.fsu.edu/wulff/Wulff%202001.pdf>