



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Iztacala

**ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DE LA COBERTURA DE
LA COMUNIDAD DE ESPONJAS DEL TALUD DE
SOTAVENTO DEL GRUPO NORTE DEL SISTEMA
ARRECIFAL VERACRUZANO.**

Trabajo recepcional en la modalidad de:

T E S I S

Como requisito parcial para obtener el título de:

Licenciada en Biología

Presenta

Karen Alejandra Macías Cortés

Asesor

Biol. José Luis Tello Musi

Revisores

Dr. Guillermo Javier Horta Puga

Dr. Luis Fernando Del Moral Flores

Dr. Manuel Antolin Ortiz Touzet

M en C. Diana Marlen Ugalde García



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Contenido

Resumen.....	7
Introducción.....	8
Justificación.....	12
Objetivos.....	13
Objetivo general.....	13
Objetivos particulares.....	13
Materiales y métodos.....	14
Área de estudio.....	14
Hornos:.....	17
Galleguilla:.....	17
Isla de Sacrificios:.....	17
Pájaros:.....	17
Isla Verde:.....	17
Trabajo en campo.....	19
Identificación de los organismos.....	20
Trabajo de gabinete.....	21
Análisis de datos.....	22
Catalogo.....	23
Resultados.....	24
Hornos.....	29
Galleguilla.....	31
Isla Sacrificios.....	32
Pájaros.....	34
Isla Verde.....	35
Análisis de datos.....	37
Análisis de resultados.....	42
Conclusiones.....	49
Consideraciones finales.....	50
Catálogo de especies encontradas en los arrecifes.....	51
Literatura citada.....	109

Índice de figuras.

Figura 1. Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (A). Incluye dos subsistemas de arrecifes. B) Subsistema Veracruz. C) Subsistema Antón Lizardo (tomado de Ortiz et al., 2013)	15
Figura 2. Mapa del Sistema Arrecifal Veracruzano. Imagen tomada y modificada de: https://www.google.com.mx/maps . A. Sistema Arrecifal Veracruzano. B. Arrecifes del Grupo Norte del SAV.	18
Figura 3. Buzo tomando los foto-cuadrantes contruidos con tubos de PVC.....	20
Figura 4. Tratamiento a cada foto-cuadrante con el programa Nero PhotoSnap.	21
Figura 5. Procedimiento para medir la cobertura de esponjas con el programa Image J.	22
Figura 6. Porcentaje de la cobertura de esponjas en los arrecifes de Isla Sacrificios, Hornos, Pájaros, Isla Verde y Galleguilla.	26
Figura 7. Porcentaje de la cobertura de esponjas en las temporadas de lluvias y secas en el arrecife Hornos.....	30
Figura 8. Cobertura relativa de las especies del arrecife Hornos.....	30
Figura 9. Porcentaje de la cobertura de esponjas en las temporadas de lluvias y secas en el arrecife Galleguilla.....	31
Figura 10. Cobertura relativa de las especies del arrecife Galleguilla.	32
Figura 11. Porcentaje de la cobertura de esponjas en las temporadas de lluvias y secas en el arrecife Isla Sacrificios.....	33
Figura 12. Cobertura relativa de las especies del arrecife Isla Sacrificios.....	33
Figura 13. Porcentaje de la cobertura de esponjas en las temporadas de lluvias y secas en el arrecife Pájaros.	34
Figura 14. Cobertura relativa de las especies de esponjas del arrecife Pájaros.	35
Figura 15. Porcentaje de la cobertura de esponjas en las temporadas de lluvias y secas en el arrecife Isla Verde.	36
Figura 16. Cobertura relativa de las especies de esponjas del arrecife Isla Verde.	36
Figura 17. Gráfica de sombras, en donde se representa la riqueza y cobertura, las tonalidades más oscuras hacen alusión a una mayor cobertura, mientras que las tonalidades grises a menor cobertura.....	37
Figura 18. Ordenaciones multivariadas (nMDS) de las muestras de Isla Verde, Galleguilla, Hornos, Isla Sacrificios y Pájaros por años.....	38
Figura 19. Ordenaciones multivariadas (nMDS) de las muestras de Isla Verde, Galleguilla, Hornos, Isla Sacrificios y Pájaros por épocas.	39
Figura 20. Dendograma de los cinco arrecifes en relación a la riqueza y cobertura de especies de esponjas.	39
Figura 21. Relación de espacio disponible y cobertura relativa de esponjas en los cinco arrecifes. 41	
Figura 22. Considerando los atributos de la comunidad de corales hermatípicos, el SAV se puede dividir en tres zonas: arrecifes externos, arrecifes internos y arrecifes costeros. (Horta-Puga y Tello-Musi., 2014)	47
Figura 23. <i>Mycale</i> sp.....	52
Figura 24. <i>Mycale laevis</i>	53
Figura 25. <i>Monanchora arbuscula</i>	56
Figura 26. <i>Clathria venosa</i>	58

Figura 27. <i>Neofibularia</i> cf. <i>nollitangere</i>	60
Figura 28. <i>Desmapsamma anchorata</i>	62
Figura 29. <i>Tedania ignis</i>	64
Figura 30. <i>Lotrochota</i> sp.	66
Figura 31. <i>Lotrochota birotulata</i>	67
Figura 32. <i>Ectyoplasia ferox</i>	70
Figura 33. <i>Cliona</i> sp.	72
Figura 34. <i>Cliona delitrix</i>	73
Figura 35. <i>Cliona varians</i>	75
Figura 36. <i>Spirastrella coccinea</i>	77
Figura 37. <i>Verongula rigida</i>	79
Figura 38. <i>Aiolochoxia crassa</i>	81
Figura 39. <i>Aplysina</i> sp.....	82
Figura 40. <i>Aplysina fistularis</i>	83
Figura 41. <i>Dysidea etheria</i>	86
Figura 42. <i>Ircinia</i> sp.	87
Figura 43. <i>Ircinia</i> aff <i>fasciculata</i>	89
Figura 44. <i>Agelas</i> sp.	91
Figura 45. <i>Agelas wiedenmayeri</i>	92
Figura 46. <i>Siphonodictyon coralliphagum</i>	94
Figura 47. <i>Neopetrosia subtriangularis</i>	97
Figura 48. <i>Neopetrosia proxima</i>	99
Figura 49. Niphatidae	100
Figura 50. <i>Amphimedon</i> sp.....	101
Figura 51. <i>Amphimedon compressa</i>	103
Figura 52. <i>Niphates erecta</i>	105
Figura 53. <i>Callyspongia armigera</i>	107
Figura 54. Especies de esponjas sin identificar.	108

Índice de Tablas.

Tabla 1. Listado sistemático de las especies de esponjas encontradas en los arrecifes Isla Verde, Galleguilla, Hornos, Isla Sacrificios y Pájaros.	24
Tabla 2. Especies de esponjas comunes para los arrecifes Isla Verde, Galleguilla, Hornos, Isla Sacrificios y Pájaros.	25
Tabla 3. Cobertura de esponjas en porcentaje por arrecifes, en donde se ordenan alfabéticamente.	27
Tabla 4. Frecuencia relativa % de esponjas en los arrecifes Hornos, Galleguilla, Isla Sacrificios, Pájaros e Isla Verde.	28
Tabla 5. Análisis PERMANOVA	40
Tabla 6. Análisis de correlación de varianzas entre el espacio disponible y la cobertura de esponjas.	40
Tabla 7. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas.	41

Resumen.

El impacto en los arrecifes de coral ha provocado la muerte de sus principales constructores (los corales hermatípicos), tal es el caso del Sistema Arrecial Veracruzano (SAV), donde en promedio, estos corales cubren el 20% del fondo de los arrecifes, dejando el 80% de área descubierta que pueden ser colonizadas por organismos bentónicos como algas, corales, ascidias, crustáceos y esponjas, entre otros. Con el objetivo de conocer la dinámica en la cobertura de la comunidad de esponjas en el SAV, se estudiaron cinco arrecifes del grupo norte: Hornos, Galleguilla, Sacrificios, Pájaros e Isla Verde, en un periodo de 2009 al 2015 con la base de datos del proyecto CONABIO GM005. Se analizó de forma visual, un total de 6,242 foto-cuadrantes de 25 x 25 cm del talud de sotavento, entre los 9 y 12 m de profundidad. En promedio los cinco arrecifes tuvieron una cobertura de 4.4% de esponjas y para cada arrecife el porcentaje fue: Sacrificios 7.3%, Hornos 6.6%, Pájaros 3.7%, Isla Verde 3.6% y Galleguilla 1.7%. Se registraron un total de 36 especies, de las que sólo se pudieron determinar 24 a nivel de especie, 6 a género, 1 a familia y 5 se dejaron a nivel de clase. Se registraron 27 especies en Sacrificios, 26 en Verde, 23 en Hornos, 22 en Galleguilla y 21 en Pájaros. Las esponjas con mayor cobertura en los arrecifes fueron *Amphimedon compressa* (30.3%), *Desmapsamma anchorata* (15.3%), *Clathria venosa* (7.4%) y *Mycale laevis* (7.1%), sumando el 60% de la cobertura total de las esponjas. El análisis estadístico (PERMANOVA) muestra diferencias significativas entre los factores arrecife, época y año, sin embargo, cada arrecife tiene su propia dinámica en la cobertura y recambio de las especies, por lo que los cambios temporales no operan de igual forma en cada arrecife del grupo Norte del SAV.

Palabras clave: Porifera, cobertura, análisis espacial, SAV, CONABIO-GM005

Introducción.

Los arrecifes de coral son ecosistemas tropicales someros formados por la actividad biológica de diferentes organismos, entre ellos están las esponjas (Dikou, 2010), las cuales han sido poco estudiadas a pesar de ser uno de los grupos más diversos y abundantes de los ecosistemas acuáticos de todo el mundo (Van Soest *et al.*, 2012),

Se sabe que el grupo Porifera juega un papel importante en el ciclo del carbonato de calcio por su continuo proceso de bioerosión y reincorporación de material calcáreo al medio produciendo nuevas áreas de fijación (Nava y Carballo, 2008): también son activos filtradores de bacterias y materia orgánica disuelta aumentando la claridad del agua, en promedio pueden bombear 1200 veces su propio volumen por día (Carballo y Gómez, 2002; Maldonado *et al.*, 2017) siendo capaces de retirar hasta el 90% de las bacterias y entre el 23 y el 63% de los virus del agua (Hadas *et al.*, 2006) y por otra parte funcionan como hospederos de muchos invertebrados y peces (Reis y Leao, 2000).

Las esponjas, también contribuyen considerablemente a la producción primaria y a la regeneración de nutrientes en los ecosistemas donde habitan (Webster, 2007) y debido a la alta conexión con el medio que las rodea, son uno de los grupos marinos más importantes como bioindicadores de la calidad ambiental (Carballo y Naranjo, 2002),

Debido a que son especies sésiles, filtradoras, de amplia distribución, persistentes en el tiempo, de rápido crecimiento y tasa de cambio en su cobertura del fondo; reflejan las condiciones promedio del ambiente, por otra parte varias especies presentan tolerancia a diversos factores ambientales, y esto permite que se obtenga una evaluación más exacta del ambiente en base al estudio de la composición y abundancia relativa de sus comunidades (Carballo *et al.*, 1996). Y por otra parte se ha planteado que la presencia, abundancia o diversidad de

algunas especies funcionan como indicadores de estrés en ecosistemas marinos (Alcolado y Herrera, 1987; Carballo *et al.*, 2004).

Las esponjas se encuentran en los principales mares y océanos, entre los polos y el Ecuador, así como entre las grandes profundidades oceánicas (>8,800 m de profundidad) (Hajdu *et al.*, 2011). La profundidad parece ser un factor determinante en la distribución de las esponjas, dado que las especies registradas en el intervalo de 10 a 15 m de profundidad de sotavento y barlovento han presentado mayor riqueza de especies, a diferencia de la planicie arrecifal (De la Cruz *et al.*, 2016). Aunque el área de sotavento parece ser la zona más apropiada para el asentamiento de las esponjas, ya que en el arrecife Enmedio, Lobos Tuxpan se ha presentado mayor riqueza e incidencia de estos organismos, posiblemente por el efecto de la baja energía del oleaje que caracteriza esta zona arrecifal (Jordán-Dahlgren, 1993).

Su relativa simplicidad estructural es comúnmente asociada a una alta adaptabilidad, lo que les confiere un papel importante en la competencia por sustrato, especialmente sustrato duro y con una iluminación de moderada a ausente, en estos ambientes las esponjas son frecuentemente dominantes.

En ambientes profundos, la situación se repite, estando la mayor riqueza de esponjas asociada a lugares de mayor complejidad estructural, usualmente encontrada en sectores de declividad más acentuada (talud, montañas submarinas) donde los sustratos son más consolidados. En estas profundidades los poríferos pueden desempeñar un papel estructurador, confiriendo mayor complejidad tridimensional como también lo hacen en ambientes superficiales (Hajdu *et al.*, 2011).

Una de las razones de esta tendencia es la disminución en la abundancia de competidores espaciales, como las algas y los corales duros, causada por la menor intensidad de la luz y, posiblemente, una mayor exposición a los sedimentos (Alcolado, 1994; Zea, 1994).

Otro factor selectivo puede ser que algunas especies de esponjas parecen prosperar en áreas ligeramente contaminadas orgánicamente, mientras que otros grupos como los corales duros disminuyen en abundancia (Alcolado, 1994; Zea, 1994).

Actualmente, la clasificación del Filo Porifera está representada taxonómicamente en cuatro clases (Van Soest *et al.*, 2018): Calcárea (Bowerbank, 1864), Hexactinellida (Schmidt, 1870), Homoscleromorpha (Bergquist, 1970) y Demospongiae (Sollas, 1885), siendo esta última categoría la más diversa (Morrow y Cárdenas, 2015).

Actualmente se reconocen 7,790 especies validas del filo Porifera en el mundo (van Soest *et al.*, 2018), en México se reportan 517 especies, considerando únicamente la clase Demospongiae, de las cuales 292 se distribuyen en el Atlántico, sin embargo, una de las regiones menos exploradas ha sido el Banco de Campeche en el Golfo de México en donde se han registrado 111 especies (Carballo *et al.*, 2014). En contraste en el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), por su cercanía han sido los arrecifes donde se han realizado más trabajos sobre esponjas marinas, registrando aproximadamente de 51 especies (Gómez, 2002, 2007, 2014). Este sistema es considerado de los ecosistemas arrecifales con mayor grado de impacto ambiental, a consecuencia tanto de perturbaciones naturales como de las actividades humanas, que afectan a escala local y regional el Sur del Golfo de México, de tal manera que éstos arrecifes se encuentran seriamente amenazados, (Horta-Puga y Tello-Musi, 2009).

Estudios realizados en varios arrecifes de coral del Caribe muestran una cobertura de esponjas de hasta 24% en substratos duros en arrecifes abiertos expuestos a la luz y hasta 54% en hábitats crípticos y de bajo nivel de escombros (Díaz y Rützler, 2001). En los arrecifes de coral del Caribe las esponjas se encuentran entre los cuatro organismos más abundantes, en términos de cobertura del área, junto con algas, corales escleractinios y octocorales (Rützler, 1970; Sarà, 1970).

Algunas de las causas más importantes para que las esponjas tengan la capacidad de cubrir a otros organismos y evitar ser dominadas por ellos, son la

plasticidad morfológica que poseen, la capacidad de unirse unas a otras sin causar daños (Rützler, 1970; Sarà, 1970), y la química diversa que presentan (Faulkner, 1995).

En el Sistema Arrecifal Veracruzano, la cobertura general que no está cubierta por coral vivo es de 80.9%, en el arrecife Isla Verde en la zona del sotavento es alrededor del 58.5%, en Galleguilla es de 78.2%, en Isla Sacrificios es de 76.5%, en Pájaros es del 77.9%, y en Hornos en la zona de barlovento es de 99.6% (Horta-Puga y Tello-Musi, 2009; Horta-Puga, 2015) por lo que éste substrato disponible puede ser colonizado por otros grupos bentónicos como las esponjas debido a su amplia tolerancia ecológica y elevada biomasa, que frecuentemente supera la de los corales, lo que determina que sean buenos competidores por el espacio (Díaz y Rützler, 2001).

Tomando en cuenta que la estructura en los sistemas arrecifales es muy variable, espacial como temporal (Glynn, 1976); se ha establecido que la distribución y composición de los organismos que componen al arrecife coralino, son el reflejo de las variaciones en las condiciones ambientales, procesos históricos, la dinámica de sus comunidades y de las complejas relaciones ecológicas entre las especies coexistentes (Días-Pulido *et al.*, 2004). Por tanto el estudio de la estructura en los sistemas arrecifales, permite identificar los factores bióticos y abióticos que afectan la abundancia, cobertura y densidad poblacional de las especies sésiles que lo conforman (Glynn, 1976).

Justificación.

Los arrecifes del Golfo de México son considerados arrecifes de gran interés ecológico, debido a sus características biogeográficas y a su desarrollo bajo condiciones de estrés, ya que están sujetos a una fuerte presión ambiental ocasionada por el creciente desarrollo portuario, la industria petrolera y otras actividades humanas como la pesca y el turismo. Entre estos arrecifes, se encuentra el Sistema Arrecifal Veracruzano, y los arrecifes ubicados en la región Norte del mismo son los más afectados por estas cuestiones, ya que es la región que más se ha desarrollado desde el punto de vista urbano y por ende, es la zona con mayor estrés medioambiental (Horta-Puga y Tello-Musi, 2015). Por otra parte la realización del nuevo Puerto de Veracruz traerá consigo nuevos cambios, y como consecuencia, la incorporación de nutrientes a las zonas de arrecifes coralinos, lo que facilita el sobrecrecimiento de algas, quienes son de los principales organismos competidores por espacio.

Como ya se mencionó anteriormente, las esponjas son buenos bioindicadores de la calidad ambiental, por lo tanto este trabajo permite comparar la estructura en la riqueza y cobertura de las especies de esponjas a lo largo del tiempo y entre arrecifes y estos cambios pueden ser atribuidos a factores como la cercanía de los arrecifes a la costa, la competencia por espacio con otros organismos o la temporalidad.

Objetivos.

Objetivo general.

- Analizar la cobertura de la comunidad de esponjas y su variación, en el talud de sotavento de cinco arrecifes del grupo norte del SAV (Hornos, Galleguilla, Isla Sacrificios, Pájaros e Isla Verde) durante el periodo 2009-2015.

Objetivos particulares.

- Identificar al nivel taxonómico más bajo posible a los organismos del Filo Porifera.
- Comparar la cobertura espacio-temporal de esponjas entre 5 arrecifes del grupo norte del SAV (Hornos, Galleguilla, Isla Sacrificios, Pájaros e Isla Verde) en el periodo 2009-2015.
- Establecer cuáles fueron las especies de esponjas más importantes con base a su cobertura y frecuencia, en los 5 arrecifes durante el periodo 2009-2015.
- Elaborar una lista taxonómica con las especies determinadas en este estudio, ordenándolas sistemáticamente con base en la propuesta taxonómica de Van Soest, 2018.
- Elaborar un catálogo de las especies encontradas haciendo una diagnosis del orden y familia a la cual pertenecen y una descripción de la especie o género.

Materiales y métodos.

Área de estudio.

El Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) es el sistema de arrecifes más desarrollado del estado de Veracruz. Tiene 27 arrecifes y seis islas, tiene cuatro arrecifes costeros y el resto son plataformas arrecifales (Fig. 1). De estos, 19 son emergidos y cuatro están sumergidos.

Los arrecifes de plataforma emergidos son: Galleguilla, Gallega, Anegada de Adentro, Blanquilla, Isla Verde, Pájaros, Isla de Sacrificios, Mersey, Topatillo, Santiaguillo, Anegadilla, De en medio, Polo, Los Bajitos, Chopas, Blanca, Rizo y Cabezo. Los arrecifes tipo parche son Terranova, La Palma, Sargazo y Periferico y finalmente están los arrecifes costeros Punta Gorda, Hornos, Ingenieros y Glote. (Ortiz *et al.*, 2013)

El SAV tiene tres categorías de protección. Ha sido un parque nacional desde 1992 y fue declarado como Reserva de la Biosfera por la UNESCO desde 2006. Además, fue registrado por el gobierno mexicano como un humedal de importancia internacional en la lista de Ramsar en 2004. Hasta el día de hoy no existe un programa de gestión para el área protegida, lo que dificulta la realización de acciones de gestión y conservación adecuadas (Ortiz *et al.*, 2013).

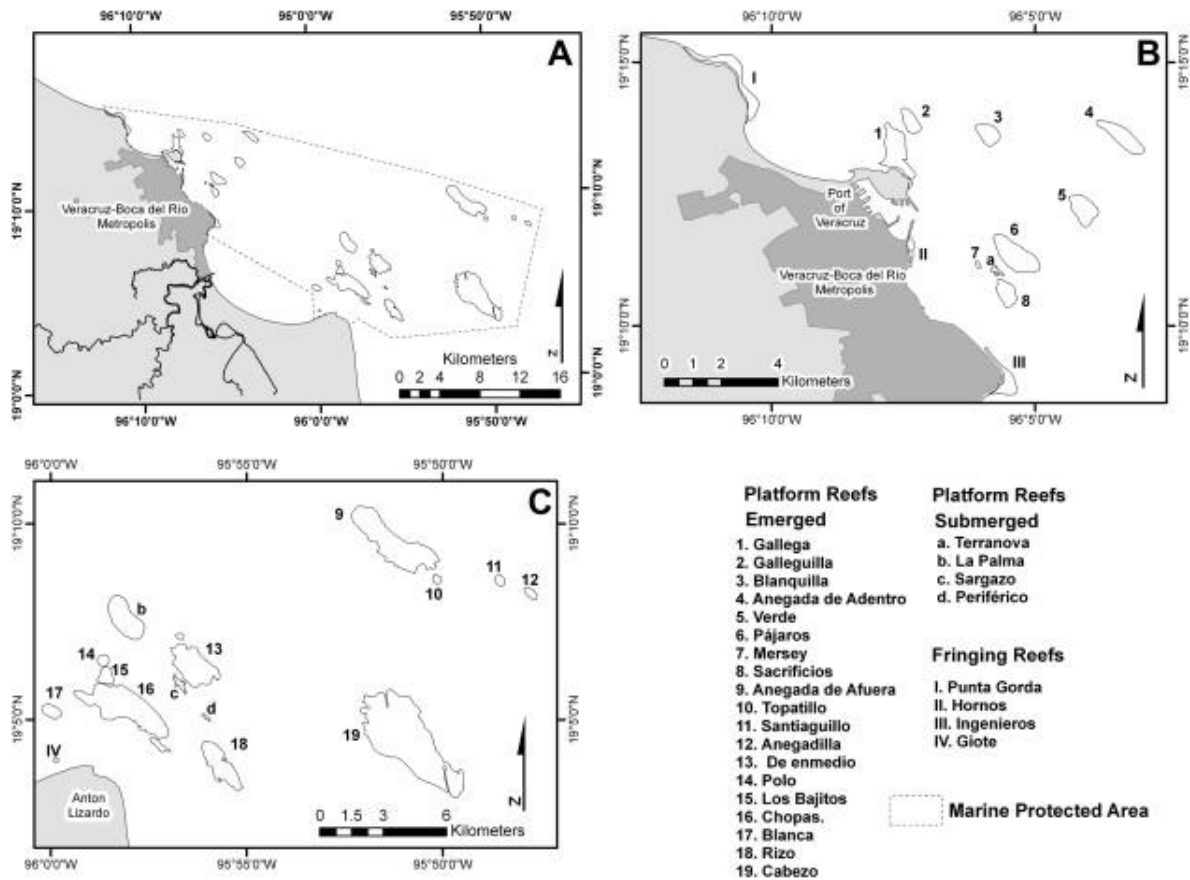


Figura 1. Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (A). Incluye dos subsistemas de arrecifes. B) Subsistema Veracruz. C) Subsistema Antón Lizardo (tomado de Ortiz et al., 2013)

El SAV se encuentra situado frente al Puerto de Veracruz y al poblado de Antón Lizardo en el sur del Golfo de México (GOM). Es el sistema arrecifal más extenso del GOM y representa el límite occidental de distribución de los arrecifes coralinos en el Atlántico Tropical (Tunnell 1988, Carricart-Ganivet y Horta-Puga 1993).

El clima general donde se desarrolla el SAV es subtropical a tropical, con una temperatura anual entre 26° y 28°C. El SAV presenta una temporada lluviosa y seca; la temporada lluviosa se extiende de junio a octubre y alcanza el nivel máximo en septiembre con 104.2 mm mes⁻¹. La primavera es la temporada de seca, siendo abril el mes más seco, con una precipitación promedio de 12.8 mm mes⁻¹ (Carricart-Ganivet y Horta-Puga, 1993; Carrillo *et al.*, 2010).

A continuación, se presenta una breve descripción de la geomorfología arrecifal general con base en la información disponible (Jordán-Dahlgren y Rodríguez Martínez, 2003; Jordán-Dahlgren, 2004).

Los arrecifes de tipo plataforma, se caracterizan por elevarse del piso marino de profundidades máximas de 40 m, presentando un crecimiento coralino activo desde los 25-27 m hasta la superficie. Estos arrecifes presentan un talud arrecifal en todas direcciones, y su eje mayor está orientado en dirección NW-SE, presentando en algunos casos una porción emergida o cayo en la zona SE. Cada arrecife se divide en:

- 1) Talud de barlovento o arrecife frontal, situado hacia mar abierto, caracterizado por un crecimiento más activo y mayor cobertura coralina, puede presentar un sistema de canales para disipación de la energía del oleaje y escape de sedimentos, en general en esta zona las aguas son relativamente claras con pocos sólidos en suspensión
- 2) Cresta arrecifal o zona de bloques, se localiza hacia el margen E del arrecife, es una zona de máxima energía por el constante batir del oleaje el cual rompe en esta zona, su profundidad no va más allá de 3 m, y se ve ampliamente afectada por las fluctuaciones de la marea, está constituida básicamente por bloques de coral muerto, el crecimiento coralino está muy restringido
- 3) Planicie arrecifal (también denominada plataforma o laguna arrecifal), representa la parte superior del arrecife, donde localizamos comunidades someras dispersas de corales, ceibadales (comunidades de pastos marinos) y otras especies, las profundidades fluctúan entre 0.5-2.0 m, las aguas son claras con escaso movimiento
- 4) Talud de sotavento o arrecife posterior, se localiza hacia el W, es una zona de crecimiento coralino activo, hasta los 20 m de profundidad aproximadamente, generalmente con menor cobertura pero mayor diversidad coralina que el talud frontal, las aguas presentan poco movimiento y mucho material sólido en suspensión.

A continuación se presenta una breve descripción de los arrecifes en donde se realizó el estudio (Fig. 2).

Hornos:

Arrecife de tipo costero, se localiza a los 19°11'29" N y 96°07'19" W, abarca un 1 km de costa y su parte más ancha mide 250 m. Arrecife altamente perturbado justado justo frente a la ciudad, afectado directamente por la descarga de efluentes pluviales, tráfico de embarcaciones menores y turismo (Carricart-Ganivet y Horta-Puga, 1993).

Galleguilla:

Es un arrecife de tipo plataforma, se localiza a los 19°13'53" N y 96°07'37" W a 2 km de la costa. Mide 1 km en su eje más largo (NW-SE) con 1 km de ancho. Arrecife considerado como altamente perturbado, se encuentra localizado cerca de la descarga de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad y de las instalaciones portuarias (Carricart-Ganivet y Horta-Puga, 1993).

Isla de Sacrificios:

Es un arrecife de tipo plataforma, se localiza a los 19°10'26" N y 96°05'326" W a 1.4 km de la costa. Mide 1 km en su eje más largo (NW-SE) con 500 m de ancho. Presenta un cayo emergido conocido como Isla de Sacrificios, es un arrecife poco impactado (Carricart-Ganivet y Horta-Puga, 1993).

Pájaros:

Arrecife de tipo plataforma, se localiza a los 19°10 '50" N y 96°05'43" W a 2.5 km de la costa. Mide 1.8 km en su eje más largo (NW-SE) con 750 m de ancho. Presenta un pequeño cayo que emerge durante la bajamar conocido con el nombre de Cancuncito. Arrecife moderadamente impactado por la actividad turística y el anclaje de embarcaciones menores (Carricart-Ganivet y Horta-Puga, 1993).

Isla Verde:

Es un arrecife de tipo plataforma, se localiza a los 19°11'50" N y 96°04'06" W a 5.3 km de la costa. Mide 1.1 km en su eje más largo (NW-SE) con 750 m de ancho. Presenta un cayo emergido de 225 m de largo por 125 de ancho conocido como

Isla Verde. Arrecife moderadamente impactado por la actividad pesquera (Carricart-Ganivet y Horta-Puga, 1993).



Figura 2. Mapa del Sistema Arrecifal Veracruzano. Imagen tomada y modificada de: <https://www.google.com.mx/maps>. A. Sistema Arrecifal Veracruzano. B. Arrecifes del Grupo Norte del SAV.

Finalmente, los arrecifes de SAV están ubicados en un área fuertemente impactada. Se han identificado 17 tipos diferentes de impactos ambientales asociados con 50 causas diferentes de origen humano y natural (Ortiz-Lozano, 2012). Si bien no existe una evaluación precisa de los impactos en el área, se puede decir que el desarrollo urbano del área metropolitana de Veracruz y la presencia del Puerto de Veracruz han sido responsables de la mayor parte del deterioro de las condiciones del arrecife. A pesar de ser un área protegida desde agosto de 1992, el gobierno federal mexicano, a través del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, comenzó en 2011 un procedimiento legal para modificar los límites del área protegida, excluyendo un arrecife de borde llamado Punta Gorda.

Trabajo en campo.

Para la realización de este trabajo se utilizó la base de datos generada en el proyecto de monitoreo del SAV, CONABIO GM005, en donde se incluyó a 10 arrecifes, 5 del grupo Norte (Hornos, Galleguilla, Sacrificios, Pájaros e Isla Verde) y 5 del grupo Sur (Anegada de Afuera, Blanca, Cabezo, Chopas e Isla de Enmedio), de los cuales solo se trabajó con los arrecifes del grupo Norte. Se realizaron 12 campañas durante los años 2009 al 2015 en la temporada de secas (marzo-abril) y lluvias (septiembre-octubre) del talud de sotavento, a excepción del arrecife Hornos ya que al carecer de esta zona se muestreo en el talud de barlovento. En cada temporada del año se tomaron 120 fotografías en promedio, en un área delimitada por un cuadrante construido con tubos de PVC de 25x25 cm, los cuales fueron ubicados en posición paralela a la línea de la cresta y/o al contorno del talud arrecifal entre 9-12 m de profundidad, siempre en la misma zona de muestreo ya establecida (Fig. 3).



Figura 3. Buzo tomando los foto-cuadrantes contruidos con tubos de PVC.

Sin embargo, el muestreo tiene ciertas limitaciones, ya que fue diseñado para determinar la cobertura de la comunidad algal y no de invertebrados sésiles de gran tamaño, como es el caso de las esponjas, por lo que cada cuadrante fue colocado en el fondo sobre un sustrato rocoso en áreas carentes de invertebrados sésiles grandes (>25cm), por lo que la información que se puede extraer de estos foto-cuadrantes representa solamente aquellas especies de esponjas incrustantes.

Identificación de los organismos.

De los foto-cuadrantes tomados en campo se procedió a la identificación de las esponjas, se revisó la guía ilustrada *The Sponge Guide* (Zea *et al.*, 2014) y se corroboró la información de las especies en *World Porifera DataBase* (Van Soest *et al.* 2018), con las que se hicieron identificaciones al nivel taxonómico más bajo posible. Las determinaciones taxonómicas fueron corroboradas por expertos (D. Ugalde, P, Gómez)

Con base en los datos obtenidos se elaboró una lista taxonómica siguiendo los criterios de Van Soest *et al.*, (2018).

Trabajo de gabinete.

A cada foto-cuadrante se le dio un tratamiento con Nero PhotoSnap para resaltar los colores y para aumentar la nitidez de la fotografía cambiando el brillo y contraste de la misma (Fig. 4).

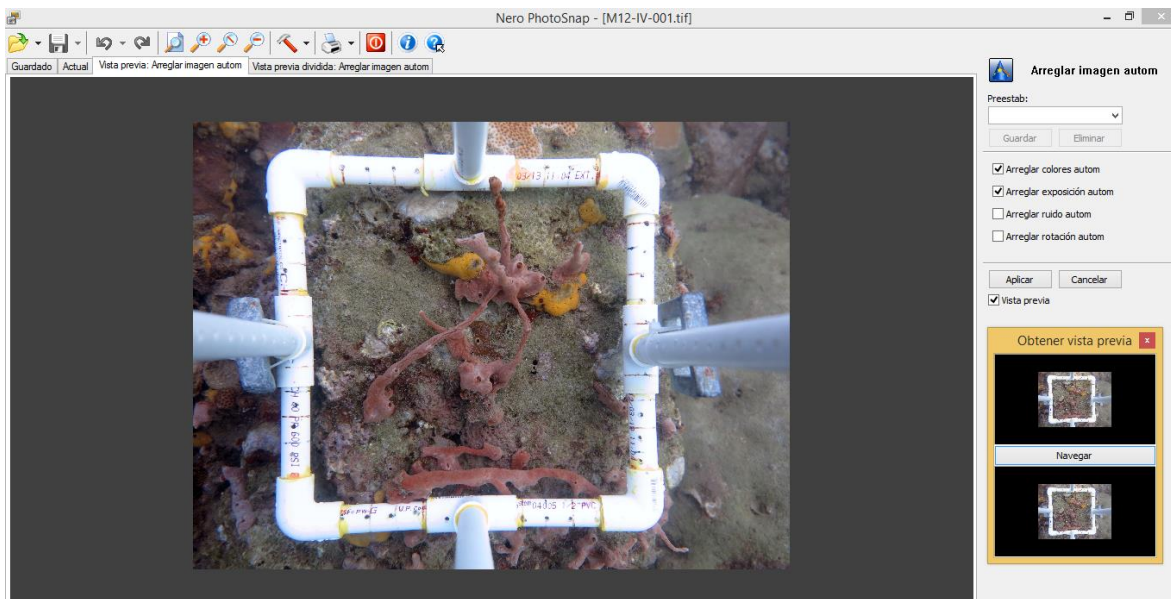


Figura 4. Tratamiento a cada foto-cuadrante con el programa Nero PhotoSnap.

La cobertura de las esponjas se obtuvo midiendo el área ocupada por individuo con ayuda del programa Image J 1.50i (Fig. 5) en donde primero se abría el foto-cuadrante seleccionando “File” → “Open”, seguido de esto se seleccionaba el ícono de línea para medir el ancho del cuadrante y sacar su respectiva escala seleccionando “Analyze” → “Set Scale” → “Known distance” y se escribía 25 cm, la cual es la medida de cada foto-cuadrante. Una vez que estaba establecida la escala a trabajar, se procedió a medir la cobertura de cada esponja con ayuda del ícono de “Polygon selections” y para obtener el área en cm^2 se seleccionaba “Analyze” → “Measure” y se desplegaba un cuadro con las medidas obtenidas.

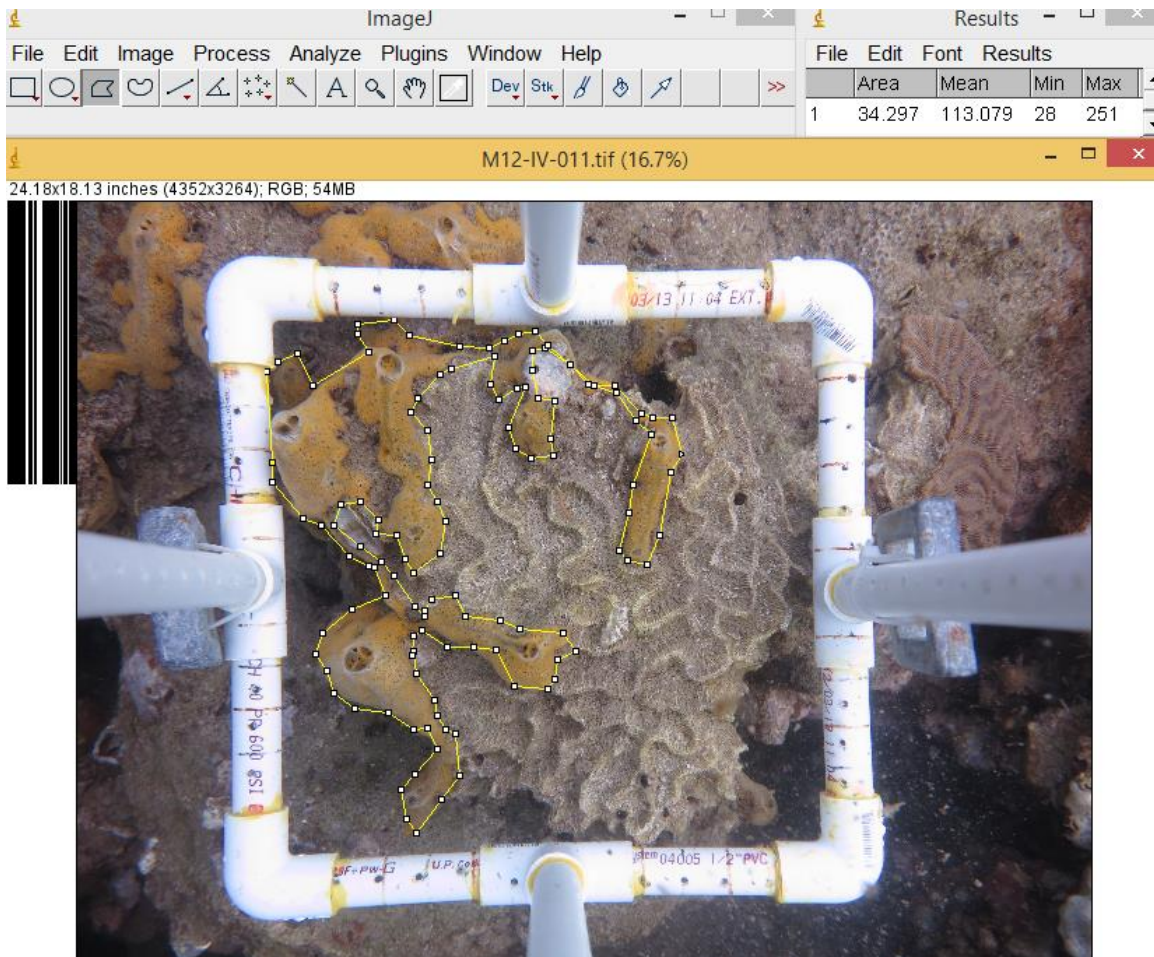


Figura 5. Procedimiento para medir la cobertura de esponjas con el programa Image J.

Toda la información fue puesta en una matriz de datos en Excel, donde las Unidades de muestra (foto-cuadrantes) se colocaron en las filas y las especies, arrecifes, años y época en las columnas, para el posterior análisis estadístico.

Análisis de datos.

La cobertura relativa de las esponjas se obtuvo mediante la siguiente fórmula: (Cobertura total de cada especie / cobertura total de todas las especies) x 100.

A partir de la matriz original de coberturas de especies se construyeron matrices de disimilitud de Bray-Curtis, utilizando la transformación de raíz cuarta, para darle

mayor peso a las especies raras. A partir de esta matriz de disimilitud, se realizaron ordenaciones multivariadas (nMDS) para ilustrar los patrones en la estructura de las comunidades de esponjas. Se utilizó un análisis de varianza multivariado, basado en permutaciones (PERMANOVA) de tres factores (arrecife, época y año), para someter a prueba la hipótesis nula de que no existen diferencias en las comunidades entre los arrecifes, las épocas (lluvias-secas) o los años (Anderson 2001; McArdle y Anderson 2001). Se construyeron las hipótesis nulas mediante la permutación de residuales bajo el modelo reducido (Anderson, 2001).

Para complementar esta información se realizó una prueba de T para comprobar si hay significativas entre temporadas de lluvias y secas y finalmente se realizó un análisis de correlación de varianzas entre el espacio disponible y el espacio ocupado por esponjas para demostrar si existe una relación (aumento-disminución) entre la cobertura de esponjas y el espacio disponible.

Catálogo

Finalmente se elaboró un catálogo con los diferentes morfotipos observados, organizado por órdenes, familias, géneros y especies. Además se incluyó el nombre científico, diagnosis, hábitat, distribución, fotografía, observaciones y material examinado (número de foto-cuadrantes).

Resultados.

Como resultado del análisis de 6,242 foto-cuadrantes, equivalente a 390.1 m² de 5 arrecifes y 12 campañas semestrales en el periodo 2009-2015, se identificaron 36 especies de esponjas de las cuales sólo 24 se pudieron identificar hasta nivel específico (Tabla 1), 6 morfotipos sólo se pudieron identificar hasta género, un morfotipo quedó identificado a nivel familia y 5 a nivel de clase.

Tabla 1. Listado sistemático de las especies de esponjas encontradas en los arrecifes Isla Verde, Galleguilla, Hornos, Isla Sacrificios y Pájaros.

Clase	Orden	Familia	Especie
Demospongiae	Poecilosclerida	Mycalidae	<i>Mycale laevis</i> (Carter, 1882)
		Crambeidae	<i>Monanchora arbuscula</i> (Duchassaing y Michelotti, 1864)
		Microcionidae	<i>Clathria venosa</i> (Alcolado, 1984)
		Desmacellidae	<i>Neofibularia nolitangere</i> (Duchassaing y Michelotti, 1864)
		Desmacididae	<i>Desmapsamma anchorata</i> (Carter, 1882)
		Tedaniidae	<i>Tedania ignis</i> (Duchassaing y Michelotti, 1864)
		Iotrochotidae	<i>Iotrochota birotulata</i> (Higgin, 1877)
		Raspailiidae	<i>Ectyoplasia ferox</i> (Duchassaing y Michelotti, 1864)
		Hadromerida	Clionidae
	<i>Cliona varians</i> (Duchassaing y Michelotti, 1864)		
	Spirastrellidae		<i>Spirastrella coccinea</i> (Schmidt, 1868)
	Verongida	Aplysinidae	<i>Verongula rigida</i> (Esper, 1794)
			<i>Aiolochoia crassa</i> (Hyatt, 1875)
			<i>Aplysina fistularis</i> (Pallas, 1766)
	Dictyoceratida	Dysideidae	<i>Dysidea etheria</i> (De Laubenfels, 1936)
		Irciniidae	<i>Ircinia aff fasciculata</i> (Pallas, 1766)
	Agelasida	Agelasidae	<i>Agelas wiedenmayeri</i> (Alcolado, 1984)
	Haplosclerida	Phloeodictyidae	<i>Siphonodictyon coralliphagum</i> (Rützler, 1971)
			Petrosiidae
		<i>Neopetrosia próxima</i> (Duchassaing y Michelotti, 1864)	
Niphatidae		<i>Amphimedon compressa</i> (Duchassaing y Michelotti, 1864)	
		<i>Niphates erecta</i> (Duchassaing y Michelotti, 1864)	
	Callyspongiidae	<i>Callyspongia armígera</i> (Duchassaing y Michelotti, 1864)	

De las 36 especies registradas, 14 fueron comunes en todos los arrecifes: *Monanchora arbuscula*, *Clathria venosa*, *Desmapsamma anchorata*, *Tedania ignis*, *Iotrochora* sp., *Ectyoplasia ferox*, *Cliona* sp., *Cliona varians*, *Amphimedon compressa*, *Aiolochoia crassa*, *Aplysina fistularis*, *Dysidea etheria*, *Ircinia aff fasciculata* y *Neopetrosia proxima* (Tabla 2).

Tabla 2. Especies de esponjas comunes para los arrecifes Isla Verde, Galleguilla, Hornos, Isla Sacrificios y Pájaros.

Se marca con (++) a las especies comunes por arrecifes.

Espece	Hornos	Galleguilla	Isla Sacrificios	Pájaros	Isla Verde
<i>Agelas sp.</i>		*	*	*	*
<i>Agelas wiedenmayeri</i>			*		
<i>Aiolochoxia crassa ++</i>	*	*	*	*	*
<i>Amphimedon compressa ++</i>	*	*	*	*	*
<i>Amphimedon sp.</i>	*	*	*	*	
<i>Aplysina fistularis ++</i>	*	*	*	*	*
<i>Aplysina sp.</i>					*
<i>Callyspongia armígera</i>	*		*		
<i>Clathria venosa ++</i>	*	*	*	*	*
<i>Cliona delitrix</i>				*	
<i>Cliona sp. ++</i>	*	*	*	*	*
<i>Cliona varians ++</i>	*	*	*	*	*
<i>Desmapsamma anchorata ++</i>	*	*	*	*	*
<i>Dysidea etheria ++</i>	*	*	*	*	*
<i>Ectyoplasia ferox ++</i>	*	*	*	*	*
<i>Iotrochota birotulata</i>	*				
<i>Iotrochota sp. ++</i>	*	*	*	*	*
<i>Ircinia aff fasciculata ++</i>	*	*	*	*	*
<i>Ircinia sp.</i>	*	*	*		
<i>Monanchora arbuscula ++</i>	*	*	*	*	*
<i>Mycale laevis</i>		*	*	*	*
<i>Mycale sp.</i>	*		*		
<i>Neofibularia nolitangere</i>		*			
<i>Neopetrosia próxima ++</i>	*	*	*	*	*
<i>Neopetrosia</i>					*

<i>subtriangularis</i>					
<i>Niphates erecta</i>	*		*	*	
<i>Niphatidae</i>					*
<i>Siphonodictyon coralliphagum</i>		*	*		*
Sp. 1					*
Sp. 2	*		*		*
Sp. 3		*	*		*
Sp. 4	*			*	*
Sp. 5	*				
<i>Spirastrella coccinea</i>		*			*
<i>Tedania ignis ++</i>	*	*	*	*	*
<i>Verongula rigida</i>			*	*	*
Total	23	22	26	21	26

Del área total muestreada para los 5 arrecifes, el 4.4% fue cubierta por esponjas (Fig. 6).

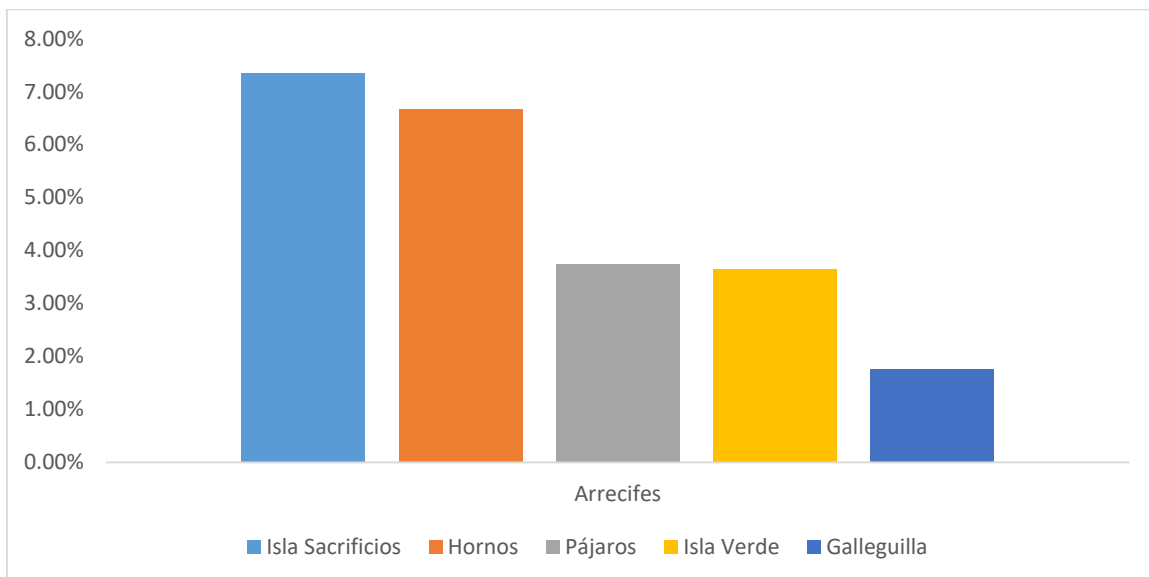


Figura 6. Porcentaje de la cobertura de esponjas en los arrecifes de Isla Sacrificios, Hornos, Pájaros, Isla Verde y Galleguilla.

Las esponjas con mayor cobertura en los cinco arrecifes fueron *Amphimedon compressa* (30.3%), *Desmapsamma anchorata* (15.3%), *Clathria venosa* (7.4%) y *Mycale laevis* (7.1%) sumando el 60% de la cobertura total de las esponjas (Tabla 3).

Tabla 3. Cobertura de esponjas en porcentaje por arrecifes, en donde se ordenan alfabéticamente.

Especie	Hornos	Galleguilla	Sacrificios	Pájaros	Isla Verde	Porcentaje total (%)
<i>Agelas sp.</i>	-	0.6	0.1	1.2	0.04	0.3
<i>Agelas wiedenmayeri</i>	-	-	0.9	-	-	0.2
<i>Aiolochoxia crassa</i>	0.7	1.1	2.9	1.3	1.3	1.8
<i>Amphimedon compressa</i>	47.0	33.7	26.2	30.7	4.8	30.3
<i>Amphimedon sp.</i>	13.3	0.6	0.3	0.02	-	3.6
<i>Aplysina fistularis</i>	0.7	7.3	8.1	5.7	2.0	4.9
<i>Aplysina sp.</i>	-	-	-	-	0.02	0.007
<i>Callyspongia armígera</i>	0.2	-	1.9	-	-	0.6
<i>Clathria venosa</i>	8.6	3.7	11.4	3.6	2.3	7.4
<i>Cliona delitrix</i>	-	-	-	0.1	-	0.02
<i>Cliona sp</i>	9.7	2.0	1.9	5.0	2.6	5.1
<i>Cliona varians</i>	5.2	3.4	1.9	0.9	0.01	2.4
<i>Desmapsamma anchorata</i>	1.3	18.4	18.3	18.7	13.2	15.3
<i>Dysidea etheria</i>	0.8	5.8	0.5	0.3	0.3	1.09
<i>Ectyoplasia ferox</i>	0.6	4.0	3.6	8.2	0.2	3.1
<i>Iotrochota birotulata</i>	0.2	-	-	-	-	0.06
<i>Iotrochota sp.</i>	1.5	10.4	6.5	4.1	4.7	5.6
<i>Ircinia aff fasciculata</i>	0.02	1.5	2.8	0.6	0.1	1.1
<i>Ircinia sp.</i>	0.05	0.2	0.1	-	-	0.07
<i>Monanchora arbuscula</i>	0.7	0.5	4.6	8.1	2.3	3.8
<i>Mycale laevis</i>	-	3.6	4.1	7.5	12.2	7.1
<i>Mycale sp.</i>	1.2	-	0.06	-	-	0.3
<i>Neofibularia nolitangere</i>	-	0.2	-	0.2	-	0.06
<i>Neopetrosia próxima</i>	0.04	0.3	0.1	0.6	0.09	0.2
<i>Neopetrosia subtriangularis</i>	-	-	-	-	0.1	0.04
<i>Niphates erecta</i>	5.2	-	1.7	0.2	-	1.9
<i>Niphatidae</i>	-	-	-	-	0.1	0.06
<i>Siphonodictyon coralliphagum</i>	-	0.3	0.003	-	0.07	0.05
Sp. 1	-	0.06	-	-	0.4	0.1
Sp. 2	1.9	-	0.06	-	0.3	0.6
Sp. 3	-	0.5	0.02	-	0.2	0.1
Sp. 4	0.1	-	-	0.5	0.03	0.1

Sp. 5	0.1	-	-	-	-	0.03
<i>Spirastrella coccinea</i>	-	0.6	-	-	0.5	0.2
<i>Tedania ignis</i>	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	0.4
<i>Verongula rigida</i>	-	-	0.9	0.1	0.9	0.6

Tabla 4. Frecuencia relativa % de esponjas en los arrecifes Hornos, Galleguilla, Isla Sacrificios, Pájaros e Isla Verde.

Espece	Hornos	Galleguilla	Sacrificios	Pájaros	Isla Verde
<i>Agelas sp.</i>	-	0.1	0.07	0.8	0.1
<i>Agelas wiedenmayeri</i>	-	-	0.7	-	-
<i>Aiolochoiria crassa</i>	1.7	1.3	3.8	1.7	3.9
<i>Amphimedon compressa</i>	35.0	24.6	18.5	26.3	12.0
<i>Amphimedon sp.</i>	14.2	1.2	0.4	0.1	-
<i>Aplysina fistularis</i>	1.3	14.7	12.7	15.5	8.2
<i>Aplysina sp.</i>	-	-	-	-	0.3
<i>Callyspongia armigera</i>	0.4	-	1.1	-	-
<i>Clathria venosa</i>	7.6	2.4	7.0	1.1	2.1
<i>Cliona delitrix</i>	-	-	-	0.1	-
<i>Cliona sp</i>	13.9	7.5	7.6	17.8	25.5
<i>Cliona varians</i>	2.1	1.0	0.5	0.4	0.1
<i>Desmapsamma anchorata</i>	1.0	11.2	14.2	10.0	15.8
<i>Dysidea etheria</i>	2.8	8.1	2.3	1.3	2.1
<i>Ectyoplasia ferox</i>	1.0	8.9	7.5	9.9	0.7
<i>Iotrochota birotulata</i>	0.09	-	-	-	-
<i>Iotrochota sp.</i>	0.7	5.0	4.6	2.4	7.5
<i>Ircinia aff fasciculata</i>	0.09	2.1	2.2	0.6	0.5
<i>Ircinia sp.</i>	0.09	0.1	0.07	-	-
<i>Monanchora arbuscula</i>	2.3	0.1	4.7	3.1	4.6
<i>Mycale laevis</i>	-	4.4	6.9	5.9	24.3
<i>Mycale sp.</i>	1.3	-	0.1	-	-
<i>Neofibularia nolitangere</i>	-	0.1	-	0.1	-
<i>Neopetrosia próxima</i>	0.1	0.4	0.1	0.6	0.6
<i>Neopetrosia subtriangularis</i>	-	-	-	-	0.2

<i>Niphates erecta</i>	11.5	-	2.6	0.4	-
<i>Niphatidae</i>	-	-	-	-	0.6
<i>Siphonodictyon coralliphagum</i>	-	3.3	0.07	-	3.5
Sp. 1	-	0.1	-	-	1.9
Sp. 2	0.6	-	0.07	-	0.1
Sp. 3	-	0.3	0.7	-	0.2
Sp. 4	0.1	-	-	0.4	0.1
Sp. 5	0.3	-	-	-	-
<i>Spirastrella coccinea</i>	-	1.3	-	-	6.2
<i>Tedania ignis</i>	0.4	0.6	0.4	0.2	0.6
<i>Verongula rigida</i>	-	-	0.8	0.1	0.2

Hornos

Se analizó un total de 1,440 foto-cuadrantes equivalente a 90 m² en donde se encontraron 23 especies, las cuales tuvieron una cobertura total de 6.6% sobre el arrecife. Las esponjas con mayor cobertura fueron *Amphimedon compressa* (47%), *Amphimedon* sp. (13.3%), *Cliona* sp. (9.7%) y *Clathria venosa* (8.6%) sumando el 78.7% de la cobertura total en el arrecife (Fig. 8). En la figura 7 se observa que en el arrecife Hornos no existe una tendencia hacia el aumento de la cobertura en época de secas y lluvias, con valores de R² de 0.115 y 0.0963 respectivamente.

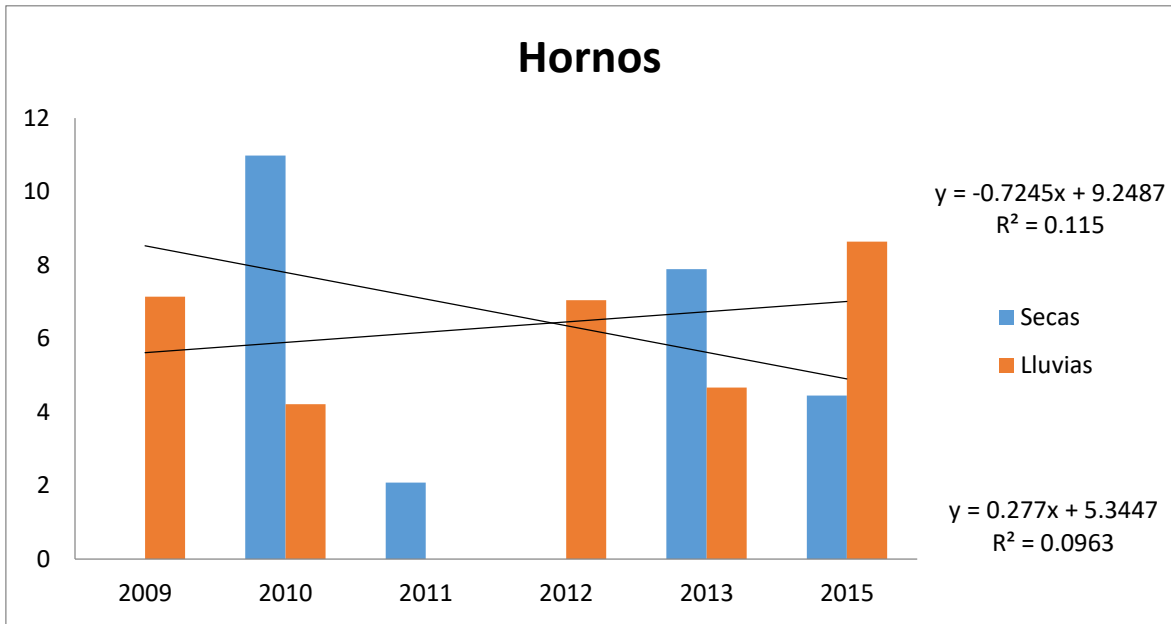


Figura 7. Porcentaje de la cobertura de esponjas en las temporadas de lluvias y secas en el arrecife Hornos.

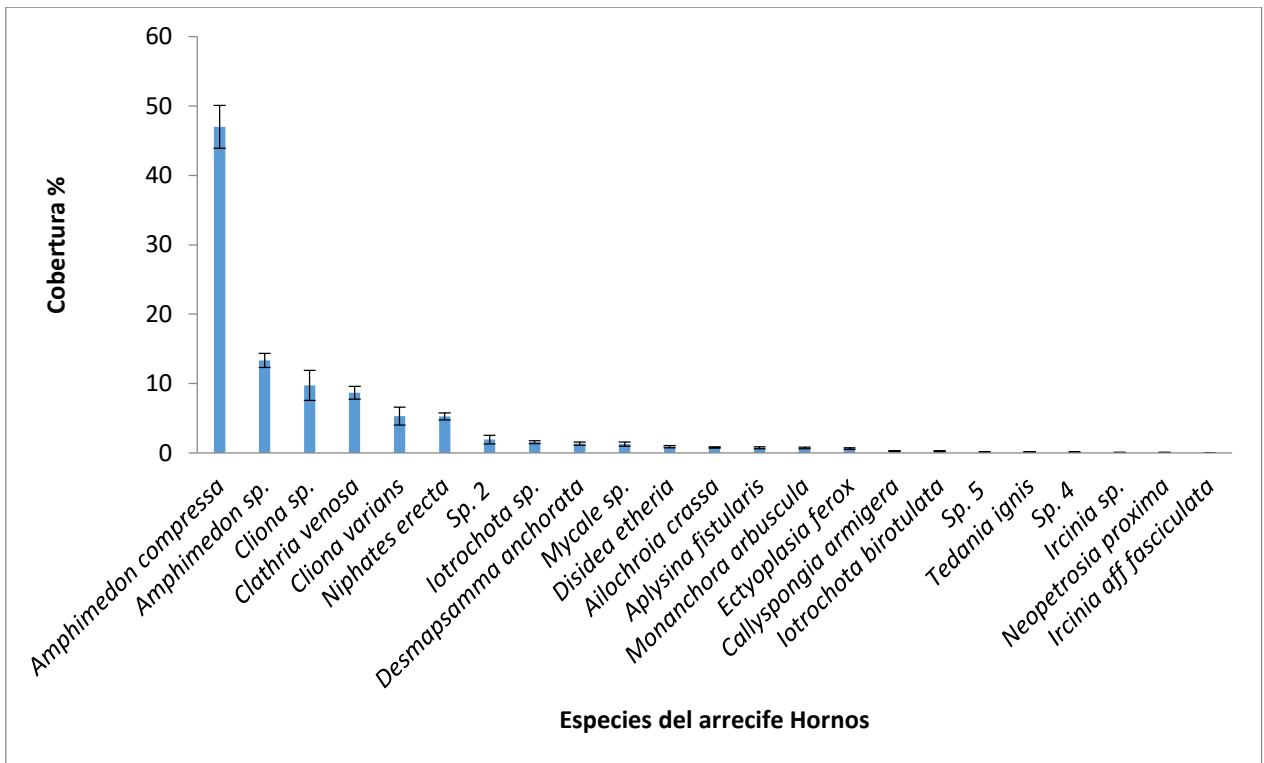


Figura 8. Cobertura relativa de las especies del arrecife Hornos.

Galleguilla

Se analizó un total de 1,449 foto-cuadrantes equivalente a 90.5 m² en donde se encontraron 22 especies, las cuales tuvieron una cobertura total de 1.7% sobre el arrecife. Las esponjas con mayor cobertura fueron *Amphimedon compressa* (33.7%), *Desmapsamma anchorata* (18.4%), *Iotrochota* sp. (10.4%) y *Ectyoplasia ferox* (4.07%) sumando el 66.5% de la cobertura total en el arrecife (Fig. 10). En la figura 9 se observa que en el arrecife Galleguilla no existe una tendencia hacia el aumento de la cobertura en época de secas y lluvias, con valores de R² de 0.0342 y 0.6057 respectivamente.

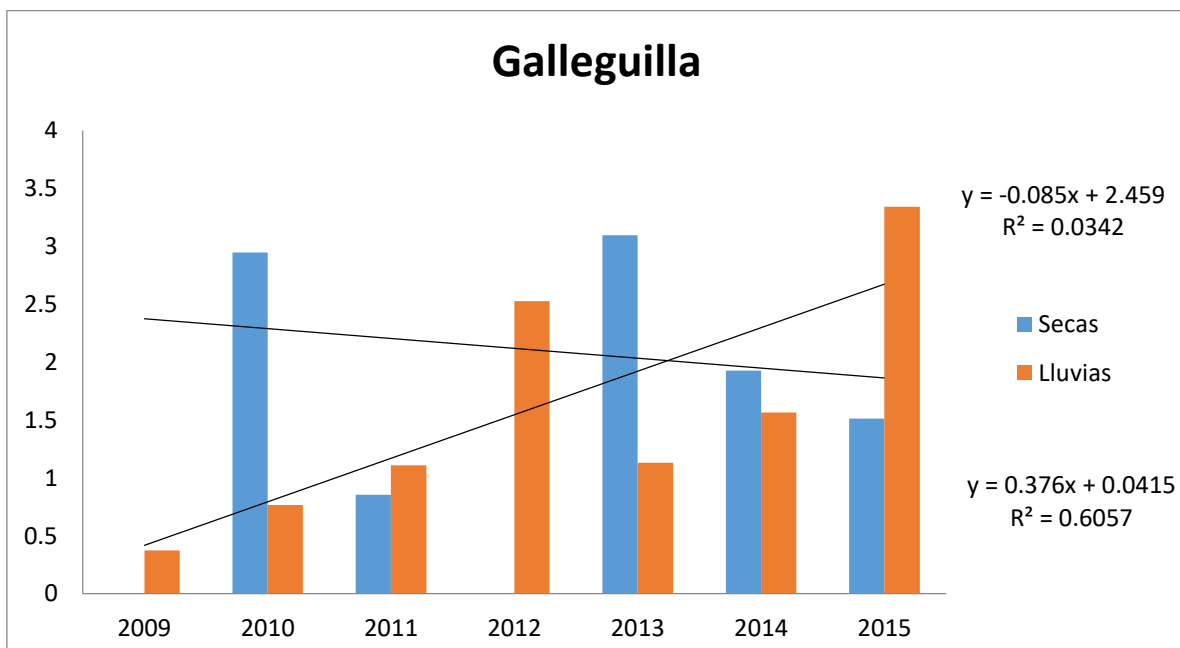


Figura 9. Porcentaje de la cobertura de esponjas en las temporadas de lluvias y secas en el arrecife Galleguilla.

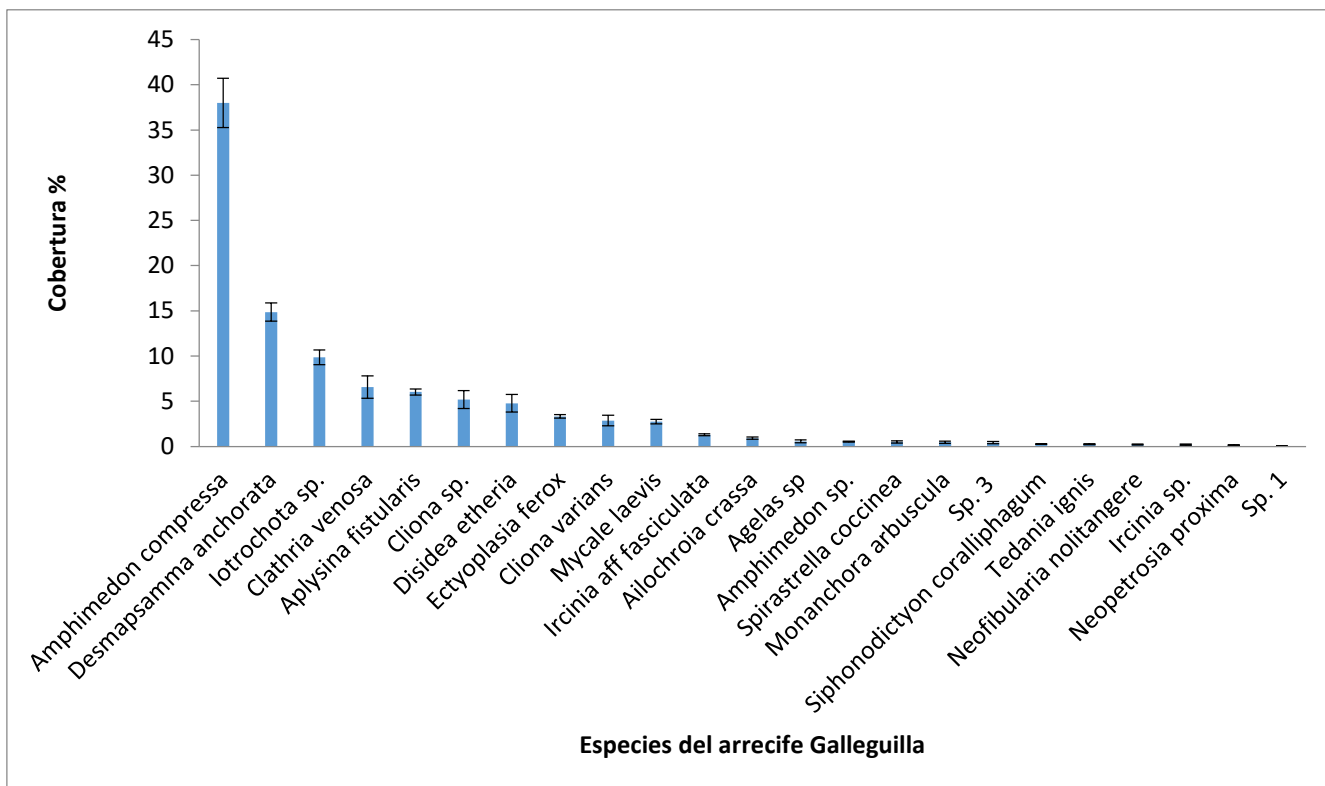


Figura 10. Cobertura relativa de las especies del arrecife Galleguilla.

Isla Sacrificios

Se analizó un total de 1,347 foto-cuadrantes equivalente a 84.1 m² en donde se encontraron 27 especies, las cuales tuvieron una cobertura total de 7.3% en el 76.5% de espacio disponible sobre el arrecife. Las esponjas con mayor cobertura fueron *Amphimedon compressa* (26.2%), *Desmapsamma anchorata* (18.3%), *Clathria venosa* (11.4%) y *Aplysina fistularis* (8.1%) sumando el 64.7% de la cobertura en el arrecife (Fig. 12). En la figura 11 se observa que en el arrecife Isla Sacrificios no existe una tendencia hacia el aumento de la cobertura en época de secas y lluvias, con valores de R² de 0.4533 y 0.0167 respectivamente.

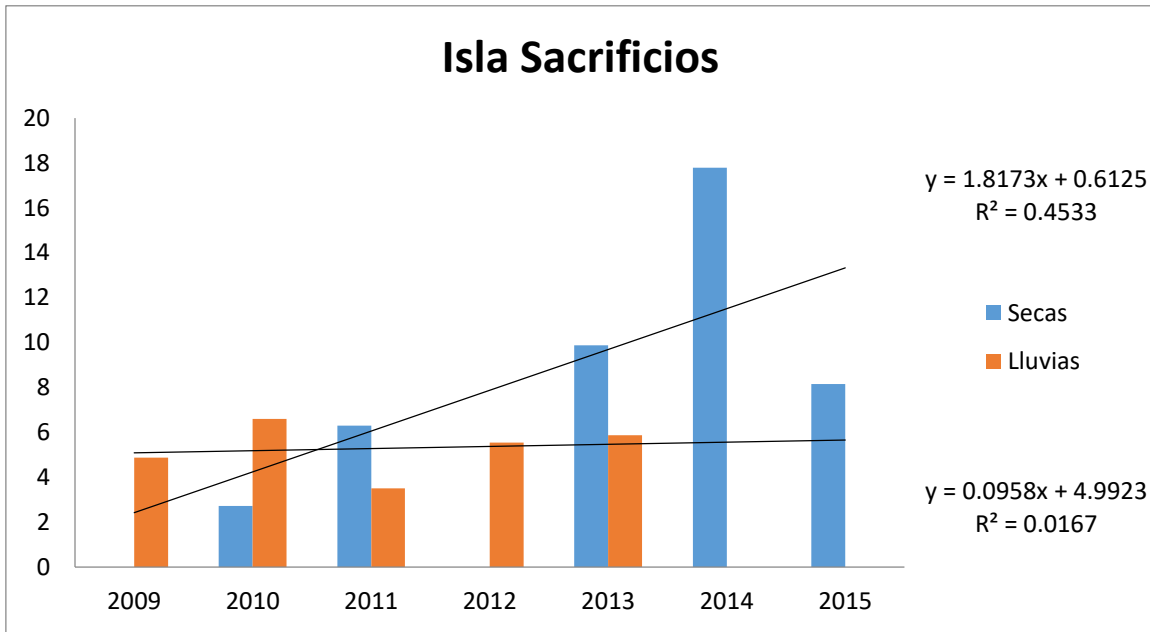


Figura 11. Porcentaje de la cobertura de esponjas en las temporadas de lluvias y secas en el arrecife Isla Sacrificios.

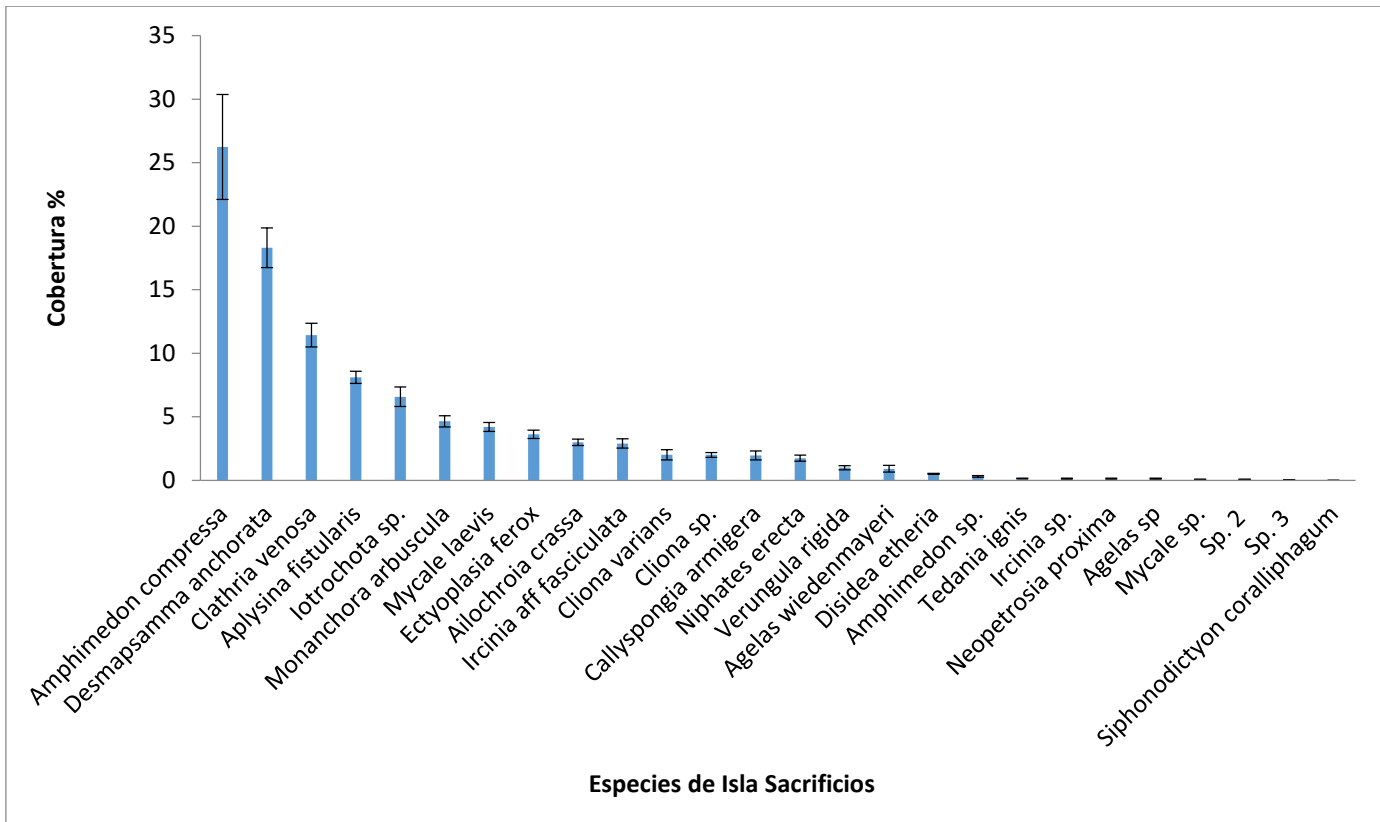


Figura 12. Cobertura relativa de las especies del arrecife Isla Sacrificios.

Pájaros.

Se analizó un total de 1,440 foto-cuadrantes equivalente a 90 m² en donde se encontraron 21 especies, las cuales tuvieron una cobertura total de 3.7% sobre el arrecife. Las esponjas con mayor cobertura fueron *Amphimedon compressa* (30.7%), *Desmapsamma anchorata* (18.7%), *Ectyoplasia ferox* (8.2%) y *Monanchora arbuscula* (8.1%) sumando el 65.9% de la cobertura total en el arrecife (Fig. 14). En la figura 13 se observa que en el arrecife Pájaros no existe una tendencia hacia el aumento de la cobertura en época de secas y lluvias, con valores de R² de 0.3365 y 0.6066 respectivamente.

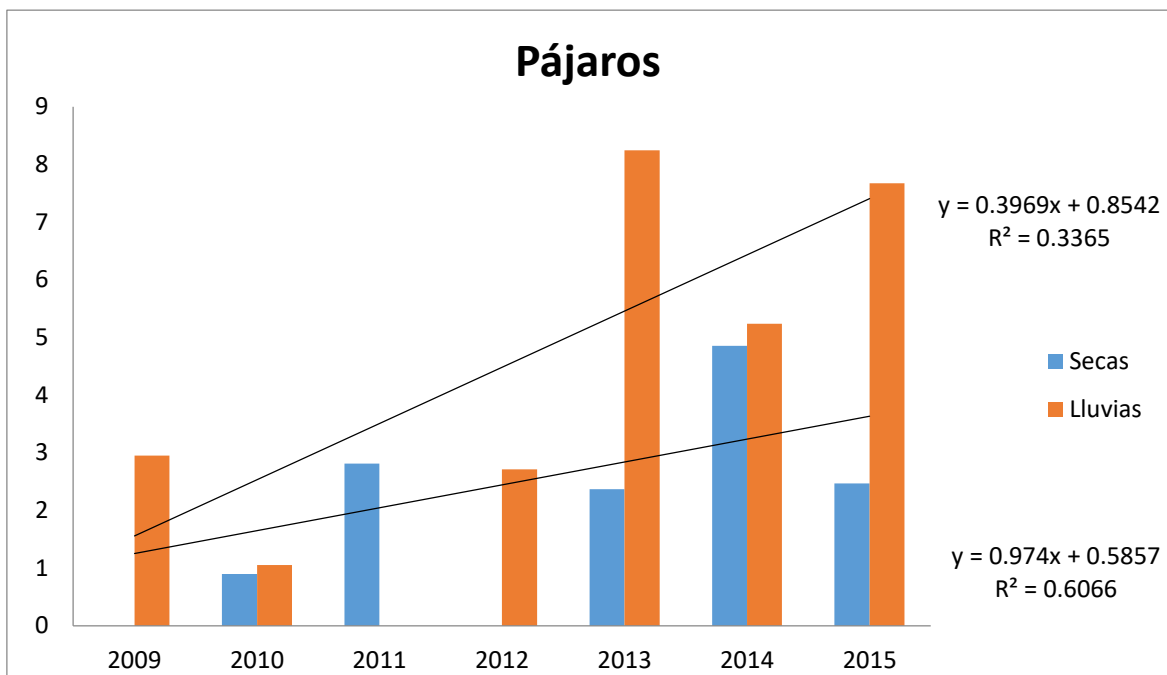


Figura 13. Porcentaje de la cobertura de esponjas en las temporadas de lluvias y secas en el arrecife Pájaros.

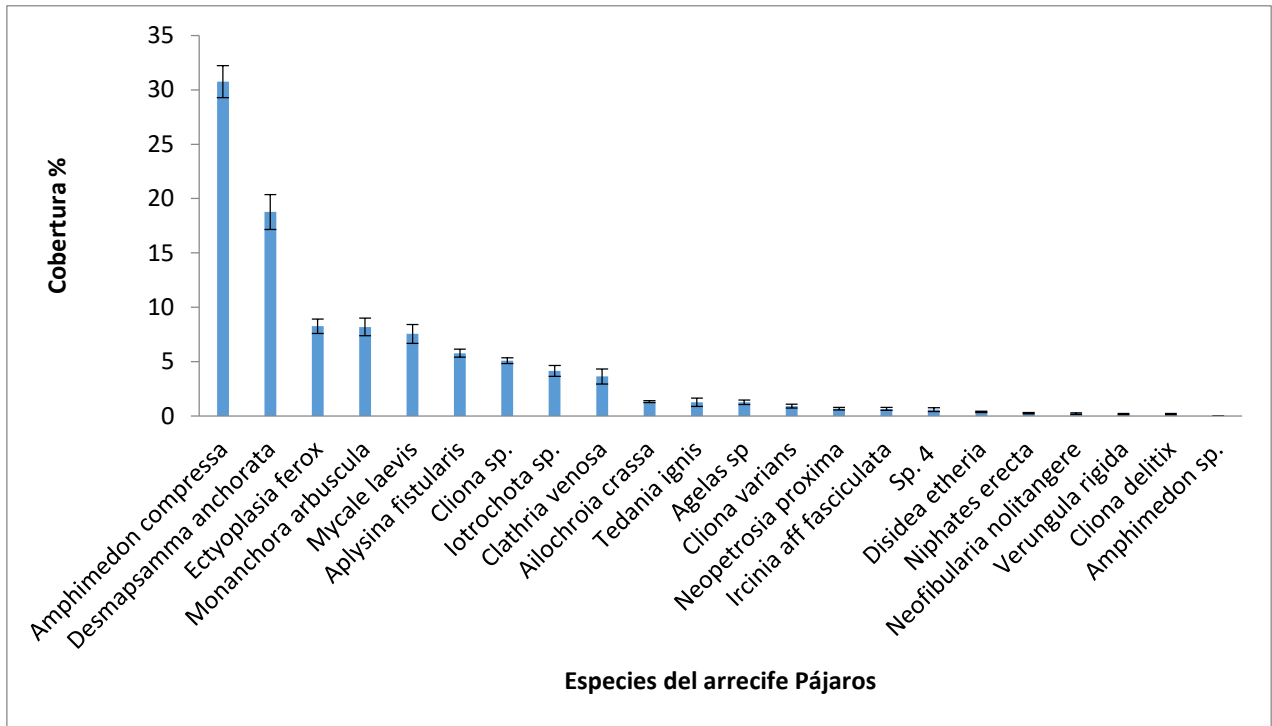


Figura 14. Cobertura relativa de las especies de esponjas del arrecife Pájaros.

Isla Verde.

Se analizó un total de 1,286 foto-cuadrantes equivalente a 80.3 m² en donde se encontraron 26 especies, las cuales tuvieron una cobertura total de 3.6% sobre el arrecife. Las esponjas con mayor cobertura fueron *Desmapsamma anchorata* (13.2%), *Mycale laevis* (12.2%), *Amphimedon compressa* (4.8%) y *lotrochota sp.* (4.7%) sumando el 35.1% de la cobertura total en el arrecife (Fig. 16). En la figura 15 se observa que en el arrecife Isla Verde no existe una tendencia hacia el aumento de la cobertura en época de secas (R^2 0.5014), sin embargo en la época de lluvias si hay una tendencia al aumento (R^2 0.8397).

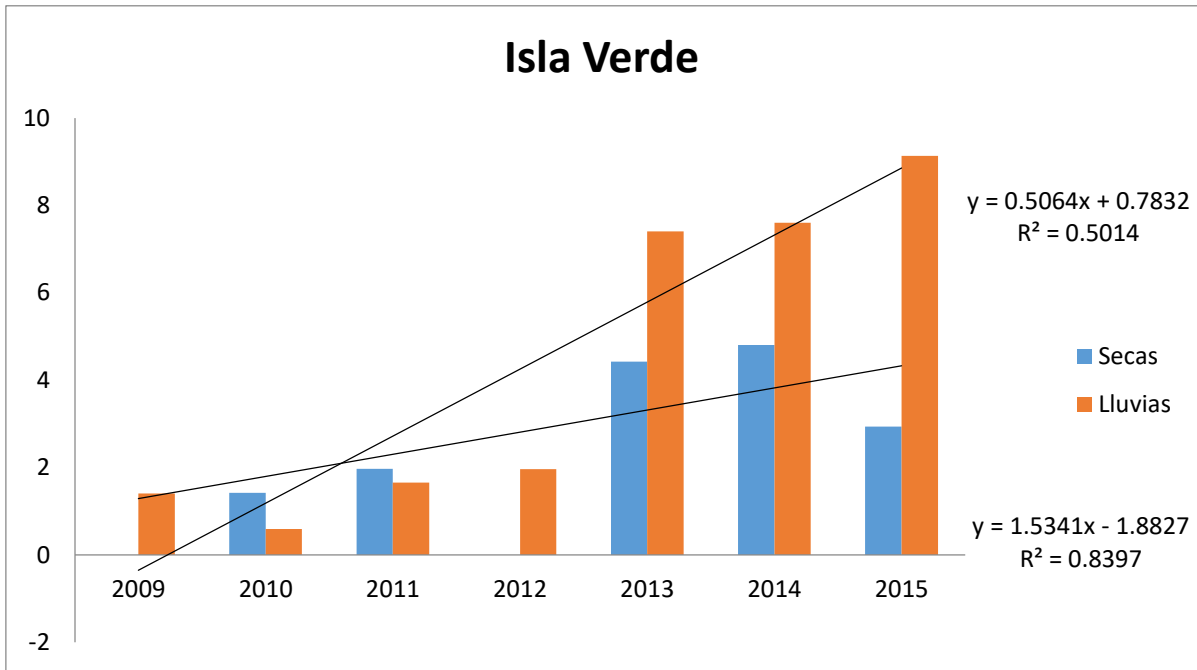


Figura 15. Porcentaje de la cobertura de esponjas en las temporadas de lluvias y secas en el arrecife Isla Verde.

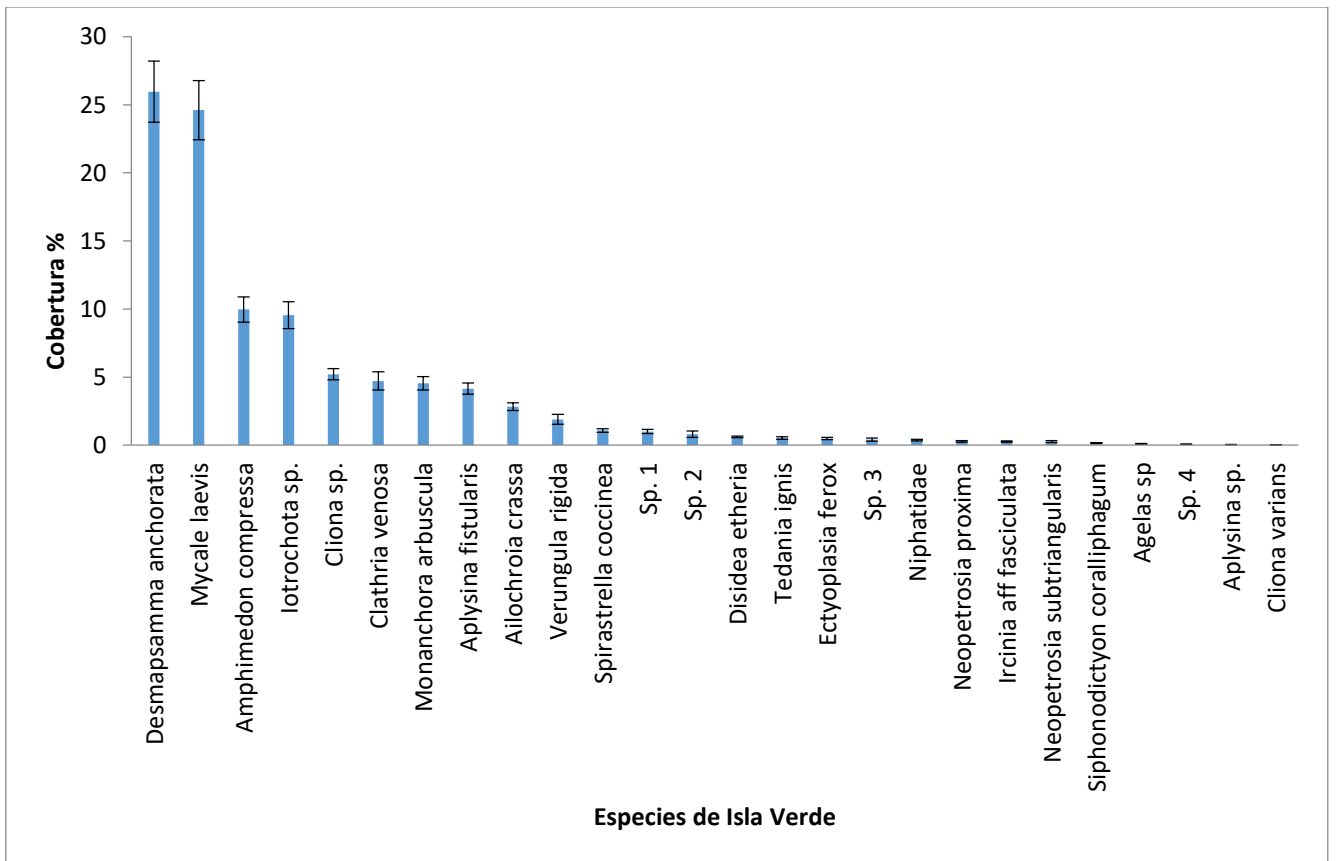


Figura 16. Cobertura relativa de las especies de esponjas del arrecife Isla Verde.

Análisis de datos

En la gráfica de sombras (Fig. 17) se puede observar cómo se agrupan las esponjas respecto a la época, año y arrecife, así como también cuales son las especies que se comparten entre arrecifes y cuales son aquellas que hacen que los arrecifes sean diferentes. La gráfica indica que no hay cambios tan marcados en cuanto a la riqueza y cobertura de especies entre los años de todos los arrecifes, sin embargo existe un efecto “Turnover”, es decir, que hay especies que aparecen o desaparecen por años en cada arrecife, y son esas especies que están más en los extremos del gráfico. Por otra parte, se puede observar que *Desmapsamma anchorata*, *Aplysina fistularis*, *Amphimedon compressa* y *Cliona* sp. están presentes en todos los arrecifes por casi todos los años.

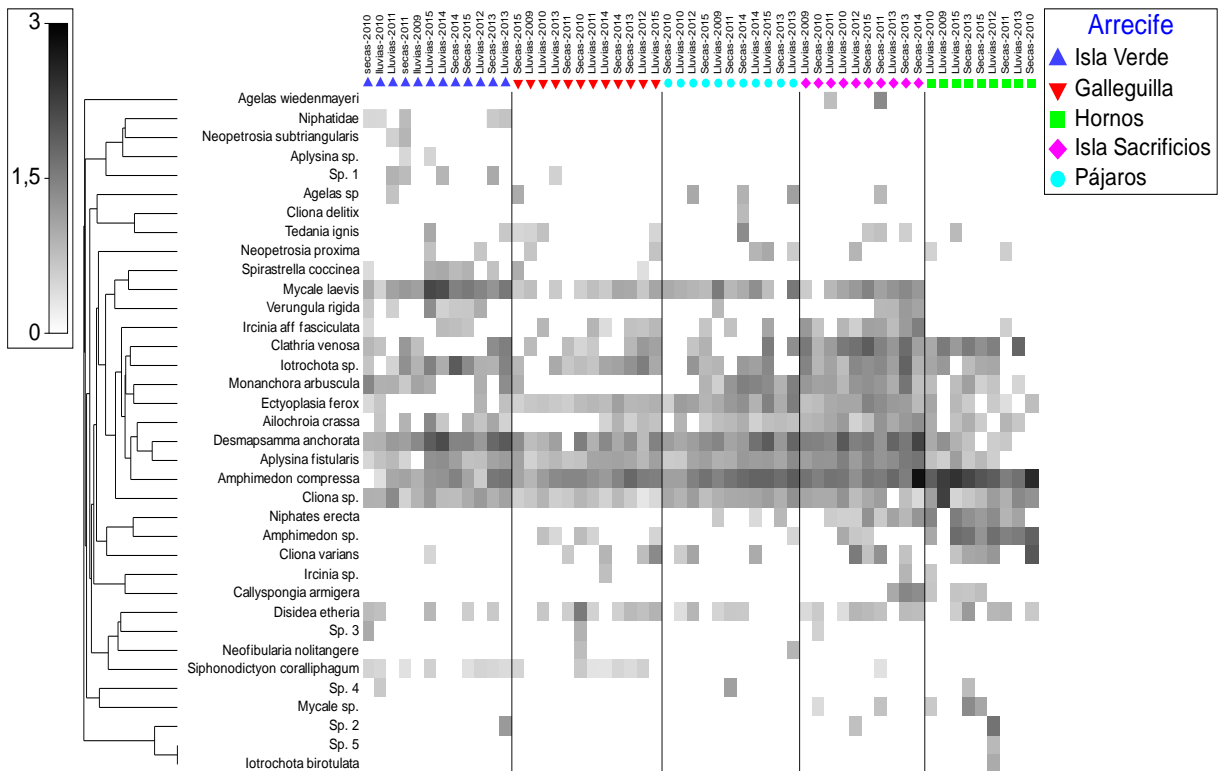


Figura 17. Gráfica de sombras, en donde se representa la riqueza y cobertura, las tonalidades más oscuras hacen alusión a una mayor cobertura, mientras que las tonalidades grises a menor cobertura.

El nMDS (Fig. 18) muestra que cada arrecife es diferente y es por eso que se pueden observar grupos separados, es decir, que hay un efecto de sitio fuerte (Anderson, 2002). También a simple vista se puede observar una nube de puntos de tres arrecifes (Isla Pájaros, Sacrificios y Galleguilla) lo que quiere decir que tanto las especies como la abundancia de las esponjas registradas ahí son muy similares. Por el contrario se puede ver que Isla Verde y Hornos están alejados del resto de los puntos, indicándonos que estos dos arrecifes son menos parecidos a los anteriores, esta información también se puede corroborar en el dendograma (Fig. 20), en donde la separación de los arrecifes es similar a la propuesta por el nMDS.

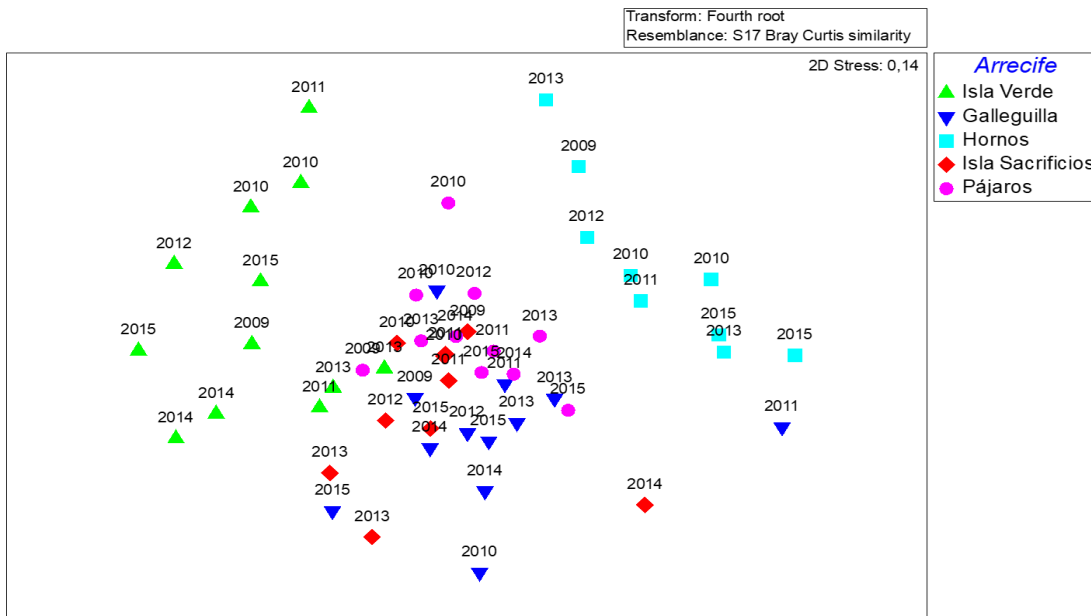


Figura 18. Ordenaciones multivariadas (nMDS) de las muestras de Isla Verde, Galleguilla, Hornos, Isla Sacrificios y Pájaros por años.

En nMDS (Fig. 19) se observa lo mismo que en la gráfica anterior pero se señalan las épocas y se puede distinguir que no hay una separación marcada entre cada época.

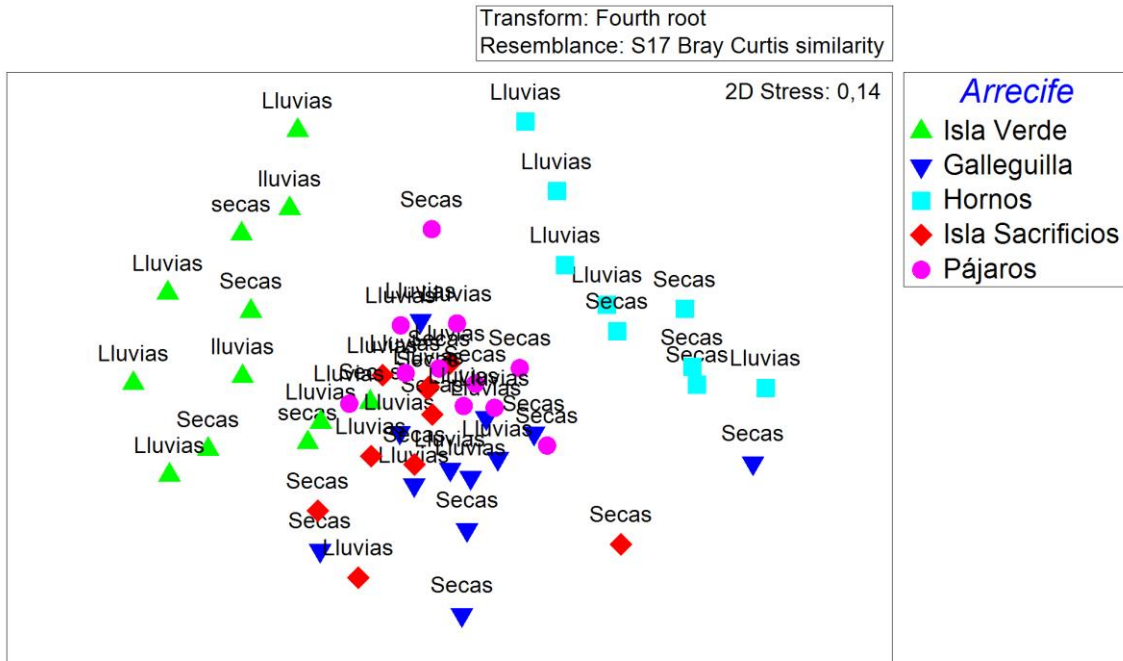


Figura 19. Ordenaciones multivariadas (nMDS) de las muestras de Isla Verde, Galleguilla, Hornos, Isla Sacrificios y Pájaros por épocas.

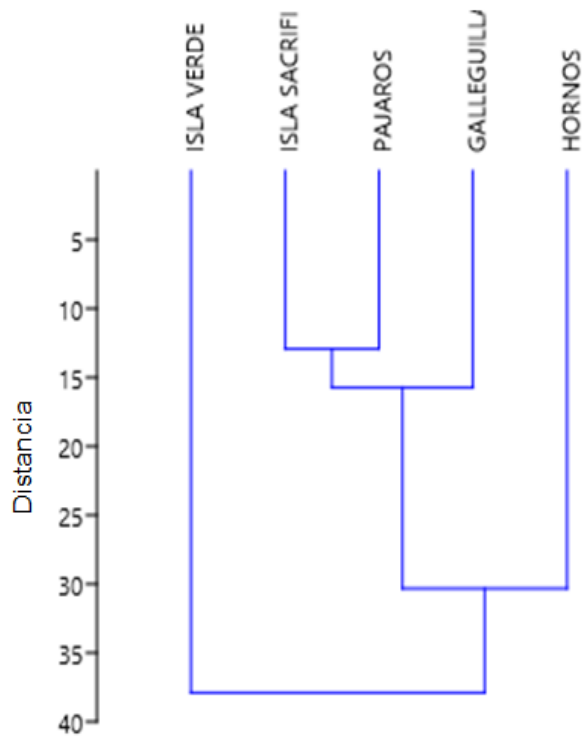


Figura 20. Dendrograma de los cinco arrecifes en relación a la riqueza y cobertura de especies de esponjas.

Los patrones espaciales y temporales de la riqueza y cobertura de especies variaron significativamente, la variación asociada a los arrecifes dentro de cada época y año fue significativa ($p < 0,05$) (Tabla 5).

En el análisis estadístico de varianzas basado en permutaciones (PERMANOVA) se demostró que existen diferencias significativas entre los factores arrecife, época y año, sin embargo, estos factores no pueden ser analizados como un todo, es decir que cada arrecife tiene su propia dinámica, y los cambios temporales no operan de igual forma en cada arrecife (Tabla 5), en la prueba T no se rechaza la hipótesis nula, como el valor $t_0 = 1.425$ no fue mayor que el valor $t^{0.025} = 2.3060$, se concluye que no hay una temporalidad marcada entre lluvias y secas.

Tabla 5. Análisis PERMANOVA

Tabla de PERMANOVA						
Factor	G.L	Sumatoria cuadrática	Cuadrados medios	Pseudo-F	P(perm)	Perms
Arrecife	4	4.74E+09	1.19E+09	32,451	0,001	999
Año	6	1.67E+09	27836	76,217	0,001	998
Época	1	24157	24157	66,144	0,001	999
Arrecife*Año	23	4.01E+09	17433	47,732	0,001	999
Arrecife* Época	4	51475	12869	35,236	0,001	998
Año* Época	4	61159	15290	41,864	0,001	997
Arrecife*Año* Época	11	1.47E+09	13398	36,685	0,001	998
Res	3112	1.14E+11	3652,2			
Total	3165	1.30E+11				

El análisis de correlación de varianzas mostró que no existe una relación entre el espacio disponible y la cobertura de esponjas, con un valor de 0.43 (Tabla 6) y esto se puede observar gráficamente en la figura 17.

Tabla 6. Análisis de correlación de varianzas entre el espacio disponible y la cobertura de esponjas.

	Espacio disponible	Cobertura de esponjas
Espacio disponible	1	
Cobertura de esponjas	0.434779028	1

Tabla 7. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas.

	Variable 1	Variable 2
Media	4.169	5.28099477
Varianza	7.323	14.9656498
Observaciones	5.000	5
Coefficiente de correlación de Pearson	0.919	
Diferencia hipotética de las medias	0.000	
Grados de libertad	8.000	
Estadístico t	1.425	
P(T<=t) una cola	0.114	
Valor crítico de t (una cola)	2.132	
P(T<=t) dos colas	0.227	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776	

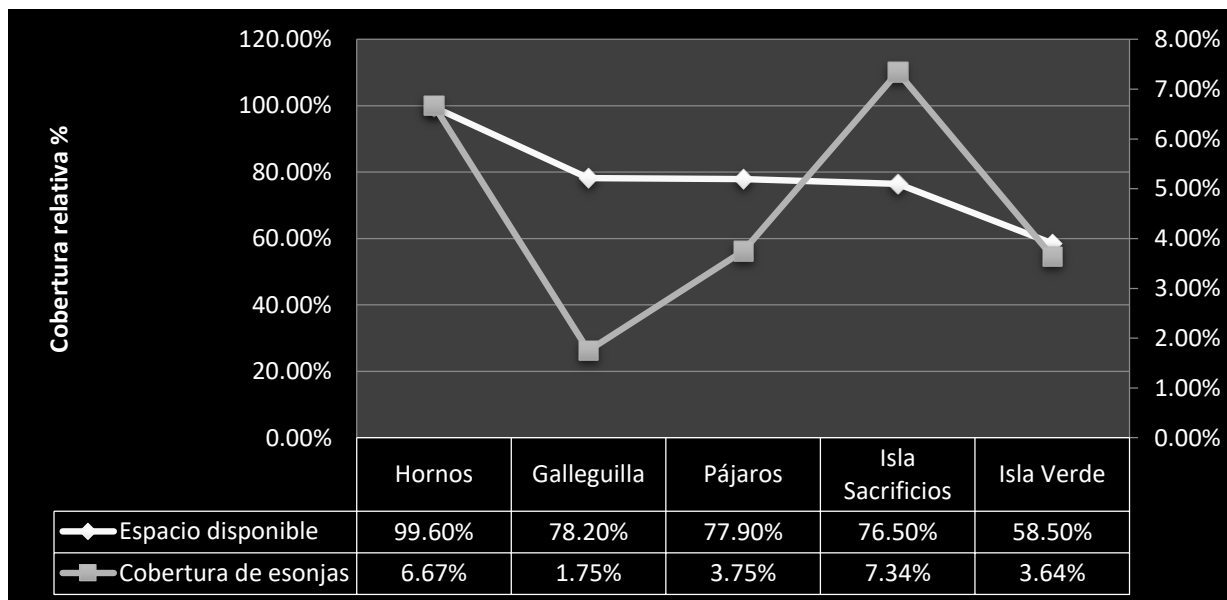


Figura 21. Relación de espacio disponible y cobertura relativa de esponjas en los cinco arrecifes.

Análisis de resultados.

En el estado de Veracruz, México, se han reportado 69 especies (De la Cruz *et al.*, 2016), en este estudio se lograron determinar 24 hasta nivel de especie, 6 hasta género, 1 hasta familia y 5 hasta clase. Tomando en cuenta que sólo se estudiaron las esponjas más conspicuas y sólo de forma visual, debido a que el método está dirigido a un estudio ecológico y no taxonómico, el resto de las especies reportadas no se encontraron, sin embargo, más del 50% de las especies está representada en el estudio.

El 4.4% de cobertura de esponjas reportado en este estudio entra en el rango de lo reportado en otros trabajos en donde se han encontrado coberturas desde 2.3% a 14.4% según lo reportado por De la Cruz (2012) en el arrecife Lobos Tuxpan, Veracruz y lo reportado por Bakker (2017) con valores de 0.5 a 2.3% en el Caribe.

El recambio de especies entre arrecifes (efecto turnover) observado en la gráfica de sombras (Fig. 17) nos dice cuáles son las especies de esponjas compartidas entre arrecifes y cuales son aquellas que están en uno u otro arrecife y como cambian entre ellos, se puede observar que Galleguilla, Isla Sacrificios y Pájaros se comportan de forma similar en cuanto a la composición de especies, mientras que hay un recambio de especies, es decir, especies no compartidas entre Isla Verde y Hornos, esto se le puede adjudicar al método utilizado ya que no permitió identificar a todos los organismos.

A pesar de que hubo especies que alcanzaron valores muy altos en cobertura (sumando el 60% de la cobertura total de las esponjas registradas en este estudio), hay otras especies que aunque no tuvieron valores altos de cobertura, estuvieron presentes durante todas las campañas en todos los arrecifes, a continuación se hará una descripción general de éstas especies para explicar porque tuvieron mayor cobertura e incidencia en los arrecifes.

Amphimedon compressa se encontró con las mayores coberturas en todos los arrecifes, a excepción de Isla Verde, en donde ocupó el segundo lugar, este resultado es de esperarse, ya que ésta especie es de las más comunes en el Mar Caribe, Pawlik *et al*, (2013) concluyeron que su éxito de crecimiento es debido a que disuade la depredación al producir defensas químicas y esta especie se caracteriza por presentar adaptaciones para tolerar la sedimentación, factor ambiental que es característico de los arrecifes de Veracruz, dado que estos ecosistemas se ubican sobre una plataforma terrígena y constantemente reciben aportes de sedimentos provenientes de las cuencas hidrológicas más cercanas (Liddell, 2010).

Desmapsamma anchorata se encontró con un alto porcentaje de cobertura en todos los arrecifes a excepción de Hornos, en donde el porcentaje de cobertura fue del 1.3%. Es una especie que establece diversos tipos de interacciones (mutualistas, neutras y negativas por competencia) con una gran variedad de organismos, aumentando su capacidad para colonizar un sustrato secundario (McLean y Yoshioka, 2008) y por otro lado, soporta la acción mecánica de la corriente mejor que las formas de crecimiento masivas o tubulares de gran tamaño, lo cual podría explicar su alta cobertura.

Se puede observar que *Clathria venosa* obtuvo su mayor cobertura en Isla Sacrificios y en Hornos, sin embargo, éstos dos arrecifes son diferentes, el primero está menos perturbado, pero también está influenciado por la descarga del río Jamapa. El segundo arrecife está altamente perturbado ya que se encuentra pegado a la costa y al malecón de la ciudad, es afectado directamente por la descarga de efluentes pluviales, tráfico de embarcaciones menores y turismo (Horta-Puga y Tello-Musi, 2009). Estas características de los sitios pueden explicar la dominancia de esta esponja en ambos lugares ya que está comprobado que esta especie se vincula a sitios contaminados (Alcolado y Herrera, 1987), una de sus principales características es que es aparentemente oportunista con una elevada resistencia a la contaminación desde sus etapas más tempranas de

desarrollo (Alcolado y Herrera, 1987) y es finamente incrustante (1-3 mm de espesor), por tanto, menos vulnerable a ser desprendida durante condiciones extremas (huracanes, frentes fríos, sures y corrientes fuertes); así como también presenta elevada tasa de crecimiento, principalmente en sentido horizontal (Herrera, 1991).

Mycale laevis es una especie que se encontró con altas coberturas en todos los arrecifes, a excepción del arrecife Hornos, en donde no estuvo presente. Se ha demostrado que la especie no posee endosimbiontes en sus tejidos, por lo cual se puede pensar que esta especie es enteramente heterotrófica (que obtiene energía del ambiente) (Wilkinson, 1986), por lo que se ve altamente favorecida por nutrientes derivados de influencias terrígenas, por otra parte De la Guardia y Gonzales-Sansón (1997) refieren que *Mycale laevis* es común en zonas con alto cubrimiento coralino y se ha demostrado que esta esponja se encuentra frecuentemente asociada con el coral *Orbicella annularis*, esta relación mutualista ha sido descrita por Goreau y Hartman (1996) como indicadora de un buen estado de salud en arrecifes coralinos, dado que resulta el ambiente beneficioso para ambas especies y favorece el desarrollo de las estructuras arrecifales, sin embargo, esta especie de coral no se encuentra presente en el arrecife Hornos según Horta-Puga y Tello-Musi (2015) y por lo tanto *Mycale laevis* tampoco se encuentra en este arrecife.

Aplysina fistularis es una de las esponjas que estuvo presente en los cinco arrecifes durante casi todas las campañas, sin embargo sus formas tubulares no dominaron el cubrimiento del sustrato, su cobertura fue de 4.9% y esto se puede deber a las condiciones del medio desfavorables para su cubrimiento, ya que según Alcolado y Herrera (1987) esta especie es típica de lugares sometidos a la resuspensión y abrasión de sedimentos arenosos, lo que provoca la transparencia casi total del agua y propician la existencia de aguas limpias, y según Alcolado (2007), esta especie es indicadora de tales condiciones.

Por otro lado, el género *Cliona* también estuvo presente en los cinco arrecifes durante todos los años, este género es importante ya que Holmes (2000) y Ward-Paige *et al.* (2005) detectaron un incremento en la tasa de bioerosión que sufren los arrecifes coralinos eutrofizados, provocado por varias especies del género, sin embargo, a pesar de estar presente durante todas las campañas, su cobertura no fue de las más altas (5.1%), éstas esponjas excavan galerías y túneles en sustratos de carbono de calcio, esculpiendo y extrayendo pequeños granos de carbono por medio de extensiones celulares que secretan enzimas que disuelven el carbonato y digieren la materia orgánica presente; estos granos son transportados al exterior a través de sus canales exhalantes según Pomponi (1979). Aparte de crecer sobre pavimento calcáreo y coral muerto, han sido observados avanzando contra el tejido vivo de los principales corales constructores del andamiaje arrecifal. Cuando se encuentran con tejido coralino, envían por debajo filamentos excavadores que minan el esqueleto de sostén de los pólipos, haciendo que éstos se retraigan o se desprendan. Mordiscos de peces y crecimiento de algas filamentosas con acumulación de sedimentos en la interfase ayudan a matar los pólipos coralinos; luego, las esponjas avanzan rellenando, horadando y recubriendo el esqueleto libre (López-Victoria, 2003; López-Victoria *et al.*, 2003).

Hablando de las especies en general, Flores *et al.* (2010) comprobaron que entre los 6, 9 y 12 m de profundidad las tensiones ambientales como la luz, oleaje y sedimentación disminuyen. Entonces los factores bióticos mencionados por Reiswig (1973), tales como el ciclo vital de cada especie, la respuesta de cada estado de desarrollo a los retos ambientales, productividad de los huevos, tropismo y la longevidad de las larvas, son quienes sugieren una mayor probabilidad de colonización del sustrato y heterogeneidad del mismo.

En el proyecto realizado por Horta Puga y Tello Musi (2014) se ha dividido al SAV en tres zonas, considerando los atributos de los corales hermatípicos, las cuales son: arrecifes externos (Isla Verde), arrecifes internos (Galleguilla, Pájaros e Isla

Sacrificios) y arrecifes costeros (Hornos) (Fig. 22), lo cual indica una tendencia similar en las diferencias que se han encontrado en el nMDS (Fig. 18 y 19) en cuanto a las especies y cobertura de esponjas en éstos arrecifes, ya que se observan grupos separados como Isla Verde y Hornos, mientras que Galleguilla, Pájaros e Isla Sacrificios son más parecidos entre sí.

Isla Verde es un arrecife más alejado a la costa y por lo tanto, relativamente más alejado de la influencia antropogénica de la zona continental adyacente. En cambio los arrecifes internos como Galleguilla, Pájaros e Isla Sacrificios están caracterizados por estar más cercanos a la costa y a la influencia de la descarga del río Jamapa y las actividades humanas que se desarrollan en la ciudad y Puerto de Veracruz. Mientras que Hornos, al ser un arrecife costero se encuentra bajo la presencia de una mayor influencia antropogénica, lo cual ocasiona un aumento de materia orgánica, lo que a su vez constituye uno de los disturbios más comunes para las comunidades bentónicas, las cuales muestran disminución en la riqueza de especies. Sin embargo, el número de especies por arrecife se ha mantenido más o menos constante en espacio y tiempo, esta pequeña variabilidad se atribuye a que no siempre todas las especies quedan intersectadas en todos los foto-cuadrantes; por otra parte es común el aumento en la cobertura total de individuos como resultado de la elevada cobertura de unas pocas especies oportunistas (*Amphimedon compressa*, *Desmapsamma anchorata*, *Clathria venosa* y *Mycale laevis*).



Figura 22. Considerando los atributos de la comunidad de corales hermatípicos, el SAV se puede dividir en tres zonas: arrecifes externos, arrecifes internos y arrecifes costeros. (Horta-Puga y Tello-Musi., 2014)

En el nMDS (Fig. 18 y 19) se observa que la comunidad de esponjas es homogénea en tres arrecifes (Isla Sacrificios, Galleguilla y Pájaros). En el trabajo realizado por Muricy (1991) se menciona que la estructura espacial de las comunidades de esponjas comienza a ser homogénea cuando se incrementa la contaminación, lo que podría indicar que estos arrecifes tienen mayor contaminación. En ese mismo trabajo se resalta que el cubrimiento del fondo por esponjas aumenta en sitios que reciben altas concentraciones de nutrientes de origen terrestre (Ward-Paige *et al.*, 2005). Dicho autor muestra el potencial como indicadores a 20 especies de esponjas, pero plantea que la estructura espacial y taxonómica de estas comunidades, representada por métodos gráficos como espectros de diversidad y diagramas de distribución de la abundancia, parecen ser indicadores ecológicos más confiables que las especies por sí solas.

El espacio disponible (no cubierto por coral vivo) en los cinco arrecifes, muestra una relación conforme a la cercanía a la costa, ya que mientras más cercano se encuentra un arrecife a la costa, hay menor cobertura coralina, sin embargo, parece que no hay una relación (aumento-disminución) y viceversa entre la cobertura de coral y la cobertura de esponjas como se esperaba (Fig. 21), ya que en el análisis de correlación se obtuvo un valor de 0.43 (Tabla 6).

En Hornos el porcentaje de espacio disponible es de 99.6% y el porcentaje de cobertura de esponjas fue de 6.6%, en Galleguilla (espacio disponible 78.2% - cobertura de esponjas 1.7%), en Isla Sacrificios (espacio disponible 76.5% - cobertura de esponjas 7.3%), en Pájaros (espacio disponible 77.8% - cobertura de esponjas 3.7%) y finalmente en Isla Verde (espacio disponible 58.5% - cobertura de esponjas 3.6%), lo que coincide con el trabajo realizado por Ardila (2013), en donde se demuestra que no existe relación entre los cambios de cobertura de corales y esponjas. En otro sentido, en el Caribe se ha mostrado de manera correlativa que las poblaciones de esponjas aumentan su abundancia de acuerdo con la cantidad de alimento disponible, especialmente el proveniente de descargas continentales y antropogénicas (Rose y Risk, 1985; Zea, 1993, 2001). También en Australia se ha visto la importancia de factores ambientales como la disponibilidad de nutrientes que influyen en gradientes de diversidad y abundancia locales para estos organismos (Hooper *et al.*, 2002). Entonces se podría pensar que los cambios entre la cobertura de esponjas son debido a otros factores tales como la cercanía a las fuentes de materia orgánica, en este caso el Puerto de Veracruz y el Río Jamapa y por el contrario no son debidos a las temporadas, lo que coincide con el trabajo de Ardila *et al.*, (2005) en donde se concluye que las series temporales de las coberturas de esponjas no mostraron cambios importantes en el Caribe Colombiano

Conclusiones.

- Se identificaron 36 especies, de las cuales 24 se identificaron hasta especie, otros 6 organismos sólo se pudieron identificar hasta género y 1 hasta familia, por otra parte 5 morfotipos sólo se pudieron identificar hasta clase.
- El 4.4% de espacio disponible fue ocupado por esponjas en los 5 arrecifes analizados. En Isla Verde el porcentaje ocupado por esponjas fue de 3.6%, en Isla Sacrificios de 7.3%, en Galleguilla de 1.7%, en Pájaros de 3.7% y en Hornos de 6.6%.
- Las esponjas con mayor cobertura fueron *Amphimedon compressa* (30.3%), *Desmapsamma anchorata* (15.3%), *Clathria venosa* (7.4%) y *Mycale laevis* (7.1%).
- Las especies con mayor incidencia en los arrecifes fueron *Desmapsamma anchorata*, *Aplysina fistularis*, *Amphimedon compressa* y *Cliona* sp.
- No hay una relación (aumento-disminución) y viceversa en cuanto la cobertura de esponjas y corales, pero se encontró que los cambios entre la cobertura de esponjas son debido a otros factores tales como la cercanía a las fuentes de materia orgánica.
- En cuando la similitud de los arrecifes conforme a la cobertura de esponjas se separan en 3 zonas, el grupo interno (Hornos), el grupo intermedio (Sacrificios, Galleguilla y Pájaros) y un grupo externo (Isla Verde).
- Se presenta la diagnosis por clase, orden, familia, género y especie de cada una de las especies de esponjas identificadas, con información

detallada de los organismos (sinonimias, hábitat, distribución, observaciones específicas y fotografías).

Consideraciones finales.

Finalmente se puede decir que la cobertura relativa de las especies se ve afectada por el método de muestreo (foto-cuadrante de 25x25cm) ya que al representar una medida de área relativamente pequeña hace que los individuos como las especies más grandes tengan menos probabilidades de ser intersectadas en cada foto-cuadrante, sin embargo, este tipo de método es una buena opción para poder observar a las esponjas de menor tamaño o esponjas incrustantes.

Catálogo de especies encontradas en los arrecifes

Clase Demospongiae (Sollas, 1885)

Es la clase mejor representada, comprende 95% de las especies. Su esqueleto se conforma de espículas compuestas de sílice, diferenciadas en megascleras y microescleras. Este puede ser sustituido por fibras de espongina, o bien, tener una combinación de ambas, y algunos géneros han perdido todos los componentes esqueléticos. Se encuentran a cualquier profundidad y en todo ambiente acuático, ya sea marino, salobre o de agua dulce. (Tomado de Gómez, 2002)

Orden Poecilosclerida (Topsent, 1928)

Diagnosis. El esqueleto principal consta de megascleras monoactinales, diactinales o de ambas, además pueden presentarse acantoestiles. Las microscleras son queladas por lo general, acompañadas por sigmas, toxas o ráfides en diferentes combinaciones. La larva es una parenquímula, que se incuba y es ciliada menos en el polo posterior que es liso. Esqueleto coanosómico, ya sea plumoso o reticular, típicamente plumoreticular, el esqueleto ectosomal está constituido por mechones de espículas. (Tomado de Gómez, 2002)

Familia Mycalidae (Lundbeck, 1905)

Diagnosis. Presentan esqueleto coanosomal plumoso o plumoreticular formado por estiles o subtiloestiles o de tipo óxea. Las megascleras ectosomales, si es que presentan, son del mismo tipo que las del coanosoma. Las microscleras son muy diversas pero siempre se presenta la anisoquela. (Tomado de Gómez, 2002)

Mycale (Gray, 1867)

Diagnosis: Incrustante, lobada, ramosa. Superficie irregular o lisa, ocasionalmente surcada. Consistencia fibrosa, compresible o suave, ocasionalmente firme. Esqueleto de paquetes discretos de espículas dispuestas en plumas, con anastomosis ocasional, raramente reticulada. Esqueleto ectosomal con megascleras únicas, ocasionalmente ausentes o consistentes de las terminaciones de los tractos coanosómicos. Espículas usualmente exclusivamente mycalostyles, raramente reemplazados por oxeas. (Tomado de World Porifera Database).

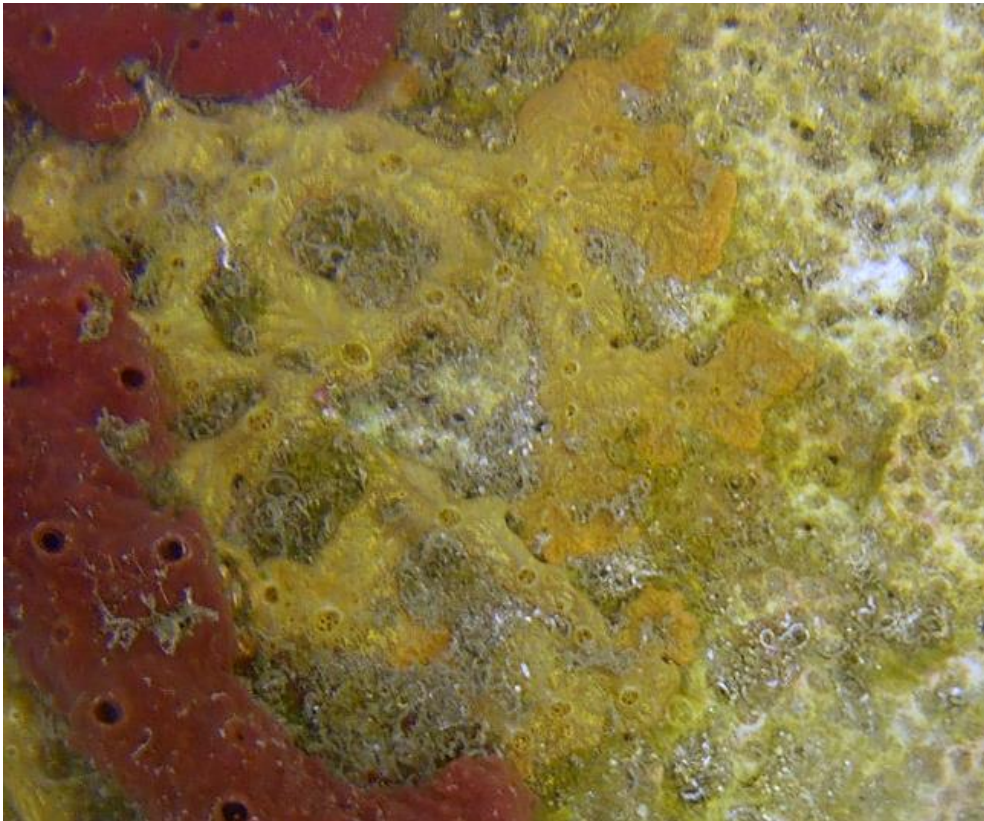


Figura 23. *Mycale* sp.

Observaciones: Esponja amarilla, con superficie irregular,

Material observado: 16 fotografías.

Mycale laevis (Carter, 1882)

Diagnosis. Cojines gruesos (5 cm) a veces con ramas (1-10 cm de ancho, hasta 50 cm de alto). Coloración naranja-amarillo externamente, más claro internamente. Superficie rugosa con ósculos con hebras blancas en las membranas (hasta 4 cm de ancho). Consistencia compresible. (Tomado de Collin, *et al*, 2005).

Hábitat: Crece en los arrecifes de todo el Caribe, incrustando la parte inferior de corales, también es común en manglares.

Distribución en otras regiones: Caribe Oriental, Buyana, Caribe Surdooccidental, Suriname, Brasil, Caribe Oriental, Las Antillas Mayores, Caribe Meridional, Caribe Occidental.



Figura 24. *Mycale laevis*.

Observaciones: Ésta esponja fue de las más comunes en los arrecifes, a excepción de Hornos. En la mayoría de las ocasiones se observó creciendo sobre coral. Presentó coloración blanca y amarilla, en los ósculos con hebras blancas en las membranas.

Material observado: 360 fotografías.

Familia Crambeidae (Lévi, 1963)

Diagnosis. Incrustado, masivo, ramoso o con formas de crecimiento tubulares. Las megascleras ectosómicas constan de subtipos lisos, generalmente arreglado en cepillos o haces perpendiculares a la superficie. Las megascleras coanosómicas son estilos suaves o acanalados. Espículas tipo desma, ocurren en dos géneros. Microscleras consisten de isoquelas de anchoas espatuladas o no segmentadas, ocasionalmente modificado a formas reducidas tipo sigma que en algunas especies no pueden distinguirse de las sigmas verdaderas; microxeas finamente espinas ocurren en algunas especies de tres géneros. (Tomado de World Porifera Database).

Monanchora (Carter, 1883)

Diagnosis. Incrustado, lobado o masivo. Superficie lisa o extendida en corrugado o proyecciones espinas. Canales superficiales característicamente hinchados y con un revestimiento de color más claro. La disposición esquelética es simple: haces plumosos irregulares de megascleres, que tienden a formar cepillos sueltos en la superficie sin formar un esqueleto ectosomal definido. La espongina se desarrolló de forma variable pero puede ser considerable. Complemento de espículas bastante variable, tanto entre especies como dentro de ellas. En casos extremos, solo se pueden encontrar megascleras reducidas y modificadas (forma *Ectyobatzella*) y luego la asignación a *Monanchora* sigue siendo problemática. (Tomado de Hooper, *et al.*, 2002)

Monanchora arbuscula (Duchassaing y Michelotti, 1864)

Diagnosis. Es una esponja incrustante aunque también se presenta en forma de arbusto. Su color *in vivo* es rojo escarlata. Tiene una consistencia que en el caso incrustante es difícil de descifrar por lo delgado, para la forma arbustiva es compresible y elástica. Su superficie es lisa en la incrustante y espinosa en la arbustiva, en la primera se logra observar, por la transparencia del pinacodermo,

los canales exhalantes confluyendo hacia los ósculos en un patrón estrellado y translúcido. El esqueleto en la forma incrustante se presenta en tracto ascendentes perpendiculares al substrato; en la arbustiva se presenta una reticulacion irregular de tractos plumosos conectados entre sí. Sus espículas son de dos tipos de (subtilo) estiles, gruesos y delgados, isoquelas unguiferadas y sigmas. (Tomado de Gómez, 2002)

Hábitat: Común en laguna y ambientes arrecifales, sobre sustrato arenoso y coral muerto de 2 a 58 metros de profundidad.

Distribución en el Golfo y Caribe de México: Yucatán (Rubio-Fernández, 1997); Veracruz, Isla Mujeres, Boca Paila, Majahual.

Distribución en otras regiones: Florida (de Laubenfels, 1953), Barbados (Hechtell, 1969), Puerto Rico, Jamaica (Collin, 1978), Brasil (Hechtell, 1979), Curazao (Van Soest, 1984), Colombia (Zea, 1987)



Figura 25. *Monanchora arbuscula*.

Observaciones: Esponja con tonalidades rojizas, creciendo de manera incrustante o arbustiva. Algo característico de esta especie son los canales exhalantes que van hacia los ósculos con un patrón estrellado traslucido.

Material observado: 150 fotografías.

Familia Microcionidae (Carter, 1975)

Diagnosis. Presentan esqueletos reticulares, plumosos o plumoreticulares, compuestos de monoactinales estiles o acantoestiles. Los tractos así organizados incluyen espículas equinadas. El ectosoma lo conforman espículas monoactinales en mechones verticales. Las microscleras son isoquelas palmeadas y/o toxas. (Tomado de Gómez, 2002).

Clathria (Schmidt, 1862)

Diagnosis. Formas de crecimiento predominantemente masivas, lameladas, digitadas, flabelladas o arborescentes; esqueleto ectosomal compuesto de una sola categoría indiferenciada de megascleras auxiliares; estructura esquelética coanomalógica plumo-reticulada o reticulada, generalmente sin marcada diferencia entre regiones axiales y extraaxiales; fibras de espongina con núcleo de megascleras principales completamente lisas, con espinas basales o parcialmente espinas, diferenciadas geométricamente de las megascleras auxiliares, pero a veces perdidas secundariamente; Equilibrando megascleres total o parcialmente acanthose, de vez en cuando liso, a veces perdido secundario. Las microescleras incluyen isómeros palmeados y formas modificadas, y toxas con puntos lisos o espinados. (Tomado de Hooper, *et al.*, 2002)

Clathria venosa (Alcolado, 1984)

Diagnosis. Incrustante a masiva pudiendo pasar 1 cm de espesor y recubrir áreas superiores a 40x40 cm. Color in vivo blanco acentuado, pasando a beige en alcohol. Superficie lisa con finos canales radiales convergiendo para los ósculos (1-5 mm de diámetro) que están dispersos, situados en la parte superior de pequeñas chimeneas membranosas. Aberturas inhalantes abundantes, formando una microreticulación en la superficie de la esponja, consistencia suave, frágil. Espículas estilos (a subtiloestiles), acantoestiles, isoquelas palmadas y toxas. (Tomado de Hajdu, *et al*, 2011).

Hábitat: Es común en sustratos duros, naturales o artificiales.

Distribución en otras regiones: Cuba, Belize, Panamá, Brasil.



Figura 26. *Clathria venosa*.

Observaciones: Esponja de color blanco, con crecimiento incrustante o masivo, que al igual que *Monanchora arbuscula*, tiene un patrón estrellado debido a los canales radiales que convergen hacia los ósculos.

Material observado: 215 fotografías.

Familia Desmacellidae (Ridley y Dendy, 1887)

Diagnosis. Su esqueleto puede tener una organización indefinida o plumosa o plumoreticular. Presenta un solo tipo de megasclera monoactinal y sus microscleras pueden ser del tipo sigmas, toxas, comas y microestiles. (Tomado de Gómez, 2002)

Neofibularia (Hechtel, 1965)

Diagnosis. Esponjas masivas o tubulares con superficie irregular. Todas las especies son esponjas tóxicas que causan dermatitis severa. Esqueleto coanosomal isodictial irregular. Megascleras diactinales (estrongiles, oxeas) o, a veces, estilos; microscleras sigmas, rafides, microxeas y comata. Se han descrito cuatro especies de lugares del Atlántico tropical y Pacífico occidental. (Tomado de Hooper, *et al.*, 2002)

Neofibularia cf. nollitangere (Duchassaing & Michelotti, 1864)

Diagnosis. Ocurre como una incrustación gruesa en masas altas con atrios anchos y profundos dispersos, de marrón a marrón anaranjado; los ósculos dentro de los atrios se dirigen diagonalmente hacia arriba. En otras áreas del Caribe consiste en jarrones / tubos grandes, solos o en grupos, mientras que en Bahama parece como si estos jarrones se hubieran fundido lateralmente. Produce picazón fuerte cuando se maneja. (Tomado de World Porifera Database).

Hábitat: Se encuentra en arrecifes, generalmente a menos de 5 metros de profundidad, crece de forma muy agresiva sobre varias especies de arrecife.

Distribución en otras regiones: Caribe, Bahamas, Florida.



Figura 27. *Neofibularia cf. nollitangere*.

Observaciones: Esponja de color marrón anaranjado, característica por presentar ósculos de gran tamaño. Ésta especie no fue muy común, ya que solo estuvo presente en dos campañas en Pájaros y Galeguilla.

Material observado: 2 fotografías.

Familia Desmacididae, (Schmidt, 1870)

Diagnosis. Esponjas incrustantes, masivas, lobuladas, en abanico o ramificadas. El esqueleto ectosomal consiste en paquetes o ramos perpendiculares de megascleres y numerosos microscleres. Los ramos de megascleres también pueden estar al final de la espícula subectosoma más larga en paquetes atravesando lagunas subdérmicas más grandes. Esqueleto coanosoma reticulado, ya sea una red isodictial haciendo mallas pequeñas, una espícula en longitud y ancho, o formando una malla más gruesa en una reticulación anisotrópica de los tractos gruesos de las espículas. Desmacididae ocurre en

hábitats templados y tropicales de aguas poco profundas. (Tomado de World Porifera Database).

Desmapsamma (Burton, 1934)

Diagnosis. Forma de crecimiento erecta y ramosa; esqueleto ectosomal resistente, arenoso, con oxeadas en ramilletes y granos de arena que forman una reticulación de malla estrecha que a veces reemplaza completamente a las oxas; esqueleto coanosomal arenoso, también con oxas lisas que forman una reticulación isotrópica paucispicular de tractos cortos de espículas compuestos de oxas similares a las del ectosoma; megascleras esbeltas bueyes; microscleras son isoquelas y sigmas de anchoa. Dos especies del Atlántico tropical y el Pacífico. (Tomado de Hooper. *et al.*, 2002)

Desmapsamma anchorata (Carter, 1882)

Diagnosis. Esponja masiva-ramosa, sus ramas son erectas o rastreras que surgen de incrustaciones gruesas. Su color *in vivo* es rosa pálido por fuera y naranja por dentro. Tiene una consistencia compresible, blanda, con superficie lisa. Incluye gran cantidad de partículas foráneas en el pinacodermo y en su interior, sobre todo se incorporan en el ectosoma a manera de retículo, mismo que es desprendible con facilidad. La reticulación coanosómica es de tipo renieroide. Sus espículas son óxeadas, isoquelas arqueadas y dos tamaños de sigmas. Al extraerse del agua exuda una sustancia viscosa color naranja. A primera vista se confunde fácilmente con la esponja *Holopsamma helwigi*, sin embargo ésta última tiene un solo tipo de espícula, las óxeadas. (Tomado de Gómez, 2002)

Hábitat: Se fija sobre sustrato rocoso, conchas o sustrato arenoso, de 7.5 a 15 metros de profundidad.

Distribución en el Golfo y Caribe de México: Veracruz (Green *et al.*, López Herrera, 1992); Isla Mujeres.

Distribución en otras regiones: Curazao, Bonaire, Los Roques, Margarita, Antigua (Carter, 1882; Van Soest, 1984); Brasil (Ridley y Dendy, 1887); Jamaica (Hechtell, 1965); Cuba (Alcolado, 1976); Belice (Rutzler y Macintyre, 1978); República Dominicana (Vicente y Bnnelly de Calventi, 1979); Colombia (Zea, 1987).



Figura 28. *Desmapsamma anchorata*.

Observaciones: Esponja que generalmente se le vió creciendo en forma de ramas erectas o rastreras, con color entre rosa y naranja. Fue muy común encontrarla de manera abundante durante todas las campañas.

Material observado: 480 fotografías.

Familia Tedanidae, (Ridley y Dendy, 1886)

Diagnosis. Esponjas incrustantes, masivas o digitadas. Esqueleto coanosomal predominantemente plumo-reticulado o plumoso, las espículas simplemente se cementan juntas en sus nódulos. De vez en cuando las fibras contienen partículas de arena que reemplazan parcialmente a las espículas. (Tomado de World Porifera Database)

Tedania (Grey, 1867)

Diagnosis. Masivo a lodo; esqueleto ectosomal compuesto de tylotes con bases microspínadas formando tractos superficiales tangenciales o paratangenciales; esqueleto coanosomal compuesto de estilos con bases lisas o microspínadas, produciendo arquitectura reticular, plumo-reticulada, plumosa o dendrítica; microscleras onychaetes. Distribución cosmopolita. Aproximadamente 65 especies. (Tomado de Hooper, et al., 2002)

Tedania ignis (Duchassaing y Michelotti, 1864)

Diagnosis. Forma frecuentemente masiva con proyecciones cónicas o vulcaniformes. Los especímenes pueden alcanzar 10 cm de espesor y cubrir áreas superiores a 0,5 m². Color *in vivo* es rojo-naranja, en fijador se torna beige o banquesino. Superficie lisa, levemente áspera. Los ósculos están localizados dispersamente o en la parte superior de las proyecciones con 1 cm de diámetro y membrana perioscular con forma de chimenea, consistencia rasgable y compresible. (Tomado de Hajdu, et al, 2011).

Ecología: En estudios de monitoreo ambiental mostró que es una posible indicadora de ambientes contaminados. Al contacto con la piel humana causa irritación.

Distribución en otras regiones: Bermudas, Bahamas, Florida, Cuba, Jamaica, República Dominicana, Puerto Rico, Islas Vírgenes, Panamá, Belice, Colombia, Venezuela, Brasil.

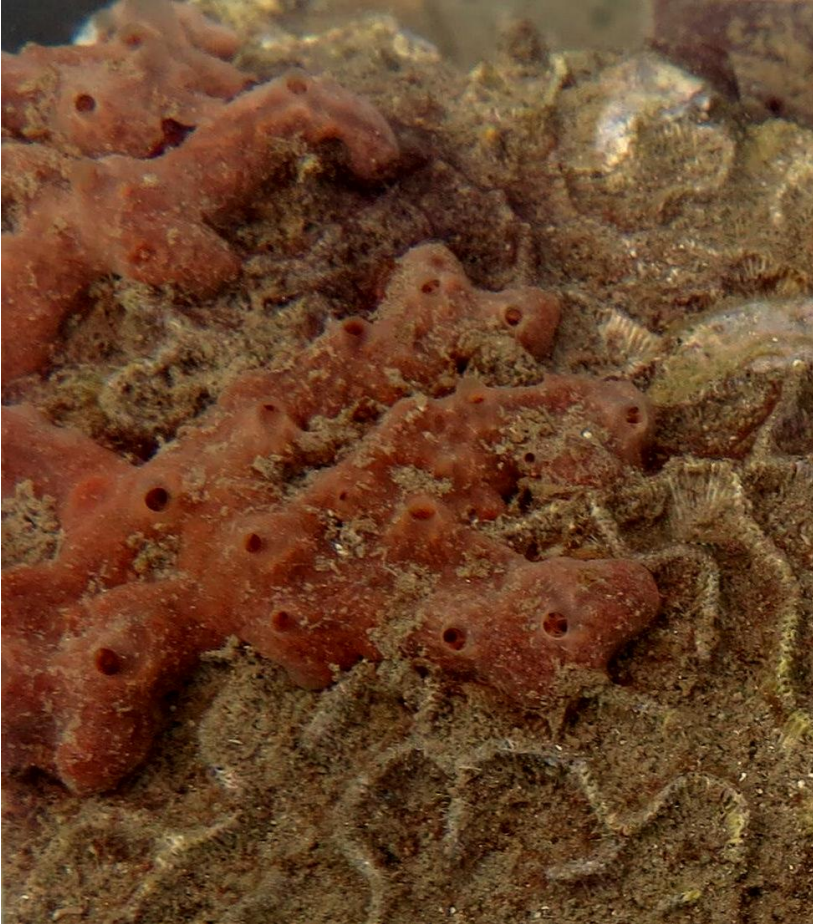


Figura 29. *Tedania ignis*.

Observaciones: Esponja de color naranja, es fácil reconocerla por su crecimiento en forma de “volcán” presentando los ósculos en la parte superior de cada proyección.

Material observado: 23 fotografías.

Familia Iotrochotidae, (Dendy, 1922)

Diagnosis. Esponjas incrustantes, masivas, fistulares, ramosas o flabeladas; esqueleto ectosomal consistentemente en perpendicular o tangencial; muchos géneros demuestran una falta de diferenciación de megascleras. Esqueleto coanosomal reticulado. Megascleres coanosomales, estilos, estrangilos o tylotes, lisos o acantoses. Microscleres birótulas, ocasionalmente también anclar isoquelas y sigmas. (Tomado de World Porifera Database).

Iotrochota (Ridley 1884)

Diagnosis. Formas de crecimiento incrustantes, masivas, digitadas o tupidas, a menudo de coloración negra con un moco teñido de púrpura; esqueleto ectosomal grueso, difícil de desprender, compuesto de espículas individuales o tramos cortos de espículas poco definidos; esqueleto choanosomal una reticulación regular de los tractos multiesiculares; la espongina puede estar bien desarrollada y por lo general está oscura. Megascleras son suaves estilos coanosomales, u oxas, o solo estrangilos dentro de las fibras (todos de aproximadamente el mismo tamaño, sin una localización definida de los estrangilos en el esqueleto ectosomal); microscleras son birótulas. Aproximadamente 10--15 especies, registradas predominantemente de aguas tropicales, pero al menos una especie es del Ártico.

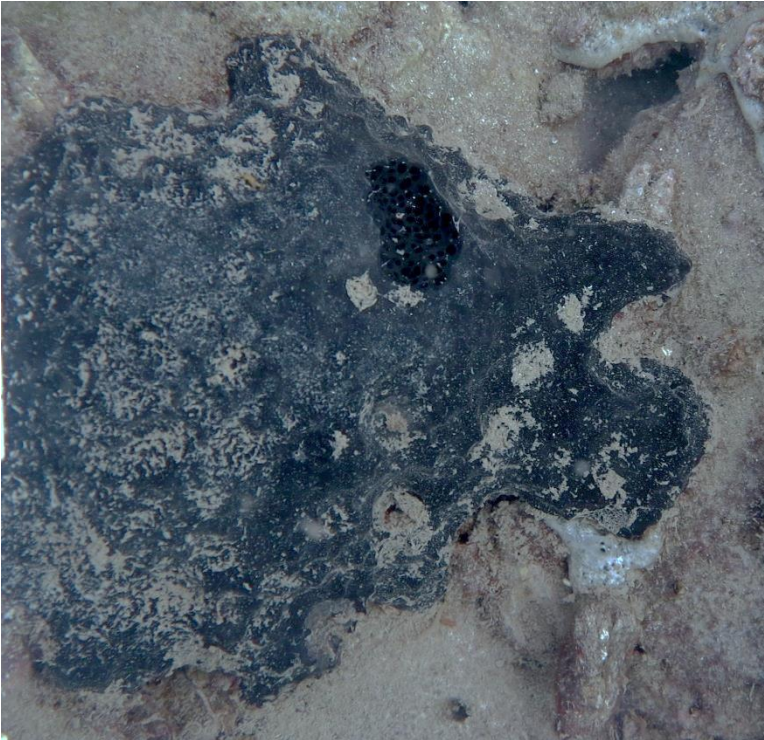


Figura 30. *Lotrochota* sp.

Observaciones: Esponja con forma de crecimiento incrustante o masivo, siempre presentó coloración negra.

Material observado: 183 fotografías

Lotrochota birotulata (Higgin, 1877)

Diagnosis. Forma ramosa con ramas rastreras bifurcadas y anastomosadas, su color *in vivo* es negro en combinación con verde olivo iridiscente, se torna totalmente negra al extraerse del agua y exuda una sustancia morada oscura. Su consistencia es firme, poco compresible. Su superficie es conulosa, espinosa, áspera al tacto. La reticulación coanosómica incluye tractos pluriespiculares de mallas homogéneas. Posee espículas birótulos y estrongiles en combinación con estiles u óxeas; las primeras son características del género. (Tomado de Gómez, 2002).

Hábitat: Lagunas y Taludes arrecifales a profundidades de 8 a 18 metros.

Distribución en el Golfo y Caribe de México: Veracruz (Green, 1977); Puerto Morelos (Gómez y Green, 1984); Majahual.

Distribución en otras regiones: Jamaica, Venezuela, Florida, Islas Vírgenes, Panamá, Brasil, Cuba, Belice, Republica Dominicana, Curazao, Bonaire, San Martín, Puerto Rico, Colombia.



Figura 31. *Iotrochota birotulata*.

Observaciones: Esponja característica por presentar esa tonalidad negra con verde, sin embargo no mostró crecimiento en forma de ramas como lo menciona la literatura.

Material observado: 1 fotografía.

Familia Raspailiidae, (Hentschel, 1923)

Diagnosis. Crecimiento incrustante, masivo, lobulado, en forma de abanico o ramificado, generalmente con una superficie muy hispida. Esqueleto ectosomal especializado típicamente presente, que consiste en pequeños estilos delgados, oxeas o anisoxeas que forman ramos de largos estilos que penetran la superficie. La estructura esquelética coanosomal es típicamente reticulada con una región axial comprimida y plumo-reticulada extra-axial esqueleto (periférico). Microscleras son usualmente ausentes, aunque algunos géneros tienen raphides en paquetes (trichodragmata). Donde se sabe, la reproducción es ovípara y probablemente típico para esta familia. (Tomado de World Porifera Database).

Ectyopiasia (Topsent, 1930)

Diagnosis. Flabelada, forma de crecimiento tubular o arborescente aplanada, con superficie hispida uniforme o ligeramente corrugada. Esqueleto coanosómico, reticulación axial ligeramente comprimida de las fibras de espongina, núcleo por anisoxeas o estilos, equinado por acantortos clavulados; esqueleto extraaxial subectosomal de los tractos ascendentes plumosos dispuestos radialmente, compuesto de estilos coanosomales indiferenciados que sobresalen a través del ectosoma, interconectados por tractos transversales uniculosos o paucispulares de las espículas que producen una reticulación regular; región ectosomal con un esqueleto especializado de pequeños estilos o anisoxeas que típicamente forman pinceles alrededor de los estilos coanosomales en la superficie, pero que a veces se encuentran tangenciales a la superficie. Megascleras estructurales estilos o rabdostiles de dos tamaños (Tomado de Hooper, *et al.*, 2002).

Ectyoplasia ferox (Duchassaing y Michelotti, 1864)

Diagnosis. Forma incrustaciones gruesas con los ósculos en la cima de elevaciones a manera de volcán, o bien, se presenta en un conjunto de túbulos con sus ósculos apicales. Su color *in vivo* es de amarillo a amarillo-naranja. La consistencia es poco compresible, desmoronable, tiene superficie puntiforme con apariencia lisa, pero áspera al tacto. El esqueleto está compuesto por tractos plumosos, formados por estiles que al mismo tiempo están equinados por acantoestiles (éstos no son del tipo acantoestile del género *Ageles* sino que su cabeza tiene forma de roseta), siendo éstas dos las espículas que posee (Tomado de Gómez, 2002).

Hábitat: Común en lagunas y taludes arrecifales, desde 15 hasta 25 metros de profundidad.

Distribución en el Golfo y Caribe de México: Veracruz (López-Herrera, 1992); Puerto Morelos, Boca Paila, Punta Allen, Mahagual

Distribución en otras regiones: Florida, Bahamas, Cuba, Jamaica, Republica Dominicana, Islas Vírgenes, Barbados, Belice, Panamá, Colombia, Venezuela, Brasil.



Figura 32. *Ectyoplasia ferox*.

Observaciones: Esta especie mostró siempre coloraciones anaranjadas, con crecimiento incrustante masivo y los ósculos de manera pronunciada.

Material observado: 183 fotografías.

Orden Hadromerida (Topsent, 1894)

Diagnosis. El esqueleto de este taxón comprende megascleras monoactinales (tiloestiles o subtiloestiles) dispuestas en un patrón radial. No forman fibras, sino que la espongina se encuentra dispersa. Las microescleras si es que presenta,

son del tipo asterosas (espirásteres, tilásteres, esferásteres) o microóxeas (Tomado de Gómez, 2002)

Familia Clionidae (Gray, 1867)

Diagnosis. Todas las especies son excavadoras de material calcáreo, por lo menos durante los primeros estadios de su ciclo de vida. Por esta razón se pueden encontrar en forma de papilas o incrustantes y posteriormente masivas. Sus espículas son tiloestiles básicamente y las microescleras que constituyen una pequeña porción del esqueleto son del tipo espirásteres o anfiásteres, óxeas o ráfides (Tomado de Gómez, 2002)

Cliona Grant, 1826

Diagnosis. Esponjas principalmente en forma de crecimiento alfa (cámaras de excavación, que se comunican a través de las papilas), algunas especies desarrollan la fase beta por la fusión de las papilas, muy pocas superan regularmente su sustrato y se producen en la etapa gamma. Algunas especies en etapa gamma alcanzan formas grandes, irregulares, masivas o en forma de copa. Las espículas son tiloestiles como megascleres, oxeas muy delgadas (raphides) como scleres accesorias pero nunca de importancia estructural, y microscleras similares a spiraster (Tomado de Hooper *et al.*, 2002)

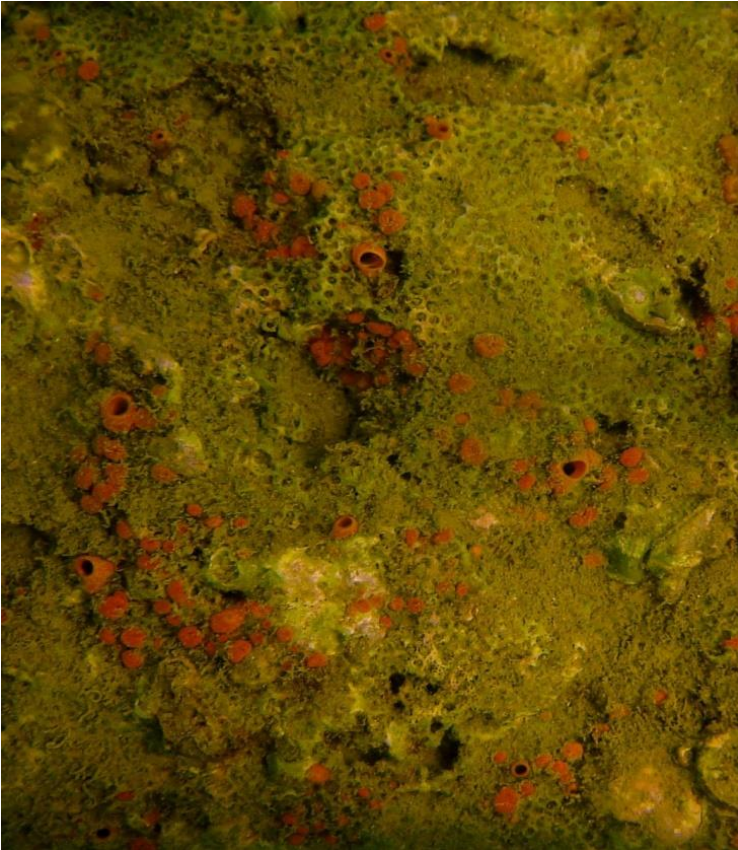


Figura 33. *Cliona* sp.

Observaciones: Esta esponja del género *Cliona* siempre estuvo presente en su tipo de crecimiento alfa.

Material observado: 637 fotografías.

Cliona delitrix (Pang, 1973)

Diagnosis. Forma incrustante (perforante) con papilas grandes (hasta 20 mm de diámetro). Color *in vivo* naranja y en fijador se torna color marrón oscuro. Superficie hispida, áspera al tacto. Aberturas exhalantes dispersas y poco abundantes, de 5 a 20 mm de diámetro, permitiendo una amplia visualización de la cavidad atrial. Aberturas inhalantes agrupadas en papilas semi-traslúcidas, mucho más abundantes, con discreta reticulación superficial. Esqueleto ectosomal radial con haces formando una región más externa del coanosoma y atravesando el ectosoma. La espículas están organizadas con el tilo orientado para el coanosoma

y la extremidad fina para el ectosoma. Esqueleto coanosomal completamente compuesto por tiloestiles (Tomado de Hajdu, *et al*, 2011).

Hábitat: Puede ser encontrada perforando corales u otros sustratos calcáreos.

Distribución en otras regiones: Florida, Bahamas, Cuba, Jamaica, Belice, Honduras, Panamá, Colombia, Brasil.

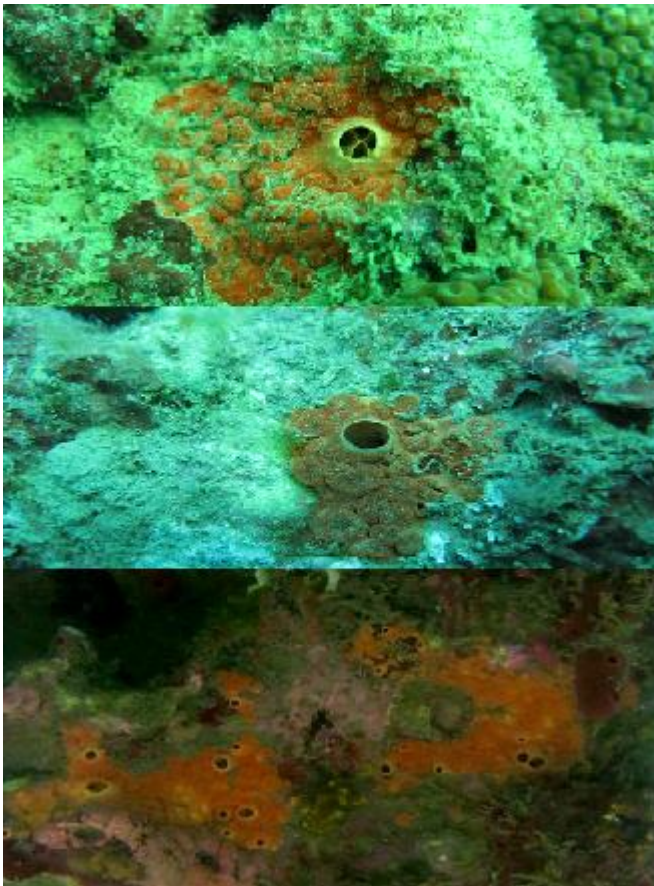


Figura 34. *Cliona delitrix*.

Observaciones: Esta esponja fue la única fotografía encontrada de *Cliona delitrix* en crecimiento beta.

Material observado: 1 fotografía.

Cliona varians (Duchassaing y Michelotti, 1864)

Diagnosis. Esponja incrustante a veces masiva, estas mismas con crecimientos lobulares en forma de dedo, estas no alcanzan más de 10 cm de altura, su color in vivo es amarillo mostaza, sobresaliendo ligeramente los ósculos de color blanquecino, se torna castaño claro conservada en alcohol. Su superficie es lisa con apariencia afelpada, su consistencia es firme, poco compresible. Su esqueleto no forma una reticulación por lo que sus espículas se encuentran en todas direcciones, estas son tiloestiles y la microesclera característica antosigma (Tomado de Gómez, 2002).

Hábitat: Laguna arrecifal, común en sustrato rocoso, de 3 a 18 metros de profundidad.

Distribución en el Golfo y Caribe de México: Campeche (Tompsett, 1889); Puerto Morelos (Gómez y Green, 1984); Yucatán (Rubio-Fernández, 1997); Mahagual.

Distribución en otras regiones: Florida, Honduras, Jamaica, Bahamas.

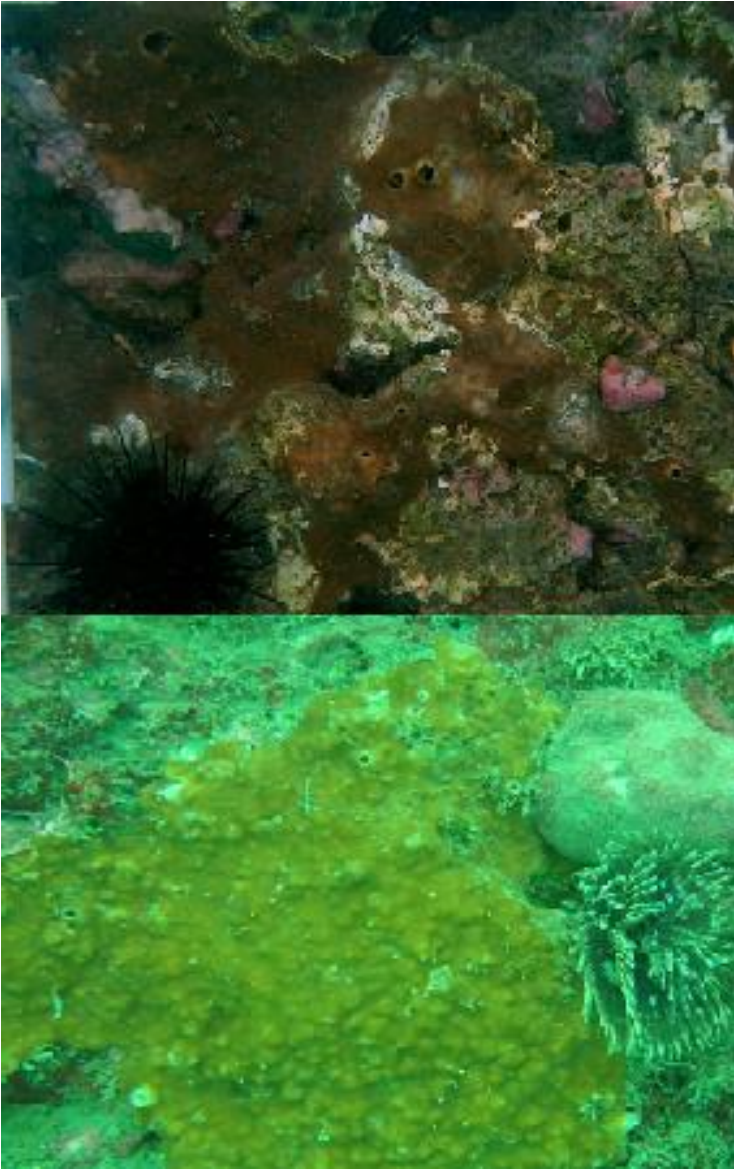


Figura 35. *Cliona varians*.

Observaciones: Esta esponja mostró varias coloraciones, desde amarillo pardo a café, con crecimiento incrustante.

Material observado: 41 fotografías.

Familia Spirastrellidae (Ridley y Dendy, 1886)

Diagnosis. Esponjas incrustantes o masivas con tiloestiles y espirásteres. Estas últimas son robustas en su mayoría y forman parte sustancial del esqueleto. (Tomado de Gómez, 2002).

Spirastrella (Schmidt, 1868)

Diagnosis. Spirastrellidae con capas densas de espirasters en ambas regiones ectosomal y basal coanosomal de la esponja. Espirasters son muy comunes y de un rango de tamaño considerable; tilostiles comparativamente pequeños y raros.

Spirastrella coccinea (Schmidt, 1868)

Diagnosis. Esponja roja brillante incrustante (1-5 mm). Internamente, el color varía de rojo a marrón o naranja. Superficie lisa, correosa al tacto. Ósculos pequeños (0.5-2 mm de diámetro) a menudo en pequeños montículos, con canales transparentes en forma de estrella que salen del ósculo. (Tomado de Collin, *et al*, 2005).

Hábitat: Especie rara generalmente creciendo entre escombros de coral, generalmente entre 1 a 15 metros de profundidad.

Distribución en otras regiones: Caribe, Golfo de México, Bahamas, Bermudas, Brasil, Florida, Las Antillas Mayores.

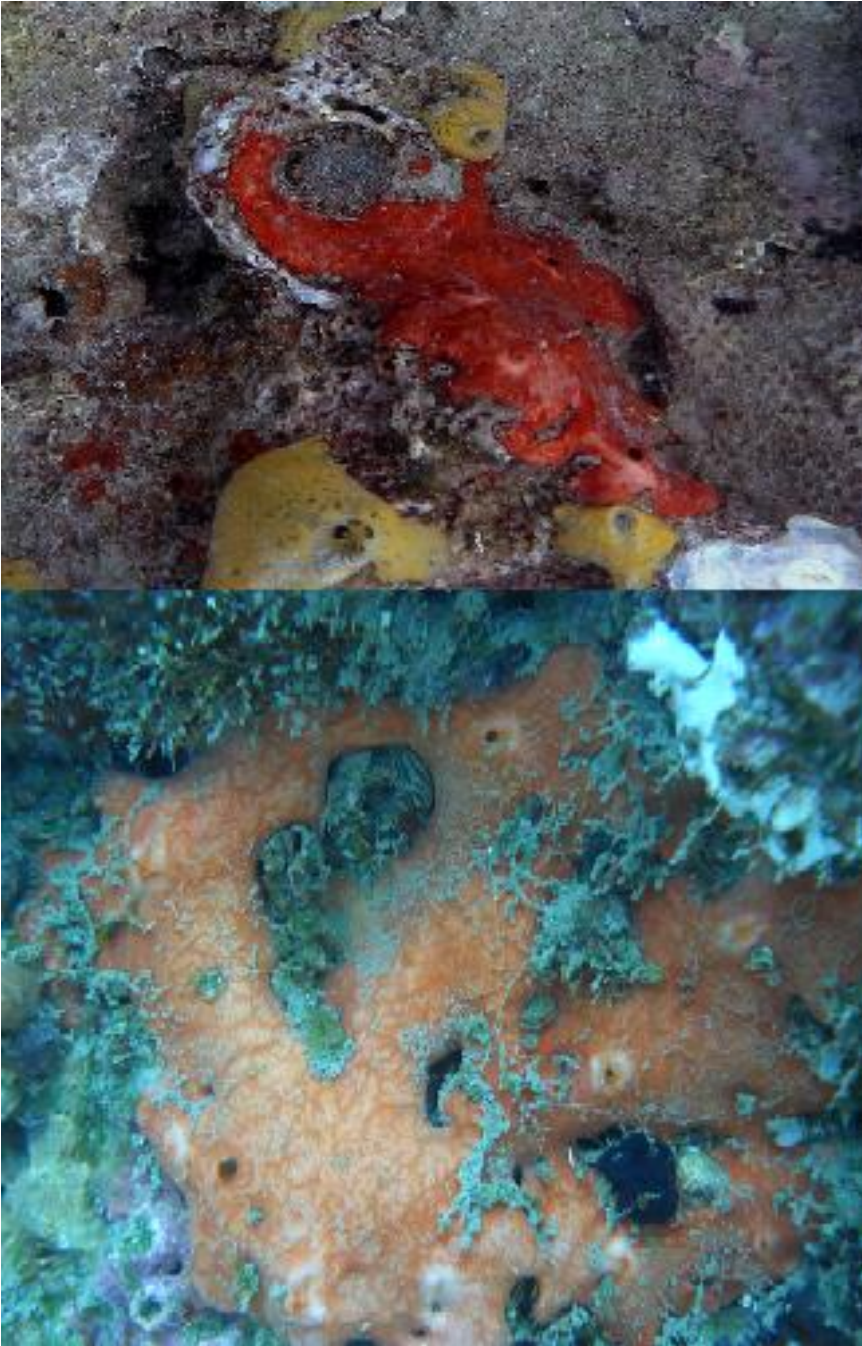


Figura 36. *Spirastrella coccinea*.

Observaciones: Esta especie es característica por su tonalidad roja y en los ósculos con canales transparentes.

Material observado: 58 fotografías.

Orden Verongida (Bergquist, 1978)

Diagnosis. Carece de esqueleto mineral y prevalece el esqueleto de fibras de espongina. En este caso, las fibras se caracterizan por una medula de material fino y son marcadamente laminadas. El patrón esquelético puede ser anastomosado o dendrítico, éste último de manera diferente a Dendroceratida, ya que forman fascículos a partir de complejos fibrilares irregulares. En el caso de un esqueleto anastomosado se forman mallas poligonales sin distinción entre fibras primarias o secundarias (Tomado de Gómez, 2002)

Familia Aplysinidae (Carter, 1875)

Diagnosis. Presentan una reticulación anastomosada de fibras laminadas y medulares, sin inclusiones foráneas, formando mallas poligonales en diferentes planos. Las cámaras coanocíticas son pequeñas y ovals (<50 µm). La mayor parte de las especies tiene propiedades aeróforas (Tomado de Gómez, 2002).

Verongula (Verrill, L, 1907)

Diagnosis. Organización de los elementos superficiales del esqueleto, los componentes de fibra que soportan las crestas no son elementos primarios reconocibles con orientación directa a la superficie, son placas de mallas poligonales idénticas a las que se encuentran en las regiones más profundas del cuerpo (Tomado de Hooper, *et al.*, 2002).

Verongula rigida (Esper, 1794)

Diagnosis. Lobada-masiva, con una membrana orcular (hasta 3 cm de ancho). Color amarillo, marrón-rojizo externamente y amarillo brillante internamente. Superficie con crestas (hasta 5 mm de alto), que corren rectas, o sinuosamente, formando patrones angulares a rombos finos (Tomado de Collin, *et al*, 2005).

Hábitat: Común en arrecifes abiertos, habitando a más de 3 metros de profundidad.

Distribución en otras regiones: Caribe, Florida y Brasil.



Figura 37. *Verongula rigida*.

Observaciones: Esponja lobada-masiva con coloración amarillo-marrón.

Material observado: 22 fotografías.

Aiolochoia (Wiedenmayer, 1977)

Diagnosis. Aplysinidae con características esqueléticas e histológicas en gran parte idénticas a las de *Aplysina*, que difieren solo en tener una arquitectura radialmente prismática, que es particularmente evidente periféricamente. El efecto en la vida es conferir una apariencia tipo panal a la superficie. (Tomado de Hooper, *et al.*, 2002).

Aiolochoia crassa (Hyatt, 1875)

Diagnosis. Esponja masiva lobulada, o en forma de túbulos de 7 cm de alto por 2 cm de diámetro con los ósculos en el extremo superior. Su coloración *in vivo* puede ser morado, amarillo o una combinación de las dos tonalidades, se torna azul oscuro al extraerse del agua, su superficie es de cónulos redondeados y espaciados, su consistencia es ahulada y firme. Presenta fibras meduladas de color rojizo de 50 μm de diámetro promedio, conformando un esqueleto dendrítico provisto de nodos, es difícil observar el esqueleto por la lenta maceración de la materia orgánica. Exuda una sustancia morado oscuro que mancha las manos al manipularla (Tomado de Gómez, 2002).

Hábitat: Común en cavernas someras o expuestas sobre rocas, En lagunas y taludes arrecifales, en sustrato arena-coral-roca, de 10 a 18 m de profundidad.

Distribución en el Golfo y Caribe Mexicano: Veracruz (Green *et al.*, 1986; López Herrera, 1992); Puerto Morelos (Gómez y Green, 1984); Cozumel, Majahual.

Distribución en otras regiones: Antigua, Saint Thmas, Bermuda, Florida, Isla Virgenes a Granada, Bahamas, Jamaica, Curazao, Brasil, Puerto Rico, Bonaire, Colombia, Barbados.



Figura 38. *Aiolochroia crassa*.

Observaciones: Esponja que presentó varias coloraciones, lo cual dificultó su identificación, la mayoría de las veces con tonos azules y en otras ocasiones rojos o amarillo con morado.

Material observado: 124 fotografías.

Aplysina (Nardo, 1834)

Diagnosis. Aplysinidae caracterizada por la posesión de fibras de un solo tipo sin detritus extraño y con un componente grueso de médula. Las fibras forman un retículo regular con mallas poligonales grandes y ninguna disposición de superficie especializada. Se han descrito sesenta y tres especies con los nombres *Aplysina* y *Verongia*. Muchos de estos resultarán ser sinónimos, pero el reexamen es difícil ya que el material seco produce poca información y para muchas especies no ha sobrevivido ningún material (Tomado de Hooper *et al.*, 2002).



Figura 39. *Aplysina* sp.

Observaciones: No se pudo determinar hasta especie debido a que sólo se observaron 3 fotografías y éstas no eran de muy buena calidad.

Material observado: 3 fotografías.

Aplysina fistularis (Pallas, 1766)

Diagnosis. Siempre es tubular sin procesos digitiformes, se presenta en tubos solitarios o en grupo. Su color *in vivo* es amarillo ocre o de color castaño, el cual cambia a negro al extraerla del agua, condición que se denomina aerófoba. En cuevas o total oscuridad es de color blanco. La apertura del tubo al exterior o pseudoósculo está recubierta por una fina membrana semejante a un diafragma. Tiene una superficie finamente conulosa y consistencia firme, ligeramente compresible. Las fibras meduladas, estratificadas, de color ámbar, con un patrón reticular poligonal a hexagonal son características del género. En esta especie el diámetro de la fibra es mayor que en otras aplaninas (Tomado de Gómez, 2002).

Hábitat: Común en ambientes arrecifales, en sustrato roca-arena, adheridas al arrecife de 15 a 60 metros de profundidad.

Distribución en el Golfo y Caribe de México: Veracruz (Green, 1977); Yucatán (Rubio-Fernández, 1997); Cozumel, Majahual.

Distribución en otras regiones: Bermuda

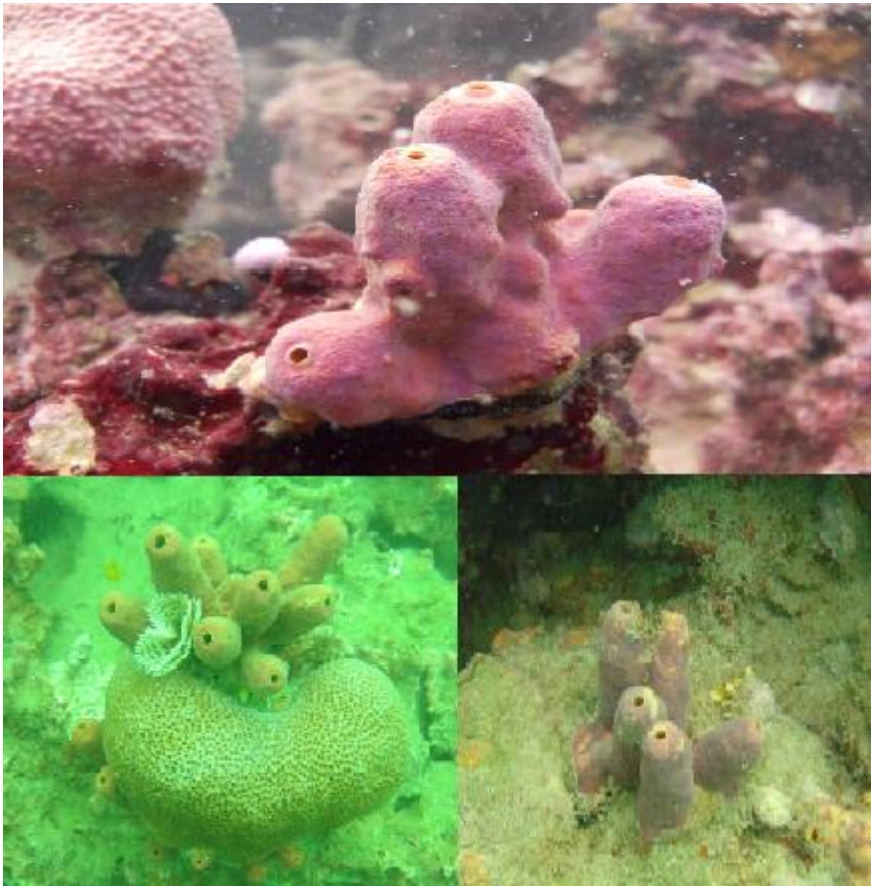


Figura 40. *Aplysina fistularis*.

Observaciones: Esponja tubular con crecimiento solitario o en grupos con forma fistularis. Mostró varias coloraciones desde moradas a colores más castaños.

Material observado: 471 fotografías.

Orden Dictyoceratida (Minchin, 1900)

Diagnosis. No presentan un esqueleto mineral, sino un esqueleto formado por fibras de esponjina exclusivamente en un arreglo anastomosado y organizado en fibras primarias, secundarias y a veces terciarias; estas no surgen de una placa basal. Las fibras no pueden ser homogéneas, laminadas o meduladas de diferente modo que las de Dendroceratida o Verongida. (Tomado de Gómez, 2002).

Familia Dycideidae (Gray, 1867)

Diagnosis. Las fibras se distinguen en primarias y secundarias; las primarias comúnmente empacadas de granos de arena. Las cámaras coanocíticas son ovaladas o en forma de sacos y mayores de 50 μm de diámetro. (Tomado de Gómez, 2002).

Dysidea (Johnston, 1842)

Diagnosis. Crecimiento grueso, incrustado o ramificado, a menudo con una superficie de conulosa marcada y un patrón de superficie neto o similar a la red, que se interconecta entre las células. El esqueleto consiste en una disposición regular, usualmente rectangular, de fibras primaria y secundaria laminadas concéntricamente, con fibras primarias orientadas perpendiculares a la superficie de la esponja. Todas las fibras tienen un núcleo axial a completo (Fig. 1B-E), aunque esto puede estar en forma de fragmentos dispersos en lugar de un núcleo denso. Las fibras primarias también se inclinan, aunque esto generalmente queda oscurecido por el material coriáceo. La esponja es suave y compresible, a veces hecha frágil por grandes cantidades de arena, etc. incorporada en el tejido de la esponja. Solo hay una ligera deposición de colágeno en el mesohilo, y las esponjas son histológicamente simples, con pocos tipos de células secretoras presentes. (Tomado de Hooper, *et al.*, 2002)

Dysidea etheria (De Laubenfels, 1936)

Diagnosis. Forma incrustante con crecimientos ramosos, no rebasa los 10 cm de extensión. Presenta superficie conulosa fina, la altura de los cónulos llega hasta 1 mm, es muy compresible, sin embargo, pierde su forma con facilidad y es difícil de cortar. Una de las características para distinguir a esta especie de otras *Dysidea* es su coloración, cuando está viva es azul claro o azul grisáceo, además de presentar las propias del género, como son las primarias empacadas con granos de arena y material foráneo, las segundas con menor cantidad o ninguna partícula foránea. El coanosoma también incluye material foráneo en el mesohilo. (Tomado de Gómez, 2002).

Hábitat: En lagunas arrecifales y en sustrato duro.

Distribución en el Golfo y Caribe Mexicano: Puerto Morelos (Gómez y Green, 1984); Isla Mujeres.

Distribución en otras regiones: Florida, Bermuda, Bahamas, Bahía Biscayne, Curazao, Margarita, Colombia.

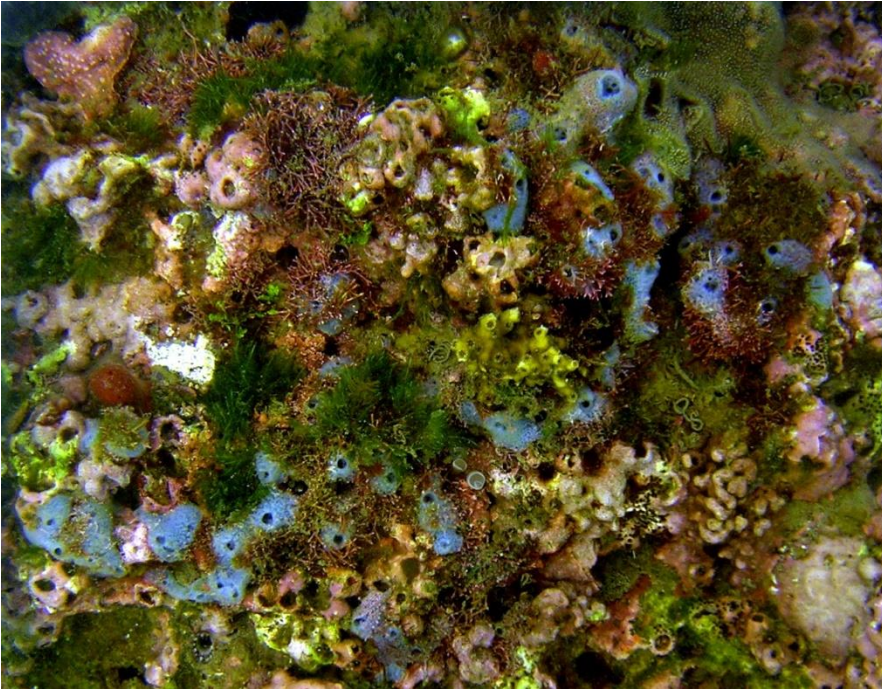


Figura 41. *Dysidea etheria*.

Observaciones: Esponja de color azul claro, en algunas campañas se presentó a un costado de *Siphonodictyon coralliphagum*.

Material observado: 141 fotografías.

Familia Irciniidae (Gray, 1876)

Diagnosis. El esqueleto anastomosado presenta fibras laminadas, dispuestas de manera irregular; éstas tienen una médula central que no se aprecia por la inclusión de grandes partículas de detrito, tanto en la fibra como intersticialmente. Siempre se distinguen fibrofascículos unidos por fibras secundarias, estas últimas no centradas. Un tercer elemento esquelético son los filamentos de colágena, independientes del esqueleto de fibras, por tanto, están dispersos y enmarañados en todo el cuerpo de la esponja (Tomado de Gómez, 2002).

Ircinia (Nardo, 1833)

Diagnosis. Las especies de *Ircinia* exhiben una amplia gama de formas, con una superficie sin conmovedor, conulosa y un esqueleto de fibras primarias y secundarias, y filamentos. Las fibras primarias tienen núcleo con restos extraños y forman fascículos masivos. Las fibras secundarias son simples y sin refinar. La consistencia de estas esponjas es suave a firme, aunque son extremadamente resistentes y, a menudo, son difíciles de cortar o romper. Las especies de *Ircinia* también suelen tener un olor fuerte, penetrante y sulfuroso. (Tomado de Hooper *et al.*, 2002).

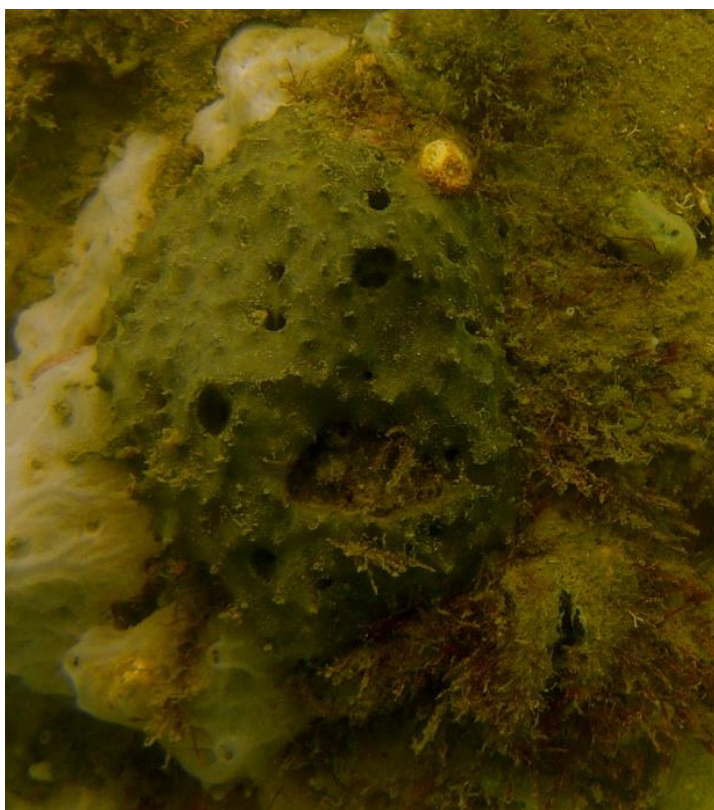


Figura 42. *Ircinia* sp.

Observaciones: Ésta esponja es muy parecida a *Ircinia strobilina*, sin embargo la calidad de las fotografías no ayudo a su identificación.

Material observado: 3 fotografías.

Ircinia aff fasciculata (Pallas, 1766)

Diagnosis. Su forma es tubular, de manera solitaria o en grupos, el ósculo es apical y de menor diámetro que hacia la base del cuerpo, el diámetro del ósculo a lo largo del interior del atrio es el mismo. Estos tubos alcanzan hasta 35 cm de alto por 12 cm de diámetro mayor, su color *in vivo* es castaño oscuro con tendencia grisácea, su consistencia es compresible y elástica, pero difícil de cortar. Presenta una superficie finamente conulosa con adhesión de detrito. El esqueleto se caracteriza por los fibrofascículos centrados por inclusiones foráneas y por los filamentos de esponjina, característicos del género. (Tomado de Gómez, 2002).

Hábitat: Taludes arrecifales a profundidades de 8 a 47 m.

Distribución en el Golfo y Caribe Mexicano: Veracruz (Green, 1977); Puerto Morelos (Gómez y Green, 1984); Yucatán (Rubio-Fernández, 1997).

Distribución en otras regiones: Bermuda

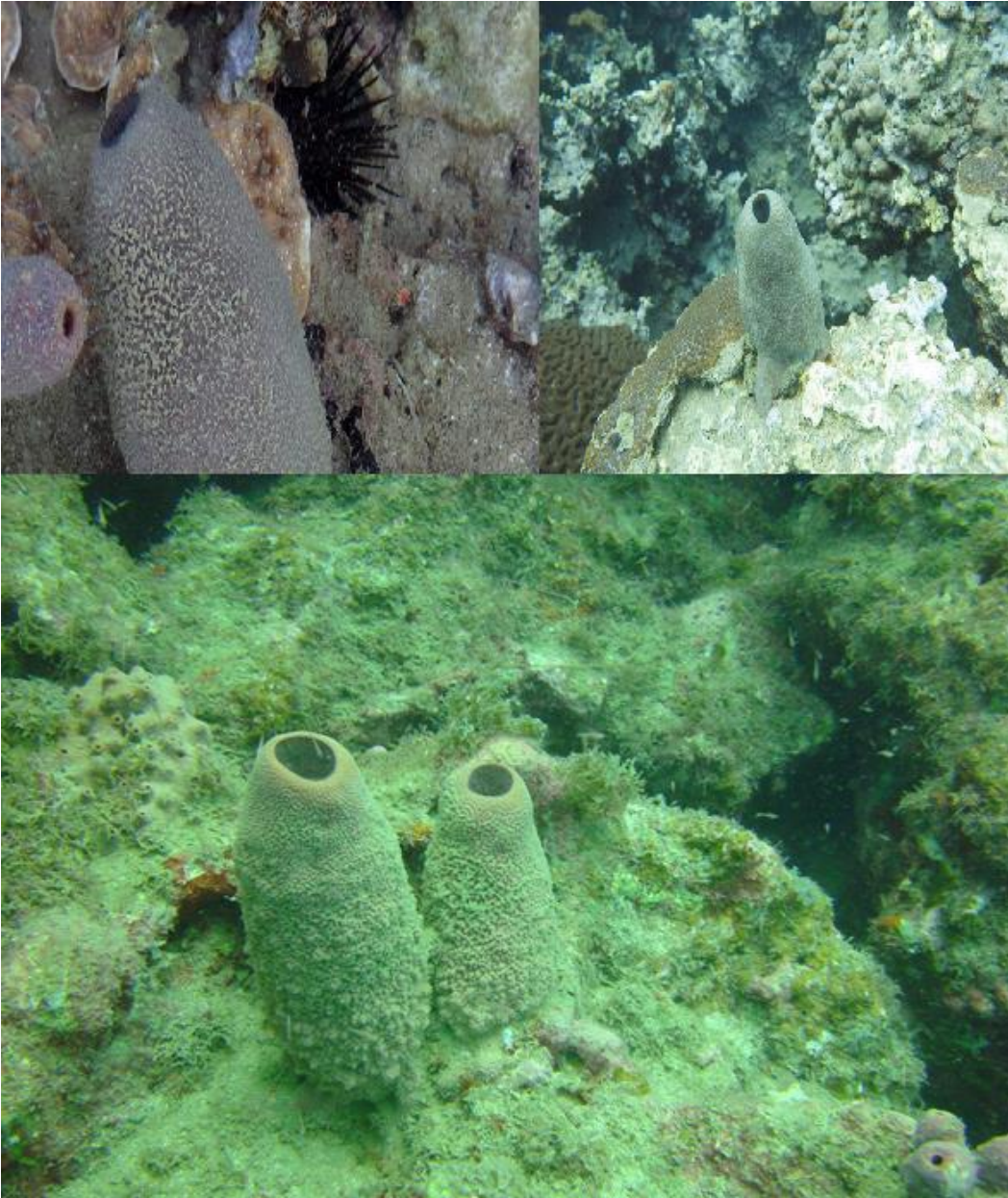


Figura 43. *Ircinia aff fasciculata*.

Observaciones: Esponja tubular que algunas veces se presentó de manera solitaria y otras en grupo. Con tonalidades que van desde el castaño a tonos más grisáceos.

Material observado: 54 fotografías.

Orden Agelasida (Hartman, 1980)

Diagnosis. Esponjas ramosas, tubulares, glabeladas o masivas, con esqueleto de fibras de espongina bien desarrolladas formando una retícula regular a irregular. Ésta se encuentra equinada por acantoestiles o acantóxeas. No presenta microscleras (Tomado de Gómez, 2002)

Familia Agelasidae (Verril, 1907)

Diagnosis. Se caracteriza por un esqueleto reticular fibroso, los tractos están constituidos por espículas centradas y a la vez equinadas, por la única espícula presente en todos sus miembros, la acantoestile. Esta última con espinas verticiladas de manera homogénea. Adquieren formas diversas: masiva, flabelada, tubular y ramosa. (Tomado de Gómez, 2002).

Agelas (Duchassaing & Michelotti, 1864)

Diagnosis. Esponjas lobuladas masivas, incrustantes, tubulares, ramificadas o flabeladas, a menudo de tamaño considerable, con una superficie lisa provista de pequeñas aberturas redondeadas y / o con forma de ojo de cerradura. Color usualmente naranja o naranja pardusco. Consistencia difícilmente compresible, firme. Sin especialización ectosomal. El esqueleto coanosómico es un sistema isótropo o anisotrópico, ocasionalmente irregular, de fibras de esponja. Las fibras principales se distinguen por un núcleo de megascleras, tanto las fibras principales como las interconectadas están profusamente equinadas por megascleras. Espículas estilo verticilado u oxeas. 34 especies nominales distribuidas en la mayoría de las aguas tropicales; una sola especie ocurre en el Mediterráneo. El género no se ha registrado en el Pacífico oriental tropical y el África occidental tropical. (Tomado de Hooper *et al.*, 2002).



Figura 44. *Agelas* sp.

Observaciones: Esponja con coloración entre rosa y anaranjada y crecimiento masivo, muy parecida a *Agelas clathrodes*.

Material observado: 10 fotografías.

Agelas wiedenmayeri (Alcolado, 1984)

Diagnosis. Cúmulos marrones de tubos que provienen de una masa basal de relleno de grietas. De forma similar, pero con tubos de color naranja son *Agelas schmidti* Wilson, 1902. Las espículas son acantóstilos (Tomado de World Porifera Database).

Distribución en otras regiones:



Figura 45. *Agelas wiedenmayeri*.

Observaciones: Esponja característica por presentar ósculos deformados de coloración marrón, los cuales provienen de un tubo con una masa basal.

Material observado: 10 fotografías.

Orden Haplosclerida (Topsent, 1928)

Diagnosis. Su esqueleto puede estar formado por una reticulación de tractos uniespiculares o multiespiculares compuestos de espículas óxeas lisas, usualmente no presentan microescleras, en cuyo caso serían toxas, sigmas y micróxeas lisas (Tomado de Gómez, 2002).

Familia Phloeodictyidae, (Carter, 1882)

Diagnosis. Incrustado, masivo, lobulado o con mayor frecuencia esférico o formas de crecimiento tubulares, enterradas en el sustrato, con fistulas en la superficie, ocasionalmente excavando sustratos coralinos. El esqueleto ectosomal es una reticulación tangencial irregular multicapa de oxeas o estrongiles, formando una costra distintiva generalmente desprendible. El esqueleto coanosomal es una reticulación irregular de múltiples extensiones de espículas diactinales con o sin espongina, juntas con una reticulación isotrópica irregularmente dispersa de espículas diseminadas entre estos tractos principales. Microscleras incluyen sigmas y toxas microanguladas (Tomado de World Porifera Database).

Siphonodictyon (De Laubenfels, 1936)

Diagnosis. Esponjas perforadoras, excavando sustratos calcáreos (moluscos, rocas de coral); externamente visible por sus tubos de fistulosa. Esqueleto formado solo por haces de espículas en bandas sinuosas, no en una red, formando paredes de fístulas. Espículas de bueyes cortos, delgados y curvados. Sin microscleras.

Siphonodictyon coralliphagum (Rützler, 1971)

Diagnosis. Tiene forma tubular semejando un volcán, los túbulos son cortos de paredes delgadas de varias capas, aislados sobre coral, miden de 2 a 7 cm de alto por 2 a 3.5 cm de diámetro mayor. En vida su colores amarillo brillante, al retirarla del agua expele un líquido viscoso color amarillo fuerte; en seco y conservado en alcohol su color palidece un poco. Su consistencia es ligeramente compresible, quebradiza cuando está seca, frágil en cualquier forma. La superficie es lisa con ligeras ondulaciones. El ósculo se localiza en la parte apical del tubo con un diámetro de 7 a 11 mm. Forman un retículo irregular de tractos ascendentes multiesiculares interconectados por tractos conectivos, únicamente presenta espículas óxeas de 135 x 3 µm (Tomado de Gómez, 2002).

Hábitat: Es una esponja excavadora de coral. En general, las especies del género *Siphonodictyon* prefieren aguas más profundas que las especies excavadoras del género *Cliona*, que las prefieren más someras.

Distribución en el Golfo y Caribe de México: Puerto Morelos y Majahual.

Distribución en otras regiones: Bahamas, Jamaica, Puerto Rico, Dominica, Barbados, Curazao, Belice, Colombia.

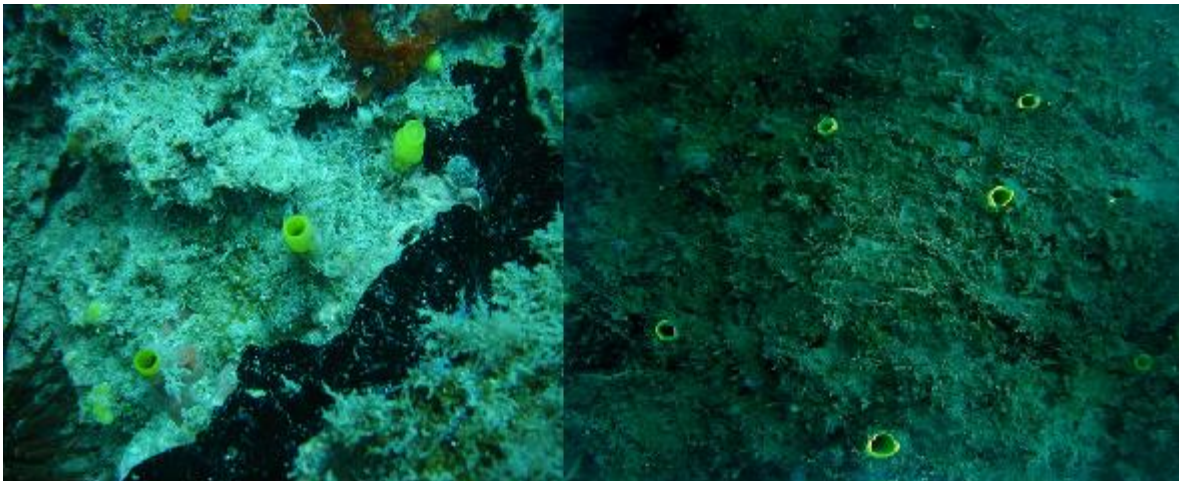


Figura 46. *Siphonodictyon coralliphagum*.

Observaciones: Esponja de color amarillo intenso, con túbulos muy pequeños, con aproximadamente 3 cm de diámetro.

Material observado: 51 fotografías.

Familia Petrosiidae Van Soest, 1980

Diagnosis. Su esqueleto ectosomal tangencial consiste de una reticulación isotrópica formada por espículas solas o por tractos espiculares; el esqueleto coanosómico tiene un arreglo isotrópico de tractos espiculares o con tendencia a este arreglo. Si presenta microscleras son de tipo óxea. Su consistencia es de piedra. (Tomado de Gómez, 2002).

Neopetrosia (Laubenfels, 1949)

Diagnosis: Esponjas compactas, con una capa isodictial uniespicular ectosomal y cepillos libres de oxeas, produciendo una fina superficie hispida, lisa y "aterciopelada". Esqueleto ectosomal una red tangencial isodictial, cepillos de esponja y espícula solo en puntos nodales, espículas libres abundantes. Consistencia dura, pedregosa, ausente siempre escasa. Región subdérmica con tractos espiculares cortos, limitada por una segunda capa esquelética superficial, "condensación periférica", o una "área delgada como el papel a aproximadamente 1 mm por debajo de la superficie". Esqueleto coanosómico una red compacta de tractos paucispiculares irregulares con mallas redondeadas, de tamaño irregular. Megascleras: oxeas, menos de 200 fLm de largo.

Neopetrosia subtriangularis (Duchassaing, 1850)

Diagnosis. Esponja ramosa rastrera, anastomosada o ramificada, que puede formar conglomerados masivos, algunas ramas alcanzan hasta un metro de longitud. Su color *in vivo* puede ser naranja o guinda, generalmente con tonalidades verdosas, debido a la presencia de algas situadas en el interior y hacia la periferia de las ramas, formando un anillo verde. Tiene consistencia dura, no compresible y se fractura con facilidad, su superficie es lisa, pero áspera al tacto. La reticulación tiende a ser isotrópica de mallas poligonales, formada por tractos pluriespiculares. Sus espículas son principalmente óxeas con variación a estróngiles y estiles, el tamaño entre ellas fluctúa alrededor del mismo rango de 118 a 195 por 6 a 15 μm . (Tomado de Gómez, 2002).

Hábitat: Lagunas arrecifales, en sustrato arenoso entre *Thalassia*.

Distribución en el Golfo y Caribe de México: Veracruz (Green, 1977); Campeche, Isla Mujeres, Cozumel, Punta Arenas.

Distribución en otras regiones: Guadalupe, Tortola, Vieques, Antigua, Bahamas, Panamá, Jamaica, Florida, Saint Thomas, Curazao, Barbados, Puerto Rico, Colombia.

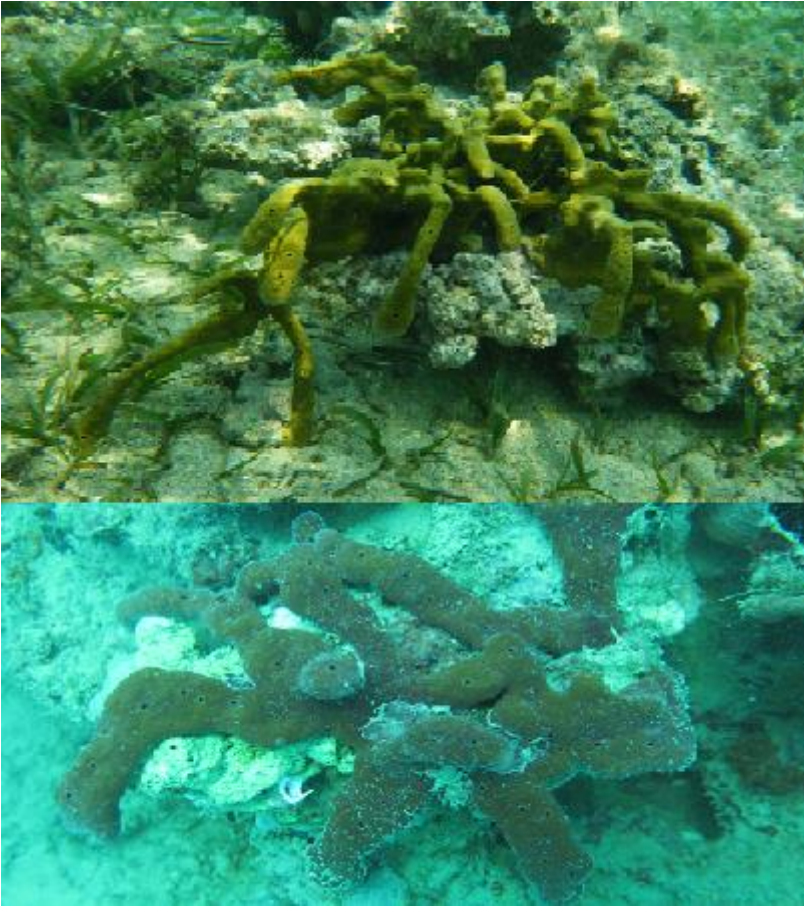


Figura 47. *Neopetrosia subtriangularis*.

Observaciones: Esponja con coloración anaranjada y formando conglomerados masivos.

Material observado: 2 fotografías.

Neopetrosia proxima (Duchassaing & Michelotti, 1864)

Diagnosis. La forma varía de incrustaciones de 1 a 2 cm de grosor, masas de 10 a 20 cm de alto, lisas o lobuladas, hasta ramas de 2 a 5 cm de grosor, aplanadas o cilíndricas, simples, ramificadas o anastomosadas, erectas o arrependidas. El tamaño puede llegar a 50 cm en extensión lateral. La superficie suele ser uniforme, rugosa al tacto, con ósculos dispersos, de hasta aproximadamente 5

mm de diámetro, al ras o ligeramente levantados, o en la parte superior de los montículos, a menudo con un borde ligeramente coloreado; las muestras masivas pueden tener grietas alargadas. La consistencia es dura pero no muy quebradiza; el tejido es muy denso, dificultando el corte de un cuchillo; muy característicamente, hay una sensación pegajosa al tacto cuando se corta. El coanosoma es denso pero está lleno de pequeños canales <1 mm. El esqueleto es una reticulación irregular de fascículos multispiculares, de 50-750 µm de grosor, que rodea las mallas redondeadas a alargadas verticalmente, de 70-500 µm de diámetro. Estos fascículos están formados por una reticulación isotrópica a confusa de espículas individuales o tractos multiespiculares, a menudo con muchas espículas libres esparcidas en confusión, en porciones muy densas y que aparecen oscuras bajo el microscopio. En el ectosoma, generalmente hay una "corteza" de hasta 600 µm de grosor, cubriendo espacios subsuperficiales redondeados, de hasta aproximadamente 1 mm de diámetro; las extensiones gruesas y fasciculares cubren estos espacios que terminan en la superficie en cepillos gruesos de espículas erectas. En general, el ectosoma por lo general se ve como una reticulación paratangencial de los tractos gruesos de la espícula, 20-170 µm de espesor, formando mallas redondas, 100-250 µm, con pinceles de espículas erectas en las intersecciones. Las espículas son hasta oxneas como strongyloxneas, ligeramente curvadas, en un rango de tamaño relativamente amplio, con etapas de desarrollo más delgadas (Tomado de World Porifera Database).

Hábitat: Común en ambientes arrecifales, escombros de coral y lechos de algas marinas.

Distribución en otras regiones: Colombia, Brasil, Puerto Rico, Islas Vírgenes y Bocas del Toro (Panamá).



Figura 48. *Neopetrosia proxima*.

Observaciones: Esponja con superficie lisa y color café formando incrustaciones o masas simples.

Material observado: 17 fotografías.

Familia Niphatidae (Van Soest, 1980)

Diagnosis. Presenta una reticulación irregular de tractos empacados y centrados por espículas óxeas. La terminación de los tractos es dendrítica y se proyectan fuera de la superficie. Su consistencia por lo general es firme. La reticulación ectosomal es paratangencial de fibras o tractos pluriespiculares. Las microescleras si se presentan son del tipo sigma o micróxea (Tomado de Gómez, 2002)

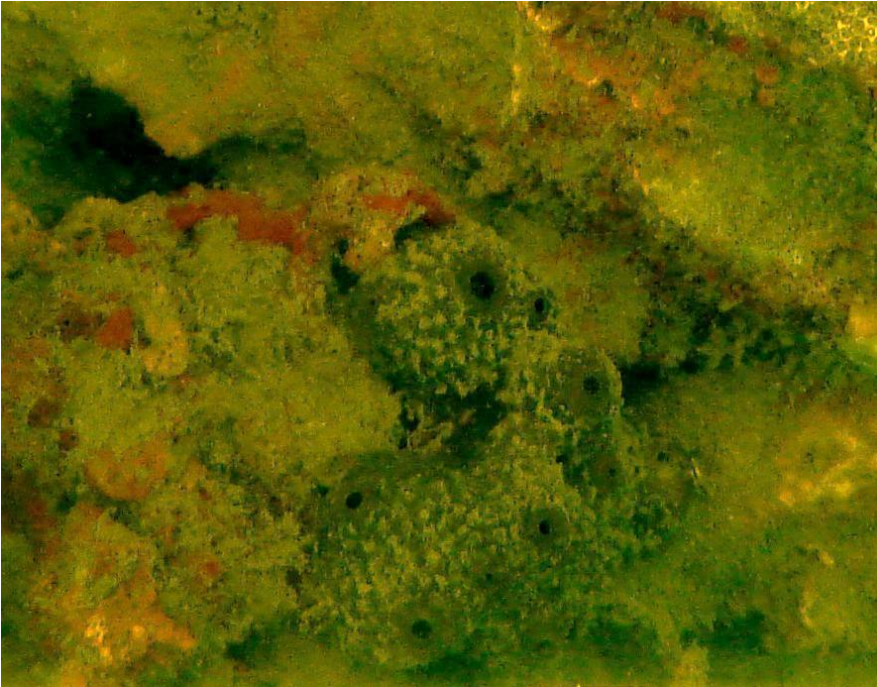


Figura 49. Niphatidae

Observaciones:

Material observado: 5 fotografías.

Amphimedon (Duchassaing & Michelotti, 1864)

Diagnosis. Formas de crecimiento irregularmente masivas, lameladas, flabeliformes, ramificadas, con numerosas ósculos distribuidos linealmente en los bordes o dispersas en las ramas. Esqueleto ectosomal una red tangencial tridimensional de fibras secundarias con mallas redondeadas, cubiertas por una membrana fina. Esqueleto coanosómico. Red irregular, difusa, radialmente plumosa, de fibras primarias ramificadas multiespiculares, conectadas irregularmente por fibras secundarias espiculares. Abundante espongina. Megascleras oxeadas a menudo con ápices modificados o estrangilote. Microscleras ausentes (Tomado de Hooper *et al.*, 2002)

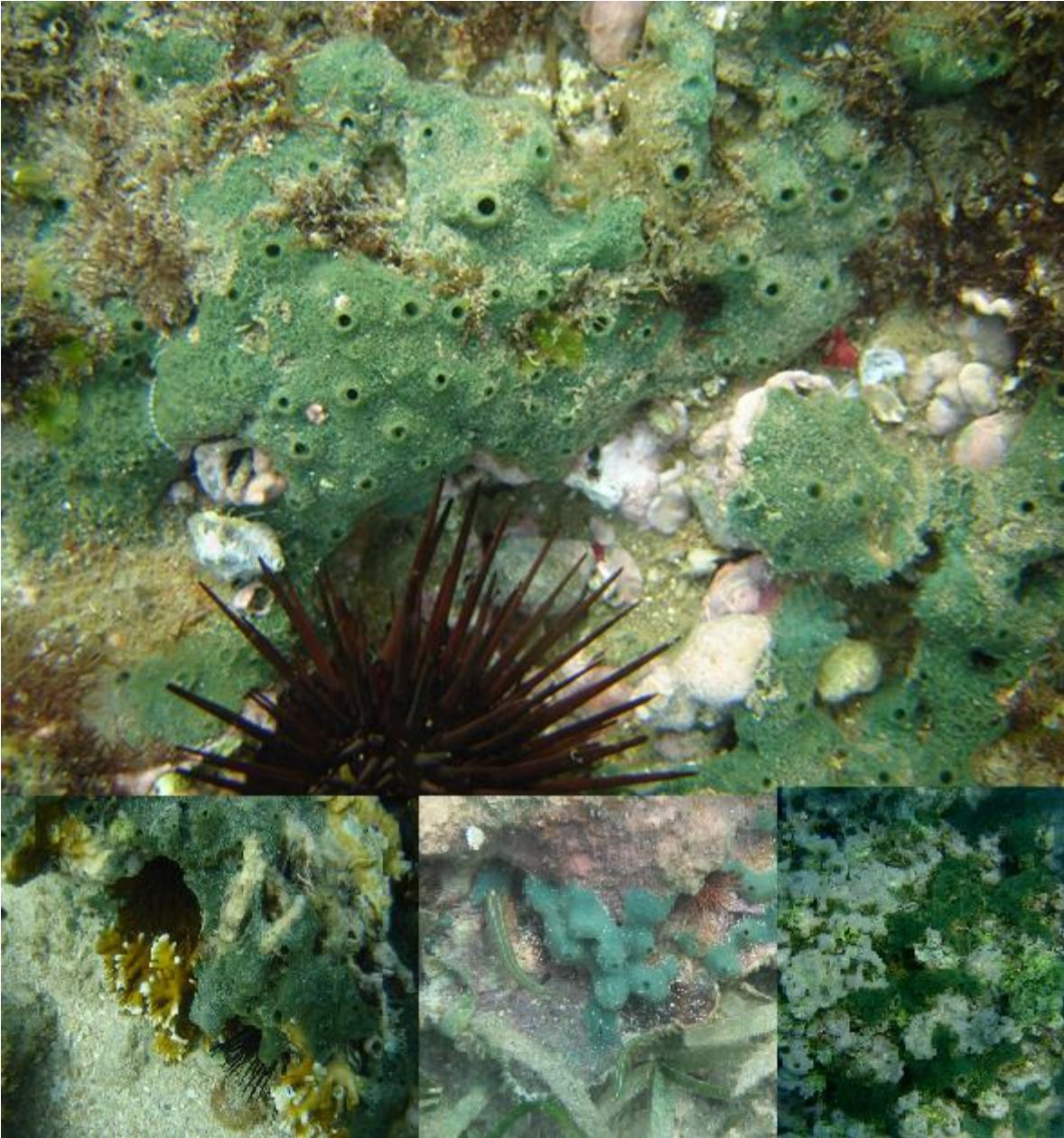


Figura 50. *Amphimedon* sp.

Observaciones: Esponja de coloración verde, lo cual dificultó su identificación pudiéndose confundir con *Amphimedon viridis* o *Amphimedon erina*, ya que ambas son muy parecidas y tienen esta misma coloración.

Material observado: 161 fotografías.

Amphimedon compressa (Duchassaing y Michelotti, 1864)

Diagnosis. Se presenta en forma ramosa erecta, algunas veces solitarias o en grupo, con una base incrustante, de la que parten las ramas, a veces de forma flabelada o incrustante gruesa. Las ramas llegan a tener una longitud hasta de 35 cm por 1 a 3 cm de diámetro. Su color in vivo es rojo intenso y en algunos ejemplares es castaño-naranja o púrpura, al extraerse del agua expele una sustancia roja oscura pegajosa. Los ósculos dispersos o alineados se visualizan con facilidad. Su consistencia es ligeramente compresible, firme, su superficie es puntiforme y áspera al tacto. Presenta una reticulación compuesta de fibras primarias y secundarias, ambas empacadas de espículas del tipo óxea; éstas tienen un rango de longitud de 78 a 160 por 2 a 12 μm de diámetro. (Tomado de Gómez, 2002)

Hábitat: Lagunas y taludes arrecifales de 2 a 21 m, muy común en éstas regiones.

Distribución en el Golfo y Caribe de México: Veracruz (Green, 1977; Green *et al.*, 1986; López-Herrera, 1992); Puerto Morelos (Gómez y Green, 1984); Yucatán (Rubio Fernández, 1997); Majahual y Xahuayxol.

Distribución en otras regiones: San Bartolomé, Guadalupe, Vieques, Sta. Cruz, Tortola (Carter, 1882), Florida (De Laubenfels, 1936; Stor, 1964), Jamaica, Islas Virgenes (Cecil, et al., 1976), Cuba (Alcolado, 1976), Bahamas (Wiedenmayeri, 1977), Belice (Rutzler, 1978), Republica Dominicana (Vicente y Bonnelly de Calventi, 1979), San Martín, Saint Thomas, Anguila, Puerto Rico (Van Soest, 1980), Colombia (Zea, 1987).

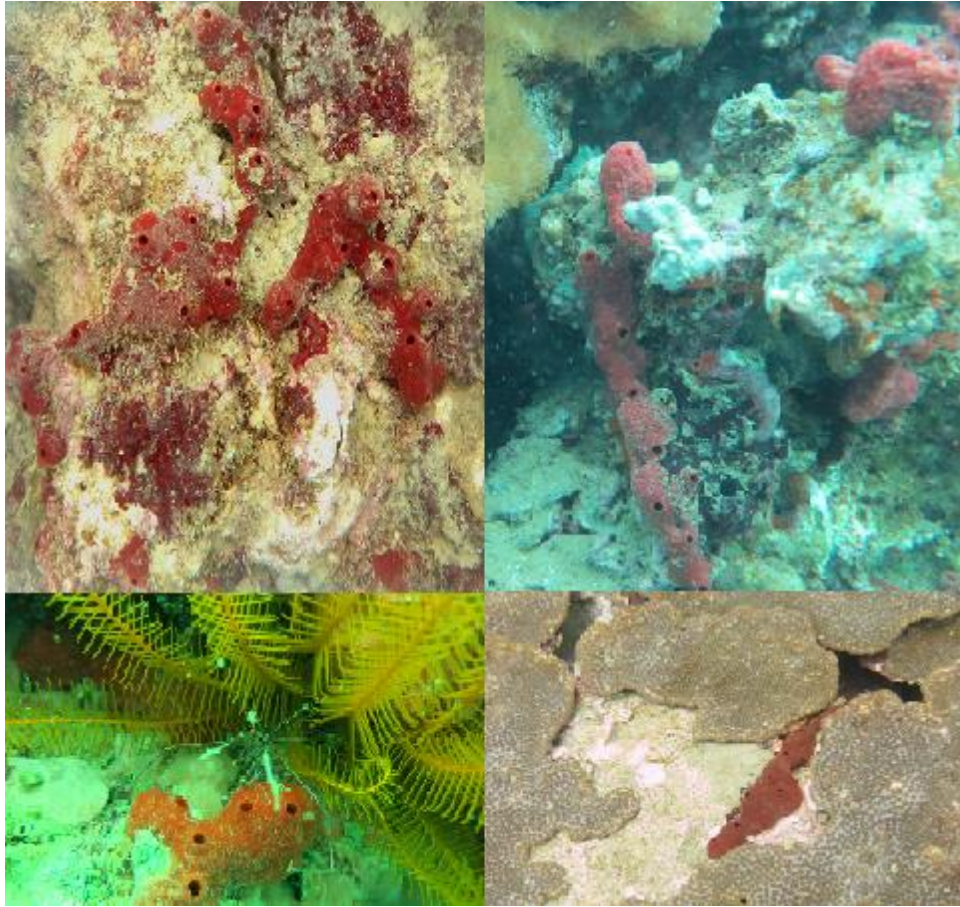


Figura 51. *Amphimedon compressa*.

Observaciones: Esponja que la mayoría de las veces mostró una coloración rojo intenso, y en otras ocasiones anaranjado, creciendo en forma ramosa erecta solitaria o en grupos.

Material observado: 1073 fotografías.

Niphates (Duchassaing y Michelotti, 1864)

Diagnosis. Forma de crecimiento vasiforme masivo, en forma de embudo a tubular o ramoso. Superficie conulosa a espinosa, irregularmente lisa a rugosa, producida por fibras longitudinales primarias que terminan en la superficie. Ósculos numerosos, irregularmente distribuidos, al ras con la superficie o ligeramente elevados. Consistencia esponjosa a rígida, dura, firme. El esqueleto ectosomal es una red tangencial de fibras secundarias, oscurecida por mechones protuberantes

de fibras primarias. Microscleras son sigmas raros. Esqueleto coanosómico: un retículo irregularmente divergente de fibras longitudinales primarias plúbicas a múltiples espiculares, ampliamente ramificadas para formar fibrofáculos y ramas irregulares que ascienden a la superficie. Fibras secundarias interconectadas pauci a multispiculadas, bien desarrolladas para formar mallas redondeadas a irregulares. Espongina dominante, abundante y que cubre las espículas. Megascleres óxeas. Microscleras sigmata, presente o ausente (Tomado de Hooper *et al.*, 2002)

Niphates erecta (Duchassaing y Michelotti, 1864)

Diagnosis. Esponja ramosa y en ocasiones incrustante, las ramas son cilíndricas, erectas, solitarias o en grupo, el ápice de las ramas se adelgazan o se ensanchan un poco más del diámetro de la rama, la forma incrustante tiene los ósculos en la cima de pequeñas elevaciones y se encuentran dispersos en la superficie. Su color in vivo es variable: puede ser rosa, lila, de azul grisáceo a verdoso, o con apariencia descolorida. Tiene una superficie puntiforme debido a la terminación de sus fibras; sin embargo en algunas partes es lisa. Casi siempre presenta como epibionte a la anemona colonial Parazoanthus. Su consistencia es compresible firme. El esqueleto se conforma de tractos pluriespiculares empacados en espículas óxeas y en algunas ocasiones pueden presentar microscleras sigmas, las óxeas tienen una longitud de 160 a 240 μm por 4,5 a 15 μm (Tomado de Gómez, 2002).

Hábitat: Se le encuentra en parches arrecifales someros y taludes arrecifales, desde los 4 m hasta alrededor de los 30 m de profundidad.

Distribución en el Golfo y Caribe Mexicano: Veracruz (Green, 1977; Green *et al.*, 1986; López-Herrera, 1992); Puerto Morelos (Gómez y Green, 1984); Majahual.

Distribución en otras regiones: Isla Virgenes, Bermuda, Cuba, Brazil, Puerto Rico, Saba, Barbados, Belice, Saint Thomas, Curazao, Bonaire, Colombia.



Figura 52. *Niphates erecta*.

Observaciones:

Material observado: 157 fotografías.

Familia Callyspongiidae (de Laubenfels, 1936)

Diagnosis: Forma incrustante, masiva, en forma de jarrón, tubular, lamelada, en forma de abanico o de ramificación. Textura de esponja suave a firme, resistente. Superficie lisa o característicamente esculpida en conules, crestas o espinas y

reticulación de fibras tangencial a la superficie. El esqueleto ectosomal es una reticulación tangencial en dos dimensiones de fibras de esponja primarias, secundarias y, a veces, terciarias, y las fibras están rodeadas por oxeadas o estróngilos, ocasionalmente sin refinar o sin núcleo con material extraño. El esqueleto coanosomal forma una red de fibras primarias o longitudinales, pauciformes o espongiformes, y fibras de esponjas secundarias o de conexión, uni, bi- o aspícula. Malla coanosomal típicamente regular o rectangular con algunas excepciones, por ejemplo, subgénero Cladochalina con una malla coanosomal confundida irregular. Espongina es típicamente abundante. Megascleras: las oxeadas a los estróngilos en número variable, generalmente de pequeño tamaño, pueden ser vestigiales, completamente ausentes o reemplazadas por granos de arena y / o material extraño. Microscleras: si están presente, toxas. (Tomado de Hooper, *et al.*, 2002)

Callyspongia (Duchassaing & Michelotti, 1864)

Diagnosis. Varía enormemente, desde formas masivas a ramosas, lameladas, foliáceas a infundibuliformes, tubulares o lobuladas, arrepentidas o erectas. Esqueleto ectosomal: Una red tangencial formada por fibras terciarias secundarias y algunas veces más finas (capa ectosomal de malla triple) o menos ramificada y con un tamaño de malla regular (capa ectosomal de malla única). Esqueleto coanosómico: una red bien desarrollada de fibras longitudinales primarias, fasciculada o no fasciculada, cubierta de esponja siempre presente. Las fibras primarias se ramificaron para formar fibras finas secundarias y terciarias y una red coanosomal terciaria siempre presente; o no ramificado, paralelo y conectado por fibras secundarias cortas, paralelas, no ramificadas, puede haber condensación periférica del esqueleto coanosomal (Tomado de Hooper *et al.*, 2002).

Callyspongia armígera (Duchassaing & Michelotti, 1864)

Diagnosis. Esponja ramosa erecta con longitudes de 2 a 40 cm por 1.5 cm de diámetro, su color in vivo es de gris a gris verdoso, con superficie conulosa, los

ósculos se encuentran dispersos o alineados sobre las ramas, tiene consistencia totalmente compresible y suave al tacto. Reticulación esquelética similar a *Callyspongia vaginalis* en cuanto a la disposición de los tractos, pero *C. armígera* es más compacta. Las espículas son de tipo oxea con longitud de 60 a 135 μm por 3 a 9 μm de diámetro. Se puede pensar que *C. armígera* sea una forma de crecimiento de *C. vaginalis*, sin embargo no se han registrado ejemplares con forma intermedia.



Figura 53. *Callyspongia armigera*.

Observaciones: Esponja con crecimiento erecto ramoso, con coloración grisáceo y los ósculos se encuentran distribuidos por toda la superficie.

Material observado: 21 fotografías.

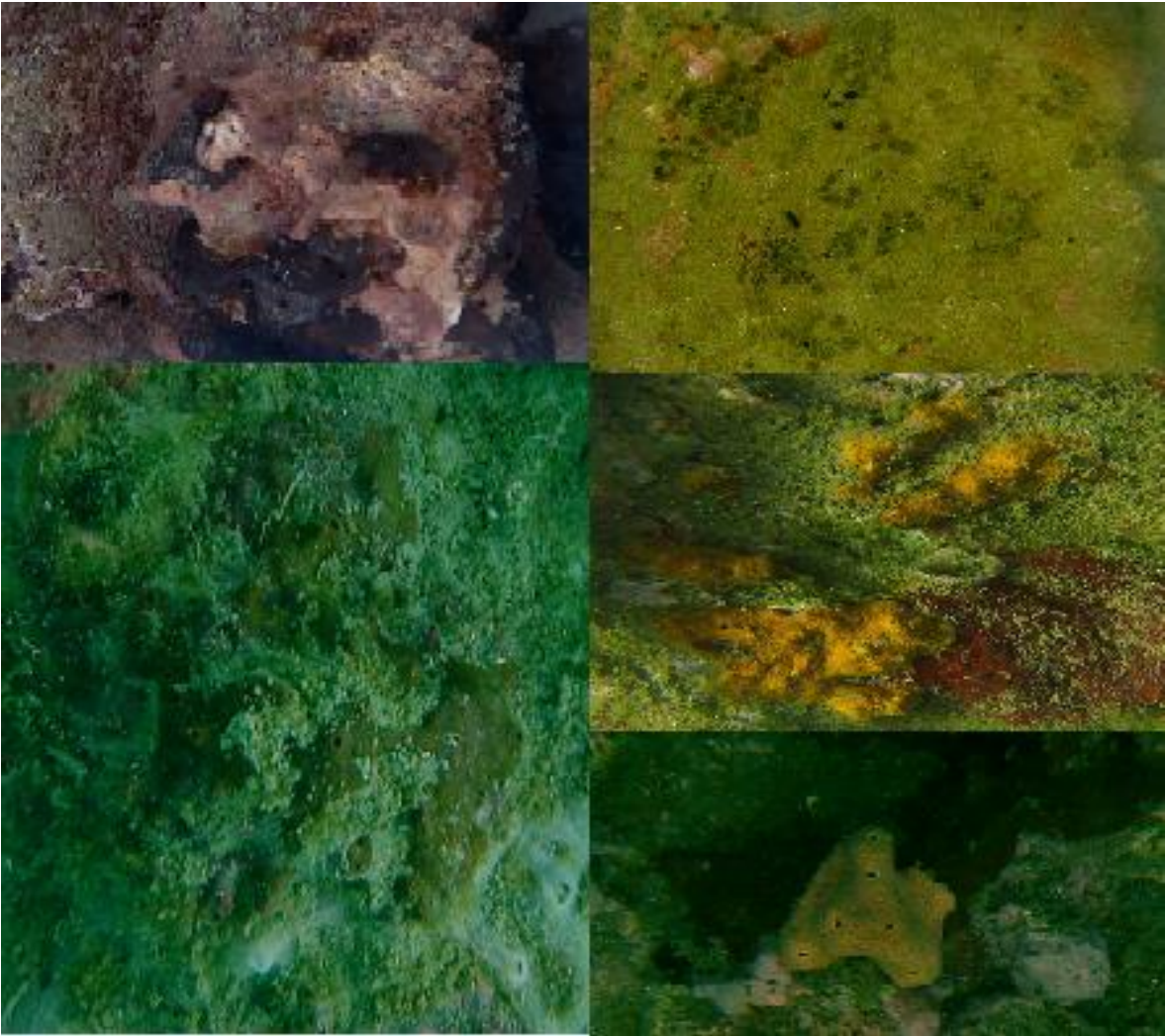


Figura 54. Especies de esponjas sin identificar.

Literatura citada.

- Alcolado, P. M., y Herrera, A. (1987). Efectos de la contaminación sobre las comunidades de esponjas en el litoral de La Habana, Cuba. Instituto de Oceanología, Academia de Ciencias de Cuba 68:1-17
- Alcolado, P. M. (2007). Reading the code of coral reef sponge community composition and structure for environmental biomonitoring: some experiences from Cuba. *Porifera research: biodiversity, innovation and sustainability. Rio de Janeiro: Museu Nacional*, 3-10.
- Anderson, M. J. (2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26(1), 32-46.
- Carballo, J. L., Naranjo, S. A., y García-Gómez, J. C. (1996). Use of marine sponges as stress indicators in marine ecosystems at Algeciras Bay (southern Iberian Peninsula). *Marine Ecology Progress Series*, 135, 109-122.
- Carballo, J. L., Gómez, P., y Cruz-Barraza, J. A. (2014). Biodiversidad de Porifera en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 143-153.
- Carricart-Ganivet, J.P. y G. Horta-Puga. (1993). Arrecifes de Coral en México. 80-90 p. In Salazar-Vallejo S.I. y N.E. González (Eds). *Biodiversidad Marina y Costera de México*. CONABIO/CIQRO, México, DF. 865 p.
- Collin, R., Díaz, M. C., Norenburg, J. L., Rocha, R. D., Sanchez, J. A., Schulz, A. y Valdes, A. (2005). Photographic identification guide to some common marine invertebrates of Bocas Del Toro, Panama.
- De la Cruz, V., González, M., y Morales, I. (2016). Faunística y distribución de Demospongiae: Porífera del arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, México. *CICIMAR Océánides*, 31(1), 7-16.
- De la Guardia, E. y González, G. (1997). Asociaciones de esponjas, gorgonias y corales de un arrecife en la costa noroccidental de Cuba. III: Variación espacial de la diversidad. *Revista Investigaciones Marinas*, 18(3), 216-222.
- Diaz, M. C., y Rützler, K. (2001). Sponges: an essential component of Caribbean coral reefs. *Bulletin of Marine Science*, 69(2), 535-546.

- Díaz, G., Sánchez, J. A., Sven, Z., Díaz, J. M., y Garzón-Ferreira, J. (2012). Esquemas de distribución espacial en la comunidad bentónica de arrecifes coralinos continentales y oceánicos del Caribe colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 28 (108): 337-347.
- Dikou, A. (2010). Ecological processes and contemporary coral reef management. *Diversity*, 2(5), 717-737.
- Emery, K. O. (1963). Coral reefs off Veracruz, México. *Geofísica internacional*, 3, 11-17.
- Faulkner, D. J. (1995). Marine Natural Products. *Nat. Prod. Rep.* 12: 223-270.
- Ferre-D'Amare, A. R. (1985). Coral reefs of the Mexican Atlantic: a review. In *Proc 5th Intl Coral Reef Symp* (Vol. 6, pp. 349-354).
- Glynn, P. (1976). Some Physical and Biological Determinants of Coral Community Structure in the Eastern Pacific. *Ecological Monographs*. 46:431 -456.
- Gómez, Patricia. (2002). *Esponjas marinas del Golfo de México y el Caribe*. AGT, Editor, S.A. México. 134p.
- Gomez, P. (2014). The genus *Clathria* from the Gulf of Mexico and Mexican Caribbean, with redescription and resurrection of *Clathria carteri* (Poecilosclerida: Microcionidae). *Zootaxa*, 3790(1), 051-085.
- Goreau, T. F., y Hartman, W. D. (1966). Sponge: effect on the form of reef corals. *Science*, 151(3708), 343-344.
- Gutiérrez, D., García-Sáez, C., Lara, M., & Padilla, C. (1993). Comparación de arrecifes coralinos: Veracruz y Quintana Roo. *Biodiversidad marina y costera de México*, 785-806.
- Hajdu, E., Peixinho, S., y Fernandez, J. C. (2011). *Esponjas marinhas da Bahia: guia de campo e laboratório*. Museu Nacional. Rio de Janeiro: Museu Nacional. 276 p.
- Herrera Moreno, A. (1991). *Efectos de la contaminación sobre la estructura ecológica de los arrecifes coralinos en el litoral habanero* (Vol. 593, No. H4).

- Holmes, K. E., Edinger, E. N., Limmon, G. V., y Risk, M. J. (2000). Bioerosion of live massive corals and branching coral rubble on Indonesian coral reefs. *Marine Pollution Bulletin*, 40(7), 606-617.
- Horta, G. y Tello J. L. (2009). Sistema Arrecifal Veracruzano: condición actual y programa permanente de monitoreo: Primera Etapa. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DM005. México D. F.
- Horta, G. J., Tello, J. L., Beltrán, A., J. P., Carricart, J. D., Carriquiry, J., y Villaescusa, J. (2015). Veracruz reef system: a hermatypic coral community thriving in a sedimentary terrigenous environment. *Aportes al conocimiento del Sistema Arrecifal Veracruzano: Hacia el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México. Campeche: Universidad Autónoma de Campeche*, 181-207.
- Horta, G. J., Tello, J. L., Beltrán, A., J. P., Carricart, J. D., Carriquiry, J., y Villaescusa, J. (2015). Veracruz reef system: a hermatypic coral community thriving in a sedimentary terrigenous environment. *Aportes al conocimiento del Sistema Arrecifal Veracruzano: Hacia el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México. Campeche: Universidad Autónoma de Campeche*, 181-207.
- Horta-Puga, G., J.L. Tello-Musi, A. Córdova-Morales, A. Morales-Aranda. (2014). Reporte de las campañas de monitoreo C-06, C-07, H-06 y H-07. Proyecto Sistema Arrecifal Veracruzano, condición actual y programa permanente de monitoreo: II Etapa. CONABIO, GM005. México, D.F. 107 p.
- Hooper, J. N., Kennedy, J. A., y Quinn, R. J. (2002). Biodiversity 'hotspots', patterns of richness and endemism, and taxonomic affinities of tropical Australian sponges (Porifera). *Biodiversity and Conservation*, 11(5), 851-885.
- Jordán, E. (1993). El ecosistema arrecifal coralino del Atlántico mexicano. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, Vol. Esp*, 157-175.
- Jordán, E. (2004). Los arrecifes coralinos del Golfo de México: caracterización y diagnóstico. *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*, 1, 555-570.

- Jordán, E., y Rodríguez, R. E. (2003). The Atlantic coral reefs of Mexico. In *Latin American coral reefs* (pp. 131-158).
- Jordán, E., y Rodríguez, R. E. (2003). The Atlantic coral reefs of Mexico. In *Latin American coral reefs* (pp. 131-158).
- McLean, E. L., y Yoshioka, P. M. (2008). Substratum effects on the growth and survivorship of the sponge *Desmapsamma anchorata*. *Caribbean Journal of Science*, 44(1), 83-89.
- Meesters, E., Knijn, R., Willemsen, P., Pennartz, R., Roebers, G., y van Soest, R. V. (1991). Sub-rubble communities of Curaçao and Bonaire coral reefs. *Coral Reefs*, 10(4), 189-197.
- Morrow, C., y Cárdenas, P. (2015). Proposal for a revised classification of the Demospongiae (Porifera). *Frontiers in Zoology*, 12(1), 7.
- Muricy, G. (1989). Sponges as pollution-biomonitoring at Arraial do Cabo, Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 49(2), 347-54.
- Muricy, G. (1991). Structure des peuplements de spongiaires autour de l'égout de Cortiou (Marseille, France). *Vie Milieu*, 41(4), 205-221.
- Ortiz, L. (2012). Identification of priority conservation actions in marine protected areas: Using a causal networks approach. *Ocean and coastal management*, 55, 74-83.
- Ortiz, L., Pérez, H., Granados, A., González, C., Gutiérrez, A., y Martos, J. (2013). The Reef Corridor of the Southwest Gulf of Mexico: Challenges for its management and conservation. *Ocean and Coastal Management*, 86, 22-32.
- Pawlik, J. R., Loh, T. L., McMurray, S. E., y Finelli, C. M. (2013). Sponge communities on Caribbean coral reefs are structured by factors that are top-down, not bottom-up. *PLoS One*, 8(5), e62573.
- Reis, M. A. C., y Leao, Z. M. A. N. (2000, October). Bioerosion rate of the sponge *Cliona celata* (Grant 1826) from reefs in turbid waters, north Bahia, Brazil. In *International Coral Reef Symposium* (Vol. 9, pp. 273-278).

- Reiswig, H. M. (1973). Coral reef project—papers in memory of Dr. Thomas F. Goreau. 8. Population dynamics of three Jamaican Demospongiae. *Bulletin of Marine Science*, 23(2), 191-226.
- Rose, C. S., y Risk, M. J. (1985). Increase in *Cliona delitrix* infestation of *Montastrea cavernosa* heads on an organically polluted portion of the Grand Cayman fringing reef. *Marine Ecology*, 6(4), 345-363.
- Rützler, K. (1970). Spatial competition among Porifera: solution by epizoism. *Oecologia*, 5(2), 85-95.
- Sarà, M. (1970). Competition and cooperation in sponge populations. In *Symposium of the Zoological Society of London* (Vol. 25, pp. 273-284).
- Tunnell, J. W. (1988). Regional comparison of southwestern Gulf of Mexico to Caribbean Sea coral reefs. In *Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium* (Vol. 3, pp. 303-308).
- Tunnell Jr, J. W., Chávez, E. A., & Withers, K. (2010). *Arrecifes coralinos del sur del Golfo de México* (No. 577.789 C657).
- Van Soest, R. W. M., Boury-Esnault, N., Hooper, J. N. A., Rützler, K. D., De Voogd, N. J., Alvarez de Glasby, B., ... & Janussen, D. (2012). World porifera database. *The World Register of Marine Species (WoRMS)*. Available online: <http://www.marinespecies.org/porifera> (en 25 septiembre 2018).
- Vargas, J.M., Hernández, A. y Carrera, L.F. (1993). Sistema Arrecifal Veracruzano. 559-575 p. In Salazar-Vallejo S.I. y N.E. González (Eds). *Biodiversidad Marina y Costera de México*. CONABIO/CIQRO, México. 865 p.
- Ward-Paige, C. A., Risk, M. J., Sherwood, O. A., y Jaap, W. C. (2005). Clionid sponge surveys on the Florida Reef Tract suggest land-based nutrient inputs. *Marine Pollution Bulletin*, 51(5-7), 570-579.
- Weston, D. P. (1990). Quantitative examination of macrobenthic community changes along an organic enrichment gradient. *Marine Ecology Progress series*. *Oldendorf*, 61(3), 233-244.
- Wilkinson, C. C. (1986). The nutritional spectrum of coral reef benthos. *Oceanus*-pages: 29: 68-75.

Zea, S. (2001). Patterns of sponge (Porifera, Demospongiae) distribution in remote, oceanic reef complexes of the southwestern Caribbean. *Rev. Acad. Colomb. Cienc*, 25(97), 579-592.

Zea, S., Henkel, T. P., y Pawlik, J. R. (2009). The Sponge Guide: a picture guide to Caribbean sponges. *Disponible en line at www.spongeguide.org*.