



Fernández-García, C., Salas-Moya, C., Mena, S., Azofeifa-Solano, J. C., & Alvarado, J. J. (2021). Diversidad de los hábitats submareales de la Península de Santa Elena e Islas Murciélago, Pacífico Norte, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 69(Suppl. 2), S160-S179. <https://doi.org/10.15517/rbt.v69iS2.48774>



<https://doi.org/10.15517/rbt.v69iS2.48774>

Diversidad de los hábitats submareales de la Península de Santa Elena e Islas Murciélago, Pacífico Norte, Costa Rica

Cindy Fernández-García^{1,2,3}; <https://orcid.org/0000-0003-2808-4093>

Carolina Salas-Moya¹; <https://orcid.org/0000-0002-3781-8127>

Sebastián Mena¹; <https://orcid.org/0000-0002-1403-5533>

Juan Carlos Azofeifa-Solano²; <https://orcid.org/0000-0002-2105-1056>

Juan José Alvarado^{1,2,3}; <https://orcid.org/0000-0002-2620-9115>

1. Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San Pedro, 2060-1000 San José, Costa Rica; cindy.fernandezgarcia@ucr.ac.cr; caro.salasm@gmail.com; sebas.menago@gmail.com; juan.alvarado@ucr.ac.cr
2. Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica, San Pedro, 2060-1000 San José, Costa Rica; juan.azofeifa@ucr.ac.cr
3. Centro de Investigación en Biodiversidad y Ecología Tropical (CIBET), Universidad de Costa Rica, San Pedro, 2060-1000 San José, Costa Rica.

Recibido 30-I-2021. Revisado 07-V-2021. Aceptado 30-VII-2021.

ABSTRACT

Subtidal habitats diversity of Santa Elena Peninsula and Murciélago Islands, North Pacific, Costa Rica

Introduction: Worldwide, coastal habitats are experiencing increasing pressure from pollution, coastal development, fisheries, and climate change. Identifying and recording coastal biodiversity is essential to assess ecosystem health, changes and the extent of biodiversity loss. Coastal tropical habitats such as coral reefs and seagrass beds have been the research focus for scientists during the last decades; however, other ecosystems have been neglected, such as macroalgae forests, subtidal (20-30 m deep) sedimentary bottoms, and rocky reefs.

Objective: Our study reports the marine biodiversity associated with rocky reefs, coral reefs, *Sargassum* forests and sedimentary subtidal bottoms (20-30 m deep), in a tropical seasonal upwelling area (Santa Elena Peninsula, Santa Elena Bay, and Murciélago Islands, Costa Rica).

Methods: During the 'Santa Elena Expedition' (April 21-May 2 2018), a total of 28 sites were visited in order to record the biodiversity across four different habitats (rocky and coral reefs, *Sargassum* forests, subtidal sedimentary bottoms), using SCUBA and both systematic surveys and visual assessments; in some sedimentary bottoms a 20-minute dredge tows were done.

Results: A total of 254 taxa were identified, being bony fishes the most diverse group (91 species), followed by gastropods (25 spp.), red algae (21 spp.) and anthozoans (19 spp.). We report four new records for the Pacific mainland of Costa Rica, including the subclass of tube-dwelling sea anemone (Ceriantharia).

Conclusions: Our results show that Santa Elena Peninsula, Santa Elena Bay, and Murciélago Islands harbor uncommon and unstudied habitats, such as *Sargassum* forests, sedimentary bottoms, reefs constructed by the stony coral *Pavona gigantea* –which is very unusual– and rocky reef communities dominated by calcareous colonies of polychaetes (*Salmacina tribranchiata*).

Key words: coral reefs; Eastern Tropical Pacific; *Sargassum* forest; sandy bottoms; Área de Conservación Guanacaste.

Los ecosistemas marino-costeros y su biodiversidad están experimentando una presión cada vez mayor en todo el mundo debido a la contaminación, a la mala planificación de infraestructura, a la sobrepesca y al cambio climático (He & Silliman, 2019). Conocer la biodiversidad marina es esencial para evaluar el estado, los cambios y el alcance de la pérdida en estos ecosistemas (Costello, Michener, Gahegan, Zhang, & Bourne, 2013; Worm et al., 2006). Los hábitats marino-costeros tropicales, como los arrecifes de coral, los manglares, zonas intermareales y los lechos de pastos marinos, han sido el foco de investigación en las últimas décadas. Sin embargo, en muchos sitios el estudio de otros ecosistemas, como los bosques submarinos de algas o los fondos submareales de sustratos blandos ha sido menor (Gouvêa et al., 2020; Mecho, Easton, Sellanes, Gorny, & Mah, 2019).

En el Pacífico costarricense, los ambientes marinos más estudiados han sido principalmente los arrecifes rocosos, los arrecifes y comunidades coralinas, las zonas rocosas intermareales, las playas y los manglares (Cortés, 2016). En Costa Rica, los estudios de diversidad se han concentrado en los ambientes más someros, desde las zonas intermareales hasta los 10 m de profundidad, posiblemente relacionado con las facilidades en el muestreo y con especies de importancia comercial, y por lo tanto son sitios que han tenido mejores medidas de conservación en el país (Alvarado, Beita-Jimenez, Mena, Fernández-García, Cortés, Sánchez-Noguera, Jimenez & Guzmán-Mora, 2018; Alvarado, Beita, Mena, Fernández-García, & Guzman-Mora, 2015; Alvarado, Beita, Mena, Fernández-García, Guzman-Mora & Cortés, 2016; Alvarado, Herrera, Corrales, Asch, & Paaby, 2011; Alvarado, Sánchez-Noguera, Arias-Godínez, Araya, Fernández-García & Guzmán, 2020; Samper-Villarreal, Bourg, Sibaja-Cordero, & Cortés, 2014; Sibaja-Cordero & Cortés, 2009; Sibaja-Cordero & Vargas-Zamora, 2006). También se han realizado investigaciones en ambientes que van de los 10 a los 40 m utilizando buceo autónomo, no obstante, están más relacionados

con estudios taxonómicos en grupos como los octocorales (Breedy & Guzmán, 2003).

Recientemente, varios trabajos han recopilado la diversidad marina del Área de Conservación Guanacaste (ACG), enfocándose en la revisión de colecciones y literatura científica, así como del Proyecto BioMar-ACG (Chacón-Monge, Azofeifa-Solano, Alvarado, & Cortés, 2021; Cortés, 2017; Cortés & Joyce, 2020; Vargas & Cortés, 2019). No obstante, hay muy pocas investigaciones que estudien la diversidad de los bosques de *Sargassum* (ver Suárez, Riosmena-Rodríguez & Cortés, 2021) y de zonas arenosas a profundidades mayores de los 20 m, entre otros ambientes. A pesar de que estos ecosistemas resguardan una diversidad muy específica, en Costa Rica se han investigado poco (Cortés, Samper-Villarreal, & Bernecker, 2014). Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es caracterizar la biodiversidad de ambientes submareales en la península de Santa Elena y las Islas Murciélagos, en el Pacífico norte de Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio: Los ambientes costeros del ACG incluyen accidentes geográficos característicos, tales como playas, costas rocosas, bahías e islotes en la Península de Santa Elena, la Bahía Santa Elena y las Islas Murciélagos (Fig. 1). Actualmente, están bajo alguna categoría de protección 430 km² y 150 km de línea de costa del Parque Nacional Santa Rosa, así como 7.28 km² del Área Marina de Manejo Bahía Santa Elena. Esta zona presenta una estacionalidad marcada debido al afloramiento costero, que ocurre de diciembre y marzo, meses en los cuales se reportan bajas temperaturas y un aumento en la concentración de nutrientes en la columna de agua (Alvarado et al., 2018; Legeckis, 1988; Lizano & Alfaro, 2014; McCreary, Lee, & Enfield, 1989; Rodríguez, Alfaro & Cortés, 2021).

La Península de Santa Elena está compuesta por una secuencia de basaltos alcalinos, radiolarita y brechas polimícticas que datan del Jurásico-Cretácico (Denyer, Cortés,

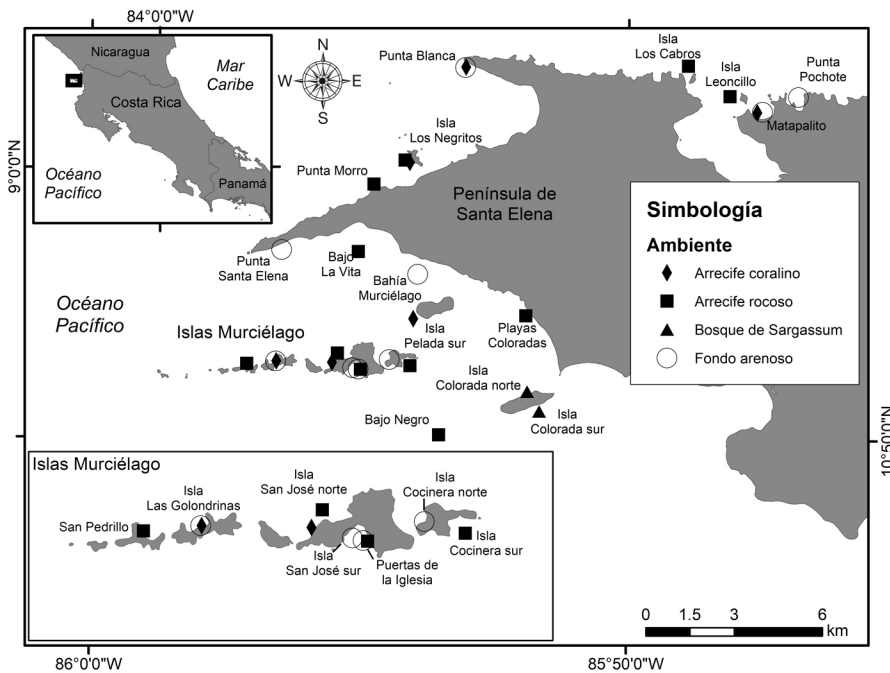


Fig. 1. Sitios de muestreo de distintos hábitats submareales durante la expedición Santa Elena Waitt Foundation-MarViva (2018), Pacífico Norte de Costa Rica.

Fig. 1. Sampling sites at different subtidal habitats during the Santa Elena expedition Waitt Foundation-MarViva (2018), North Pacific of Costa Rica.

& Cárdenes, 2005; Denyer & Gazel, 2009). La Bahía de Santa Elena es relativamente somera, con las mayores profundidades entre 30 y 35 m en su zona externa; está rodeada por playas de arena hacia las zonas externas, y planicies de limo y arena hacia la zona interna cerca del Estero Grande, con fondos submareales dominados por arena y rocas coralinas en algunas zonas (BIOMARCC-SINAC-GIZ, 2012). Por su parte, las Islas Murciélago, compuestas por cinco islas principales y al menos 10 rocas e islotes, se ubican a 5 km al sur de la península, y están conformadas por basaltos columnares, en almohadilla y masivos que datan del Cretácico (Denyer et al., 2005; Hauff et al., 2000).

Recolecta de datos: Del 21 de abril al 02 de mayo del 2018 se visitaron un total de 28 sitios para analizar los hábitats costeros de la Península de Santa Elena, Bahía Santa Elena e Islas Murciélago durante la Expedición Santa

Elena Waitt Foundation-MarViva, a bordo del yate Plan B (Fig. 1). Durante esta visita se realizó un listado de especies para cuatro tipos de hábitats submareales: arrecifes y comunidades coralinas, arrecifes rocosos, bosques del alga parda *Sargassum* y fondos de sedimentos.

En los arrecifes y las comunidades coralinas, los arrecifes rocosos y los bosques de Sargazo se realizaron censos visuales para determinar la diversidad de peces e invertebrados móviles y la composición del sustrato (invertebrados sésiles y algas) siguiendo la metodología de Alvarado et al. (2018) y Alvarado et al. (en prensa). Para el caso de fondos arenosos, se hicieron buceos a una profundidad inicial máxima de 35 m, en los cuales se realizaron transectos perpendiculares de 10 m a la costa siguiendo un rumbo, hasta llegar a los 5 m de profundidad. En estos transectos se anotaron las especies de vertebrados observadas y se recolectaron macroinvertebrados

móviles y sésiles, además de algas. Adicionalmente, se realizaron observaciones mediante buceos errantes y se recolectaron organismos manualmente durante los buceos con SCUBA. En algunos fondos blandos se utilizó una draga metálica (50 cm x 25 cm) arrastrada sobre el fondo durante 20 minutos, entre 15 y 30 m de profundidad. Los organismos de esta expedición científica fueron depositados en las colecciones del Herbario Dr. Luis A. Fournier Origggi (USJ) y el Museo de Zoología (MZUCR) de la Universidad de Costa Rica.

RESULTADOS

En total se observaron 254 especies de organismos marinos, distribuidas en 192 géneros, 153 familias, 69 órdenes, 17 clases y 10 filos (Tabla 1). Entre estas se encuentran cuatro reportes nuevos para el país, incluyendo una

especie de alga (*Scinaia* spp., que no coincide con ninguna de las especies del género conocidas para el Pacífico Tropical Oriental), dos géneros de algas (*Gaylliella* y *Siphonocladus*) y la subclase de anémonas tubícolas Ceriantharia (orden Spirularia, familia Cerianthidae). El grupo con mayor riqueza de especies fueron los peces óseos (90), seguidos de Gastropoda con (25 spp.), las algas rojas del filo Rhodophyta (20 spp.) y Anthozoa (19 spp.) (Tabla 1, Fig. 2).

De los cuatro hábitats principales visitados durante la expedición (Fig. 1), los arrecifes rocosos tuvieron la mayor riqueza de especies con 175 en total (Tabla 1, Fig. 3), correspondientes a 78 especies de peces, 25 de algas (pardas, verdes y rojas), y 24 especies de moluscos, entre otras. Los arrecifes de coral fueron segundos en términos de riqueza con 130 especies en total, incluyendo 52 de peces óseos y batoideos, 24 de algas, y 14 especies de cnidarios (corales escleractinios y corales

TABLA 1

Taxonomía de las especies encontradas por ambiente durante la Expedición Santa Elena Waitt-MarViva, Pacífico norte de Costa Rica, 2018. AR: Arrecife rocoso; AC: Arrecife de Coral; BS: Bosque de *Sargassum*; FA: Fondo arenoso

TABLA 1

Taxonomy of the species found by environment during the Waitt-MarViva Santa Elena Expedition, North Pacific of Costa Rica, 2018. AR: Rocky reef; AC: Coral Reef; BS: *Sargassum* forest; FA: Sandy bottom

| Taxa | AR | AC | BS | FA | Taxa | AR | AC | BS | FA |
|--------------------------------|----|----|----|----|--------------------------------|----|----|----|----|
| Filo Chlorophyta | | | | | Orden Ulvales | | | | |
| Clase Ulvophyceae | | | | | Familia Ulvaceae | | | | |
| Orden Bryopsidales | | | | | <i>Ulva cf. lactuca</i> | X | X | | X |
| Familia Bryopsidaceae | | | | | <i>Ulva cf. lingulata</i> | | X | | |
| <i>Bryopsis pennata</i> | X | X | | | Filo Rhodophyta | | | | |
| Familia Caulerpáceae | | | | | Clase Florideophyceae | | | | |
| <i>Caulerpa chemnitzia</i> | X | X | X | | Orden Bonnemaisoniales | | | | |
| <i>Caulerpa sertularioides</i> | | | X | X | Familia Bonnemaisoniaceae | | | | |
| Familia Codiaceae | | | | | <i>Asparagopsis taxiformis</i> | X | X | | |
| <i>Codium isabelae</i> | X | | X | | Orden Ceramiales | | | | |
| <i>Codium</i> spp. | X | | X | | Familia Ceramiaceae | | | | |
| Familia Halimedaceae | | | | | <i>Gaylliella</i> spp. | X | X | | |
| <i>Halimeda discoidea</i> | X | | X | | <i>Ceramium</i> spp. | X | X | | X |
| Familia Udoteaceae | | | | | Familia Delesseriaceae | | | | |
| <i>Chlorodesmis caespitosa</i> | X | | | | <i>Hypoglossum</i> spp. | | | | X |
| Orden Cladophorales | | | | | Familia Rhodomelaceae | | | | |
| Familia Siphonocladaceae | | | | | <i>Chondria platyclada</i> | | | | X |
| <i>Siphonocladus</i> spp. | | | X | | Orden Peyssonneliales | | | | |



| Taxa | AR | AC | BS | FA |
|--------------------------------|----|----|----|----|
| <i>Peyssonneliales</i> spp. | X | X | | |
| Orden Corallinales | | | | |
| Familia Lithophyllaceae | | | | |
| <i>Amphiroa misakiensis</i> | X | X | X | |
| <i>Amphiroa</i> sp. 1 | | X | | |
| <i>Amphiroa</i> sp. 2 | X | X | | |
| <i>Lithophyllum</i> spp. | X | X | | |
| Familia Lithothamniaceae | | | | |
| <i>Lithothamnion muelleri</i> | X | | | |
| Orden Gigartinales | | | | |
| Familia Cystocloniaceae | | | | |
| <i>Hypnea pannosa</i> | X | X | | |
| <i>Hypnea spicifera</i> | X | X | | |
| Orden Gracilariales | | | | |
| Familia Gracilariaceae | | | | |
| <i>Gracilaria</i> sp. 1 | X | X | | X |
| <i>Gracilaria</i> sp. 2 | X | X | | |
| <i>Gracilariopsis</i> sp. | | | | X |
| Orden Halymeniales | | | | |
| Familia Halymeniaceae | | | | |
| <i>Halymenia</i> spp. | | | | X |
| Orden Nemaliales | | | | |
| Familia Scinaiaaceae | | | | |
| <i>Scinaia</i> spp. | | | | X |
| <i>Scinaia complanata</i> | | | | X |
| Familia Peyssonneliaceae | | | | |
| <i>Peyssonnelia</i> spp. | X | X | X | |
| Orden Rhodymeniales | | | | |
| Familia Rhodymeniaceae | | | | |
| <i>Botryocladia beaudettei</i> | X | | | |
| Filo Ochrophyta | | | | |
| Clase Phaeophyceae | | | | |
| Orden Dictyotales | | | | |
| Familia Dictyotaceae | | | | |
| <i>Dictyota stolonifera</i> | | X | X | X |
| <i>Dictyota humifusa</i> | X | X | X | |
| <i>Dictyota</i> sp. nov. | X | X | | |
| <i>Lobophora adpressa</i> | | X | | |
| <i>Padina durvillei</i> | X | X | X | |
| <i>Padina caulescens</i> | X | X | X | |
| Orden Ectocarpales | | | | |
| Familia Scytosiphonaceae | | | | |
| <i>Chnoospora implexa</i> | X | X | | |
| <i>Colpomenia sinuosa</i> | | X | X | |
| <i>Rosenvingea intricata</i> | | | | X |
| Orden Fucales | | | | |
| Familia Sargassaceae | | | | |
| <i>Sargassum liebmanni</i> | X | X | X | |

| Taxa | AR | AC | BS | FA |
|---------------------------------|----|----|----|----|
| Filo Cnidaria | | | | |
| Clase Anthozoa | | | | |
| Orden Actiniaria | | | | |
| Familia Hormathiidae | | | | |
| <i>Calliactis</i> spp. | | X | X | |
| Orden Alcyonacea | | | | |
| Familia Clavulariidae | | | | |
| <i>Carijoa riisei</i> | | | | X |
| Familia Gorgoniidae | | | | |
| <i>Leptogorgia alba</i> | | X | X | X |
| Orden Antipatharia | | | | |
| Familia Antipathidae | | | | |
| <i>Antipathes</i> spp. | | X | | |
| Orden Pennatulacea | | | | |
| Pennatulacea sp. 1 | | | | X |
| Pennatulacea sp. 2 | | | | X |
| Familia Renillidae | | | | |
| <i>Renilla</i> spp. | | | | X |
| Familia Virgulariidae | | | | |
| <i>Virgularia</i> spp. | | | | X |
| Orden Scleractinia | | | | |
| Familia Agariciidae | | | | |
| <i>Pavona clavus</i> | | | | X |
| <i>Pavona gigantea</i> | | X | X | X |
| <i>Pavona varians</i> | | | | X |
| <i>Pavona chiriquiensis</i> | | | | X |
| Familia Dendrophylliidae | | | | |
| <i>Tubastraea coccinea</i> | | X | X | |
| Familia Pocilloporidae | | | | |
| <i>Pocillopora</i> spp. | | X | X | X |
| Familia Poritidae | | | | |
| <i>Porites panamensis</i> | | X | X | X |
| <i>Porites lobata</i> | | X | X | X |
| Familia Psammocoridae | | | | |
| <i>Psammocora stellata</i> | | | | X |
| Orden Spirularia | | | | |
| Familia Cerianthidae | | | | |
| Cerianthidae sp. 1 | | X | | X |
| Orden Zoantharia | | | | |
| Familia Sphenopidae | | | | |
| <i>Palythoa</i> spp. | | X | X | |
| Clase Hydrozoa | | | | |
| Orden Anthoathecata | | | | |
| Familia Pennariidae | | | | |
| <i>Pennaria</i> spp. | | | | X |
| Orden Leptothecata | | | | |
| Familia Aglaopheniidae | | | | |
| <i>Macrorhynchia philippina</i> | | X | X | X |

| Taxa | AR | AC | BS | FA | Taxa | AR | AC | BS | FA |
|---------------------------------|----|----|----|----|----------------------------------|----|----|----|----|
| Filo Phoronida | | | | | Familia Pectinidae | | | | |
| Familia Phoronidae | | | | | Pectinidae spp. | | | | X |
| <i>Phoronopsis albomaculata</i> | | | X | | Familia Spondylidae | | | | |
| Filo Annelida | | | | | <i>Spondylus</i> sp. | X | | | |
| Clase Polychaeta | | | | | Orden Venerida | | | | |
| Orden Amphinomida | | | | | Familia Veneridae | | | | |
| Familia Amphinomidae | | | | | Veneridae spp. | | | | X |
| Amphinomidae spp. | | | X | | Clase Cephalopoda | | | | |
| Orden Echiuroidea | | | | | Orden Octopoda | | | | |
| Familia Echiuroidea | | | | | Familia Octopodidae | | | | |
| Echiuroidea spp. | | | X | | <i>Octopus</i> spp. | X | X | X | X |
| Orden Phyllococida | | | | | Clase Gastropoda | | | | |
| Familia Iphionidae | | | | | Familia Plakobrachidae | | | | |
| <i>Iphione ovata</i> | | | X | | Plakobrachidae spp. | X | X | | |
| Familia Nereididae | | | X | | Orden Aplysiida | | | | |
| Infraclasse Canalipalpata | | | | | Familia Aplysiidae | | | | |
| Familia Sabellariidae | X | X | | | <i>Stylocheilus striatus</i> | X | X | | |
| Orden Sabellida | | | | | Orden Littorinimorpha | | | | |
| Familia Sabellidae | | | | | Familia Bursidae | | | | |
| Sabellidae spp. | X | X | | | Bursidae spp. | | | | X |
| Familia Serpulidae | | | | | Familia Cypraeidae | | | | |
| Serpulidae spp. | X | X | | | <i>Eclogavena quadrimaculata</i> | | | | X |
| Filo Mollusca | | | | | Familia Naticidae | | | | |
| Clase Bivalvia | | | | | <i>Sinum</i> spp. | | | | X |
| Orden Arcida | | | | | Familia Ovulidae | | | | |
| Familia Arcidae | | | | | <i>Simnia avena</i> | X | X | X | |
| Arcidae spp. | | | X | | Familia Strombidae | | | | |
| Orden Cardiida | | | | | <i>Lobatus galeatus</i> | X | | | |
| Familia Tellinidae | | | | | Familia Tonnidae | | | | |
| <i>Tellina</i> spp. | | | X | | <i>Malea ringens</i> | X | X | | |
| Orden Limida | | | | | Familia Vermetidae | | | | |
| Familia Limidae | | | | | Vermetidae sp. | X | X | X | |
| <i>Limaria pacifica</i> | X | | | | Orden Neogastropoda | | | | |
| Orden Mytilida | | | | | Familia Columbelloidea | | | | X |
| Familia Mytilidae | | | | | Familia Fasciariidae | | | | |
| <i>Lithophaga</i> sp. | X | X | | | <i>Opeatostoma pseudodon</i> | X | X | X | |
| Orden Nuculanida | | | | | <i>Triplofusus princeps</i> | X | | | |
| Familia Nuculanidae | | | | | Familia Muricidae | | | | |
| Nuculanidae spp. | | | X | | <i>Hexaplex princeps</i> | X | | | |
| Orden Ostreida | | | | | <i>Murex</i> spp. | X | X | | |
| Familia Gryphaeidae | | | | | Familia Olividae | | | | |
| <i>Hyotissa hyotis</i> | X | X | | | <i>Oliva</i> spp. | | | | X |
| Familia Margaritidae | | | | | <i>Olivella</i> spp. | | | | X |
| <i>Pinctada mazatlanica</i> | X | X | | | Familia Terebridae | | | | |
| Familia Pinnidae | | | | | Terebridae sp. | | | | X |
| <i>Atrina texta</i> | | | X | | Familia Turbinellidae | | | | |
| <i>Pinna rugosa</i> | | X | | | <i>Vasum</i> spp. | X | | X | |
| Orden Pectinida | | | | | Orden Nudibranchia | | | | |



| Taxa | AR | AC | BS | FA |
|-----------------------------------|----|----|----|----|
| Familia Chromodorididae | | | | |
| <i>Doriprismatica sedna</i> | X | X | X | |
| <i>Felimare agassizii</i> | X | | | |
| Familia Dorididae | | | | |
| <i>Conualevia alba</i> | X | | | |
| Familia Facelinidae | | | | |
| <i>Favorinus</i> spp. | X | | | |
| Familia Fionidae | | | | |
| <i>Fiona pinnata</i> | X | | | |
| Familia Flabellimidae | | | | |
| <i>Flabellina</i> spp. | X | | | |
| Orden Pleurobranchida | | | | |
| Familia Pleurobranchidae | | | | |
| <i>Berthellina ilisima</i> | X | | | |
| Filo Arthropoda | | | | |
| Clase Malacostraca | | | | |
| Orden Decapoda | | | | |
| Familia Alpheidae | | | | |
| <i>Alpheus lottini</i> | | X | | |
| Familia Calappidae | | | | |
| <i>Calappa</i> spp. | X | | | |
| Familia Dairidae | | | | |
| <i>Daira americana</i> | X | | | |
| Familia Diogenidae | | | | |
| <i>Aniculus elegans</i> | | X | | |
| Familia Inachoididae | | | | |
| <i>Stenorhynchus debilis</i> | X | X | X | |
| Familia Leucosiidae | | | | |
| <i>Leucosilia jurinii</i> | | | X | |
| Familia Mithracidae | | | | |
| <i>Teleophrys cristulipes</i> | X | X | X | |
| Familia Palaemonidae | | | | |
| <i>Gnathophyllum panamense</i> | | X | | |
| <i>Palaemonella holmesi</i> | | | X | |
| <i>Pontonia margarita</i> | X | X | | |
| <i>Zenopontonia soror</i> | X | X | X | |
| Familia Palinuridae | | | | |
| <i>Panulirus gracilis</i> | X | X | | |
| Familia Parthenopidae | | | | |
| Parthenopidae sp. | | | X | |
| Familia Penaeidae | | | | |
| <i>Metapenaeopsis kishinouyei</i> | | | X | |
| Familia Pinnotheridae | | | | |
| Pinnotheridae spp. | | | X | |
| Familia Porcellanidae | | | | |
| <i>Petrolisthes</i> spp. | X | X | X | |
| Familia Portunidae | | | | |
| Portunidae sp. 1 | | | X | |

| Taxa | AR | AC | BS | FA |
|------------------------------|----|----|----|----|
| Portunidae sp. 2 | | | | X |
| Familia Trapeziidae | | | | |
| <i>Trapezia bidentata</i> | X | X | X | |
| Familia Xanthidae | | | | |
| <i>Heteractaea lunata</i> | X | | | |
| Filo Echinodermata | | | | |
| Clase Asteroidea | | | | |
| Orden Paxillosoida | | | | |
| Familia Astropectinidae | | | | |
| <i>Astropecten</i> spp. | | | | X |
| <i>Luidia</i> spp. | | | | X |
| Orden Valvatida | | | | |
| Familia Asteropeidae | | | | |
| <i>Asteropsis carinifera</i> | X | | | |
| Familia Ophiasteridae | | | | |
| <i>Pharia pyramidata</i> | X | X | X | |
| <i>Phataria unifascialis</i> | X | X | X | |
| Familia Oreasteridae | | | | |
| <i>Nidorellia armata</i> | X | | | |
| <i>Pentaceraster cumingi</i> | | | | X |
| Clase Echinoidea | | | | |
| Orden Arbacioidea | | | | |
| Familia Arbaciidae | | | | |
| <i>Arbacia stellata</i> | | X | | |
| Orden Camarodonta | | | | |
| Familia Toxopneustidae | | | | |
| <i>Toxopneustes roseus</i> | X | X | | |
| <i>Tripneustes depressus</i> | X | X | X | |
| Orden Cidaroida | | | | |
| Familia Cidaridae | | | | |
| <i>Eucidaris thouarsii</i> | X | X | X | |
| Orden Diadematoida | | | | |
| Familia Diadematidae | | | | |
| <i>Astropyga pulvinata</i> | X | X | X | X |
| <i>Diadema mexicanum</i> | X | X | X | |
| Orden Spatangoida | | | | |
| Familia Loveniidae | | | | |
| Loveniidae spp. | | | | X |
| Clase Holothuroidea | | | | |
| Orden Apodida | | | | |
| Familia Synaptidae | | | | |
| <i>Euapta godeffroyi</i> | X | | | |
| Orden Dendrochirotida | | | | |
| Familia Cucumariidae | | | | |
| <i>Cucumaria flamma</i> | X | X | X | |
| Familia Phyllophoridae | | | | |
| <i>Pentamera chierchiaie</i> | X | | | |
| Orden Holothuriida | | | | |

| Taxa | AR | AC | BS | FA | Taxa | AR | AC | BS | FA |
|---|----|----|----|----|-------------------------------------|----|----|----|----|
| Familia Holothuriidae | | | | | Familia Muraenidae | | | | |
| <i>Holothuria (Stauropora) fuscocinerea</i> | X | | | | <i>Echidna nebulosa</i> | X | | | |
| <i>Holothuria (Stauropora) pluricuriosa</i> | X | | | | <i>Gymnomuraena zebra</i> | X | X | | |
| <i>Holothuria (Lessonothuria) pardalis</i> | X | | | | <i>Gymnothorax panamensis</i> | X | | | |
| <i>Holothuria (Mertensiothuria) hilla</i> | X | | | | <i>Gymnothorax castaneus</i> | X | X | | |
| Orden Synallactida | | | | | <i>Gymnothorax dovii</i> | X | | | |
| Familia Stichopodidae | | | | | <i>Muraena clepsydra</i> | X | | | |
| <i>Isostichopus fuscus</i> | X | X | | | <i>Muraena lentiginosa</i> | | | X | |
| <i>Stichopus horrens</i> | X | | | | Familia Ophichthidae | | | | |
| Clase Ophiuroidea | | | | | <i>Myrichthys tigrinus</i> | X | X | | |
| Orden Amphilepidida | | | | | Orden Aulopiformes | | | | |
| Familia Ophiactidae | | | | | Familia Synodontidae | | | | |
| <i>Ophiactis</i> spp. | X | X | X | | <i>Synodus lacertinus</i> | X | | | X |
| Familia Ophiotrichidae | | | | | Orden Beryciformes | | | | |
| <i>Ophiothela</i> spp. | X | X | X | | Familia Holocentridae | | | | |
| <i>Ophiothrix</i> spp. | X | X | | | <i>Myripristis berndti</i> | X | | | |
| Orden Ophiacanthida | | | | | <i>Sargocentron suborbitale</i> | X | X | X | |
| Familia Ophiocomidae | | | | | Orden Perciformes | | | | |
| <i>Ophiocoma alexandri</i> | X | | | | Familia Acanthuridae | | | | |
| Familia Ophiidermatidae | | | | | <i>Acanthurus triostegus</i> | X | | | |
| <i>Ophioderma</i> spp. | X | | | | <i>Acanthurus xanthopterus</i> | X | X | | |
| Filo Chordata | | | | | <i>Prionurus laticlavius</i> | | X | X | |
| Clase Ascidiacea | | | | | Familia Apogonidae | | | | |
| Orden Aplousobranchia | | | | | <i>Apogon atricaudus</i> | X | | | |
| Familia Diazonidae | | | | | <i>Apogon dovii</i> | X | | | |
| <i>Rhopalaea birkelandi</i> | X | X | | | Familia Blenniidae | | | | |
| Clase Elasmobranchii | | | | | <i>Ophioblennius steindachneri</i> | X | X | | |
| Orden Myliobatiformes | | | | | <i>Plagiotremus azaleus</i> | X | | X | |
| Familia Dasyatidae | | | | | Familia Carangidae | | | | |
| <i>Hypanus longus</i> | | | X | | <i>Alectis ciliaris</i> | | | | X |
| Familia Myliobatidae | | | | | <i>Caranx caballus</i> | X | X | | |
| <i>Aetobatus laticeps</i> | X | | X | | <i>Caranx caninus</i> | | | | X |
| <i>Rhinoptera steindachneri</i> | | | X | | <i>Caranx sexfasciatus</i> | X | | | |
| Familia Urotrygonidae | | | | | <i>Elagatis bipinnulata</i> | | | | X |
| <i>Urobatis halleri</i> | X | | X | | <i>Gnathanodon speciosus</i> | | | | X |
| <i>Urotrygon chilensis</i> | | | X | | <i>Selene</i> spp. | | | | X |
| <i>Urotrygon rogersi</i> | | | X | | <i>Seriola rivoliana</i> | X | | | X |
| Orden Orectolobiformes | | | | | <i>Trachinotus rhodopus</i> | X | | | X |
| Familia Ginglymostomatidae | | | | | Familia Chaenopsidae | | | | |
| <i>Ginglymostoma unami</i> | X | | | | <i>Acanthemblemaria exilispinus</i> | | X | | |
| Orden Rajiformes | | | | | <i>Acanthemblemaria hancocki</i> | | X | | |
| Familia Rhinobatidae | | | | | Familia Chaetodontidae | | | | |
| <i>Pseudobatos prahli</i> | | | X | | <i>Chaetodon humeralis</i> | X | X | X | |
| Orden Torpediniformes | | | | | <i>Johnrandallia nigrirrostris</i> | X | X | X | |
| Familia Narcinidae | | | | | Familia Cirrhitidae | | | | |
| <i>Diplobatis ommata</i> | X | | X | | <i>Cirrhitichthys oxycephalus</i> | X | X | | |
| Clase Actinopterygii | | | | | <i>Cirrhitus rivulatus</i> | X | X | X | |
| Orden Anguilliformes | | | | | Familia Ehippididae | | | | |

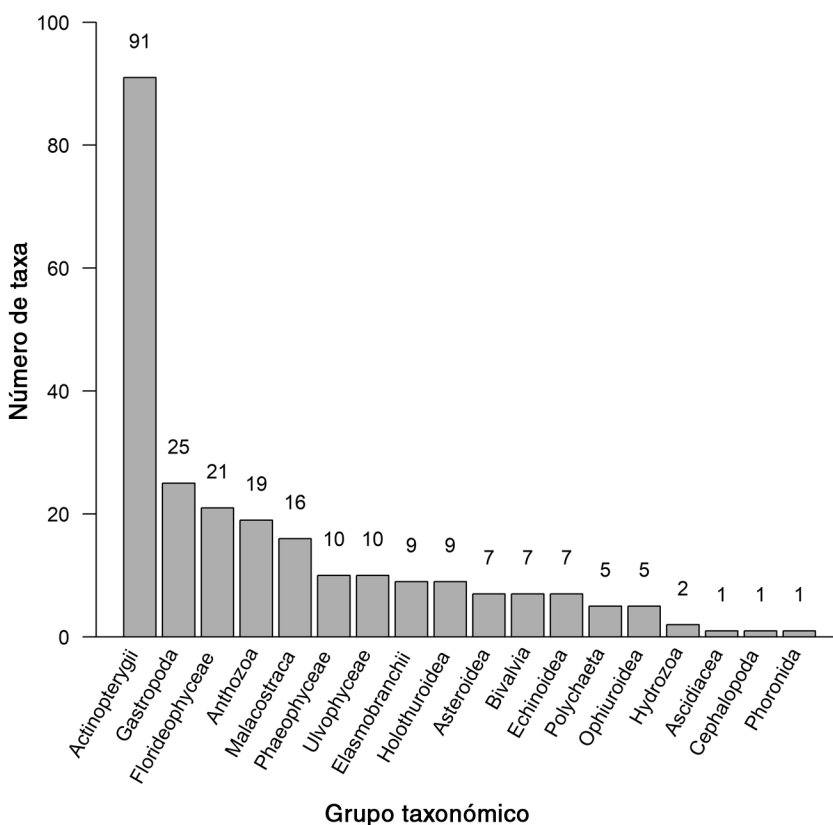


Fig. 2. Número de taxones observados por grupo taxonómico durante la expedición Santa Elena Waitt-MarViva (2018), Pacífico Norte de Costa Rica.

Fig. 2. Number of taxa observed by taxonomic group during the Waitt-MarViva Santa Elena expedition (2018), North Pacific of Costa Rica.

blandos). Los bosques de Sargazo tuvieron una riqueza de 64 especies, donde los peces dominaron con 28 especies, mientras que los otros grupos presentaron menos de 10 especies. Finalmente, los fondos arenosos tuvieron una riqueza de 72 especies, con una dominancia de peces óseos y batoideos con 21 especies, y al igual que el bosque de Sargazo, los demás grupos fueron representados por menos de 10 especies. A continuación, se presenta una descripción de cada ambiente estudiado.

Arrecifes coralinos (Fig. 4): Se consideraron arrecifes de coral los ambientes cuyo fondo estaba compuesto por basamento coralino principalmente, y los corales crecen sobre el mismo. Los sitios donde se observó dicha

característica fueron: Isla Golondrina Sur, Isla Negritos, Isla Pelada Sur, Isla San José Norte, Matapalito y Punta Blanca (Fig. 1). El ámbito de profundidad fue de 3.3-10.5 m. Muchos arrecifes están contruidos principalmente por el coral *Pavona gigantea*. Otras especies de *Pavona* (*P. clavus*, *P. varians*, *P. chiriquiensis*) y *Psammocora stellata*, únicamente fueron observados en arrecifes y comunidades coralinas a lo largo de esta investigación.

El fondo estuvo dominado por tapetes algales en la mayoría de los sitios, con excepción de Isla San José Norte, donde los crustáceos de la infraclase Cirripedia fueron predominantes. Los tapetes de algas están dominados por especies filamentosas de los órdenes de algas rodófitas Ceramiales y Gelidiales. Dentro del grupo

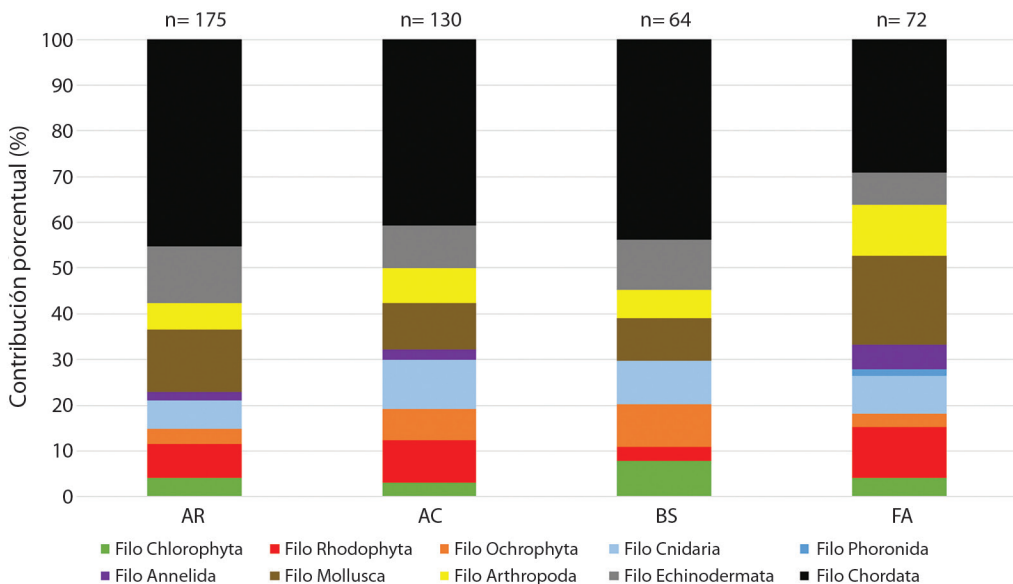


Fig. 3. Contribución porcentual de cada grupo taxonómico a nivel de filo al total de las especies encontradas en cada hábitat submareal estudiado durante la expedición Santa Elena Waitt-MarViva (2018), Pacífico Norte de Costa Rica. AR: Arrecife rocoso; AC: Arrecife de Coral; BS: Bosque de *Sargassum*; FA: Fondo arenoso. n = # total de especies por hábitat.

Fig. 3. Percent contribution of each taxonomic group at the phylum level to the total of the species found in each subtidal habitat studied during the Waitt-MarViva Santa Elena expedition (2018), North Pacific of Costa Rica. AR: Rocky reef; AC: Coral Reef; BS: *Sargassum* Forest; FA: Sandy bottom. n = Total # of species by habitat.

de las algas se informa por primera vez en esta zona el género *Gayliella*, también presente en los arrecifes rocosos. Otros organismos también formaron parte de la cobertura del fondo, como anémonas y corales blandos. Algunos invertebrados móviles solo fueron vistos en los arrecifes coralinos (*Alpheus lottini*, *Aniculus elegans*, *Gnathophyllum panamense*, el erizo *Arbacia stellata* y el bivalvo *Pinna rugosa*).

Los peces óseos fue el grupo predominante con 52 taxa observados. Al igual que otros grupos, algunas especies sólo fueron observadas en arrecifes coralinos: el muraénido *Muraena lentiginosa*, los chaenópsidos *Acanthemblemaria exilispinus* y *A. hancocki*, el serránido *Serranus psittacinus*, el diodóntido *Chilomycterus reticulatus* y el monacántido *Aluterus scriptus*.

Arrecifes rocosos (Fig. 5): Los hábitats más comúnmente observados fueron los

arrecifes rocosos, principalmente alrededor de las puntas, islotes y en bajos conocidos de la zona como Bajo La Vita y Bajo Negro. Los arrecifes rocosos corresponden al ambiente con mayor riqueza de especies. En estos ambientes la cobertura estuvo dominada por los tapetes de algas, seguidos por las algas calcáreas costrosas del orden Corallinales y algas costrosas del orden Peyssonneliales. Otros componentes comunes, pero no dominantes fueron los corales, las macroalgas, las esponjas, los cirripedios y las ascidias. En algunos de estos arrecifes se pudieron observar algunas colonias aisladas de coral (principalmente de *Pavona gigantea*, *Porites lobata* y *Pocillopora* spp.), formaciones de *Tubastrea coccinea*, y también varias colonias de octocorales como *Leptogorgia alba* y *Carijoja riisei*, y en algunos casos formaciones relativamente extensas de coral negro (*Anthipates* spp.), como en Bajo Negro.

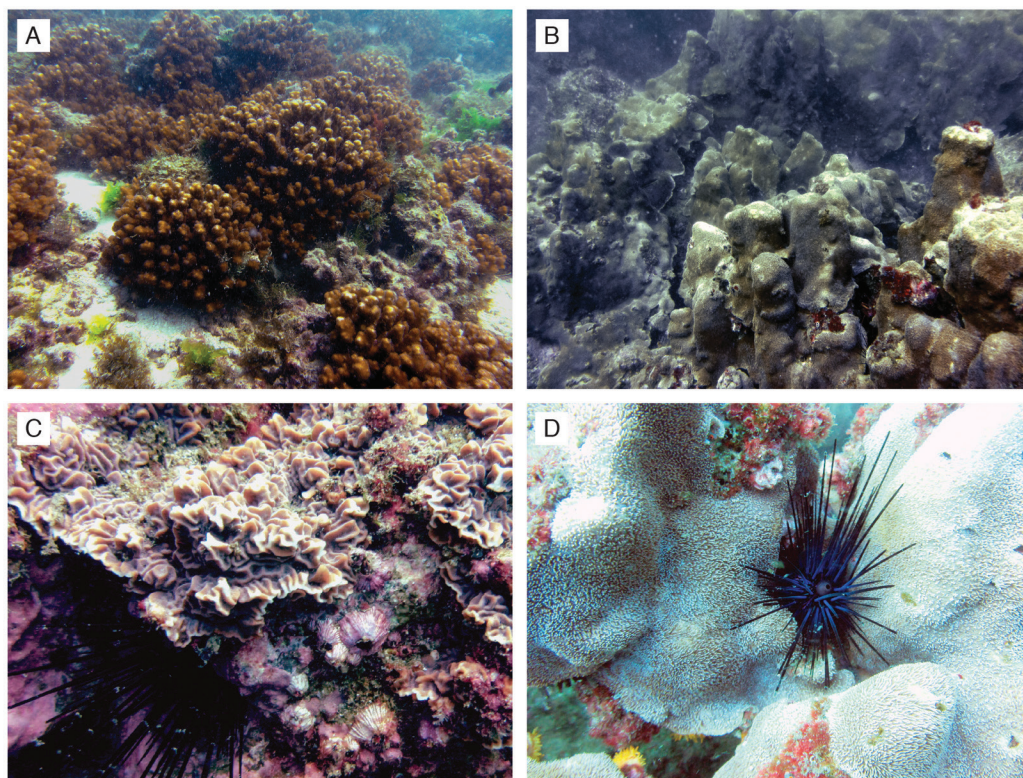


Fig. 4. Arrecifes coralinos. A) Arrecife dominado por *Pocillopora* spp. en Matapalito; B), coral formador de arrecife *Pavona clavus*; C) basamento coralino cubierto por *Pavona varians*; D) el erizo de mar *Diadema mexicanum* entre colonias de *Pavona gigantea*.

Fig. 4. Coral reefs. A) Coral reef dominated by *Pocillopora* spp. in Matapalito; B) coral reef formed by the coral *Pavona clavus*; C) coral framework covered by *Pavona varians*; D) sea urchin *Diadema mexicanum* among colonies of *Pavona gigantea*.

Asimismo, es común observar talos de algas como *Dictyota*, *Padina*, *Amphiroa*, *Asparagopsis* (tetraesporófito), *Hypnea* y *Gracilaria*.

En los arrecifes rocosos también fue posible encontrar una gran diversidad de invertebrados móviles, particularmente erizos de mar (con predominancia de *Diadema mexicanum*). En cuanto a los ensambles de peces, estos fueron bastante diversos y heterogéneos, donde era posible apreciar la dominancia de cardúmenes de piscívoros, principalmente pargos (*Lutjanus argentiventris* y *Lutjanus guttatus*) y roncadores (*Haemulon flaviguttatum*, *Haemulon maculicauda* y *Haemulon sexfasciatum*).

En dos de los arrecifes rocosos, Puertas de La Iglesia y Bajo La Vita, observamos colonias de poliquetos tubícolas sobre los promontorios

rocosos, con un contorno esférico de 20-40 cm de diámetro, conformadas por estructuras rígidas ramificadas. La especie formadora de estas colonias es *Salmacina tribranchiata*, de la familia Serpulidae. En el campo fue posible observar que las estructuras construidas por las colonias de *S. tribranchiata* proveían también superficies para el crecimiento de los tapetes de algas, y refugio para algunos invertebrados (como cangrejos ermitaños y gasterópodos), e incluso algunos peces pequeños, los cuales se escondían entre las ramificaciones de las colonias cuando los buzos se aproximaban.

Bosques de *Sargassum* (Fig. 6): Se encontraron dos sitios alrededor de Isla Colorado (Fig. 1) con alta cobertura de *Sargassum*.

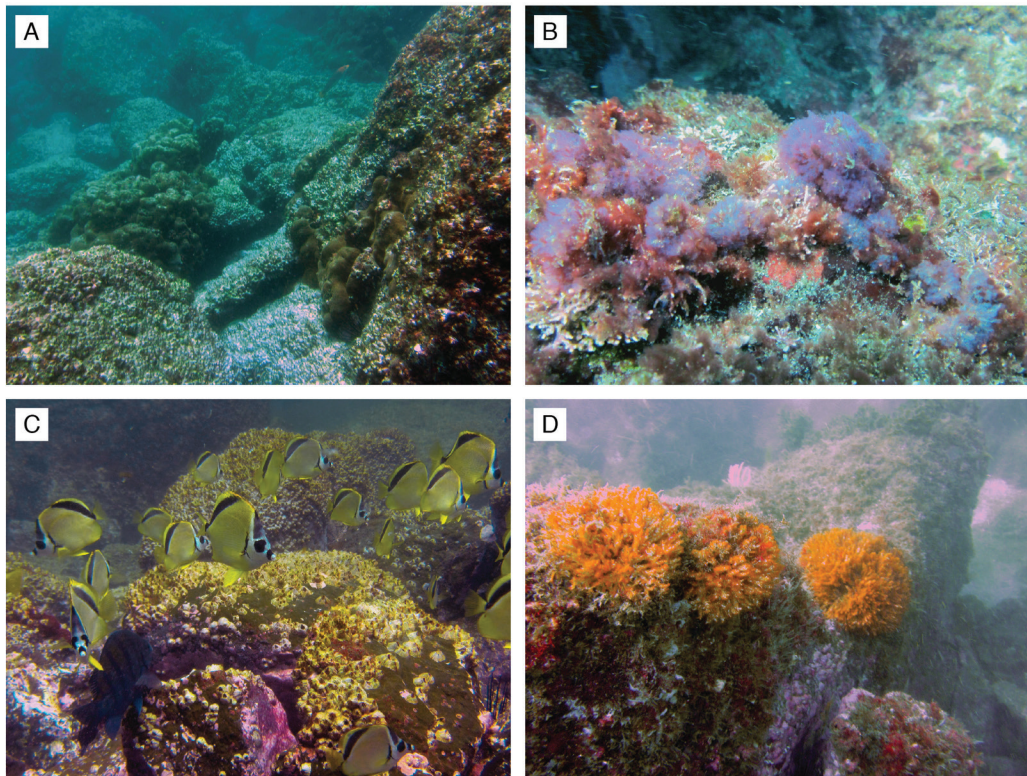


Fig. 5. Arrecifes rocosos. A) Colonias coralinas aisladas en medio de las rocas; B) tapetes de algas rojas y verdes cubriendo el sustrato rocoso; C) el pez *Johnrandallia nigrirostris* en un arrecife rocoso cubierto con cirripedios y algas rojas calcáreas; D) colonias del poliqueto *Salmacina tribranchiata*.

Fig. 5. Rocky reefs. A) Isolated coral colonies in the middle of the rocks; B) red and green algae mats covering the rocky substrate; C) the fish *Johnrandallia nigrirostris* on a rocky reef covered with barnacles and calcareous red algae; D) colonies of the polychaete *Salmacina tribranchiata*.

Cortés et al. (2014), mencionan que estos bosques están compuestos por la especie *Sargassum liebmanni*. Sin embargo, al revisar el material de este trabajo se encontraron dos morfologías que podrían referir a dos especies diferentes que están entremezcladas. Para este trabajo se manejó solo una especie ya que se requieren análisis moleculares y morfológicos en más detalle para esclarecer la taxonomía de este género en la región. En comparación con otros sitios de estudio, en los bosques de *Sargassum*, la presencia de pulpos y gasterópodos fue mayor. Asimismo, se encontraron otras

especies de macroalgas asociadas y espacios de arena como elementos predominantes (Fig. 6).

Planicies arenosas (Fig. 7): Diferentes sitios presentaron planicies arenosas, a saber, Matapalito profundo, Isla Las Golondrinas, Punta Santa Elena, Punta Pochote y Punta Blanca (Fig. 1). Los fondos arenosos muestreados se encontraron en un ámbito de profundidad entre los 5 y los 35 m de profundidad. Para este tipo de hábitat, se utilizaron diferentes metodologías, entre ellas el uso de dragas, las cuales aportan una idea de la macrofauna

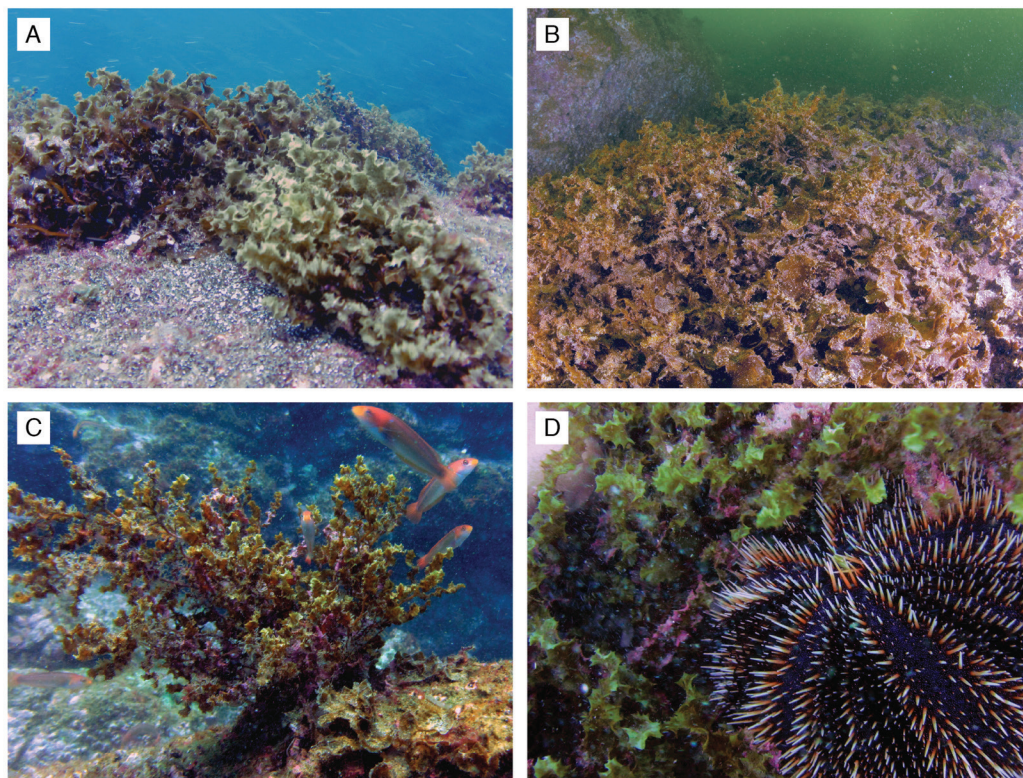


Fig. 6. Bosques de *Sargassum*. A) Espacios de arena entre los bosques de *Sargassum*; B) *Sargassum liebmannii* mezclado con otras macroalgas como *Padina* y *Dictyota*; C) hábitat de *S. liebmannii* en zona rocosa; D) *Tripneustes depressus* ramoneando entre las macroalgas.

Fig. 6. *Sargassum* forests. A) sand spaces between *Sargassum* forests; B) *Sargassum liebmannii* mixed with other macroalgae such as *Padina* and *Dictyota*; C) habitat of *S. liebmannii* in rocky area; D) *Tripneustes depressus* browsing among macroalgae.

presente en cada sitio. Otros de los métodos utilizados, fueron censos visuales y recolectas errantes, lo que nos permite conocer puntualmente la riqueza de especies.

El filo Chordata fue el más representado para este ambiente, debido al tipo de muestreo. Las especies de cordados que más se observaron en los fondos arenosos fueron *Urobatis halleri*, *Diplobatis ommata* y *Ripticus bicolor*. Entre los invertebrados más comunes se observaron *Pentaceraster cumingi*, *Zenopontonia soror* (asociado a las diferentes especies de estrellas de mar) y *Astropyga pulvinata* (Fig. 7). Uno de los invertebrados sésiles más conspicuos que se reportan para este ambiente son las anémonas tubícolas de la familia Cerianthidae, que corresponde al primer registro para el país.

Sin embargo, por dificultades en la capacidad de identificación no se reporta por ahora la especie (Fig. 7).

Por otro lado, el filo con menos representación en la investigación fue Phoronida, con una especie, *Phoronopsis albomaculata*. Estos invertebrados son un grupo pequeño, integrado solo por 11 especies y dos géneros (Santagata, 2015). *Phoronopsis albomaculata*, se reporta por primera vez para la costa costarricense. Anteriormente había sido informada únicamente en la Isla del Coco (Dean, Sibaja-Cordero, & Cortés, 2009).

Con respecto a las macroalgas, se encontró que hay especies muy particulares que no se encuentran en ninguno de los otros ambientes aquí estudiados. Este es el caso del nuevo

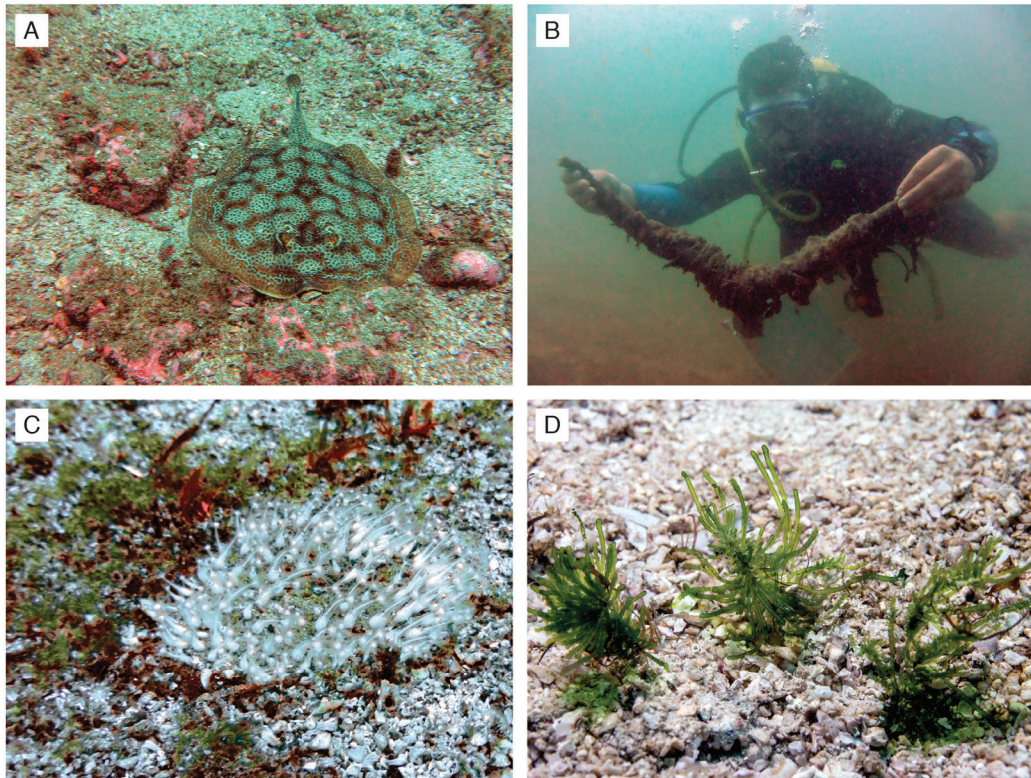


Fig. 7. Planicies arenosas. A) Raya redonda *Urobatis halleri* sobre sustrato arenoso; B) buzo recolectando la anémona tubícola de la familia Cerianthidae; C) pensamiento de mar, *Renilla* sp.; D) nuevo reporte de alga verde del género *Siphonocladus* sp.

Fig. 7. Sandy plains. A) Round ray *Urobatis halleri* on sandy substrate; B) diver collecting the tube anemone of the family Cerianthidae; C) the Sea pansy, *Renilla* sp.; D) new report of green algae of the genus *Siphonocladus* sp.

reporte del alga verde *Siphonocladus* spp. para Costa Rica. Este género sólo había sido reportado en el Pacífico de América en dos islas de México (Isla Socorro parte de las Islas Revillagigedo y en la Isla Guadalupe) (Pedroche, Aguilar-Rosas, Dreckmann, & Aguilar-Rosas, 2005). Por lo que este representa una ampliación de rango del género en aguas tropicales.

Por otro lado, en estos ambientes arenosos de profundidad destacan las algas rojas de los géneros *Hypoglossum*, *Halymenia*, *Ceramium*, *Scinaia* spp. y *Chondria platyclada* y las algas pardas del género *Dictyota*. Todas estas algas se observan en este ambiente en alturas superiores

(más de 7 cm) de lo que se encuentran en los arrecifes de coral y zonas rocosas.

DISCUSIÓN

Cortés (2017) hace referencia al desconocimiento y a los vacíos de información sobre la biodiversidad marina para el ACG en comparación con otras localidades del Pacífico costarricense. No obstante, en los últimos años el Proyecto BioMar-ACG (Cortés, 2017) ha realizado nuevos aportes a la diversidad marina de esta zona (Cortés & Joyce, 2020; Vargas & Cortés, 2019). Todos los hábitats que se trataron en esta investigación ya habían sido

citados en trabajos previos (Cortés & Joyce, 2020; Vargas & Cortés, 2019); sin embargo, pocos trabajos describen la historia natural y diversidad específica para los mismos.

Muchos arrecifes coralinos del ACG están contruidos principalmente por el coral *Pavona gigantea*. Esta especie de coral masivo provee estructuras tridimensionales densas que sirven de hábitat para numerosas especies, lo que ha contribuido con el mantenimiento a largo plazo de las comunidades arrecifales (Tortolero-Langarica, Carricart-Ganivet, Cupul-Magaña, & Rodríguez-Troncoso, 2017). Algunas especies de peces únicamente fueron observadas en arrecifes coralinos, esto evidencia la importancia que tienen estos ambientes como reservorio de ciertas especies (Riginos & Leis, 2019). Los arrecifes coralinos son hábitats muy complejos y cambiantes; en las últimas décadas se ha resaltado la importancia de conservar las funciones críticas de estos ecosistemas, como la formación de hábitat y otras formas de mantenimiento de la biodiversidad (Bellwood, Streit, Brandl, & Tebbett, 2019).

En estudios realizados por Alvarado et al. (2011, 2015, 2016, 2018, 2020) en arrecifes del Pacífico, se ha observado que, por lo general, las algas tienden a tener un tamaño menor a 10 cm de alto y suelen formar tapetes. Sin embargo, en la zona norte de Costa Rica es común encontrar macroalgas de más de 10 cm de altura. En particular, se han encontrado bosques submarinos estacionales conformados por el alga parda del género *Sargassum*; estos bosques fueron descritos por primera vez en la Isla Bolaños, Bahía Salinas, al norte de nuestra zona de estudio (Cortés et al., 2014). En toda la zona de estudio es común encontrar algas de este género que se mezclan con otras algas como *Dictyota* y *Padina*. Sin embargo, se encontraron dos sitios alrededor de Isla Colorado, donde la cobertura de este género es alta (Alvarado et al., *en prensa*).

Los bosques de *Sargassum* presentan estacionalidad a lo largo del año, de manera que son abundantes en la época de afloramiento de aguas frías ricas en nutrientes (Cortés et al., 2014; Stuhldreier et al., 2015). Ecológicamente

estos bosques destacan debido a que son zonas de criaderos de juveniles de peces, zonas de alimentación y refugio de herbívoros (Chemineé et al., 2017; Suárez et al., 2021). Debido a su estacionalidad, importancia ecológica, y al hecho de que el reporte de *S. liebmanni* por Cortés et al. (2014) para los bosques de estas algas en el Pacífico norte se podría tratar de diferentes especies, este ecosistema necesita ser estudiado con más detalle.

Dos de los nuevos reportes que se presentan en este estudio provienen de planicies arenosas, demostrando que se trata de un ambiente aún poco estudiado. Las planicies arenosas son ambientes muy cambiantes en cuanto a la biodiversidad, según las particularidades que presente cada sitio. Algunos de los factores más influyentes en marcar las diferencias en cuanto a composición son: características de corriente, de granulometría y de entrada de luz. A nivel de observación, el grosor y la composición del sustrato varió entre los sitios incluidos en esta investigación, sin embargo, estos datos no formaron parte de nuestro estudio.

Este estudio presenta información sobre las planicies arenosas a partir del uso de diferentes metodologías, una de ellas el uso de dragas para conocer la macrofauna. En sustratos blandos, la macrofauna se ha estudiado desde diferentes enfoques, entre ellos midiendo su aporte en la red trófica, así como bioindicadores de salud del ecosistema (Dauvin et al., 2017). Los fondos arenosos son importantes sitios de alimentación de batoideos y otros peces, tienen una gran influencia en el ciclo de nutrientes y de materia orgánica, y además funcionan como sitios de descanso de especies grandes (Dauvin et al., 2017; Link, 2001; Reiss & Kroncke, 2005). La fauna bentónica asociada a sustratos blandos funciona como bioindicador, a medida que se relaciona con las características del entorno, como por ejemplo poliquetos de las familias Capitellidae y Spionidae (Dean, 2008). Estos organismos presentan poca movilidad y en algunos casos ciclos de vida largos, teniendo una estrecha relación con el sedimento, lo que los convierte en organismos modelo para la evaluación de perturbaciones y cambios



ambientales (Clarke & Warwick, 1994; Frithsen & Holland, 1990). Otro de los métodos utilizados en las planicies arenosas fueron censos visuales y recolectas errantes, permitiendo conocer puntualmente la riqueza de especies. Sin embargo, sería enriquecedor para futuros estudios investigar anualmente los cambios en la diversidad debido al afloramiento costero (Jiménez, Cortés, León, & Ruiz, 2001), ya que las características abióticas que presentan las planicies arenosas tienen un efecto directo en la biodiversidad específica asociada a estos ambientes (Gray, 1981).

Conclusiones: El ACG es un sitio que presenta una gran biodiversidad marina. Durante esta expedición, se encontraron cuatro nuevos reportes para el país, entre ellos el reporte de la subclase Ceriantharia, dos nuevos géneros de algas (el alga roja *Gaylliella* spp. y alga verde *Siphonocladus* spp.) y la especie *Scinaia complanata*. Es esperable que con un mayor esfuerzo de muestreo, que abarque un periodo más extenso, se pueda registrar mayor riqueza de especies para esta zona.

La Península de Santa Elena y las Islas Murciélagos presentan ecosistemas muy particulares, como las comunidades coralinas donde predomina el género *Pavona*, arrecifes rocosos cubiertos principalmente con algas calcáreas, colonias de poliquetos, bosques de *Sargassum* y planicies arenosas con características abióticas muy cambiantes. Estos ecosistemas se encuentran expuestos al afloramiento costero, de manera que los cambios en las corrientes, la temperatura o el ingreso de agua dulce, pueden ocasionar cambios en la composición de especies.

El valor de este estudio, al igual que otros estudios de biodiversidad, se centra en el registro histórico de los organismos. Estos registros pueden ser aprovechados para definir vínculos empíricos entre rasgos funcionales y las funciones ecosistémicas que permitan mejorar las estrategias de conservación (Bellwood et al., 2019). El registro de la biodiversidad y sus cambios a través del tiempo son fundamentales para justificar y diseñar estrategias

de conservación que impulsen el desarrollo de forma sostenible.

Declaración de ética: los autores declaran que todos están de acuerdo con esta publicación y que han hecho aportes que justifican su autoría; que no hay conflicto de interés de ningún tipo; y que han cumplido con todos los requisitos y procedimientos éticos y legales pertinentes. Todas las fuentes de financiamiento se detallan plena y claramente en la sección de agradecimientos. El respectivo documento legal firmado se encuentra en los archivos de la revista.

AGRADECIMIENTOS

La expedición Santa Elena se realizó gracias a la organización de la Fundación MarViva y el financiamiento de Waitt Foundation y Waitt Institute. Agradecemos especialmente el trabajo de Erick Ross y Mónica Espinoza de Fundación MarViva. Asimismo, este trabajo fue posible gracias a la colaboración de Joe Lepore, Paul Robinson, Joey Baxter, Benjamin Barrie Todd y toda la tripulación del Plan B. Le agradecemos especialmente a Diego Mejías por todo el apoyo brindado durante la expedición, por la fotografía y video de los especímenes y ambientes. Extendemos el agradecimiento al equipo de Misión Tiburón y de Tora Carey. El trabajo se realizó con los permisos del Área de Conservación Guanacaste (ACG) R-SINAC-ACG-PI-022-2018.

RESUMEN

Introducción: Los hábitats costeros de todo el mundo están experimentando una presión cada vez mayor debido a la contaminación, el desarrollo costero, la pesca y el cambio climático. Identificar y registrar la biodiversidad costera es esencial para evaluar la salud, los cambios y el alcance de la pérdida de biodiversidad de los ecosistemas. Los hábitats costeros tropicales como los arrecifes de coral y los lechos de pastos marinos han sido el foco de investigación de los científicos durante las últimas décadas; sin embargo, se han descuidado otros ecosistemas, como los bosques de macroalgas, los fondos de sedimentos submareales (20-30 m de profundidad) y los arrecifes rocosos.

Objetivo: Este trabajo reporta la biodiversidad marina asociada con arrecifes rocosos, arrecifes de coral, bosques de Sargazo y fondos submareales sedimentarios (20-30 m de profundidad), en un área tropical de afloramiento estacional (Península de Santa Elena, Bahía de Santa Elena e Islas Murciélago, Costa Rica).

Métodos: Durante la Expedición Santa Elena (21 de abril-2 de mayo de 2018), se visitaron un total de 28 sitios para registrar la biodiversidad en cuatro hábitats diferentes (arrecifes rocosos y de coral, bosques de sargazo y fondos de sedimentos submareales), utilizando SCUBA, en muestreos sistemáticos, evaluaciones visuales y en algunos fondos de sedimentos se utilizó una draga de arrastre por 20 minutos.

Resultados: Se identificaron un total de 254 taxones, siendo los peces óseos el grupo más diverso con 91 especies, seguido de los gasterópodos (25 spp.), las algas rojas (21 spp.) y los antozoos (19 spp.). Se reportan cuatro nuevos registros para el Pacífico continental de Costa Rica, incluida la subclase de una anémona tubícola (Ceriantharia).

Conclusiones: Los resultados muestran que la península de Santa Elena, la bahía de Santa Elena y las islas Murciélago albergan hábitats poco comunes y no estudiados, como bosques del alga parda *Sargassum*, fondos de sedimentos, arrecifes construidos por el coral masivo *Pavona gigantea*, que es muy inusual, y comunidades de arrecifes rocosos dominadas por colonias calcáreas de poliquetos (*Salmacina tribranchiata*).

Palabras clave: arrecifes de coral; Pacífico Tropical Oriental; bosque de sargazo; fondos arenosos; Área de Conservación Guanacaste.

REFERENCIAS

- Alvarado, J. J., Azofeifa-Solano, J. C., Beita-Jiménez, A., Cortés, J., Mena, S., Salas-Moya, C., & Fernández-García, C. (En prensa). Reef environments of Murciélago Islands and Santa Elena Peninsula, Guanacaste Conservation Area, Costa Rican Pacific. *Scientia Insularum*. <https://doi.org/10.25145/j.SI.2021.04.004>
- Alvarado, J. J., Beita-Jimenez, A., Mena, S., Fernández-García, C., Cortés, J., Sánchez-Noguera, C., Jimenez, C., & Guzmán-Mora, A. G. (2018). Cuando la conservación no puede seguir el ritmo del desarrollo: Estado de salud de los ecosistemas coralinos del Pacífico Norte de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 66(Suplemento 1), S280-S308.
- Alvarado, J. J., Beita-Jiménez, A., Mena, S., Fernández-García, C., & Guzmán-Mora, A. G. (2015). Ecosistemas coralinos del Área de Conservación Osa, Costa Rica: estructura y necesidades de conservación. *Revista de Biología Tropical*, 63(Suplemento 1), S219-S259.
- Alvarado, J. J., Beita, A., Mena, S., Fernández-García, C., Guzman-Mora, A. G., & Cortés, J. (2016). Ecosistemas coralinos del Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica: estructura y comparación 1987-2014. *Revista de Biología Tropical*, 64(Suplemento 1), S153-S175.
- Alvarado, J. J., Cortés, J., Esquivel, M. F., & Salas, E. (2012). Costa Rica's Marine Protected Areas: status and perspectives. *Revista de Biología Tropical*, 60(1), 129-142.
- Alvarado, J. J., Herrera, B., Corrales, L., Asch, J., & Paaby, P. (2011). Identificación de las prioridades de conservación de la biodiversidad marina y costera en Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 59(2), 829-842.
- Alvarado, J. J., Sánchez-Noguera, C., Arias-Godínez, G., Araya, T., Fernández-García, C., & Guzmán, A. G. (2020). Impact of El Niño 2015-2016 on the coral reefs of the Pacific of Costa Rica: the potential role of marine protection. *Revista de Biología Tropical*, 68(Suplemento 1), S271-S282.
- Bellwood, D. R., Streit, R. P., Brandl, S. J., & Tebbett, S. B. (2019). The meaning of the term 'function' in ecology: a coral reef perspective. *Functional Ecology*, 33(6), 948-961.
- BIOMARCC-SINAC-GIZ. (2012). *Clasificación sistemas marino costeros costa pacifica de Costa Rica*. San José, Costa Rica.
- Breedy, O., & Guzmán, H. M. (2003). Octocorals from Costa Rica: The genus *Pacifigorgia* (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae). *Zootaxa*, 281, 1-60.
- Chacón-Monge, J. L., Azofeifa-Solano, J.C., Alvarado, J. J., & Cortés, J. (2021). Área de Conservación Guanacaste Echinoderms, North Pacific of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 69(Suplemento 1), S487-S500.
- Cheminée, A., Pastor, J., Bianchimani, O., Thiriet, P., Sala, E., Cottalorda, J. M., Jean-Marie Dominici, J. M., Lejeune, P., & Francour, P. (2017). Juvenile fish assemblages in temperate rocky reefs are shaped by the presence of macro-algae canopy and its three-dimensional structure. *Scientific Reports*, 7(1), 1-11.
- Clarke, K. R., & Warwick, R. M. (1994). *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. Plymouth, UK: Natural Environmental Research Council.
- Cortés, J. (2016). The Pacific coastal and marine ecosystems. In M. Kappelle (Ed.), *Costa Rican Ecosystems* (pp. 97-138). Chicago and London: University of Chicago Press.
- Cortés, J. (2017). Marine biodiversity baseline for Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica: published records. *ZooKeys*, (652), 129-127.



- Cortés, J., & Joyce, F. (2020). BioMar-ACG: A successful partnership to inventory and promulgate marine biodiversity. *Biotropica*, 52(6), 1103-1106.
- Cortés, J., Samper-Villareal, J., & Bernecker, A. (2014). Seasonal phenology of *Sargassum liebmannii* J. Agardh (Fucales, Heterokontophyta) in an upwelling area of the Eastern Tropical Pacific. *Aquatic Botany*, 119, 105-110.
- Costello, M. J., Michener, W. K., Gahegan, M., Zhang, Z. Q., & Bourne, P. E. (2013). Biodiversity data should be published, cited, and peer reviewed. *Trends in Ecology & Evolution*, 28(8), 454-461.
- Dauvin, J. C., Lucas, S., Navon, M., Lesourd, S., Mear, Y., Poizot, E., & Alizier, S. (2017). Does the hydrodynamic, morphometric and sedimentary environment explain the structure of soft-bottom benthic assemblages in the Eastern Bay of Seine (English Channel)? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 189, 156-172.
- Dean, H. K. (2008). The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution: a review. *Revista de Biología Tropical*, 56(Supplement 4), S11-S38.
- Dean, H., Sibaja-Cordero, J., & Cortés, J. (2009). Occurrence of the Phoronid *Phoronopsis albomaculata* in Cocos Island, Costa Rica. *Pacific Science*, 64, 459-462.
- Denyer, P., Cortés, J., & Cárdenes, G. (2005). Hallazgo de dunas fósiles de final del pleistoceno en las Islas Murciélago, Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 33, 29-44.
- Denyer, P., & Gazel, E. (2009). The Costa Rican Jurassic to Miocene oceanic complexes: Origin, tectonics and relations. *Journal of South American Earth Sciences*, 28, 429-422.
- Frithsen, J. B., & Holland, A. S. (1990). Benthic communities as indicators of ecosystem condition. In D. H. McKenzie, D. E. Hyatt, & V. J. McDonald (Eds.), *Geological Indicators* (pp. 459-460). London, UK: Chapman & Hall.
- Gouvêa, L. P., Assis, J., Gurgel, C. F., Serrão, E. A., Silveira, T. C., Santos, R., Duarte, C. M., Peres, L. M. C., Carvalho, V. F., Batista, M. Bastos, E., Sissini, M. N., & Horta, P. A. (2020). Golden carbon of *Sargassum* forests revealed as an opportunity for climate change mitigation. *Science of the Total Environment*, 729, 138745.
- Gray, J. S. (1981). *The Ecology of Marine Sediments*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Hauff, F., Hoernle, K., Van Den Bogaard, P., Alvarado, G., & Garbe-Shonberg, D. (2000). Age and geochemistry of basaltic complexes in western Costa Rica: Contributions to the geotectonic evolution of Central America. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 1(1), 1999GC000020. <https://doi.org/10.1029/1999GC000020>
- He, Q., & Silliman, B. R. (2019). Climate change, human impacts, and coastal ecosystems in the Anthropocene. *Current Biology*, 29(19), R1021-R1035.
- Jiménez, C., Cortés, J., León, A., & Ruiz, E. (2001). Coral bleaching and mortality associated with the 1997-98 El Niño in an upwelling environment in the eastern Pacific (Gulf of Papagayo, Costa Rica). *Bulletin of Marine Science*, 69, 151-169.
- Legeckis, R. (1988). Upwelling off the Gulfs of Panama and Papagayo in the tropical Pacific during March 1985. *Journal of Geophysical Research*, 93, 15485-15489.
- Link, J. (2001). Ecological considerations in fisheries management. When does it matter? *Fisheries*, 27(4), 10-16.
- Lizano, O. G., & Alfaro, E. J. (2014). Características de la dinámica atmosférica y oceánica en algunas regiones del Área de Conservación Guanacaste (ACG), Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 62(Supplement 4), S17-S31.
- Mecho, A., Easton, E. E., Sellanes, J., Gorny, M., & Mah, C. (2019). Unexplored diversity of the mesophotic echinoderm fauna of the Easter Island ecoregion. *Marine Biology*, 166(7), 91.
- McCreary, J. P., Lee, H. S., & Enfield, D. B. (1989). The response of the coastal ocean to strong offshore winds, with application to the Gulfs of Tehuantepec and Papagayo. *Journal of Marine Research*, 47, 81-109.
- Pedroche, F. F., Silva, P. C., Aguilar-Rosas, L. E., Dreckmann, K. M., & Aguilar-Rosas, R. (2005). *Catálogo de las algas marinas bentónicas del Pacífico de México. I. Chlorophycota*. Ensenada, México: Universidad Autónoma de Baja California.
- Reiss, H., & Kroncke, I. (2005). Seasonal variability of benthic indices: an approach to test the applicability of different indices for ecosystem quality assessment. *Marine Pollution Bulletin*, 50(12), 1490-1499.
- Riginos, C., & Leis, J. M. (2019). Do tiny fish rule the reefs? *Science*, 364(6446), 1128-1130.
- Rodríguez, A., Alfaro, E. J., & Cortés, J. (2021). Spatial and temporal dynamics of the hydrology at Salinas Bay, Costa Rica, Eastern Tropical Pacific. *Revista de Biología Tropical*, 69(Supplement 2), S105-S126.
- Samper-Villareal, J., Bourg, A., Sibaja-Cordero, J. A., & Cortés, J. (2014). Presence of a *Halophila baillonii* Asch. (Hydrocharitaceae) seagrass meadow and associated macrofauna on the Pacific coast of Costa Rica. *Pacific Science*, 68, 435-444.



- Samper-Villarreal, J., Cambronero-Bolaños, R., Heidemeyer, M., Mora-Vargas, M., & Mora-Vargas, R. (2020). Characterization of seagrasses at two new locations in the Eastern Tropical Pacific (El Jobo and Matapalito, Costa Rica). *Aquatic Botany*, 165, 103237.
- Samper-Villarreal, J., van Tussenbroek, B. I., & Cortés, J. (2018). Seagrasses of Costa Rica: from the mighty Caribbean to the dynamic meadows of the Eastern Tropical Pacific. *Revista de Biología Tropical*, 66(Supplement 1), S53-S65.
- Santagata, S. (2015). Phoronida. In A. Wanninger (Ed.), *Evolutionary Developmental Biology of Invertebrates* (Vol. 2 Lophotrochozoa (Spiralia), pp. 231–246). Wien: Springer.
- Sibaja-Cordero, J. A., & Cortés, J. (2008). Vertical zonation of rocky intertidal organisms in a seasonal upwelling area (Eastern Tropical Pacific). *Revista de Biología Tropical*, 56(Supplement 4), S91-S104.
- Sibaja-Cordero, J. A., & Vargas-Zamora, J. A. (2006). Zonación vertical de epifauna y algas en litorales rocosos del Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 54(Supplement 1), S49-S67.
- Stuhldreier, I., Sánchez-Noguera, C., Rixen, T., Cortés, J., Morales, A., & Wild, C. (2015). Effects of seasonal upwelling on inorganic and organic matter dynamics in the water column of eastern Pacific coral reefs. *PLoS ONE*, 10(11), e0142681.
- Suárez, A., Riosmena-Rodríguez, R., & Cortés, J. (2021). Checklist of invertebrates and conspicuous fishes in rocky reefs and *Sargassum* beds in the North Pacific of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 69(Supplement 2), S150-S193.
- Tortolero-Langarica, J. J. A., Carricart-Ganivet, J. P., Cupul-Magaña, A. L., & Rodríguez-Troncoso, A. P. (2017). Historical insights on growth rates of the reef-building corals *Pavona gigantea* and *Porites panamensis* from the Northeastern tropical Pacific. *Marine Environmental Research*, 132, 23-32.
- Vargas-Castillo, R., & Cortés, J. (2019). New records of marine decapods and stomatopods in Área de Conservación Guanacaste (ACG): four years of marine biodiversity inventorying. *Marine Biodiversity Records*, 12(1), 21.
- Worm, B., Barbier, E. B., Beaumont, N., Duffy, J. E., Folke, C., Halpern, B. S., Jackson, J. B. C., Lotze, H. K., Micheli, F., Palumbi, S. R., Enric, S., Selkoe, K. A., Stachowicz, J. J., & Watson, R. (2006). Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314(5800), 787-790.
- Zamora-Trejos, P., & Cortés, J. (2009). Los manglares de Costa Rica: el Pacífico norte. *Revista de Biología Tropical*, 57(3), 473-488.