



Universidad Veracruzana

UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

Campus Tuxpan

Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros

Estudio comparativo de los endobiontes asociados a esponjas marinas, en los arrecifes Pantepec y Blake, Veracruz

TESIS DE MAESTRÍA

Que para obtener el título de:

**MAESTRA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y
COSTEROS**

PRESENTA:

BIÓL. MAR. YESSICA DENISSE RUBÍ ESPINOS

Director:

DR. CARLOS GONZÁLEZ GÁNDARA

Tuxpan, Veracruz

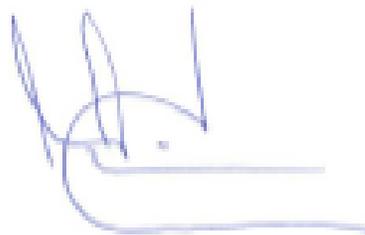
2018

**AL C.
MTRD. AGUSTIN DE JESUS BASAÑEZ MUÑOZ
COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS
MARINOS Y COSTEROS
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
UNIVERSIDAD VERACRUZANA.
P R E S E N T E**

Por este medio comunico a usted que el trabajo de tesis "Estudio comparativo de los endobiontes asociados a esponjas marinas, en los arrecifes Pantepec y Blake, Veracruz", que desarrolló la C. BIOL. MAR. **YESSICA DENISSE RUBÍ ESPINOS** bajo mi dirección ha sido concluido, por lo que está a disposición de la comisión lectora para su revisión.

Atentamente

Tuxpan, de R. Cano Ver., 7 de agosto de 2018.



Carlos González Gándara

La presente Tesis titulada “**ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS ENDOBIONTES ASOCIADOS A ESPONJAS MARINAS, EN LOS ARRECIFES PANTEPEC Y BLAKE, VERACRUZ**”, realizado por la **C. Biol. Mar. Yessica Denisse Rubí Espinos**, ha sido aprobada y aceptada para poder llevar a cabo la solicitud de fecha de examen para obtener el grado de:

MAESTRO EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS

COMITÉ LECTOR:



DR. ALEJANDRO GRANADOS BARBA

LECTOR



DR. JOSÉ DE JESÚS SALAS PÉREZ

LECTOR



DR. RODRIGO CUERVO GONZÁLEZ

LECTOR

Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz, agosto de 2018

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar doy gracias a mis padres, Patricia Espinos y David Rubí así como a mi amada hermana, Erika. Gracias por seguir brindando el espacio y confianza que he necesitado para realizar cada uno de mis sueños, por motivar los esfuerzos de día a día y por ser las voces de reflexión interna que siempre guían por el mejor camino. Gracias por su interminable amor y apoyo.

Gracias a mi acompañante José Martínez que, como en los demás éxitos estuvo presente en los días de sol y tormenta brindando su amor y apoyo.

Agradezco al Dr. Carlos González Gándara por el trabajo duro y dedicación, por la paciencia y ayuda que continuamente brindó, por ser el modelo de apoyo y experiencia.

A la Secretaría de Educación Pública a través del PROFEP

Por el apoyo financiero al proyecto: Bases para el Análisis y Síntesis de los Sistemas Costeros de Veracruz, realizado en el marco de la Red para el Análisis y Síntesis de la Zona Costera Veracruzana, Golfo de México (RASZCOV).

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo financiero a través de la beca otorgada.

ÍNDICE

CONTENIDO

I.- INTRODUCCIÓN.....	8
II. ANTECEDENTES.....	11
III. OBJETIVOS.....	15
OBJETIVO GENERAL.....	15
OBJETIVO PARTICULAR	15
IV. ÁREA DE ESTUDIO.....	16
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
VI. RESULTADOS	23
VII. DISCUSIÓN	49
VIII. CONCLUSIONES	59
IX. APLICACIÓN PRÁCTICA AL MANEJO	61
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de los sitios de muestreo en los arrecifes: Pantepec y Blake, zona costera de Veracruz.	17
Figura 2. <i>Synalpheus herricki</i> . a) Telson y urópodos; b) Parte frontal; c) Quelipedo parte izquierda; d) Quelipedo parte derecha.	26
Figura 3. <i>S. longicarpus</i> . a, Parte frontal y region antenular; b, Quela larga; c, Telson y urópodos.	28
Figura 4. <i>Periclimenaeus caraibicus</i> . a, telson y urópodos; b, parte frontal y región antenular; c, quelipedo largo parte izquierda; d, quelipedo largo parte derecha....	29
Figura 5. <i>Pilumnus sayi</i> . a, Parte frontal del caparazón; b, quela izquierda.....	30

Figura 6. <i>Pachycheles rugimanus</i> . a, quela derecha; b, quela izquierda; c, organismo completo mostrando caparazón.	32
Figura 7. <i>S. fritzmuelleri</i> . a, Telson y urópodos; b, Parte frontal y region antenular; c, quelipedo; d, Largo de la quela.	33
Figura 8. <i>Neopisosoma curacaoense</i> . a, organismo completo; b, caparazón de la parte central; c, quela menor izquierda; d, quela grande derecha.	35
Figura 9. Cirrípedio	35
Figura 10. Aporte porcentual de los grupos taxonómicos asociados a las esponjas del arrecife Pantepec.	37
Figura 11. Abundancia relativa de los grupos taxonómicos asociados a <i>Aplysina muricyana</i> y <i>Agelas clathrodes</i> del arrecife Pantepec.	38
Figura 12. Aporte porcentual de los grupos taxonómicos asociados a las esponjas del arrecife Blake	39
Figura 13. Abundancia relativa de los grupos taxonómicos asociados <i>A. clathrodes</i> y <i>A. muricyana</i> del arrecife Blake	39
Figura 14. Curva rango abundancia de <i>A. clathrodes</i> del arrecife Pantepec y Blake, Veracruz.	42
Figura 15. Curva rango abundancia de los endobiontes asociados a <i>A. muricyana</i> de los arrecifes Pantepec y Blake, Veracruz.	43
Figura 16. Dendrograma de similitud de la comunidad de endobiontes en esponjas marina el arrecife Pantepec con base al índice de Bray-Curtis	46
Figura 17. Representación gráfica del nMDS aplicado a las esponjas del arrecife Pantepec considerando los endobiontes.....	47
Figura 18. Dendrograma de similitud de los endobiontes en cada esponja marina del arrecife Blake con base al índice de Bray-Curtis.	48
Figura 19. Representación gráfica del nMDS aplicado a las esponjas del arrecife Blake considerando los endobiontes.....	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Listado taxonómico de endobiontes asociados a las esponjas marinas del arrecife Pantepec y Blake, Veracruz. El arreglo sistemático del phylum Mollusca sigue a Rosenberg (2005), Artrópoda a Martin y Davis (2001) para Echinodermata a Durán-González <i>et al.</i> , (2005).	23
Cuadro 2. Endobiontes asociados a <i>A. clathrodes</i> y <i>A. muricyana</i> de los arrecifes Pantepec y Blake	36
Cuadro 3. Abundancia relativa de endobiontes asociados a esponjas del arrecife Pantepec y Blake.	40
Cuadro 4. Abundancia de endobiontes por especie de esponja en los arrecifes Pantepec y Blake, Veracruz.	41
Cuadro 5. Valores del Índice de Shannon, equitatividad, dominancia y diversidad verdadera de la comunidad endobionte asociada a <i>A. muricyana</i> y <i>A. clathrodes</i> en los dos sistemas arrecifales.	43
Cuadro 6. Diversidad beta entre especies de esponja y arrecifes.	44
Cuadro 7. Volumen mínimo, máximo y promedio de las esponjas del arrecife Pantepec y Blake.	45
Cuadro 8. Correlación volumen-abundancia de <i>A. clathrodes</i> y <i>A. muricyana</i>	45

Estudio comparativo de los endobiontes asociados a esponjas marinas, en los arrecifes Pantepec y Blake, Veracruz, México.

Rubí Espinos Yessica Denisse

RESUMEN

Los arrecifes Pantepec y Blake ubicados al norte de la zona costera de Veracruz, presentan condiciones diferenciales que influyen la presencia de esponjas y la composición de organismos asociados. Se analizó y comparó la estructura de las comunidades endobiontes de *Agelas clathrodes* y *Aplysina muricyana*. Se colectaron aleatoriamente cinco individuos de cada especie por arrecife donde se estimó la abundancia, dominancia, diversidad verdadera, se determinó el coeficiente de correlación de Pearson entre el volumen-abundancia y se determinó el grado de diferenciación entre las comunidades de endobiontes. En total se registraron 29 especies de endobiontes, de los cuales siete son considerados nuevos registros, ampliando la distribución de cinco especies para el suroeste del Golfo de México y dos para la zona costera norte de Veracruz. Los grupos taxonómicos con mayor abundancia, fueron: artrópodos y equinodermos, a nivel especies *Balanus* sp., y *O. savignyi*, fueron más abundantes en ambas esponjas, esto se refleja en los valores del Índice de Shannon siendo mayor en Pantepec (2.035) respecto al Blake (1.11). Ecológicamente las comunidades de endobiontes en ambos arrecifes son más equitativos que dominantes. De acuerdo a los valores de diversidad verdadera, *A. muricyana* de Pantepec es más diverso (8.67 y 6.7) que las demás esponjas, mientras que la diversidad beta es mayor en *A. muricyana* (0.55556) y en el arrecife Pantepec (0.64286). La abundancia mostró relación con el volumen a excepción de *A. clathrodes* del arrecife Pantepec. Los endobiontes de *A. muricyana* y *A. clathrodes* son disímiles, estas diferencias lo confirma el análisis de clasificación y ordenación.

Palabras clave: Pantepec y Blake, Esponjas, Asociación, Endobiontes, Diversidad, Conservación.

I.- INTRODUCCIÓN

Los arrecifes coralinos se caracterizan por su riqueza biológica (Tunnell *et al.*, 2010), que resulta de su ubicación en el trópico y de los procesos de diversificación biológica iniciados en el Mesozoico (Veron, 2000). Como parte de su flora y fauna, existen de 32 a 34 filos (Porter y Tougas, 2001), entre los cuales destacan: esponjas, corales, anélidos, equinodermos, moluscos, crustaceos y peces. Algunos de esos grupos son importantes en la construcción de la matriz arrecifal y otros en la dinámica del sistema (Sheppard *et al.*, 2009).

Entre las interacciones que hay en estos ecosistemas están las asociaciones bióticas, que permiten el establecimiento y desarrollo de otras especies dentro o sobre sus estructuras (Díaz *et al.*, 2003; Mejía-Niño y Garzón-Ferreira, 2003; Vázquez, 2015) a las que se les denominan endobiontes, entre los cuales se encuentran algas, anélidos, crustáceos, equinodermos y peces, quienes pueden presentar relaciones de: comensalismo, depredación, competencia o parasitismo (Britayev, 1998).

Los organismos endobiontes, tienen dos requerimientos fundamentales: alimento y refugio, y en el arrecife las esponjas parecen tener una estructura clave para el establecimiento de estas interacciones, por ello, la diversidad morfológica y funcional de las esponjas marinas favorece a las especies endobiontes (Alcolado y Herrera-Moreno, 1987).

Ecológicamente, se reconoce que las esponjas marinas son de vital importancia en el establecimiento y desarrollo de especies asociadas (Westinga y Hoetjes, 1981; Villamizar y Laughlin, 1991; Carrera, 1993; Cruz, 2012). La estructura y talla de las esponjas se relaciona con la cantidad de materia orgánica que éstas consumen (Pearse, 1932; Parra y Zea, 2003; Hultgren y Duffy, 2010) lo cual favorece la riqueza y abundancia de endobiontes, cuya densidad aumenta de acuerdo con el tamaño y volumen de la esponja (Westinga y Hoetjes, 1981; Hendler, 1984; Duffy y Paul, 1992; Turón *et al.*, 2000). De esta forma, los arrecifes bajo condiciones ambientales diferentes (nutrientes, turbidez, etc.) pueden albergar esponjas de diferente tamaño y por tanto comunidades de endobiontes diferentes.

Los arrecifes sumergidos localizados en la zona norte de Veracruz denominada Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan (SALT), presentan condiciones diferenciadas en al menos tres variables: cercanía a la costa, concentración de nutrientes y turbidez (González, 2010; Martos, 2010; Salas-Pérez *et al.*, 2015). Dos de estos arrecifes: el Blake, alejado de la costa, con nutrientes limitados y poca turbidez; y el Pantepec, cercano a la costa y a la desembocadura del Río Tuxpan, que incrementa sus nutrientes y materiales suspendidos (Salas-Pérez *et al.*, 2015). Estas propiedades pueden ser determinantes en el crecimiento de las esponjas, así como en la composición de sus comunidades de endobiontes (Boxshall y Halsey, 2004; Amsler *et al.*, 2009; Cházaro-Olvera y Vázquez-López, 2014; Kersken *et al.*, 2014), que dicho sea de paso es poco conocida, al grado que, en los últimos años se han descrito nuevas especies de endobiontes para esponjas de Veracruz (Winfield *et*

al., 2009; Winfield y Ortiz, 2011; Ortiz-Lozano *et al.*, 2013). Esto es una evidencia de que poca información sobre la fauna asociada a las esponjas y aún menos se conocen datos sobre la estructura de sus comunidades que incrementan el conocimiento de la biodiversidad biótica y el valor de las esponjas como hábitats para la conservación.

Por lo anterior, en la presente investigación se propone evaluar las comunidades de endobiontes de *Agelas clathroides* y *Aplisyna muricyana*, procedentes de los sistemas arrecifales Blake y Pantepec que tienen atributos ambientales contrastantes (Salas-Pérez *et al.*, 2015) esperando detectar diferencias en sus componentes.

II. ANTECEDENTES

La diversidad de esponjas a nivel mundial es de aproximadamente 8,400 especies (Nava *et al.*, 2015); debido a su importancia ecológica se han realizado distintos estudios en los ecosistemas coralinos de los mares de México (Carballo *et al.*, 2006; Nava y Carballo, 2008; Ávila y Carballo, 2009; Bautista *et al.*, 2006) que incluyen trabajos taxonómicos y ecológicos (Carter, 1882; Green *et al.*, 1985; Gómez, 2002) que han conducido al registro de 517 especies distribuidas en las regiones biogeográficas marinas mexicanas: Golfo de California (156 especies), Banco de Campeche (148 especies), Caribe mexicano (111 especies) (Gómez, 2002) y el golfo de México 339 especies (Gómez y Green, 1983; Gómez, 2002; 2007).

Para el estado de Veracruz, las investigaciones acerca de las esponjas marinas, han registrado 59 especies, de éstas, 49 corresponden al Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) (Gómez, 2007; 2011) y 73 para el Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan (SALT) (Patiño, 2006; Asís, 2006; Mateo, 2008; González-Gándara *et al.*, 2009; 2015; Cruz, 2010; De la Cruz-Francisco, 2013; Paredes, 2015; De la Cruz-Francisco y Bandala-Pérez, 2016; De la Cruz-Francisco *et al.*, 2016; Gamundi, 2018).

Con respecto a la fauna asociada a las esponjas marinas, los trabajos refieren una diversidad representada por: antozoarios, platelmintos, moluscos, anélidos, artrópodos, equinodermos y cordados (Kaplan, 1982; Carrera-Parra y Vargas-Hernández, 1996; Avendaño, 2015) que buscan protección de los depredadores y

alimento que corre o se establece en los canales de las esponjas (Wulff, 2006). El alimento disponible en las esponjas puede ser desde materia orgánica y bacterias que es utilizada por anélidos y crustáceos sésiles hasta anfípodos e isópodos que son depredados por asteroideos y peces (Wägele, 1998).

La disponibilidad de alimento para los endobiontes parece ser un factor importante ya que entre los endobiontes hay organismos que viven de manera permanente alimentándose de células que componen a la esponja, como los decápodos, asteroideos y crinoideos (Gutt y Koltun, 1995), así como organismos que consumen a los mismos endobiontes que están permanentemente dentro de la esponja (Tyler y BiShlke, 1972). En otros casos, los organismos viven una parte de su vida en la esponja (Westinga y Hoetjes, 1981). Varias especies, entre ellas los crustáceos sésiles, son filtradores y por tanto dependen de la materia orgánica que pasa por los canales de la esponja (Wulff, 2006).

Los estudios realizados sobre endobiontes indican asociaciones especiales, como es el caso del copépodo *Asterocheres hirsutus* que domina en esponjas del género *Rossella* (Bandera *et al.*, 2005). Otros trabajos describen la asociación más general, entre esponjas y grupos taxonómicos como poliquetos (Kersken *et al.*, 2014), crustáceos (Cházaro-Olvera y Vázquez-López, 2014), anfípodos (Lörz, 2001; Thomas y Klebba, 2006; Winfield *et al.*, 2009; Amsler *et al.*, 2009) y ofiuroideos (Avendaño, 2015), lo cual parece deberse a que las esponjas ofrecen alimento, refugio y condiciones para la reproducción (Franke, 1999). A menudo se pueden localizar grupos o especies que no son exclusivas de las esponjas, por ejemplo,

moluscos (Kersken *et al.*, 2014) y copépodos (Boxshall y Halsey, 2004). Se han descrito nuevas especies de copépodos asociados a esponjas marinas (Johnsson y Rocha, 2002; Bandera *et al.*, 2005).

La fauna asociada a las esponjas en las formaciones arrecifales de la zona costera de Veracruz es escasa e indica la presencia de nueve grupos taxonómicos: cnidarios, platelmintos, moluscos, anélidos, artrópodos, sipuncúlidos, priapúlidos, equinodermos y cordados, señalando que los taxones con mayor representatividad son: anélidos, crustáceos, equinodermos y moluscos (Henkel, 1982; Carrera-Parra y Vargas-Hernández, 1996; Winfield *et al.*, 2009; Cruz, 2010; Winfield y Ortiz, 2011; Avendaño, 2015).

Entre los hallazgos más importantes, están las nuevas especies (*Leucothoe hortapugai*, *Ampelisca burkei*, *Colomastix ircinia*, *Colomastix tridentata* y *Apocorophium acutum*) descritas por Winfield *et al.* (2009) y Winfield y Ortiz (2010) encontradas dentro de las esponjas marinas en el Sistema Arrecifal Veracruzano, lo cual revela el escaso conocimiento de esta fauna. Para el caso de los arrecifes de la zona costera norte de Veracruz, dos trabajos documentan la fauna asociada a *Ircinia strobilina* e *Ircinia fistularis* en el arrecife Tuxpan (Cruz, 2010; Avendaño, 2015) que refieren la dominancia de poliquetos en *I. fistularis* y crustáceos en *I. strobilina* así como la fauna de equinodermos. Estos dos manuscritos revelan deficiencias en su análisis, porque no se lograron identificar todas las especies, especialmente el de Cruz (2010) y, por tanto, el conocimiento de la endofauna asociada a las esponjas de la zona costera al norte de Veracruz es incierto.

Las condiciones ambientales determinan la presencia y abundancia de endobiontes en las esponjas, por ejemplo estudios realizados en la Isla Contoy, Quintana Roo han reportado una mayor riqueza de poliquetos (Molina-Ramírez, 2003) mientras que en las esponjas del Banco de Campeche, los crustáceos y equinodermos estuvieron mejor representados (Hernández, 1997). Además, la profundidad a la que se encuentran las esponjas (Westinga y Hoetjes, 1981) así como el volumen de las mismas varía en función de las especies, y aunque se ha detectado una relación positiva (Koukouras *et al.* 1992; Erdman y Blake, 1987; Koukouras ,1996; Sará *et al.*, 1998; Ribeiro *et al.* 2003; Ávila *et al.*, 2015; Avila y Briceño-Vera, 2017), es posible que estas relaciones cambien con la especie de esponja.

Dado que en la zona norte de Veracruz existen bancos sumergidos: que muestran contrastes ambientales, como el arrecife Pantepec cercano a la costa, influenciado directamente por la desembocadura del río Tuxpan que determina una alta concentración de clorofila a y escasa penetración de luz; y el Blake más alejado de la costa, con aguas transparentes y baja concentración de clorofila a (Salas-Pérez *et al.*, 2015), se espera que sus comunidades de endobiontes sean diferentes.

Además, para el estudio, fueron seleccionadas dos especies de amplia distribución (*A. clathrodes* y *A. muricyana*) en los arrecifes de la zona costera norte de Veracruz (González-Gándara *et al.*, 2015) y debido a que la materia orgánica y los nutrientes son la fuente de alimento de las esponjas marinas y de algunos endobiontes que se resguardan en ellas, se espera encontrar comunidades de endobiontes diferentes entre las especies de esponjas, debido a que sus interespacios y las condiciones

ambientales son diferentes (concentración de clorofila a y turbidez). Esta información permitirá incrementar el conocimiento de la diversidad regional para colaborar en los planes de conservación y manejo del SALT.

III. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar y comparar la estructura de las comunidades endobiontes de *A. clathrodes* y *A. muricyana* en los arrecifes: Blake y Pantepec, Veracruz.

OBJETIVO PARTICULAR

1. Determinar taxonómicamente los endobiontes asociados a cada especie de esponja.
2. Evaluar la estructura comunitaria (riqueza, abundancia, dominancia y diversidad verdadera) de los endobiontes asociados a cada especie de esponja.
3. Relacionar el volumen de cada especie de esponja con la abundancia de los endobiontes.
4. Comparar la estructura de la comunidad endobionte asociada a cada especie de esponja de cada localidad, a partir de la biodiversidad beta y del análisis de similitud.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

El arrecife Pantepec es un banco sumergido que se localiza a 11.5 km de la desembocadura del río Tuxpan, tiene profundidades de 15 a 25 m, su longitud máxima es de aproximadamente 1500 m y su anchura de 800 m. Geográficamente se ubica a los 21°02' 43" N y 97°14' 34" O (Figura 1). Este sistema se caracteriza por una baja riqueza y cobertura coralina, representada por: *Colpophyllia natans*, *Siderastrea siderea* y *Montastraea cavernosa* (González-Cobos, 2010; Ortiz-Lozano *et al.*, 2013; Cortés, 2014).

El arrecife Blake es un arrecife sumergido localizado a 22 km al este de Cazonas de Herrera, Veracruz. Tiene una longitud de 2.5 km y 1 km de ancho, su profundidad oscila entre 9 y 34 m. Geográficamente se localiza entre los 20° 45' 00" N y 96° 59' 00" O (Figura 1). Este sistema se caracteriza por sus estructuras rocosas, así como

colonias coralinas de: *M. cavernosa*, *C. natans* y *S. siderea* (Jordán-Dahlgren y Rodríguez-Martínez, 2003; Martos, 2010; Cortes, 2014).

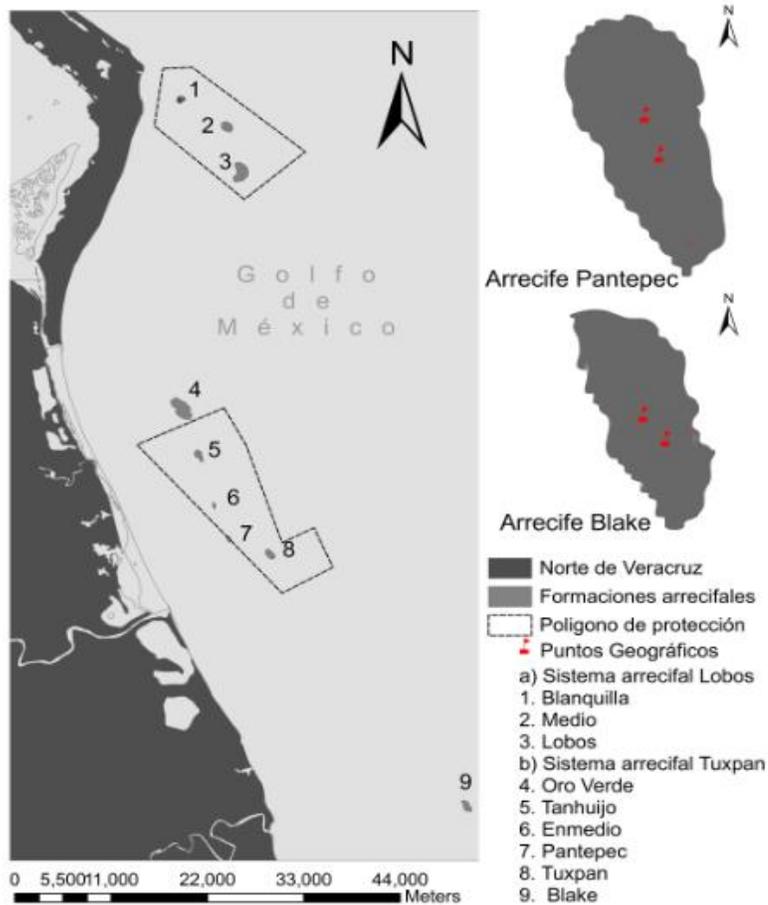


Figura 1. Localización de los sitios de muestreo en los arrecifes: Pantepec y Blake, zona costera norte de Veracruz.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

Para cumplir con los objetivos del presente trabajo, se realizaron dos expediciones al arrecife Blake y Pantepec durante el periodo junio-agosto del 2017. Con ayuda del equipo de buceo autónomo (SCUBA) se colectaron aleatoriamente cinco individuos de cada especie (Beepat *et al.*, 2014), tomando como referencia el tamaño de las esponjas a colectar, el cual fue igual o mayor a 15 cm (Parra y Zea, 2003). Cada esponja recolectada fue capturada con ayuda de un costal con luz de malla de 0.5 mm y con 50 cm de abertura de boca por 50 cm de altura y 35 cm de base, desprendiéndolas desde su base con un cuchillo de acero inoxidable. En la lancha las esponjas fueron colocadas en frascos de plástico con agua marina, con ayuda de un gotero se agregó alcohol permitiendo relajar y liberar a los endobiontes. Los frascos fueron llevados a laboratorio para su revisión, donde el agua con alcohol fue filtrada con una malla de 0.5 mm. Para la extracción de todos los organismos las esponjas fueron cortadas con un bisturí y desmanteladas para la búsqueda de endobiontes atrapados con ayuda de un microscopio de disección. Esta técnica nos permitió extraer la totalidad de los organismos asociados los cuales fueron depositados en frascos de plástico, previamente etiquetados con los datos de recolección que incluían formaldehído al 4 % para su fijación. En laboratorio, los organismos se colocaron en alcohol al 70% para su preservación, cuantificación e identificación taxonómica.

Identificación y determinación

Los endobiontes fueron identificados mediante características morfológicas a nivel especie con base en las guías de identificación y claves taxonómicas de Salazar-Vallejo *et al.* (1989) para anélidos, Abbott (1996), García-Cubas y Reguero (2004) moluscos, Hendler *et al.* (1995), equinodermos, Abele y Kim (1986) así como Vargas y Cortes (1999) para crustáceos. El listado de los endobiontes se realizó con base a los criterios taxonómicos de Rosenberg (2005), Martin y Davis (2001) y Duran-González *et al.* (2005). Se destacan los nuevos registros haciéndose una descripción general de ellos, incluyendo fotografías de sus estructuras. Después de la identificación se obtuvo el número de organismos por especie y con la información colectada se estimaron los índices ecológicos.

Análisis de la estructura comunitaria

Se determinó la abundancia y riqueza considerando el número total de organismos por especie de esponja y para cada sistema arrecifal, ya que es uno de los descriptores que se utiliza para el estudio de la diversidad, sin tener en cuenta el valor de importancia de las especies (Moreno, 2001).

Con los datos de abundancia y riqueza de especies se estimó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), que considera el número de especies y la abundancia de cada una de ellas (Ludwig y Reynolds, 1988). Para la estimación se utilizó la siguiente ecuación:

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

donde:

p_i = proporción de la especie i respecto a la abundancia total

\ln = logaritmo natural

Además, se calculó el índice de equidad de Pielou, mismo que estima la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Los valores varían de 0 a 1, donde valores próximos a 1 indican alta uniformidad de la muestra, mientras que los cercanos a 0 expresan alta dominancia de alguna especie (si las especies son igualmente abundantes) (Moreno, 2001).

$$J' = \frac{H'_{\text{obs}}}{H'_{\text{max}}} = \frac{H'_{\text{obs}}}{\ln S}$$

donde:

H'_{max} = $\ln(S)$: máximo valor de H'

H'_{obs} = Diversidad observada

S = número de especies por muestra

La dominancia se obtuvo usando el índice de Simpson de acuerdo a la siguiente expresión:

$$S = \sum p_i^2$$

donde,

p_i = proporción de la especie i respecto a la abundancia total

Los índices de diversidad verdadera de orden q_0 , q_1 y q_2 , que se interpretan como el “número efectivo de especies” comparan la magnitud de la diferencia de diversidad entre las comunidades (Moreno *et al.*, 2011). La primera ($q=^0D$) equivale a la riqueza de especies ($^0D = S$); la diversidad de orden uno ($q=^1D$), incluye todas las especies según su abundancia y se obtuvo a partir del exponencial del índice de Shannon-Wiener (Moreno *et al.*, 2011; Jost y González-Ojera, 2012); y la diversidad de orden 2 ($q=^2D$) que considera solo las especies abundantes, se obtuvo a partir del inverso del índice de Simpson (Moreno *et al.*, 2011).

Volumen

El volumen de la esponja fue determinado usando la técnica de desplazamiento del agua, consistió en colocar a la esponja en una probeta graduada de 1 L con un volumen de 500 ml, posteriormente se tomó lectura del volumen desplazado por la esponja (Schejter *et al.*, 2012). Para definir la relación entre el volumen de la esponja y el número de endobiontes, se determinó el coeficiente de correlación de Pearson (Sokal y Rohlf, 2012) utilizando el programa STATGRAPHICS Plus 5.1.

Diversidad beta, análisis de clasificación y ordenación

Para determinar el grado de diferenciación entre las comunidades de endobiontes por especie (Calderón-Patrón *et al.*, 2012), se calculó el índice de diversidad beta, β de Whittaker (1972) con el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001). Además, el grado de semejanza entre comunidades (especies y arrecifes) se estimó con el

coeficiente de similitud de Bray-Curtis, el cual considera la presencia y abundancia de las especies (Krebs, 1999). Como resultado se generó un dendrograma, en donde las muestras similares son agrupadas (Schiffman *et al.*, 1981).

Posteriormente, se generó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) como un método de ordenación (Kruskal y Wish, 1978), dado que esta técnica es adecuada para la detección de cambios en la estructura de la comunidad (Kenkel y Orloci, 1986; Clarck y Green, 1988; Clarke y Warwick, 2001). El nMDS es un cálculo de coeficientes de similitud/disimilitud entre sitios o áreas representando en dos dimensiones, la semejanza de las muestras, además de que evalúa el coeficiente de estrés, donde <0.01 es considerado una representación perfecta sin posibilidad de error (Clarke y Gorley, 2015). Como complemento se realizó un análisis de similitud porcentual (SIMPER), para determinar que especies contribuyen a la similitud. El análisis multivariado se realizó con el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001) y R (R Development Core Team 2011) utilizando los paquetes BiodiversityR y Vegan (Oksanen *et al.*, 2015).

VI. RESULTADOS

Composición de la comunidad de endobiontes

La comunidad endobionte de las esponjas (*A. clathrodes* y *A. muricyana*) de los arrecifes Blake y Pantepec está representada por 29 especies pertenecientes a cinco phyla: Platyhelminthes, Sipuncula, Mollusca, Echinodermata y Arthropoda (Cuadro 1). Este último grupo es el mejor representado con 19 especies, siete de ellas son nuevos registros para el suroeste del golfo de México: *Synalpheus longicarpus*, *S. fritzmulleri*, *S. herricki*, *Periclimenaeus caraibicus*, *Pilumnus sayi*, *Pachycheles rugimanus* y *Neopisosoma curacaoense*.

Cuadro 1. Listado taxonómico de endobiontes asociados a las esponjas marinas del arrecife Pantepec y Blake, Veracruz. El arreglo sistemático del phylum Mollusca sigue a Rosenberg (2005), Arthropoda a Martin y Davis (2001) para Echinodermata a Durán-González *et al.*, (2005).

Phylum Platyhelminthes

Clase Turbellaria

Orden Polycladida

Phylum Sipuncula

Clase Sicunpilidea

Orden Golfingiiformes

Familia Phascolionidae

Phascolion sp.

Phylum Arthropoda

Clase Picnogonida

Orden Pantopoda

Familia Nymphonoide

Nymphon sp

Clase Malacostraca

Orden Decapoda

Familia Alpheidae

Synalpheus brooksi (Coutière, 1909)

Synalpheus longicarpus (Herrick, 1891)

Synalpheus fritzmulleri (Coutière, 1909)

Synalpheus herricki (Coutière, 1909)

Familia Palaemonidae

Periclimenaeus caraibicus (Holthuis, 1951)

Familia Pilumnidae

Pilumnus sayi (Rathbun, 1897)

Familia Porcellanidae

Pachycheles sp.

Pachycheles rugimanus (Milne-Edwards, 1880)

Neopisosoma curacaoense (Schmitt, 1924)

Familia Dromiidae

Dromia sp.

Familia Hippidae

Emerita benedicti (Schmitt, 1935)

Familia Xanthidae

Xanthidae

Orden Estomatopoda

Familia Hippidae

Clase Maxillopoda

Orden Lepadiformes

Familia Lepadidae

Lepas anatifera (Linnaeus, 1758)

Orden Sessilia

Superfamilia Balanidae

Balanus sp.

Clase Hexanauplia

Copepoda sp

Cirripedia sp

Phylum Mollusca

Clase Gasteropoda

Orden Caenogastropoda

Familia Cerithiidae

Cerithium litteratum (Born, 1778)

Cerithium lutosum (Menke, 1828)

Clase Bivalvia

Orden Veneroida

Familia Donacidae

Donax truncus

Donax sp.

Familia Triphoridae

Triphora sp.

Phylum Echinodermata

Clase Ophiuroidea

Orden Ophiurida

Familia Amphiridae

Amphipholis squamata (Delle-Chiaje, 1828)

Familia Ophiactidae

Ophiactis savignyi (Müller y Troschel, 1842)

Familia Ophiotrachidae

Ophiotrachia angulata (Say, 1925)

Familia Ophiolepis

Ophiolepis paucispina (Say, 1825)

Nuevos Registros para el Suroeste del Golfo de México.

Synalpheus herricki (Coutière, 1909)

Material examinado: Un espécimen hembra capturado como endobionte de *A. clathrodes* del arrecife Blake, a 24 m de profundidad.

Descripción: Cuerpo con tonos marrón, aunque puede registrar coloraciones amarillas, naranjas y rojas, en algunas ocasiones los brazos presentan bandas rojizas en la quela. La sección tridentada de la quela está unida por unos bordes rectilíneos y es diferente al margen frontal. Los tres dientes son aproximadamente de igual longitud, tan largos como anchos. La tribuna un poco más estrecha que los dientes laterales. La quela grande cuenta con cinco patas grandes y es proporcionalmente más ancha que la pequeña (Figura 2).

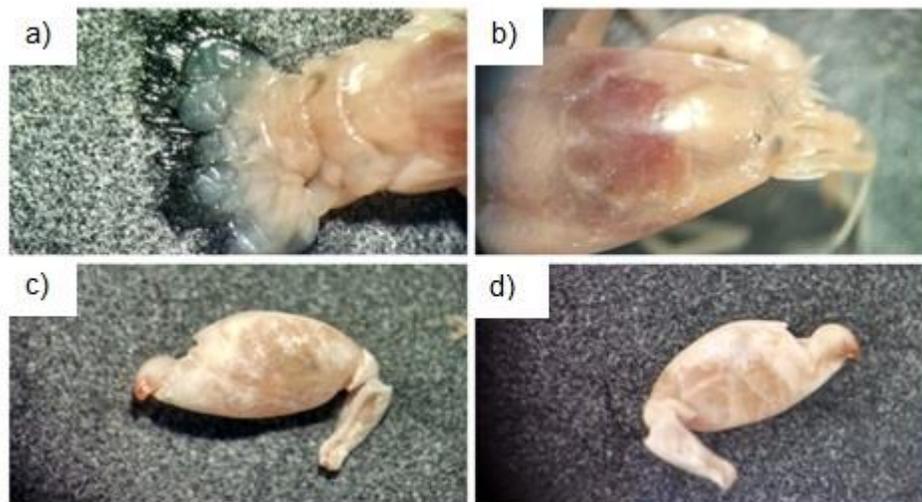


Figura 2. *Synalpheus herricki*. a) Telson y urópodos; b) Parte frontal; c) Quelipedo parte izquierda; d) Quelipedo parte derecha.

Distribución geográfica: Mar Caribe: Bahamas (Chace, 1972); golfo de México: Bahía de Florida (Tabb y Manning, 1961; Coutière, 1909; Tabb y Manning, 1961; Dardeau, 1984).

***Synalpheus longicarpus* (Herrick, 1891)**

Material examinado: Un espécimen hembra capturado como endobionte de *A. clathrodes* del arrecife Blake, a 23 m de profundidad.

Descripción: Presentó un tono naranja claro aunque al preservarlo cambio su coloración a rosado claro. El borde de la parte frontal tiene tres dientes desiguales; el de en medio es más largo y ancho (2-2.5) que los dos restantes. Sus interespacios tienen forma de "V" que cuentan con ligeros bordes divergentes.

La parte antenular es larga; su margen anterior no es tan pronunciado, el flagelo es largo y delgado y el estilorecito llega al tercio distal del artículo basal. La basicerita tiene su ángulo obtuso superior, su columna lateral alcanza la extremidad del artículo mediano de la antena. La escafocerita es un poco mas larga que la antena y su consistencia es dura y filosa.

El telson tiene las siguientes dimensiones relativas: Base pequeña (distal); base grande (proximal). El margen posterior tiene 4 espinas, el interior es un poco más largo, con 4 círculos alargados y 3 pares de pelos. Los urópodos son largos (Figura 3).



Figura 3. *Synalpheus longicarpus*. a) Parte frontal y region antenular; b) Quela larga; c) Telson y urópodos.

Distribución geográfica: Atlántico oriental (Carolina del Norte) y Mar Caribe.

***Periclimenaeus caraibicus* (Holthuis, 1951)**

Material examinado: Un espécimen hembra capturado como endobionte de *A. muricyana* del arrecife Pantepec, a 22 m de profundidad.

Descripción: Presentó un tono rojizo, el color de las quelas fue claro y al momento de preservarlo su coloración disminuyó. El rostro es recto, dirigido ligeramente hacia abajo. El pedúnculo es del mismo tamaño que el segundo segmento de la antena. El margen superior tiene seis dientes, los dientes proximales están más juntos que los distales.

Su caparazón es liso; presenta fuertes antenas y pequeñas espinas supraorbitales. La espina antenal es fuerte y se encuentra cerca al ángulo inferior redondeado de la órbita. Las espinas del telson son muy largas y delgadas.

Los ojos son alargados y su córnea es corta y angosta. La distancia entre el diente grande y el ápice del dedo es pequeño, no lleva dentículos (Figura 4).

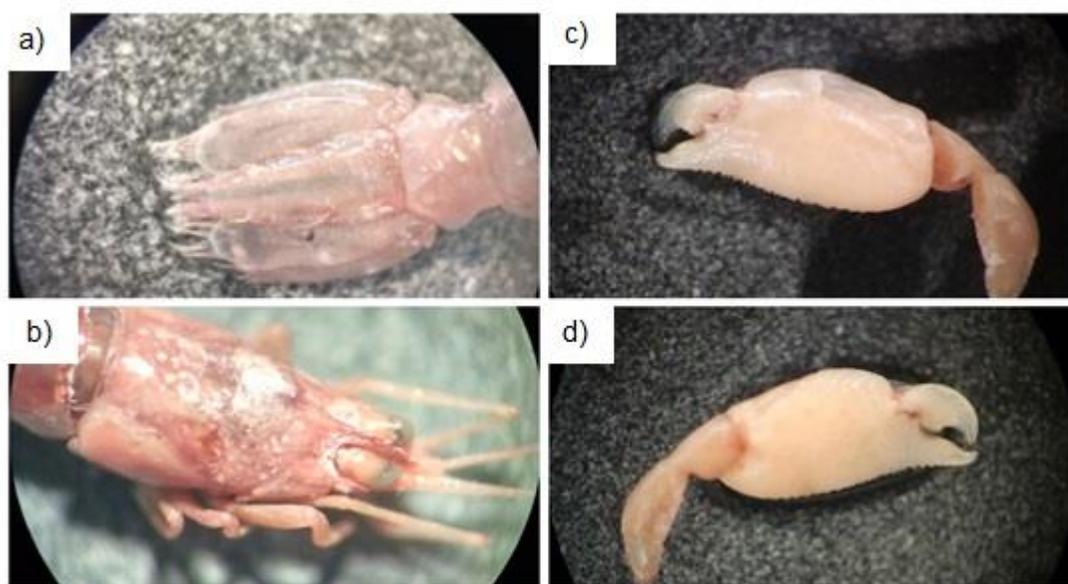


Figura 4. *Periclimenaeus caribicus*. a) Telson y urópodos; b) Parte frontal y región antenular; c) Quelipedo largo parte izquierda; d) Quelipedo largo parte derecha

Distribución geográfica: Desde Florida hasta Brasil (Coelho Filho, 2006), incluyendo el Caribe (Chace, 1972; Martínez-Iglesias *et al.*, 1996), y el golfo de México (Escobar-Briones y Villalobos-Hiriart, 2003).

***Pilumnus sayi* (Rathbun, 1897)**

Material examinado: Un espécimen hembra capturado como endobionte de *A.clathrodes* del arrecife Blake, a 22 m de profundidad.

Descripción: Presentó un tono naranja claro y en algunas esquinas de sus espinas se diferenciaron por presentar un tono café. Los dos lóbulos frontales son ligeramente convexos, presentan de tres a cuatro dientes. El tamaño de sus patas es menor que el largo de su caparazón, estas suelen ser peludas o parcialmente peludas. El caparazón presenta pelo ligero y delgado, esto oculta la superficie de abajo, cuenta con dos o más espinas superhepáticas; todas son largas y negras o con color oscuro en las puntas (Figura 5).

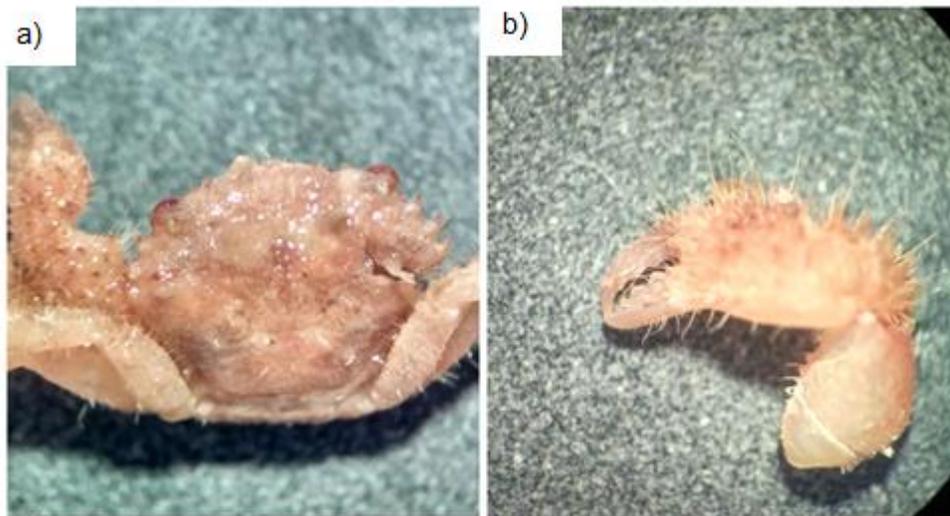


Figura 5. *Pilumnus sayi*. a) Parte frontal del caparazón; b) Quela izquierda.

Distribución geográfica: Desde el norte de California hasta el golfo de México, inclusive se ha reportado en las Indias. Es considerado el cangrejo con mayor distribución de los xantidos y quizá de todos los decápodos (Felder y Camp, 2009)

***Pachycheles rugimanus* (Milne-Eswards, 1880)**

Material examinado: Se capturaron dos hembras como endobiontes de *A. clathrodes* del arrecife Pantepec y Blake, a 22 y 24 m de profundidad.

Descripción: Presentaron amarillo opaco/oscuro, al momento de preservarlo cambio a naranja claro. Su caparazón es igual de largo como ancho, ligeramente rugoso en el margen lateral donde presenta una muesca en el margen anterolateral. El ancho frontal, se encuentra proyectando hacia abajo en forma recta. Los quelipodos son cortos y robustos. El carpo presenta 4 espinas y sobresalen 4 crestas longitudinales y tuberculadas. Los machos presentan gónópodos y el telson se encuentra compuesto de 5 placas (Figura 6).



Figura 6. *Pachycheles rugimanus*. a) Quela derecha; b) Quela izquierda; c) Organismo completo mostrando caparazón.

Distribución geográfica: Norte de California y Mar Caribe (Felder y Camp, 2009).

Descripción de nuevos registros para el arrecife Pantepec y Blake, Veracruz.

***Synalpheus fritzmulleri* (Coutière, 1909)**

Material examinado: Se capturó una hembra como endobionte de *A. muricyana* del arrecife Pantepec, a 23 m de profundidad.

Descripción: Cuerpo color naranja claro; un rasgo característico es en la punta de la quela derecha de color marrón. Presenta un rostro esbelto, los márgenes se encuentran a la mitad de su longitud; sus espinas laterales presentan puntas afiladas y generalmente son un poco más cortas que la tribuna. Su flagelo externo es bifurcado y la estilocerita se encuentra a la mitad del artículo antenular mediano.

El lado superior del basicerito de la antena tiene una columna, presenta una espina larga, pero un poco más corta que la stylocerita; la parte antenular es estrecha y su espina lateral es aguda y alcanza la una esquina del carpoцерito.

El maxilípodo externo alcanza la bifurcación del flagelo antenular externo. El telson tiene sus ángulos posteriores obtusos, su margen posterior lleva 20 pelos entre los dos pares de espinas habituales (Figura 7).

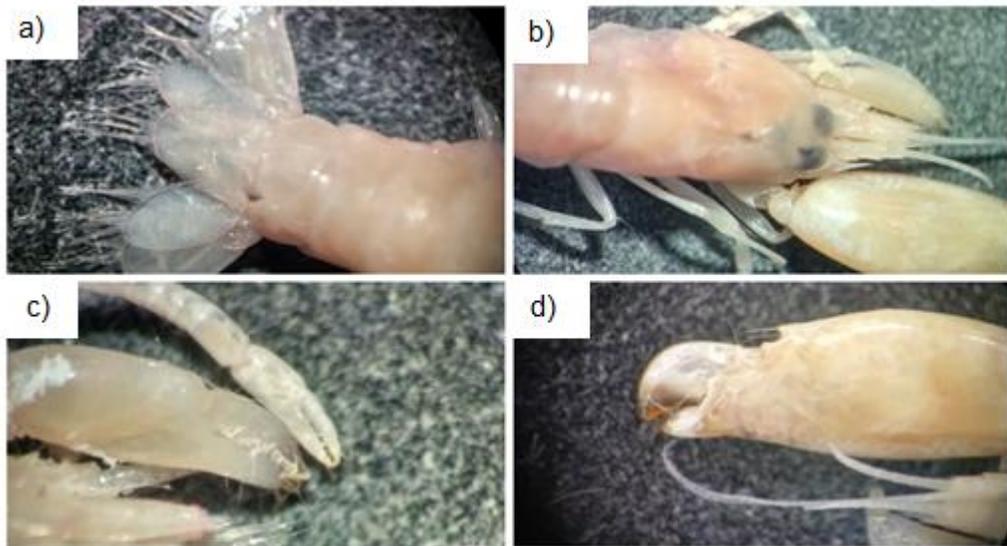


Figura 7. *Synalpheis fritzmuelleri*. a) Telson y urópodos; b) Parte frontal y región antenular; c) Quelipedo; d) Largo de la quela.

Distribución geográfica: Desde Carolina del Norte hasta Brasil, golfo de México, al este del Atlántico y Pacífico Oriental (Felder *et al.*, 2009); lo citan para el Sistema Arrecifal Veracruzano (Cházaro-Olvera y Vázquez-Lopez, 2014).

***Neopisosoma curacaoense* (Schmitt, 1924)**

Material examinado: Tres especímenes hembras y machos capturados como endobiontes de *A.clathrodes* de los arrecifes Pantepec y Blake, a 22 y 23 m de profundidad, respectivamente.

Descripción: Presentó un tono naranja claro. El caparazón es casi tan largo como ancho, en el caso de los machos suele presentarse más largo y en las hembras suele ser más amplio. Sus quelípedos son cortos y robustos. Algunos especímenes presentan en el tercer “dedo” cerdas densas y gruesas, mientras que los demás se encuentran desnudos, esto es un rasgo característico para esta especie.

Las crestas entre los surcos están granuladas, y minuciosamente noduladas, esto también lo presenta la superficie superior del merus en los quelípedos, las manos son uniformemente granuladas (Schmitt, 1924) (Figura 8).

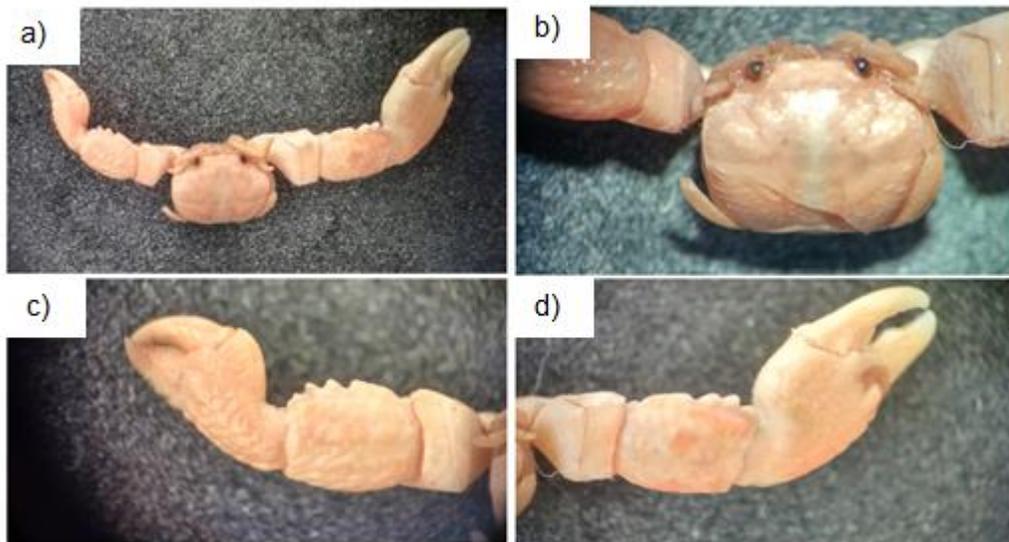


Figura 8. *Neopisosoma curacaoense*. a) Organismo completo; b) Caparazón de la parte central; c) Quela menor izquierda; d) Quela grande derecha.

Distribución geográfica: Cuba, Bahamas, Cordilleras Antillanas, Venezuela, Mar Caribe Mexicano y golfo de México; Montepío, Veracruz (Felder *et al.*, 2009; Cházaro-Olvera y Vázquez-Lopez, 2014).

Cirrípedio

Material examinado: Tres organismos unidos por un pedúnculo duro capturados como endobiontes de *A.clathrodes* del arrecife Blake, a 23 m de profundidad.

Coloración: Presentó un tono amarillo, aunque perdió coloración al momento de preservar y cambio a color beige (Figura 9).



Figura 9. Cirrípedio

Al analizar los endobiontes de las esponjas procedentes de los arrecifes; Pantepec y Blake, se tiene un registro de 29 especies, se detectó una mayor riqueza en el primer arrecife (23 especies) con respecto al segundo (15 especies). Además, a nivel de especies, *A. clathrodes* mostró una mayor riqueza con respecto *A. muricyana*, los artrópodos y equinodermos, fueron los grupos con mayor número de especies (Cuadro 2).

Cuadro 2. Endobiontes asociados a *A. clathrodes* y *A. muricyana* de los arrecifes Pantepec y Blake.

Especie	Arrecife Pantepec		Arrecife Blake	
	<i>A. clathrodes</i>	<i>A. muricyana</i>	<i>A. clathrodes</i>	<i>A. muricyana</i>
<i>Phascolion</i> sp.	1	1	1	1
<i>Pollycladida</i> sp.	1	1	1	0
<i>Cerithium litteratum</i>	0	1	0	0
<i>Cerithium lutosum</i>	0	1	0	0
<i>Donax trunculus</i>	1	0	0	0
<i>Donax</i> sp.	1	1	1	0
<i>Triphora</i> sp.	0	1	0	0
<i>Nymphon</i> sp.	1	0	0	0
<i>Synalpheus brooksi</i>	0	1	1	1
<i>Synalpheus longicarpus</i>	0	0	1	0
<i>Synalpheus fritzmuelleri</i>	0	1	0	0
<i>Periclimenaeus caraibicus</i>	0	1	0	0
<i>Pilumnus sayi</i>	0	0	1	0
<i>Pachycheles</i> sp.	0	0	1	1
<i>Pachycheles riisei</i>	1	0	0	0
<i>Pachycheles rugimanus</i>	1	0	1	0
<i>Neopisosoma curacaoense</i>	1	0	1	0
<i>Emerita benedicti</i>	1	1	1	0
<i>Hippidae</i> sp.	1	0	1	0
<i>Cirripedio</i> sp.	1	0	1	0
<i>Balanus</i> sp.	1	1	1	1
<i>Copepoda</i> sp.	1	1	1	0
<i>Amphipholis squamata</i>	1	0	0	0
<i>Ophiactis savignyi</i>	1	1	1	1
<i>Ophiothrix angulata</i>	1	0	0	0
<i>Ophiolepis paucispina</i>	1	0	0	0
Total	17	13	15	5

Se contabilizaron un total de 194 organismos asociados a las esponjas del arrecife Pantepec, donde *A. clathroides* presentó más individuos (126) que *A. muricyana* (57). Los grupos taxonómicos con mayor abundancia fueron: artrópodos (52 %), equinodermos (27 %) y moluscos (12 %) (Figura 10). Los primeros dos grupos fueron más abundantes en *A. clathroides*, mientras que en *A. muricyana* los grupos representativos fueron: artrópodos (44 %), moluscos (26 %) y equinodermos (25 %) (Figura 11).

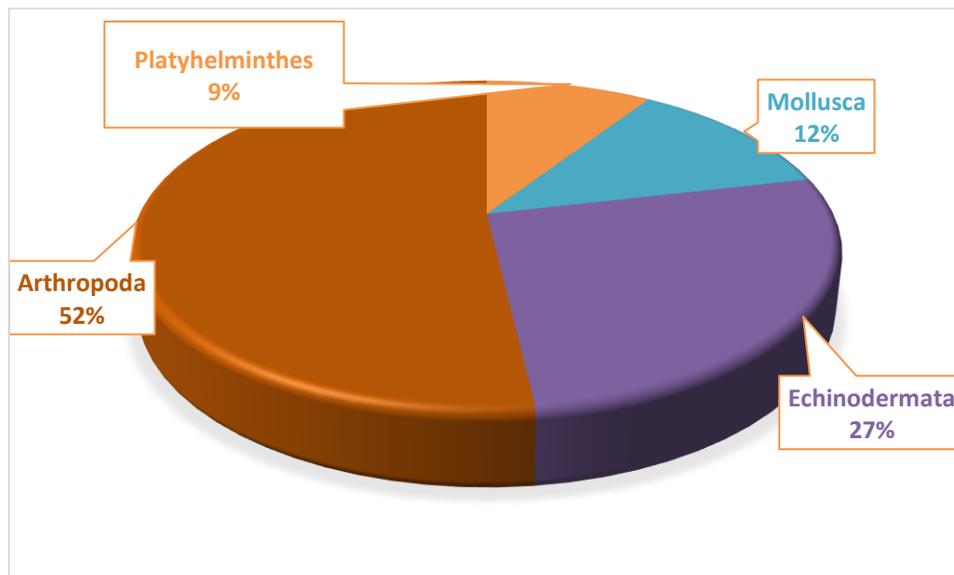


Figura 10. Aporte porcentual de los grupos taxonómicos asociados a las esponjas del arrecife Pantepec.

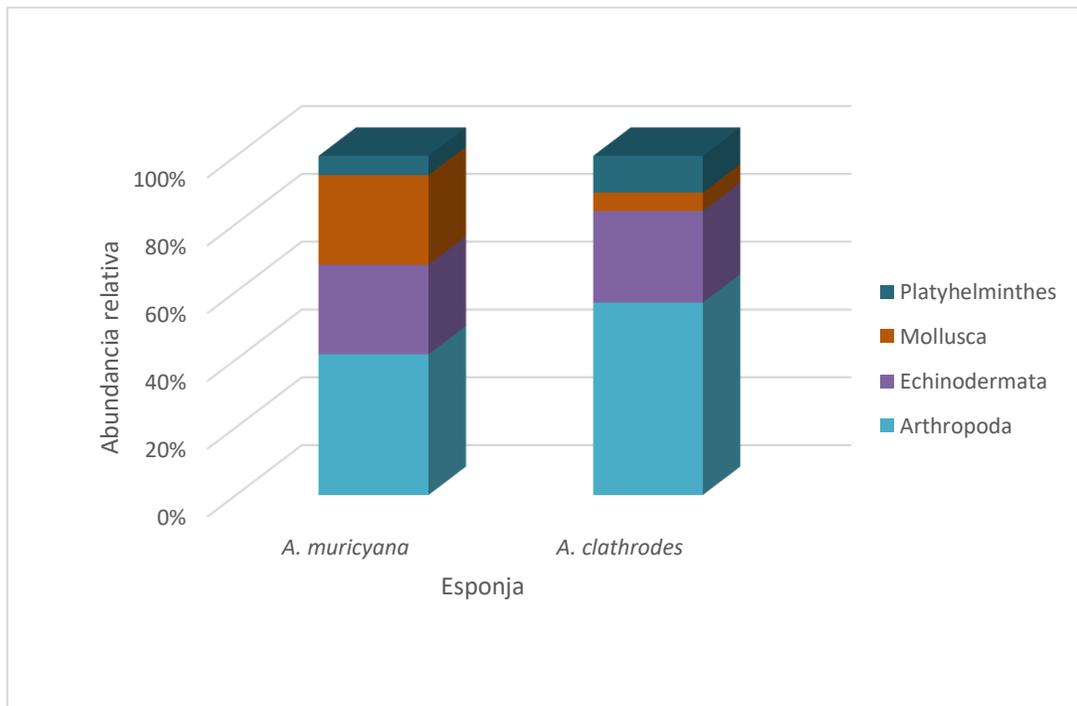


Figura 11. Abundancia relativa de los grupos taxonómicos asociados a *A. muricyana* y *A. clathrodes* del arrecife Pantepec.

En el arrecife Blake se contabilizaron un total de 342 endobiontes asociados a las esponjas, la mayor abundancia se observó en *A. clathrodes* (286 organismos). Los grupos taxonómicos con mayor abundancia en general, fueron: arthropoda (69 %) y echinodermata (27 %) (Figura 12). A nivel de especie, los artrópodos representan el 56 % y los equinodermos el 41 % en *A. clathrodes*, mientras que en *A. muricyana*, el phylum arthropoda mostró una abundancia del 94 % y el resto correspondió a los equinodermos (Figura 13).

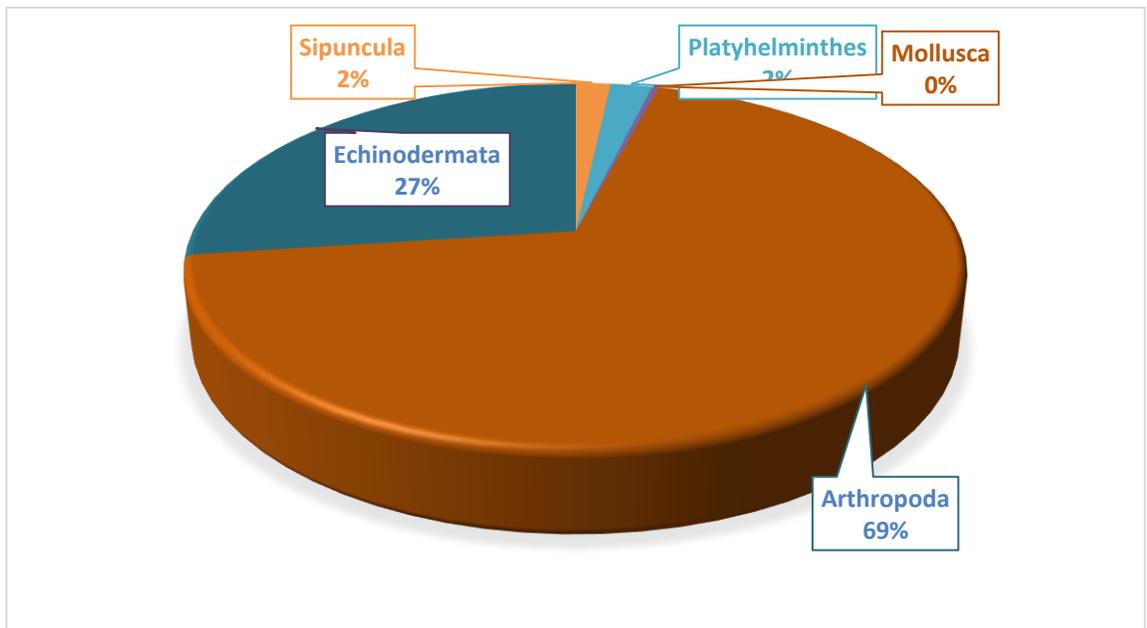


Figura 12. Aporte porcentual de los grupos taxonómicos asociados a las esponjas del arrecife Blake

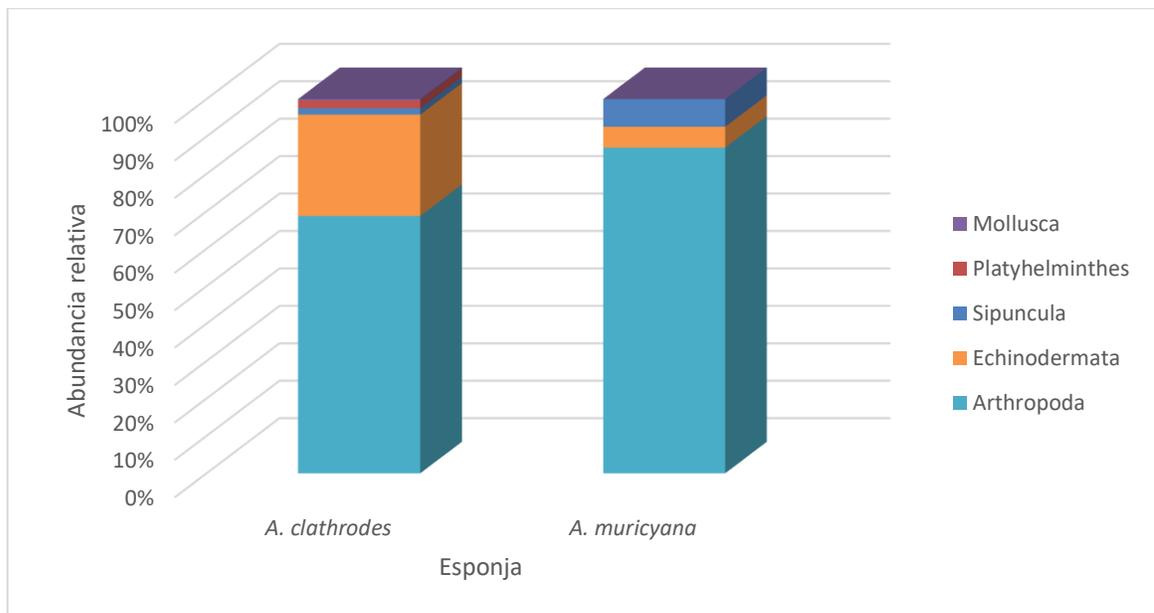


Figura 13. Abundancia relativa de los grupos taxonómicos asociados *A. clathrodes* y *A. muricyana* del arrecife Blake

La mayor abundancia de endobiontes en las esponjas investigadas, corresponde a los phyla: Platyhelmintha, Mollusca, Arthropoda y Echinodermata. A nivel de especies, *Balanus* sp., *Ophiactis savignyi*, *Phascolion* sp., *Pollycladida* sp. y *Triphora* sp. en conjunto representaron el 77 % del total de endobiontes en el arrecife Pantepec, mientras que *Balanus* sp., *O. savignyi*, *S. brooksi* y *Xanthidae* corresponden al 93 % del total en el Blake (Cuadro 3).

Cuadro 3. Abundancia relativa de endobiontes asociados a esponjas del arrecife Pantepec y Blake.

Especie	Arrecife	
	Pantepec	Arrecife Blake
<i>Phascolion</i> sp.	8.1521	2.6239
<i>Pollycladida</i> sp.	8.1521	1.7492
<i>Cerithium litteratum</i>	1.6304	0
<i>Cerithium lutosum</i>	0.5434	0
<i>Donax trunculus</i>	0.5434	0
<i>Donax</i> sp.	3.8043	0.2915
<i>Triphora</i> sp.	4.3478	0
<i>Nymphon</i> sp.	2.1739	0
<i>Synalpheus brooksi</i>	2.1739	5.5393
<i>Synalpheus longicarpus</i>	0	0.2915
<i>Synalpheus fritzmuelleri</i>	0.5434	0
<i>Periclimenaeus caraibicus</i>	0.5434	0
<i>Pilumnus sayi</i>	0	0.2915
<i>Pachycheles</i> sp.	0	1.1661
<i>Pachycheles riisei</i>	0.5434	0
<i>Pachycheles rugimanus</i>	0.5434	0.2915
<i>Neopisosoma curacaoense</i>	1.0869	0.2915
<i>Emerita benedicti</i>	0.5434	0.2915
<i>Xanthidae</i>	0	2.3323
<i>Hippidae</i> sp.	2.7173	0.2915
<i>Cirripedio</i> sp.	0	0.2915
<i>Balanus</i> sp.	36.413	60.058
<i>Copepoda</i> sp.	1.6304	0.5830
<i>Amphipholis squamata</i>	3.2608	0
<i>Ophiactis savignyi</i>	19.021	23.615
<i>Ophiorthrix angulata</i>	0.5434	0
<i>Ophiolepis paucispina</i>	0.5434	0

En general, *Balanus* sp. y *O. savignyi*, fueron más abundantes en ambas esponjas, pero en *A. clathrodes*, las dos especies representan más del 50% del total y en *A. muricyana* su proporción en conjunto, es menor al 50% con respecto al total (Cuadro 4).

Cuadro 4. Abundancia de endobiontes por especie de esponja en los arrecifes Pantepec y Blake, Veracruz.

	Arrecife Pantepec		Arrecife Blake	
	<i>A. clathrodes</i>	<i>A. muricyana</i>	<i>A. clathrodes</i>	<i>A. muricyana</i>
<i>Phasp</i>	9.4488	5.2631	1.7421	3.1496
<i>Polsp</i>	9.4488	5.2631	2.0905	0
<i>Cerlit</i>	0	5.2631	0	0
<i>Cerlut</i>	0	1.7543	0	0
<i>Dontru</i>	0.7874	0	0	0
<i>Donsp</i>	3.9370	3.5087	0.3484	0
<i>Trisp</i>	0	14.035	0	0
<i>Nymsp</i>	3.1496	0	0	0
<i>Synbro</i>	0	7.0175	4.8780	3.9370
<i>Synlon</i>	0	0	0.3484	0
<i>Synfri</i>	0	1.75438	0	0
<i>Percar</i>	0	1.75438	0	0
<i>Pilsay</i>	0	0	0.3484	0
<i>Pacsp</i>	0	0	0.3484	2.3622
<i>Pacrii</i>	0.7874	0	0	0
<i>Pacrug</i>	0.7874	0	0	0
<i>Neocur</i>	1.5748	0	0.3484	0
<i>Emeben</i>	0	1.75438	0.3484	0
<i>Xansp</i>	0	0	2.7874	0
<i>Hipsp</i>	3.9370	0	0.3484	0
<i>Cirsp</i>	0	0	0.3484	0
<i>Balsp</i>	41.7322	24.5614	57.4912	32.2834
<i>Copsp</i>	0	5.26315	0.6968	0
<i>Ampsqu</i>	4.72440	0	0	0
<i>Ophsav</i>	17.3228	22.8070	27.1777	2.3622
<i>Ophang</i>	0.78740	0	0	0
<i>Ophpau</i>	0.78740	0	0	3.1496
Total	59.0551	47.3684	84.6689	34.6456

Las curvas de rango abundancia indican que las especies de endobiontes dominantes en las esponjas, tanto en el arrecife Pantepec como en el Blake son: *Balanus* sp. y *O. savignyi*; sin embargo, muestran diferencias en el resto de las especies en función de la especie de esponja y del lugar de colecta. Por ejemplo,

en: *A. clathrodes* del arrecife Pantepec: *Phascolion* sp, *Pollicladyda* y *Amphipolis esquamata* se ubican entre las cinco especies dominantes, mientras que en *A. clathrodes* procedente del arrecife Blake, las especies dominantes están definidas por: *S. brooksi*, Xanthidae y *Pollicladyda* (Figura 14).

Por otra parte, entre las cinco especies de endobiontes dominantes en *A. muricyana* del arrecife Pantepec están: *S. brooksi*, Xanthidae y *Phascolion* mientras que, en los especímenes de *A. muricyana* colectados en el Blake dominaron: *Thriphora*, *S. brooksi* y *Phascolion* además de *Balanus* sp. y *O. savingyi* (Figura 15).

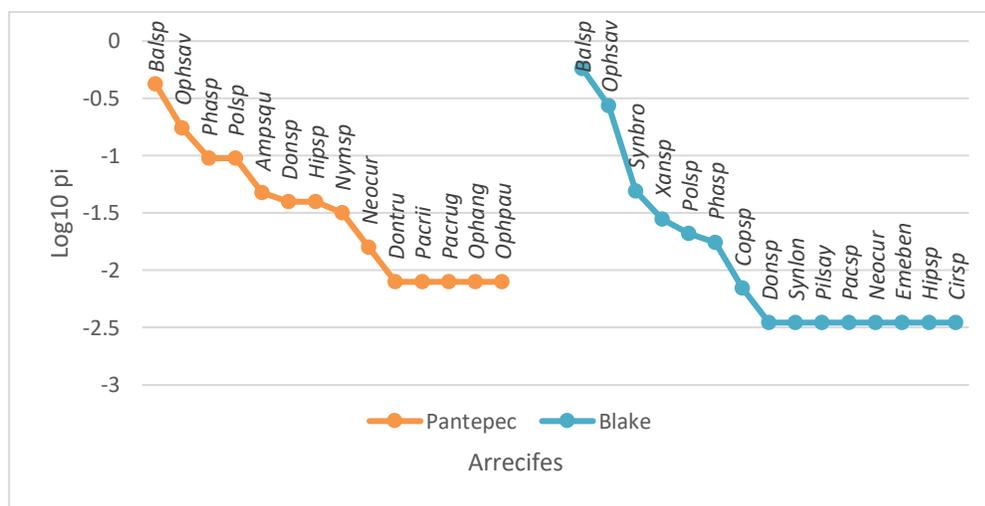


Figura 14. Curva rango abundancia de *A. clathrodes* de los arrecifes: Pantepec y Blake, Veracruz.

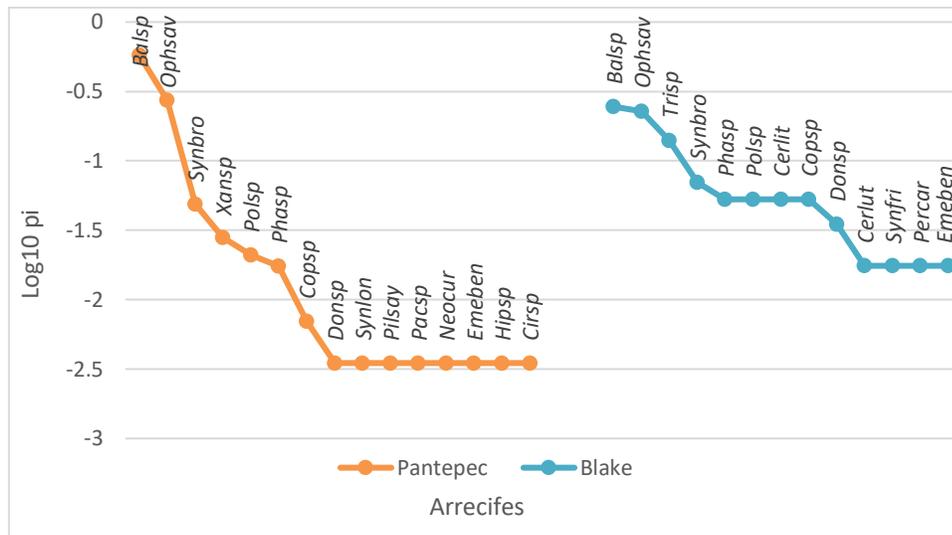


Figura 15. Curva rango abundancia de los endobiontes asociados a *A. muricyana* de los arrecifes Pantepec y Blake, Veracruz.

Las comunidades de endobiontes de *A. muricyana* y *A. clathrodes* procedentes del arrecife Pantepec, mostraron valores del índice de Shannon (1.91 y 2.16) superiores a las estimadas para las mismas especies del arrecife Blake (1.28 y 0.94), lo cual determina que el índice de dominancia sea mayor en las comunidades de endobiontes del arrecife Blake (Cuadro 5). La diversidad verdadera de orden 0, 1 y 2 indica que los valores más altos de especies efectivas corresponden al arrecife Pantepec, destacando *A. muricyana* con 8.67 y 6.7 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Valores del Índice de Shannon, equitatividad, dominancia y diversidad verdadera de la comunidad endobionte asociada a *A. muricyana* y *A. clathrodes* en los dos sistemas arrecifales.

	Shannon_H	Equitatividad	Dominancia	q0	q1	q2
<i>A. clathrodes</i> _P	1.91	0.7	0.22	17	6.75	4.5
<i>A. muricyana</i> _P	2.16	0.84	0.15	15	8.67	6.7
<i>A. clathrodes</i> _B	1.28	0.46	0.40	13	3.60	2.5

<i>A. muricyana</i> _B	0.94	0.58	0.55	5	2.56	1.8
------------------------	------	------	------	---	------	-----

La diversidad beta entre los arrecifes Blake y Pantepec es de 1.2857. Al comparar las comunidades de endobiontes entre especies de esponjas y arrecifes, se determinó una magnitud de cambio en la composición más alto en *A. muricyana* (0.55556) y en el arrecife Pantepec (0.64286) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Diversidad beta entre especies de esponja y arrecifes.

Diversidad beta (β)	
<i>A. clathrodes</i>	0.4838
<i>A. muricyana</i>	0.5555
Esponjas Pantepec	0.6428
Esponjas Blake	0.5238

Volumen de las esponjas y su relación con la abundancia de endobiontes

El volumen de las esponjas analizadas fue variable, desde 10 hasta 600 cm³, en general los valores más altos corresponden a *A. clathrodes* y los más bajos a *A. muricyana* (Cuadro 7). En general, al relacionar el volumen con la abundancia de endobiontes, se detectó una relación positiva y significativa en ambas especies. El coeficiente de correlación para *A. clathrodes* (0.90) resultó ser más bajo que en *A. muricyana* (0.94). *A. clathrodes* del arrecife Pantepec fue la única que no mostró correlación (Cuadro 8).

Cuadro 7. Volumen mínimo, máximo y promedio de las esponjas del arrecife Pantepec y Blake.

Volúmen cm ³	Arrecife Pantepec		Arrecife Blake	
	<i>A. clathrodes</i>	<i>A. muricyana</i>	<i>A. clathrodes</i>	<i>A. muricyana</i>
Mínimo	18	10	100	10
Máximo	60	90	600	25
Promedio	39	50	350	17.5

Cuadro 8. Correlación volumen-abundancia de *A. clathrodes* y *A. muricyana*.

	Coefficiente correlación
<i>A muricyana</i> _B	0.942
<i>A. clathrodes</i> _B	0.903
<i>A muricyana</i> _P	0.944
<i>A. clathrodes</i> _P	0.413

Análisis de clasificación y ordenación

El dendrograma resultante del análisis de similitud con el índice de Bray-Curtis, indica que las comunidades de endobiontes de *A. muricyana* y *A. clathrodes* procedentes del arrecife Pantepec son diferentes, mostrando mayor similitud en *A. chlatrodes* (Figura 16).

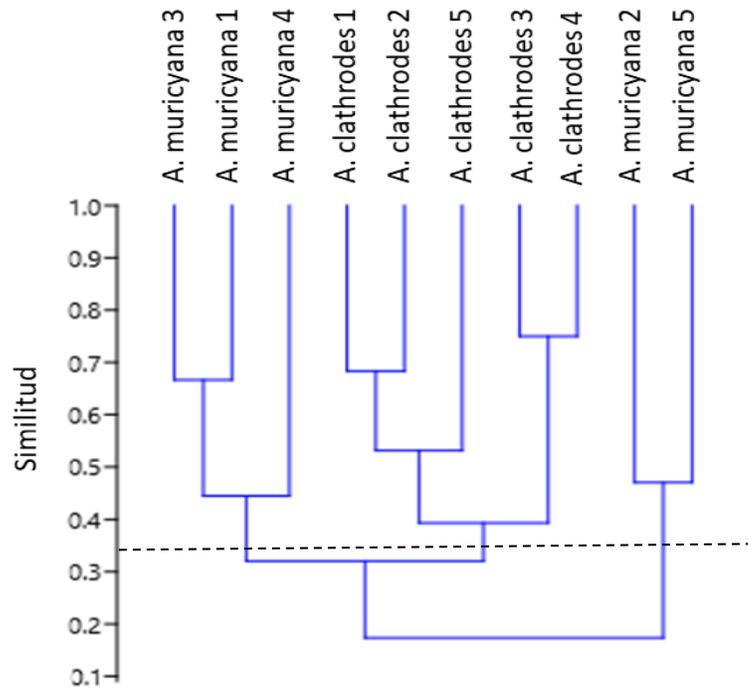


Figura 16. Dendrograma de similitud de la comunidad de endobiontes en esponjas marina el arrecife Pantepec con base al índice de Bray-Curtis

El análisis de ordenación nMDS (con distancia de Bray-Curtis) confirma la tendencia de agrupación de la comunidad de endobiontes por especie de esponja (Figura 17).

El análisis SIMPER señala una disimilitud de 67.88 %, donde las especies que definen este porcentaje son principalmente: *Balanus* sp. (21.49%), *O. savingyini* (9.00%) y *Phascolion* (5.21%).

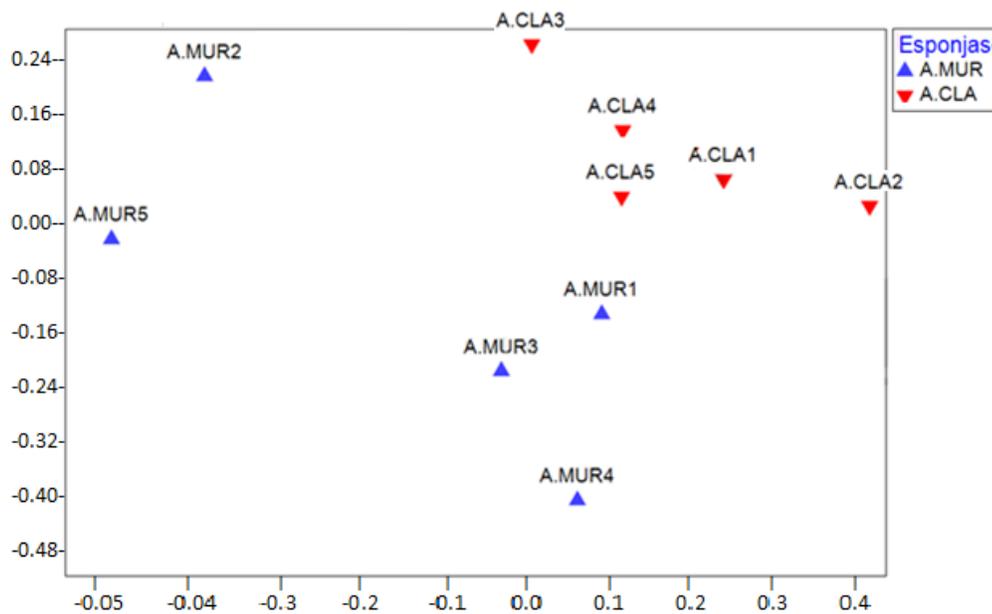


Figura 17. Representación gráfica del nMDS aplicado a las esponjas del arrecife Pantepec considerando los endobiontes.

Para el arrecife Blake, al igual que en Pantepec, la comunidad de endobiontes mostró una diferenciación general entre *A. muricyana* y *A. clathrodes* de acuerdo al índice de Bray-Curtis, aunque un ejemplar de la última especie se separa debido a los valores parecidos en la abundancia de *S. brooksi* y *Balanus* sp. (Figura 18). La disimilitud, definida por el método nMDS y la prueba SIMPER (59.15 %), resulta de la participación de *Balanus* sp. (28.77%) y *O. savingy* (14.91%) (Figura 19).

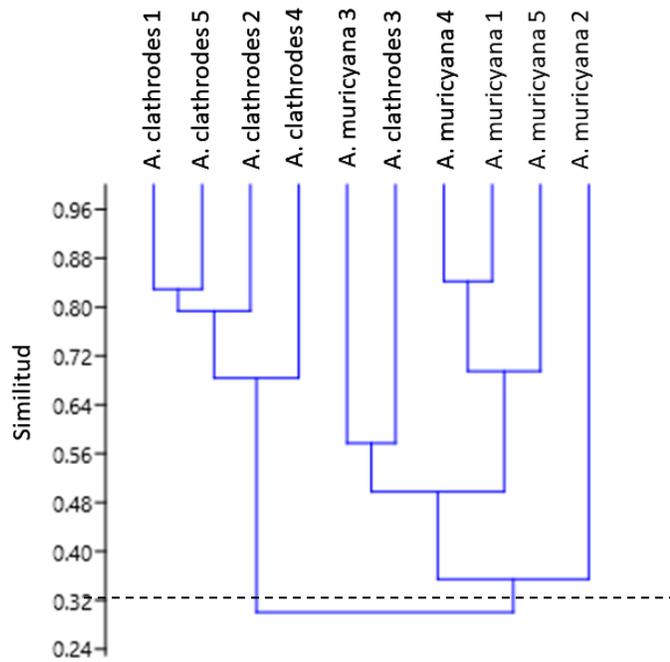


Figura 18. Dendrograma de similitud de los endobiontes en cada esponja marina del arrecife Blake con base al índice de Bray-Curtis.

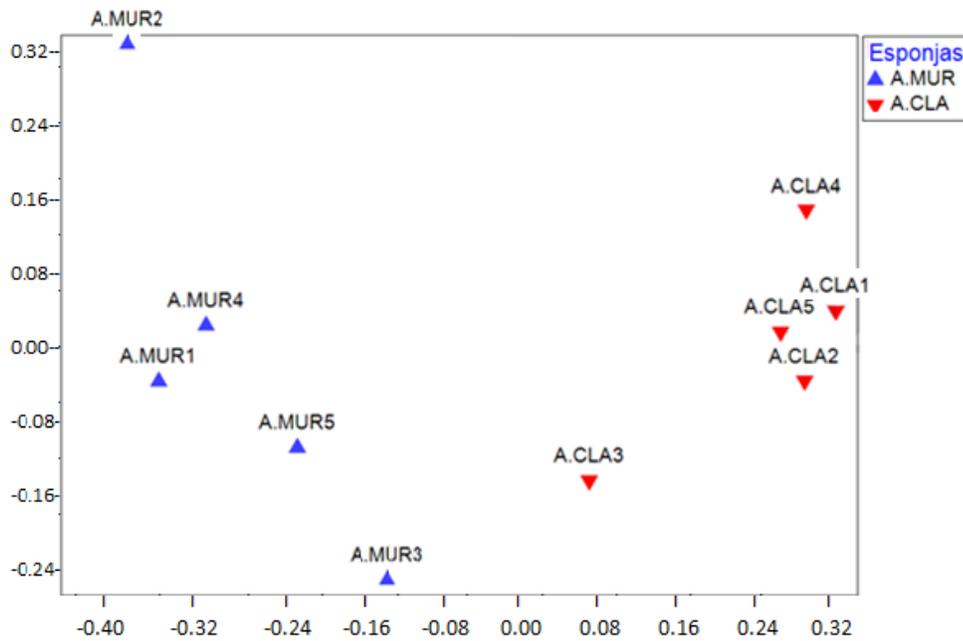


Figura 19. Representación gráfica del nMDS aplicado a las esponjas del arrecife Blake considerando los endobiontes.

VII. DISCUSIÓN

En los ecosistemas de arrecifes coralinos, las interacciones entre organismos juegan un papel determinante (Mejía-Niño y Garzón-Ferreira, 2003), donde el espacio es vital, por ello, las esponjas marinas a menudo son ocupadas por organismos que buscan refugio (Macdonald *et al.*, 2009; Cházaro-Olvera y Vázquez-López, 2014). Entre los endobiontes se encuentran: anélidos, crustáceos, equinodermos y peces (Britayev, 1998). Los resultados obtenidos en la presente investigación detallan la presencia de 29 especies asociadas a *A. muricyana* y *A. clathrodes* de los arrecifes: Pantepec y Blake. Entre las especies endobiontes, destaca la mayor riqueza del phylum arthropoda, lo cual se relaciona con su capacidad para habitar una gran diversidad de ambientes (Martin y Davis, 2001) y las modificaciones de sus estructuras digestivas, que les confiere una gran habilidad para alimentarse de esponjas o de los organismos que habitan en éstas (Cházaro-Olvera y Vázquez-López, 2014).

Entre los hallazgos más relevantes de esta investigación, está la ampliación del área de distribución de siete especies: *S. longicarpus*, *S. fritzmulleri*, *S. herricky*, *P. caraibicus*, *P. sayi*, *P. rugimanus* y *N. curacaoense*, que ahora incluye al suroeste del golfo de México, lo cual demuestra que se sabe muy poco de la diversidad específica de la fauna de endobiontes y de los crustáceos. Los nuevos registros de: *L. hortapugai*, *A. burkei*, *C. ircinia*, *C. tridentata* y *A. acutum* (Winfield y Cházaro-Olvera, 2009; Winfield y Ortiz, 2011) son un ejemplo de la importancia de las

esponjas para favorecer la diversificación, particularmente porque algunas de las nuevas especies, sólo se han localizado en este grupo taxonómico.

En general, los registros reportados en la presente investigación son nuevos para los arrecifes Pantepec y Blake. Algunas especies se identificaron a nivel de orden, familia o género, hecho que resalta la necesidad de impulsar la investigación básica porque podría tratarse de nuevas especies. Uno de los registros destacados es el del género *Nympon* sp, observado en *A. clathroides* del arrecife Pantepec, mismo que fue reportado como epibionte de *Halimeda opuntia* en el arrecife Tuxpan (Vázquez, 2014), aunque su presencia es común en las playas donde se tiene registro de cinco especies (Flores, 2010). Siete de los ocho nuevos registros de crustáceos incrementan el número de especies para el suroeste del golfo de México, de 172 (Hermoso-Salazar *et al.*, 2015) a 179 especies debido que *S. fritzmulleri* ya se encuentra reportado para el PNSAV (Cházaro-Olvera y Vázquez-López, 2014; Hermoso-Salazar *et al.*, 2015), pero no para el arrecife Pantepec y Blake.

La riqueza de endobiontes, en general fue mayor en el Pantepec (23 especies) con respecto al Blake (15 especies), lo cual permite deducir que probablemente la disponibilidad de materia orgánica sea muy importante, primero para que existan esponjas y después los endobiontes. De acuerdo con Salas Pérez *et al.* (2015), en el área donde se ubica el arrecife Pantepec, la concentración de clorofila a (~ 1.16 mg/m³) es mayor que en la región donde está el Blake (~ 0.54 mg/m³), lo cual puede marcar diferencias en la composición de esponjas y en los endobiontes asociados.

La capacidad que tienen las esponjas marinas para hospedar, está relacionada con su morfología, debido que los endobiontes se establecen en los canales de las esponjas (Wulff, 2006). Así, la mayor abundancia numérica observada en *A. clathrodes* se atribuye a su forma redonda con ramificaciones lobulares cilíndricas que terminan en ósculos de aproximadamente 8 mm (Neves y Omena, 2003), en contraste, en *A. muricyana* se cuantificaron 54 organismos, dada su estructura ramificada estrecha y con ósculos más pequeños (~3 mm), porque buscan características espaciales similares a su talla (Beepat *et al.*, 2014; Cházaro-Olvera *et al.*, 2017).

Los artrópodos constituyen un grupo taxonómico abundante dentro de las esponjas (Villamizar y Laughlin, 1985). Para las dos especies (*A. clathrodes* y *A. muricyana*) investigadas, aquél grupo representó el 57 %. La proporción es variable dependiendo de las especies de esponjas, en *I. strobilina*, *Sarcotragus foetidus*, *Aplysina lacunosa* y *Aplysina archeri* representa aproximadamente el 65 %, en cambio, en: *Amphimedon viridis*, *Halioclona* sp., *Halioclona* sp, los artrópodos constituyen más del 80 % (Villamizar y Laughlin, 1985; Huang *et al.*, 2008; Abdo, 2007; Cruz-Ferrer, 2012; Pavloudi *et al.*, 2016). En los arrecifes Pantepec y Blake, la proporción de endobiontes del phylum arthropoda es parecida, pero ligeramente mayor en *A. clathrodes* (48 %) con respecto a *A. muricyana* (44 %).

En el grupo de artrópodos, destaca la abundancia de *Balanus* y *Synalpheus*, cuyos valores casi se duplican en el arrecife Blake con respecto al Pantepec (Cuadro 4), lo cual permite suponer que existe menos competencia por espacio en el segundo

arrecife o bien que el reclutamiento es mayor en el Blake. *Balanus* ha sido reportado como uno de los géneros más abundantes en *Amphimedon compressa*, *Pseudaxinella lunaecharta* y *Anomoianthella lamella* (Carrera-Parra y Vargas-Hernández, 1996; Magnino *et al.*, 2009), esto puede explicarse por su dispersión larval que tarda de 5 a 6 días, hasta que encuentra un sustrato adecuado donde pueda asentarse y experimentar su metamorfosis (Suárez-Morales, 2015), lo cual limita su distribución. Dentro de las esponjas *Balanus* sp obtiene refugio y evita la depredación, además como es filtrador, usa la materia orgánica que fluye a través de la esponja.

Por su parte, las especies del género *Synalpheus* son habitantes comunes de esponjas (Ríos y Duffy, 2007) entre ellas, *A. clathrodes*, *A. compressa*, *A. archeri*, *A. lacunosa*, *A. crassa* (Villamizar y Laughlin, 1985; Carrera-Parra y Vargas-Hernández, 1996; Macdonald *et al.*, 2009; Ríos y Duffy 2007; Cházaro-Olvera *et al.*, 2017) especialmente por la heterogeneidad interna, que proporciona refugio a diferentes especies de carideos (Macdonald *et al.*, 2009). Los miembros del género *Synalpheus* son más abundantes en las esponjas del arrecife Blake, lo cual podría explicarse por la disponibilidad de refugios adecuados. Cabe destacar que la mayoría de especies pertenecientes a este género correspondieron a hembras ovadas, esto fortifica la importancia de las esponjas como un hábitat no sólo para refugio sino también para crianza.

En el grupo de los equinodermos, representados por cinco especies, *O. savignyi*, domina, pero muestra contrastes, ya que es más abundante en *A. chlatrodes* del

arrecife Blake (27.2 %) y en *A. muricyana* del arrecife Pantepec (22 %). *O. savignyi* ha sido reportada previamente en: *I. fistularis*, *I. strobilina*, *A. clathrodes* y *A. compressa* del arrecife Tuxpan (Avendaño, 2015; Cruz, 2015), asimismo, en otras especies del SAV (Carrera-Parra y Vargas-Hernández; 1996) y de otros sistemas del Caribe (Bejarano-Chavarro, 2001) y en ambientes de roca coralina, escombros (Neira y Cantera *et al.*, 2005; Jiménez *et al.*, 2010) y macroalgas (De la Cruz-Francisco *et al.*, 2017) lo cual denota su alto grado de adaptabilidad ambiental, donde las esponjas son un medio para sobrevivir.

Las curvas de rango abundancia de los endobiontes de *A. clathrodes* y *A. muricyana* indican que hay conjuntos faunísticos que dominan en cada especie de esponja, sin embargo, *Balanus* sp. y *O. savignyi* son muy abundantes en ambas. Estos datos coinciden parcialmente con los trabajos de Greene (2008) y Carrera-Parra y Vargas Hernández (1996) dado que tanto *Balanus* sp. como *O. savignyi* forman parte del grupo endobionte dominante; sin embargo, también señalan la gran abundancia de poliquetos, especialmente de *Haplosyllis* sp, grupo que no fue estudiado en la presente investigación.

Las comunidades de endobiontes varían de acuerdo con la especie de esponja (Greene, 2008) lo cual es explicado por las dimensiones de ósculos y canales (Beepat *et al.*, 2014) así como por el área geográfica y sus condiciones locales donde se desarrollan las esponjas. De esta forma, las comunidades de endobiontes asociadas a: *A. clathrodes* y *A. muricyana* parecen diferentes, porque las condiciones ambientales a las que están sujetos los dos sistemas (Blake y

Pantepec) son diferentes, especialmente con relación al volumen de descarga continental, condición que se refleja en la concentración de clorofila a, la cual es mayor en la localidad del Pantepec con respecto al Blake, debido a la cercanía del primero con el Río Tuxpan (Salas-Pérez *et al.*, 2015), que favorece la disponibilidad de sólidos suspendidos y la presencia de organismos que se alimentan de bacterias y materia orgánica.

La dominancia de *Balanus* sp. y *O. savignyi* en *A. muricyana* y *A. clathrodes* se refleja en los valores promedio del índice de Shannon, que es mayor en Pantepec (2.035) con relación al Blake (1.11). Al comparar, los valores de ese índice para las dos especies de esponjas, se observan promedios parecidos: 1.595 para *A. muryciana* y 1.55 para *A. clathrodes*; sin embargo, es notable el contraste en los valores del índice de Shannon calculados para *A. muryciana* en función de la localidad, que son mayores para el Pantepec (Cuadro 5).

La morfología de las esponjas estudiadas en esta investigación facilita la abundancia de: *Thiphora*, *O. savignyi* y *A. esquamata* debido a que son consumidores de esponjas (Cinar *et al.*, 2002; Beepat *et al.*, 2014), y a la vez, propicia la presencia y abundancia de depredadores como: *Pollicladyda*, *Synalpheus*, *Xanthidae*, *Pachycheles* y *Neopisosoma*. Estas interacciones explican la mayor equidad en Pantepec y *A. muryciana*. Lo anterior revela que, la dominancia no sólo depende de la localidad y sus condiciones ambientales sino también de la naturaleza de la especie de esponja y de las interacciones ecológicas.

Los valores del índice de Shannon calculados para las comunidades de endobiontes de otras especies de esponjas son muy variables, desde 0.28 hasta 4.59 (Carrera-Parra y Vargas-Hernández, 1996; Villamizar y Laughlin, 1985; Greene, 2008) lo cual depende tanto de la especie de esponja como de las condiciones ambientales de la localidad donde se encuentre. Por ejemplo, las especies del género *Ircinia*, por su volumen y canales estrechos albergan una gran cantidad de poliquetos y crustáceos con abundancias similares y por tanto los valores del índice son altos, en cambio *Aplysina fistularis* presenta pocas especies y algunas de ellas con numerosos individuos, que definen valores de equidad bajos. Asimismo, las comunidades de endobiontes de esponjas del Mar Caribe presentan una mayor riqueza y abundancia (Villamizar y Laughlin, 1985) con respecto a las del golfo de México (Carrera-Parra y Vargas-Hernández, 1996), debido al gradiente de diversidad que implica una mayor riqueza cerca del ecuador.

El uso de las especies efectivas es una herramienta ecológica que permite valorar la diversidad biológica de una forma más precisa (Jost, 2006). De acuerdo con esto, los valores más altos de especies efectivas determinados para el Pantepec indican una mayor diversificación en este sistema, que podría explicarse por la posible disponibilidad de nutrientes procedentes del río Tuxpan, los cuales son alimento para los endobiontes de las esponjas. Esto significa que las especies de esponjas del Pantepec son más propensas a albergar más especies y más organismos que las que ocurren en el Blake. A nivel de especie, en *A. muryciana* se calcularon un mayor número de especies efectivas (5.615) que en *A. clathrodes* (5.18), lo que

indica una mayor riqueza efectiva, probablemente asociado a su heterogeneidad morfológica.

La magnitud de cambio en la composición de las comunidades o el grado de diferenciación entre ellas, con relación a un gradiente ambiental se analiza por medio de la diversidad beta (Calderón-Patrón *et al.*, 2012) y los resultados de esta investigación revelan que los valores son más altos en el Pantepec y *A. muryciana*. La magnitud de cambio está determinado por la disponibilidad de nutrientes locales y la estructura de la esponja (Greene, 2008; Beepat *et al.*, 2014). En este sentido, Carrera-Parra y Vargas-Hernández (1996) y Greene (2008) demostraron que hay diferencias en la comunidad de endobiontes de cada especie de esponja.

La estructura y dimensiones de las esponjas son indicadores de la riqueza y abundancia de los endobiontes asociados. Los estudios en general muestran una relación positiva del volumen de las esponjas con la riqueza y abundancia de organismos que viven dentro de ellas (Villamizar y Laughlin, 1985; Koukouras *et al.* 1992; Cinar *et al.* 2002; Ribeiro *et al.* 2002; Beepat *et al.*, 2014), lo cual se explica por la función que cumple la esponja, brindando un espacio para el establecimiento de los endobiontes (Pearse, 1934; Beepat *et al.*, 2014) y en teoría una esponja grande tiene más espacio para los endobiontes.

Las investigaciones han demostrado una relación positiva del volumen con la abundancia en: *A. archeri*, *A. lacunosa* (Villamizar y Laughlin, 1985), *Ircinia variahilis*, *Aplysina aerophoba*, *Petrosia ficijormis*, *Agelas oroides* (Koukouras *et al.*,

1992), *I. strobilina* (Carrera-Parra y Vargas-Hernández, 1996), y *Neopetrosia exigua* (Beepat *et al.*, 2014) entre otras; sin embargo, en algunos casos, esa relación es débil, por ejemplo, en *P. lunaecharta* (Carrera-Parra y Vargas-Hernández, 1996), *I. fistularis* e *I. strobilina* (Cruz, 2012).

Los resultados obtenidos en los arrecifes Pantepec y Blake, son ejemplo de los contrastes entre el volumen y la abundancia, ya que, en general, indican una relación positiva en *A. clathrodes* (0.90) y *A. muricyana* (0.94), pero los ejemplares de *A. clathrodes* procedentes del arrecife Pantepec no mostraron correlación (0.41), situación parecida a las observaciones de Cruz (2012) en *I. strobilina* e *I. fistularis* así como en *P. lunaecharta* (Carrera Parra y Vargas-Hernández, 1996) procedentes del SALT y SAV respectivamente. Lo anterior puede sugerir que, existe gran disponibilidad de espacios en las esponjas que no son ocupados por los endobiontes, de modo que hay más oferta que demanda de hábitat. Por otra parte, el tamaño de muestra puede influir en esos bajos valores de correlación y en este sentido Koukouras *et al.* (1987) enfatizan la falta de información confiable y sugieren la necesidad de una investigación más a fondo.

De acuerdo al clúster y nMDS se puede deducir que la comunidad de endobiontes están básicamente determinados por la especie de esponja, tal como lo han evidenciado Villamizar y Laughlin (1985), Carrera-Parra y Vargas-Hernández (1996) y Greene (2008), aunque, las especies dominantes son las mismas, sus proporciones son variables. Entonces, podemos inferir que *A. muryciana* tiene un conjunto de especies diferente al de *A. clathrodes*; sin embargo, por la cercanía

geográfica de los arrecifes, el parecido es de 68 %, debido a la presencia común de: *Balanus* sp., *O. savingyini* y *Phascolion*. Lo anterior sustenta la idea de que, las esponjas constituyen un hábitat que es ocupado por diferentes especies en función de sus condiciones corporales para evitar la depredación y para atender sus necesidades de alimentación (Pearse, 1932; Villamizar y Laughlin, 1985; Koukouras et al. 1992; Cinar et al. 2002; Ribeiro et al. 2003; Beepat et al., 2014), ya que los endobiontes aprovechan los canales de la esponja para alimentarse de materia orgánica (Gutt y Koltun, 1995; Tyler y BiShlke, 1972).

La estructura diferencial de *A. clathrodes* y *A. muricyana* ofrece oportunidades diferentes a los endobiontes y eso contribuye para definir endobiontes disímiles, sin embargo, esto no es tan claro en el dendrograma (Figura 18) donde, dos organismos, uno de *A. muricyana* y otro de *A. clathrodes* se asocian, lo cual se debe a la presencia en común de *Pachycheles* sp., demostrando que las esponjas constituyen un hábitat y varias especies de endobiontes no son exclusivas de una especie.

La riqueza y abundancia de los endobiontes observada en las esponjas procedentes de los arrecifes Blake y Pantepec son un indicador de la diversidad biológica regional y los hallazgos del presente trabajo, reflejan la necesidad de continuar con el proceso de investigación en los ambientes marinos (Salazar-Vallejo et al., 2008) dado que la información existente hasta el momento, no representa la diversidad del sistema arrecifal (Plaisance et al., 2011). Por otra parte, refleja la importancia de

las esponjas marinas como hábitat (Macdonald *et al.*, 2009; Cházaro-Olvera y Vázquez-López, 2014) especialmente para crustáceos y equinodermos.

VIII. CONCLUSIONES

1.- La comunidad endobionte de *A. clathrodes* y *A. muricyana* procedentes de los arrecifes Blake y Pantepec están representadas por 5 phylum, 9 Clases, 10 Ordenes, 18 Familias y 29 especies, que incluyen siete nuevos registros, cinco para el suroeste del golfo de México (*Pachycheles rugimanus*, *Periclimenaeus caraibicus*, *Pilumnus sayi*, *Synalpheus herricki* y *Synalpheus longicarpus*,) y dos para el norte de Veracruz (*Neopisosoma curacaoense* y *Synalpheus fritzmulleri*)

2.- La riqueza y abundancia de endobiontes asociada a las esponjas investigadas fueron mayores en *A. clathrodes*, destacando tres grupos taxonómicos: moluscos, artrópodos y equinodermos. En general las comunidades de *A. clathrodes* y *A. muricyana* son parecidas, por la dominancia de *Balanus sp.* y *O. savignyi*, pero muestran diferencia en los valores de abundancia de otras especies, sin patrones definidos. *A. muricyana* presenta más especies efectivas y una diversidad beta mayor que *A. clathrodes*.

3.- La diversidad Beta define una magnitud de cambio más alta en *A. muricyana* (0.5555) y en el arrecife Pantepec (0.6428).

4.- El arrecife Pantepec presentó mayor riqueza de endobiontes (23) respecto al Blake (15), y el grupo de los artrópodos es más diverso en especies seguido de los equinodermos.

5.- En general, la abundancia de endobiontes se relaciona positivamente con el volumen de *A. clathrodes* ($r=0.90$) y *A. muricyana* ($r=0.94$).

6.- Aunque los componentes de las comunidades endobiontes de *A. muricyana* y *A. clathrodes* son parecidos, el análisis de clasificación y ordenación indica que se pueden diferenciar esas comunidades a partir de sus valores de abundancia, dada su morfología y las condiciones ambientales de cada localidad.

7.- Los valores de riqueza pero especialmente de abundancia de los endobiontes asociados a *A. muricyana* y *A. clathrodes* reflejan las condiciones ambientales locales de los arrecifes Blake y Pantepec.

IX. APLICACIÓN PRÁCTICA AL MANEJO

Las esponjas son un componente vital en los arrecifes coralinos, su alta diversidad, abundancia y biomasa les han permitido ser un grupo que junto con los corales conforman aproximadamente el 50 % de las comunidades. Estos organismos filtradores; poseen un efectivo sistema interno de canales que a su vez brindan diferente tipo de interacciones interespecíficas a distintos organismos tanto sésiles como móviles donde en conjunto forman una comunidad (Wulff, 2006; Abdo, 2007). Por lo tanto, su estudio es clave para el entendimiento, manejo y conservación de los ecosistemas tanto marinos como costeros y en la comprensión de las relaciones interespecíficas que pueden ser útiles para el ser humano.

Los endobiontes asociados a las esponjas marinas han sido poco estudiados en México. Los arrecifes Pantepec y Blake se caracterizan por presentar distintos factores como: turbidez, clorofila a, etc., esto influye en el volumen de las esponjas, que se ve reflejado en los endobiontes asociados como, artrópodos, moluscos, etc., que tienen relevancia pesquera. También pueden ser ecológicamente importantes para determinar especies bioindicadoras del ecosistema. Aunado a esto, los nuevos registros en el presente estudio permiten deducir que aún faltan especies por registrar asociadas a esponjas marinas en distintas áreas geográficas. La información generada en este estudio, nos permite conocer la importancia ecológica de las esponjas marinas (*A. clathrodes* y *A. muricyana*) como hábitat para una gran diversidad de especies que componen los sistemas arrecifales. Por consiguiente, enfocarnos a estudios científicos más específicos, como el uso de hábitat,

distribución de especies asociadas, morfología de esponjas, comparación de los endobiontes asociados en distintas zonas geográficas, permitirán la realización de planes de manejo futuros para cogniciones de conservación, potencial genético y como fuente de productos naturales.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, T. R. 1996. Seashells of North America, a field guide to identification. Ed. Golden. New York. 280pp.
- Alcolado, P. M. y Herrera-Moreno A. 1987. Efectos de la contaminación sobre las comunidades de esponjas en el litoral de la Habana, Cuba. Reporte de Investigación. Instituto de Oceanología Academia de Ciencias de Cuba. 68: 1-17.
- Amsler, C.D., Amsler, M. O., McClintock, J. B. y Baker, B.J. 2009. Filamentous algal endophytes in macrophytic Antarctic algae: prevalence in hosts and palatability to mesoherbivores. *Phycologia*, 48: 324–334.
- Asís, A. U. 2006. Estudio comparativo de esponjas marinas en dos arrecifes del norte de Veracruz. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tuxpan, Veracruz, México.
- Avila, E. y Carballo, J. L. 2009. A preliminary assessment of the invasiveness of the Indo-Pacific sponge *Chalinula nematifera* on coral communities from the tropical Eastern Pacific Ocean. *Biological Invasions*. 11: 257-264.
- Ávila, E. y Briceño-Vera, A. E. 2017. A reciprocal inter-habitat transplant reveals changes in the assemblage structure of macroinvertebrates associated with the sponge *Halichondria melanadocia*. *Estuaries and Coasts*. 1397-1409pp.
- Ávila, E., Ávila-García, A. K. y Cruz-Barraza, J.A. 2015. Temporal and small-scale spatial variations in abundance and biomass of seagrass-dwelling sponges in a tropical estuarine system. *Marine Ecology*. 36 (3): 623–636.
- Avendaño, S. G. 2015. Ofiuroideos (ofiuroidea: Echinodermata) asociados a tres especies de esponjas en el arrecife Tuxpan. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tuxpan, Veracruz, México.
- Bandera, M. E., Conradi, M. P. y López-González, J. 2005. *Asterocheres hirsutus*, a new species of parasitic copepod (Siphonostomatoida: Asterocheridae) associated with an Antarctic hexactinellid sponge. *Helgoland Marine Research*. 59: 315–322.

- Bautista, E., Carballo, J. L., Cruz-Barraza J. A. y Nava, H. 2006. New coral reed boring sponges (hadromerida, Clionidae) from the Mexican Pacific Ocean. *Journal of Marine Biology*. 86: 963-970.
- Bejarano-Chavarro, S. 2001. Esponjas y otros microhábitats de los ofiuos (Echinodermata Ophiuroidea) en ambientes arrecifales del archipiélago de San Bernardo, Caribe Colombiano. Tesis de Licenciatura. INVEMAR, Santa Maria.
- Beepat, S. S., Appadoo, C., Marie, D. E. P., Paula, J. P. M., Cinar M. E. y Sivakumar, K. 2014. Macrofauna Associated with the Sponge *Neopetrosia exigua* (Kirkpatrick, 1900) in Mauritius. *Western Indian Ocean*. 13(2):133-142.
- Boxshall, G. A. y Halsey, S. H. 2004. An introduction to copepod diversity. The Ray Society, London. 166: 1–966.
- Britayev, T. A. y E. A. Zamyshliak. 1998. Association of the commensal scaleworm *Gastrolepidia clavigera* (Polychaeta: Polynoidae) with holothurians near the coast of South Vietnam. *Ophelia*. 45: 175-190.
- Calderón-Patrón, J., Moreno, C. y Zuria, I. 2012. La diversidad beta: medio siglo de avances. *Revista Mexicana Biodiversidad*. 83: 879-891.
- Carballo, J. L. 2006. Actualización e incorporación de nuevos registros a la fauna de esponjas del litoral Pacífico de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. AA004 México D. F.
- Carter, H. J. 1882. Some sponges from the West Indies and Acapulco in the Liverpool Free Museum described, with general and classificatory remarks. *Annals and Magazine of Natural History*. 5: 226-301.
- Carrera-Parra, L. F. 1993. Estructura de la comunidad crítica asociada a las esponjas de la Isla de Enmedio, Veracruz México. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzna, Biología. Xalapa, Veracruz, México.
- Carrera-Parra, L. F. y Vargas-Hernández, J. M. 1996. Comunidad crítica de esponjas del arrecife de isla de Enmedio, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*. 45: 311–321.
- Cházaro-Olvera, S., Hernández-Vidal, G. A., Ortiz, M. y Winfield, I. 2017. Primer registro de la asociación de *Synalpheus herricki* y *S. pandionis* con *Aiolochoira crassa* en el parque nacional arrecife Puerto Morelos, Quintana Roo, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 52(3): 617-620.

Cinar, M., Katagan, E., Ergen, T. y Murat, Z. 2002. Zoobenthos-inhabiting *Sarcotragus muscarum* (Porifera: Demospongiae) from the Aegean Sea. *Hydrobiologia*. 482: 107-117.

Clarke, K. y Warwick R. M. 2001. Changes in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. 2nd edition. PRIMER-E: Plymouth.

Cortés, U. C. 2014. Herramientas para incluir tres arrecifes no emergentes en el área de protección de fauna y flora- Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tuxpan, Veracruz, México.

Cruz-Castillo, L. Y. 2015. La comunidad de erizos regulares (Echinoidea) del arrecife Pantepec, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tuxpan, Veracruz, México.

Cruz, F. M. I. 2012. Distribución y abundancia de *Ircinia strobilina* e *Ircinia fistularis* (Demospongiae: Irciniidae) y su fauna asociada en el Arrecife Tuxpan, Veracruz. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tuxpan, Veracruz, México.

De-Goeij, J. M., Van-Oevelen, D., Vermeij, M. J., Osinga, R., Middelburg, J. J., De-Goeij, A. F. y Admiraal, W. 2013. "Surviving in a marine desert: the sponge loop retains resources within coral reefs". *Science*. 342: 108-110.

De La Cruz-Francisco, V. 2013. Estructura de las comunidades macribentónicas y nectónicas asociadas a los sustratos rocosos coralinos del arrecife Lobos, Veracruz, México. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tuxpan, Veracruz, México.

De la Cruz-Francisco, V. y Á. E. Bandala-Pérez. 2016. Esponjas y cnidarios (hydrozoa y Anthozoa) del arrecife Oro Verde; cobertura bentónica y afinidad faunística con sistemas arrecifales de Veracruz México. *CICIMAR Oceanides*. 31 (2): 45-64.

Díaz, J. M., Barrios, L. M. y Gómez-López, D. I. 2003. Las praderas de pastos marinos en Colombia: Estructura y distribución de un ecosistema estratégico. *INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales*. 10: 160.

Duffy, J. E. y Paul, V. J. 1992. Prey nutritional quality and the effectiveness of chemical defenses against tropical reef fishes. *Oecologia*. 90: 333–339.

Erdman, R. B. y Blake, N. J. 1987. Population dynamics of the sponge dwelling alpheid *Synalpheus longicarpus*, with observations on *S. brooki* and *S. Pectiniger*, in shallow-water assemblages of the Eastern Gulf of Mexico. *Journal of Crustacean Biology*. 7: 328-337.

Felder, D. L., Álvarez, F., Goy, J. W. y Lemaitre, R. 2009. Gulf of México Origin, Waters, and Biota. pp. 1019-1104. *En*. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of México, with comments on the amphionidacea. Ed. Texas A y M University Press.

Flores M. L. 2010. Fauna asociada a cuentros de especies de Genero *Sargassum* C. Agardh del litoral rocoso de Villa Rica, Municipio de Actopan, Ver. México. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana, Biología. Xalapa, Veracruz, México.

Franke, H. D. 1999. Reproduction of the Syllidae (Annelida: Polychaeta). *Hydrobiologia*. 402: 39–55.

Gamundi, A. A. 2018. Esponjas marinas del arrecife Pantepec. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tuxpan, Veracruz, México.

Gómez, L. P. y Green, G. 1983. Sistemática de las esponjas marinas de Puerto Morelos, Quintana Roo, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México. 11: 65-90.

Gómez, P. 2002. Esponjas marinas del golfo de México y el Caribe. Ed. AGT. México, D. F. 134 pp.

Gómez, P. 2007. Inventario de las esponjas del parque nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, con nuevos registros de especies (Porifera, Demospongiae). *En*: A. Granados-Barba, L. G. Abarca-Arenas y J.M. Vargas-Hernández (Eds.), *Investigaciones científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano*. Universidad Autónoma de Campeche, México. 51-72 pp.

Gómez, P. 2011. Esponjas marinas y de agua dulce (Porífera). La biodiversidad en Veracruz, Estudio de Estado. *In*: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Ed. *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología A.C. México. 217-224pp.

González-Cobos, J. M. 2010. Localización y caracterización de los arrecifes no emergentes en la costa de Tuxpan, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Universidad

Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tuxpan, Veracruz, México.

González-Gándara, C., Patiño-García, A., Asís-Anastacio, U., Serrano, S. A. y Gómez, P. 2009. Lista de esponjas marinas asociadas al arrecife Tuxpan, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 80(1):1-5.

González-Gándara, C., Domínguez-Barradas, C., De la Cruz-Francisco, F. V., Solís-Marín A. y Carricart-Ganivet J. P. 2015. Esponjas, corales escleractinios, equinodermos y peces de arrecifes coralinos del norte y sur de Veracruz. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. JF124. México D.F.

Green, G. 1977. Sinopsis taxonómica de trece especies de esponjas del arrecife La Blanquilla Veracruz, México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 4: 79-98.

Green, G., Fuentes, L. y Gómez, P. 1985. Nuevos registros de porífera del arrecife La Blanquilla, Veracruz, México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 13: 273-300.

Greene, A. K. 2008. Invertebrate endofauna associated with sponge and octocoral epifauna at Grays reef national marine sanctuary off the coast of Georgia. Tesis de Licenciatura. The Graduate School of the College of Charleston, United States.

Gutt, J., Koltun, V.M., 1995. Sponges of the Lazarev and Weddell Sea, Antarctica: explanations for their patchy occurrence. *Antarctic Science*. 7: 227–234.

Hendler, G. 1984. The association of *Ophiothrix lineata* and *Callyspongia vaginalis*: a brittlestar-sponge cleaning symbiosis?. *Marine Ecology*. 5: 9- 27.

Jimenez H., Dumas, P., Bigot, L., Amouroux, J. M. y Ferraris, J. 2010. Taxonomic resolution needed to describe invertebrate assemblages and to detect harvesting effects on coral reef ecosystems. *Marine Ecology Progress Series*. 406: 211-222.

Magnino, G., Pronzato, R., Sara, A. y Gaino, E. 2009. Fauna associated with the horny sponge *Anomoianthella lamella* Pulitzer-Finali y Pronzato, 1999 (Ianthellidae, Demospongiae). *Italian Journal of Zoology*. 66(2):175-181

Oksanen, F. 2015. Package VEGAN. R topics documented 1-280.

Rodríguez-Hernández, L. 1997. Estructura de la comunidad faunística asociada a la esponja *Iricinia strobilina* (Lamarck, 1816) Porifera: Demospongiae: Thoredtidae, del

arrecife Triángulo Oeste, Banco de Campeche, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana, Biología. Xalapa, Veracruz, México.

Hultgren K. M. y Duffy, J. E. 2010. Sponge host characteristics shape the community structure of their shrimp associates. *Marine Ecology Progress Series*. 407: 1–12.

Jordán-Dahlgren, E. y Rodríguez-Martínez, R. E. 2003. The Atlantic Coral Reefs of México. *Latin American Coral Reefs on Science Direct*. 131-158.

Johnsson, R. y Rocha, C. E. F. 2002. Five artotrogids (Crustacea: Copepoda: Siphonostomatoida) from eastern Antarctica. *Memoirs of the Museum of Victoria*. 59 (2): 439-455.

Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos*. 113(2): 363-375.

Kaplan, E. H. 1982. A field guide to coral reefs of the caribbean and Florida. *Paterson Field Guide*. 289 pp.

Kersken, D., Göcke, C., Brandt, A., Lejzerowicz, F., Schwabe, E., Seefeldt, M. A., Veit-Köhler, G. y Janussen D. 2014. The infauna of three widely distributes sponge species (Hexactinellida and Demospongiae) from the deep Ekström Shelf in the Weddell Sea, Antarctica. *Deep-Sea Research*. 108(2): 101-112.

Koukoura, H. E., Koukouras, A. y Eleftheriou, A. 1987. Macrofauna sssociates with the sponge *Verongia aerophoba* in the North Aegean Sea. *Estuarina, Coastal and Shelf Science*. 24: 265-278.

Koukouras, A., Voultziadou-Koukoura, E., Chintiroglou, H., y Dounas, C. 1985. A comparison of the macrobenthic animal assemblages associated with seven sponge species. *Cahiers de Biologie Marine*. 26(3): 301-319.

Koukouras, A., A. Russo, E. Voultziadou-Koukoura, C. Dounas, y C. Chintiroglou. 1992. Relationship of sponge macrofauna with the morphology of their hosts in the North Aegean Sea. *International Review of Hydrobiology*. 77(4): 609–619.

Koukouras, A., Russo, A., Voultziadou-Koukora, E., Arvanitidis C. y Stefanidou, D. 1995. Macrofauna associated with sponge species of different morphology. *Marine Ecology*. 17(4): 569-582.

Lörz, A. N. 2001. Low diversity of spongiicolous Amphipoda (Crustacea) observed in the Antarctic autumn. *Organisms Diversity Evolution on Science Direct*. 1: 133-138.

- Macdonald, K. S., Ríos, R., Emmett-Duffy, J. 2006. Biodiversity, host specificity, and dominance by eusocial species among sponge-dwelling alpheid shrimp on the Belize Barrier Reef. *Diversity and Distributions*. 12: 165-178.
- Macdonald, K.S., K. M. Hultgren y J. E. Duffy. 2009. The spongedwelling snapping shrimps (Crustacea, Decapoda, Alpheidae, Synalpheus) of Discovery Bay, Jamaica, with descriptions of four new species. *Zootaxa*. 2199: 1-57.
- Martin, J. W. y Davis, G. E. 2001. An updated classification of the recent Crustacea. *Science Series*. 39: 124.
- Martos, F. J. 2010. Evaluación de la salud de los corales del arrecife Blake, Cazes, Veracruz. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana, Biología. Xalapa, Veracruz, México.
- Maruri, C. M. 2012. Evaluación de la comunidad de los corales pétreos del arrecife no emergente Oro Verde, Tuxpan, Veracruz. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tuxpan, Veracruz, México.
- Mateo, F. 2008. Estudio comparativo de esponjas marinas en tres arrecifes del norte de Veracruz. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tuxpan, Veracruz, México.
- Mejía-Niño, N. y J. Garzón-Ferreira. 2003. Dinámica de las interacciones alga-coral en dos bahías de Santa Marta (Caribe colombiano) con distinto grado de influencia antropogénica. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*. 32: 243-261pp.
- Molina-Ramírez, A. 2003. Estudio de la macrofauna crítica poliquetológica asociada a esponjas del Parque Nacional de Isla Contoy Quintana Roo, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM, México.
- Norström, A. V., Nyström, M., Lokrantz, J. y Folke, C. 2009. Alternative states on coral reefs: beyond coral-macroalgal phase shifts. *Marine Ecology Progress Series*. 376: 295-306.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. *Manuales y Tesis SEA*. 1: 84.
- Nava, H. y Carballo, J. L. 2008. Chemical and mechanical bioerosion of boring sponges from Mexican Pacific coral reefs. *Journal of Experimental Biology*. 211: 2817-2831.

Nava, H., A. G. Figueroa Camacho, C.A. Haro Medrano, B. Marisela Villegas Sánchez. 2015. Esponjas marinas: importancia ecológica en los ecosistemas arrecifales. CONABIO. Biodiversitas. 123:12-16pp.

Neira, O. R. y Cantera, K. J. R. 2005. Composición taxonómica y distribución de las asociaciones de equinodermos en los ecosistemas litorales del Pacífico Colombiano. Revista Biología Tropical. 53(3): 195-206.

Ortiz-Lozano, L., H. Pérez-España, A. Granados-Barba, C. González-Gándara, A. Gutiérrez-Velázquez y Martos, J. 2013. The reef corridor of the Southwest Gulf of Mexico: Challenges for its management. Science Direct. 86: 22-32.

Parra-Velandia, F.J. y Zea, S. 2003. Comparación de la abundancia y distribución de algunas características de las esponjas del género *Ircinia* (Porifera:Demospongiae) en dos contrastantes del área de Santa Marta, Caribe colombiano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras. 32: 75–91.

Patiño-García, A. 2006. Esponjas marinas del arrecife Tuxpan, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tuxpan, Veracruz, México.

Pavloudi, C., Christodoulou, M. y Mavidis, M. 2016. Macrofaunal assemblages associated with the sponge *Sarcotragus foetidus* Schmidt, 1862 (Porifera Demospongiae) at the coasts of Cyprus and Greece. Biodiversity Data Journal. 4.

Pearse, A. S. 1932. Inhabitants of certain sponges at Dry Tortugas. Papo Tortugas Laboratory Carnegie Institution Wash. 28(77): 117-124

Plaisance, L., Caley, M. J., Brainard, R. E. y Knowlton, N. 2011. The diversity of coral reefs: What are we missing?. Plos One. 6:1-7.

Ribeiro, S. M., Omena, E. P., Murici G. 2002. Macrofauna associates to *Mycale microsigmatosa* (Porifera, Demospongiae) in Rio de Janeiro State, SE Brazil. Science Direct 57:951-959.

Ríos, R. y Duffy, J. E. 2007. A review of the sponge-dwelling snapping shrimp from Carrie Bow Cay, Belize, with description of *Zuzalpheus*, new genus, and six new species (Crustacea, Decapoda, Alpheidae). Zootaxa. 1602: 1-89.

Salas-Pérez, J. J., Salas-Monreal, D., Monreal-Gómez, M. A., Riverón-Enzástiga, M. L. y Llasat, C. 2012. Seasonal absolute acoustic intensity, atmospheric forcing

and currents in a tropical coral reef system. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 100: 102-112.

Salas-Pérez, J. J., Ocaña-Valencia, A. N. y González-Gándara, C. 2015. Temperatura superficial del mar y concentración de Cloro-fila-a en zonas arrecifales y desembocadura de sus ríos en el golfo de México occidental, p. 315-332. En: A. Granados-Barba, L. Ortiz-Lozano, D. Salas-Monreal y C. González-Gándara (eds.). *Aportes al conocimiento del Sistema Arrecifal Veracruzano: hacia el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México*. Universidad Autónoma de Campeche. 366 p.

Sará, M., Bavestrello, G., Cattaneo-Vietti, R. y Cerrano, C. 1998. Endosymbiosis in sponges: Relevance for epigenesis and evolution. *Symbiosis*. 25: 57-70.

Schmitt, W.L. 1924. The macruran, anomuran and stomatopod Crustace. *Bijdragen tot de kennis der fauna van Curacao*. *Bijdragen tot de Dierkunde*. 23: 61-81.

Sheppard, R. C., Davy, S. K. y Pilling, G. M. 2009. *The Biology of Coral Reefs*. Pp. 106-107. Marine Biology Research. Oxford University Press, Oxford, UK. Marine Biology Research. Press, England.

Thomas, J. D. y Klebba, K. N. 2006. Studies of commensal leucothoid amphipods: two new sponge-inhabiting species from South Florida and the Western Caribbean. *Journal of Crustacean Biology*. 26: 13-22pp.

Tunnell, J. W., Chávez, E. A. y Withers, K. 2010. Arrecifes coralinos del Sur del Golfo de México. Ed. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. 293 pp.

Turón, X., Codina, M., Tarjuelo, I., Uriz, M. J. y Becerro, M. 2000. Mass recruitment of *Ophiolithrix fragilis* (Ophiuroidea) on sponges: settlement patterns and post-settlement dynamics. *Marine Ecology Progressive Serie*. 200: 201- 212.

Tyler, J. C. y BShlke, J. E. 1972. Records of sponge-dwelling fishes, primarily of the Caribbean. *Bulletin of Marine Science*. 22(3): 601-603.

Vázquez, R. I. 2014. Macrofauna asociada al alga calcárea *Halimeda opuntia* (Linnaeus) J. V. Lamouroux, 1816 en dos arrecifes de Tuxpan, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tuxpan, Veracruz, México.

Veron, J. E. N. 2000. *Corals of the world*. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia. 1410 pp.

- Vega, J. C. 2002. Variación estacional de la bioactividad de la esponja *Mycale parishii*: Relación con procesos biológicos y factores ambientales. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Villamizar, E. 1985. Fauna asociada a las esponjas *Aplysina archeri* y *Aplysina lacunosa* a lo largo de un gradiente de profundidad en el Parque Nacional Archipiélago de Los Roques. Tesis de Maestría. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Villamizar, E. y R. A. Laughlin. 1991. Fauna associated with the sponges *Aplysina archeri* and *Aplysina lacunosa* in a coral reef of the Archipiélago de Los Roques, National Park, Venezuela. Ed. Fossil and Recent Sponges. 522-542 pp.
- Wägele J.W. 1988. Aspects of the life-cycle of the Antarctic fish parasite *Gnathia calva* Vanhöffen (Crustacea: Isopoda). Polar Biology. 8: 287-291.
- Westinga, E. y Hoetjes, P. C. 1981. The intrasponge fauna of *Spherospongia vesparia* (Porifera: Demospongia) from Curacao and Bonaire. Marine Biology. 62: 139-150.
- Winfield, I., M. Ortiz y Cházaro-Olvera, S. 2009. Especie nueva de anfípodo comensal (Amphipoda: Gammaridea: Leucothoidae) del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, SO del golfo de México. Revista Mexicana de Biodiversidad 80(2): 315-320.
- Winfield, I. y Ortiz, M. 2011. Colomastigids (Amphipoda: Gammaridea: Colomastigidae) from the Veracruz Coral Reef System, SW Gulf of Mexico, with a description of two new species associated with sponges. Scientia Marina 74(4):773-782.
- Wulff, J. L. 2006. Trade-offs in resistance to competitors and predators, and their effects of the diversity of tropical marine sponges. Journal of Animal Ecology. 74(2): 313–321.