

ESPONJAS Y CNIDARIOS (HYDROZOA Y ANTHOZOA) DEL ARRECIFE ORO VERDE; COBERTURA BENTÓNICA Y AFINIDAD FAUNÍSTICA CON SISTEMAS ARRECIFALES DE VERACRUZ, MÉXICO

De la Cruz-Francisco, Vicencio & Ángel Eduardo Bandala-Pérez

Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus Tuxpan. Universidad Veracruzana. Carr. Tuxpan-Tampico Km 7.5, 92850, Tuxpan, Veracruz, México. e-mail: delacruzfl7@hotmail.com.

RESUMEN. Durante el periodo junio-agosto de 2015, se realizaron muestreos en 12 puntos geográficos del arrecife Oro Verde para explorar las porciones norte, sur, centro, este y oeste, con la finalidad de registrar especies de esponjas, hidrocorales y antozoos, así como para estimar la cobertura de algas, esponjas, corales, gorgonias y de componentes abióticos (e. g., arena y pavimento) mediante fototranssectos de 50 m de longitud. Con esta información se realizaron análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) para explicar similitudes de las unidades de muestreo. Además, se comparó la composición de esponjas y corales del arrecife Oro Verde con los demás sistemas arrecifales de Veracruz a fin de determinar afinidades mediante el método NMDS; para explicar diferencias significativas entre grupos disimiles se utilizó la prueba de similitud ANOSIM. Se registraron un total de 35 especies del Phylum Porifera y 29 especies del Phylum Cnidaria. Las especies con mayor frecuencia en el arrecife fueron las esponjas *Callyspongia armigera*, *Niphates erecta* y *Amphimedon compressa*, y los corales *Montastraea cavernosa*, *Porites astreoides*, *Siderastrea siderea* y *Colpophyllia natans*. En cuanto a cobertura, las algas filamentosas y frondosas fueron las más abundantes ($49.4 \pm 7.7\%$ y $20 \pm 9.7\%$, respectivamente); con respecto a los corales que presentaron baja cobertura ($9.5 \pm 6.1\%$), se identificaron principalmente *M. cavernosa*, *C. natans* y *S. siderea*. La riqueza faunística y la cobertura bentónica se distribuyen de manera homogénea en el arrecife, dado que los lugares de muestreo manifestaron semejanzas en estos atributos comunitarios. La composición de esponjas del arrecife Oro Verde presentó mayor afinidad con los arrecifes aledaños y con los arrecifes sumergidos del sur de Veracruz; en cambio, en cuanto a la riqueza de corales, el arrecife Oro Verde es más semejante con los arrecifes colindantes. Las discrepancias con los demás arrecifes se atribuyen a la falta de inventarios completos (e. g., Tuxpan) y/o por presentar especies con limitada distribución.

Palabras clave: Demospongiae, Hydrozoa, Anthozoa, Conectividad ecológica, Veracruz

Sponges and cnidarians (Hydrozoa and Anthozoa) from Oro Verde reef; benthic coverage and faunal affinity with the reef systems of Veracruz, Mexico

ABSTRACT. Sampling was conducted in twelve geographical points of the Oro Verde reef during the June-August 2015 period, in-order-to record species of sponges, hydrocorals and anthozoans, and to estimate the coverage of algae, sponges, corals, sea fans and abiotic components (e.g., sand and pavement) using 50 m long photo transects. We explored the northern, southern, central, eastern and western section of the reef. Analysis of non-metric multidimensional scaling (NMDS) was performed to explain similarities of the sampling units based on the information obtained. In addition, the composition of sponges and coral reefs from Oro Verde reef was compared with the other reef systems of Veracruz to determine affinities using the NMDS method. The similarity test ANOSIM was used to explain significant differences among dissimilar groups. A total of 35 species of Phylum Porifera and 29 species of Phylum Cnidaria were recorded. The most common species in the reef were the sponges *Callyspongia armigera*, *Niphates erecta*, and *Amphimedon compressa*, and the corals *Montastraea cavernosa*, *Porites astreoides*, *Siderastrea siderea*, *Colpophyllia natans*. Filamentous and frondose algae were the most abundant in coverage ($49.4 \pm 7.7\%$ and $20 \pm 9.7\%$, respectively), compared to reef corals that showed low coverage ($9.5 \pm 6.1\%$), which consisted mainly of *M. cavernosa*, *C. natans* and *S. siderea*. The faunal richness and the benthic coverage are distributed in a homogeneous way in the reef as sampling sites revealed similarities in these community attributes. The composition of sponges from Oro Verde reef presented higher affinity with the adjacent reefs and with the submerged reefs of southern of Veracruz. However, Oro Verde reef is more similar with neighboring reefs in species richness of corals. Discrepancies with the other reefs are attributed to the lack of complete inventories (e. g., Tuxpan) and / or by presenting species with limited distribution.

Keywords: Demospongiae, Hydrozoa, Anthozoa, ecological connectivity, Veracruz.

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

INTRODUCCIÓN

En el Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan (SALT) se reconocen formalmente ocho arrecifes coralinos de tipo plataforma, de los cuales seis son emergentes (Arrecife Blanquilla, Medio, Lobos, Tanhuijo, Enmedio y Tuxpan) y dos son sumergidos (Pantepec y Oro Verde); más al sur, frente a las costas del municipio de Cazonas se localiza el arrecife

sumergido Blake (Ortiz-Lozano *et al.*, 2013). Para los arrecifes emergentes, hasta la fecha se han generado inventarios de esponjas, corales, octocorales, moluscos y equinodermos (Chávez *et al.*, 1970; Jordán-Dahlgren, 2002; De la Cruz-Francisco & González-Gándara, 2006; Tunnell Jr. *et al.*, 2007; González-Gándara *et al.*, 2009; De la Cruz-Francisco, 2013; González-Gándara *et al.*, 2015; De la Cruz-Francisco *et al.*, 2016 a, b).

Fecha de recepción: 04 de octubre de 2016

Fecha de aceptación: 11 de noviembre de 2016

Con respecto a los arrecifes sumergidos del SALT y Blake, apenas se está generando información científica, debido a que estos ecosistemas se caracterizan por no ser perceptibles a las imágenes de satélite o por fotografías aéreas (Harris *et al.*, 2004), factor que dificultaba explorarlos anteriormente. Gracias a los mapas temáticos elaborados recientemente por Martos (2010) y Maruri (2012) ha sido posible explorar e inventariar esencialmente la fauna marina, sin embargo, se han realizado más estudios en el arrecife Blake (Cortés-Usache *et al.*, 2015; González-Gándara, 2014; González-Gándara *et al.*, 2015a, b) que en los arrecifes Oro Verde y Pantepec (González-Cobos, 2010; Maruri, 2012; Cortés-Usache *et al.*, 2015). Por lo tanto, es pertinente continuar catalogando la diversidad biológica de estos arrecifes sumergidos pues se ha demostrado en otras regiones marinas que son ecológicamente importantes para la biota marina, al resguardar especies similares de arrecifes emergentes aledaños y son capaces de favorecer la resiliencia en arrecifes perturbados a través del aporte de larvas (Roberts *et al.*, 2015; Thomas *et al.*, 2015). Sin embargo estas funciones ecológicas aún se desconocen en los arrecifes sumergidos de la región.

De acuerdo con lo anterior, los objetivos del presente trabajo fueron inventariar la fauna de esponjas, hidrocorales y antozoos, y estimar la cobertura bentónica del arrecife Oro Verde, a fin de proveer información que justifique su inclusión al polígono de protección del SALT. Asimismo, determinar si el arrecife Oro Verde es similar en composición de esponjas y corales pétreos con los demás sistemas arrecifales de Veracruz: SALT, Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) y Sistema Arrecifal Los Tuxtlas (SAT), ya que teóricamente los arrecifes de Veracruz están conectados físicamente por las corrientes superficiales que fluyen en dos direcciones, hacia el norte de abril-agosto y hacia el sur de septiembre-marzo (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003), lo que favorece la dispersión larval, incrementándose la conectividad entre arrecifes cercanos, por ejemplo, Lobos-Tuxpan (San Vicente-Añorve *et al.*, 2014). Por lo tanto, se presume que el arrecife Oro Verde es más semejante a los arrecifes aledaños (SALT y Blake), aunque también se supone que el arrecife Oro Verde sería más similar con los arrecifes sumergidos Blake, Palo Seco y Tripie, en comparación con los arrecifes que presentan una planicie somera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El arrecife sumergido Oro Verde es de tipo plataforma y se localiza a 24 km de la desembocadura del Río Tuxpan y aproximadamente a 10 km de la costa, específicamente entre las coordenadas 21° 10' 43" N y 97° 16' 57" W (Maruri, 2012). Esta estructura arrecifal tiene una longitud de 1.9 km en dirección NW-SE y un ancho máximo de aproximadamente 0.78 km en dirección E-W, con una superficie de 1.1 km² y una profundidad de 10 a 21 m (Maruri,

2012). La parte más somera presenta una profundidad de 10 m, por lo que cumple con la definición que propone Thomas *et al.* (2015) como "arrecife sumergido"; tiene una máxima profundidad de 21 m. El arrecife Oro Verde presenta una distancia de 5 km y 32 km con los arrecifes más cercanos Tanhujo y Lobos, respectivamente, y distancias de 260 km y 447 km con los sistemas arrecifales SAV y SAT, respectivamente (Fig. 1).

Debido a condiciones de turbiedad los muestreos se realizaron durante junio-agosto del 2015, época del año en que las condiciones de visibilidad son óptimas para realizar censos visuales en el SALT. Tomando como referencia el polígono elaborado por Maruri (2012), se ubicaron 12 puntos geográficos considerando tres niveles de profundidad: 12-14 m, 15-17 m, 18-20 m, con la finalidad de cubrir las partes, central, este y oeste, y los extremos sur y norte del arrecife (Fig. 1). En cada punto de muestreo se colocó un transecto de banda de 50 x 2 m (esto equivale a 100 m²) para el registro de esponjas, hidrocorales y antozoos mediante características morfológicas y de coloración (Gómez, 2002; Humann & DeLoach, 2002; Collin *et al.*, 2005; Ocaña *et al.*, 2007). Las especies que resultaron dudosas se recolectaron utilizando una navaja y posteriormente se almacenaron en bolsas de polietileno para su transporte.

En el laboratorio, las muestras recolectadas se determinaron a nivel de especie utilizando las publicaciones de: Gómez (2000, 2007); Rützler (2007), Cárdenas *et al.* (2009), Cedro *et al.* (2011), Valdeirama y Zea (2013), Parra-Velandia *et al.* (2014), Ugalde *et al.* (2015) para esponjas; mientras que para octocorales se utilizaron las obras de Chamberlain (1966); Chávez *et al.* (1970), y Sánchez y Wirshing (2005). Todo el material recolectado se depositó en la Colección de Invertebrados de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana.

El arreglo sistemático de las especies se realizó con base en los criterios que proponen Morrow y Cárdenas (2015) para esponjas; para cnidarios se siguieron los criterios de Cairns *et al.* (2009), Cairns y Bayer (2009), Calder y Cairns (2009) y Crowther (2011). Asimismo, se actualizó la nomenclatura de los nombres científicos consultando la World Register of Marine Species (www.marinespecies.org).

Adicionalmente, se caracterizó cada punto geográfico (excepto los puntos 1 y 2) con base en la cobertura bentónica; para este fin, se tomaron 40 fotografías en cada lugar de muestreo utilizando como referencia el transecto de 50 m de longitud. Cada fotografía se tomó perpendicularmente al fondo a una distancia de 1 m (para cubrir una superficie de 1 m² aproximadamente) utilizando una cámara Canon Power Shot D30. Posteriormente, las imágenes digitales fueron analizadas con el programa Coral Point Count with Excel extensions (CPCe) (Kohler

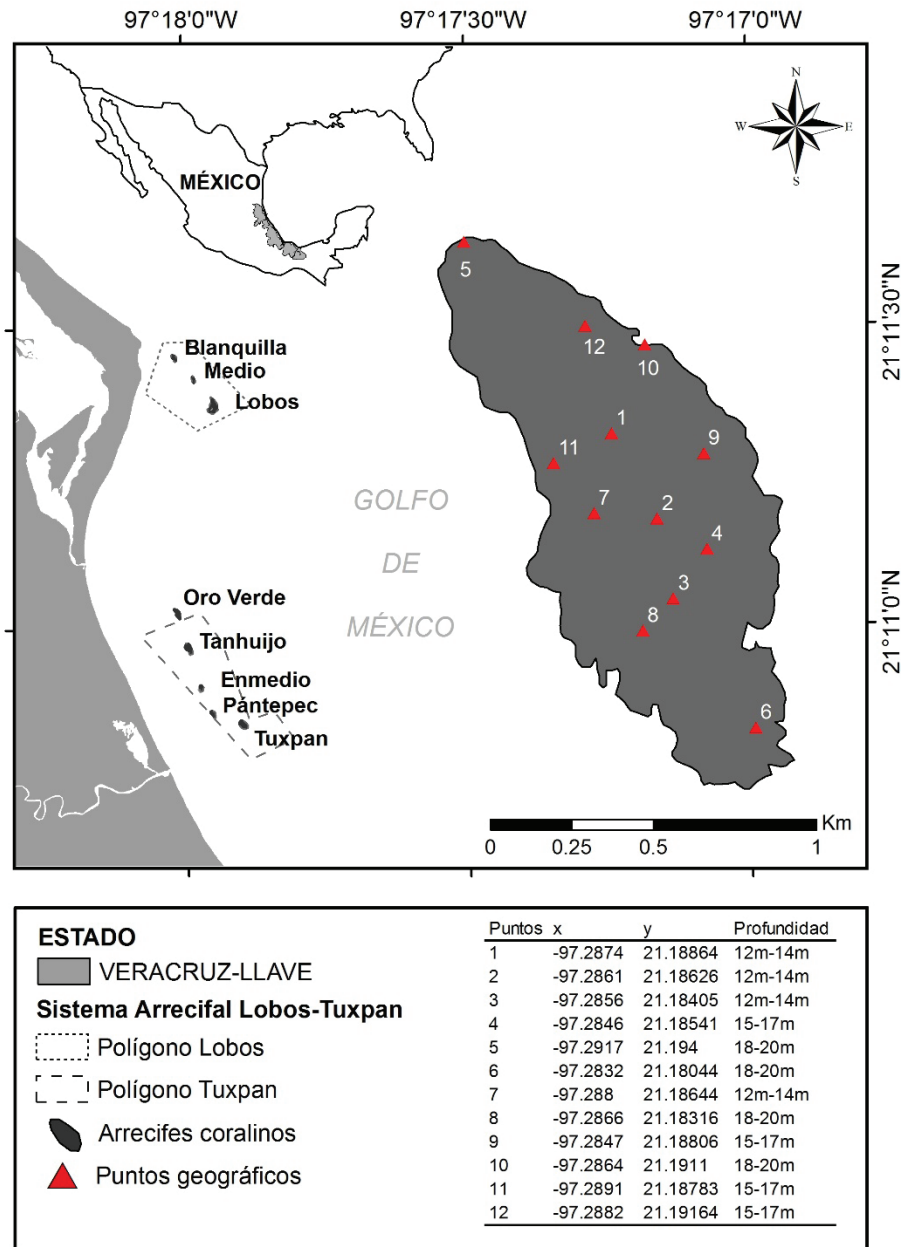


Figura 1. Localización geográfica del arrecife sumergido Oro Verde y distribución de los puntos de muestreo. El polígono del arrecife Oro Verde fue tomado y modificado de Maruri (2012).

Procesamiento de datos

& Gill, 2006). Principalmente se determinó la cobertura de tres grupos morfofuncionales de algas: filamentosas, coralinas costrosas y frondosas (Littler, 1980), así como también esponjas, hidrocorales, corales, octocorales, y de los componentes físicos del hábitat: pavimento, escombros y arena. Se aclara que solamente el grupo de los corales se consideró a nivel de especie.

Con la información obtenida de la riqueza de especies de esponjas, hidrocorales y antozoos, se calcularon curvas acumulativas de la riqueza observada (Sobs) y de los estimadores no paramétricos Chao 2 y el método de muestreo con reemplazo (Boots-trap), utilizando el programa Estimates versión 9 (Colwell, 2013). Con base en el valor máximo de la riqueza estimada de cada estimador no paramétrico

se determinó el porcentaje de representatividad del inventario realizado; para tal fin se dividió la riqueza observada (multiplicado por 100) entre el valor de la riqueza esperada del estimador no paramétrico. Así mismo, se evaluó el desempeño de los estimadores no paramétricos calculando el sesgo (atributo que indica sobrestimación o subestimación de la riqueza verdadera) y exactitud (indica la cercanía de la riqueza esperada a la riqueza verdadera) con base en las fórmulas propuestas por Walther y Moore (2005):

Sesgo = (Sestimada - Sverdadera) / Sverdadera;

Exactitud = ((Sestimada - Sverdadera) / Sverdadera)²

En ambas fórmulas se obtienen valores entre -1 a 1, cuando los valores son cercanos a cero, e indican que el estimador presenta menos sesgo o mayor exactitud, respectivamente.

Como estimador asintótico se utilizó el modelo de Clench para predecir el número de especies existentes calculando la asíntota como la relación a/b; además, con este modelo se evaluó la calidad del inventario, calculando la pendiente al final de la curva. Así, cuando la pendiente es menor de 0.1 nos indica que se ha logrado un inventario bastante completo; también se evaluó la proporción de la riqueza registrada; y se estimó el esfuerzo de muestreo para alcanzar el 95% de la proporción de la fauna. Todo este proceso se realizó con base en el trabajo de Jiménez-Valverde y Hortal (2003), mientras que el ajuste de las curvas de acumulación de especies se obtuvo con el programa Statistica Versión 7.1 (Statsoft, 2005) y se graficaron junto con los estimadores no paramétricos para fines comparativos.

Se calculó la frecuencia de las especies de esponjas, hidrocorales y antozoos del arrecife Oro Verde a partir del número de veces que fueron registradas en el muestreo, a fin de determinar qué especies son las de mayor distribución en el arrecife; los datos obtenidos se expresaron como frecuencia relativa (%). Asimismo, con los datos de la cobertura bentónica de cada unidad de muestreo se obtuvo el promedio general de los componentes bentónicos.

Por otra parte, a fin de conocer posibles agrupaciones entre los lugares de muestreo con base en la similitud/disimilitud de la composición faunística y de la cobertura bentónica, se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) utilizando el índice de similitud de Jaccard; este método de ordenación representó las proximidades de las unidades de muestreo. Aunado a lo anterior se utilizaron la prueba de similitud ANOSIM y el análisis SIMPROF para determinar diferencias significativas y averiguar grupos significativamente disimiles; conjuntamente se obtuvo el porcentaje de similitud (SIMPER) para determinar cuáles especies contribuyen en la similitud de los grupos más parecidos.

Para determinar la afinidad de especies del arrecife Oro Verde con los sistemas arrecifales de Veracruz se consultaron los inventarios taxonómicos realizados para el arrecife Tuxpan (González-Gándara *et al.*, 2009), Enmedio (De la Cruz-Francisco *et al.*, 2016 a, b), Blake (González-Gándara *et al.*, 2015a), Lobos (Tunnell Jr. *et al.*, 2007; Ortiz-Lozano *et al.*, 2013; González-Gándara *et al.*, 2015), y del Sistema Arrecifal Veracruzano (Gómez 2002, 2007; Tunnell Jr. *et al.*, 2007; Ortiz-Lozano *et al.*, 2013; Zarco-Perelló *et al.*, 2013), además del Sistema Arrecifal Los Tuxtlas (González-Gándara *et al.*, 2015a), representados por las regiones marinas prioritarias 51 (Arrecife La Perla y Zapotitlán) y 52 (Arrecife Palo Seco y Tripie). Con esta información se elaboró una matriz de presencia-ausencia y se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico para determinar las proximidades o similitudes de los arrecifes en estudio; también se utilizó la prueba de similitud ANOSIM para determinar diferencias significativas entre las agrupaciones y la rutina SIMPROF para detectar grupos significativamente disimiles. Así mismo, se realizó un SIMPER para determinar qué especies contribuyen en la similitud/disimilitud de las agrupaciones resultantes del método de ordenación. Todos los análisis multivariados se realizaron con el programa Primer V7 (Clarke & Gorley, 2015).

RESULTADOS

Se registraron 35 especies del Phylum Porifera, las cuales están representadas en dos clases, 12 órdenes, 23 familias y 26 géneros; mientras que para el Phylum Cnidaria fueron registradas 29 especies agrupadas en tres clases, cuatro órdenes, 15 familias y 21 géneros (Tabla 1). Los estimadores no paramétricos Chao 2 y el método de muestreo con reemplazo, indican que se obtuvo una representatividad en el muestreo de esponjas de 71.8% y 85.32%, respectivamente. La técnica de muestreo con reemplazo mostró mejor desempeño en la predicción con 41 especies, mientras que Chao 2 sobrestimó la riqueza con 48 especies; estos resultados se reflejan en las curvas acumulativas, las cuales no logran estabilizarse (Fig. 2a). Sin embargo, el modelo de Clench indica que se obtuvo un 93% en el esfuerzo de muestreo (Fig. 2a) y predice una riqueza máxima de 37 especies de esponjas ($a = 21.07825$ y $b = 0.564179$). Dicho modelo asintótico se ajustó apropiadamente ($R^2 = 0.99002$) y demuestra que el inventario es confiable, dado que la pendiente de la curva fue de 0.049. De continuar con estudios posteriores, se debe incrementar el esfuerzo de muestreo a siete muestras más para registrar el 95% de la fauna de esponjas.

En relación con la representatividad del muestreo de hidrocorales y antozoos, esta fue mayor con valores de 91.33% para Chao 2 y 91.36% para la técnica de muestreo con reemplazo, lo cual se aprecia en las curvas acumulativas, las cuales manifiestan

Tabla 1. Lista sistemática y valores de frecuencia numérica (F) y relativa (%) de las especies de esponjas y cnidarios sésiles registrados en el Arrecife Oro Verde. Los números indican los puntos geográficos muestreados (Fig. 1).

Categorías taxonómicas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	F	%
Phylum: Porifera														
Clase: Homoscleromorpha														
Orden: Homosclerophorida														
Familia: Plakinidae														
<i>Plakortis angulospiculatus</i> (Carter, 1882)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.34
Clase: Demospongiae														
Subclase: Verongimorpha														
Orden: Chondrosiida														
Familia: Chondrosiidae														
<i>Chondrosia collectrix</i> (Schmidt, 1870)	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	0.68
Familia: Halisarcidae														
<i>Halisarca caerulea</i> Vacelet & Donadey, 1987	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	2	0.68
Orden: Verongiida														
Familia: Aplysinidae														
<i>Aiolochoxia crassa</i> (Hyatt, 1875)	1	1	-	1	1	1	-	1	1	1	1	-	9	3.08
<i>Aplysina cauliformis</i> (Carter, 1882)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0.34
<i>Aplysina fistularis</i> (Pallas, 1766)	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	11	3.77
<i>Aplysina fulva</i> (Pallas, 1766)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	0.34
<i>Aplysina insularis</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	-	1	1	-	-	-	1	1	1	-	-	-	5	1.71
<i>Aplysina muricyana</i> Pinheiro, Hajdu & Custodio, 2007	1	1	-	1	-	1	-	-	1	-	-	1	6	2.05
Subclase: Keratosa														
Orden: Dictyoceratida														
Familia: Dysideidae														
<i>Dysidea etheria</i> de Laubenfels, 1936	1	-	1	-	-	1	-	-	1	-	1	-	5	1.71
Familia: Ircinidae														
<i>Ircinia felix</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	3	1.03
<i>Ircinia strobilina</i> (Lamarck 1816)	1	1	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	5	1.71
Subclase: Hereoscleromorpha														
Orden: Haploscerida														
Familia: Callyspongiidae														
<i>Callyspongia (Cladochalina) armigera</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	1	1	-	1	1	1	1	1	1	-	1	-	9	3.08
Familia: Chalinidae														
<i>Haliclona</i> sp	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.34
Familia: Niphatidae														
<i>Amphimedon compressa</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	11	3.77
<i>Cribochalina dura</i> (Wilson, 1902)	-	1	1	1	-	-	1	1	1	1	-	1	8	2.74
<i>Niphates erecta</i> Duchassaing & Michelotti, 1864	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	1	10	3.42
Familia: Phloeodictyidae														
<i>Siphonodictyon coralliphagum</i> Rützler, 1971	-	1	1	1	-	-	-	-	1	-	-	1	5	1.71
Orden: Scopalinida														
Familia: Scopalinidae														
<i>Scopalina ruetzleri</i> (Wiedenmayer, 1977)	1	1	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	5	1.71

Tabla 1. Continuación.

Categorías taxonómicas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	F	%
Orden: Axinellida														
Familia: Raspailiidae														
<i>Ectyoplasia ferox</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	-	1	-	1	1	1	-	-	1	1	-	-	6	2.05
Orden: Tetractinellida														
Familia: Geodiidae														
<i>Geodia neptuni</i> (Sollas, 1886)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	0.34
Orden: Agelasida														
Familia: Agelasidae														
<i>Agelas clathrodes</i> (Schmidt, 1870)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	2	0.68
<i>Agelas</i> sp. (forma tubular)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.34
Orden: Poecilosclerida														
Familia: Coelosphaeridae														
<i>Lissodendoryx isodictyalis</i> (Carter, 1882)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.34
Familia: Crambeidae														
<i>Monachora arbuscula</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.34
Familia: Iotrochotidae														
<i>Iotrochota birotulata</i> (Higgin, 1877)	1	-	1	1	-	-	-	-	1	1	1	1	7	2.40
Familia: Microcionidae														
<i>Clathria (Thalysias) virgultosa</i> (Lamarck, 1814)	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	1.03
<i>Clathria (Microcion) spinosa</i> (Wilson, 1902)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	0.34
Familia: Mycalidae														
<i>Mycale (Naviculina) diversigmata</i> Van Soest, 1984	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.68
Orden: Clionaida														
Familia: Clionaidae														
<i>Cliona delitrix</i> Pang, 1937	1	1	-	1	-	-	-	-	1	1	1	-	6	2.05
<i>Cliona varians</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.34
Familia: Placospongiidae														
<i>Placospongia intermedia</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.34
Familia: Spirastrellidae														
<i>Spirastrella coccinea</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	2	0.68
<i>Spirastrella</i> aff. <i>mollis</i> Verrill, 1907	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0.34
Orden: Suberitida														
Familia: Halichondriidae														
<i>Hymeniacion caerulea</i> Pulitzer-Finali, 1986	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	0.34
Phylum: Cnidaria														
Clase: Hydrozoa														
Orden: Anthoathecata														
Familia: Milleporidae														
<i>Millepora alcicornis</i> Linnaeus, 1758	-	1	1	1	-	1	-	1	1	1	1	1	9	3.08

Tabla 1. Continuación.

Categorías taxonómicas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	F	%
Subclase: Octocorallia														
Orden: Alcyonacea														
Familia: Anthothelidae														
<i>Erythropodium caribaeorum</i> (Duchassaing & Michelotti, 1860)	1	1	-	-	1	-	1	-	1	1	1	1	8	2.74
Familia: Plexauridae														
<i>Eunicea clavigera</i> Bayer, 1961	-	1	1	1	-	-	-	-	1	1	-	-	5	1.71
<i>Eunicea succinea</i> (Pallas, 1766)	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.03
<i>Eunicea tourneforti</i> Milne Edwards & Haime, 1857	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	0.68
<i>Plexaurella dichotoma</i> (Esper, 1766)	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	2	0.68

tendencia a la asíntota (Fig. 2b). Ambos estimadores paramétricos presentaron un buen desempeño, con valores similares en sesgo y exactitud, al predecir la misma cantidad de riqueza esperada (31 especies). No obstante, la predicción del modelo de Clench es de 34 especies ($a=15.82793$ y $b=0.470395$), lo cual significa que el inventario realizado tiene una representatividad del 86.5%; esto se ve reflejado en la curva acumulativa (Fig. 2b). Si bien el modelo tuvo un buen ajuste ($R^2=0.996$) y la pendiente de la asíntota (0.049) sugiere que el inventario es fiable, es necesario incrementar siete unidades de muestreo más para lograr registrar el 95% de la riqueza de antozoos esencialmente.

Por otra parte, las especies de mayor frecuencia en el arrecife Oro Verde fueron los corales: *Montastraea cavernosa*, *Porites astreoides*, *Siderastrea siderea*, *Colpophyllia natans*, *Scolymia cubensis*, *Pseudodiploria strigosa*, *Millepora alcicornis*, y las esponjas *Aplysina fistularis*, *Amphimedon compressa*, *Niphates erecta*, *Aiolochoira crassa* y *Callyspongia armigera*, las cuales acumularon un 43.2% de la frecuencia relativa. Por el contrario, 28 especies se consideran las de menos distribución en el arrecife, dado que fueron registradas dos veces en el estudio como máximo. A continuación, se citan algunos ejemplos de esponjas y corales: *Plakortis angulospiculatus*, *Aplysina cauliformis*, *Aplysina fulva*, *Geodia neptuni*, *Lissodendoryx isodictyalis*, *Clathria (Microciona) spinosa*, *Cliona varians*, *Helioseris cucullata*, *Madracis pharensis*, *Paracyathus pulchellus*, *Orbicella franksis* y *Oculina varicosa* (Tabla 1).

En orden de importancia, los puntos geográficos P9 y P4 ubicados al este del arrecife presentaron mayor riqueza faunística (esponjas, hidrocorales y antozoos) con 35 y 31 especies respectivamente; le siguen los puntos P2 y P4 situados en la parte central del arrecife con 30 y 28 especies, respectivamente; en cambio, los lugares más profundos P5, P8 y P10 ubicados al norte, suroeste y este del arrecife, presentaron menor riqueza de especies (Tabla 1). Sin embargo, estos contrastes no son significativos, dado que los lugares de muestreo manifiestan notables proximidades de acuerdo al NDMS (Fig. 3);

con base en el análisis SIMPER presentan una similitud de 58.42%, siendo las especies *M. cavernosa*, *P. astreoides*, *S. siderea*, *P. strigosa*, *A. fistularis*, *C. natans*, *A. compressa*, *S. cubensis*, *N. erecta*, *A. crassa*, *C. armigera*, *M. alcicornis* y *E. caribaeorum*, las que contribuyen en la semejanza de los lugares de muestreo con un 71.70% de similitud acumulada (Tabla 2).

En relación con la cobertura bentónica, las algas constituyen el grupo más abundante en el arrecife Oro Verde, dado que manifestaron un valor de $88.2\pm 7.5\%$, siendo las de tipo filamentosas las más representativas con $49.4\pm 7.7\%$; en cambio, los corales apenas presentaron una cobertura de $9.5\pm 6.2\%$, siendo *M. cavernosa*, *S. siderea* y *C. natans* las especies que contribuyeron con 8.5% de la cobertura coralina (Tabla 3). Específicamente, en los puntos geográficos que confluyen al sur del arrecife (3, 4, 6 y 8) se registró mayor dominancia de algas filamentosas con valores de más del 50%, seguido de las algas frondosas, las cuales manifestaron mejor cobertura en los puntos 6 y 8 situados al sur y suroeste, respectivamente, y en los puntos 5 y 12 ubicados al norte y noreste del arrecife. Cabe destacar que las algas coralinas costrosas fueron más abundantes solamente en el punto 10 con 31.3%, ubicado al este del arrecife, mientras que los corales exhibieron mayor cobertura en los puntos 4 y 10, localizados al este del arrecife (Tabla 3). A nivel de especie, *M. cavernosa* presentó mayor cobertura en los puntos 4 y 10 con 17.4% y 15.7% respectivamente, mientras que *C. natans* fue más abundante en los puntos 7 y 11 con valores de 4.4% y 2.9%, respectivamente; y *S. siderea* presentó coberturas de 3.2% y 2.5 para los lugares 5 y 8 (Tabla 3).

El análisis SIMPROF no detectó grupos disímiles en el atributo cobertura, lo que significa que los lugares de muestreo se consideran homogéneos dada la dominancia de algas en el arrecife. Básicamente los lugares de muestreo situados al noreste (5,12), oeste (7,11), este (9) y porción sur (3, 6, 8) presentaron mayores proximidades entre sí de acuerdo al análisis NDMS (Fig. 4 y Tabla 3). El análisis SIMPER determinó que las unidades de muestreo son 81% similares, siendo justamente las algas fila-

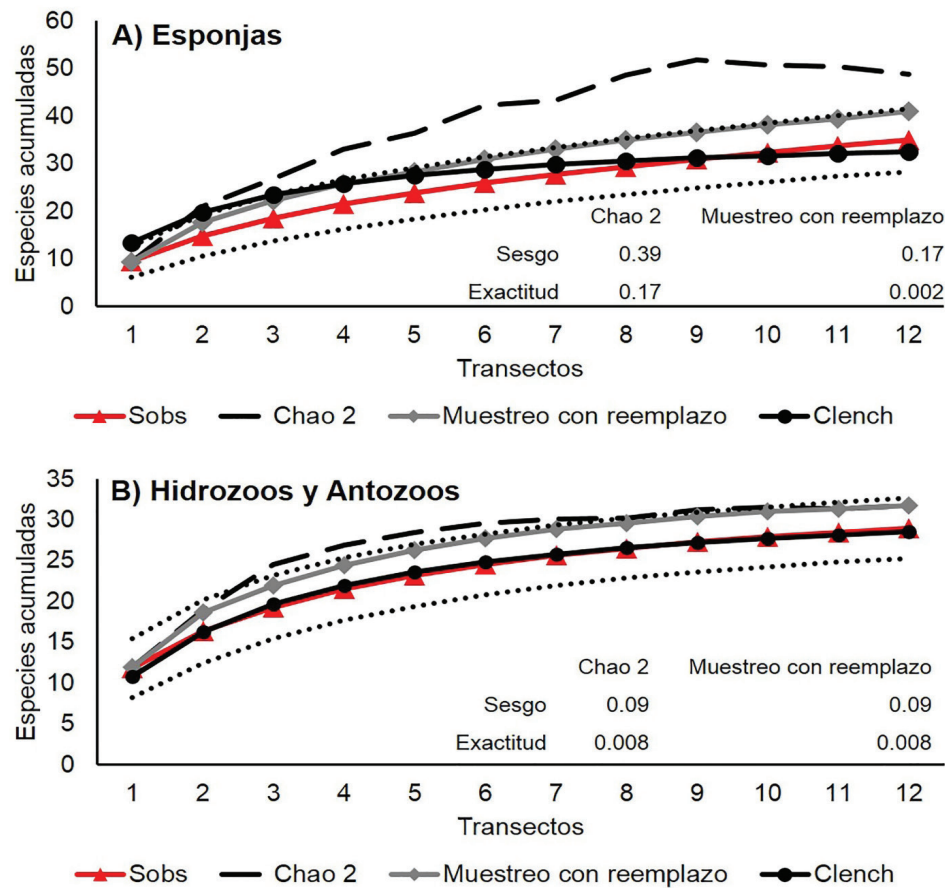


Figura 2. Número de especies de a) esponjas e b) hidrocorales y antozoos observados y estimados (Chao 2 y muestreo por reemplazo) en el arrecife sumergido Oro Verde, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. Las líneas punteadas negras indican el intervalo de confianza (superior e inferior) a 95% del estimador Sobs (especies observadas).

mentosas y algas frondosas las que contribuyen en la semejanza (Tabla 4).

En cuanto a la afinidad en especies de esponjas a nivel de sistemas arrecifales, el análisis NMDS y SIMPROF muestran claramente el ordenamiento y la separación de tres grupos (Fig. 5a) que son significativamente disimiles de acuerdo al ANOSIM ($R_{\text{global}} = 0.979$; $P = 0.036$). El arrecife Oro Verde presentó proximidades notables con los arrecifes Enmedio, Blake, Lobos y con los arrecifes del SAT: La Perla-Zapotitlán y Palo Seco-Tripie, y representan el grupo C (Fig. 5a). Esta agrupación comparte una similitud promedio de 70.61%, siendo 15 especies de esponjas las que contribuyeron en la semejanza (Tabla 5). Este grupo es disímil con el grupo A (52.69%) representado por el arrecife Tuxpan y con el grupo B (47.07%) constituido por el SAV. El análisis SIMPER determinó que 21 especies contribuyeron en la disimilitud entre C y A, y 29 especies contribuyeron en la disimilitud entre C y B (Tabla 6); no obstante, de acuerdo al análisis ANOSIM por pares, las discrepancias no son significativas entre

C y A ($R = 1$; $P = 0.143$), ni entre C y B ($R = 0.956$; $P = 0.143$).

En relación con la afinidad en especies de corales, los análisis NDMS y SIMPROF revelan tres grupos distantes, donde el arrecife Oro Verde esencialmente presentó mayor proximidad con los arrecifes aledaños Enmedio y Blake; esta agrupación representa el grupo A (Fig. 5b) y manifestó un 79.42% de similitud promedio, siendo 16 especies de corales los que contribuyeron en la semejanza de este conjunto de arrecifes. El grupo B con 76.92% de similitud lo componen los arrecifes Palo Seco-Tripie y Zapotitlán-La Perla; y el grupo C con 78.10% de semejanza lo representan los arrecifes Lobos, Tuxpan y el SAV (Tabla 7). Estas agrupaciones son significativamente diferentes con base en el análisis ANOSIM ($R_{\text{global}} = 0.765$; $P = 0.002$). El análisis SIMPER explica que fueron 20 especies las que contribuyeron en la disimilitud entre el grupo A y C, y fueron 15 especies las que contribuyeron en la disimilitud entre los grupos A y B (Tabla 8). No obs-

Tabla 2. Valores porcentuales del SIMPER de los lugares de muestreo con base en la composición de esponjas y cnidarios sésiles.

Grupos	Similitud promedio	% contribución	% acumulado
<i>M. cavernosa</i>	4.24±6.25	7.26	7.26
<i>P. astreoides</i>	4.24±6.25	7.26	14.52
<i>S. siderea</i>	4.24±6.25	7.26	21.78
<i>P. strigosa</i>	3.67±2.10	6.27	28.06
<i>A. fistularis</i>	3.61±2.07	6.19	34.24
<i>C. natans</i>	3.59±2.06	6.15	40.39
<i>A. compressa</i>	3.43±2.08	5.87	46.27
<i>S. cubensis</i>	3.43±2.08	5.87	52.14
<i>N. erecta</i>	2.82±1.40	4.82	56.96
<i>A. crassa</i>	2.29±1.06	3.91	60.87
<i>C. armigera</i>	2.26±1.06	3.87	64.74
<i>M. alcicornis</i>	2.23±1.06	3.81	68.55
<i>E. caribaeorum</i>	1.84±0.83	3.15	71.70

tante, con base en el ANOSIM por pares, dichas diferencias no son significativas entre A y C ($R=0.519$, $P=0.10$), ni entre A y B ($R=0.792$, $P=0.10$).

DISCUSIÓN

Si bien la lista de esponjas aún no está completa, es evidente que los registros obtenidos (35 especies) son superiores a otros arrecifes del norte de Veracruz, como Tuxpan, Blake, y Enmedio, los cuales cuentan con registros de 17, 25 y 32 especies, respectivamente; inclusive se aproxima a las 38 especies reportadas para el Sistema Arrecifal Lobos (González-Gándara *et al.*, 2009, 2015; De la Cruz-Francisco *et al.*, 2016b). En relación con los corales, se complementa la lista de 19 (Maruri, 2012) a 27 especies, por lo que el arrecife Oro Verde registra más especies que los arrecifes los Tuxtles (González-Gándara *et al.*, 2015) y se aproxima a la riqueza que se reporta para los arrecifes Blake,

Enmedio, y Lobos (Tunnell *et al.*, 2007; González-Gándara *et al.*, 2015; De la Cruz-Francisco *et al.*, 2016a). Aunque el SAV registra mayor número de especies (Ortiz-Lozano *et al.*, 2013, Zarco-Perelló *et al.*, 2013); cabe aclarar que la cantidad de especies que mencionan De la Cruz-Francisco *et al.* (2016a) para el SAV es de 44 especies de corales y no de 52, dado que dicha cifra corresponde a nivel de todo el estado. Respecto a los octocorales, las cuatro especies determinadas (Tabla 1) han sido previamente reportadas en los arrecifes del SALT y SAV (Jordán-Dahlgren, 2002; Zarco-Perelló *et al.*, 2013; De la Cruz-Francisco *et al.*, 2016b), al igual que la anémona *B. annulata*, específicamente en el arrecife Enmedio (De la Cruz-Francisco *et al.*, 2016b) y en el SAV (González-Muñoz *et al.*, 2013).

Por otra parte, las especies que presentaron mayor distribución en el arrecife Oro Verde (*M. cavernosa*, *P. astreoides*, *S. siderea*, *P. strigosa*, *A. fistu-*

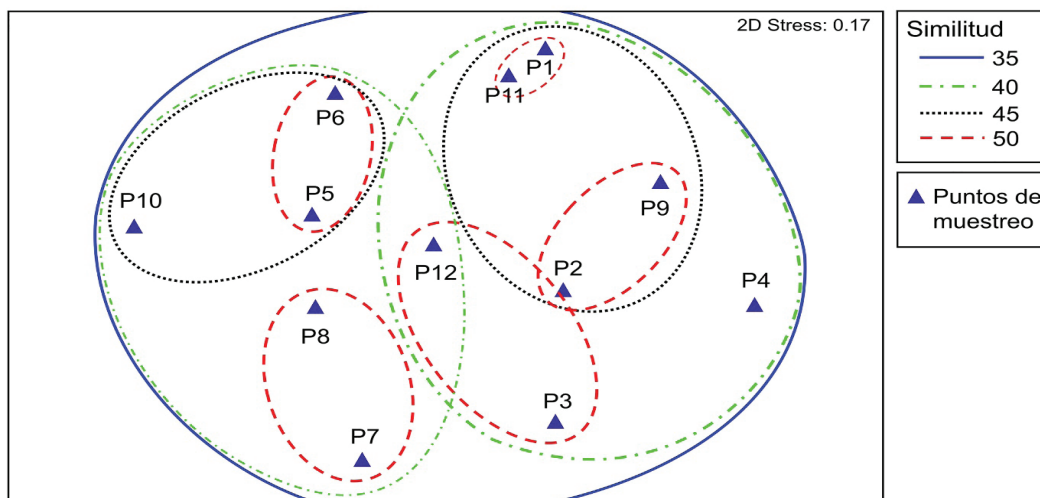


Figura 3. Análisis NMDS con base en la composición de especies de esponjas, hidrozoos y antozoos a nivel de lugares de muestreo del arrecife Oro Verde.

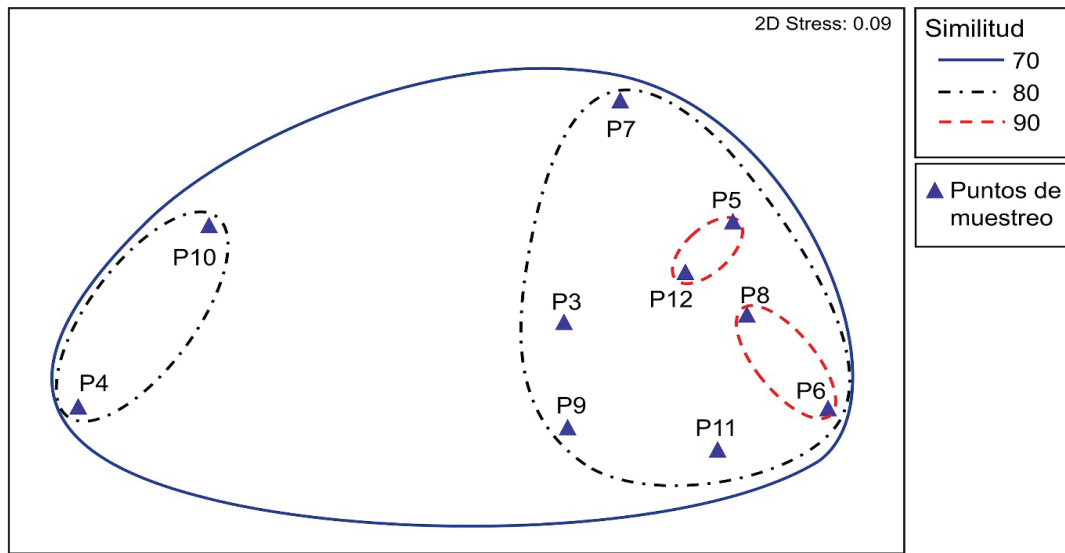


Figura 4. Análisis NMDS con base en la cobertura bentónica estimada en cada punto de muestreo en el arrecife Oro Verde.

laris, *C. natans*, *A. compressa*, *S. cubensis*, *N. erecta*, *A. crassa*, *C. armígera*, *M. alicornis* y *E. caribaeorum*) están de igual forma registradas como típicas de los arrecifes del SALT, SAV y del Caribe (Escobar-Vásquez, 2015; De la Cruz-Francisco, 2013; González-González *et al.*, 2016; Valderrama & Zea, 2003; Díaz, 2005; Engel & Pawlik, 2005; Núñez-Flores *et al.*, 2010; Villamizar *et al.*, 2014; González-Gándara *et al.*, 2015; De la Cruz-Francisco *et al.*, 2016; Horta-Puga *et al.*, 2015; Pérez-España *et al.*, 2015). Esta coincidencia se puede atribuir a que dichas especies se caracterizan por presentar adaptaciones para tolerar la sedimentación, factor

ambiental que es característico de los arrecifes de Veracruz, dado que estos ecosistemas se ubican sobre una plataforma terrígena y constantemente reciben aportes de sedimentos provenientes de las cuencas hidrológicas más cercanas (Liddell, 2010).

Si bien la turbiedad reportada (Maruri, 2012) y observada en el arrecife Oro Verde pone en evidencia la presencia de sedimentos, es necesario determinar la tasa de sedimentación que ocurre en este ecosistema sumergido; así también la composición y la concentración de nutrientes inorgánicos y orgánicos a fin de esclarecer su origen, aunque presumiblemente provienen de la cuenca del Río Tuxpan (Lid-

Tabla 3. Valores de la cobertura bentónica a nivel de especie y por grupo bentónico del Arrecife Oro Verde, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan.

Especies	Cobertura bentónica %										Total
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>A. agaricites</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0 ±0.1
<i>C. natans</i>	0.0	1.0	1.5	1.2	4.4	1.8	0.0	2.9	0.0	0.3	1.3 ±1.5
<i>P. clivosa</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
<i>P. strigosa</i>	0.7	0.7	0.1	0.0	1.7	0.0	0.0	0.4	0.0	0.5	0.4 ±0.5
<i>M. decactis</i>	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0 ±0.1
<i>M. alicornis</i>	0.1	0.0	0.0	0.4	0.0	0.3	0.0	0.1	0.5	0.3	0.2 ±0.2
<i>M. cavernosa</i>	4.2	17.4	0.4	3.3	1.8	1.3	5.2	15.7	3.2	0.5	5.3 ±6.2
<i>M. faveolata</i>	0.1	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2 ±0.6
<i>P. astreoides</i>	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.0	0.4	0.0	0.1 ±0.1
<i>S. siderea</i>	1.9	0.9	3.2	1.8	2.4	2.5	0.2	1.6	1.6	2.4	1.8 ±0.9
<i>S. intercepta</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0 ±0.1
Componentes bentónicos											
Corales	7	20.1	5.4	7.1	12.4	6	5.6	20.8	6.1	4.3	9.5 ±6.2
Octocorales	0	0.1	0.1	0	0.5	0	0	0	0	0	0.07 ±0.2
Eponjas	0	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1	0.2	0.4	1.5	0.5	0.3 ±0.4
Algas frondosas	18	2.6	26.8	31	19.6	29	20.3	7	28.6	26.8	21 ±9.6
Algas filamentosas	59.2	60	48.6	56.2	48.1	53.4	40.2	39	41.8	47.4	49.4 ±7.7
Algas coralinas costrosas	15.8	15.2	18.8	5.6	19.2	11.5	18	31.3	22	21	17.8 ±6.8
Arena	0	1.9	0	0	0	0	15.7	1.5	0	0	1.9 ±4.9

Tabla 4. Componentes bentónicos que contribuyeron en la similitud de los lugares de muestreo del arrecife Oro Verde.

Grupos	Similitud promedio	% contribución	% acumulado
Algas filamentosas	30.54±12.69	37.59	37.59
Algas frondosas	16.91±2.67	20.88	58.57
Algas coralinas costrosas	16.75±4.97	20.67	79.24

dell, 2010) y posiblemente de la boca de Corazon, abertura que comunica a la laguna de Tamiahua con el mar. Esencialmente las lluvias, los frentes fríos y el oleaje intenso promueven la suspensión del sedimento acumulado (Jordán-Dahlgren, 1993; Horta-Puga, 2010; Horta-Puga *et al.*, 2015).

La sedimentación es un factor ambiental que limita el asentamiento y desarrollo de especies sensibles, solamente las que presentan adaptaciones para tolerar el estrés logran prosperar y ser comunes en el ecosistema. Justamente en el arrecife Oro Verde existen especies con adaptaciones para tolerar la sedimentación, por ejemplo, entre las más aptas son *M. cavernosa*, *S. siderea*, *P. strigosa* y *C. natans*, las cuales presentan corallitos grandes para remover el sedimento (Rogers, 1990; Sanders & Baron-Szabo, 2005; Darling *et al.*, 2012) y presentan fotosimbiontes que les posibilita habitar ambientes profundos (LaJeunesse, 2002); y ante condiciones de escasez de luz los corales son capaces de cambiar de hábitos autotróficos a heterotróficos (Huston, 1985; Erwin & Taker, 2007). En el caso de esponjas, la mayoría de las especies registradas se caracterizan por ser de hábitos heterotróficos al contener pocos fotosimbiontes; esto les permite establecerse mejor en ambientes cercanos a la costa y con influencia terrígena (Alcolado, 1999; Valderrama & Zea, 2003; Erwin & Taker, 2007; Romero *et al.*, 2013); además, la frecuencia de algunas especies en el arrecife Oro Verde, como *A. compressa* se puede atribuir a que presentan defensas químicas para evitar la depredación; así también, *C. armigera* y *N. erecta* son especies de rápido crecimiento y presentan mayor regeneración ante la depredación (Walters & Pawlik, 2005; Pawlik *et al.*, 2013).

La comunidad de esponjas y corales se distribuyen de manera homogénea en el arrecife dado que los lugares de muestreo presentaron semejanzas en la riqueza faunística, lo cual se puede atribuir a que son especies propias de ambientes profundos (Alcolado, 1999; Zea, 2001; Zlartarski, 2007; Díaz *et al.*, 2000; Núñez-Flores *et al.*, 2010), similar composición faunística se presenta en los arrecifes sumergidos Blake, Palo Seco y Tripie (González-Gándara *et al.*, 2015) y en las zonas profundas (sotavento y balorvento) de los arrecifes emergentes de Veracruz (De la Cruz-Francisco, 2013; Escobar-Vásquez, 2015; González-Gándara *et al.*, 2015; Horta-Pu-

ga *et al.*, 2015; Pérez-España *et al.*, 2015; De la Cruz-Francisco *et al.*, 2016a, b). Especies como *M. alcicornis*, *O. annularis*, *P. strigosa*, *P. clivosa* y *C. natans* son capaces de establecerse tanto en áreas profundas y someras. Esto se atribuye a que presentan plasticidad morfológica (Darling *et al.*, 2012) y fotosimbiontes (LaJeunesse, 2002) que les permiten tolerar el oleaje y la intensidad lumínica cuando se asientan en áreas someras. Sin embargo, *A. palmata* y *A. cervicornis* igualmente logran establecerse hasta los 15 m de profundidad (Zlartarski, 2007) pero no fueron registradas en el arrecife Oro Verde; esto se atribuye a que son especies que requieren condiciones de alta transparencia (Díaz *et al.*, 2010), factor que no es habitual en este ecosistema sumergido. Estas especies se distribuyen en los arrecifes de Veracruz con baja abundancia; esencialmente se observan colonias esparcidas (De la Cruz-Francisco *et al.*, 2015), incluso en el arrecife sumergido Blake se tienen reportes de estas especies (Martos, 2010; González-Gándara *et al.*, 2015), lo que sugiere que este ecosistema presenta condiciones normales de

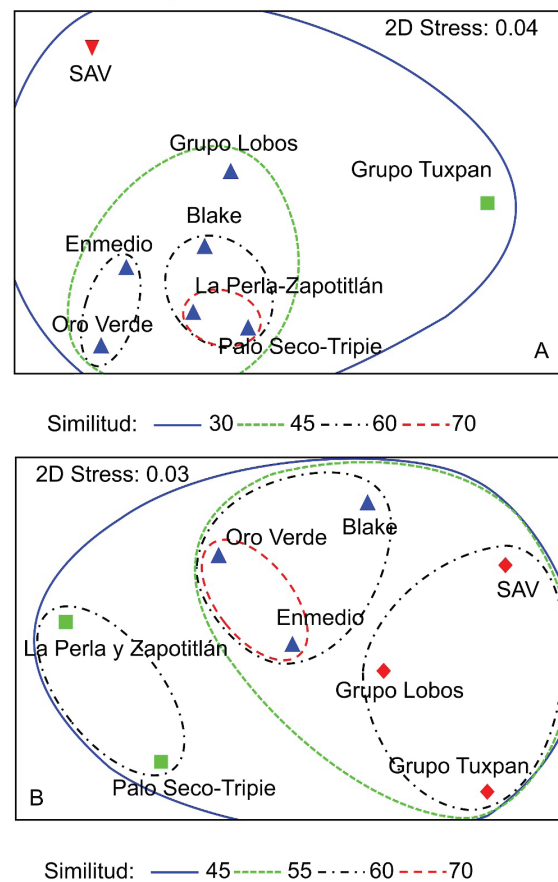


Figura 5. Análisis NMDS con base en la composición de especies de A) esponjas, B) hidrocorales y corales del arrecife sumergido Oro Verde y de los sistemas arrecifales de Veracruz.

Tabla 5. Especies de esponjas que contribuyeron en la similitud para el grupo de C representado por los arrecifes Oro Verde, Enmedio, Blake y Arrecifes Los Tuxtles (Arrecife La Perla-Zapotitlán y Palo Seco-Tripie). CBT%= Contribución porcentual de cada especie; ACM%=Porcentaje acumulativo de cada especie.

SIMILITUD GRUPO C= 70.61%	CTB%	ACM%
<i>A. clathrodes</i> , <i>A. crassa</i> , <i>A. compressa</i> , <i>A. fistularis</i> , <i>A. muryciana</i> , <i>C. armigera</i> , <i>C. dura</i> , <i>D. etheria</i> , <i>E. ferox</i> , <i>I. birotulata</i> , <i>I. felix</i> , <i>M. arbuscula</i> , <i>N. erecta</i> , <i>S. ruetzleri</i>	4.66	4.66-69.92
<i>S. coccinea</i>	3.25	73.18

transparencia.

En cuanto a la cobertura bentónica, el arrecife Oro Verde carece de datos históricos, sin embargo, con los datos obtenidos se puede considerar un ecosistema dominado por algas, principalmente filamentosas. La proliferación de algas también se ha reportado en el arrecife Lobos (De la Cruz-Francisco, 2013; Escobar-Vásquez, 2015), en el SAV (Jones *et al.*, 2008), al igual que en varias áreas del Mar Caribe (Jackson *et al.*, 2014). La dominancia de algas en arrecifes de coral generalmente se asocia al enriquecimiento de nutrientes y por la mortalidad de los corales a causa del estrés provocado por el exceso de sedimentación y por una baja tasa de herbivorismo, principalmente por peces y erizos (Hughes, 1994; McClannan *et al.*, 2002).

Mientras tanto, la cobertura coralina en el arrecife Oro Verde fue de 9.5% (± 6.1), cifra que difiere de lo reportado por Maruri (2012) con 17.8%; estos contrastes se atribuyen al uso de distintos métodos de estudio y por el insuficiente esfuerzo de muestreo, por lo que se hace necesario obtener valores más precisos sobre este atributo fundamental para la toma de decisiones en materia de manejo y conservación (González-González *et al.*, 2016), dado que este arrecife no está dentro del polígono de protección del SALT. Los corales masivos que mantienen la cobertura son especies (*M. cavernosa*, *C. natans* y *S. siderea*) que se han adaptado para prevalecer bajo condiciones estresantes por sedimentación, escasas de luz y pueden adoptar hábitos mixotróficos (Rogers, 1990; LaJeunesse, 2002; Torres & Morelock, 2002; Nugues & Roberts, 2003a; Darling *et al.*, 2012).

De manera comparativa, los arrecifes emergentes del SALT presentan un mejor desarrollo coralino, esencialmente en la zona de sotavento donde el crecimiento coralino es más importante (Escobar-Vásquez & Chávez, 2012; De la Cruz-Francisco, 2013; González-González *et al.*, 2016). En el SAV también el máximo desarrollo coralino ocurre en el arrecife posterior, sin embargo, de igual manera existen arrecifes con baja cobertura coralina, como ocurre en los arrecifes Hornos con 6.5%, Cabezo con 11.1%

y Chopas con 16.8% (Horta-Puga *et al.*, 2015). Estos ecosistemas coralinos del SAV reciben influencia terrígena principalmente del Río Jamapa, por lo que también se desarrollan bajo condiciones de estrés por sedimentación; además, el SAV está más expuesto a perturbaciones antropogénicas por el desarrollo costero del Puerto de Veracruz (Horta-Puga *et al.*, 2015). Para este sistema arrecifal se estiman coberturas promedio de 18.37% y 19.1% (datos de Pérez-España *et al.*, 2015 y Horta-Puga *et al.*, 2015, respectivamente), cifras que se aproximan al valor promedio estimado para el Atlántico Occidental de 20.5% (Horta-Puga *et al.*, 2015). Con base en todas estas comparaciones, la baja cobertura coralina del arrecife Oro Verde es un reflejo más de la condición decadente que presentan actualmente los arrecifes del suroeste del Golfo de México, lo cual está relacionado con la frecuencia de perturbaciones naturales y antropogénicas (Jackson *et al.*, 2014) que imposibilitan la recuperación natural de las comunidades coralinas (Burke & Maidens, 2005).

Con base en el análisis multifactorial, los lugares de muestreo no son disímiles en cobertura bentónica, lo cual se atribuye a la dominancia de las algas en el arrecife; así mismo, la riqueza faunística se distribuye de manera uniforme en el arrecife, lo que significa que el bentos arrecifal presenta estructura y composición similar. Esto difiere del esquema de distribución que se ha reportado para los arrecifes emergentes del SALT y SAV, ya que en estos sistemas arrecifales la distribución de las especies y la cobertura bentónica es desigual, siendo sotavento la zona arrecifal que concentra mayor número de especies de esponjas y corales, y mayor cobertura coralina (Chávez & Escobar-Vásquez, 2012; Escobar-Vásquez, 2014; De la Cruz-Francisco, 2013; González-González, 2015; Horta-Puga *et al.*, 2015; Pérez-España *et al.*, 2015; De la Cruz-Francisco *et al.*, 2016a, b); esta zona se caracteriza por presentar alta deposición de sedimentos, baja turbulencia del oleaje y tiene un rango de profundidad de 3-24 m (Lara *et al.*, 1992; Jordán-Dahlgren, 1993).

Como se anticipó, el arrecife Oro Verde es afín en riqueza de esponjas con los arrecifes más próximos (Enmedio, Blake, Lobos, Tuxpan); inclusive con los arrecifes del Sur de Veracruz, solamente se observaron discrepancias con el arrecife Tuxpan y ello se atribuye principalmente al bajo número de registros que presenta este ecosistema debido a que sido poco explorado. Con respecto a la disimilitud que presentó con el SAV se atribuye a que este sistema arrecifal cuenta con mayor número de especies registradas; además, 16 especies son exclusivas de este sistema arrecifal, lo que sugiere que presentan distribución limitada o bien que es producto del esfuerzo de trabajo tanto en muestreos como en la determinación de especies que ha recibido el SAV (Gómez, 2007).

En cuanto a corales, también se observaron

Tabla 6. Especies de esponjas que contribuyeron en la disimilitud entre los grupos C (Oro Verde, Enmedio, Blake y Arrecifes Los Tuxtlas: Arrecife La Perla-Zapotitlán y Palo Seco-Tripie) + A (Arrecife Tuxpan) y C + B (SAV). AP=Abundancia promedio; CBT%= Contribución porcentual de cada especie; ACM%=Porcentaje acumulativo de cada especie.

DISIMILITUD GRUPOS C+A= 52.69%	AP(C)	AP(A)	CTB%	ACM%
<i>A. clathrodes</i> , <i>A. crassa</i> , <i>A. muryciana</i> , <i>C. dura</i> , <i>D. etheria</i> , <i>N. erecta</i> , <i>S. ruetzleri</i>	1	0	3.93	3.93-27.51
<i>S. coccinea</i> , <i>A. insularis</i> , <i>C. varians</i> <i>S. coralliphagum</i>	0.83	0	3.37	30.88-40.63
<i>D. reticulatum</i> , <i>P. carinata</i> , <i>Geodia neptuni</i>	0.67	0	2.71	43.34-48.56
<i>C. vaginalis</i> , <i>C. caribbaea</i> , <i>L. isodictyalis</i>	0.33	1	2.74	51.3-56.59
<i>N. subtriangularis</i> , <i>A. cauliformis</i> <i>Hyrtilos proteus</i>	0.17	1	3.37	59.96-66.52
<i>Desmopsama anchorata</i>	0	1	3.93	70.45
DISIMILITUD GRUPOS C+B= 47.07%	AP(C)	AP(B)	CTB%	ACM%
<i>Aptos duchaingii</i> , <i>Aptos pernucleata</i> , <i>Acarinus nicolae</i> , <i>Axinella polycapella</i> , <i>Clathria ehteli</i> , <i>Clathria calla</i> , <i>Clathria proliferata</i> , <i>Clathria foliacea</i> , <i>Desmopsama anchorata</i> , <i>Dysidea fragilis</i> , <i>Forcepia sp.</i> , <i>Halichondria lutea</i> , <i>Ircinia campana</i> , <i>Mycale laevis</i> , <i>Spongia discus</i> , <i>Suberites auranticus</i> , <i>Tethya actina</i> , <i>Topsentia bahamensis</i> , <i>Topsentia ophiraphidites</i>	0	1	2.61	2.61-49.59
<i>H. caerulea</i> , <i>N. subtriangularis</i> , <i>Tedania ignis</i>	0.17	1	2.21	51.8-56.22
<i>P. angulospiculatus</i> , <i>C. vaginalis</i>	0.33	1	1.8	58.02-59.81
<i>A. fistularis</i> , <i>C. varians</i> , <i>S. coralliphagum</i>	0.83	0	2.18	61.99-66.3
<i>A. muryciana</i>	1	0	2.15	68.45
<i>C. dura</i>	1		2.15	70.6

Tabla 7. Especies de corales que contribuyeron en la similitud de los grupos A (Oro Verde, Enmedio, Blake), B (Arrecifes Los Tuxtlas: Arrecife La Perla-Zapotitlán y Palo Seco-Tripie) y C (Arrecifes Lobos, Tuxpan y SAV). CBT%= Contribución porcentual de cada especie; ACM%=Porcentaje acumulativo de cada especie.

SIMILITUD GRUPO A= 79.42%	CTB%	ACM%
<i>A. agaricites</i> , <i>A. fragilis</i> , <i>A. humilis</i> , <i>C. natans</i> , <i>L. cucullata</i> , <i>M. decactis</i> , <i>M. pharensis</i> , <i>M. cavernosa</i> , <i>M. lamarckiana</i> , <i>O. annularis</i> , <i>O. faveolata</i> , <i>O. francksi</i> , <i>P. astreoides</i> , <i>P. clivosa</i> , <i>P. strigosa</i> , <i>S. siderea</i>	4.57	4.57-73.08
SIMILITUD GRUPO B= 76.92%	CTB%	ACM%
<i>A. agaricites</i> , <i>A. fragilis</i> , <i>A. humilis</i> , <i>L. cucullata</i> , <i>M. decactis</i> , <i>M. cavernosa</i> , <i>O. diffusa</i> , <i>O. varicosa</i> , <i>P. astreoides</i> , <i>P. clivosa</i> , <i>S. radians</i>	6.67	6.67-73.33
SIMILITUD GRUPO C= 78.10%	CTB%	ACM%
<i>A. palmata</i> , <i>A. fragilis</i> , <i>C. natans</i> , <i>M. decactis</i> , <i>M. cavernosa</i> , <i>M. angulosa</i> , <i>M. lamarckiana</i> , <i>O. diffusa</i> , <i>O. annularis</i> , <i>O. faveolata</i> , <i>O. francksi</i> , <i>P. astreoides</i> , <i>P. branneri</i> , <i>P. colonensis</i> , <i>P. porites</i> , <i>P. clivosa</i> , <i>P. strigosa</i> , <i>S. cubensis</i>	3.90	3.90-70.25

Tabla 8. Especies de corales que contribuyeron en la disimilitud entre los grupos A (Oro Verde, Enmedio, Blake) + C (Arrecifes Lobos, Tuxpan y SAV) y A + B (Arrecifes Los Tuxtlas: Arrecife La Perla-Zapotitlán y Palo Seco-Tripie). AP=Abundancia promedio; CTB%= Contribución porcentual de cada especie; ACM%=Porcentaje acumulativo de cada especie.

DISIMILITUD GRUPOS A+C= 28.84%		AP(A)	AP(C)	CTB%	ACM%
<i>P. branneri</i> , <i>P. furcata</i>		0	1	5.81	5.81-11.62
<i>M. areolata</i> , <i>P. divaricata</i>		0	0.67	3.86	15.48-19.04
<i>P. porites</i> , <i>A. cervicornis</i> , <i>M. angulosa</i>		0.33	1	3.98	23.02-30.92
<i>M. ferox</i> , <i>S. lacera</i>		0.33	0.67	3.13	34.05-37.18
<i>A. lamarcki</i>		0.33	0.33	2.45	39.63
<i>M. auretenra</i>		0.33	0.33	2.45	42.08
<i>P. pulchellus</i>		0.67	0	3.92	46
<i>M. aliciae</i>		0.67	0	3.71	49.71
<i>A. solitaria</i>		0.67	0.33	3.36	53.07
<i>O. varicosa</i>		0.67	0.33	3.24	56.31
<i>M. pharensis</i>		1	0	5.81	62.12
<i>A. agaricites</i> , <i>A. humilis</i> , <i>L. cucullata</i> , <i>S. intercepta</i>		1	0.67	2.25	64.37-71.12
DISIMILITUD GRUPOS A+B= 43.98%		AP(A)	AP(B)	CTB%	ACM%
<i>C. natans</i> , <i>M. pharensis</i> , <i>M. lamarckiana</i> , <i>O. faveolata</i> , <i>O. franksi</i>		1	0	6.93	6.93-34.65
<i>O. annularis</i> , <i>P. strigosa</i>		1	0.50	3.58	38.23-41.81
<i>S. cubensis</i> , <i>M. aliciae</i> , <i>P. colonensis</i>		0.67	0	4.7	46.51-55.27
<i>A. palmata</i> , <i>A. solitaria</i> , <i>P. pulchellus</i>		0.67	0.50	3.49	58.76-65.6
<i>A. cervicornis</i>		0.33	0.50	3.42	69.02
<i>Oculina patagónica</i>		0	0.50	3.58	72.6

afinidades en riqueza de especies entre el arrecife Oro Verde y los arrecifes más próximos (Enmedio y Blake); esta agrupación presentó disimilitudes con los arrecifes emergentes del sistema Lobos, Tuxpan y SAV, debido a que en este conjunto de arrecifes habitan especies típicas de ambientes someros, como *P. furcata*, *P. porites*, *A. cervicornis* y *A. palmata*, las cuales no fueron registradas en el arrecife Oro Verde. La profundidad mínima de 10 m que presenta este ecosistema sumergido debe ser un factor que limite la distribución de estas especies someras; a su vez, las disimilitudes se atribuyen a la presencia de *M. pharensis*, *A. solitaria* y *P. pulchellus* en el arrecife Oro Verde, las cuales están ausentes en el sistema arrecifal Lobos, Tuxpan y SAV; estas últimas especies fueron recientemente registradas para el Arrecife Enmedio (De la Cruz-Francisco *et al.*, 2016), Blake y los arrecifes los Tuxtlas (González-Gándara *et al.*, 2015), por lo que no se descarta que también estén presentes en los demás arrecifes de Veracruz. En relación con la disimilitud con los arrecifes SAT, ello se atribuye a la ausencia de cinco especies en este sistema arrecifal que si están presentes en el arrecife Oro Verde: *C. natans*, *M. pharensis*, *M. lamarckiana*, *O. faveolata* y *O. franksi*.

Las afinidades observadas entre el arrecife Oro Verde con los arrecifes más próximos, sugieren una posible conectividad ecológica entre ellos a través de las corrientes marinas y la dispersión larval, pues

esta estrategia de vida es la más factible en esponjas y corales para ampliar su distribución y colonizar nuevos ecosistemas marinos. Esto es factible de acuerdo a la modelación de Sanvicente-Añorve *et al* (2014), dado que el transporte de larvas puede ocurrir en 1 día entre los arrecifes Lobos y Tuxpan; de ser así, el arrecife Oro Verde ubicado entre estos sistemas arrecifales debe cumplir funciones sustanciales, ya sea en el aporte de larvas o bien proporcionando refugio para nuevos reclutas de esponjas y corales provenientes de los arrecifes aledaños.

Considerando que las corrientes marinas favorecen la dispersión larval y con esto la conectividad entre los arrecifes de Veracruz (Sanvicente-Añorve *et al.*, 2014), se presume que exista homogeneidad entre los sistemas arrecifales del estado con respecto a la fauna de esponjas y corales. Sin embargo, es necesario obtener inventarios completos para analizar la distribución geográfica de estos grupos biológicos a fin de reforzar la idea de que existe un corredor ecológico entre los arrecifes de Veracruz; es decir, que existe un flujo de especies entre arrecifes físicamente separados y que se conectan por las corrientes marinas (Ortiz-Lozano *et al.*, 2013).

A manera de conclusión, el arrecife sumergido Oro Verde es un ecosistema marino igual de importante que los arrecifes emergentes del SALT, al resguardar fundamentalmente numerosas especies de esponjas y corales que se distribuyen de manera

uniforme en el arrecife, siendo las algas las formas más abundantes en el bentos, y manifiesta mayor afinidad en riqueza de esponjas y corales con los arrecifes más cercanos (Enmedio y Blake). Por estas razones se considera justificable su inclusión al polígono de protección del SALT, a fin de salvaguardar la riqueza biológica existente en este ecosistema sumergido.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Arturo Serrano Solís por facilitarnos 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 su apoyo. A los revisores anónimos por sus comentarios y sugerencias.

REFERENCIAS

- Alcolado, P. M. 1999. Comunidades de esponjas de los arrecifes del Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 28: 95-124. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.1999.28.0.322>
- Burke, L. & J. Maidens, 2005. Arrecifes en peligro en el Caribe. World Resources Institute Washington, DC. 80 p.
- Cairns, S.D. & F.M. Bayer. 2009. *Octocorallia (Cnidaria) of the Gulf of Mexico*. 321-331. In: Felder, D. L. & D.K. Camp (eds.), *Gulf of Mexico—Origins, Waters, and Biota*. Biodiversity. Texas A&M University Press, College Station, Texas.
- Cairns, S.D., W.C. Jaap & J.C. Lang. 2009. *Scleractinia (Cnidaria) of the Gulf of Mexico*. 333-347. In: Felder, D. L. & D. K. Camp (eds.), *Gulf of Mexico—Origins, Waters, and Biota*. Biodiversity. Texas A&M University Press, College Station, Texas.
- Calder, D.R. & D. Cairns. 2009. Hydroids (Cnidaria: Hydrozoa) of the Gulf of Mexico. 381-394. In: D.L. Felder & Camp, D.K. (eds). *Gulf of Mexico—Origins, and Biota*, Biodiversity. Texas A&M University Press, College Station, Texas.
- Chamberlain, C. 1966. Some Octocorallia of Isla Lobos, Veracruz, Mexico. *Brigham Young Univ Geol Stud.*, 13: 47-54.
- Chávez, E.A., E. Hidalgo & M.L. Sevilla. 1970. Datos acerca de las comunidades Bentónicas del arrecife Lobos, Veracruz. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 30: 211-281.
- Chávez, E.A., J.W. Tunnell Jr. & K. Withers. 2010. *Zonación y Ecología de los Arrecifes: Plataforma Veracruzana y Banco Campeche*. 60-100. In: 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*. United Kingdom. West Hoe Plymouth PL1 3 DH. PRIMER-E Ltd.
- 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. 2013. *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 9.
- Cortés-Usache, C., J. Calle-Triviño & J. Martos-Fernández. 2015. Lista de peces de los arrecifes Oro Verde, Pantepec y Blake Veracruz, México. *Revista de Investigaciones Marinas*, 35(1): 112-118.
- Crowther, A.L. 2011. *Class Anthozoa Ehrenberg, 1834*. In: Zhang, Z. Q. (ed). *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa*, 3148: 1-237. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3148.1.5>
- Darling, E.S., L. Alvarez-Filip, T.A. Oliver, T.R. McClanahan & I.M. Coté. 2012. Evaluating life history strategies of reefs corals from species traits. *Ecology Letters*, 15: 1378-1386. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2012.01861.x>
- De la Cruz-Francisco, V., J. Argüelles-Jiménez, C. González-Gándara, & H. Pérez-España, 2014. *Invertebrados: Acropora cervicornis y Acropora palmata*. 104-107. In: Hernández-Baz, F. & D. U. Rodríguez-Vargas (Eds.). *Libro Rojo de la Fauna del Estado de Veracruz*. Xalapa, México. Gobierno del Estado de Veracruz, Procuraduría Estatal de Protección al Medio Ambiente, Universidad Veracruzana
- De la Cruz-Francisco V., M. González-González & I. Morales-Quijano. 2016a. Inventario taxonómico de Hydrozoa (Orden: Anthoathecata) y Anthozoa (Subclases: Hexacorallia y Octocorallia) del Arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. *CICIMAR-Oceanides*, 31: 23-34. <https://doi.org/10.37543/oceanides.v31i1.157>
- De la Cruz-Francisco V., M. González-González & I. Morales-Quijano. 2016b. Faunística y distribución de Demospongiae: Porífera del arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, México. *CICIMAR-Oceanides* 31: 7-16. <https://doi.org/10.37543/oceanides.v31i1.155>
- De la Cruz-Francisco, V. 2013. *Estructura de las comunidades macrobentónicas y nectónicas asociadas a los sustratos rocosos coralinos*

- del arrecife Lobos, Veracruz, México*. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, 109 pp.
- De la Cruz-Francisco, V. & C. González-Gándara. 2006. Lista actualizada de los gasterópodos de la planicie del arrecife Lobos, Veracruz, México. *UDO Agrícola*, 6(1):128-137
- Díaz, J. M., L. M Barrios, M. H Cendales, J. Garzón-Ferreira, M. López-Victoria, G.H. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzon, B. Vargas-Angel, F. A. Zapata & S. Zea. 2000. Áreas coralinas de Colombia. INVEMAR, Serie de publicaciones Especiales N° 5, Santa Marta, 175 p.
- 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>
- Erwin, P.M. & R. W. Thacker. 2007. Incidence and identity of photosynthetic symbionts in Caribbean coral reef sponge assemblages. *J. Mar. Biol. Au. U.K.*, 87: 1683-1692. <https://doi.org/10.1017/S0025315407058213>
- Escobar-Vásquez, C. 2015. *Estructura de la comunidad coralina del arrecife Isla Lobos, Veracruz, México*. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California Sur, 90 pp.
- Gómez, P. 2002. *Eponjas 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.
- González-Cobos, J.M. 2010. *Localización y caracterización de los arrecifes no emergentes en la costa de Tuxpan, Veracruz*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, 49 p.
- González-Gándara, C. 2014. Peces del arrecife Blake, Veracruz, México: inventario, distribución y afinidades zoogeográficas. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2(4): 87-9.
- González-Gándara, C., C. Domínguez-Barradas, V. De la Cruz-Francisco, F.A. Solís-Marín & J.P. Carricart-Ganivet. 2015. *Eponjas, 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., 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., F.A. Solís-Marín, V. De la Cruz-Francisco, A. Granados-Barba, J. J. Salas-Pérez, J. Argüelles-Jiménez & P. A. Escárcega-Quiroga. 2015. Riqueza y distribución de equinodermos en los arrecifes del norte y sur de Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*, 63: 183-193.
- González-Gándara, M., V. De la Cruz-Francisco, I. Morales-Quijano & R. E. Orduña-Medrano. 2016. Diversidad y cobertura de la comunidad bentónica del arrecife En medio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, México. *Revista de Ciencias Marinas y Costeras*, 8(2): 47-65. <https://doi.org/10.15359/revmar.8-2.3>
- González-Muñoz, R., J.L. Tello-Musi & N. Simoes. 2015. *Las anémonas del Sistema Arrecifal Veracruzano*. 101-118. In: A. Granados-Barba, I. Ortiz-Lozano, D. Salas-Monreal & C. González-Gándara (eds). Aportes al conocimiento del Sistema Arrecifal Veracruzano: hacia el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche.
- Harris, P.T., A. D. Heap, T. Wassenberg & V. Passlow. 2004. Submerged coral reefs in the Gulf of Carpentaria, Australia. *Marine Geology*, 207: 185-191. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2004.03.002>
- Horta-Puga, G. 2010. *Impactos ambientales*. 183-205. 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.
- Horta-Puga, G., J.L. Tello-Musi, A. Beltrán-Torres, J.P. Carricart-Ganivet, J.D. Carriquiry & J. Villaescusa-Celaya. 2015. *Veracruz Reef System: a hermatypic coral community thriving in a sedimentary terrigenous environment*. 181-208. En: A. Granados-Barba, I. Ortiz-Lozano, D. Salas-Monreal & C. González-Gándara (eds). Aportes al conocimiento del Sistema Arrecifal Veracruzano: hacia el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México (Universidad Autónoma de Campeche).
- Humann, P. & N. Deloach. 2002. *Reef Creature*

- identification: Florida Caribbean Bahamas*. 2da ed. New World Publications. Jack Sonville, Florida. 420 p.
- Huston, M.A. 1985. Patterns of species diversity on coral reefs. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 16: 149-177. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.16.110185.001053>
- Jackson, J. B. C., M. K. Donovan, K. L. Cramer & W. Lam. 2014. *Status and Trends of Caribbean Coral Reefs: 1970-2012*. Washington, EE. UU.: Global Coral Reef Monitoring Network, IUCN, Gland, Switzerland.
- Jiménez-Valverde, A. & J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8: 151-161.
- Jones, J., K. Withers & J. W. Jr. Tunnell. 2008. *Comparison of Benthic Communities on Six Coral Reefs in the Veracruz Reef System (Mexico)*. Proceedings of the 11 th International Coral Reef Symposium, Ft. Lauderdale, Florida. 18: 757-760.
- Jordán-Dahlgren, E. 1993. El ecosistema arrecifal coralino del Atlántico Mexicano. 1993. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 157-175.
- Jordán-Dahlgren, E. 2002. Gorgonian distribution patterns in coral reef environments of the Gulf of Mexico: evidence of sporadic ecological connectivity? *Coral Reefs*, 21: 205-215. <https://doi.org/10.1007/s00338-002-0226-9>
- Kohler, K.E. & S.M. Gill, 2006. Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers and Geosciences*, 32 (9): 1259-1269, <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2005.11.009>
- LaJeunesse, T. C. 2002 Diversity and community structure of symbiotic dinoflagellates from Caribbean coral reefs. *Marine Biology*, 141: 387-400. <https://doi.org/10.1007/s00227-002-0829-2>
- Lara, M., C. Padilla, C.A. García & J.J. Espejel. 1992. *Coral reefs of Veracruz, Mexico. Zonation and Community Structure*. Proc. Seventh Intern. Coral Reefs Symp. Guam.
- Liddell, W. D. 2010. *Origen y geología*. 30-47. In: 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.
- Littler, M. M. 1980. Morphological form and photosynthetic performances of marine macroalgae: test of a functional/form hypothesis. *Botanica Marina*, 22: 161-165. <https://doi.org/10.1515/botm.1980.23.3.161>
- Martos-Fernández, F.J. 2010. Evaluación de la salud de los corales del arrecife Blake, Cazonos, Veracruz. Tesis de maestría. Facultad de Ingeniería Química, 93 p.
- Maruri-Cruz, M. 2012. *Evaluación de la comunidad de los corales pétreos del arrecife no emergente Oro Verde, Tuxpan, Veracruz*. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, 90 p.
- McClanahan, T. R., B. A. Cokos & E. Sala. 2002. Algal growth and species composition under experimental control of herbivory, phosphorus and coral abundance in Glovers Reef, Belize. *Mar. Poll. Bull.*, 44: 441-451. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00051-6](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00051-6)
- 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>
- Nugues, M.M. & C. M. Roberts. 2003a. Coral mortality and interaction with algae in relation to sedimentation. *Coral Reefs*, 22: 507-516. <https://doi.org/10.1007/s00338-003-0338-x>
- Nugues, M.M. & C. M. Roberts. 2003b. Partial mortality in massive reef corals as an indicator of sediment stress on coral reefs. *Marine Pollution Bulletin*, 46: 314-323. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00402-2](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00402-2)
- Núñez-Flores, M., J. G. Rodríguez-Quintal & M. C. Díaz. 2010. Distribución de esponjas (Porifera) a lo largo de una gradiente de profundidad en un arrecife coralino, Parque Nacional San Esteban, Carabobo, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 58:175-187.
- Ocaña, O., L. Moro, J. Ortega, J. Espinosa & M. Caballer. 2007. Guía visual de la Biodiversidad marina de Guanahacabibes. I. Anémonas (Anthozoa: Actiniaria, Corallimorpharia, Ceriantharia y Zoanthidae) *Avicennia*, 19: 133-142.
- Ortiz-Lozano, L., H. Pérez-España, A. Granados-Barba, C. González-Gándara, A. Gutiérrez-Velázquez & J. Martos. 2013. The Reef Corridor of the Southwest Gulf of Mexico: Challenges for its management and conservation. *Ocean and Coastal Management*, 86: 22-32. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.10.006>
- 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>

- Pérez-España, H., P. S. Ávila-Gutiérrez, S. M. Melo-Merino, P. Berumen-Solórzano & R. R. Flores-Arévalo. 2015. *Patrones interanuales e interarrecifales de las comunidades de peces, corales y equinodermos en el Sistema Arrecifal Veracruzano*. 157-178. In: A. Granados-Barba, L. Ortiz-Lozano, D. Salas-Monreal & C. González-Gándara (Eds). *Aportes al conocimiento del Sistema Arrecifal Veracruzano: hacia el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México*. México. Universidad Autónoma de Campeche.
- Roberts, T.E., J. M. Moloney & H. P. A. Sweatman. 2015. Benthic community composition on submerged reefs in the central Great Barrier Reef. *Coral Reefs*. <https://doi.org/10.1007/s00338-015-1261-7>
- Rogers, C.S. 1990. Response of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Marine Ecology Progress Series*, 62:185-202. <https://doi.org/10.3354/meps062185>
- Romero, M.A., E. Villamizar & N. Malaver. 2013. Estructura de la comunidad de esponjas (Porifera) en tres arrecifes del Parque Nacional Morrocoy, Venezuela y su relación con algunas variables ambientales. *Revista de Biología Tropical*, 61(3): 1229-1241. <https://doi.org/10.15517/rbt.v61i3.11937>
- Sánchez, J.A. & H. H. Wirshing. 2005. A Field Key to the Identification of Tropical Western Atlantic Zooxanthellate Octocorals (Octocorallia: Cnidaria). *Caribbean Journal of Science*, 41(3): 508-522.
- Sanders, D., C. & R. C. Baron-Szabo. 2005. Scleractinian assemblages under sediment input: their characteristics and relation to the nutrient input concept. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 216: 139-181. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2004.10.008>
- Sanvicente-Añorve L., J. Zavala-Hidalgo, M. E. Allende-Arandía & M. Hermoso Salazar. 2014. Connectivity patterns among coral reef systems in the southern Gulf of Mexico. *Marine Ecology Progress Series*, 498: 27-41. <https://doi.org/10.3354/meps10631>
- StatSoft, 2005. *Statistica (data analysis software system)*, version 7.1. www.statsoft.com.
- Torres, J. & J. Morelock. 2002. Effect of Terrigenous Sediment Influx on Coral-Cover and Rates of Three Caribbean Massive Coral Species. *J. Caribbean Sci.*, 1(38): 222-229.
- Thomas, C. J., T. C. L. Bridge, J. Figueiredo, E. Deleersnijder & E. Hanert. 2015. Connectivity between submerged and near-sea-surface coral reefs: can submerged reef populations act as refuges? *Diversity and Distributions*, 1-13. <https://doi.org/10.1111/ddi.12360>
- Tunnell Jr. J.W. et al. 2007. *Checklist of the Biota Associated with Southern Gulf of Mexico Coastal Reefs and Coral Reef Islands*. GulfBase (online database at www.gulfbase.org). Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies, Texas A&M University – Corpus Christi. Corpus Christi, Texas.
- Ugalde, D., P. Gómez & N. Simões. 2015. Marine sponges (Porifera: Demospongiae) from the Gulf of México, new records and redescription of *Erylus trisphaerus* (de Laubenfels, 1953). *Zootaxa*, 3911(2): 151-183. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3911.2.1>
- Valderrama, D. & S. Zea. 2003. Esquemas de distribución de esponjas arrecifales (Porifera) del noroccidente del Golfo de Urabá, Caribe Sur, Colombia. *Boletín de Investigaciones Costeras*, 32:37-56. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2003.32.0.259>
- 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
- Villamizar, E., M. C. Díaz, K. Rützler & R. De Nóbrega. 2014. 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*, 35: 425-435. <https://doi.org/10.1111/maec.12099>
- 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>
- Walther, B.A. & J. L. Moore. 2005. The concepts of bias, precision and accuracy, and their use in testing the performance of species richness estimator, with a literature review of estimator performance. *Ecography*, 28: 815-829. <https://doi.org/10.1111/j.2005.0906-7590.04112.x>
- Zarco-Perelló, S., M. Mascaró, R. Garza-Pérez & N. Simoes. 2013. Topography and coral community of the Sisal Reefs, Campeche Bank, Yucatan, Mexico. *Hidrobiológica*, 23(1): 28-41.
- Zavala-Hidalgo, J., S. L. Morey & J. J. O'Brien. 2003. Seasonal circulation on the western shelf of the Gulf of Mexico using a high-resolution numerical model. *J. Geophys. Res. Oceans.*, 108 (C12) 3389. <https://doi.org/10.1029/2003JC001879>
- Zea, S. 2001. Patterns of sponge (Porifera, Demospongiae) distribution in remote, oceanic reef complexes of the Southwestern Caribbean. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 25(97): 579-592.

Copyright (c) 2016 De la Cruz-Francisco, Vicencio & Ángel Eduardo Bandala-Pérez.



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](#)