



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

**ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LOS CAMARONES CARÍDEOS ASOCIADOS A
ESPONJAS DE LA COSTA SURESTE DEL GOLFO DE MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

(Biología Marina)

p r e s e n t a

BIOL. DIANA MARLEN UGALDE GARCÍA

Directores de Tesis:

DR. FERNANDO NUNO DIAS MARQUES SIMÕES

Facultad de Ciencias

BIOL. PATRICIA GÓMEZ LÓPEZ

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología

Comité tutor:

DRA. PATRICIA DOLORES BRIONES FOURZÁN

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad puerto Morelos

DR. JOSÉ LUIS CARBALLO CENIZO

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Mazatlán

DR. ALEJANDRO GRANADOS BARBA

Universidad Veracruzana

DR. ARTURO ROCHA RAMÍREZ

Facultad de Estudios Superiores Iztacala

MÉXICO D.F. ENERO 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

*Este trabajo está dedicado a mis padres
Francisco y Lúnda,
a mis hermanos Laura, Daniela y José Juan,
y a mi sobrino Santiago
por enseñarme a ser mejor cada día.*

*A mis asesores Nuno Símones y Patrícia Gómez quienes
siempre confiaron en mí, gracias por sus consejos.*

*“El que no posee el don de maravillarse ni de
entusiasmarse más le valdría estar muerto, porque sus ojos
están cerrados”.*

Albert Einstein

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	7
RESUMEN	9
I. INTRODUCCIÓN	10
II. ANTECEDENTES	12
ASOCIACIONES ENTRE ESPONJAS Y CARÍDEOS: GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE.....	12
ORIGEN Y CONSECUENCIAS DE LAS ASOCIACIONES SIMBIONTE-HOSPEDERO	14
III. OBJETIVOS	16
IV. MATERIAL Y MÉTODOS	17
ÁREA DE ESTUDIO.....	17
PARQUE NACIONAL ARRECIFE ALACRANES	19
ARRECIFES BAJOS DE SISAL	19
<i>Arrecife Madagascar</i>	20
<i>Arrecife Serpiente</i>	20
V. MUESTREOS	21
FIJACIÓN Y PRESERVACIÓN	22
DETERMINACIÓN TAXONÓMICA.....	22
ANÁLISIS DE DATOS.....	23
<i>Especies de esponjas hospederas</i>	23
<i>Estimación de riqueza de especies de camarones carídeos</i>	24
<i>Abundancia y frecuencia de incidencia de las especies de camarones carídeos</i>	25
<i>Grado de asociación de los camarones carídeos con sus hospederos</i>	25
<i>Composición de los camarones carídeos asociados a esponjas</i>	26
<i>Competencia interespecífica</i>	26
VI. RESULTADOS	29
ESPONJAS HOSPEDERAS	29
COMPOSICIÓN DE LOS DE CARÍDEOS ASOCIADOS A LAS ESPONJAS DE SISAL Y ALACRANES.....	32
<i>Riqueza</i>	32
<i>Abundancia y frecuencia de incidencia de las especies de camarones carídeos.</i>	35
<i>Grado de asociación de los camarones carídeos con sus hospederos</i>	36
<i>Composición de los de camarones carídeos asociados a esponjas</i>	40

<i>Competencia interespecífica</i>	40
VII. DISCUSIÓN	43
VIII. CONCLUSIONES	51
IX. LITERATURA CITADA	52
X. ANEXOS	59
ANEXO I. PUNTOS DE MUESTREO	59
ANEXO II. VECTORES UTILIZADOS PARA LAS CURVAS DE ESTIMACIÓN DE ESPECIES.	60
ANEXO III. MATRIZ DE ABUNDANCIA PARA ANALIZAR SOBREPOSICIÓN DE NICHOS.....	61
ANEXO IV. MATRIZ DE PRESENCIA- AUSENCIA PARA ANALIZAR CO-OCURRENCIA DE ESPECIES.....	62
ANEXO V. TOTAL DE ESPECIES DE ESPONJAS RECOLECTADAS.....	63
ANEXO VI. DATOS GENERALES DE LOS CAMARONES CARÍDEOS	64
ANEXO VII. PRODUCTOS GENERADOS A PARTIR DE ESTE TRABAJO.	66

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. TOTAL DE ESPECIES DE ESPONJAS Y CAMARONES CARÍDEOS, ASÍ COMO INDIVIDUOS RECOLECTADOS EN EL PRESENTE ESTUDIO. *INCLUYE INDIVIDUOS DE ESAS MISMAS ESPECIES DE ESPONJAS EN LAS CUALES NO SE REGISTRARON CAMARONES.	30
TABLA 2. ESPECIES DE ESPONJAS CON PRESENCIA DE CAMARONES EN SISAL Y ALACRANES, LAS CUALES ESTÁN ORGANIZADAS DE ACUERDO AL CRITERIO SISTEMÁTICO DE WPDB (VAN SOEST ET AL., 2009), SE INDICA ENTRE PARÉNTESIS EL NÚMERO DE INDIVIDUOS RECOLECTADOS POR CADA ESPECIE.....	31
TABLA 3. ESPECIES DE CAMARONES CARÍDEOS QUE SE ENCONTRARON ASOCIADOS A ESPONJAS DE LOS ARRECIFES DE SISAL (S) Y ARRECIFE ALACRANES (A) EN YUCATÁN, MÉXICO. LAS ESPECIES QUE SE ENCONTRARON EN AMBOS ARRECIFES SE INDICAN CON LETRA B. CX= COMPLEJO DE ESPECIES.....	33
TABLA 4. CLASIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DE CARÍDEOS CON RESPECTO AL GRADO DE ASOCIACIÓN CON SUS HOSPEDEROS. SE MUESTRA EL TOTAL DE HOSPEDEROS POR ARRECIFE Y EL TOTAL DE HOSPEDEROS UTILIZADO POR LA ESPECIES, ASÍ COMO EL NÚMERO DE VECES QUE LA ESPECIE DE CARÍDEO OCURRIÓ EN EL TOTAL DE INDIVIDUOS DE ESPONJAS HOSPEDERAS. SE SEÑALA LA DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE DENTRO DE SU HOSPEDERO: ATRIO= AT; CANALES= CA.....	37
TABLA 5. MATRIZ CRUZADA DE LOS VALORES DEL ÍNDICE DE PIANKA (0 - 1) PARA LA ESTIMACIÓN DE SOBREPOSICIÓN DE NICHOS ENTRE LAS ESPECIES DE CARÍDEOS COMENSALES FACULTATIVOS Y OBLIGATORIOS DE ESPONJAS DE LOS ARRECIFES DE SISAL Y ALACRANES. SE SEÑALA EN NEGRITAS LOS VALORES SUPERIORES A 0.5.	42
TABLA 6. COMPARACIÓN DE ESPECIES DE ESPONJAS REPORTADAS COMO HOSPEDERAS DE CAMARONES CARÍDEOS EN EL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE. * SEÑALA LAS ESPECIES DE ESPONJAS QUE SE ENCONTRARON EN EL PRESENTE ESTUDIO PERO QUE NO TUVIERON CARÍDEOS ASOCIADOS.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

- FIGURA 1.** ÁREA DE ESTUDIO ESTÁ UBICADA EN EL BANCO DE CAMPECHE AL SURESTE DEL GOLFO DE MÉXICO. EL ARRECIFE ALACRANES SE ENCUENTRA UBICADO A 137 KM DE LA COSTA, EN CONTRASTE CON LOS ARRECIFES DE SISAL, LOS CUALES ESTÁN UBICADOS ENTRE LOS 25 Y 40 KM DE LA COSTA. 18
- FIGURA 2.** CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES POR LOS MÉTODOS DE RAREFACCIÓN Y EXTRAPOLACIÓN AJUSTADAS A 100 RE-MUESTREOS (CHAO ET AL., 2013; HSIEH ET AL., 2013) **A)** CURVA DE RIQUEZA ESTIMADA POR MEDIO DEL ÍNDICE DE CHAO **2 B)** CURVA DE RIQUEZA ESTIMADA POR EL ÍNDICE DE CHAO 1. EN AMBAS GRAFICAS LOS PUNTOS NEGROS REPRESENTAN EL NÚMERO TOTAL DE INDIVIDUOS (ESPONJAS O CARÍDEOS) RECOLECTADOS, LAS LÍNEAS SOLIDAS REPRESENTAN LA ESTIMACIÓN POR RAREFACCIÓN Y LAS LÍNEAS PUNTEADAS INDICAN LAS ESTIMACIONES POR EXTRAPOLACIÓN. EL SOMBRADO DE CADA LÍNEA INDICA LOS INTERVALOS DE CONFIANZA AJUSTADOS AL 95%..... 34
- FIGURA 3.** ABUNDANCIA Y FRECUENCIAS RELATIVAS DE LAS ESPECIES DE CAMARONES QUE SE ENCONTRARON COLONIZANDO LAS ESPONJAS DE SISAL Y ALACRANES. SE CONSIDERÓ COMO ESPECIES RARAS AQUELLAS QUE PRESENTARON UNA FRECUENCIA Y ABUNDANCIA RELATIVA MENOR AL 5% Y ESPECIES COMUNES A TODAS AQUELLAS ESPECIES QUE PRESENTARON UNA FRECUENCIA Y ABUNDANCIA RELATIVA SUPERIOR AL 5%..... 35
- FIGURA 4.** ESPECIFICIDAD DE CARÍDEOS HACIA SUS HOSPEDEROS **A)** NÚMERO DE ESPECIES DE ESPONJAS UTILIZADAS COMO HOSPEDERO POR ALGUNA ESPECIE DE CAMARÓN (20 ESPECIES DE CARÍDEOS) **B)** TOTAL DE ESPECIES DE CARÍDEOS QUE SE ENCONTRARON DENTRO DE UNA SOLA ESPECIE DE ESPONJA (22 ESPECIES DE ESPONJAS)..... 38
- FIGURA 5.** NÚMERO DE ESPECIES DE CARÍDEOS QUE SE ENCONTRARON OCUPANDO SIMULTÁNEAMENTE UN INDIVIDUO DE ESPONJA, SÓLO TOMANDO EN CUENTA LOS INDIVIDUOS DE ESPONJAS EN LOS QUE SE ENCONTRARON CARÍDEOS (SISAL: 55; ALACRANES: 84 INDIVIDUOS DE ESPONJAS)..... 39
- FIGURA 6.** FRECUENCIAS DEL NÚMERO DE INDIVIDUOS DE CAMARONES CARÍDEOS ALOJADOS SIMULTÁNEAMENTE EN ALGÚN INDIVIDUO DE LAS ESPONJAS HOSPEDERAS. FUE MÁS FRECUENTE ENCONTRAR 1 O 2 INDIVIDUOS DE CAMARONES CARÍDEOS QUE MÁS DE 5 INDIVIDUOS ALOJADOS SIMULTÁNEAMENTE EN UN HOSPEDERO..... 39
- FIGURA 7.** DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LOS VALORES DEL ÍNDICE DE PIANKA DE LA COMUNIDAD NULA DEL MODELO PARA LA ESTIMACIÓN DE SOBREPOSICIÓN DE NICHO (GOTELLI Y GRAVES, 1996), EL CUÁL PRESENTÓ UNA PROBABILIDAD DE 0.02 INDICANDO QUE EN AL MENOS UN PAR DE ESPECIES EXISTE SOBREPOSICIÓN DE NICHO. 41
- FIGURA 8.** DISTRIBUCIÓN EMPÍRICA DE FRECUENCIAS BAJO EL MODELO NULO PARA LA ESTIMACIÓN DE COMPETENCIA POR EXCLUSIÓN MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CO-OCURRENCIA (GOTELLI Y GRAVES, 1996), LA CUAL PRESENTO UNA PROBABILIDAD ALTA ($P=0.07$), CONCLUYENDO QUE NO HAY COMPETENCIA ENTRE LAS ESPECIES DE CARÍDEOS. 41

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma máter la Universidad Nacional Autónoma de México, al Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, así como a la Unidad Académica Sisal por la oportunidad de cursar mi Maestría en sus aulas. A la Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para la realización de mis estudios de Maestría.

A la Secretaria de Marina y Armada de México por su apoyo en el traslado al Parque Nacional Arrecife Alacranes, así como a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y a la Comisión Nacional de Pesca por los permisos y facilidades otorgadas para la realización del trabajo.

A mi director de tesis el Dr. Nuno Simões por creer en mí, porque siempre hubo palabras de aliento y consejos en los momentos difíciles, porque su entusiasmo y pasión por la ciencia permanecerán indudablemente como parte de mi vida.

A mi maestra y directora la Bióloga Patricia Gómez, por introducirme y contagiarme la pasión por las esponjas, por su tiempo y dedicación que me demostró en cada instante en el laboratorio, sin su ayuda este trabajo no sería posible.

A los miembros de mi comité tutorial, a la Dra. Patricia Briones y al Dr. José Luis Carballo del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, al Dr. Arturo Rocha de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala y al Dr. Alejandro Granados de la Universidad Veracruzana, por su tiempo dedicado a leer este manuscrito, ya que con cada una de sus críticas y consejos enriquecieron este trabajo, gracias por confiar en mí.

A la Dra. Maite Mascaró Miquelajauregui de la Unidad Académica Sisal (UAS), que sin ser parte de mi comité tutor se tomó el tiempo para leer este trabajo y aportar excelentes críticas a la parte de análisis de datos.

A la Dra. Margarita Hermoso Salazar por su atención y ayuda en la identificación de los especímenes del género *Synalpheus*.

A mis amigos y compañeros en esta aventura: Fabiola García, Maritza Martínez, Omar González, Rigoberto Moreno, Daniel Santana, Julio Duarte y Ricardo González, por hacer tan divertidos e inolvidables mis días en campo y seguir siendo parte de mi historia.

A los técnicos académicos de la UAS a la M. en C. Gemma Martínez Moreno, al Biólogo Alfredo Gallardo y a la M. en C. Patricia Guadarrama, por su apoyo en las instalaciones de la UAS y salidas al campo.

Así como al C. Fernando Mex y a la tripulación del barco “El Arlequín” Don Marce, Rafael y Melitón, por mantenernos a salvo en las salidas al mar, sin su apoyo este trabajo no sería posible.

A la Dra. Gisele Lobo-Hajdu, al Dr. Eduardo Hajdu y al Dr. Thiago de Paula por su apoyo en mi estancia académica en la Universidade del Estado do Río do Janeiro.

A la coordinadora del Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología la Dra. Gloria Vilaclara Fatjo, así como al personal administrativo Diana Juárez, Gabriela Almaraz, Lupita Godoy y Chantal Ruiz, quienes siempre brindaron su apoyo cuando lo necesitaba.

Este trabajo fue posible gracias al financiamiento de los proyectos “Delimitación y caracterización de los bajos arrecifales de Sisal: Descripción de los fondos marinos y cuantificación de biodiversidad” CONACyT-SEMARNAT No. 108285 y “Mejoramiento de la enseñanza sobre Biodiversidad, Taxonomía y Sistemática de Biota Marina y Litoral para manejadores de la Zona Costera: herramientas actuales” DGAPA-PAPIME PE207210.

RESUMEN

Las esponjas marinas son un elemento dominante de los arrecifes de coral que proporcionan una variedad amplia de hábitats para macroinvertebrados, incluyendo a los camarones carídeos. Muchas de las investigaciones que se han hecho sobre las asociaciones entre camarones y esponjas se han enfocado en el estudio de las especies del género *Synalpheus* principalmente en la región del Caribe, mientras que en el Golfo de México este tipo de relaciones es prácticamente desconocido. Lo cual conlleva a un desconocimiento de la biodiversidad de especies crípticas y por lo tanto a una subestimación de la riqueza de las zonas arrecifales.

El presente trabajo brinda una primera imagen de la relación entre camarones carídeos y esponjas en dos ecosistemas arrecifales del sureste del Golfo de México (Sisal y Alacranes). Encontrando que del total de 40 especies de esponjas recolectadas sólo 22 presentaron camarones, los cuales pertenecieron a 4 familias, 8 géneros y 20 especies. Los géneros *Periclimenaeus* y *Synalpheus* fueron los que presentaron mayor riqueza específica.

Synalpheus townsendi fue la más abundante y común en ambos arrecifes muestreados. Se encontró que entre el 65 y 70% de los camarones de ambos arrecifes fueron específicos a 1 o 2 hospederos. El factor *Localidad* explica un componente significativo de la variación observada (Permanova: $pf= 2.88$, $p=0.01$).

Entre el 30 y el 40% de las especies de carídeos presentan una sobreposición de nicho de 50% o más; sin embargo, no se corroboró que exista competencia por exclusión entre las especies de camarones carídeos.

I. INTRODUCCIÓN

La heterogeneidad del hábitat influye en los patrones y procesos ecológicos que afectan la composición de las comunidades, la distribución de las especies y su diversidad (Hewitt *et al.*, 2005). En los arrecifes de coral tanto la flora (ej. pastos marinos) como la fauna (ej. corales, anemonas, equinodermos, esponjas, etc.) contribuyen con la heterogeneidad del paisaje (Abdo, 2007).

En particular las esponjas marinas contribuyen con dicha heterogeneidad, ya que además de ser muy abundantes y diversas en los arrecifes de coral, su arquitectura morfológica con aberturas osculares y un cuerpo provisto de canales, así como sustancias tóxicas producto de su metabolismo secundario, proporcionan refugio y alimento para una gran variedad de organismos tales como peces, ofiuros, poliquetos y crustáceos que viven dentro de sus canales (Koukouras *et al.*, 1995; Diaz y Rützler, 2001; Henkel y Pawlik, 2005; Pawlik, 2011).

En el caso particular de los crustáceos se ha reportado una gran variedad de especies que utilizan a las esponjas como hábitat, de los cuales los camarones del infraorden Caridea, principalmente de las familias Palaemonidae (Subfamilia Pontoniinae), Alpheidae y Anchistioidae, han sido ampliamente documentadas como habitantes de esponjas (Bruce *et al.*, 1976; Duffy, 1992; Duffy, 1996c; Ríos y Duffy, 2007), siendo los géneros *Periclimenaeus*, *Typton*, *Onyccaris* y *Synalpheus* los que presentan un número mayor de especies.

De éstos el género *Synalpheus* requiere mención especial, debido a que es el único género que presenta eusocialidad en el ambiente marino; por lo que ha sido motivo de una gran cantidad de estudios (Duffy, 1992; Duffy, 1996a, 1996b, 1996d; Duffy, 1998; Duffy *et al.*, 2000; Duffy, 2002; Morrison *et al.*, 2004; Macdonald *et al.*, 2006; Ríos y Duffy, 2007; Hultgren y Duffy, 2010; Duris *et al.*, 2011; Hultgren y Duffy, 2011).

Las asociaciones ecológicas entre especies, ya sean de carácter obligatorio o no, reflejan la alta diversidad en los arrecifes de coral; por lo que el estudio de estas interacciones son un recurso para incrementar su conocimiento (Wulff, 2006). A pesar de esto, existe una carencia de conocimiento acerca de este tipo de asociaciones y de la diversidad global que podría existir.

De manera particular en la región del Golfo de México existe un rezago en el conocimiento tanto de las especies de esponjas que podrían funcionar como hospederos así como de las especies de carídeos que podrían estar habitándolas. Al conocer los patrones que siguen las especies implicadas en este tipo de asociaciones (hospedero-simbionte), se podrán optimizar las estimaciones de la diversidad de especies crípticas en los arrecifes de coral, ya que actualmente existe un sesgo muy grande en los programas de monitoreo y documentación de su diversidad en ambientes marinos.

Este trabajo intenta ofrecer una primera imagen global de la diversidad y ecología de la relación camarón-esponja en dos sistemas arrecifales del Sureste del Golfo de México, intentando dar respuesta a preguntas como: ¿Cuáles son las especies de esponjas que funcionan como hábitat de carídeos? y ¿Cuáles son las especies de carídeos que las habitan?

II. ANTECEDENTES

ASOCIACIONES ENTRE ESPONJAS Y CARÍDEOS: GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

Aunque existe una extensa literatura sobre taxonomía de carídeos en la cual se hace alguna mención sobre el tipo de hábitat en el que las especies se encuentran (ej. Coutière, 1909; Chace, 1972; Dardeau *et al.*, 1980; Román-Contreras y Martínez-Mayén, 2009), la literatura enfocada a la descripción detallada de las asociaciones de camarones carídeos con sus hospederos es escasa en el Golfo de México.

Son quizás los trabajos de Dardeau (1981, 1984) los primeros que describen la asociación de carídeos con esponjas en el Golfo de México. En ellos se reportan un total de 27 especies de carídeos asociadas a 11 especies de esponjas y se presenta una categorización de las especies de carídeos con respecto a la especificidad que presentan con su hospedero. Posteriormente Erdman y Blake (1987) realizaron un estudio de la dinámica poblacional de *Synalpheus longicarpus*, *S. brooksi* y *S. pectiniger* asociados a esponjas en aguas someras del Golfo de México.

El trabajo más reciente para la región central del Golfo de México es el de Cházaro-Olvera *et al.* (2013), quien estudió la biodiversidad de carídeos asociados a esponjas en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, encontrando 13 especies de carídeos asociados a siete esponjas.

El mayor número de investigaciones relacionadas con estas asociaciones se han realizado en el Mar Caribe. Westinga y Hoertjes (1981) describieron la fauna de invertebrados que habita dentro de la esponja *Spherospongia vesparia* en Curaçao y Bonaire, haciendo énfasis en las especies *Alpheus cylindricus*, *Synalpheus goodei* y *S. brooksi*, que fueron las más abundantes. Además, ellos plantearon una interrogante acerca de cómo otros individuos de esponjas son

colonizados debido a que las especies de carídeos que encontraron no presentan un estado larval de vida libre como el caso de *S. brooksi*. Villamizar (1985) realizó un estudio de la macrofauna asociada a *Aplysina lacunosa* y *Aplysina archeri* en el Archipiélago de los Roques, Venezuela, encontrando 8 especies de carídeos.

Duffy (1992) realizó una investigación acerca de los patrones y demografía de los camarones asociados a las esponjas *Agelas clathrodes*, *Spherospongia vesparium*, *Niphates amorpha* y *Xestospongia rosariensis* en arrecifes de Panamá. Posteriormente el mismo autor (Duffy, 1996a) reportó el comportamiento eusocial en camarones de la especie *Synalpheus regalis* que habita en la esponja *Xestospongia subtriangularis* en los arrecifes de Belice, proponiendo que la selección natural impuesta por los depredadores pudo haber favorecido el surgimiento de la eusocialidad en estos camarones.

Duffy *et al* (2002) exploraron los mecanismos de defensa de la colonia, así como la división del trabajo, el cual aumenta la eficiencia en la búsqueda de alimento y defensa de la colonia. Hultgren y Duffy (2010) analizaron el efecto del tamaño y la arquitectura de la esponja hospedera sobre la diversidad de los camarones simbioses del género *Synalpheus* en 9 especies de esponjas, encontrando que existe una correlación estrecha entre el tamaño del cuerpo de los camarones y el tamaño de los canales de la esponja.

ORIGEN Y CONSECUENCIAS DE LAS ASOCIACIONES SIMBIONTE-HOSPEDERO

Los modelos empíricos sugieren que la evolución de las asociaciones entre especies depende principalmente de un intercambio de los costos y beneficios que experimentan cualquiera de los socios, se prevé que evolucione siempre y cuando los beneficios superen los costos derivados de la asociación, o cuando los beneficios netos experimentados por uno de los socios superen a los de su estilo de vida libre (Roughgarden, 1975).

Estos modelos han demostrado que uno de los beneficios más importantes que brindan los hospederos a los simbioses es la protección contra la depredación (Thiel y Baeza, 2001). Por lo tanto, la presión de depredación es considerada como una de las principales fuerzas evolutivas que explican los orígenes de la relación simbiótica.

Las consecuencias evolutivas derivadas de la adopción de un estilo de vida simbiote han resultado en una serie de adaptaciones morfológicas, fisiológicas y ecológicas en los camarones carídeos (Thiel y Baeza, 2001; Hultgren y Duffy, 2010; Hultgren y Duffy, 2011).

Quizá una de las adaptaciones evolutivas más recientes es el desarrollo de la eusocialidad, que se define como el establecimiento de colonias cooperativas con múltiples generaciones y un sesgo reproductivo fuerte (usualmente sólo una hembra reproductora), así como la cooperación en la defensa de la esponja hospedera.

Este tipo de colonias cooperativas sólo han sido registradas en especies del género *Synalpheus*. Hultgren y Duffy (2010) han sugerido que la depredación y la disponibilidad limitada de hospederos ha sido una presión importante que ha favorecido la evolución de este comportamiento. Además la prevalencia del camarón dentro de la esponja hospedera, definida como el porcentaje de individuos que ocupan la esponja, varía considerablemente, aunque se ha

reportado que la prevalencia es mayor en las especies sociales de camarones (Duffy *et al.*, 2000; Duffy, 2002).

La competencia interespecífica es considerada como una fuerza evolutiva importante que promueve las asociaciones simbióticas en los crustáceos (Baeza, 2007) y que ha generado el desarrollo de alta especificidad hacia sus hospederos. Por lo que, los hospederos serán un recurso limitante en la distribución de aquellas especies que son comensales obligatorios.

III. OBJETIVOS

Objetivo general

- Identificar, describir y cuantificar las asociaciones entre camarones carídeos y sus esponjas hospederas en dos sistemas arrecifales de la costa sureste del Golfo de México

Objetivos particulares

- Identificar aquellas especies de esponjas que son utilizadas como hospederos por los carídeos en los arrecifes de Sisal y Alacranes.
- Cuantificar la riqueza y abundancia de carídeos asociados a las esponjas
- Comparar la composición de la fauna de carídeos respecto a las especies y morfología del hospedero de las esponjas hospederas y entre localidades Alacranes y Sisal.
- Explorar si hay competencia entre las especies de camarones carídeos asociados a las esponjas.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo de México es una cuenca con forma circular que abarca porciones del sureste de los Estados Unidos y el Este de México. Es un mar semi-cerrado, con un diámetro aproximado de 1,500 km, que alcanza profundidades de hasta 3,700 m en su región central. Es una cuenca con dos fronteras abiertas que lo conectan con el Mar Caribe a través del Canal de Yucatán y con el Océano Atlántico por el Estrecho de Florida (Withers y Tunnell, 2007).

La circulación del flujo del sistema del Golfo de México y Mar Caribe ocurre por el Canal de Yucatán, el cual está localizado entre la Península de Yucatán y la punta este de Cuba, alcanzando una profundidad cercana a los 2040 m, con una anchura de 196 km de Cabo San Antonio, Cuba, a Isla Contoy, Quintana Roo, México. La circulación proveniente del Mar Caribe, antes de entrar al Golfo de México y convertirse en la corriente de El Lazo, gira hacia el norte fluyendo a lo largo de la Península de Yucatán (sobre la mayor extensión de la plataforma continental) y hacia el Golfo de México como una corriente rápida y persistente conocida como Corriente de Yucatán (Abascal *et al.*, 2003).

En el sur del Golfo de México se reconoce la existencia de 46 arrecifes de coral. De éstos, 31 se encuentran sobre la Plataforma de Veracruz ubicados al suroeste del Golfo frente a las costas del estado de Veracruz; los otros 15 corresponden a los arrecifes del Banco de Campeche al sureste del Golfo (Withers y Tunnell, 2007) En la extensa plataforma continental al sureste del Golfo de México la cual alcanza una extensión de 110 a 130 se han establecido numerosos bancos arrecifales, que siguen el borde exterior de la extensa Plataforma de Yucatán, por lo que su distancia a la costa varía entre 40 y 130 km. Estos arrecifes son de tipo plataforma y presentan una forma alargada en sentido norte-sur, con un área que varía desde 3 km² hasta más de 20 km².

También existen algunos arrecifes sumergidos de extensión menor, así como algunos arrecifes costeros que se encuentran en la esquina noroeste de la Península de Yucatán, conocidos como arrecifes Bajos de Sisal por encontrarse frente al puerto de Sisal (Jordán-Dahlgren y Rodríguez-Martínez, 2003). El área de estudio de la presente investigación comprende los arrecifes Bajos de Sisal y el Parque Nacional Arrecife Alacranes.



Figura 1. Área de estudio está ubicada en el Banco de Campeche al Sureste del Golfo de México. El arrecife Alacranes se encuentra ubicado a 137 km de la costa, en contraste con los arrecifes de Sisal, los cuales están ubicados entre los 25 y 40 km de la costa.

PARQUE NACIONAL ARRECIFE ALACRANES

El Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNAA) (Figura 1) es el más grande de los arrecifes del Banco de Campeche. Además es el arrecife más septentrional en todo el Golfo de México. El PNAA se encuentra a 137 km de Puerto Progreso y es un banco arrecifal con forma de atolón que cubre un área de más de 650 km² y el cual cuenta con cuatro islas interiores (Isla Pérez, Muertos, Desterrada y Blanca).

En contraste con otros arrecifes del Banco de Campeche, el PNAA presenta una laguna de más de 20 m de profundidad, que se encuentra segmentada por una red compleja de arrecifes interiores (Kornicker *et al.*, 1959; Jordán-Dahlgren y Rodríguez-Martínez, 2003). Además está circundado por aguas tropicales someras.

La Corriente del Caribe determina el patrón de corrientes local y constituye el principal aporte de masas de agua de la región, ya que éstas provienen de la surgencia originada en el extremo oriental de la plataforma de la Península de Yucatán, donde dicha corriente asciende y fluye en dirección noroeste a lo largo del borde norte de la península. En la región se distinguen dos tipos de flujo de agua, el primero se da durante el verano, cuando las masas de agua de la Corriente del Caribe entran al Golfo de México y chocan con la contracorriente proveniente de la Sonda de Campeche. El segundo flujo ocurre en invierno, cuando dicha contracorriente desaparece y las masas de agua de la Corriente del Caribe entran de manera directa al Golfo de México (Jordán-Dahlgren y Rodríguez-Martínez, 2003).

ARRECIFES BAJOS DE SISAL

Los Bajos de Sisal constituyen un conjunto de arrecifes someros con profundidades de 3 a 11 m. En este conjunto las estructuras más conocidas son los arrecifes Bajo de Diez, Madagascar, Serpiente y Tanchit. Las condiciones ambientales en la zona donde se encuentran estos arrecifes, incluyendo la

temperatura del agua y la visibilidad, varían dependiendo de la época del año, siendo los Nortes el fenómeno que más afecta su estructura y composición (Zarco-Perelló *et al.*, 2013)

ARRECIFE MADAGASCAR

El arrecife Madagascar se encuentra a 40 km de la costa al Noroeste de la Península de Yucatán. La profundidad mínima registrada es de 3 m, mientras que su profundidad máxima es de 13 m. El arrecife cuenta con un frente de 2.55 km de largo y mide 130 m de ancho en su parte central. Presenta una fisiografía elongada o en forma de muralla que reduce considerablemente su área a sólo 0.22 km². Su frente arrecifal se encuentra orientado hacia el Noreste (Hernández-Díaz, 2010; Zarco-Perelló *et al.*, 2013).

ARRECIFE SERPIENTE

De acuerdo al trabajo realizado por Zarco-Perelló *et al.* (2013), el arrecife Serpiente está constituido por dos bloques separados entre sí por 2.5 km. Si bien no son considerados como arrecifes independientes, el autor los nombró como “Los Picos de Serpiente” (PS).

Los frentes arrecifales de ambos Picos se encuentran orientados hacia el Noreste de manera casi idéntica y dado que el Pico 1 está un poco más al norte que el Pico 2 estos se encuentran relativamente alineados en paralelo a sus frentes. Considerando los tres arrecifes de Sisal, los PS forman el arrecife más cercano al Golfo de México, localizándose el Pico 1 y el Pico 2 a 55 y 53 km al norte del poblado de Sisal, respectivamente. Los PS tienen una extensión reducida, pero presentan un buen desarrollo vertical. El Pico 1 presenta profundidades mínimas y máximas de 7 y 18 m, respectivamente y el Pico 2 de 8 y 18 m, respectivamente (Hernández-Díaz, 2010).

A partir de ahora se referirá como Sisal cuando se hable sobre los arrecifes Bajos de Sisal y como Alacranes cuando se haga referencia del PNAA.

V. MUESTREOS

Se muestrearon un total de 24 sitios dentro del área de estudio (Anexo I). Estos sitios fueron elegidos en áreas del arrecife donde los sustratos duros predominaran, debido a que las esponjas abundan en estas áreas.

Para el caso de Sisal, los muestreos se realizaron en dos periodos. En el primer periodo (del 6 al 16 de junio del 2011) se realizaron 19 inmersiones, repartidas en 2 sitios en el arrecife Serpientes y 3 más en el arrecife Madagascar, en el segundo periodo (del 29 de mayo al 7 de junio del 2012) se realizaron nueve inmersiones repartidas en 7 sitios del arrecife Madagascar.

En el caso de Alacranes los muestreos también se realizaron en dos periodos: el primero (del 16 al 26 de febrero del 2012) se muestrearon 6 sitios cercanos a Isla Pérez a lo largo de 22 inmersiones y en el segundo (del 28 de junio al 3 de julio del 2012) se muestrearon 6 sitios alejados de Isla Pérez en 8 inmersiones.

El diseño de muestreo se basó en la búsqueda dirigida de esponjas hasta reunir un número máximo de 20 individuos por especie al final del muestreo. Las esponjas fueron recolectadas por medio de buceo autónomo (SCUBA) a una profundidad que varió entre los 5 y 23 metros. Cada esponja fue cubierta por una bolsa de cierre hermético numerada, la cual fue inmediatamente cerrada después de la separación de la esponja del sustrato. Posteriormente, las esponjas fueron trasladadas al laboratorio donde fueron fotografiadas, medidas y disectadas cuidadosamente para remover toda la macrofauna que se encontrara dentro.

A cada esponja le fue asignada una clave de colecta, misma que también se asignó a los camarones que se encontraron dentro de ese hospedero. Los camarones carídeos fueron fotografiados en vivo y posteriormente preservados.

FIJACIÓN Y PRESERVACIÓN

El tipo de preservación fue diferente para los especímenes de esponjas y de camarones.

Las esponjas fueron fijadas con etanol al 96% y posteriormente se preservaron en etanol al 70% para su almacenaje. Cada espécimen fue almacenado en un frasco de vidrio de boca ancha, al cual se le colocó una etiqueta con el nombre de la especie, la localidad, fecha, nombre del colector, nombre de quien identificó; así como la clave de colecta que se le asignó a cada esponja. Posterior a la identificación de cada espécimen, se le asignó un número nuevo para ser depositadas en la Colección Nacional de Porífera “Gerardo Green” (CNPGG), en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL), UNAM.

Los especímenes de camarones fueron fijados con etanol al 70% y preservados en viales de cristal, a los que se les colocó una etiqueta con el nombre de la especie, localidad, fecha y nombre del colector. Una vez identificados, los ejemplares fueron depositados en la colección de referencia de la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación de la Facultad de Ciencias, UNAM, en Sisal-Yucatán.

DETERMINACIÓN TAXONÓMICA

Se utilizaron 2 procesos de identificación taxonómica de acuerdo a las características propias de cada *phylum*. Las esponjas fueron identificadas en el laboratorio de Taxonomía y Sistemática de Esponjas del ICMYL. La identificación taxonómica de las esponjas se basó en diversas características morfológicas, así como en el arreglo esquelético y combinación de espículas, por lo que fue necesaria la elaboración de preparaciones permanentes y semipermanentes de “tejido” y de espículas. Para ello, se hicieron cortes de cada ejemplar para extraer y limpiar los esqueletos, espículas o fibras por medio de una dilución de hipoclorito de sodio o ácido nítrico clorhídrico.

Los esqueletos y fibras limpias fueron montados en resina Entellan, mientras que las espículas se montaron en bálsamo de Canadá. Para su identificación taxonómica se utilizó literatura especializada tal como: Duchassaing y Michelotti (1864), Topsent (1889), Rützler (1974), Álvarez et al. (1998), Hooper y van Soest (2002), Gómez (2002) y Pinheiro *et al.* (2007), sólo por citar algunos trabajos. La validez de las especies así como su distribución fueron corroboradas en la base de datos World Porifera Data Base (WPDB) (Van Soest *et al.*, 2009)

En el caso de los camarones carídeos, los especímenes fueron identificados en el laboratorio de Ecología de la UMDI-Sisal. La identificación taxonómica se basó en la revisión detallada de las características morfológicas de cada individuo utilizando las claves de Holthuis (1951), Chace (1972), Williams (1984), Abele y Kim (1986), McClure (2005) Rios y Duffy (2007) y De Grave y Anker (2009). Las características morfológicas de las especies fueron comparadas con sus descripciones originales. En el caso particular de los camarones alfeidos, la identificación de las especies fue validada por Dra. Margarita Hermoso Salazar, especialista en el grupo. Posterior a la identificación taxonómica de los organismos, se contaron y se identificó el sexo de cada individuo. En el caso de los carídeos del género *Synalpheus*, en los cuales es difícil determinar el sexo, se asumió que los individuos no ovados eran machos.

ANÁLISIS DE DATOS

ESPECIES DE ESPONJAS HOSPEDERAS

Para efectos del presente trabajo y con finalidad de facilitar la interpretación de los resultados, se define que una especie de esponja hospedera será aquella en la que se presenten camarones carídeos en por lo menos uno de sus individuos. Por lo tanto, aquellas especies de esponjas recolectadas que no presentaron carídeos fueron excluidas del análisis de los datos.

Para reconocer si la morfología de las esponjas hospederas se encontraba relacionada con la composición de la fauna de camarones carídeos, las especies

de esponjas fueron agrupadas en cinco categorías dependiendo de su morfología siguiendo las clasificaciones de Boury-Esnault y Rützler (1997).

Estas categorías fueron: **Tubular**: especies de forma cilíndrica elevada con una cavidad atrial amplia, ósculo apical y de más de 10 cm de longitud; **Túbulos**: especies de forma cilíndrica que presentan una cavidad atrial muy reducida, ósculo apical y su longitud no sobrepasa los 10 cm de alto; **Vasiforme**: especies que presentan una cavidad atrial muy amplia y forma de copa; **Arbustiva**: especies que forman un conjunto de ramas flabeladas con resquicios amplios entre las ramas; **Masiva**: especies que no forman tubos, túbulos o arbustos y que forman masas amorfas o semiesféricas con los ósculos en todo el cuerpo o concentrados en la cima; en algunos casos pueden presentar canales internos amplios.

ESTIMACIÓN DE RIQUEZA DE ESPECIES DE CAMARONES CARÍDEOS

Para conocer si el muestreo fue representativo de las especies de carídeos que habitan en las esponjas del área de estudio. Se utilizaron los métodos de rarefacción y extrapolación de la abundancia (individuos totales por especie de esponja), e incidencia de las especies de carídeos en las esponjas (224 individuos de esponjas) según lo estipulado por Chao (2013).

El análisis se hizo en el programa iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation; Chao y Jost, 2012; Colwell *et al.*, 2012; Chao *et al.*, 2013; Hsieh *et al.*, 2013), el cual utiliza el estimador de *Chao 1* para los datos de abundancia y el estimador de *Chao 2* para los datos de incidencias como métodos de estimación de especies.

El criterio para el cálculo de las extrapolaciones fue utilizar el doble de los totales tanto para abundancia como para incidencia de las especies de carídeos. Ambas curvas de estimación fueron ajustadas por 100 re-muestreos con Intervalos de Confianza (IC) del 95% (Anexo II).

Adicional al número estimado de especies por *Chao 1* y *Chao 2*, se calculó la *cobertura del muestreo*, la cual es una estimación objetiva de la integridad de la muestra, dada la proporción del número total de individuos de las especies que

pertenecen a la comunidad representada en la muestra y el cual es expresado como porcentaje (Chao y Jost, 2012). Este valor es calculado simultáneamente con los valores estimados de riqueza.

ABUNDANCIA Y FRECUENCIA DE INCIDENCIA DE LAS ESPECIES DE CAMARONES CARÍDEOS

La abundancia absoluta fue determinada en términos del número de individuos de cada especie de camarones carídeos. Además, se calculó la abundancia relativa total de cada especie en términos de porcentajes, por lo que la suma de las abundancias totales de cada especie de camarón fue multiplicada por cien y divididas en el total de individuos de camarones carídeos capturados

Las frecuencias de cada especie de camarón fueron calculadas en términos del número de veces que la especie ocurrió en los individuos de una especie de esponja y en el total de individuos de esponjas recolectadas por arrecife. La frecuencia total de cada especie fue relativizada en términos de porcentaje, multiplicando por cien el valor total de las incidencias y dividiendo el producto sobre el número total de individuos recolectados de esponjas hospederas.

Conociendo la abundancia relativa de las especies se clasificaron en dos grupos arbitrarios: **especies raras** aquellas que presentaron una frecuencia y abundancia relativa menor al 5%; **especies comunes**, todas aquellas especies que presentaron una frecuencia y abundancia relativa superior al 5%.

GRADO DE ASOCIACIÓN DE LOS CAMARONES CARÍDEOS CON SUS HOSPEDEROS

A partir de revisión bibliográfica sobre ecología de las especies de carídeos, así como la consulta directa con especialistas en la materia (Arthur Anker y Samy de Grave, comunicación personal), las especies de camarones fueron clasificados con respecto al grado de asociación con sus hospederos (Begon *et al.*, 2006).

Las categorías son: **Especies incidentales**, aquellas especies que no han sido reportados u observadas en asociación con esponjas; **Comensal facultativo** aquellas especies que han sido reportadas en varios hábitats pero con preferencia por las esponjas; **Comensales obligatorios-específicos** aquellas especies que

solo han sido reportadas en asociación con esponjas y que además solo se encuentran asociadas a un género o especie de esponja. **Comensales obligatorios-generalistas** aquellas especies que aunque son comensales obligatorios de esponjas no son específicos a una especie de esponja.

COMPOSICIÓN DE LOS CAMARONES CARÍDEOS ASOCIADOS A ESPONJAS

Para examinar si la variación de la composición en los ensambles de carídeos pudiera estar explicada por la morfología de los hospederos o por la localidad en la que fueron recolectados, los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza múltiple basado en permutaciones (PERMANOVA, Abdo, 2007; Anderson *et al.*, 2008). Se probó un modelo bifactorial: factor I *Localidad* (factor fijo de 2 niveles: Alacranes y Sisal) y factor II *Morfología* (factor fijo de 5 niveles: tubular, túbulos, masiva, arbustiva, vasiforme).

Los análisis de PERMANOVA fueron realizados a partir de una matriz de similitud (transformada por raíz cuadrada) de Bray-Curtis. Se obtuvieron 9999 permutaciones de los residuales bajo el modelo reducido (sin interacción) para generar la distribución empírica del estadístico *pseudo-F* y calcular la probabilidad asociada al valor observado, utilizando el programa PRIMER-PERMANOVA 6.0 (Anderson *et al.*, 2008).

COMPETENCIA INTERESPECÍFICA

Para explorar si existía competencia entre las diferentes especies de camarones carídeos bajo la consideración de que las especies de esponjas hospederas representan un recurso limitante (refugio y alimento), se exploró mediante los índices de sobreposición de nicho la posible competencia entre especies.

Para ello se analizaron las incidencias de las especies de carídeos en las esponjas hospederas a partir de una matriz de abundancia de camarones, excluyendo del análisis aquellas especies que no son comensales obligatorios (Anexo III). La abundancia de las especies de camarones fueron comparadas entre todas las especies hospederos por medio del índice de sobreposición de nicho de Pianka (Gotelli y Graves, 1996), que toma valores de 0 cuando las

especies de carídeos utilizan de forma diferente a sus hospederos y 1 cuando los camarones usan las mismas especies de hospederos, en este caso la sobreposición de nicho sería completa.

El índice de Pianka es un índice simétrico, en otras palabras la sobreposición de la especie 1 sobre la especie 2 es equivalente a la sobreposición de la especie 2 en la especie 1. (Ver abajo; donde P_{1i} corresponde al recurso utilizado por la sp 1 y P_{2i} a los recursos utilizados por la sp2)

$$O_{12} = O_{21} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{2i} P_{1i}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (P_{2i}^2)(P_{1i}^2)}}$$

Los valores del índice de Pianka fueron estimados bajo la hipótesis nula de la distribución aleatoria de abundancia de camarones en las esponjas, utilizando un modelo tipo III (“niche breadth retained/ zero states re-shuffled”), que consiste en conservar el grado de especialización que existe naturalmente de las especies hacia sus hospedero, pero que cada uno de los hospederos estuvieran disponibles para la comunidad del modelo nulo en el re-muestreo.

Este algoritmo es recomendado por Gotelli y Graves (1996), Gotelli y Entsminger (Gotelli y Entsminger, 2004) debido a su poder para detectar patrones de sobreposición de nicho que no causados por el azar.

El análisis fue realizado con el programa Ecosim 7.0 (Gotelli y Entsminger, 2004), con el cual se generaron 5000 matrices aleatorias para la construcción del modelo nulo mediante una distribución de frecuencias empíricas. Se asumió entonces que si la media del valor observado es mayor a la del valor esperado (95% de confiabilidad), existe sobreposición de nicho entre algunas de las especies de camarones carídeos y por lo tanto, competencia por al menos alguna especie de esponja hospedera.

Para explorar si existe competencia por exclusión entre las especies de carídeos, se puso a prueba la hipótesis de que las ocurrencias de las especies de carídeos en sus especies hospederas fueran menos frecuentes de lo que se esperaría al azar. Para ello, se transformó la matriz de abundancia de las especies utilizada para la estimación de sobreposición de nicho en una matriz de presencia-ausencia (Anexo IV). A partir de esta matriz se estimó la co-ocurrencia de las especies de carídeos dentro de las especies de esponjas examinadas. Este análisis también se efectuó en el programa Ecosim 7.0 (Gotelli y Entsminger, 2004), en el cual generaron 5000 matrices aleatorias del modelo, manteniendo las sumas fijas tanto de columnas como de filas, lo que restringe a los modelos de la comunidad nula a variar dentro de los valores máximos y mínimos observados. Es decir, que si una especie de camarón utilizó 4 especies de esponjas hospederas, en cada matriz aleatorizada del modelo nulo esa especie de camarón carídeo podría ocupar cualquier especie de esponja hospedera pero nunca más de 4 especies y lo inverso es cierto para las especies de esponjas hospederas. Al igual que en el modelo de sobreposición de nicho, las matrices aleatorias del modelo nulo fueron comparadas con los valores observados. Si la media del valor observado era mayor que la del valor esperado (95% de confiabilidad) se concluía la existencia de competencia por exclusión entre por lo menos un par de especies de carídeos.

VI. RESULTADOS

ESPONJAS HOSPEDERAS

Se recolectaron un total de 296 individuos de esponjas con tamaños de muestra similares entre Sisal y Alacranes (Tabla 1). Dichos individuos también correspondieron a números similares de especies de esponjas recolectadas en ambos arrecifes: 24 en Sisal y 25 en Alacranes, dando un total de 40 en ambos arrecifes.

Sin embargo, en 17 especies de esponjas (40% del total de especies), no hubo registro de carídeos en ninguno de sus individuos recolectados, por lo que fueron eliminados del análisis de datos (Anexo V). Las especies eliminadas del análisis estuvieron representadas por 72 individuos (24% de los individuos colectados). De esta manera quedaron 22 especies de esponjas para el área de estudio en las que por lo menos un individuo presentó carídeos asociados (Tabla 1). Éstas 22 especies estuvieron representadas por un total de 224 individuos.

El número de especies de esponjas con presencia de carídeos fue similar en Sisal y Alacranes (14 y 15, respectivamente); pero el porcentaje de individuos de esponjas colonizadas varió entre ambos arrecifes, siendo de 68% (84/122) en Alacranes y de 54% (55/102) en Sisal (Tabla 1).

Tabla 1. Total de especies de esponjas y camarones carídeos, así como individuos recolectados en el presente estudio. *Incluye individuos de esas mismas especies de esponjas en las cuales no se registraron camarones.

	Sisal	Alacranes	Total
ESPONJAS			
Número de individuos de esponjas recolectados	139	157	296
Número de especies de esponjas recolectadas	24	25	42
Número total de individuos de especies de esponjas con carídeos *	102	122	224
Número de individuos de esponjas con presencia de carídeos	55	84	139
Número de especies de esponjas con presencia de carídeos	14	15	22
CARÍDEOS			
Número individuos de carídeos recolectados	174	378	552
Número de especies de carídeos recolectados	16	17	20

Nota: Los números de las especies encontradas en Sisal y Alacranes no suman el número que se indica en el total, dado a que algunas especies fueron encontradas en ambos arrecifes (ver Tabla 2).

De las 22 especies de esponjas con presencia de camarones en el área de estudio, 7 se registraron en Sisal, 8 en Alacranes y 7 especies se registraron en ambos arrecifes (Tabla 2). Los individuos recolectados están representados por un total de 4 órdenes y 12 familias. Sólo las familias Thorectidae, Chondropsidae, Hymedesmiidae y Microcionidae, se registraron en Sisal, mientras que la familia Tedaniidae sólo se recolectó en Alacranes.

De las 22 especies de esponjas que presentaron carídeos asociados, 11 presentaron morfología masiva, 5 tubular, 4 de túbulos, 3 arbustiva y sólo una especie presentó morfología vasiforme. Hay que señalar que *A. crassa* (túbulos y masiva) e *Ircinia felix* (masiva y tubular) fueron dos excepciones en las que se encontró más de un tipo morfológico (Tabla 2).

Tabla 2. Especies de esponjas con presencia de camarones en Sisal y Alacranes, las cuales están organizadas de acuerdo al criterio sistemático de WPDB (Van Soest *et al.*, 2009), se indica entre paréntesis el número de individuos recolectados por cada especie.

Localidad: A= Alacranes; S= Sisal; B= Ambos arrecifes.

Orden	Familia	Especie	Autoridad	Localidad	Morfología
Verongida	Aplysinidae	<i>Aiolochoira crassa</i> (36)	(Hyatt, 1875)	B	Túbulos
		<i>Verongula reswigi</i> (5)	Alcolado, 1984	A	Túbulos
		<i>Aplysina fistularis</i> (33)	(Pallas, 1766)	B	Tubo
		<i>Aplysina fulva</i> (1)	(Pallas, 1766)	S	Túbulos
		<i>Aplysina lacunosa</i> (11)	(Pallas, 1776)	A	Tubo
Dyctioceratida	Thorectidae	<i>Igernella notabilis</i> (9)	(Duchassaing & Michelotti, 1864)	S	Masiva
	Irciniidae	<i>Ircinia strobilina</i> (4)	(Lamarck, 1816)	B	Masiva
		<i>Ircinia felix</i> (6)	(Duchassaing y Michelotti, 1864)	A	Masiva/Tubular
	Dysideidae	<i>Dysidea sp.</i> (3)		S	Masiva
Haplosclerida		<i>Dysidea variabilis</i> (4)	(Duchassaing & Michelotti, 1864)	A	Masiva
	Niphatidae	<i>Niphates erecta</i> (19)	Duchassaing & Michelotti, 1864	B	Masiva
<i>Amphimedon compressa</i> (10)		(Duchassaing & Michelotti, 1864)	A	Masiva	
<i>Callyspongia fallax</i> (2)		Duchassaing & Michelotti, 1864	A	Tubo	
Niphatidae		<i>Callyspongia plicifera</i> (5)	(Lamarck, 1814)	A	Tubo
Callyspongiidae		<i>Callyspongia vaginalis</i> (11)	(Lamarck, 1814)	B	Tubo
Mycalidae	Crambeidae	<i>Monanchora arbuscula</i> (22)	(Duchassaing y Michelotti, 1864)	B	Arbustiva
Tedaniidae	Chondropsidae	<i>Batzella sp.</i> (14)		S	Masiva
Microcionidae	Hymedesmiidae	<i>Phorbas amaranthus</i> (4)	Duchassaing & Michelotti, 1864	S	Arbustiva
	Mycalidae	<i>Mycale laxissima</i> (12)	(Duchassaing y Michelotti, 1864)	B	Vasiforme
	Tedaniidae	<i>Tedania ignis</i> (1)	(Duchassaing & Michelotti, 1864)	A	Masiva
	Microcionidae	<i>Pandaros acanthifolium</i> (2)	Duchassaing & Michelotti, 1864	S	Arbustiva
<i>Clathria foliacea</i> (10)		Topsent, 1889	S	Arbustiva	

COMPOSICIÓN DE LOS DE CARÍDEOS ASOCIADOS A LAS ESPONJAS DE SISAL Y ALACRANES

RIQUEZA

Se registró un total de 552 individuos de carídeos pertenecientes a 4 familias, 8 géneros y 20 especies, de las cuales 13 especies se compartieron en ambos arrecifes (Tabla 3). El número total de especies registradas en cada arrecife fue similar, 17 en Alacranes y 16 en Sisal (Anexo VI). Hubo 4 individuos que pertenecen a 2 especies del género *Periclimenaeus* de los cuales no fue posible identificar la especie. Tanto en Sisal como en Alacranes se encontraron especies de carídeos representativas de las 4 familias, por lo que ningún grupo taxonómico fue propio de alguno de los arrecifes.

Se encontraron nuevos registros de especies: *Lysmata pedersenii*, *Periclimenaeus pearsei* y *Periclimenaeus schmitti* son nuevos para México y *Anchistioides antiguensis* para el estado de Yucatán (Santana-Moreno *et al.*, 2013).

Los valores teóricos de riqueza para la comunidad de carídeos asociados a esponjas fueron de 20.1 para el índice de *Chao 1* (Figura 3b) y de 22.6 para *Chao 2* (Figura 2b). Por lo que el valor observado (20 especies) alcanzó la asíntota de los valores teóricos esperados con un intervalo de confianza del 95% (IC) de 17.9 a 22.1. El valor de cobertura del muestreo para ambos estimadores varió entre el 99.21 y el 99.82%, lo que indica que fue representativo de las especies de carídeos que se asocian a las esponjas de Sisal y Alacranes.

Aunque el valor observado de la riqueza total de las especies de carídeos estuvo próxima a los valores teóricos, al hacer el análisis por separado de la riqueza de especies de cada arrecife, se pueden observar diferencias en las curvas de los valores estimados (Figura 2 a,b).

Los valores teóricos de riqueza para Alacranes fueron de 21.5 especies para el índice de *Chao 1* (Figura 2b) con una valor de cobertura de muestreo del 99.21% mientras que en el índice de *Chao 2* se estimaron 22.5 (Figura 2a) con una de

cobertura de muestreo del 98.9%. Estos valores estimados al ser comparados con la riqueza observada (17 especies) nos hacen concluir que el muestreo puede considerarse representativo de las especies de carídeos en el arrecife.

La riqueza estimada para Sisal por el índice de *Chao 1* fue de 16.3 especies (Figura 2b) con una cobertura de muestreo del 98.9% y de 31.9 especies por el índice de *Chao 2* (Figura 2a). La riqueza observada (16 especies) estuvo lejos del valor estimado, lo que represento una cobertura de muestreo del 89.65%. Es decir que aún hay especies de carídeos que no fueron registradas, por lo que el esfuerzo de muestreo en el arrecife no se puede considerar completo.

Tabla 3. Especies de camarones carídeos que se encontraron asociados a esponjas de los arrecifes de Sisal (S) y Arrecife Alacranes (A) en Yucatán, México. Las especies que se encontraron en ambos arrecifes se indican con letra B. cx= complejo de especies.

Familia	Especies	Autoridad	Localidad
Anchistoididae	<i>Anchistoides antiguensis</i>	(Schmitt, 1924)	B
Palaemonidae	<i>Periclimenaeus sp. 1</i>	Borradaile, 1915	A
	<i>Periclimenaeus sp. 2</i>	Borradaile, 1915	S
	<i>Periclimenaeus bredini</i>	Chace, 1972	S
	<i>Periclimenaeus caraibicus</i>	Holthuis, 1951	B
	<i>Periclimenaeus pearsei</i>	(Schmitt, 1932)	S
	<i>Periclimenaeus perlatus</i>	(Boone, 1930)	B
	<i>Periclimenaeus schmitti</i>	Holthuis, 1951	B
	<i>Periclimenes sandyi</i>	De Grave, 2009	B
	<i>Cuapetes americanus</i>	(Kingsley, 1878)	B
	<i>Holthuisaeus bermudensis</i>	(Armstrong, 1940)	B
Alpheidae	<i>Alpheus angulosus</i>	McClure, 2002	B
	<i>Synalpheus agelas</i>	Pequegnat & Heard, 1979	A
	<i>Synalpheus brevicarpus cx</i>	(Herrick, 1891)	B
	<i>Synalpheus dominicensis</i>	Armstrong, 1949	B
	<i>Synalpheus fritzmulleri</i>	Coutière, 1909	A
	<i>Synalpheus hemphilli</i>	Coutière, 1909	B
	<i>Synalpheus scaphoceris</i>	Coutière, 1910	A
	<i>Synalpheus townsendi</i>	Coutière, 1909	B
Hippolytidae	<i>Lysmata pedersenii</i>	Rhyne & Lin, 2006	B

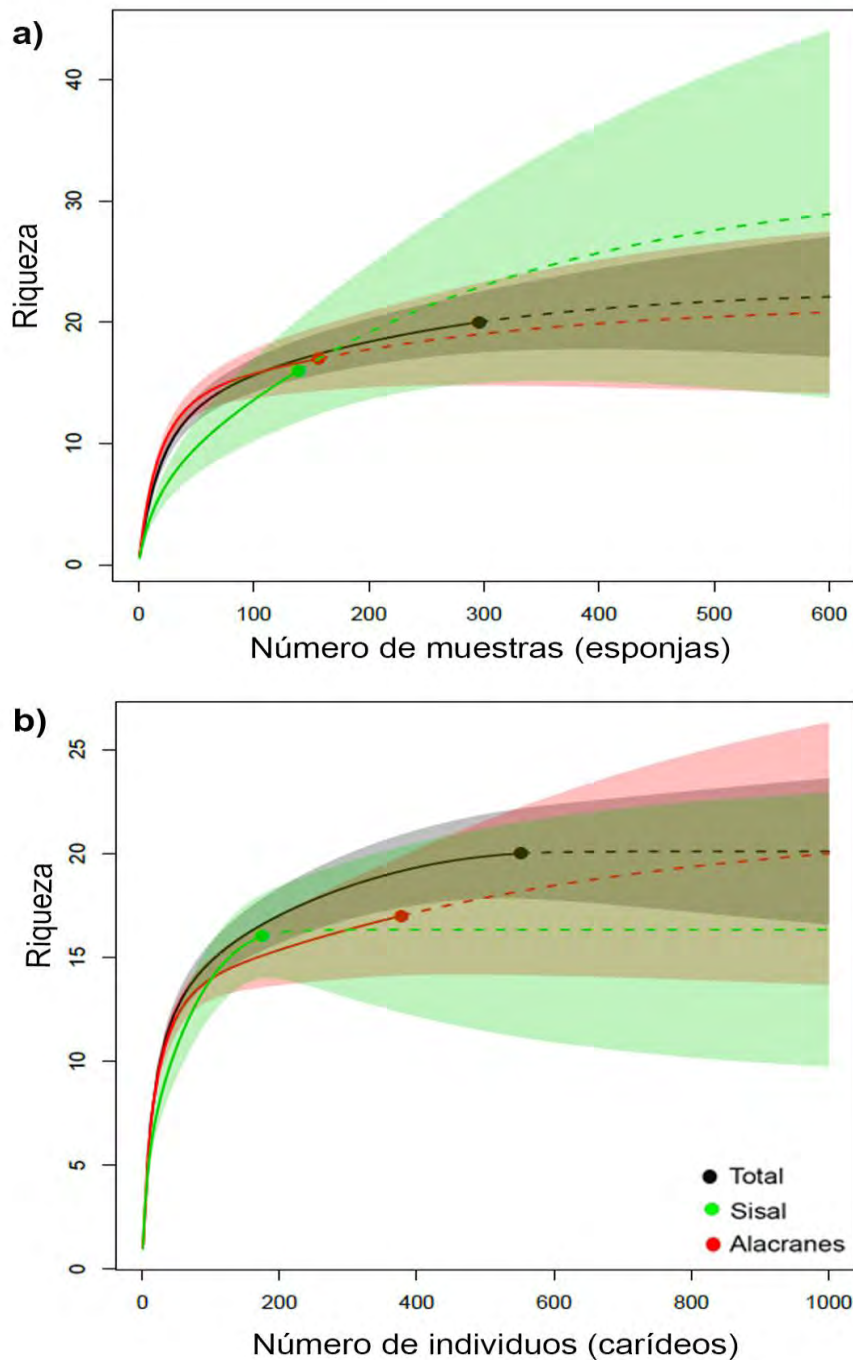


Figura 2. Curvas de acumulación de especies por los métodos de rarefacción y extrapolación ajustadas a 100 re-muestreos (Chao *et al.*, 2013; Hsieh *et al.*, 2013) **a)** Curva de riqueza estimada por medio del índice de *Chao 2* **b)** Curva de riqueza estimada por el índice de *Chao 1*. En ambas graficas los puntos negros representan el número total de individuos (esponjas o carídeos) recolectados, las líneas solidas representan la estimación por rarefacción y las líneas punteadas indican las estimaciones por extrapolación. El sombreado de cada línea indica los intervalos de confianza ajustados al 95%.

ABUNDANCIA Y FRECUENCIA DE INCIDENCIA DE LAS ESPECIES DE CAMARONES CARÍDEOS.

Se observó que aquellas especies de carídeos que fueron abundantes en alguno de los arrecifes también fueron frecuentes dentro de los individuos de esponjas recolectadas (Figura 3), esas especies fueron consideradas comunes, siendo *Synalpheus townsendi* la más frecuente en las esponjas, seguida por *Periclimenes sandyi*, *Periclimenaeus caraibicus* y *Cuapetes americanus*. Las especies de carídeos menos frecuentes fueron *Synalpheus agelas*, *S. dominicensis*, *S. scaphoceris*, *Alpheus angulosus*, *Periclimenaeus* sp. 1 y sp. 2, *P. bredini* y *P. pearsei*, por lo que se les consideraron raras en el muestreo (Figura 4).

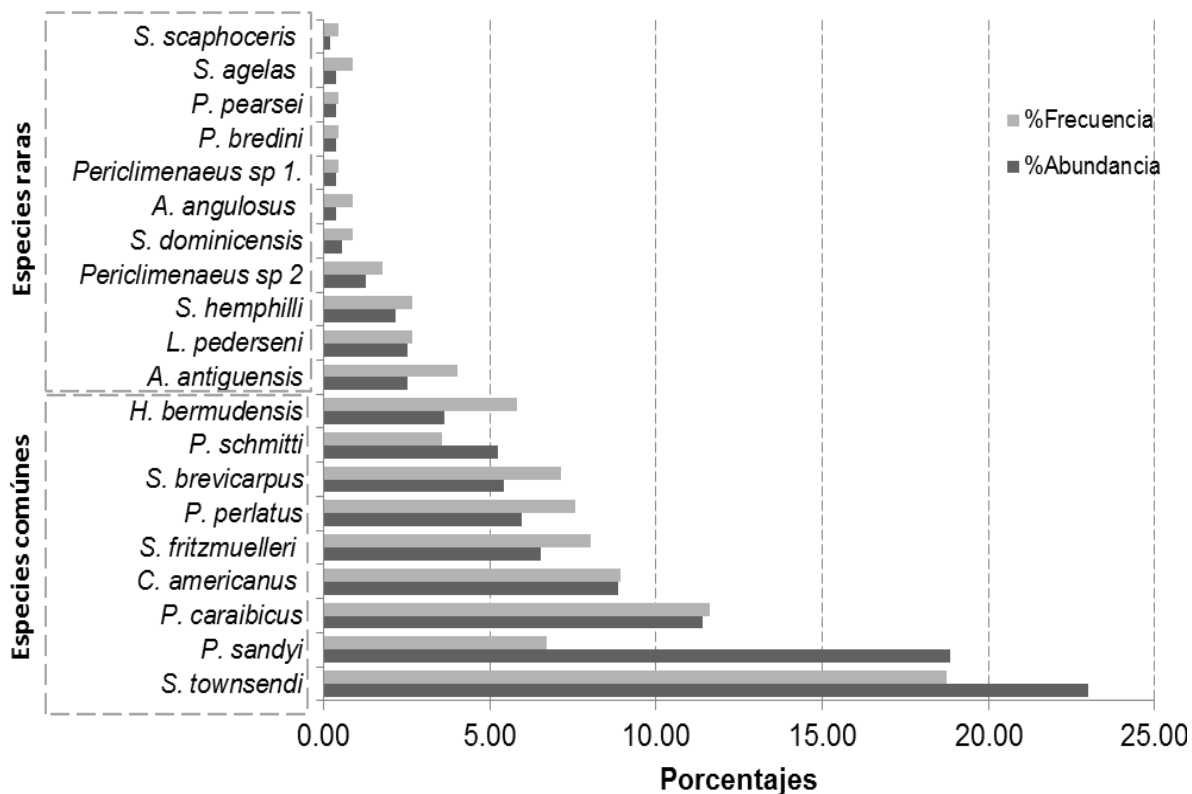


Figura 3. Abundancia y frecuencias relativas de las especies de camarones que se encontraron colonizando las esponjas de Sisal y Alacranes. Se consideró como especies raras aquellas que presentaron una frecuencia y abundancia relativa menor al 5% y especies comunes a todas aquellas especies que presentaron una frecuencia y abundancia relativa superior al 5%.

GRADO DE ASOCIACIÓN DE LOS CAMARONES CARÍDEOS CON SUS HOSPEDEROS

Las especies de camarones estuvieron asociadas en un rango de 1 hasta 13 especies de esponjas, siendo el 50% de los camarones carídeos específicos a 1 o 2 hospederos. El 50% restantes son más generalistas, pues se encontraron habitando de 3 a 13 hospederos (Figura 4a), este rasgo fue similar en ambos arrecifes estudiados.

En cuanto a la relación de esponjas hospederas con el número de carídeos alojados el rango fue de 1 hasta 10 especies, siendo entre 1 y 4 el número más frecuente pero no necesariamente al mismo tiempo (Figura 4b). Las esponjas que alojaron un mayor número de especies de carídeos fueron *A. fistularis* con 10 especies, *A. crassa*, *M. arbuscula* y *M. laxissima* con 8 especies.

La categorización de las especies de carídeos según al grado de asociación con sus hospederos, resultó que: El 15% de las especies de carídeos fueron incidentales; 20% comensales facultativos; 35% obligatorias-generalistas y 30% obligatorias-específicas a sus hospederos (Tabla 4).

El 60% de los individuos de esponjas (139 individuos) estuvieron colonizados por al menos un individuo de carídeo. De esas esponjas, el 65% se encontraban colonizados por una especie de carídeo, el 21% estuvo colonizado por 2 especies y el 14% restante estuvo colonizado por más de 3 especies (Figura 5). Los carídeos *P. sandyi*, *L. pedersenii* y *S. hemphilli* generalmente se encontraban simultáneamente en un individuo de la esponja *Callyspongia vaginalis*.

Tabla 4. Clasificación de las especies de carídeos con respecto al grado de asociación con sus hospederos. Se muestra el total de hospederos por arrecife y el total de hospederos utilizado por la especie, así como el número de veces que la especie de carídeo ocurrió en el total de individuos de esponjas hospederas. Se señala la distribución de la especie dentro de su hospedero: Atrio= At; Canales= Ca.

		SISAL		ALACRANES		Total de hospederos	Dist. en el hospedero
		Hospederos	Ocurrencias	Hospederos	Ocurrencias		
Especies incidentales	<i>A. angulosus</i>	1	1	1	1	2	At
	<i>S. scaphoceris</i>	0	0	1	1	1	At
	<i>C. americanus</i>	4	10	10	7	9	At
Comensales facultativos	<i>S. brevicarpus*</i>	6	11	5	2	7	At
	<i>S. fritzmulleri</i>	0	0	18	9	9	At,Ca
	<i>S. dominicensis</i>	1	1	1	1	2	At
Comensales obligatorios generalistas	<i>S. townsendi</i>	10	29	13	6	13	At,Ca
	<i>P. caraibicus</i>	2	2	24	10	10	At,Ca
	<i>P. sandyi</i>	5	6	9	5	9	At
Comensales obligatorios específicos	<i>A. antiguensis</i>	2	2	7	6	7	At
	<i>P. schmitti</i>	2	3	5	2	4	At,Ca
	<i>P. perlatus</i>	2	6	11	3	3	At
	<i>S. hemphilli</i>	1	1	5	2	3	At
	<i>H. bermudensis</i>	1	1	12	2	2	At
	<i>S. agelas</i>	0	0	2	2	2	At,Ca
	<i>L. pedersenii</i>	1	1	5	1	1	At
<i>P. bredini</i>	1	1	0	0	1	At	
<i>P. pearsei</i>	1	1	0	0	1	Ca	
<i>Periclimenaeus sp. 2</i>	1	1	0	0	1	At	
<i>Periclimenaeus sp. 1</i>	0	0	4	1	1	At	

*se trata de un complejo de especies por lo que su grado de especificidad en relación a sus hospederos podría variar dependiendo de la especie.

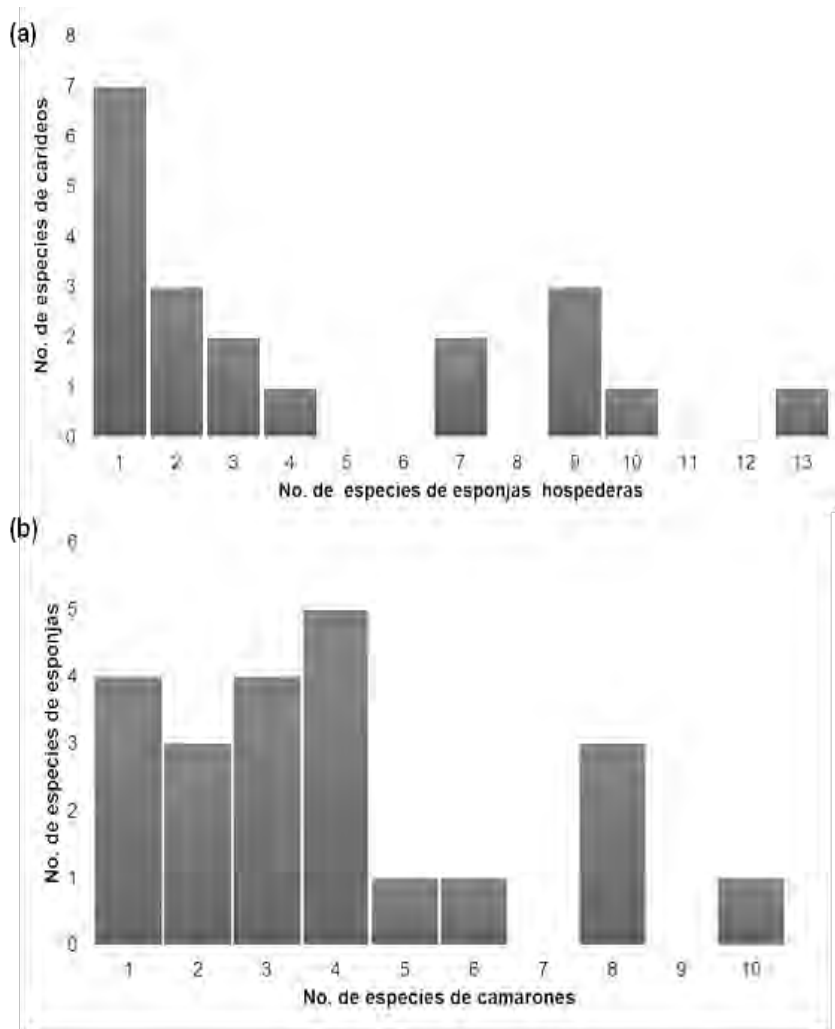


Figura 4. Especificidad de carideos hacia sus hospederos a) número de especies de esponjas utilizadas como hospedero por alguna especie de camarón (20 especies de carideos) b) total de especies de carideos que se encontraron dentro de una sola especie de esponja (22 especies de esponjas).

Con respecto a las frecuencias de individuos de carideos en sus hospederos, fue más frecuente observar individuos solitarios o en parejas heterosexuales. Fue poco frecuente observar grupos de más de 3 individuos de la misma especie alojados dentro de una sola esponja (Figura 7). Sólo en una ocasión se observó un grupo de 64 individuos de la especie *Periclimenes sandyi* alojados en un individuo de *C. vaginalis*.

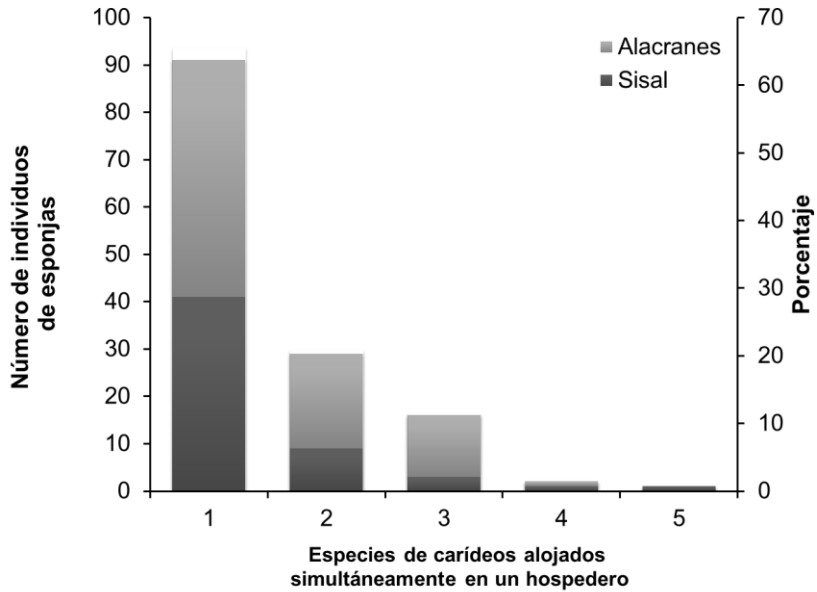


Figura 5. Número de especies de carídeos que se encontraron ocupando simultáneamente un individuo de esponja, sólo tomando en cuenta los individuos de esponjas en los que se encontraron carídeos (Sisal: 55; Alacranes: 84 individuos de esponjas).

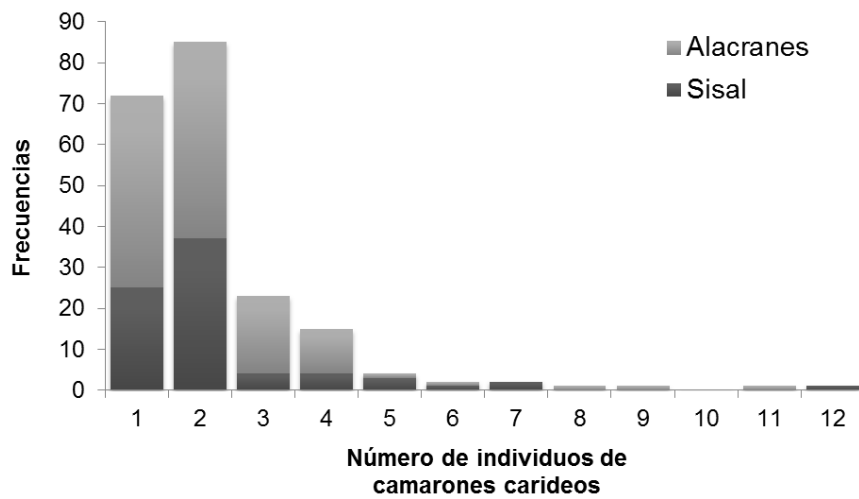


Figura 6. Frecuencias del número de individuos de camarones carídeos alojados simultáneamente en algún individuo de las esponjas hospederas. Fue más frecuente encontrar 1 o 2 individuos de camarones carídeos que más de 5 individuos alojados simultáneamente en un hospedero.

COMPOSICIÓN DE LOS DE CAMARONES CARÍDEOS ASOCIADOS A ESPONJAS

Cuando la variabilidad en la composición de especies de carídeos es analizada respecto a las diferencias geográficas entre los arrecifes y simultáneamente a los tipos morfológicos de las esponjas hospederas, se encontró que el factor *Localidad* explica un componente significativo de la variación observada (Permanova: $pf = 2.88$, $p = 0.01$), por lo cual se asume que la composición de la fauna de carídeos es diferente en cada arrecife. En cambio, el factor *Morfología* no explica un componente significativo de esta variación en la composición de la fauna de carídeos.

COMPETENCIA INTERESPECÍFICA

Al explorar la posible competencia entre las especies de carídeos bajo la consideración de que las esponjas representan un recurso limitante para los camarones, se encontró que el valor observado del índice de *Pianka* fue de 0.166 el cual tiene una probabilidad baja de ocurrir en una distribución empírica de frecuencias ($p < 0.02$), lo anterior hace suponer que existe competencia en por lo menos un par de especies de camarones ya que se presentaron valores significativos de sobreposición de nicho (Figura 7). De las 17 especies de camarones carídeos en las que se analizó la sobreposición de nicho, 12 la presentaron en un valor igual o mayor al 50%. De esas en 9 hubo una sobreposición de casi el 100%, es decir que utilizan las mismas especies de hospederos (Tabla 5).

En la Tabla 5 se puede observar que existen una mayor sobreposición de nicho entre las especies que son comensales obligatorios-generalistas con aquellas comensales obligatorias-específicas. Si bien, esto podría indicar que existe competencia entre las especies de camarones carídeos por sus respectivos hospederos, dicho potencial de competencia no fue corroborado por el análisis de co-ocurrencia, debido a que el valor observado del modelo presento una probabilidad alta de ocurrir en la distribución empírica de frecuencias bajo el modelo nulo ($p=0.07$; Figura 8).

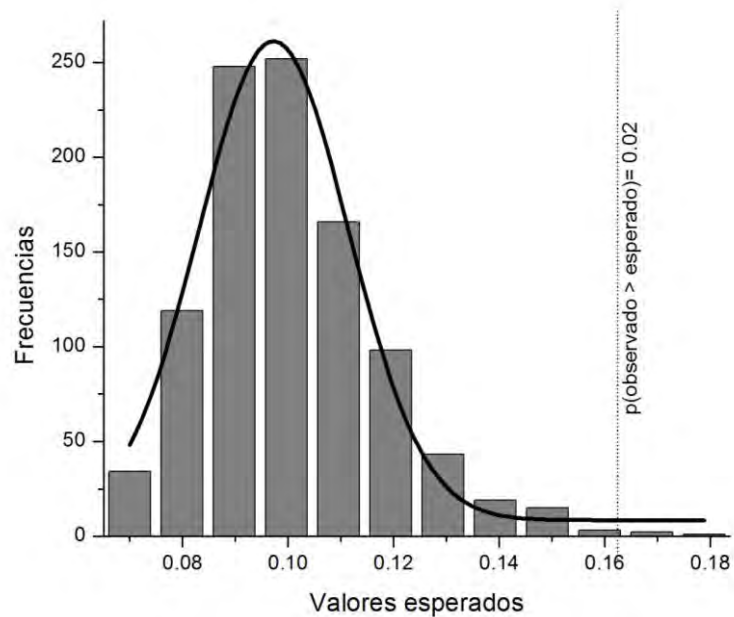


Figura 7. Distribución de frecuencias de los valores del índice de Pianka de la comunidad nula del modelo para la estimación de sobreposición de nicho (Gotelli y Graves, 1996), el cuál presentó una probabilidad de 0.02 indicando que en al menos un par de especies existe sobreposición de nicho.

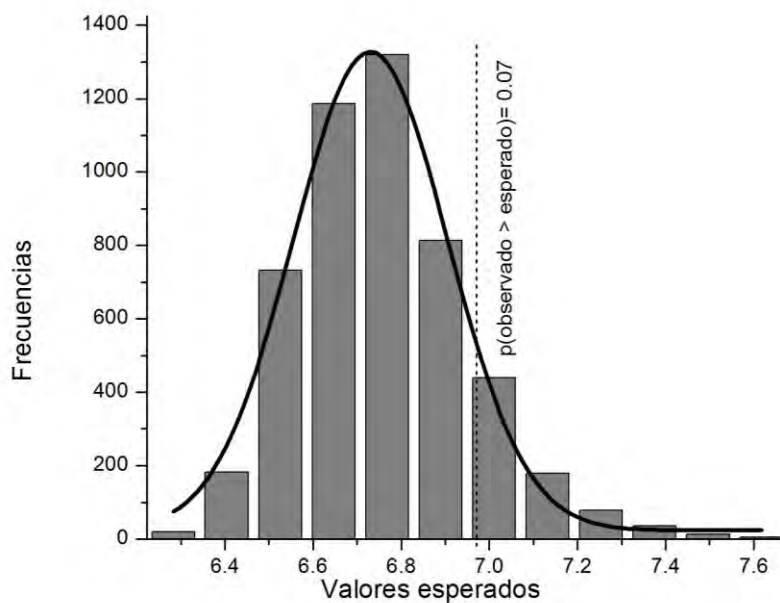


Figura 8. Distribución empírica de frecuencias bajo el modelo nulo para la estimación de competencia por exclusión mediante el análisis de co-ocurrencia (Gotelli y Graves, 1996), la cual presento una probabilidad alta ($p=0.07$), concluyendo que no hay competencia entre las especies de carídeos.

Tabla 5. Matriz cruzada de los valores del índice de Pianka (0 - 1) para la estimación de sobreposición de nicho entre las especies de carídeos comensales facultativos y obligatorios de esponjas de los arrecifes de Sisal y Alacranes. Se señala en negritas los valores superiores a 0.5.

	Comensales facultativos				Comensales obligatorios generalistas							Comensales obligatorios específicos					
	<i>S. brevicarpus</i>	<i>S. fritzmuellerei</i>	<i>S. dominicensis</i>	<i>S. townsendi</i>	<i>P. caraibicus</i>	<i>P. sandyi</i>	<i>A. antiguensis</i>	<i>P. schmitti</i>	<i>P. perlatus</i>	<i>S. hemphilli</i>	<i>H. bermudensis</i>	<i>S. agelas</i>	<i>L. pedersenii</i>	<i>P. bredini</i>	<i>P. pearsei</i>	<i>Periclimenaeus sp2</i>	<i>Periclimenaeus sp1</i>
<i>S. brevicarpus</i>	0	0.22	0.43	0.23	0.16	0.01	0.19	0.16	0.44	0	0.03	0.16	0	0.05	0.22	0	0.05
<i>S. fritzmuellerei</i>			0.03	0.59	0.29	0.05	0.44	0.55	0.49	0	0.73	0.48	0	0.48	0.21	0.28	0.48
<i>S. dominicensis</i>				0.42	0.05	0.08	0.37	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. townsendi</i>					0.25	0.08	0.41	0.24	0.11	0	0.66	0.24	0	0	0	0	0
<i>P. caraibicus</i>						0.07	0.38	0.12	0.05	0.05	0.09	0.11	0	0	0	0	0
<i>P. sandyi</i>							0.13	0.03	0.01	0.96	0.01	0.03	0.98	0.01	0	0.04	0.01
<i>A. antiguensis</i>								0.14	0.53	0.03	0.42	0	0	0.5	0	0	0.5
<i>P. schmitti</i>									0.12	0	0.07	0.98	0	0.13	0	0	0.13
<i>P. perlatus</i>										0	0.54	0	0	0.91	0	0	0.91
<i>S. hemphilli</i>										0		0	0.98	0	0	0	0
<i>H. bermudensis</i>												0	0	0.55	0	0	0.55
<i>S. agelas</i>													0	0	0	0	0
<i>L. pedersenii</i>														0	0	0	0
<i>P. bredini</i>															0	0	1
<i>P. pearsei</i>																0	0
<i>Periclimenaeus sp2</i>																	0
<i>Periclimenaeus sp1</i>																	0

VII. DISCUSIÓN

En varios estudios se ha examinado la fauna asociada a esponjas, su composición y los factores que afectan a estas comunidades simbióticas en aguas someras (Villamizar, 1985; Koukouras *et al.*, 1995; Ribeiro *et al.*, 2003). Sin embargo, en el Atlántico, la mayor parte de estudios de esta naturaleza se han restringido principalmente a los arrecifes de Belice, Jamaica y Panamá en el Mar Caribe (Duffy, 1992; Duffy *et al.*, 2002; Ríos y Duffy, 2007; Hultgren y Duffy, 2010), mientras que en el Golfo de México existen pocos trabajos relacionados con el estudio de las asociaciones entre camarones carídeos y esponjas de zonas arrecifales.

En particular los trabajos de Dardeau *et al.* (1981, 1984) en los cayos de Florida y más recientemente el de Cházaro-Olvera *et al.* (2013), en el Sistema Arrecifal Veracruzano, han registrado la riqueza de camarones asociados a las comunidades de esponjas. Por lo tanto, el presente estudio representa el primer registro de carídeos que habitan las esponjas en dos arrecifes del Banco de Campeche al sureste del Golfo de México, lo cual contribuye en el conocimiento de estas asociaciones a nivel regional.

De las 22 especies de esponjas en las que se registraron carídeos, 13 representan primeros registros como hospederos (Tabla 6). Así mismo fueron encontradas 5 especies anteriormente reportadas como hospederas pero no fueron observadas con presencia de carídeos durante este estudio; cabe señalar que algunas de éstas fueron poco frecuentes en las localidades muestreadas.

Aunque la composición de la comunidad de esponjas es consistente a través de la gran región biogeográfica que se extiende desde los Cayos de Florida hasta la costa norte de Sudamérica, el Golfo de México y las Antillas (Wulff, 2001; Pawlik, 2011), se esperaría la presencia de esas especies en Alacranes y Sisal. Sin embargo, algunas de las especies de esponjas comúnmente reportadas como hospederas de carídeos en trabajos del Mar Caribe no fueron registradas por este estudio (Tabla 6).

La principal razón de esto es que los ambientes arrecifales en los cuales se han llevado a cabo esos estudios en el Mar Caribe tienen la particularidad de que son arrecifes muy

cercanos a la costa con influencia de manglares, por ejemplo los arrecifes de Panamá, Belice y Jamaica. Se reconoce que las especies de esponjas que habitan este tipo de ambientes con influencia de manglares son diferentes, a aquellas esponjas que viven en arrecifes de mar abierto. La exposición a corrientes, profundidad, así como el tipo de sustrato son influencias abióticas que afectan la distribución de las esponjas (Wulff, 2012).

En el presente estudio, los muestreos se realizaron a profundidades entre los 5 y los 23 m, por esta razón aquellas especies que presenten una distribución batimétrica inferior o superior a este rango no fueron registradas. Se sugiere para trabajos posteriores explorar áreas del arrecife Alacranes en donde la profundidad es superior a los 30 m, así como zonas más someras.

Tabla 6. Comparación de especies de esponjas reportadas como hospederas de camarones carídeos en el Golfo de México y Mar Caribe. * Señala las especies de esponjas que se encontraron en el presente estudio pero que no tuvieron carídeos asociados.

	Golfo de México			Mar Caribe				
	1	2	3	4	5	6	7	8
1 <i>Agelas clathrodes</i>					•	•	•	
2 <i>Agelas dispar</i>		•				•	•	
3 <i>Aiolochoiria crassa</i>	•	•	•			•	•	
4 <i>Amphimedon compressa</i>	•		•					
5 <i>Aplysina archeri</i>				•				
6 <i>Aplysina fulva</i>	•							
7 <i>Aplysina fistularis</i>	•	•	•					
8 <i>Aplysina lacunosa</i>	•			•				
9 <i>Auleta cf. sycinularia</i>						•		
10 <i>Batzella sp.</i>	•							
11 <i>Callyspongia armigera</i> *			•					
12 <i>Callyspongia fallax</i>	•	•						
13 <i>Callyspongia plicifera</i>	•							
14 <i>Callyspongia vaginalis</i>	•	•					•	
15 <i>Clathria foliacea</i>	•							
16 <i>Dysidea sp.</i>	•							
17 <i>Dysidea variabilis</i>	•							
18 <i>Geodia gibberosa</i>		•	•					
19 <i>Geodia neptuni</i> *			•					
20 <i>Hyatella intestinalis</i> *					•	•	•	

De las 20 especies de camarones carídeos que se encontraron colonizando a las esponjas del área de estudio, sólo 3 se consideraron como *especies incidentales*, ya que su ocurrencia en los hospederos, así como la revisión bibliográfica de su biología, sugiere que no son especies facultativas u obligatorias de esponjas, por ejemplo, la especie *Alpheus angulosus* ha sido registrada en ambientes intermareales con sustratos rocosos o de pedacera de coral (McClure, 2002), mientras que, la especie *Synalpheus scaphoceris* habita en ambientes arrecifales adyacentes a la pedacera de coral y en corales muertos (Anker *et al.*, 2012), y *Cuapetes americanus* es una especie cosmopolita que ha sido reportada en una gran variedad de hábitats, desde pastos marinos, gorgonias y pedacera de coral (Chace, 1972).

El resto de las especies de carídeos son comensales facultativos u obligatorios (generalistas y específicos) de esponjas. En la categoría de *comensales facultativos* sólo hubo especies del género *Synalpheus* (*S. brevicarpus*, *S. fritzmulleri*, *S. dominicensis* y *S. townsendi*), las cuales se han reportado para varios hábitats tales como pedacera de coral, corales vivos, ascidias (*S. townsendi*) y esponjas (Chace, 1972a; Dardeau, 1981; Chace, 1993; Macdonald *et al.*, 2006; Hultgren y Duffy, 2010; Anker *et al.*, 2012).

En el caso de *S. brevicarpus* existe una problemática para determinar el grado de especificidad hacia sus hospederos debido a que fue recientemente separada en un complejo de especies (Arthur Anker, *comunicación personal*) las cuales presentan diferentes tipos de comportamientos. En este estudio no se logró determinar a cuál de las especies del complejo *S. brevicarpus* pertenecen los individuos recolectados, por lo que, la permanencia de ésta en el grupo de *comensales facultativos* podría cambiar.

Entre los *comensales obligatorios-generalistas* se encuentra la especie *Periclimenes sandyi* que fue descrita en asociación con *C. vaginalis* donde todos los individuos fueron recolectados cerca del ósculo de la esponja (De Grave *et al.*, 2009), pero que en el presente estudio fue encontrada dentro de otras 8 especies de hospederos, aunque sí ocurrió con mayor frecuencia en *C. vaginalis* (Tabla 4; Anexo II). El carídeo *Periclimenaeus perlatus* presentó una gran afinidad con esponjas del orden Verongida, pues sólo ocurrió en especies pertenecientes a ese orden (*Aiolochoxia crassa*, *Aplysina*

fistularis y *A. lacunosa*), pero principalmente en *A. fistularis*. Esto concuerda con lo reportado por Villamizar (1985), quien reporta que *Periclimenaeus perlatus* es muy frecuente en esa esponja. Otra especie de carídeo *comensal obligatoria-generalista* es *Synalpheus hemphilli* la cual ha sido reportada frecuentemente en especies del género *Callyspongia*, la cual concuerda con los resultados encontrados, pues esa especie de carídeo ocurrió con la mayor frecuencia en *C. vaginalis*.

En el grupo *comensales obligatorios-específicos* se encuentran 4 especies. El carídeo *Holthuisaeus bermudensis* ha sido reportado como comensal de esponjas principalmente del género *Aplysina* (Villamizar, 1985; Anker y de Grave, 2011), lo cual coincide con los resultados encontrados, pues ese carídeo únicamente fue recolectado en esponjas de ese género, pero con mayor frecuencia en *Aplysina lacunosa*.

El carídeo *Lysmata pedersenii* es un comensal obligatorio de *Callyspongia vaginalis* el cual nunca ha sido recolectado en otros hospederos (Rhyne y Lin, 2006). Esta especie es un nuevo registro para México ya que sólo había sido reportada para el Caribe (Santana-Moreno *et al.*, 2013).

Mientras que la especie *P. pearsei* sólo se ha reportado en asociación con la esponja *Spongia officinalis* en Dry Tortugas Florida (Holthuis, 1951) y Maranhão en Brasil (Coelho *et al.*, 1990), pero en este estudio sólo se encontró asociada con la esponja *Aplysina fistularis*. El carídeo *Synalpheus agelas* es reportado en asociación con esponjas del género *Agelas* (Dardeau, 1984; Duffy, 1996a, 1996c; Hultgren y Duffy, 2010), aunque en este trabajo también se le registró en la esponja *Niphates erecta*, lo que podría constituir el primer reporte de esa especie fuera de sus hospederos habituales.

Por otra parte 9 (45%) de las 20 especies de carídeos encontradas de las especies de carídeos fueron comunes, siendo el carídeo *Synalpheus townsendi* la especie más común en las esponjas de Sisal y Alacranes. Esta especie como se mencionó anteriormente es un comensal facultativo de esponjas. En general las especies *comensales facultativas* y *comensales obligatorias-generalistas*, fueron las especies más comunes (Figura 3), mientras que, los *comensales obligatorios-específicos* fueron

más raros dentro de las esponjas recolectadas. Esto es consistente con lo que se ha descrito para otros carídeos, pues se reconoce que aquellos que presentan un alto grado de especificidad a sus hospederos generalmente presentan densidades menores y tienden a ser raras dentro de la comunidad (Duffy, 1998). Sin embargo, existen muchos factores que determinan que algunas especies sean más comunes sobre otras, tales como el tamaño de los individuos, las estrategias reproductivas, el territorialismo, la competencia y la depredación (Duffy, 1992; Duffy, 1996b; Thiel y Baeza, 2001).

Se sabe que la morfología de los hospederos tiene un efecto importante en la estructura de los ensamblajes de especies, ya que, aquellos estructuralmente más complejos no podrían ser defendidos íntegramente por carídeos que vivan solos y en consecuencia cualquier otro individuo podría migrar a la esponja sin impedimento; así dos o más simbioses podrían cooperar para su defensa (Thiel y Baeza, 2001; Baeza *et al.*, 2010; Hultgren y Duffy, 2010). Se considera que esto podría explicar porque muchas especies viven en pares heterosexuales o formando grupos sociales como en el caso de los carídeos del género *Synalpheus*.

En el presente estudio se observaron proporciones similares de individuos solitarios o en parejas heterosexuales y en menor proporción grupos de más de tres individuos alojados simultáneamente en un hospedero (Figura 6). Esto podría significar que la morfología de las esponjas que se encuentran en el área de estudio presenta morfologías poco complejas, las cuales no soportan ensamblajes de especies más grandes, debido a que no fue muy frecuente encontrar más de tres especies en un mismo individuo de esponjas.

Al explorar si la variación que existía en la composición de los ensamblajes de especies de carídeos era derivado por la morfología de las esponjas, no resultó significativo. Como se dijo anteriormente, se ha reportado que la morfología sí tiene un efecto en la distribución de las especies de carídeos que habitan dentro de estas, sin embargo en este estudio no se logró estandarizar un método para medir la complejidad de los hospederos, y sólo se hizo una clasificación cualitativa de la estructura morfológica de estas. A pesar de esto sí se encontraron algunos indicios de que la morfología de las esponjas se encuentra relacionada con la complejidad en los ensamblajes de carídeos.

Las especies de morfologías tubulares estaban frecuentemente colonizadas por parejas heterosexuales o individuos solitarios, mientras que en aquellas esponjas que presentaban un número mayor de tubos o cavidades era posible encontrar individuos de hasta 3 especies de carídeos, por ejemplo, en *Callyspongia vaginalis* generalmente se encontraba colonizada simultáneamente por 3 especies de camarones: *Synalpheus hemphilli*, *Lysmata pedersenii* y *Periclimenes sandyi*. Dichas especies de carídeos ocuparon sitios diferentes de la esponja: *S. hemphilli* siempre fue encontrado en la base de los tubos, mientras que *P. sandyi* y *L. pedersenii* se encontraban más cerca de los ósculos de la esponja.

Otro factor importante que influye en este tipo de asociaciones es la distribución de los hospederos, debido a que aquellos carídeos *comensales obligatorios-específicos* estarán restringidos a la distribución tanto batimétrica como geográfica que presenten sus hospederos (Thiel y Baeza, 2001). Por ejemplo las especies del género *Synalpheus* reportadas en los trabajos del Mar Caribe pertenecen en su mayoría al grupo de *Synalpheus gambarelloides*, las cuales presentan una alta especificidad hacia sus hospederos y que además, estos presentan una distribución restringida a esa región (Duffy, 1992; Thiel y Baeza, 2001; Duffy, 2002; Baeza, 2007).

Además esas especies de *Synalpheus* presentan desarrollo larvario abreviado y los juveniles son liberados dentro de los hospederos (Macdonald *et al.*, 2006), lo que restringe aún más su potencial de distribución a arrecifes más lejanos como los del Golfo de México. Probablemente la dispersión de estas especies dependerá de factores físicos, como el desprendimiento y transporte de las esponjas a otros arrecifes por medio de las corrientes, sin embargo estas hipótesis aún no han sido corroboradas.

Aunque en este estudio sólo se muestrearon dos arrecifes, Sisal y Alacranes, que pertenecen a una misma área geográfica (Sur del Golfo de México), se presentaron diferencias en la distribución local de los hospederos, pues sólo se compartieron 7 de las 22 especies registradas (Tabla 2). Estas diferencias en la distribución local de esponjas resultaron en diferencias significativas de los ensambles de carídeos que se presentan en los ya mencionados arrecifes.

Los resultados confirman que los ensamblajes de carídeos asociados a esponjas en Sisal y Alacranes además de ser diversos, también presentan una alta estructuración en términos de especificidad, debido a que el 65% de los camarones encontrados en este estudio son comensales obligatorios en algún grado asociación (generalistas u específicos), y el 50% de las especies sólo se asociaron a 1 o 2 hospederos (Figura 4). En adición a esta fuerte especificidad se encontró que el 60% de las especies de camarones presentan una sobreposición de nicho mayor al 50% (Tabla 5).

Aunque la sobreposición de nicho no necesariamente significa que exista competencia entre especies. Si los recursos no son escasos, dos organismos pueden compartirlos, por lo tanto, una amplia sobreposición de nicho puede de hecho ser correlacionada con una baja competencia. Del mismo modo, nichos separados a menudo pueden indicar competencia, debido a que las especies serán excluyentes una a otra (Pianka, 1974). Esto queda corroborado con el análisis de co-ocurrencia, el cual no demostró que existiera exclusión entre los carídeos que habitan las esponjas de Sisal y Alacranes.

Estos resultados indican que las esponjas no son un recurso limitante para las especies de carídeos, incluso cuando los camarones tienden a colonizar hospederos específicos, pues su distribución en las esponjas no es el azar (Figura 7). Aunado a esto también se encontró un alto porcentaje de esponjas desocupadas, el cual varió entre el 32 y el 46% del total de los individuos recolectados, es decir que existen suficientes hospederos disponibles para ser colonizados en dichos arrecifes. Además la complejidad de los hospederos favorece que las especies de carídeos ocupen lugares distintos dentro ellos, tal como se describió en el ejemplo de *Callyspongia vaginalis*, evitando así la competencia entre las especies de camarones.

Los carídeos son un grupo extensamente estudiado y en los últimos años se ha dado un gran avance en el conocimiento de los factores que rigen las asociaciones entre éstos y sus hospederos. Sin embargo aún existen muchas interrogantes, principalmente en lo que respecta a sus estrategias reproductivas, patrones de dispersión, mecanismos de colonización, depredación y competencia con otros invertebrados, los cuales son factores importantes para comprender como se han favorecido las relaciones hospedero-simbionte.

VIII. CONCLUSIONES

De las 42 especies de esponjas recolectadas, sólo 22 funcionan como hospederos de 20 especies de carídeos.

La riqueza de carídeos registrada por este estudio fue representativa de los arrecifes Alacranes y Sisal. Aunque el estimador indica que en Sisal aún existen especies que no fueron registradas.

Se encontró que las especies de camarones carídeos más comunes en las esponjas de Sisal y Alacranes son *comensales facultativos*, mientras que las *especies comensales obligatorias-específicas* podrían considerarse especies raras en las esponjas de estos arrecifes.

Se concluye que el factor *Localidad* (Alacranes, Sisal) es importante para explicar una parte significativa de la variación en la estructura de especies de carídeos que se asocian a las esponjas de cada arrecife, por lo que la distribución de los hospederos pudiera contribuir a explicar las variaciones en la riqueza de especies y abundancia poblacional de camarones carídeos en el Golfo de México y Mar Caribe.

Aunque el factor morfología de los hospederos no logra explicar un parte significativa de la variación de la fauna de carídeos, sí se observó que aquellas especies de esponjas con mayor complejidad estructural como *Callyspongia vaginalis* mantienen ensambles más complejos de especies de camarones en comparación con otros hospederos de estructuras menos complejas.

Por otro lado, aunque existe sobreposición de nicho entre 12 especies de camarones de más del 50%, las esponjas hospederas no son un recurso limitante, por lo que no existe exclusión competitiva entre las especies de carídeos.

IX. LITERATURA CITADA

- Abascal A. J., Scheinbaum J., Candela J., Ochoa J., y Badan A. (2003). Analysis of flow variability in the Yucatan Channel. *Journal of Geophysical Research*, 108((C12)), 3381.
- Abdo D. A. (2007). Endofauna differences between two temperate marine sponges (Demospongiae; Haplosclerida; Chalinidae) from southwest Australia. *Marine Biology*, 152(1), 845-854.
- Abele L. G., y Kim W. (1986). *An illustrated guide to the marine decapod crustaceans of Florida* (Vol. 8): State of Florida Department of Environmental Regulation Technical Series
- Alvarez B., Van Soest R. W. M., y Rützler K. (1998). A Revision of Axinellidae (Porifera: Demospongiae) in the Central West Atlantic Region. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 598, 1-47.
- Anderson M. J., Gorley R. N., y K.R. C. (2008). *PERMANOVA + for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods*. UK.
- Anker A., y de Grave S. (2011). *Holthuisaeus*, a new genus for *Periclimenes* (*Periclimenaeus*) *bermudensis* Armstrong, 1940 (Decapoda, Palaemonidae, Pontoninae). *Studies on Malacostraca, Lipke Bijdeley Holthuis Memorial*, 115- 131.
- Anker A., Pachelle P. P. G., de Grave S., y Hultgren K. M. (2012). Taxonomic and biological notes on some Atlantic species of the snapping shrimp genus *Synalpheus* Spence Bate, 1888 (Decapoda, Alpheidae). *Zootaxa*, 3598, 1-96.
- Baeza J. A. (2007). The origins of symbiosis as a lifestyle in marine crabs (genus *Petrolisthes*) from the eastern Pacific: Does interspecific competition play a role? *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 42(1), 7-21.
- Baeza J. A., Farías N. E., Luppi T. A., y Spivak E. D. (2010). Refuge size, group living and symbiosis: testing the “resource economic monopolization” hypothesis with the shrimp *Beaetis Ilianaea* and description of its partnership with the crab *Platyxanthus crenulatus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 389, 85-92.
- Begon M., Townsend C. R., y Harper J. L. (2006). *Ecology: from individuals to Ecosystems*. United Kingdom: Blackwell Publishing Ltd.

- Boury-Esnault N., y Rützler K. (1997). *Thesaurus of Sponge Morphology* (Vol. 596). Washington, D.C: Smithsonian Institution Press.
- Bruce A. J., Jones O. A., y Endean R. (1976). Shrimps and prawns of coral reefs, with special reference to commensalism. In *Biology and geology of coral reefs*, (pp. 37–94). New York: Academic Press.
- Coelho P. A., Ramos-Porto M., y de Melo G. A. S. (1990). Crustáceos decápodos do estado de Alagoas. *An.Soc. Nordest. Zool*, 3, 21–34.
- Colwell R. K., Chao A., Gotelli N. J., Lin S. Y., Mao C. X., Chazdon R. L., y Longino J. T. (2012). Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology*, 5, 3-21.
- Coutière H. (1909). The american species of snapping shrimps of the genus *Synalpheus*. *Proceedings of the United States National Museum*, 36(1659), 1–93.
- Chace F. A. (1972). The shrimps of the Smithsonian-Bredin Caribbean Expeditions with a summary of West Indian shallow-water species (Crustacea: Decapoda: Natantia). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 98, 1-179.
- Chao A., Gotelli N. J., Hsieh T. C., Sander E. L., Ma K. H., y Colwell R. K. (2013). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a unified framework for sampling and estimation in biodiversity studies, *Ecological Monographs* (to appear). (to appear).
- Chao A., y Jost L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93, 2533-2547.
- Cházaro-Olvera S., Winfield I., Barcenas-Cisneros M., y Ortiz M. (2013). Species of the genus *Periclimenaeus* (Decapoda, Caridea, Palaemonidea) associated with sponges from the Veracruz Coral Reef System National Park, SW Gulf of Mexico. *Crustaceana*, 86(6), 641-650.
- Dardeau M. R. (1981). Caridea: General collections and observations. In R. Rezak y B. T.J. (Eds.), *Northern Gulf of Mexico topographic features study. Final Report to the U.S. Department of Interior, Bureau of Land Management*, (pp. 89-115).
- Dardeau M. R. (1984). *Synalpheus* shrimps (Crustacea: Decapoda: Alpheidae). I. The gambarelloides group, with a description of a new species. *Memoirs of the Hourglass Cruises*, 7(2), 1–125.

- Dardeau M. R., Adkinson D. L., Shaw J. K., y Hopkins T. S. (1980). Notes on the distribution of four caridean shrimps (Crustacea: Decapoda) in the northeastern Gulf of Mexico. *Florida Scientist*, 43(1), 54–57.
- De Grave S., Ahyong S. T., Bruce N. L., y von Vaupel Klein J. C. (2009). A further sponge-dwelling species of the *Periclimenes iridescens* complex from the western atlantic (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). *Crustaceana*, 82(7), 771–773.
- De Grave S., y Anker A. (2009). A key to the genera of the shrimp-like decapoda (Crustacea of the Tropical Western Atlantic and adjacent continental waters). *in press*.
- Diaz M. C., y Rützler K. (2001). Sponge: an essential component of Caribbean coral reef. *Bulletin of Marine Science*, 69, 535-546.
- Duchassaing F. P., y Michelotti G. (1864). Spongiaires de la mer Caraïbe. *Natuurkundige verhandelingen van de Hollandsche maatschappij der wetenschappen te Haarlem*, 21 (2), 1-24.
- Duffy J. E. (1992). Host use patterns and demography in a guild of tropical sponge-dwelling shrimps. *Marine Ecology Progress Series*, 90, 127–138.
- Duffy J. E. (1996a). Eusociality in a coral-reef shrimp. *Nature*, 381, 512–514.
- Duffy J. E. (1996b). Resource-associated population subdivision in a symbiotic coral-reef shrimp. *Evolution*, 50(1), 360–373.
- Duffy J. E. (1996c). Species boundaries, specialization, and the radiation of sponge-dwelling alpheid shrimp. *Biological Journal of the Linnean Society*, 58, 307–324.
- Duffy J. E. (1996d). *Synalpheus regalis*, new species, a sponge-dwelling shrimp from the Belize barrier reef, with comments on host specificity in *Synalpheus*. *Journal Of Crustacean Biology*, 16(3), 564–573.
- Duffy J. E. (1998). On the frequency of eusociality in snapping shrimps (Decapoda: Alpheidae), with description of a second eusocial species. *Bulletin of Marine Science*, 62(3), 387–400.
- Duffy J. E. (2002). The ecology and evolution of eusociality in sponge dwelling shrimp. In T. Kikuchi (Ed.), *Genes, Behavior and Evolution in Social Insects*, (pp. 1-38). Sapporo, Japan: University of Hokkaido Press.
- Duffy J. E., Cheryl C. L., y Macdonald K. S. (2002). Colony defense and behavioral differentiation in the eusocial shrimp *Synalpheus regalis*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 51, 488–495.

- Duffy J. E., Morrison C. L., y Rios R. (2000). Multiple origins of eusociality among sponge-dwelling shrimps (*Synalpheus*). *Evolution*, 54, 503–516.
- Duris Z., Horka I., Juracka P. J., Petrusek A., y Floyd S. (2011). These squatters are not innocent: the evidence of parasitism in sponge-inhabiting shrimps. *PLoS ONE*, 6(7).
- Erdman R. B., y Blake N. J. (1987). Population dynamics of the sponge-dwelling alpheid *Synalpheus longicarpus*, with observations on *S. brooksi* and *S. pectiniger*, in shallow-water assemblages of the eastern Gulf of Mexico. *Journal Of Crustacean Biology*, 7, 328-337.
- Gómez P. (2002). *Esponjas marinas del Golfo de México y el Caribe*. México: AGT Editor, S. A.
- Gotelli N. J., y Entsminger G. L. (2004). EcoSim: Null models software for ecology. In). Vermont, USA. : Acquired Intelligence Inc. & Kelsey-Bear. VT 05465 <http://garyentsminger.com/ecosim/index.htm>.
- Gotelli N. J., y Graves G. R. (1996). *Null models in ecology*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- Henkel T. P., y Pawlik J. R. (2005). Habitat use by sponge-dwelling brittlestars. *Marine Biology*, 146, 301-313.
- Hernández-Díaz Y. Q. (2010). *Zoogeografía de equinodermos (Echinodermata) de los Bajos de Sisal y Arrecife Alacranes, Yucatán, México*. . Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Hewitt J. E., Thrush S. F., Halliday J., y Duffy C. (2005). The importance of small-scale habitat structure for maintaining Beta Diversity. *Ecological Society of America*, 86(6), 1619-1626.
- Holthuis L. B. (1951). A general revision of the Palaemonidae (Crustacea:Decapoda:Natantia) of the Americas. I. The subfamilies Euryrhynchinae and Pontoniinae. *Allan Hancock Foundation Publications, Occasional Papers*, 11, 1–332.
- Hooper J. N. A., y van Soest R. W. M. (2002). *Systema Porifera: A guide to the classification of sponges*. (Vol. 1). Nueva York: Kluwer Academic.
- Hsieh T. C., Ma K. H., y Chao A. (2013). iNEXT online: interpolation and extrapolation (Version 1.0) [Software] In <http://chao.stat.nthu.edu.tw/blog/software-download/>.
- Hultgren K. M., y Duffy E. D. (2011). Multi-locus phylogeny of sponge-dwelling snapping shrimp (Caridea: Alpheidae: *Synalpheus*) supports morphology-based species concepts. *Journal Of Crustacean Biology*, 31(2), 352-360.

- Hultgren K. M., y Duffy J. E. (2010). Sponge host characteristics shape the community structure of their shrimps associates. *Marine ecology progress series.*, 407, 1-2.
- Jordán-Dahlgren E., y Rodríguez-Martínez R. E. (2003). The Atlantic coral reef of Mexico In J. Cortés (Ed.), *Latin America Coral Reefs*: Elsevier Science
- Kornicker L. S., Bonet F., Cann R., y Hoskin C. M. (1959). Alacran reef complex. Campeche Bank, Mexico. *Institute of Marine Science.*, 1(6).
- Koukouras A., Russo R. A., Voultziadou-Koukoura E., Arvanitidis C., y Stefanidou D. (1995). Macrofauna Associated whit sponge species of different morphology. *Marine Ecology*, 17(4), 569-582.
- Macdonald K. S., III, Ríos R., y Duffy J. E. (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.
- McClure M. R. (2002). Revised nomenclature of *Alpheus angulatus* McClure, 1995 (Decapoda: Caridea: Alpheidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 115(2), 368–370.
- McClure M. R. (2005). Snapping shrimps. . In J. L. Hernández Aguilera, J. A. Ruiz-Nuño, R. E. Toral-Almazan y V. Arenas-Fuentes (Eds.), *Camarones, Langostas y Cangrejos de la Costa Este de México*, vol. I (pp. 119-201). México: Econatura-CONABIO.
- Morrison C. L., Ríos R., y Duffy J. E. (2004). Phylogenetic evidence for an ancient rapid radiation of Caribbean sponge-dwelling snapping shrimps (*Synalpheus*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 30, 563–581.
- Pawlik J. R. (2011). The chemical ecology of sponges on Caribbean reefs: Natural products Shape Natural Systems. *BioScience*, 61(11), 888-898.
- Pianka E. R. (1974). Niche Overlap and Diffuse Competition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 71(5), 2141-2145.
- Pinheiro U., Hajdu E., y Custodio M. R. (2007). *Aplysina* Nardo (Porifera, Verongida, Aplysinidae) from the Brazilian coast with description of eight new species. *Zootaxa*, 1609, 1-51.
- Rhyne A. L., y Lin J. (2006). A western Atlantic peppermint shrimp complex: Redescription of *Lysmata wurdemanni*, description of four new species, and remarks on *Lysmata rathbunae* (Crustacea: Decapoda: Hippolytidae). *Bulletin of Marine Science*, 79(1), 165–204.

- Ribeiro S. M., Omena E. P., y Muricy G. (2003). Macrofauna associated to *Mycale microsigmatosa* (Porifera, Demospongia) in Rio de Janeiro State, SE Brazil. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 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.
- Román-Contreras R., y Martínez-Mayén M. (2009). Camarones hipolítidos (Crustacea:Decapoda:Caridea) de aguas someras de la costa del Caribe mexicano. *Hidrobiológica*, 19, 119-128.
- Roughgarden J. (1975). Evolution of marine symbiosis - a simple cost-benefit model. *Ecology*, 56, 1201-1208.
- Rützler K. (1974). The Burrowing Sponges of Bermuda. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 165, 1-32.
- Santana-Moreno L. D., De Grave S., y Simões N. (2013). New records of caridean shrimps (Decapoda: Caridea) from shallowwater along the northern Yucatan peninsula coasts of México. *Nauplius*, 21(2), 225-238.
- Thiel M., y Baeza J. A. (2001). Factors affecting the social behaviour of crustaceans living symbiotically with other marine invertebrates: A modelling approach. *Symbiosis*, 30, 163–190.
- Topsent E. (1889). Quelques spongiaires du Banc de Campêche et de la Pointe-a-Pitre. . *Mém. Soc. Zool. Fr*, 2, 30-52.
- Van Soest R. W. M., Boury-Esnault N., Hooper J. N. A., Rützler K., De Voogd N. J., Alvarez B., Hajdu E., Pisera A. B., Vacelet J., Manconi R., Schoenberg C., Janussen D., Tabachnick K. R., y Klautau M. (2009). World Porifera Database. In). Available online at: <http://www.marinespecies.org/porifera> [Accessed: 13/ VIII/2010]
- 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 Licenciatura en Biología Universidad Central de Venezuela Venezuela
- Westinga E., y Hoetjes P. C. (1981). The intrasponge fauna of *Sphaciospongia vesparia* (Porifera, Demospongiae) at Curaçao and Bonaire. *Marine Biology*, 62, 139–150.
- Williams A. B. (1984). *Shrimps, Lobsters, and Crabs of the Atlantic Coast of the Eastern United States, Maine to Florida*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.

- Withers K., y Tunnell J. W. (2007). *Coral reef of the southern Gulf of Mexico*. Texas, USA: Texas University.
- Wulff J. L. (2001). Assessing and monitoring coral reef sponges: why and how? . *Bulletin of Marine Science*, 69, 831- 836.
- Wulff J. L. (2006). Ecological interactions of marine sponges *Canadian Journal of Zoology*, 84, 146-166.
- Wulff J. L. (2012). Ecological interactions and the distribution, abundance, and diversity of sponges. In M. A. Becerro (Ed.), *Advances in Sponge Science: Phylogeny, Systematics, Ecology*, vol. 61 (pp. 273-344). Academic, Oxford.
- Zarco-Perelló S., Mascaró M., Garza-Pérez R., y Simões N. (2013). Topography and coral community of the Sisal Reefs, Campeche Bank, Yucatán, México. *Hidrobiológica*, 23(1), 28-41.

X. ANEXOS

ANEXO I. PUNTOS DE MUESTREO

Puntos de muestreo de los arrecifes de Sisal y Alacranes, se indica su ubicación geográfica y la profundidad a la cual se realizaron las colectas

	Localidad	Latitud	Longitud	Profundidad (m)
1	Madagascar	21° 26' 24"	90° 16' 37.99"	10-15
2	Madagascar	21° 26' 16.59"	90° 16' 39"	8-11
3	Madagascar	21° 26' 28.29"	90° 17' 34"	7-10.5
4	Madagascar	21° 26' 24"	90° 17' 29"	8-12
5	Madagascar	21° 26' 30.09"	90° 17' 29"	20
6	Madagascar	21° 26' 18.49"	90° 16' 51"	11-15
7	Madagascar	21° 26' 21.50"	90° 17' 7.9"	10-12
8	Madagascar	21° 26' 21.50"	90° 17' 7.9"	7.5-12
9	Madagascar	21° 26' 23.20"	90° 17' 11.89"	9-15
10	Madagascar	21° 26' 24.79"	90° 17' 18.49"	12-15
11	Serpientes	21° 26' 25"	90° 29' 21.9"	8-12
12	Serpientes	21° 26' 24"	90° 28' 25.39"	10-22
13	Alacranes	22° 23' 12.89"	89° 40' 44.72"	6-18
14	Alacranes	22° 23' 0.41"	89° 40' 48.31"	1
15	Alacranes	22° 23' 38.89"	89° 40' 0.90"	15
16	Alacranes	22° 31' 11.59"	89° 45' 34.2"	4.5
17	Alacranes	22° 23' 52.39"	89° 39' 23.79"	7-15
18	Alacranes	22° 22' 37.30"	89° 41' 37.99"	12-17
19	Alacranes	22° 25' 3.10"	89° 44' 21.40"	8-17
20	Alacranes	22° 23' 0.9"	90° 38' 51.29"	13-17
21	Alacranes	22° 23' 20.39"	89° 42' 0.10"	10-17
22	Alacranes	22° 23' 46.39"	90° 40' 19.70"	10-23
23	Alacranes	22° 35' 11.90"	90° 45' 11.49"	10-20
24	Alacranes	22° 22' 38.39"	89° 41' 42.20"	10-15

ANEXO II. VECTORES UTILIZADOS PARA LAS CURVAS DE ESTIMACIÓN DE ESPECIES.

Vector de abundancia utilizado para la estimación de riqueza de especies por el índice de Chao 1 en el programa iNEXT (Chao *et al.*, 2013; Hsieh *et al.*, 2013).

Total	2	14	49	20	14	7	2	2	63	2	33	29	104	2	30	3	12	36	1	127
Alacranes	1	11	16	19	12	7	0	0	59	0	19	25	86	2	9	1	10	36	1	64
Sisal	1	3	33	1	2	0	2	2	4	2	14	4	18	0	21	2	2	0	0	63

Vector utilizado para la estimación de riqueza de especies por el índice de Chao 2 en el programa iNEXT (Chao *et al.*, 2013; Hsieh *et al.*, 2013); Se señala en negritas el número de esponjas recolectadas por arrecife y total general. Cada celda representa el número de incidencias de las 17 especies de camarones carídeos que se consideraron para el análisis.

Total	224	2	9	20	13	6	4	1	1	26	1	17	8	15	2	16	2	6	18	1	42
Alacranes	122	1	7	10	12	5	4	0	0	24	0	11	5	9	2	5	1	5	18	1	13
Sisal	102	1	2	10	1	1	0	1	1	2	1	6	3	6	0	11	1	1	0	0	29

ANEXO III. MATRIZ DE ABUNDANCIA PARA ANALIZAR SOBREPOSICIÓN DE NICHO

	<i>Aiolochoroia crassa</i>	<i>Amphimedon compressa</i>	<i>Aplysina fistularis</i>	<i>Aplysina lacunosa</i>	<i>Aplysina caissara</i>	<i>Batzella sp.</i>	<i>Callyspongia fallax</i>	<i>Callyspongia plicifera</i>	<i>Callyspongia vaginalis</i>	<i>Clathria foliacea</i>	<i>Dysidea sp.</i>	<i>Dysidea variabilis</i>	<i>Igernella notabilis</i>	<i>Ircinia felix</i>	<i>Ircinia strobilina</i>	<i>Monanchora arbuscula</i>	<i>Mycale laxissima</i>	<i>Niphates erecta</i>	<i>Pandaros acanthifolium</i>	<i>Phorbas amaranthus</i>	<i>Tedania ignis</i>	<i>Verongula reswigi</i>	<i>Ircinia strobilina</i>
<i>S. brevicarpus</i>	18	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	4
<i>S. fritzmuelleri</i>	1	0	7	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	7	2	2	0	0	2	3	0
<i>S. dominicensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. townsendi</i>	9	6	0	40	1	11	0	0	0	19	5	1	6	0	0	12	9	0	2	6	0	0	0
<i>P. carabicus</i>	3	9	0	3	0	0	1	7	0	0	0	1	0	0	0	3	13	22	0	0	1	0	0
<i>P. sandyi</i>	0	0	1	0	0	3	0	0	74	7	0	0	2	3	0	2	11	0	0	0	0	1	0
<i>A. antiguensis</i>	1	0	3	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0
<i>P. schmitti</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	22	1	0	0	0	0	0	0
<i>P. perlatus</i>	10	0	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. hemphilli</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. bermudensis</i>	0	0	8	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. agelas</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. pedersenii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. bredini</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. pearsei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Periclimenaeus sp2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Periclimenaeus sp1</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANEXO IV. MATRIZ DE PRESENCIA- AUSENCIA PARA ANALIZAR CO-OCURRENCIA DE ESPECIES

	<i>Aiolochroia crassa</i>	<i>Amphimedon compressa</i>	<i>Aplysina fistularis</i>	<i>Aplysina lacunosa</i>	<i>Aplysina caissara</i>	<i>Batzella sp.</i>	<i>Callyspongia fallax</i>	<i>Callyspongia plicifera</i>	<i>Callyspongia vaginalis</i>	<i>Clathria foliacea</i>	<i>Dysidea sp (nv. sp)</i>	<i>Dysidea variabilis</i>	<i>Igemella notabilis</i>	<i>Ircinia felix. Fistularis</i>	<i>Ircinia strobilina</i>	<i>Monanchora arbuscula</i>	<i>Mycale laxissima</i>	<i>Niphates erecta</i>	<i>Pandaros acanthifolium</i>	<i>Phorbas amaranthus</i>	<i>Tedania ignis</i>	<i>Verongula reswigi</i>	<i>Ircinia strobilina</i>
<i>S. brevicarpus</i>	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
<i>S. fritzmulleri</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0
<i>S. dominicensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. townsendi</i>	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
<i>P. caraibicus</i>	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
<i>P. sandyi</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0
<i>A. antiguensis</i>	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>P. schmitti</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>P. perlatus</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. hemphilli</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. bermudensis</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. agelas</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. pedersenii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. bredini</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. pearsei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Periclimenaeussp2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Periclimenaeussp1</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANEXO V. TOTAL DE ESPECIES DE ESPONJAS RECOLECTADAS

Lista de las especies de esponjas que se colectaron en Sisal (S) y Alacranes (A). Se señalan las especies que se compartieron entre arrecifes (B), así como aquellas especies que presentaron carídeos asociados

Orden/Familia	Especie	Localidad	Con carídeos
O. Spirophorida, Tetillidae	<i>Ciachyrella kuekenthally</i>	A	
O. Astrophorida, Geodiidae	<i>Erylus formosus</i>	A	
	<i>Geodia neptuni</i>	A	
O. Poecilosclerida, Microcionidae	<i>Clathria sp.</i>	S	
	<i>Clathria echinata</i>	S	
	<i>Clathria foliacea</i>	S	*
	<i>Clathria spinosa</i>	S	
	<i>Clathria virgultosa</i>	A	
	<i>Pandaros acanthifolium</i>	S	*
O. Poecilosclerida, Raspailiidae	<i>Ectyoplasia ferox</i>	S	
O. Poecilosclerida, Tedaniidae	<i>Tedania (Tedania) ignis</i>	A	*
O. Poecilosclerida, Mycalidae	<i>Mycale (Arenochalina) laxissima</i>	B	*
O. Poecilosclerida, Chondropsidae	<i>Batzella sp</i>	S	*
O. Poecilosclerida, Crambeidae	<i>Monanchora arbuscula</i>	B	*
O. Poecilosclerida, Desmacididae	<i>Desmapsamma anchorata</i>	A	
O. Poecilosclerida, Hymedesmiidae	<i>Phorbas amaranthus</i>	S	*
O. Poecilosclerida, Iotrochotidae	<i>Iotrochota birotulata</i>	A	
O. Halichondrida, Axinellidae	<i>Axinella waltonsmithi</i>	S	
	<i>Ptilocaulis walpersi</i>	S	
O. Haplosclerida, Callyspongiidae	<i>Callyspongia fallax</i>	A	*
	<i>Callyspongia plicifera</i>	A	*
	<i>Callyspongia vaginalis</i>	B	*
O. Haplosclerida, Niphatidae	<i>Amphimedon complanata</i>	S	
	<i>Amphimedon compressa</i>	A	*
	<i>Niphates cf. caysedoi</i>	A	
	<i>Niphates erecta</i>	B	*
O. Dyctioceratida, Dysideidae	<i>Dysidea sp. 1</i>	S	*
	<i>Dysidea sp. 2</i>	S	
	<i>Dysidea variabilis</i>	A	*
O. Dendroceratida, Darwinellidae	<i>Chelonaplysilla sp.</i>	S	
	<i>Igernella notabilis</i>	S	*
O. Dyctioceratida, Irciniidae	<i>Ircinia felix</i>	B	*
	<i>Ircinia strobilina</i>	B	*
O. Verongida, Aplysinidae	<i>Aiolochoxia crassa</i>	B	*
	<i>Aplysina fistularis</i>	B	*
	<i>Aplysina lacunosa</i>	A	*
	<i>Aplysina af. insularis</i>	S	
	<i>Aplysinia fulva</i>	S	*
	<i>Verongula reswigi</i>	A	*
	<i>Verongula rigida</i>	A	

ANEXO VI. DATOS GENERALES DE LOS CAMARONES CARÍDEOS

Especies de carídeos encontrados en las esponjas muestreadas en Sisal. La N de hospederos hace referencia al total de individuos de esponjas colectadas, mientras que la N de carídeos se refiere al total de individuos de carídeos encontrados en los hospederos.

	<i>A. crassa</i>	<i>A. fistularis</i>	<i>C. foliacea</i>	<i>Batzella sp.</i>	<i>M. arbuscula</i>	<i>I. notabilis</i>	<i>P. amaranthus</i>	<i>N. erecta</i>	<i>M. laxissima</i>	<i>I. strobilina</i>	<i>A. fulva</i>	<i>C. vaginalis</i>	<i>P. acanthifolium</i>	<i>Dysidea sp.</i>	Abundancia de carídeos	Total de Hospederos utilizados
<i>Total de esponjas muestreadas (102)</i>	16	20	10	14	10	9	4	6	4	2	1	1	2	3		
<i>Total de especies de carídeos simbiotes</i>	3	7	5	4	3	4	1	2	6	2	1	2	2	3		
<i>A. antiguensis</i>		1	2												3	2
<i>C. americanus</i>			28	1	1				2					1	33	5
<i>H. bermudensis</i>		1													1	1
<i>Periclimenaeus sp 1</i>		2													2	1
<i>P. bredini</i>		2													2	1
<i>P. caraibicus</i>								2	2						4	2
<i>P. pearsei</i>										2					2	1
<i>P. perlatus</i>	2	12													14	2
<i>P. schmitti</i>		3							1						4	2
<i>P. sandyi</i>		1	7	3		2			5						18	5
<i>L. pedersenii</i>												2			2	1
<i>A. angulosus</i>						1									1	1
<i>S. hempilli</i>												2			2	1
<i>S. brevicarpus</i>	10			1	3			1		4				2	21	6
<i>S. dominicensis</i>			2												2	1
<i>S. townsendi</i>	1		19	11	8	6	6		4		1		2	5	63	10
	13	22	48	16	10	9	6	3	14	6	1	2	2	8	174	

Especies de carídeos encontrados en las esponjas muestreadas en Alacranes. La N de hospederos hace referencia al total de individuos de esponjas colectadas, mientras que la N de carídeos se refiere al total de individuos de carídeos encontrados en el total de hospederos.

	<i>A. crassa</i>	<i>A. compressa</i>	<i>A. fistularis</i>	<i>A. lacunosa</i>	<i>C. vaginalis</i>	<i>M. arbuscula</i>	<i>M. laxissima</i>	<i>N. erecta</i>	<i>D. variabilis</i>	<i>T. ignis</i>	<i>V. reswigi</i>	<i>I. felix.</i>	<i>I. strobilina</i>	<i>C. fallax</i>	<i>C. plicifera</i>	Abundancia de carídeos	Total de Hospederos utilizados
<i>Total de esponjas muestreadas (122)</i>	20	10	13	11	10	12	8	13	4	1	5	6	2	2	5		
<i>Total de especies de carídeos simbiosntes</i>	8	2	6	6	5	8	7	4	3	2	2	3	2	2	4		
<i>A. antiguensis</i>	1		2	1			4						2		1	11	6
<i>C. americanus</i>	3		1		3	3	1		3						2	16	7
<i>H. bermudensis</i>			7	12												19	2
<i>Periclimenaeus sp2</i>												7				7	1
<i>P. caraibicus</i>	3	9		3		3	11	20	1	1				1	7	59	10
<i>P. perlatus</i>	8		10	1												19	3
<i>P. schmitti</i>						22							3			25	2
<i>P. sandyi</i>					74	2	6				1	3				86	5
<i>L. pedersenii</i>					12											12	1
<i>A. angulosus</i>								1								1	1
<i>S. agelas</i>						2										2	1
<i>S. brevicarpus</i>	8		1													9	2
<i>S. dominicensis</i>	1															1	1
<i>S. hemphilli</i>					8										2	10	2
<i>S. fritzmuelleri</i>	1		7	8		7	2	2		2	3	4				36	9
<i>S. scaphoceris</i>							1									1	1
<i>S. townsendi</i>	8	6		40		4	5		1							64	6
	33	15	28	65	97	43	30	23	5	3	4	14	5	1	12	378	



VIII Reunión Alejandro Villalobos Nacional

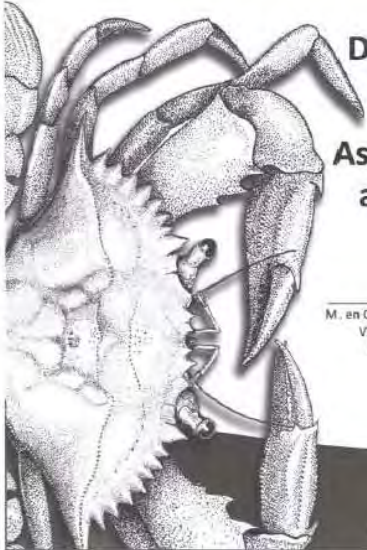
otorga la presente


CONSTANCIA A:

Diana Marlén Ugalde García y Nuno Simões


Por haber participado con la ponencia:


Aspectos ecológicos de los camarones carídeos asociados a esponjas de la costa sureste del golfo de México: resultados preliminares





M. en C. Gerardo E. Leyte Morales
Vice Rector Académico
Universidad del Mar


Dra. Socorro García Madrigal
Comité organizador


Dr. Rolando Bastida Zavala
Comité organizador


Dr. Fernando Álvarez Noguera
Comité organizador


Dr. José L. Villalobos Hiriart
Comité organizador



IV CONGRESO MEXICANO DE ECOLOGÍA



La Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
y la Sociedad Científica Mexicana de Ecología, A. C.
Otorgan la presente




Constancia

**a: Diana Marlen Ugalde García, Nuno Simões Dias Marques, Margarita Hermoso Salazar,
Patricia Gómez López**

Por su participación con la ponencia Oral:

Carídeos asociados a esponjas marinas de la costa Sureste del Golfo de México

Villahermosa, Tabasco del 18 al 22 de marzo del 2013


M.C. Rosa Martha Padrón López
Directora de la DACBIOL-UJAT


Dr. Jorge López Portillo Guzmán
Presidente de la SCME



THE CRUSTACEAN SOCIETY
&
**LATIN AMERICAN
ASSOCIATION OF CARCINOLOGY**

present this
Certificate of Participation
to:
Nuno Simões

who presented the talk "Sponge-dwelling caridean shrimps from southeast Gulf of Mexico" authored by
Diana UGALDE; Nuno SIMÕES; Maite MASCARO-MIQUELAJUREGUI; Margarita HERMOSO-SALAZAR;
Patricia GÓMEZ

during the:

**SUMMER MEETING
COSTA RICA
San José, 07-11 July 2013**



Michel Hendrickx
ALCARCINUS President



Ingo Wehrtmann
Host



Christopher Tudge
TCS President











La Sociedad Mexicana de Arrecifes Coralinos y la Unidad
Académica Sisal de la Universidad Nacional Autónoma
de México otorgan la presente


CONSTANCIA

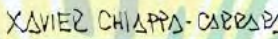
**Ugalde García Diana Marlen, Simões Nuno, Mascaro-
Miquelajauregui Maite, Hermoso-Salazar Margarita y Gómez
Patricia**

Por su participación con el poster en el
7º Congreso Mexicano y 1er Congreso Panamericano de Arrecifes Coralinos
con el trabajo titulado: "Camarones carideos asociados a esponjas del sureste del Golfo de
México"

8 al 11 de octubre de 2013. Mérida, Yucatán, México


Dr. José D. Carriquiry Beltrán
 Presidente de la Sociedad
 Mexicana de Arrecifes Coralinos


Dr. Joaquín R. Garza Pérez
 Presidente del Comité Organizador Local


Dr. Xavier Chiappa Carrara
 Coordinador General
 UAS-UNAM



La Sociedad Mexicana de Arrecifes Coralinos y la Unidad Académica Sisal de la Universidad Nacional Autónoma de México otorgan la presente

CONSTANCIA

Ugalde García Diana Marlen, Gómez Patricia y Simões Nuno
por su participación como ponente en el

7º Congreso Mexicano y 1er Congreso Panamericano de Arrecifes Coralinos
con el trabajo titulado: "Esponjas marinas, un componente importante de los arrecifes de coral:
Avances en el conocimiento de su diversidad en el Sureste del Golfo de México"

8 al 11 de octubre de 2013. Mérida, Yucatán, México

Dr. José D. Carriquiry Beltrán
Presidente de la Sociedad Mexicana de Arrecifes Coralinos

Dr. Joaquín R. Gerza Pérez
Presidente del Comité Organizador Local

Dr. Xavier Chiappa Carrara
Coordinador General UAS-UNAM