

FAUNÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN DE DEMOSPONGIAE: PORIFERA DEL ARRECIFE ENMEDIO, SISTEMA ARRECIFAL LOBOS-TUXPAN, MÉXICO

De la Cruz-Francisco, Vicencio, Marlene González-González & Itzel Morales-Quijano

Carrera de Biología Marina, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus Tuxpan, Universidad Veracruzana. Carretera Tuxpan-Tampico, Km 7.5. CP 92850, Tuxpan, Veracruz, México. email: delacruzfl7@hotmail.com.

RESUMEN. El conocimiento sobre las esponjas en los arrecifes del norte de Veracruz se ha incrementado, sin embargo aún existen formaciones coralinas para las que no existen listas faunísticas. Por este motivo el presente trabajo realiza el primer inventario de especies de esponjas para el arrecife Enmedio. Los muestreos se efectuaron durante el periodo noviembre 2014-octubre 2015; así, en la zona de sotavento, planicie y barlovento se establecieron cinco sitios de muestreo para el registro de las especies a lo largo de transectos de banda de 50 m x 2 m. La distribución de especies de esponjas se determinó estimando la frecuencia relativa por zonas y para determinar semejanzas y sus diferencias significativas se aplicaron técnicas multivariantes, análisis de similitud porcentual (SIMPER), análisis de similitud ANOSIM y el método de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS). Se registraron 32 especies de esponjas pertenecientes a la Clase Demospongiae, siendo el Orden Haplosclerida el más diverso en especies. Se amplía el rango de distribución geográfica de *Spirastrella* aff. *mollis* para el SW del Golfo de México. Las especies de amplia distribución en el arrecife fueron *Amphimedon compressa*, *Amphimedon viridis*, *Scopalina ruetzleri*, *Aplysina muryciana*, *Cribrachalina dura* e *Iotrochota birotulata*, las cuales acumularon el 50.54% de la frecuencia relativa. Sotavento fue la zona arrecifal con mayor riqueza específica con 25 especies y la planicie concentró la menor riqueza con nueve especies, estas diferencias son estadísticamente significativas. La composición y distribución de las esponjas es heterogénea en el arrecife, siendo el área de sotavento la más apropiada para las esponjas por ser una zona profunda y protegida del oleaje.

Palabras clave: Frecuencia relativa, oleaje, Porifera, profundidad, zonación

Faunistics and distribution of Demospongiae: Porifera from the Enmedio Reef, Lobos-Tuxpan Reef System, México

ABSTRACT. Information on sponges from reefs of northern of Veracruz has increased, however coral formations still exist for which there are no faunal lists. For this reason, this report provides the first inventory of sponges for the Enmedio reef. Sampling was completed during the November 2014-October 2015 period; five sampling sites were established in the leeward, flatland and windward area for recording species along belt transects of 50 m x 2 m. The distribution of species of sponges was determined by estimating the relative frequency in each zone; to determine similarities and significant differences multivariate techniques were applied, such as similarity percentage analysis (SIMPER), analysis of similarity (ANOSIM) and non-metric multidimensional scaling (NMDS). We recorded 32 species of sponges belonging to the Class Demospongiae; the Order Haplosclerida had the most species diversity. The geographic range distribution of *Spirastrella* aff. *Mollis* is extended to the southwest Gulf of Mexico. Species of wide distribution on the reef were *Amphimedon compressa*, *Amphimedon viridis*, *Scopalina ruetzleri*, *Aplysina muryciana*, *Cribrachalina dura* and *Iotrochota birotulata*, which accumulated 50.54% of the relative frequency. Leeward was the reef area with the highest species richness with 25 species and the flatland gathered the lowest species richness with nine. These differences were statistically significant. The composition and distribution of the sponges are heterogeneous on the reef. The leeward area being a deep zone, protected from swell, was the most favorable habitat for the surveyed sponges.

Keywords: Depth, Porifera, relative frequency, swell, zoning

De la Cruz-Francisco, V., M. González-González & I. Morales-Quijano. 2016. Faunística y distribución de Demospongiae: Porifera del arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, México. *CICIMAR Océánides*, 31(1): 7-16.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento del Phylum Porifera se ha incrementado considerablemente en las últimas dos décadas; los datos actuales indican la existencia de alrededor de 11 000 especies a nivel mundial (Van Soest *et al.*, 2012) y están clasificadas taxonómicamente en cuatro clases: Calcarea, Hexactinellida, Homoscleromorpha y Demospongiae, siendo esta última categoría la más diversa (Morrow & Cárdenas, 2015). En México se ha tenido un importante avance en los últimos años y se reconoce que poco más de la mitad de las especies de esponjas se distribuyen en el Atlántico Mexicano comparado con el

Pacífico; la Clase Demospongiae es la más diversa en especies. Sin embargo, una de las regiones menos representativas del lado del Atlántico corresponde al suroeste del Golfo de México, lo cual puede ser resultado de la falta de estudios (Carballo *et al.*, 2014), dado que en esta área geográfica son pocos los trabajos realizados; solamente destacan los registros de Gómez (2002; 2007) para el Sistema Arrecifal Veracruzano y los primeros reportes realizados por González-Gándara *et al.* (2009; 2015) para los arrecifes del sur y norte de Veracruz.

Si bien los registros previos de esponjas (Gómez, 2002; 2007; González-Gándara *et al.*, 2009;

Fecha de aceptación: 18 de mayo de 2016

Fecha de recepción: 03 de abril de 2016

2015) son importantes para los arrecifes de Veracruz, es necesario reducir aún más el vacío de información que presenta este grupo taxonómico, pues aún quedan formaciones coralinas por explorar como los arrecifes Enmedio, Tanhuijo y los arrecifes no emergentes Oro Verde y Pantepec, ecosistemas marinos que solo cuentan con información sobre peces arrecifales (González-Gándara, 2003; González-Gándara *et al.*, 2013). Así, el presente trabajo realiza el primer inventario de las esponjas del arrecife Enmedio y aporta datos sobre la distribución de las especies en las zonas arrecifales: sotavento, planicie y barlovento, las cuales se distinguen por la profundidad y dinámica del oleaje (Jordán-Dalhgren, 1993; Chávez *et al.*, 2010).

MATERIAL Y MÉTODO

Durante el periodo septiembre 2014-noviembre 2015 se realizaron muestreos en el arrecife Enmedio, estableciéndose cinco sitios en sotavento y barlovento a una profundidad de 10-15 m y cinco sitios más en la planicie arrecifal (Fig. 1). Este ecosistema marino se localiza entre los 21° 00' 27" N y 97° 10' 36" W; es un arrecife de tipo plataforma y tiene una longitud menor a 500 m (Tunnell *et al.*, 2010); forma parte del área de protección de Flora y Fauna "Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan" (SEMARNAT

y CONANP 2014). En cada sitio se tendieron tres líneas de banda de 50 m x 2 m (equivalente a 100 m² de superficie en cada uno) paralelos al arrecife, sobre los cuales se registraron las especies de esponjas. La mayor parte de las esponjas se identificaron en campo mediante un entrenamiento previo, utilizando literatura especializada (Gómez 2002; Humann & Deloach, 2002; Collin *et al.*, 2005). Las especies que resultaron dudosas se recolectaron; básicamente se desprendieron del sustrato empleando una navaja y se almacenaron en bolsas de polietileno para su transporte.

En el laboratorio los especímenes recolectados se fijaron en formol al 4% y después de 24 h fueron transferidos a alcohol al 70% (Cruz-Barraza & Carballo, 2008). La identificación taxonómica se realizó con base en la reticulación esquelética, tipo de espículas y fibras de esponjina, así como consistencia, forma y coloración que adquieren en preservado. Para tal fin se utilizaron las publicaciones de: De Weerdt *et al.* (1991), Gómez (2002; 2007), Hooper (2002), Rützler (2002), Collin *et al.* (2005), Rützler *et al.* (2007), Cárdenas *et al.* (2009), Valderrama y Zea (2013), Parra-Velandia *et al.* (2014), Ugalde *et al.* (2015); los ejemplares recolectados se depositaron en la colección de Invertebrados de la Facultad de Ciencias Biológicas (Clave: DF-CC-279-13).

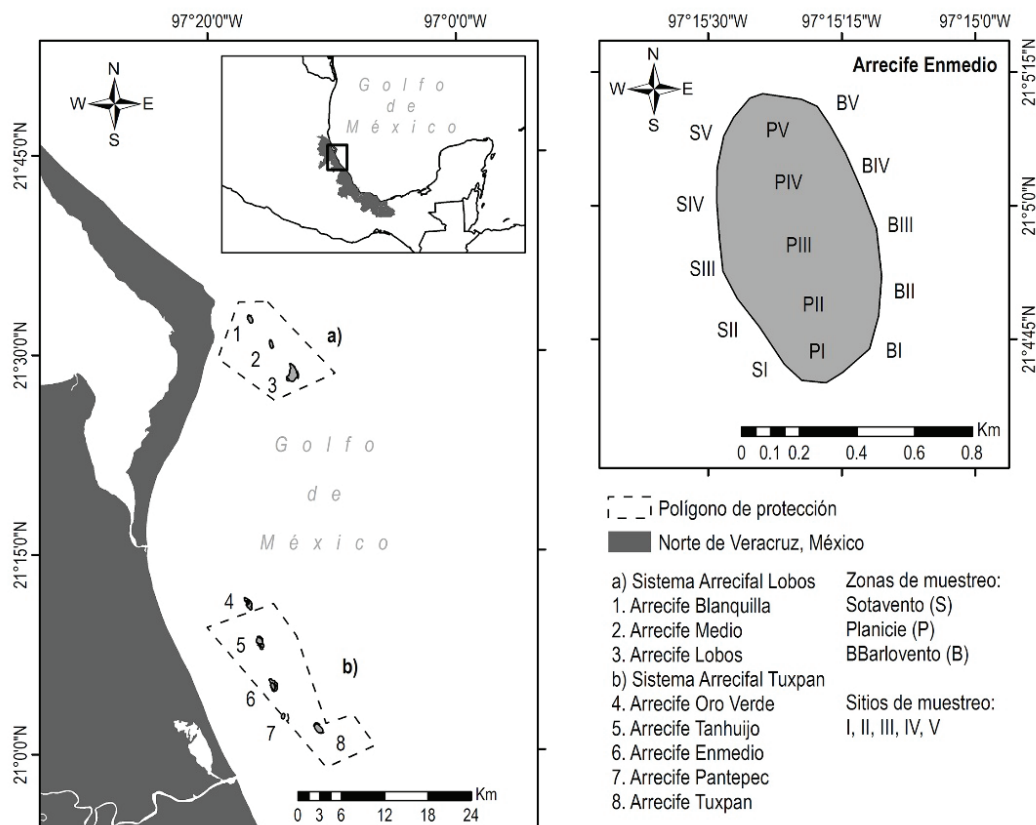


Figura 1. Localización geográfica del arrecife Enmedio y distribución de los sitios de muestreo.

Para actualizar la nomenclatura de los nombres científicos se consultó la base de datos World Register of Marine Species (www.marinespecies.org). Mientras que el arreglo sistemático se realizó con base en la propuesta de Morrow y Cárdenas (2015).

Procesamiento de datos

Con la información de las especies registradas por línea de banda, se calculó el porcentaje de representatividad del muestreo, también llamado índice de completitud, el cual consistió en dividir el valor de la riqueza observada (multiplicado por 100) entre el valor de la riqueza esperada del estimador no paramétrico Chao 2; se utilizó este índice dado que es menos sesgado para muestras pequeñas (Colwell *et al.*, 2004); asimismo, se consideró como eficiente el muestreo a partir de 90% de representatividad (Moreno & Halffter, 2000). Tanto los valores de la riqueza observada como la estimada se obtuvieron con el programa EstimateS, versión 8.2 (Colwell, 2006) y se utilizaron para derivar la curva acumulativa de especies. Además, se determinó la existencia de diferencias significativas en la riqueza de especies entre las zonas arrecifales mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, dado que los datos de riqueza no cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad. Se utilizó el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 22.0 (IBM Corp. Released, 2013).

Para describir la distribución de las esponjas en el arrecife Enmedio se estimó la frecuencia relativa de cada especie de manera total y por zona arrecifal, considerando la presencia de especies registradas por línea de banda. Se determinó la similitud de los sitios de muestreo realizando un análisis de similitud con la prueba ANOSIM; como método de

clasificación se utilizó la técnica de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) con distancia de Jaccard para representar gráficamente el ordenamiento de los sitios. Asimismo, se realizó un SIMPER para detectar qué especies contribuyen a la diferenciación o similitud entre los grupos formados. Todo el análisis multivariado se efectuó mediante el programa Primer V7 (Clarke & Gorley, 2015).

RESULTADOS

Para el arrecife Enmedio se determinó un total de 32 especies de esponjas de la Clase Desmospongiae, las cuales están representadas en 11 órdenes, 21 familias y 26 géneros; el Orden Haplosclerida presentó el mayor número de taxa con siete. De acuerdo al índice de completitud la representatividad del muestreo es de 90%, lo que significa que aún faltan por registrar otros taxa, tal y como se muestra en la curva de acumulación de especies observadas y estimadas, las cuales no alcanzan plenamente la asíntota (Fig. 2).

Con respecto a las zonas arrecifales, las pendientes profundas (10-15m) concentran mayor número de especies promedio; primero destaca sotavento con 10 (± 0.6), seguido de barlovento con 5 (± 0.5); por el contrario, la planicie es la menos representativa con 3 (± 0.5), por lo que estos contrastes son estadísticamente significativos ($H=32.4881$; $p=0.0001$). Las especies con mayor incidencia en el arrecife fueron *Amphimedon compressa*, *Amphimedon viridis*, *Scopalina ruetzleri*, *Aplysina muryciana*, *Cribrachalina dura* e *Iotrochota birotulata*, las cuales acumulan el 50.54% de frecuencia relativa (Tabla 1).

A nivel de zona arrecifal la incidencia cambia en las especies: en sotavento, al concentrar un ma-

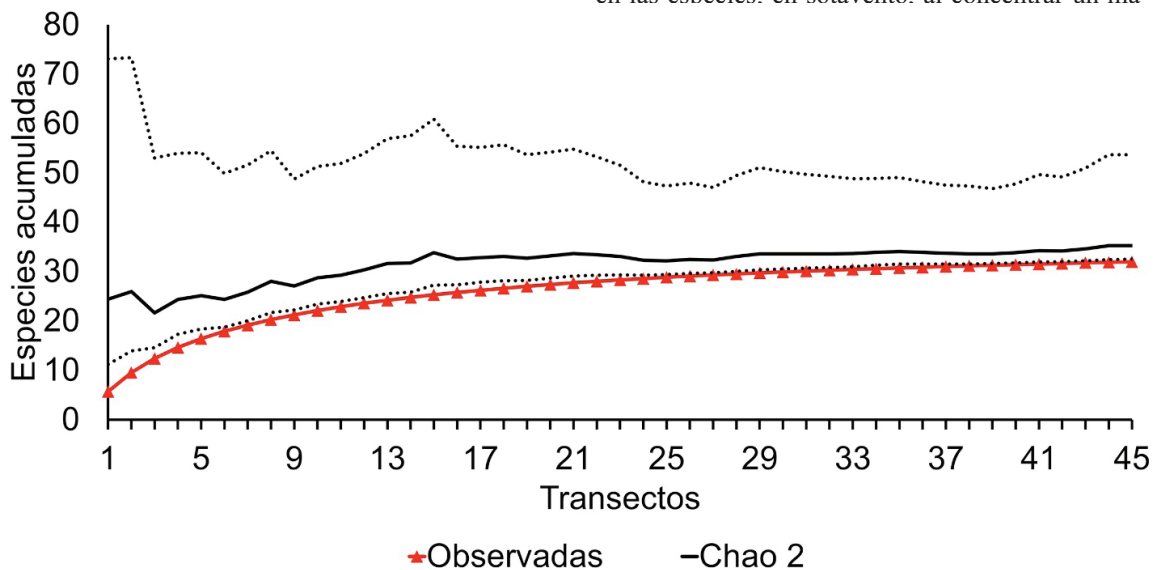


Figura 2. Número de especies de esponjas observadas y estimadas (Chao 2) en el arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. Las líneas punteadas negras indican el intervalo de confianza (superior e inferior) a 95% del estimador Chao 2.

Tabla 1. Lista sistemática y valores de frecuencia relativa de las especies de esponjas registradas en el arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. * Nuevo registro para el SALT, ** Nuevo registro para el suroeste del Golfo de México. Sotavento: S, Planicie: P, Barlovento: B, valor porcentual: %

Categorías taxonómicas	S%	P%	B%	Total%
Clase: Demospongiae				
Subclase: Verongimorpha				
Orden: Chondrosiida				
Familia: Chondrosiidae				
<i>Chondrosia</i> sp.	0	0	4.1	1.10
Orden: Chondrillida				
Familia: Chondrillidae				
<i>Chondrilla caribensis</i> Rützler, Duran & Piantoni, 2007	3.1	2.0	0	2.2
Familia: Halisarcidae				
<i>Halisarca caerulea</i> Vacelet & Donadey, 1987 *	3.1	0	0	1.8
Orden: Verongiida				
Familia: Aplysinidae				
<i>Aiolochoxia crassa</i> (Hyatt, 1875)	5.0	0	1.4	3.3
<i>Aplysina fistularis</i> (Pallas, 1766)	8.2	0	0	4.8
<i>Aplysina muricyana</i> Pinheiro, Hajdu & custodio, 2007	7.6	0	9.6	7.0
<i>Verongula rigida</i> (Esper, 1794) *	1.9	0	0	1.1
Subclase: Keratosa				
Orden: Dictyoceratida				
Familia: Dysideidae				
<i>Dysidea etheria</i> de Laubenfels, 1936	0.6	0	2.7	1.1
Familia: Ircinidae				
<i>Ircinia felix</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	1.9	0	0	1.1
<i>Ircina strobilina</i> (Lamarck 1816)	3.8	0	0	2.2
Subclase: Hereoscleromorpha				
Orden: Haploscerida				
Familia: Callyspongiidae				
<i>Callyspongia (Cladochalina) armigera</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864	4.4	0	0	2.6
Familia: Chalinidae				
<i>Haliclona (Reniera) mucifibrosa</i> de Weerdt, Rützler & Smith, 1991	0	4.1	0	0.7
Familia: Niphatidae				
<i>Amphimedon compressa</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	8.8	26.5	13.7	13.6
<i>Amphimedon viridis</i> Duchassaing & Michelotti, 1864	1.3	42.6	2.7	9.2
<i>Cribrochalina dura</i> (Wilson, 1902)	8.2	0	8.2	7.0
<i>Niphates erecta</i> Duchassaing & Michelotti, 1864	2.5	0	6.9	3.3

Tabla 1. Continuación.

Categorías taxonómicas	S%	P%	B%	Total%
Familia: Phloeodictyidae				
<i>Siphonodictyon coralliphagum</i> Rützler, 1971	0	0	1.4	0.4
Orden: Scopalinida				
Familia: Scopalinidae				
<i>Scopalina ruetzleri</i> (Wiedenmayer, 1977)	6.9	0	16.4	8.4
Orden: Axinellida				
Familia: Raspailiidae				
<i>Ectyoplasia ferox</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	3.8	0	0	2.2
Orden: Tetractinellida				
Familia: Geodiidae				
<i>Geodia neptuni</i> (Sollas, 1886)	0	0	1.4	0.4
Familia: Tetillidae				
<i>Cinachyrella kuekenthali</i> (Uliczka, 1929) *	0	2.0	0	0.4
Orden: Agelasida				
Familia: Agelasidae				
<i>Agelas clathrodes</i> (Schmidt, 1870)	1.9	0	0	1.1
<i>Agelas</i> sp. (forma tubular)	1.3	0	0	0.7
Orden: Poecilosclerida				
Familia: Acarnidae				
<i>Acarnus nicoleae</i> Van Soest, Hooper & Hiemstra, 1991 *	0	2.0	0	0.4
Familia: Crambeidae				
<i>Monachora arbuscula</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	1.3	0	0	0.7
Familia: Iotrochotidae				
<i>Iotrochota birotulata</i> (Higgin, 1877)	5.7	0	8.2	5.5
Familia: Microcionidae				
<i>Clathria (Thalysias) virgultosa</i> (Lamarck, 1814) *	3.8	0	11.0	5.1
Familia: Mycalidae				
<i>Mycale laxissima</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	1.9	0	0	1.1
Orden: Clionaida				
Familia: Clionaidae				
<i>Cliona delitrix</i> Pang, 1937	3.1	0	8.2	4.0
<i>Cliona varians</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	1.3	8.2	0	2.2
Familia: Spirastrellidae				
<i>Spirastrella coccinea</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864) *	3.8	4.1	1.4	3.3
<i>Spirastrella</i> aff. <i>mollis</i> Verrill, 1907 **	0	8.2	2.7	2.2

yor número de taxa (Tabla 1) la frecuencia relativa se reparte en mayor número de especies siendo las más comunes *A. compressa*, *C. dura*, *A. fistularis*, *A. myriciana*, *I. birotulata* y *Ailochroia crassa*, mientras en la planicie solamente lo caracterizan en orden de importancia *A. viridis* y *A. compressa*. Por el contrario en barlovento, *A. compressa* es la más común seguido de *S. ruetzleri*, *Clathria virgultuosa* y *Aplysina muryciana* (Tabla 1).

Con base en el análisis ANOSIM, las composición de esponjas registradas en las áreas arrecifales son estadísticamente diferentes ($R_{\text{global}} = 0.826$, $p = 0.001$); la técnica de ordenación NMDS con base en la distancia de Jaccard muestra plenamente la separación de las zonas arrecifales (Fig. 3), apreciándose que los sitios de la planicie son más distantes con un valor de 70% y 60% de disimilitud con sotavento y barlovento, respectivamente. Estas pendientes profundas muestran una semejanza de 50%; la prueba SIMPER indica que dos especies causan la similitud de la planicie, mientras que en sotavento son 14 especies las que generan la similitud de los sitios. En cambio, en barlovento son cinco las especies que causan la semejanza (Tabla 2).

Nuevo registro

Se amplía el rango de distribución geográfica de *Spirastrella aff. mollis* Verrill, 1907 para el Suroeste del Golfo de México, dado que previamente es reportado solo al sureste del Golfo. Por lo tanto, se aporta una breve descripción de la especie *Spirastrella aff. Mollis*. Este presenta una forma de incrustante a masiva y muestra elevaciones que coinciden con los canales traslucidos, la coloración en vivo es

anaranjado y en ocasiones naranja rojizo; la superficie es áspera al tacto y presenta una consistencia firme (Fig. 4a, b). Conservada en alcohol adquiere una coloración beige claro. La reticulación esquelética está compuesto por megascleras monoactinas de tipo tiloestiles (Fig. 4c) y por espículas ásteres densas de las que se distinguen dos tipos: espirásteres tipo I, grandes y con espinas gruesas (Fig. 4e) y espirásteres tipo II, pequeñas, delgadas y alargadas, provistas de espinas agudas (Fig. 4d). El material examinado (DF-CC-00835/Prf, DF-CC-00836/Prf) fue recolectado en la planicie arrecifal (21° 4' 54.9" N, 90° 15' 21.1" W) debajo de una roca coralina. Esta especie es de hábitos cripticos, se observó comúnmente incrustada entre las grietas del pavimento coralino de la planicie arrecifal.

DISCUSIÓN

La riqueza de esponjas registradas en el arrecife Enmedio se considera representativa, además de que posee mayor número de especies comparado con los arrecifes Tuxpan (17 especies) y Blake (25), solo superado por el sistema arrecifal Lobos (región marina 47) que presenta 38 especies (González-Gándara *et al.*, 2009; González-Gándara *et al.*, 2015). Con base en estos datos recientes, se determina que el número de registros para el norte de Veracruz es de 51 especies, por lo que empareja al Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) en riqueza de esponjas (Gómez 2007; Gómez, 2014). En cambio, los arrecifes que se ubican al sur del estado presentan menos registros (González-Gándara *et al.*, 2015). Al unificar toda esta información, la riqueza de esponjas para Veracruz alcanza hasta este estudio 69 especies; esta cifra puede seguir incrementándose con un mayor

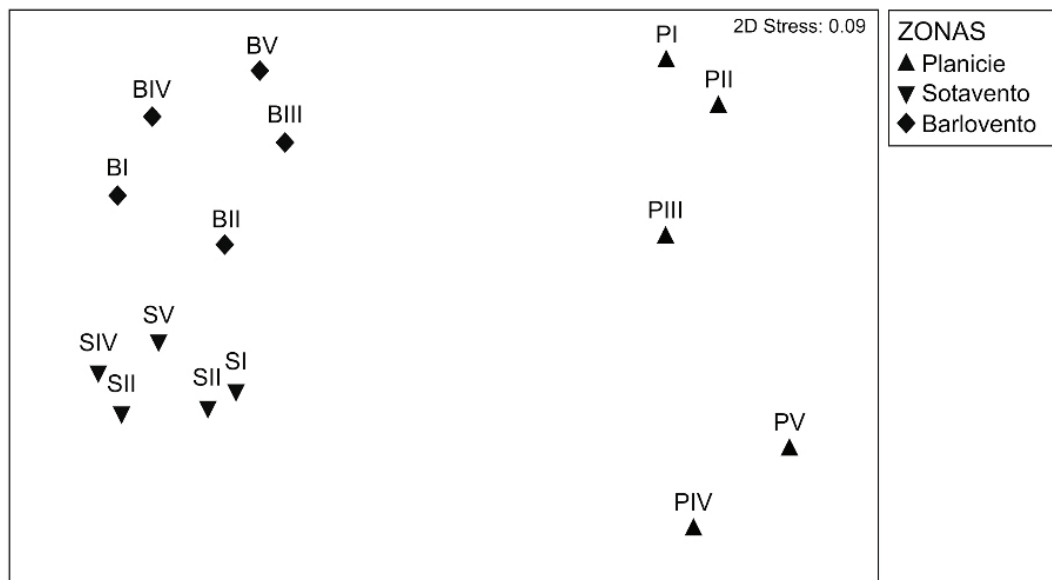


Figura 3. Análisis NMDS con base en la composición de especies de esponjas a nivel sitios de muestreo para el arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan..

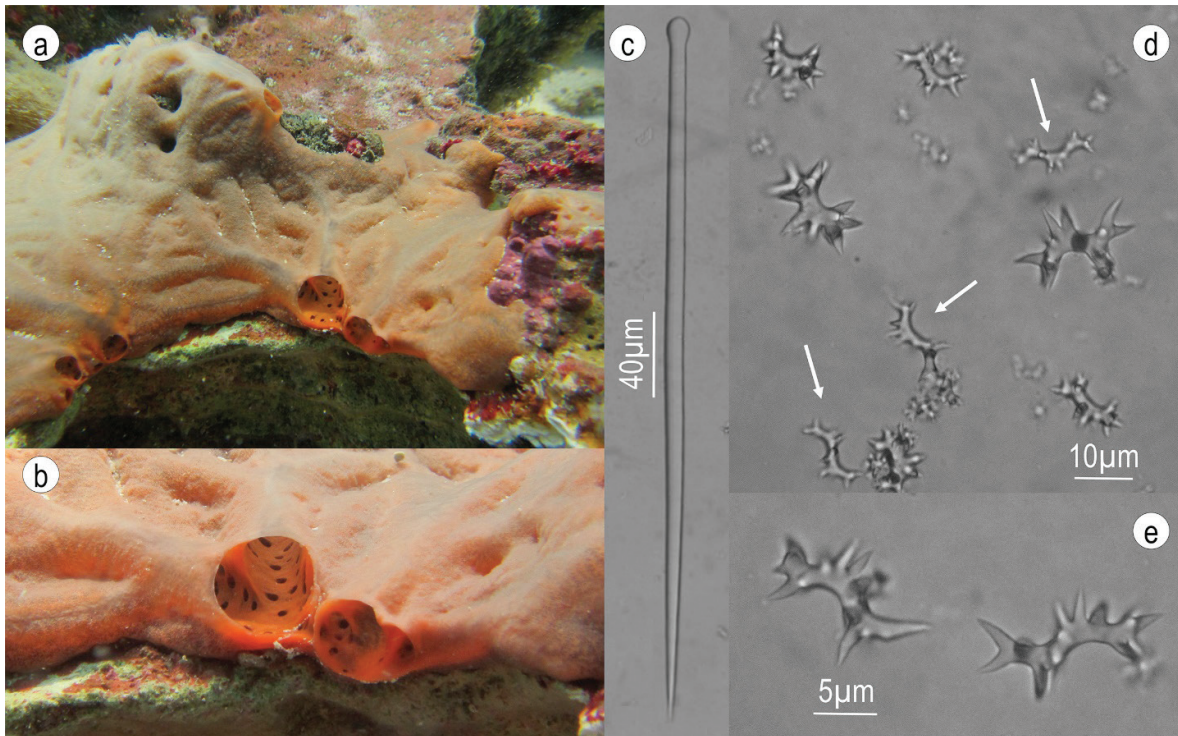


Figura 4. *Spirastrella* aff. *mollis*, nuevo registro. a) canales visibles que confluyen a los ósculos, b) detalle de los ósculos; c) tiloestiles; d) espiráster tipo II señalados con flechas blancas; e) espiráster tipo I.

esfuerzo de muestreo; se ha señalado que existen alrededor de 100 especies de esponjas en Veracruz (Gómez, 2011).

Se amplía el ámbito de distribución geográfica de *Spirastrella* aff. *mollis* para el suroeste del Golfo de México, la cual fue reportada previamente en los arrecifes del Banco de Campeche por Ugalde *et al.* (2015), quienes la citan con una nueva combinación nomenclatural y destacan que dicha especie presenta controversias desde la descripción original; por esta razón también se cita este nuevo cambio nomenclatural en el presente trabajo. No obstante, con base en el análisis comparativo que realizan Gómez (2007) y Ugalde *et al.* (2015) se tiene la certeza de que se trata de *Spirastrella* aff. *mollis*, dado que se diferencia de *S. coccinea* por presentar espirásteres menos gruesos y de dos tipos que son más largos. Asimismo, la coloración anaranjado rojizo y el detalle de los canales del ectosoma son típicos de *S. mollis* (Collin *et al.*, 2005). De igual modo, se expande la distribución de siete especies para el SALT las cuales son: *H. caerulea*, *S. coccinea*, *Verongula rigida*, *Acarinus nicolae*, *Cinachyrella kuekenhali* y *Clathria virgulosa*, dado que estas especies han sido registradas en el SAV (Gómez, 2007; Gómez, 2014; Ugalde *et al.*, 2015), pero no en los arrecifes del sur de Veracruz para el caso de *C. kuekenhali* (González-Gándara *et al.*, 2015).

De acuerdo con la frecuencia relativa, *A. com-*

pressa, *A. viridis*, *S. ruetzleri*, *A. muryciana*, *C. dura* e *I. birotulata* son las especies de mayor incidencia en el arrecife En medio. Este resultado no es casual, dado que dichas especies resultan ser las más comunes del Mar Caribe (Valderrama & Zea, 2003; Díaz, 2005; Engel & Pawlik, 2005; Núñez-Flores *et al.*, 2010; Villamizar *et al.*, 2013). La abundancia de estas especies ha sido investigada en el Caribe y se ha concluido que *I. birotulata*, *C. armigera* y *N. erecta* crecen rápido y las partes dañadas por depredación las regeneran rápidamente debido a que no destinan recursos para defenderse químicamente. En cambio, con *A. compressa*, *A. viridis* y *S. ruetzleri* se ha demostrado que disuaden la depredación al producir defensas químicas, pero esto implica que el crecimiento, la regeneración y la reproducción sean lentos (Waddell & Pawlik 2000; Walters & Pawlik, 2005; Pawlik *et al.*, 2013). Lo anterior sugiere que las esponjas más comunes del arrecife Enmedio presentan las mismas estrategias de supervivencia: crecimiento rápido y defensas químicas.

La composición de esponjas se reparte de manera desigual en las zonas arrecifales. Las pruebas no paramétrica y ANOSIM evidencian plenamente que las zonas son significativamente diferentes en riqueza, manifestándose una marcada zonación que es similar a lo que presentan los corales (Jordán-Dahlgren, 1993; Chávez *et al.*, 2010), siendo la planicie la que menos registros de especies presentó; esta baja representatividad ha sido observada en

Tabla 2. Análisis SIMPER de las especies de esponjas que causan la similitud de cada zona arrecifal.

Zonas/especies	Contribución %	Contribución acumulada %
Planicie		
<i>A. viridis</i>	64.12	64.12
<i>A. compressa</i>	17.98	83.09
Sotavento		
<i>A. crassa</i>	6.70	6.70
<i>A. compressa</i>	6.70	13.40
<i>A. fistularis</i>	6.70	20.10
<i>A. muryciana</i>	6.70	26.80
<i>C. virgultosa</i>	6.70	33.50
<i>C. dura</i>	6.70	40.20
<i>E. ferox</i>	6.70	46.90
<i>S. ruetzleri</i>	6.70	53.60
<i>S. coccinea</i>	6.70	67.00
<i>C. caribaensis</i>	4.08	71.07
Barlovento		
<i>A. compressa</i>	16.86	16.86
<i>I. biorotulata</i>	16.86	33.72
<i>S. ruetzleri</i>	16.86	50.59
<i>C. dura</i>	10.61	61.20
<i>A. muryciana</i>	9.78	70.98

trabajos similares y se argumenta que dicha zona, al ser de poca profundidad, la luz y el oleaje son más severos, limitando el establecimiento a especies con formas incrustantes (Valderrama & Zea, 2003; Mercado-Molina & Yoshioka, 2009; Núñez-Flores *et al.*, 2010; Pawlik *et al.*, 2015); y precisamente las especies más frecuentes en la planicie del arrecife Enmedio son esencialmente formas incrustantes: *A. viridis*, *A. compressa*, *C. varians* y *S. mollis*.

La profundidad parece ser un factor determinante en la distribución de las esponjas, dado que las especies registradas en el intervalo de 10-15 m de profundidad de sotavento y barlovento fueron más representativas en especies (a diferencia de la planicie arrecifal); aunque el área de sotavento parece ser la zona más apropiada para el asentamiento de las esponjas, dado que presentó mayor riqueza e incidencia de esponjas; posiblemente el efecto de la baja energía del oleaje que caracteriza esta zona arrecifal (Jordán-Dahlgren, 1993) posibilita una mayor riqueza de especies. Este mismo patrón de distribución también lo manifiestan los corales, los cuales tienden a ser más diversos en la ladera de sotavento (Jordán-Dahlgren, 1993; Chávez *et al.*, 2010).

En conclusión, las esponjas del arrecife Enmedio son diversas en especies y manifiestan una evi-

dente zonación que es similar con los corales y todo parece indicar que factores como la profundidad y la baja energía del oleaje determinan una mayor riqueza de especies, siendo más representativos en la pendiente profunda de sotavento.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Blanca Esther Raya Cruz y Arturo Serrano Solís, por facilitarnos el equipo de buceo y la embarcación de la Facultad de Biología, así como también a Liliana Flores Galicia por su apoyo en el resumen en inglés. Agradecemos al personal que labora en el Club Náutico Tampamachoco y Club Náutico Aqua Sport por la amabilidad y apoyo que siempre mostraron al recibirnos y atendernos en todo momento.

REFERENCIAS

- Carballo, J.L., P. Gómez & J.A. Cruz-Barraza. 2014. Biodiversidad de Porifera México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85 (Sup.): 143-153. <https://doi.org/10.7550/rmb.32074>
- Chávez, E.A., J.W. Tunnell Jr. & K. Withers. 2010. Zonación y Ecología de los Arrecifes: Plataforma Veracruzana y Banco Campeche. 60-100. En: J.W. Tunnell Jr., E.A. Chávez & K. Withers (eds). *Arrecifes Coralinos del Sur del Golfo de México*. Versión en español. Instituto Politécnico Nacional, México.
- Clarke, K.R. & R.N. Gorley. 2015. *Getting started with PRIMER V7*. PRIMER-E. Prospect Place, Wet Hoe Plymouth PL1 3 DH, United Kingdom.
- Collin, R., M.C. Diaz, J. Nuremburg, M.R. Rocha, J.A. Sánchez, A. Schulze, M. Schwartz & A. Valdez. 2005. Photographic Identification Guide to Some Common Marine Invertebrates of Boca Del Toro, Panama. *Caribbean Journal of Science*, 41 (3): 638-707.
- Colwell, R.K. 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.
- Colwell, R.K., C.X. Mao & J. Chang. 2004. Interpolating, extrapolating and comparing incidence based species accumulation curves. *Ecology*, 85: 2717-2727. <https://doi.org/10.1890/03-0557>
- Cruz-Barraza, J.A. & J.L. Carballo. 2008. Taxonomy of Sponge (Porifera) Associated with Corals from the Mexican Pacific Ocean. *Zoological Studies*, 47(6): 741-758.
- De Weerd, W.H., K. Riitzler & K.P. Smith. 1991. The Chalinidae (Porifera) of twin Cays, Belize and adjacent waters. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 104(1):189-205.

- Díaz, M.C. 2005. Common Sponges from Shallow Habitats from Boca del Toro Region, Panama. *Caribbean Journal of Science*, 41(3): 465-475.
- Engel, S. & J.R. Pawlik. 2005. Interactions among Florida sponges. I. Reef habitat. *Marine Ecology Progress Series*, 303: 133-144. <https://doi.org/10.3354/meps303133>
- Gómez, L. P. 2011. Esponjas marinas y de agua dulce (Porifera). 217-224. En: Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México.
- Gómez, P. 2002. *Esponjas marinas del Golfo de México y el Caribe*. AGT Editor, S.A., México D.F., 134 p.
- Gómez, P. 2007. Inventario de las esponjas del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano con nuevos registros de especies (Porifera: Demospongiae). 51-72. En: A. Granados-Barba, L. Abarca-Arenas & J.M. Vargas-Hernández (eds). *Investigaciones científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano*. Universidad Autónoma de Campeche.
- Gómez, P. 2014. The genus *Clathria* from the Gulf of Mexico and Mexican Caribbean, with re-description and resurrection of *Clathria carteri* (Poecilosclerida: Microcionidae). *Zootaxa*, 3790, 1: 051-085. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3790.1.3>
- González Gándara, C., C. Domínguez-Barradas, V. De la Cruz-Francisco, F.A. Solís-Marín & J.P. Carricart-Ganivet. 2015. Esponjas, corales escleractinios, equinodermos y peces de arrecifes coralinos del norte y sur de Veracruz. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Informe final SNIB-CO-NABIO, proyecto No. JF124. México D.F. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfJF124.pdf>. Fecha de consulta 13 de enero de 2016.
- González-Gándara, C. 2003. Ictiofauna de los arrecifes coralinos del norte de Veracruz. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. *Serie Zoología*, 74(2): 163-178.
- González-Gándara, C., A.P. Patiño-García, U. Asís-Anastasio, A. Serrano & P. Gómez. 2009. Lista de esponjas marinas asociadas al arrecife Tuxpan, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80(1): 1-5. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2009.001.576>
- González-Gándara, C., M.L. Lozano-Villano, V. De la Cruz-Francisco & C. Domínguez-Barradas. 2013. Peces de Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, Veracruz, México. *Universidad y Ciencia*, 28 (2): 191-208.
- Hooper, J., N.A. 2002. Family Acarnidae Dendy, 1922. En: 412-431. *Systema Porifera: A Guide to the Classification of Sponges*. Springer-Verlag, 1821 p. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0747-5_51
- Humann, P. & N. Deloach. 2002. Reef Creature identification Florida Caribbean Bahamas. 2da ed. New World Publications. Jacksonville, Florida. 420 p.
- IBM Corp. Released (2013). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, New York, EE. UU.: IBM Corp.
- Jordan-Dahlgren, E. 1993. El ecosistema arrecifal coralino del Atlántico Mexicano. 1993. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 157-175.
- Mercado-Molina, A.E. & P.M. Yoshioka. 2009. Relationships between water motion and size-specific survivorship and growth of the demosponge *Amphimedon compressa*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 375: 51-56. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2009.05.003>
- Moreno, C. & G. Halffter. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*, 37: 149-158. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2000.00483.x>
- Morrow, C. & P. Cárdenas. 2015. Proposal for a revised classification of the Demospongiae (Porifera). *Frontiers in Zoology*, 12(7): 1-27. <https://doi.org/10.1186/s12983-015-0099-8>
- Parra-Velandia, F.J., S. Zea & R.W.M. Van Soest. 2014. Reef sponges of the genus *Agelas* (Porifera: Demospongiae) from the Greater Caribbean. *Zootaxa*, 3794 (3): 301-343. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3794.3.1>
- Pawlik, J.R., T.-L. Loh, S.E. McMurray & C.M. Finelli. 2013. Sponge communities on Caribbean Coral Reefs Are Structured by Factors That Are Top-Down, Not Bottom-Up. *PLoS ONE*, 8(5), e62573. doi:10.1371/journal.pone.0062573. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062573>
- Pawlik, J.R., S.E. McMurray, P. Erwin & S. Zea. 2015. A review of evidence for food limitation of sponges on Caribbean reefs. *Marine Ecology Progress Series*, 519: 265-283. <https://doi.org/10.3354/meps11093>
- Rützler, K. 2002. Family Spirastrellidae Ridley & Dendy, 1886. En: 220-223. *Systema Porifera: A Guide to the Classification of Sponges*. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0747-5_23
- Rützler, K., S. Duran & C. Piantoni. 2007. Adaptation of reef and mangrove sponges to stress: evidence for ecological speciation exemplified by *Chondrilla caribensis* new species (Demos-

- pongiae, Chondrosida). *Marine Ecology*, 28(Suppl.1): 95-111.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.2007.00183.x>
- SEMARNAT, CONANP. 2014. Programa de Manejo Área de protección de flora y fauna, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/2014/Lobos_tuxpanfinal.pdf. Fecha de consulta 07 de enero de 2016.
- Tunnell Jr. J.W. 2010. Distribución de los arrecifes. 17-29. En: J.W. Tunnell Jr., E.A. Chávez & K. Withers (eds). *Arrecifes Coralinos del Sur del Golfo de México*. Versión en español. Instituto Politécnico Nacional, México.
- Ugalde, D., P. Gómez & N. Simões. 2015. Marine sponges (Porifera: Demospongiae) from the Gulf of México, new records and redescription of *Erylustrisphaerus* (de Laubenfels, 1953). *Zootaxa*, 3911(2): 151–183.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.3911.2.1>
- Valderrama, D. & S. Zea. 2013. Annotated checklist of sponges (Porifera) from the southernmost Caribbean reefs (North-West Gulf of Urabá), with description of new records for the Colombian Caribbean. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 37(144): 353-378
- Van Soest, R.W., N. Boury-Esnault, J. Vacelet, M. Dohrmann, D. Erpenbeck & N.J. De Voogd *et al.* 2012. Global diversity of sponges (Porifera). *PLoS ONE*, 7(4): e35105.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035105>
- Villamizar, E., M.C. Díaz, K. Rützler & R. De Nobrega. 2013. Biodiversity, ecological structure, and change in the sponge community of different geomorphological zones of the barrier fore reef at Carrier Bow Cay, Belize. *Marine Ecology*, 1-11. <https://doi.org/10.1111/maec.12099>
- Waddell, B. & J.R. Pawlik. 2000. Defenses of Caribbean sponges against invertebrate predators. I. Assays with hermit crabs. *Marine Ecology Progress Series*, 195: 125-132.
<https://doi.org/10.3354/meps195125>
- Walters, K.D. & J.P. Pawlik. 2005. Is there a trade-off between Wound-Healing and Chemical Defenses Among Caribbean Reef Sponges?. *Integr. Comp. Biol.*, 45: 352-358.
<https://doi.org/10.1093/icb/45.2.352>

Copyright (c) 2016 De la Cruz-Francisco, Vicencio, Marlene González-González & Itzel Morales-Quijano.



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)