

## Diversidad y abundancia de esponjas perforadoras del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbano, El Salvador

### *Diversity and abundance of excavating sponges of Los Cóbano Complex Protected Natural Area, El Salvador*

**Alejandra Trejo Ramos**

Licenciada en Biología por la Universidad de El Salvador  
Investigadora independiente  
atrejor09@gmail.com

**Juan José Luis Carballo Cenizo**

Licenciado en Biología por la Universidad de Sevilla  
Máster en Ecoauditorías y Planificación Empresarial del Medio Ambiente por la Universidad de Málaga  
Doctorado en Zoología por la Universidad de Sevilla  
Postdoctorado en Farmacología Marina  
Investigador titular en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Autónoma de México  
jcarballo@ola.icmyl.unam.mx

**Johanna Vanessa Segovia de González**

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

Fecha de recepción: 22 de enero de 2020  
Fecha de aprobación: 20 de julio de 2020  
DOI:



## RESUMEN

Las esponjas perforadoras son responsables de la mayoría de la bioerosión interna en matriz arrecifal, provocando efectos importantes en su morfología y ecología; además es un proceso natural que transforma el sustrato calcáreo en sedimento y carbonato disuelto alterando el ciclo del carbono. El objetivo fue conocer diversidad y abundancia de esponjas perforadoras en arrecife Los Cóbano. En dos playas del sitio, se emplearon tres transectos horizontales perpendiculares a la costa (30 m-long.) separados entre sí por 10 m, recolectando material calcáreo que luego se quebró en piezas pequeñas buscando esponjas perforadoras. La riqueza se agrupó en seis especies (*Cliona microstrongylata*, *C. pocillopora*, *C. vermifera*, *Cliothosa tylostrongylata*, *Siphonodictyon crypticum*, *Thoosa calpulli*), siendo nuevos registros para el país, con mayor abundancia en escombros calcáreos. Es necesario destinar más esfuerzos de investigación en este grupo para conocer su riqueza y cómo estas especies pueden modificar al arrecife rocoso y coralino de nuestro país.

**Palabras clave:** esponjas perforadoras, bioerosión, arrecifes coralinos, Los Cóbano, El Salvador.

## ABSTRACT

*Excavating sponges are responsible for most of the internal bioerosion in the reef matrix, causing important effects on its morphology and ecology; it is also a natural process that transforms the calcareous substrate into sediment and dissolved carbonate, altering the carbon cycle. The objective was to know the diversity and abundance of piercing sponges in the Los Cóbano reef. In two beaches of the site, three horizontal transects perpendicular to the coast (30 m-long.) Separated by 10 m were used, collecting calcareous material that was later broken into small pieces looking for excavating sponges. The richness was grouped into six species (*Cliona microstrongylata*, *C. pocillopora*, *C. vermifera*, *Cliothosa tylostrongylata*, *Siphonodictyon crypticum*, *Thoosa calpulli*), being new records for the country, with greater abundance in calcareous debris. It is necessary to allocate more research efforts in this group to know its richness and how these species can modify the rocky and coral reef of our country.*

**Keywords:** excavating sponges, bioerosion, coral reefs, Los Cóbano, El Salvador.

## Introducción

Dentro de las comunidades arrecifales, las esponjas representan un componente importante, pues su alta biomasa y gran tolerancia a múltiples factores ambientales, permiten que sean más resilientes y sobrepasen la supervivencia de otros organismos formadores de arrecifes como los corales (Ritcher *et al.*, 2001). Causan un gran impacto positivo en el ambiente por su efectividad en la filtración de grandes cantidades de agua, compiten por espacio y sirven como alimento para muchos peces e invertebrados (Rüetzel, 1978). Así mismo, las esponjas participan en la modificación de la morfología y ecología de los arrecifes coralinos, y son responsables de la mayor parte de la bioerosión interna de estos (Perry, 1998).

La bioerosión es un proceso natural que transforma el sustrato calcáreo en sedimento y carbonato disuelto, por lo tanto, tiene un efecto significativo en el ciclo del carbono (Nava *et al.*, 2019). En el proceso de bioerosión participan diversos grupos de organismos que funcionalmente se dividen en dos: organismos epilíticos como los peces y equinodermos, y organismos endolíticos como los moluscos, poliquetos y esponjas (Carballo *et al.*, 2008a).

Las esponjas perforadoras pueden acelerar la erosión de la matriz arrecifal: gracias a la actividad perforadora que realizan mediante mecanismos químicos pueden disolver el carbonato de calcio como el que se encuentra en los corales, y es así como generan grandes cantidades de escombros (fragmentos de matriz arrecifal) y sedimentos; además causan cambios significativos en el equilibrio y erosión de los arrecifes coralinos (Carballo *et al.*, 2008a).

El primer reporte de esponjas perforadoras para el país es realizado por Pacheco *et al.* (2018), quienes hacen una descripción de las especies junto a su registro faunístico. El presente estudio representa un esfuerzo de investigación ecológica y su objetivo principal fue conocer la riqueza y abundancia de esponjas perforadoras en el sustrato calcáreo del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbanos.

## Método

**Descripción del área de estudio.** El Complejo Los Cóbanos es un Área Natural Protegida (ANP) ubicada en la planicie costera occidental, al oriente del puerto de Acajutla, entre las coordenadas de 13° 35' N y 89° 45' O (Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador -ICMARES-, 2006). Los Cóbanos es un lugar de origen volcánico con formación de tipo arrecifal de 0 a 50 m de profundidad; alberga una gran diversidad de algas marinas con 81 especies de macroalgas pertenecientes a las divisiones Chlorophyta, Rodophyta y Phaeophyta (ICMARES, 2008), invertebrados entre los que se pueden mencionar a corales hermatípicos y blandos (Segovia y Navarrete, 2007; Segovia, 2012), anémonas (Ramírez, 2017), equinodermos (Segovia *et al.*, 2017) y moluscos (López, 2015; López, 2017), así como peces (González-Murcia, 2011). Además se caracteriza por contener la única

formación de corales hermatípicos entre México y Nicaragua (ICMARES, 2007). La zona intermareal en Los Cóbanos muestra una compleja distribución de especies, iniciándose en las terrazas en la línea de playa con una fuerte dominancia de especies de macroalgas; seguido de una barrera coralina del género *Pocillopora* hasta los 100 m de la línea de playa. A partir de los 100–200 m de la línea de playa también se da la presencia de *Porites* (ICMARES, 2008).

**Riqueza y abundancia de especies.** Se seleccionaron dos playas, El Faro (13° 31' 25.4" N, 89° 48' 24.3" O) y Las Veraneras (13° 31' 37.08" N, 89° 48' 35.33" O); en ambas playas existe la ocurrencia de sustrato calcáreo proporcionado por los corales pétreos de *Pocillopora* en forma de escombros y *Porites* como matriz arrecifal. Se empleó la metodología de transectos: en cada playa se establecieron tres transectos horizontales perpendiculares a la línea de playa, cada uno con 30 m de longitud y 10 m de distancia entre ellos. En cada transecto se recolectó material calcáreo, 25 fragmentos de matriz y 25 de escombros, haciendo un total de 75 fragmentos de matriz y 75 de escombros por playa.

El material recolectado se llevó al laboratorio para su posterior análisis. Los fragmentos se quebraron en partes pequeñas con un martillo y un cincel, con el propósito de encontrar las esponjas y sus cámaras. Se colocó un trozo de la esponja en una lámina con una gota de hipoclorito de sodio para retirar la materia orgánica y así limpiar las espículas que posteriormente fueron observadas en el microscopio para la identificación. Se fotografió cada una de ellas a diferentes objetivos (4X, 10X y 40X), y se tomó medidas de longitud y grosor de 30 espículas al azar para identificar cada especie. Además, se fotografió cada una de las cámaras perforadas por esponjas. Se contabilizó la abundancia de las especies por medio de la frecuencia de fragmentos perforados que se encontraron a lo largo del transecto.

## Resultados

Se identificaron seis especies de esponjas perforadoras, distribuidas en dos órdenes, dos familias y cuatro géneros. Todas las especies representan nuevos registros de biodiversidad para el país (tabla 1).

| Orden         | Familia         | Especie - Autoría   |
|---------------|-----------------|---|
| Clionaida     | Clionaidae      | <i>Cliona microstrongilata</i> Carballo y Cruz-Barraza 2005<br><i>Cliona pocillopora</i> Bautista-Guerrero, Carballo, Cruz-Barraza y Nava 2006<br><i>Cliona vermifera</i> Hancock, 1867<br><i>Cliothisa tylostrongylata</i> Cruz-Barraza, Carballo, Bautista-Guerrero y Nava 2011 |
|               | Thoosidae       | <i>Thoosa calpulli</i> Carballo, Cruz-Barraza y Gómez, 2004   |
| Haplosclerida | Phloeodictyidae | <i>Siphonodictyon crypticum</i> Carballo, Hepburn, Nava, Cruz-Barraza y Bautista-Guerrero 2007  |

Tabla 1. Especies identificadas de esponjas perforadoras en el área de estudio.  
Fuente: elaboración propia.

## DESCRIPCIONES TAXONÓMICAS

**Orden:** Clionaida Morrow y Cárdenas, 2015

**Familia:** Clionaidae d'Orbigny, 1851

**Género:** Cliona Grant, 1826

### *Cliona microstrongilata* Carballo y Cruz-Barraza, 2005

**Descripción.** Esponja perforadora de matriz arrecifal, por lo general se distribuye en la superficie de la concha y se encuentra a nivel de sustrato. Presenta tilostilos, algunos tilostrongilos (fotografía 1, A) y microstrongilos. Los tilostilos (fotografía 1, B) son delgados y rectos, aunque algunos son ligeramente curvos, miden de 192 a 292  $\mu\text{m}$  de longitud y de 3.8 a 14  $\mu\text{m}$ . La cabeza regularmente es globular y bien marcada, pero puede ser ovoide, mucronada o con una protuberancia apical.

Las cabezas miden entre 5 a 15  $\mu\text{m}$  de diámetro. Los tilostrongilos tienen cabeza ovalada y son rectos con terminación en punta redondeada. Las microscleras son microstrongilos (fotografía 1, C), espículas en forma de frijol con longitud de 17.5 a 37.7  $\mu\text{m}$  y grosor de 3 a 20  $\mu\text{m}$ , pueden ser rectos con extremos redondeados o muestran una flexión hacia el centro.

Ver fotografía 1.

---

### *Cliona pocillopora* Bautista-Guerrero, Carballo, Cruz-Barraza y Nava, 2006

**Descripción.** Esponja que se encontró perforando tanto matriz arrecifal como escombros. De coloración pardo claro en vida y preservada se torna a pardo oscuro. Presenta una variedad de formas de tilostilos, generalmente con tallo robusto, ligeramente curvado en el centro y con tilo globular, puede mostrar un tilo subterminal que se puede desplazar a la parte media de la espícula.

Los tilostilos miden en total de 110 a 163  $\mu\text{m}$  de longitud, de 2.5 a 7.5  $\mu\text{m}$  de diámetro y la cabeza de 5 a 10  $\mu\text{m}$  de diámetro. También se encuentran tilostrongilos y oxas centrotilotas (fotografía 2).

Ver fotografía 2.

### *Cliona vermifera* Hancock, 1867

**Descripción.** Especie perforadora de matriz coralina. De color rojo-anaranjado en vida y preservada es ocre claro. Muestra como elementos espiculares a tilostilos y espirásteres lisos. Los tilostilos con cabeza esférica o subtilostilos, son regularmente rectos y miden de 108 a 275  $\mu\text{m}$  de longitud y de 1.3 a 10  $\mu\text{m}$  de diámetro, la cabeza varía entre 5 a 12.5  $\mu\text{m}$  de diámetro (fotografía 3, A). Los espirásteres son de superficie totalmente lisa y con extremos redondeados. Pueden ser rectos o presentar de dos a cuatro ondulaciones y miden de 20 a 70  $\mu\text{m}$  de longitud y de 1.3 a 9  $\mu\text{m}$  de diámetro (fotografía 3, B). Forma galerías con cámaras que se ubican paralelas a la superficie del coral que miden de 3 a 4 mm y se sitúan muy próximas entre ellas. Algunas cámaras se fusionan creando cámaras más largas con forma irregular o elíptica de 4 mm de longitud máxima.

Ver fotografía 3.

---

### Género: *Cliothosa* Topsent, 1905

#### *Cliothosa tylostrongylata* Cruz-Barraza, Carballo, Bautista-Guerrero y Nava, 2011

**Descripción.** Esponja perforadora de ramas de coral y se extiende hasta los 5 cm de longitud máxima. En vida es de color rojo, pero al ser preservada se vuelve a pardo oscuro. Presenta megascleras de tipo tilostilos y tilostrongilos, y microscleras como anfiásteres ramificados y nodulosos. Los tilostilos son rectos con tallo ensanchado en la parte media de la espícula y con cabezas bien marcadas con forma globular u ovoide, miden de 132 a 250  $\mu\text{m}$  de longitud, y de 2.5 a 10  $\mu\text{m}$  de grosor. En menor abundancia se encuentran los tilostrongilos que son rectos con la cabeza circular bien formada y el extremo redondeado, miden de 112 a 150  $\mu\text{m}$  de longitud y de 9 a 10  $\mu\text{m}$  de grosor (fotografía 4, A). Los anfiásteres ramificados son las microscleras de mayor tamaño, con tallo robusto, actinas largas, curvadas y se ramifican en su extremo en dos o más puntas, llegan a medir de 17.5 a 25  $\mu\text{m}$  de longitud (fotografía 4, B). Las microscleras de menor tamaño son los anfiásteres nodulosos, miden de 10 a 13  $\mu\text{m}$  de longitud, se caracterizan por tener un tallo ancho y muy corto, con seis actinas con los extremos redondeados (fotografía 4, C). Las cámaras excavadas por esta especie son de forma oval alargada.

Ver fotografía 4.

---

**Familia:** Thoosidae Cockerell, 1925

**Género:** *Thoosa* Hancock, 1849

***Thoosa calpulli* Carballo, Cruz-Barraza y Gómez, 2004**

**Descripción.** Esponja encontrada perforando tanto matriz arrecifal como escombros. En vida es de color beige y preservada es amarillo pálido. Esponja de consistencia carnosa por la abundancia del tejido coanosómico. Tiene una amplia variedad de espículas. Los oxiásteres (fotografía 5, B) son lisos con un centro pequeño y pueden ser bi-radiados, tri-radiados, tetra-radiados o simétricos con seis espinas. Las espinas miden 16 a 50  $\mu\text{m}$  por 2 a 2.5  $\mu\text{m}$ . Las oxas centrotilotas son ligeramente espinadas y se dividen por su tamaño en dos grupos: el primero de 30 a 46  $\mu\text{m}$  de longitud y 3  $\mu\text{m}$  de grosor, y el segundo de 133.5 a 270 de longitud y de 5 a 6.7  $\mu\text{m}$  de grosor. También se presentan oxas lisas con medidas entre 130 a 180  $\mu\text{m}$  de largo por 5 a 7  $\mu\text{m}$  de grosor (fotografía 5, A). La esponja produce cámaras ovales o poligonales con un diámetro de 2.7 mm en promedio, las cuales están conectadas por conductos. Las cámaras se pueden encontrar muy cerca de la superficie del sustrato.

Ver fotografía 5.

---

**Orden:** Haposclerida Topsent, 1928

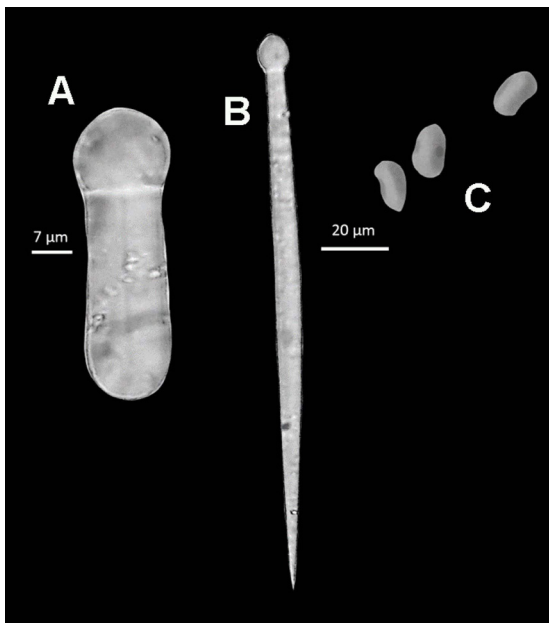
**Familia:** Phloeodictyidae Carter, 1882

**Género:** *Siphonodictyon*

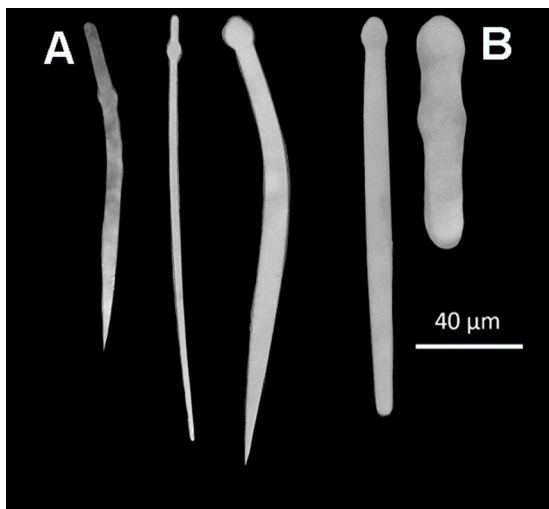
***Siphonodictyon crypticum* Carballo, Hepburn, Nava, Cruz-Barraza y Bautista-Guerrero, 2007**

**Descripción.** Esponja perforadora de corales, con fistulas erguidas que sobresalen del sustrato. En vida es de color blanco en la parte superior tornándose a color amarillo pálido en la base, al ser preservada se vuelve ocre. Las fistulas son cilíndricas alargadas y huecas, con medidas de 1 a 4.5 mm de alto, y de 0.7 a 1.7 mm de diámetro, pueden ser rectas o con una ligera flexión. Las espículas presentes en la especie son oxas, que son largas y delgadas, con una ligera curva hacia el centro, pero algunas pueden ser rectas, fusiformes, con los extremos simétricos terminando en punta roma. Las oxas miden de 67 a 122  $\mu\text{m}$  de longitud y de 1.3 a 6.3  $\mu\text{m}$  de grosor (fotografía 6). Las perforaciones de la especie son cámaras circulares u ovales que se distribuyen densamente en el interior del coral. Estas cámaras miden en promedio 1.5 mm de diámetro.

Ver fotografía 6.

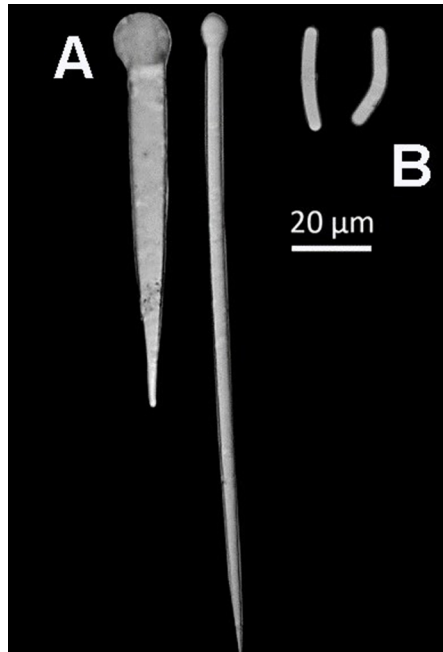


Fotografía 1. Microscopía de luz de espículas de *Cliona microstrongylata*. A. Tilostrongilos. B. Tilostilos. C. Microstrongilos  
Fuente: recurso propio.

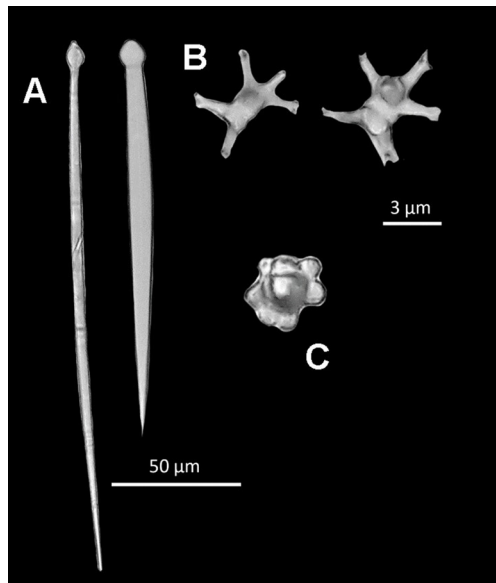


Fotografía 2. Microscopía de luz de espículas de *Cliona pocillopora*. A. Tilostilos B. Tilostrongilos.  
Fuente: recurso propio.

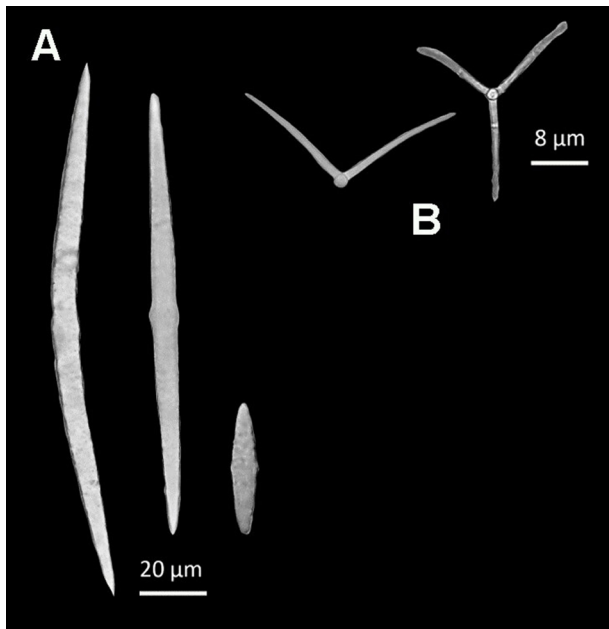




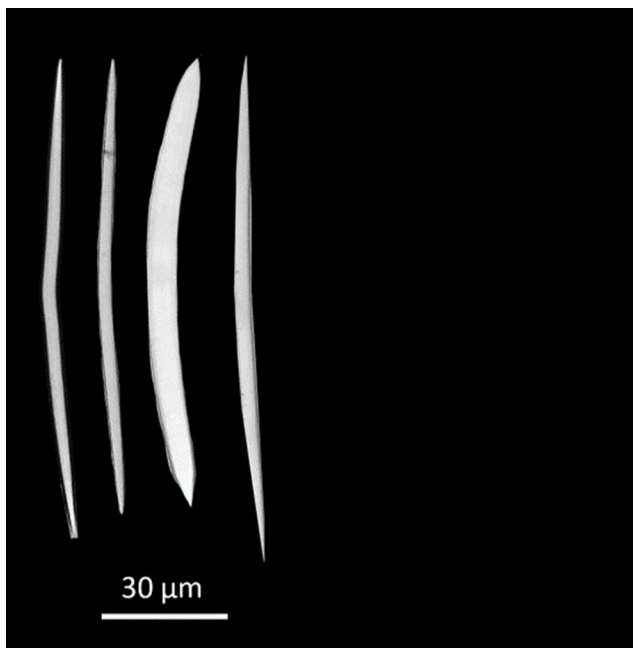
Fotografía 3. Microscopía de luz de espículas de *Cliona vermifera*. A. Tilostilos B. Espiráteres lisos.  
Fuente: recurso propio.



Fotografía 4. Microscopía de luz de espículas de *Cliothosa tylostongilata*. A. Tilostilos. B. Anfiáster ramuloso. C. Anfiáster noduloso.  
Fuente: recurso propio.



Fotografía 5. Microscopía de luz de espículas de *Thoosa calpulli*. A. Oxas centrotilota. B. Oxiásteres bi y tri-radiados. Fuente: recurso propio.



Fotografía 6. Microscopía de luz de espículas de *Siphonodictyon crypticum*. Oxas. Fuente: recurso propio.

**Abundancia de esponjas perforadoras.** Seis especies de esponjas perforadoras pertenecientes a dos órdenes, dos familias y cuatro géneros fueron registradas a partir de 300 fragmentos de escombros y matriz arrecifal. La playa El Faro presentó mayor diversidad con cinco especies, mientras que en la playa Las Veraneras se registraron cuatro especies. La especie con mayor frecuencia de perforación en playa El Faro fue *Cliothosa tylostrongilata* con 17.33 % mientras que para playa Las Veraneras la especie más frecuente fue *Siphonodictyon crypticum* con 7.33 % (tabla 2).

Playa El Faro registra la mayor frecuencia de perforación por esponjas, pues, de 150 fragmentos calcáreos el 28 % contenía esponjas perforadoras. El sustrato escombros representa un 17.33 % del total del material calcáreo mientras que el sustrato matriz representa un 10.67 %. Sin embargo, fue este sustrato el que albergó la mayor diversidad de especies (cinco), ya que en el sustrato escombros se registraron únicamente dos especies (tabla 2).

Playa Las Veraneras presenta una frecuencia de perforación por esponjas haciendo un total de 12.67 %, compuesta en 9.33 % por el sustrato escombros, mientras que el sustrato matriz aporta un 3.33 %. La diversidad de especies fue mayor en el sustrato escombros, donde se registraron cuatro especies y tres en la matriz calcárea (tabla 2).

Todas las especies se encontraron perforando ambos sustratos, a excepción de *Cliona vermifera* que se identificó únicamente en matriz calcárea.

| Especie                          | El Faro      |              |              | Las Veraneras |             |              |
|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------------|--------------|
|                                  | Escombros    | Matriz       | Frecuencia   | Escombros     | Matriz      | Frecuencia   |
| <i>Cliona microstrongilata</i>   | 0.00         | 0.00         | 0.00         | 0.67          | 0.67        | 1.33         |
| <i>Cliona pocillopora</i>        | 7.33         | 0.67         | 8.00         | 0.00          | 0.00        | 0.00         |
| <i>Cliona vermifera</i>          | 0.00         | 0.67         | 0.67         | 0.00          | 0.00        | 0.00         |
| <i>Cliothosa tylostrongilata</i> | 10.00        | 7.33         | 17.33        | 2.67          | 0.67        | 3.33         |
| <i>Siphonodictyon crypticum</i>  | 0.00         | 1.33         | 1.33         | 5.33          | 2.00        | 7.33         |
| <i>Thoosa calpulli</i>           | 0.00         | 0.67         | 0.67         | 0.67          | 0.00        | 0.67         |
| <b>Total</b>                     | <b>17.33</b> | <b>10.67</b> | <b>28.00</b> | <b>9.33</b>   | <b>3.33</b> | <b>12.67</b> |

Tabla 2. Diversidad y abundancia (%) de esponjas perforadoras en dos playas del ANP Complejo Los Cóbanos, El Salvador. Fuente: elaboración propia.

## Discusión

Se logró el registro de seis especies de esponjas perforadoras, distribuidas en dos órdenes, dos familias y cuatro géneros. Estos reportes incrementan los registros de biodiversidad del país. Actualmente se cuenta con el registro de 14 especies de esponjas perforadoras para el Pacífico centroamericano y 27 especies en el Pacífico mexicano (Pacheco *et al.*, 2018). Cabe resaltar que el Pacífico mexicano

ha destinado mayores esfuerzos y tiempo de investigación hacia este grupo y gran parte de su alta biodiversidad se debe a este aspecto.

Se observó que la mayor abundancia de esponjas perforadoras fue encontrada en escombros y no en matriz calcárea en ambas playas: se esperaba que la abundancia se comportara de manera contraria pues se conoce que las esponjas perforadoras en escombros son más susceptibles a ser enterradas y movilizadas por corrientes de agua hacia lugares con condiciones desfavorables para ellas (Carballo *et al.*, 2008b). Pero la disponibilidad de sustrato escombros puede ser un factor que promueva mayor abundancia de esponjas, tomando en cuenta que los escombros son restos esqueléticos de *Pocillopora*, especie extinta para el país. Surge entonces la pregunta acerca del papel que están jugando las esponjas perforadoras en este arrecife, pues es probable que se encuentren fragmentando matriz arrecifal y así contribuyendo al incremento del sustrato escombros.

Las esponjas perforadoras son consideradas a nivel mundial como bioerosionadores prominentes (Schönberg *et al.*, 2017), y parece que su abundancia incrementa con el deterioro ambiental y cambios globales (Carballo *et al.*, 2008b). Mucha información sobre la salud de nuestro arrecife puede ser obtenida a partir del estudio de este grupo, por ejemplo, en esta investigación se determinó que la matriz arrecifal fue invadida en un 14 %; si bien es un bajo porcentaje, puede significar un daño considerable tomando en cuenta que Solórzano (2018), registra que la tasa de reclutamiento de *P. lobata* es de 1.36 ind/m<sup>2</sup> al año: esto demuestra que el impacto negativo por esponjas perforadoras es mayor que la capacidad de reclutamiento de la especie. Este impacto negativo también se observa en los arrecifes del Pacífico mexicano, Carballo *et al.* (2013), reporta que los corales están altamente invadidos por esponjas perforadoras en un 36 %; cabe resaltar que en su estudio también se registró mayor riqueza de especies lo cual puede estar incrementando el porcentaje de invasión.

Sumado a la presión que ejercen las esponjas perforadoras también hay que tomar en cuenta que las colonias de coral en Los Cóbanos se han visto impactadas por el fenómeno de El Niño, como reporta Segovia (2017): entre 2014 y 2016 las colonias perdieron un 47 % de su cobertura luego de sufrir altos porcentajes de blanqueamiento durante estos tres años. Este escenario representa una gran oportunidad para las esponjas perforadoras para establecerse e invadir el sustrato calcáreo que queda disponible cuando ya ha muerto el coral y de igual manera pueden invadir colonias vivas que aún se recuperan del fenómeno de blanqueamiento.

Este escenario ha sido comprobado por Carballo *et al.* (2013), pues los arrecifes del Pacífico mexicano están siendo afectados principalmente por fenómenos ambientales como El Niño, y sus resultados indican que las esponjas perforadoras promueven que colonias vivas se desprendan del sustrato y la matriz arrecifal se fragmente. Por esta razón es necesario destinar más esfuerzos de investigación para este grupo que nos permitan conocer su verdadera riqueza y cómo estas especies pueden modificar al arrecife rocoso y de coral que tanto caracteriza a nuestro país.

## Referencias bibliográficas

- Carballo, J.L., Cruz-Barraza, J.A., Nava, H. y Bautista-Guerreo, E. (2008a) *Esponjas perforadoras de sustratos calcáreos. Importancia en los ecosistemas arrecifales del Pacífico Este*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Carballo, J.L., Bautista-Guerrero, E. y Leyte-Morales, G.E. (2008b) Boring sponges and the modeling of coral reefs in the Eastern Pacific ocean. *Marine Ecology progress series*, 56, 113–122.
- Carballo, J.L., Bautista, E., Nava, H., Cruz-Barraza, J.A. y Chávez J. (2013) Boring sponges, an increasing threat for coral reefs affected by bleaching events. *Ecology and evolution*, 3(4), 872-886.
- González-Murcia, S. (2011) *Diversidad, estructura y distribución de la comunidad de peces en la zona intermareal rocosa del Área Natural Protegida Los Cóbano, Acajutla, departamento de Sonsonate, El Salvador* (Tesis de Licenciatura). Universidad de El Salvador: El Salvador.
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador, ICMARES-UES (2006) *Línea base de las condiciones biofísicas y socioeconómicas del sistema arrecifal de Los Cóbano*. Universidad de El Salvador.
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador, ICMARES-UES (2007) *Evaluación del área perturbada de dragado en el Área Natural Arrecife Los Cóbano, Sonsonate, El Salvador*. Universidad de El Salvador.
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador, ICMARES-UES (2008) *Propuesta de "Plan de manejo para el Área Natural Protegida arrecife Los Cóbano"*. Universidad de El Salvador.
- López, R. (2015) *Distribución y abundancia de Opisthobranchios (Mollusca) en el Área Natural Protegida Complejo Los Cóbano, Sonsonate, El Salvador* (Tesis de Licenciatura). Universidad de El Salvador: El Salvador.
- López, G. (2017) *Composición y estructura de opisthobranchios (Gastropoda: Heterobranchia) en la zona intermareal de las playas rocosas del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbano y Punta Amapala, El Salvador* (Tesis de Licenciatura). Universidad de El Salvador: El Salvador.
- Nava, H., García-Madrigal, C.A.E. y Carballo, J.L. (2019) Relationships between boring sponge assemblages and the availability of dead coral substrate on mexican Pacific coral reefs. *Journal of the marine biological association of the United Kingdom*, 99(4), 795-805.
- Perry, C.T. (1998) Macroborers within coral framework at Discovery Bay, north Jamaica: species distribution and abundance, and effects on coral preservation. *Coral reefs*, 17(3), 277-287.

Pacheco, C., Carballo, J.L., Cortés, J., Segovia, J. y Trejo, A. (2018) Excavating sponges from the Pacific of Central America, descriptions and faunistic record. *Zootaxa*, 4370(5), 451-491.

Ramírez, A. (2017) *Diversidad de anémonas de mar (Anthozoa: Actinaria) en la zona intermareal de las playas rocosas del Área Natural Protegida Los Cóbanos y Punta Amapala, El Salvador* (Tesis de Licenciatura). Universidad de El Salvador: El Salvador.

Rüetzel, K. (1978) Sponges in coral reefs. En: Stoddart, D.E. y Johannes, J.E. (Eds.) *Coral reefs: research methods, monographs on oceanographic methodology*, 5 (pp. 299-313). París: UNESCO.

Ritcher, C., Wunsch, M., Rasheed, M., Kötter, I. y Badrab, M.I. (2001) Endoscopic exploration of Red Sea coral reefs reveals dense populations of cavity-dwelling sponges. *Nature*, 413(6857), 726-730.

Schönberg, C.H., Fang, J.K.H. y Carballo, J.L. (2017) Bioeroding sponges and the future of coral reefs. En: Bellm, J.J. y Carballo, J.L. (Eds.), *Climate change, ocean acidification and sponges* (pp. 179-372). Cham: Springer.

Segovia, J. (2012) *Comunidad de octocorales (Cnidaria: Octocorallia) en El Salvador, América Central* (Tesis de Postgrado). Universidad de Costa Rica: Costa Rica.

Segovia, J. (2017) *Impactos de El Niño 2014-2016 en las comunidades bénticas de los arrecifes de borde, Los Cóbanos, El Salvador, Centroamérica*. 17° Congreso Latino-Americano de Ciencias do Mar – COLACMAR 2017.

Segovia, J. y Navarrete, M. (2007) *Biodiversidad a nivel de ecosistema en parches de corales hermatípicos (Porites lobata, Pocillopora sp.) en la zona intermareal de la playa Los Cóbanos, departamento de Sonsonate, El Salvador* (Tesis de Licenciatura). Universidad de El Salvador: El Salvador.

Segovia, J., Guerra, G. y Ramos, F. (2017) Riqueza y distribución de equinodermos en los arrecifes rocosos de Punta Amapala y Los Cóbanos, El Salvador. *Revista de biología tropical*, 65(1), 92 -100.

Solórzano, S. (2018) *Reclutamiento de Porites lobata (Anthozoa: Scleractinia) en el Área Natural Protegida Los Cóbanos, El Salvador* (Tesis de Licenciatura). Universidad de El Salvador: El Salvador.