Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, 56(2): 66-80 (2017); 6 Tabs., 4 Figs.

COMPOSICIÓN TAXONÓMICA DE LAS ALGAS CÉSPED Y SU MACROFAUNA ASOCIADA, ARRECIFE TUXPAN, SISTEMA ARRECIFAL LOBOS-TUXPAN

Any Edith Aguilera-Pérez & Vicencio de la Cruz-Francisco

Carrera de Biología Marina, *Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, *Campus Tuxpan*. *Universidad Veracruzana*. *Carr*. *Tuxpan-Tampico Km 7.5*, *92850*, *Tuxpan*, *Veracruz*, *México*.

E-mail: *delacruzf17@hotmail.com*

RESUMEN: Los céspedes algales contribuyen en la riqueza biológica de los arrecifes coralinos debido a que alojan organismos faunísticos de pequeña talla. El presente trabajo indaga la riqueza de invertebrados asociados a los céspedes algales del arrecife Tuxpan, para ello se recolectaron 30 muestras en tres diferentes zonas: laguna arrecifal, cresta y ladera de sotavento, cada muestra se recolectó sobre un cuadrante de 25 cm^2. Los datos obtenidos se utilizaron para estimar la riqueza y frecuencia numérica de las especies; para determinar similitudes entre zonas arrecifales se emplearon métodos de clasificación y ordenación utilizando la distancia de Jaccard. Se determinaron en total 23 especies de algas césped representadas por Ochrocophyta (4 especies), Rodhophyta (11) y Clorophyta (8). En cuanto a la fauna hallada, se determinaron cuatro especies del phylum Porifera, 18 especies de Mollusca y cuatro especies de Echinodermata, también se identificaron seis familias del phylum Annelida y ocho familias de Arthropoda. Las algas césped de mayor frecuencia fueron *Ceramium virgatum*, *Jania pumilla*, *Laurencia obtusa* y *Digenia simplex*, mientras la fauna con mayor ocurrencia en los céspedes algales fueron las familias Gammaridae, Leptocheliidae, Nereididae y Syllidae. La composición de algas e invertebrados son disimiles estadísticamente dado que en la planicie arrecifal se registraron mayor número y frecuencia de especies de algas e invertebrados. Los datos obtenidos demuestran que los céspedes algales si alojan invertebrados marinos pero se requiere mayor esfuerzo en trabajo de campo y en la determinación de especies principalmente en anélidos y crustáceos a fin de completar los inventarios biológicos.

Palabras clave: Macroalgas, invertebrados marinos, arrecife coralino, Veracruz, México

ABSTRACT: Algal turfs contribute to the biological richness of the coral reefs because they host small-sized faunal organisms. The present work investigates the richness of invertebrates associated with the algal turfs of the Tuxpan reef. For this purpose, 30 samples were collected on a 25 cm^2 quadrant in three different areas: reef lagoon, reef crest and the leeward slope. The data obtained were used to estimate the richness and numerical frequency of the species. Classification and sorting methods were employed by using the Jaccard distance to determine similarities between the reef zones. A total of 23 species of turf algae were represented by Ochrocophyta (4 species), Rodhophyta (11 species) and Clorophyta (8 species). Four species of the phylum Porifera, 18 species of Mollusca and four species of Echinodermata were determined in reference to the fauna found, as well as six families of the phylum Annelida and eight families of the phylum Arthropoda were identified. The most frequent turf algae were *Ceramium virgatum*, *Jania pumilla*, *Laurencia obtusata* and *Digenia simplex*, while the fauna with the highest occurrence in such algae were the families Gammaridae, Leptocheliidae, Nereididae and Syllidae. The composition of algae and invertebrates are statistically dissimilar because a greater number and frequency of species of algae and invertebrates were recorded in the reef plateau. The data obtained show that algal turfs host marine invertebrates but more effort is required in fieldwork and in the determination of species mainly in annelids and crustaceans in order to complete biological inventories.

Key words: Macroalgae, marine invertebrates, coral reef, Veracruz, Mexico

INTRODUCCIÓN

En los arrecifes coralinos, las algas bentónicas manifiestan una gran diversidad en especies, en formas y tamaños, desempeñan un rol importante en la productividad primaria, forman parte de la cadena trófica y contribuyen en la riqueza biológica de los arrecifes de coral al proveer hábitats para la biota marina (Fong & Paul 2011). Las algas césped son un claro ejemplo en resguardar principalmente organismos faunísticos de pequeña talla, siendo comunes moluscos, anélidos, artrópodos y equinodermos, los cuales interactúan entre si y establecen toda una red trófica (Kelaher *et al*. 2001; Liuzzi & López 2008; Milne & Griffiths 2014). Tradicionalmente se ha descrito a los céspedes algales como una comunidad de

algas cortas no mayor a 2 cm de altura que recubren de manera densa la superficie de rocas coralinas, incluye una gran variedad de grupos desde diatomeas, cianobacterias, clorófitas, rodófitas y feófitas, principalmente los grupos morfo-funcionales más comunes son algas filamentosas, foliosas y calcáreas articuladas, estas algas atrapan y retienen el sedimento, lo que incrementa la asociación de organismos infaunales (Steneck & Dethier 1994; Connell *et al*. 2014).

En el suroeste del Golfo de México se carece de conocimiento sobre la fauna asociada a los céspedes algales, primordialmente se han realizado inventarios ficológicos y ocasionalmente se ha estimado la cobertura de algas siendo el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) como el mejor estudiado para esta provincia geográfica (Galicia & Morales 2007; Robinson *et al*. 2012; Galicia-García *et al*. 2013); le sigue el sistema arrecifal Lobos-Tuxpan (SALT), en esta área natural protegida, los primeros estudios ficoflorísticos fueron realizados hace cuatro décadas (Huerta & Garza 1965; Garza 1969; Chávez *et al*. 1970), recientemente se han sumado dos trabajos más que registran la composición ficológica de los arrecifes Tuxpan (González-Gándara *et al*. 2007) y Oro Verde (Luna & De la Cruz-Francisco 2017). En cuanto a la cobertura de algas ha sido referida para unos cuantos ecosistemas como arrecife Enmedio (González-González *et al*. 2016), Lobos (De la Cruz-Francisco 2013; Escobar-Vásquez 2015) y Oro Verde (De la Cruz-Francisco & Bandala-Pérez 2016) siendo en estos dos últimos ecosistemas donde se reportan a las algas como más abundantes que los corales. A pesar de los trabajos mencionados, en el SALT se desconoce si los céspedes algales funcionan como hábitats para la biota marina, mismos que están presentes tanto en las áreas someras y pendientes profundas de los arrecifes (De la Cruz-Francisco & Bandala-Pérez 2016; González-González *et al*. 2016; Luna & De la Cruz-Francisco 2017). Se presume que las algas césped del arrecife Tuxpan representan hábitats importantes que contribuyen en la riqueza biológica de los arrecifes coralinos de la región pero presentando ensamblajes distintos en las diferentes zonas del arrecife. Por estas razones, el presente trabajo determinó la composición taxonómica de las algas césped y la macrofauna asociada a las frondas y rizomas de este grupo bentónico, así mismo se determinó similitudes a los ensamblajes de especies (ficoflora y macrofauna) en tres zonas del arrecife Tuxpan: cresta arrecifal, planicie y sotavento.

MATERIALES Y METODOS

El arrecife Tuxpan se ubica a 11 km de la costa y de la desembocadura del Río Tuxpan, específicamente se localiza entre las coordenadas 21°01'N y 97°11'W. Es un ecosistema coralino de tipo plataforma alcanzando una profundidad máxima de 30 m, presenta una planicie arrecifal con un pequeño parche de *Thalassia testudinum*. Actualmente forma parte del área de protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan (Fig. 1).

En el mes de abril y agosto de 2014. se realizaron tres muestreos para la recolecta de 10 muestras de algas césped en la planicie arrecifal, en la cresta o borde del arrecife y en la pendiente de sotavento del arrecife Tuxpan, áreas donde los tapetes algales muestran mayor proliferación de acuerdo a un muestreo prospectivo. Las muestras se recolectaron sobre un cuadrante de 25 cm^2 y utilizando una espátula, el material fue depositado en bolsas de polietileno y posteriormente fueron fijadas en formaldehído al 4% y finalmente transferidos a etanol al 70% (Amado-Filho *et al*. 2010).

En el laboratorio las algas fueron determinadas taxonómicamente utilizando las obras de Ortega *et al*. (1993); Littler & Littler (2000); Robinson *et al*. (2012); Galicia-García *et al*. (2013); Rodríguez-Prieto *et al*. (2013); así mismo para invertebrados se utilizaron guias y claves de identificación de esponjas (Gómez 2002, 2007, 2014); poliquetos (De León *et al*. 2009); gasterópodos (García & Reguero 2004); bivalvos (García & Reguero 2007); crustáceos (Abele & Kim 1986); anfípodos (Ortiz 1994); isópodos (Naylor 1972); tanaidáceos (Heard *et al*. 2003) y equinodermos (Hernández-Herrejón *et al*. 2008; Benavides-Serrato *et al*. 2011; Borrero-Pérez *et al*. 2012). Todo el material identificado se depositó en la Colección Biológica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Veracruzana.

Con la información de las especies identificadas, se calculó la eficiencia del muestreo de cada ambiente arrecifal considerando como eficiente el muestreo a partir de 90% de representatividad (Moreno & Halffter 2000), para esto se calculó la riqueza observada (multiplicado por 100) entre el valor de la riqueza esperada de los estimadores no paramétricos Chao 2 y el método de muestreo por reemplazo (Boostrap). Tanto los valores de la riqueza observada como estimada se obtuvieron con el programa EstimateS, versión 9 (Colwell 2013). Como complemento se evaluó el nivel de sesgo y exactitud de los

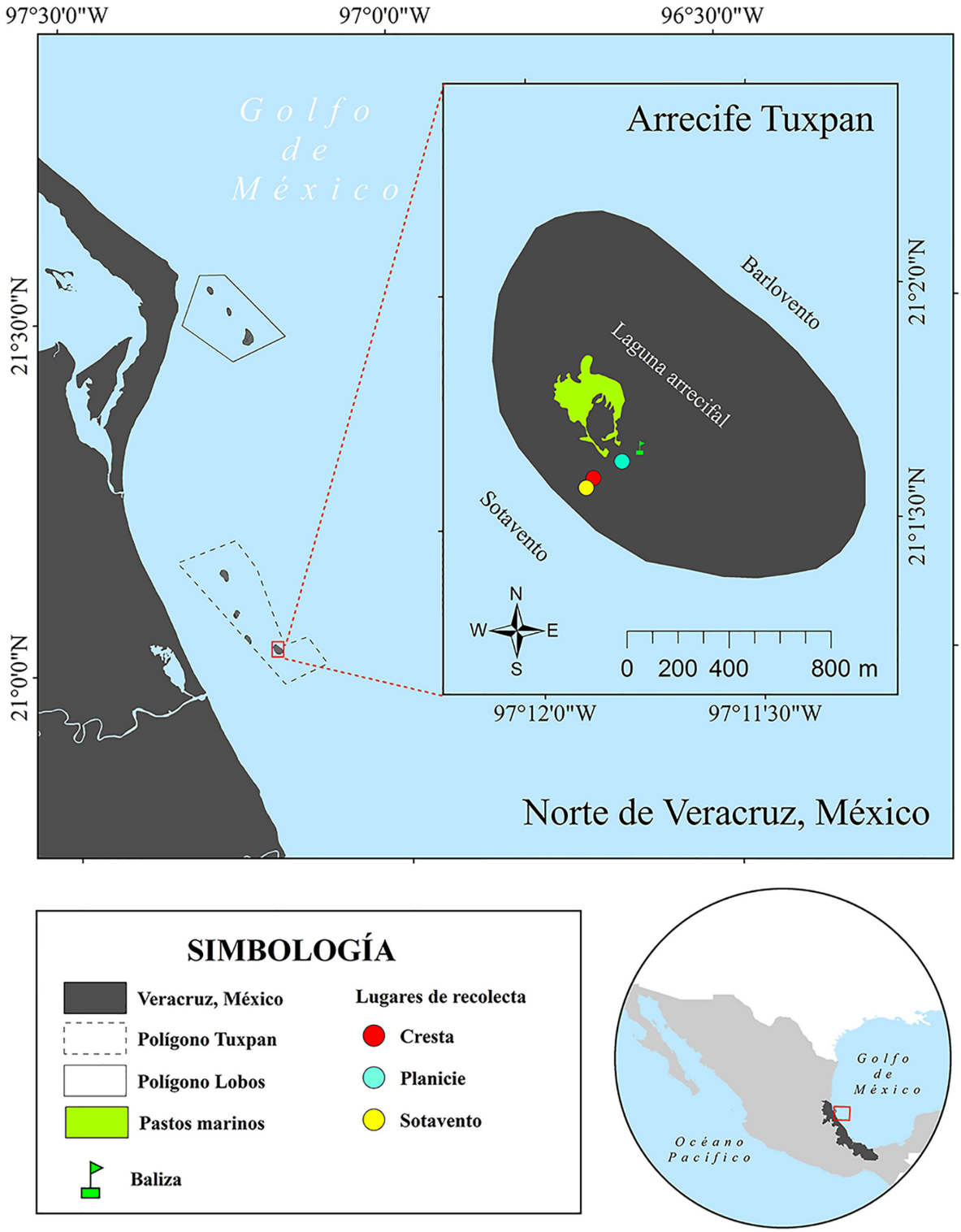


Fig. 1. Localización geográfica del arrecife Tuxpan y de los lugares de recolecta.

estimadores Chao 2 y Boostrap con base en las formulas propuestas por Walther & Moore (2005): sesgo= $(S_{estimada}-S_{verdadera})/S_{verdadera}$; exactitud= $((S_{estimada}-S_{verdadera})/ S_{verdadera})^2$; en ambas fórmulas se obtienen valores que varían entre -1 y 1, cuando los valores son cercanos a cero indica menos sesgo o mayor exactitud respectivamente. También se utilizó el modelo de Clench para predecir las especies existentes calculando la asíntota como la relación a/b y para determinar la proporción de la riqueza registrada por ambiente, estos análisis se realizaron con base al trabajo de Jiménez-Valverde & Hortal (2003), los valores a y b se obtuvieron con el programa Statistica Versión 7.1 (Statsoft 2005).

Por otra parte, la frecuencia de todos los taxa identificados (algas césped y macrofauna), se estimó a partir del número de veces que fue registrada la especie con base en el total de muestras revisadas para cada zona arrecifal (n= 10 muestras). Asimismo, se elaboraron curvas de frecuencia numérica de las especies más representativas por zona arrecifal. Como análisis complementario, se elaboró una matriz de datos de presencia-ausencia de toda la biota identificada y se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NDMS) con distancia de Jaccard para determinar si los ensamblajes de algas y de la macrofauna registrados en cada zona arrecifal son similares o distintos en composición de especies. También se utilizó la prueba de similitud ANOSIM para averiguar diferencias significativas entre las agrupaciones y la rutina SIMPROF para detectar grupos significativamente disimiles. Además, se realizó un análisis de similitud porcentual (SIMPER) para determinar cuáles especies contribuyen en las similitudes/disimilitudes, estos análisis multivariados se realizaron con el programa Primer Versión 7 (Clarke & Gorley 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron un total de 23 especies de algas césped en el arrecife Tuxpan, de las cuales, cuatro especies pertenecen al phylum Ochrocophyta, 11 especies están agrupadas en el phylum Rodhophyta y ocho especies en el phylum Clorophyta. Los grupos morfo-funcionales que presentaron mayor riqueza de especies fueron las filamentosas y algas corticadas ambas con siete especies (Tabla 1). Dicha ficoflora marina es bien conocida para Veracruz y en el Golfo de México (Garza 1969; Chávez *et al*. 1970; Chávez 1973; Mateo-Cid *et al*. 1996; Ortega *et al*. 2001; Galicia & Morales, 2007; González-Gándara *et al*. 2007; Fredericq *et al*. 2009; Godínez-Ortega *et al*. 2009; Robinson *et al*. 2012; Galicia-García *et al*. 2013; Mateo-Cid *et al*. 2013; Godínez-Ortega *et al*. 2015). Con base en la revisión bibliográfica, se consideran como nuevos registros para el estado de Veracruz las especies *Valonia macrophysa* y *Valonia utricularis* dado que los reportes existentes para México corresponden para Quintana Roo y Yucatán (Ortega *et al*. 2001; Garduño-Solórzano *et al*. 2005), mismas que han sido reportadas para el noreste y noroeste del Golfo de México (Fredericq *et al*. 2009).

En la planicie arrecifal se identificaron 15 especies de algas césped, mientras para la cresta fueron registradas 11 y para sotavento 12 especies (Tabla 1). Los estimadores no paramétricos y el modelo de Clench predicen la existencia de más especies, por lo que para fines de inventarios taxonómicos es necesario aumentar el esfuerzo de muestreo, Boostrap fue el mejor estimador dado que mostró menos sesgo y mayor exactitud en estimar las especies de la planicie y sotavento, en cambio Chao 2 presentó mejor desempeño para la cresta arrecifal. En cuanto a la representatividad del muestreo la cresta arrecifal presentó un mayor valor en este atributo (Tabla 2).

Las algas césped del arrecife Tuxpan si constituyen hábitats bentónicos idóneos para diversos invertebrados de tallas pequeñas, en total se registraron 41 taxa, los cuales están representados por cuatro especies de esponjas, 18 de moluscos y cuatro de equinodermos. También se identificaron seis familias del phylum Annelida y ocho familias del phylum Arthropoda (Tabla 1), estos últimos grupos biológicos pueden incrementar la riqueza faunística una vez determinándolos a nivel específico dado que en trabajos similares se ha reconocido que los artrópodos son diversos en especies, por ejemplo Quirós *et al*. (2012) reportan 50 especies de crustáceos decápodos asociados a macroalgas de litorales rocosos de Venezuela, de igual manera, Milne & Griffiths (2014) registraron una alta riqueza de artrópodos y de anélidos (con 119 y 82 especies respectivamente) en céspedes algales del Sudeste de África, estos últimos autores sugieren que a pesar del alto número de especies identificadas se debe continuar con más estudios dado que se presume la existencia de más especies por descubrir en este hábitat bentónico. Asimismo, estudios similares coinciden que moluscos, anélidos y artrópodos son habitantes comunes en diversas especies de algas, por ejemplo en *Lessonia nigrescens* (Vázquez & Santelices 1984); *Laminaria ochroleuca* (Arroyo *et al*. 2003); *Sargassum* spp. (Muñoz-Bautista

Tabla 1. Lista taxonómica de algas césped y su macrofauna asociada, arrecife Tuxpan. Ambientes arrecifales: Planicie arrecifal (P), Borde arrecifal (B), Sotavento (S).

Categorías	P	B	S	Grupos funcionales
REINO: CHROMISTA				
PHYLUM: OCHROPHYTA				
Familia: Dictyotaceae				
Lobophora variegata			■	Foliosa corticada
Padina pavonica	●			Foliosa corticada
Dictyota menstrualis	●			Foliosa corticada
Familia: Sphacelariaceae				
Sphacelaria tribuloides	●	▲	■	Filamentosa
REINO: PLANTAE				
PHYLUM: RHODOPHYTA				
Familia: Rhodomelacae				
Laurencia obtusa	●	▲	■	Macroalga corticada
Digenea simplex		▲	■	Macroalga corticada
Polysiphonia sp.	●	▲	■	Filamentosa
Herposiphonia sp.	●			Filamentosa
Familia: Ceramiaceae				
Centroceras clavulatum	●			Filamentosa
Ceramium virgatum	●	▲	■	Filamentosa
Familia: Corallinaceae				
Amphiroa rigida			■	Coralina articulada
Jania pumilla	●	▲	■	Coralina articulada
Familia: Plerocladiaceae				
Pterocladiella capillacea		▲		Macroalga corticada
Familia: Gelidiellaceae				
Gelidiella sp.	●			Macroalga corticada
Familia: Galaxauraceae				
Galaxaura rugosa			■	Macroalga corticada
PHYLUM: CHLOROPHYTA				
Familia: Valoniaceae				
Ventricaria ventricosa			■	Macroalga corticada
Valonia macropysa	●			Sifonal
Valonia utricularis		▲		Sifonal
Familia: Pithophoraceae				
Dictyosphaeria cavernosa	●	▲		Sifonal
Dictyosphaeria ocellata	●	▲		Sifonal
Familia: Cladophoraceae				
Cladophora sp.		▲		Filamentosa
Acetabularia pusillus	●		■	Filamentosa
Familia: Polyphysaceae				
Rhipidosiphon floridensis	●		■	Macroalga corticada
REINO: ANIMALIA				
PHYLUM: PORIFERA				
Familia Chalinidae				
Haliclona sp.		▲	■	
Familia: Niphatidae				

Amphimedon viridis Duchassaing & Michelotii, 1864		▲	
Familia: Microcionidae			
Clathria virgultosa (Lamarck, 1814)	●		
Familia: Aplysinidae			
Aiolochroia crassa (Hyatt, 1975)			■
PHYLUM: ANNELIDA			
Familia: Nereididae	●		■
Familia: Syllidae	●	▲	
Familia: Chrysopetalidae	●		
Familia: Euphrosinidae	●		
Familia: Cirratulidae	●		
Familia: Aphroditidae	●		
PHYLUM: ARTHROPODA			
Familia: Isaeidae	●		
Familia: Hadzioidea	●		
Familia: Gammaridae	●		■
Familia: Hyalidae	●		
Familia: Cirolanidae			
Cirolana parva Hansen, 1890	●		
Familia: Majidae	●		
Familia: Leptocheliidae	●		■
Familia: Alpheidae			■
PHYLUM: MOLLUSCA			
Familia: Cerithiidae			
Cerithium muscarum Say, 1832			■
Cerithium lutosum Menke, 1828	●		
Cerithium litteratum (Born, 1778)	●		■
Familia: Moduliade			
Modulus modulus (Linnaeus, 1758)	●		
Familia: Bullidae			
Bulla striata Bruguiére, 1792			■
Familia: Haminoidae			
Haminoea elegans (Gray, 1825)	●		
Familia: Caecidae			
Caecum pulchellum Stimpson, 1851	●		■
Caecum textile de Folin, 1867	●		
Caecum circumvolutum de Folin, 1867	●		
Familia: Rissoinidae			
Rissoina fisheri Desjardin, 1949		▲	
Alvania auberiana (d'Orbigny, 1842)	●		
Schwartziella catesbyana (d'Orbigny, 1842)	●		
Phosinella cancellata (Phillippi, 1847)	●		
Zebina browniana (d'Orbigny, 1842)	●		
Familia: Muricidae			
Morula nodulosa (C.B. Adams, 1845)			■
Familia: Costellariidae			
Vexillum albocinctum (C.B. Adams, 1845)			■
Familia: Mytilidae			
Musculus lateralis (Say, 1822)	●		

PHYLUM: ECHINODERMATA			
Familia: Ophiolepididae			
Ophiolepis impressa Lütken, 1859	●		
Ophiactis savignyi Müller & Troschel, 1842	●		
Familia: Ophiotrichidae			
Ophiothrix angulata (Say, 1825)	●		
Familia: Synaptidae			
Synaptula hydriformis (Lesueur, 1824)	●		
Riqueza total	44	16	23

et al. 2015); *Macrocystis pyrifera* (Adami & Gordillo 1999) y en las especies *Corallina elongata*, *Asparagopsis armata*, *Stypocaulon scoparium* y *Cladostephus spongiosus* (Guerra-García *et al*. 2011); *Lobophora variegata*, *Dyctiota divaricata*, *Microdictyon marinum* y *Halimeda opuntia* (García 2008; Roff *et al*. 2013).

Con respecto a las zonas arrecifales, se halló mayor riqueza faunística en los céspedes algales de la planicie, esencialmente los más representativos en especies corresponden a moluscos (12 spp.) y equinodermos (4 sp.), por el contrario en los tapetes algales de la cresta y sotavento se halló menor riqueza faunística (Tabla 1). Los estimadores no paramétricos y el modelo de Clench denotan evidentemente la falta de muestreo en los tres ambientes, Boostrap mostró menor sesgo y mayor exactitud en estimar las especies esperadas a diferencia de Chao 2 que sobrestimó la riqueza (Tabla 2), por lo tanto es necesario incrementar el esfuerzo de trabajo.

Estos resultados obtenidos, son contrarios a lo que obtuvieron Milne & Griffiths (2013) en los arrecifes de la Bahía de Sodwana, Sudáfrica, dado que registraron mayor riqueza de invertebrados en las zonas profundas y menor cantidad de especies en las áreas someras a pesar que la biomasa de algas césped fue mayor en las zonas superficiales, los autores sugieren que estas diferencias se atribuyen a factores externos como la desecación y la exposición al oleaje que está sometida las áreas intermareales, siendo las zonas profundas las menos afectadas.

Por otra parte, las algas césped con mayor frecuencia en las tres zonas arrecifales fueron *Ceramium virgatum*, *Jania pumilla* seguido de *Laurencia obtusa* y *Digenia simplex*, conjunto de especies que tienen hábitos epifitos o bien que pueden establecerse en sustratos duros (Fredericq *et al*. 2009), en tanto que los invertebrados Gammaridae y Leptocheliidae, seguido de los poliquetos Nereididae y Syllidae manifestaron mayor ocurrencia en los céspedes algales de la planicie arrecifal. Respecto a la cresta y sotavento los invertebrados fueron poco frecuentes representados por las familias Syllidae y Nereididae respectivamente (Fig. 2).

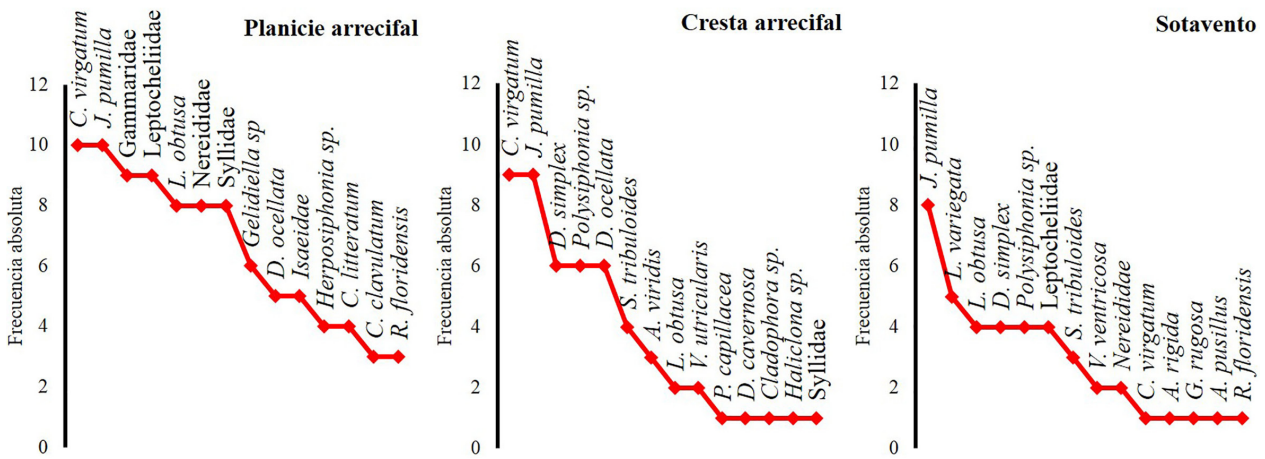


Fig. 2. Especies de algas césped e invertebrados que presentaron mayor frecuencia absoluta en cada zona arrecifal, Arrecife Tuxpan.

Cabe mencionar que varios de los invertebrados hallados en las algas césped del arrecife Tuxpan han sido reportados previamente para el mismo ecosistema, por ejemplo *Amphimedon viridis* y *Aiolochroia crassa* fueron registrados anteriormente por González-Gándara *et al*. (2009) quienes realizaron un inventario de esponjas, así también los gasterópodos *Cerithium litteratum* y *Cerithium lutosum* inicialmente fueron observados por Cruz (2012) como parte de la fauna asociada a las esponjas *Ircinia felix* e *Ircinia fistularis*. No obstante, todas las especies de esponjas, moluscos y equinodermos registrados en el estudio son bien conocidas en otros ecosistemas marinos aledaños al arrecife Tuxpan como el arrecife Lobos (De la Cruz-Francisco & González-Gándara 2006; De la Cruz-Francisco 2013; González-Gándara *et al*. 2015); arrecife Enmedio (De la Cruz-Francisco *et al*. 2016a) y arrecife Blake (González-Gándara *et al*. 2015) inclusive dichos grupos biológicos presentan amplia distribución en el Golfo de México (Gómez 2002, 2007; Rosenberg *et al*. 2009; Tunnell Jr. *et al*. 2007; Pawson *et al*. 2009).

Por otra parte, se determinaron disimilitudes en los ensamblajes de algas e invertebrados de la planicie, cresta y sotavento, tales diferencias son significativas de acuerdo al ANOSIM (R global= 0,74; P= 0,01). El análisis SIMPROF determinó cuatro agrupaciones distintas, las cuales se muestran en el NMDS (Fig. 4). El grupo *C* lo representan todas las muestras de la planicie y una de sotavento (S4), de acuerdo al SIMPER, las especies más frecuentes: *J. pumila*, *C. virgatum*, *L. obtusa* y los invertebrados Gammaridae, Leptocheliidae y Nereididae, contribuyeron en la similitud (Tabla 3). Este ensamblaje se puede atribuir a que el conjunto de especies algales *Ceramium*, *Polysiphonia* y *Laurencia* se caracterizan por resistir a la herbivoría al poseer sustancias toxicas no palatables (Littler *et al*. 1983; Chadwick & Morrow 2011), en consecuencia esto posibilita que diversos invertebrados habiten en sus frondas para refugio y protección contra depredadores. El grupo *D* lo compone la mayoría de las muestras de sotavento y cresta, la semejanza de esta agrupación se atribuye a las algas *J. pumila*, *Polysiphonia* sp. y *D. simplex* (Tabla 3), dado que los invertebrados no fueron frecuentes en las muestras. Mientras el grupo *B* está compuesto por tres muestras de sotavento siendo nuevamente *J. pumila*, *Sphacelaria tribuloides* y la familia Nereididae las que contribuyeron en la similitud (Tabla 3).

Con base al ANOSIM pareado, las muestras de la planicie (grupo *C*) son significativamente diferentes (R= 0,746; P= 0,01) con las de cresta arrecifal y sotavento (grupo *D*), el SIMPER determinó que 21 especies contribuyeron en la disimilitud entre *C* y *D* (Tabla 4), estos contrastes se atribuyen por la presencia de una mayor riqueza y frecuencia de aparición de invertebrados y de algas césped en la planicie. Así mismo las discrepancias entre las muestras de planicie con las de sotavento (S1, S2 y S3) son significativas de acuerdo al análisis ANOSIM pareado (R= 0,938; P= 0,03), esta disimilitud fue de 79,19% y se atribuye a 19 especies de algas e invertebrados, siendo más comunes en el grupo *C* (Tabla 5). También las disimilitudes entre el grupo *D* y *B* (77,93%) fueron significativas (R= 0,685; P= 0,01) y se le atribuye a 12 taxa (Tabla 6).

Las diferencias en el ensamblaje de algas e invertebrados entre la planicie y la cresta, se puede atribuir a que en esta última zona arrecifal está expuesta a un mayor estrés ambiental, debido al embate de las olas y a la desecación por las mareas bajas (Jordán-Dahlgren 1993), factores que pueden restringir la presencia de organismos móviles como los invertebrados, prosperando solo especies sésiles como las propias algas así como también esponjas, corales, zoantidos, octocorales (De la Cruz-Francisco *et al*. 2016a; González-González *et al*. 2016), entre otros. Mientras tanto, las discrepancias entre planicie y sotavento se atribuyen por la escasa presencia de invertebrados para esta zona profunda, lo que conduce a suponer que los céspedes algales proveen menor cantidad de refugios. Si bien, no se estimó la biomasa de las algas, éstas fueron de menor altura (< 3 cm) y volumen, esto sugiere posible actividad de herbivoría por erizos y peces, aunque desafortunadamente se desconoce la abundancia de esta fauna. No obstante, en el arrecife Enmedio (ecosistema aledaño) se tiene conocimiento que *Echinometra lucunter lucunter* y *Echinometra viridis* son los equinodermos más abundantes con densidades de 3,64 ind/m^2 y 6,85 ind/m^2 respectivamente (Morales-Quijano *et al*. 2017), incluso estos equinoideos son señalados como importantes consumidores de algas (Hendler *et al*. 1995). Es posible que la herbivoría por erizos también este aconteciendo en la cresta arrecifal por parte de *E. lucunter lucunter*, la cual es tolerante al embate de las olas (Hendler *et al*. 1995; McClanahan & Muthiga 2013).

Por lo tanto, las algas césped de la planicie sostienen una mayor riqueza faunística en comparación a las demás zonas, esto sugiere que en este lugar existen las condiciones necesarias para que los céspedes algales proporcionen refugio, protección y alimentación a distintos grupos

Tabla 2. Valores de la riqueza verdadera y estimada por estimadores no paramétricos y paramétricos para las especies de algas césped e invertebrados marinos de la zona de planicie, cresta y sotavento, del arrecife Tuxpan. Ver = Riqueza verdadera, Est= Riqueza estimada, %Ef= Eficiencia de muestreo.

	Algas césped				Invertebrados			
	Ver./Est.	% Ef	Sesgo	Exactitud	Obs/Est.	% Ef	Sesgo	Exactitud
Planicie								
Verdadera	15	-	-	-	30	-	-	-
Chao 2	18	83%	0.2	0.04	49.49	61%	0.65	0.42
Bootstrap	17.02	88%	0.135	0.02	38.66	78%	0.29	0.08
Clench	18.36	82%	0.224	0.05	52.03	58%	0.73	0.54
Cresta								
Verdadera	11	-	-	-	4	-	-	-
Chao 2	11.9	92%	0.082	0.01	10.4	38%	1.60	2.56
Bootstrap	12.27	90%	0.115	0.01	6.42	62%	0.61	0.37
Clench	12.77	86%	0.161	0.03	16.37	30%	3.09	9.56
Sotavento								
Verdadera	12	-	-	-	11	-	-	-
Chao 2	16.5	73%	0.375	0.14	32.25	34%	1.93	3.73
Bootstrap	13.9	86%	0.158	0.03	15.6	71%	0.42	0.17
Clench	16.3	73%	0.358	0.13	48.8	24%	3.44	11.81

Tabla 3. Especies de algas cespitosas e invertebrados marinos que contribuyeron en la similitud de los grupos C (Muestras de planicie), B (Muestras de Sotavento) y D (Muestras de Cresta-Sotavento). SP= Similitud promedio; C%= Contribución porcentual de cada especie; CA%=Porcentaje acumulativo de cada especie.

SIMILITUD GRUPO C= 49.14%	SP	C%	CA%
J. pumila	7.60±5.59	15.47	15.47
C. virgatum	7.60±5.59	15.47	30.94
Gamaridae	6.26±1.93	12.74	43.68
Leptocheliidae	5.93±1.99	12.06	55.74
L. obtusa	5.27±1.31	10.72	66.46
Nereididae	3.51±0.99	7.15	73.61
SIMILITUD GRUPO D= 43.49%			
J. pumila	14.60±1.60	33.56	33.56
Polysiphonia sp.	9.07±0.83	20.86	54.43
D. simplex	6.85±0.69	15.75	70.18
SIMILITUD GRUPO B= 36.70%			
J. pumila	19.02±6.62	51.83	51.83
S. tribuloides	6.06±0.58	16.51	68.35
Nereididae	6.06±0.58	16.51	84.86

de invertebrados. Sin embargo, es necesario esclarecer si esto se atribuye a una baja herbivoría, por lo que en posteriores estudios se recomienda estimar la abundancia de erizos esencialmente de *Diadema antillarum* y *E. lucunter lucunter*, y peces de las familias Acanthuridae y Scaridae dado que son los principales consumidores de los céspedes algales (Reyes-Luján *et al*. 2015). Además es imprescindible determinar si las algas manifiestan resistencia a la depredación (alelopatía). Otro aspecto que también se debe averiguar es la abundancia de peces invertívoros a fin de determinar si estos grupos biológicos ejercen influencia en la riqueza y abundancia de las algas

Tabla 4. Familias/especies de algas e invertebrados que contribuyeron en la disimilitud de los grupos *C* (muestras de planicie) y *D* (muestras de sotavento y cresta arrecifal). AP= Abundancia promedio; CBT%= contribución porcentual de cada especie; ACM%= porcentaje acumulativo de cada especie.

DISIMILITUD GRUPOS *C*+*D* = 75.44%	AP (*C*)	AP (*D*)	CTB%	ACM%
Gammaridae	0.91	0.00	6.84	6.84
Leptocheliidae	0.91	0.20	5.44	12.28
Nereididae	0.73	0.00	5.04	17.32
Syllidae	0.73	0.00	4.96	22.28
Polysiphonia sp.	0.09	0.67	4.80	27.08
L. obtusa	0.82	0.33	4.56	31.64
D. simplex	0.00	0.60	4.42	36.06
Gelidiella sp.	0.55	0.00	4.18	40.23
D. ocellata	0.45	0.33	3.64	43.88
Isaeidae	0.45	0.00	3.42	47.30
C. virgatum	1.00	0.60	3.13	50.43
Herposiphonia sp.	0.36	0.00	2.58	53.01
S. tribuloides	0.18	0.27	2.53	55.54
C. litteratum	0.36	0.00	2.49	58.03
R. floridensis	0.27	0.00	2.07	60.09
C. pulchellum	0.27	0.00	2.03	62.13
C. clavulatum	0.27	0.00	1.93	64.06
Cirratulidae	0.27	0.07	1.86	65.91
D. cavernosa	0.18	0.07	1.81	67.73
C. textile	0.27	0.00	1.80	69.52
M. lateralis	0.27	0.00	1.61	71.13

Tabla 5. Familias/especies de algas e invertebrados que contribuyeron en la disimilitud de los grupos *C* (muestras de planicie) y *B* (muestras de sotavento= S1, S2, S3). AP= Abundancia promedio; CBT%= contribución porcentual de cada especie; ACM%= porcentaje acumulativo de cada especie.

DISIMILITUD GRUPOS *C*+*B* = 79.19%	AP (*C*)	AP (*B*)	CTB%	ACM%
C. virgatum	1.00	0.00	6.95	6.95
Gammaridae	0.91	0.00	6.35	13.30
Leptocheliidae	0.91	0.00	6.08	19.39
L. obtusa	0.82	0.00	5.92	25.30
Syllidae	0.73	0.00	4.62	29.92
L. variegata	0.09	0.67	4.25	34.17
S. tribuloides	0.18	0.67	4.25	38.42
Gelidiella sp.	0.55	0.00	3.88	42.60
D. ocellata	0.45	0.00	3.23	45.53
Isaeidae	0.45	0.00	3.18	48.71
C. litteratum	0.36	0.33	3.16	51.87
Nereididae	0.73	0.67	3.08	54.94
R. floridensis	0.27	0.33	2.86	57.81
V. ventricosa	0.09	0.33	2.59	60.40
A. pusillus	0.09	0.33	2.55	62.95
Herposiphonia sp.	0.36	0.00	2.41	65.36
M. nodulosa	0.00	0.33	2.35	67.71
V. albocinctum	0.00	0.33	2.11	69.81
Penaeidae	0.00	0.33	2.11	71.92

césped y de la propia macrofauna asociada (Choat & Kingett 1982; Korsen *et al*. 2011; Roff *et al*. 2013). Por igual se recomienda estimar la densidad de pomacéntridos debido a que estos peces protegen sus jardines algales de otros herbívoros (Lobel 1980; Hixon & Beets 1993), este comportamiento territorial favorece la proliferación de los tapetes algales (Ceccarelli *et al*. 2011) pero se debe indagar si favorece o reduce la riqueza y abundancia de la fauna asociada. En el Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan se distribuyen ampliamente cuatro especies de pomacéntridos (*Stegastes adustus*, *Stegastes leucostictus*, *Stegastes planifrons*, *Stegastes partitus*) que manifiestan este tipo

Tabla 6. Familias/especies de algas e invertebrados que contribuyeron en la disimilitud de los grupos *D* (muestras de sotavento y cresta) y *B* (muestras de sotavento= S1, S2, S3). AP= Abundancia promedio; CBT%= contribución porcentual de cada especie; ACM%= porcentaje acumulativo de cada especie.

DISIMILITUD GRUPOS *D*+*B* = 77.93%	AP (*D*)	AP (*B*)	CTB%	ACM%
Polysiphonia sp.	0.67	0.00	8.65	8.65
Nereididae	0.00	0.67	8.54	17.19
L. variegata	0.13	0.67	7.61	24.79
D. simplex	0.60	0.00	7.57	32.37
S. tribuloides	0.27	0.67	7.45	39.82
C. virgatum	0.60	0.00	7.31	47.13
C. litteratum	0.00	0.33	4.91	52.04
L. obtusa	0.33	0.00	4.54	56.58
A. pusillus	0.00	0.33	4.39	60.97
V. ventricosa	0.00	0.33	4.39	65.36
M. nodulosa	0.00	0.33	4.39	69.75
D. ocellata	0.33	0.00	3.94	7369

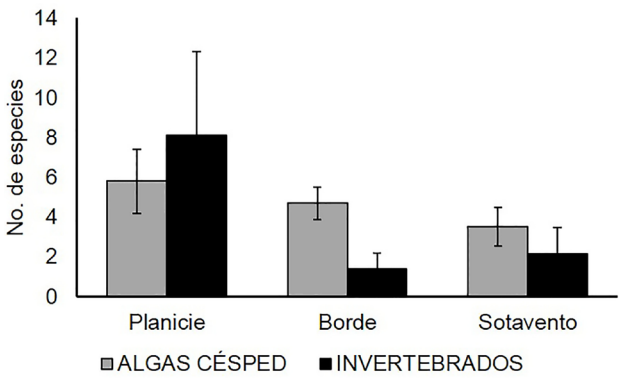


Fig. 3. Comparación de medias de la riqueza de algas césped e invertebrados marinos del arrecife Tuxpan. Las líneas verticales indican la desviación estándar de los datos.

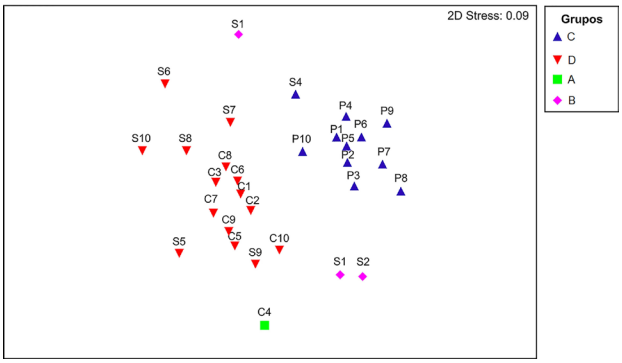


Fig. 4. Análisis NDMS con base en la composición de especies de algas e invertebrados registrados en las zonas arrecifales: planicie arrecifal (p), cresta (c) y sotavento (s). Los números indican las muestras de algas césped recolectadas en el arrecife Tuxpan.

de comportamiento (De la Cruz-Francisco 2013; De la Cruz-Francisco *et al*. 2016b; González-Gándara *et al*. 2015) por lo que también deben ser objeto de estudio.

Finalmente, aunque se desconoce la cobertura real que manifiestan las algas césped en el arrecife Tuxpan, es evidente que fungen como hábitats para la biota marina principalmente para diversos invertebrados pequeños, se presume que esta asociación sea por cuestiones de refugio, alimentación y protección. No obstante, se requiere de un mayor esfuerzo de muestreo para completar los inventarios de la ficoflora y fauna, así también, realizar más estudios que profundicen la dinámica ecológica de los céspedes algales.

AGRADECIMIENTO

A Marlene González González por su apoyo en la recolecta de las muestras y en el laboratorio, a Rosa Estela Orduña Medrano por el apoyo en la confirmación taxonómica de las algas. A Jordán Gutiérrez Vivanco y Arturo Valdés Murillo por facilitarnos el material de laboratorio y de microscopia. A los revisores anónimos por sus observaciones y sugerencias.

REFERENCIAS

Abele, L.G. & W. Kim. 1986. An illustrated guide to the Marine Decapod Crustaceans of Florida. Parte 2, Technical Series. Vol.8 (1):327-760.

Adami, M. L. & S. Gordillo. 1999. Structure and dynamics of the biota associated with *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta) from the Beagle Channel, Tierra del Fuego. *Sci. Mar.* 63(1): 183-191.

Amado-Filho, G.M., G. W. Maneveldt, G. H. Pereira-Filho, R. C. C. Manso, R. G. Bahia, M. B. Barros-Barreto & S. M. Guimaraes. 2010. Seaweed diversity associated with a Brazilian tropical rhodolith bed. *Cien. Mar.* 36(4): 371 -391.

Arroyo, N. L., L. Maldonado, L. Pérez & J. Benito. 2003. Distribution patterns of meiofauna associated with a sublittoral *Laminaria* bed in the Cantabrian Sea (north-eastern Atlantic). *Mar. Biol.* 144: 231-242.

Benavides-Serrato, M., G. H. Borrero-Pérez & C. M. Díaz-Sánchez. 2011. Equinodermos del Caribe colombiano I: Crinoidea, Asteroidea y Ophiuroidea. Serie de publicaciones especiales de Invermar 22. Santa Marta, 384 pp.

Borrero-Pérez, G. H., M. Benavides-Serrato & C. M. Díaz-Sánchez. 2012. Equinodermos del Caribe colombiano II: Echinoidea y Holothuroidea, Serie de Publicaciones Especiales de Invermar, Santa Marta, 250 pp.

Ceccarelli, D. M., G. P. Jones & L. J. McCook. 2011. Interactions between herbivorous fish guilds and their influence on algal succession on a coastal coral reef. Journal of Experimental *Mar. Biol. Ecol.* 399:60-67.

Chadwick, E. M. & M. K. Morrow. 2011. Competition among sessile organisms on coral reefs. In: *Coral Reef: an ecosystem in transition*. Eds. Dubinsky, Z. y N. Stambler (eds.) Springer Netherlands. 347-371.

Chávez, E. A., E. Hidalgo & M. L. Sevilla. 1970. Datos acerca de las comunidades bentónicas de Lobos, Veracruz. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 31: 211-280.

Chávez, E. A. 1973. Observaciones generales sobre las comunidades del arrecife Lobos, Veracruz. An. Esc. Nac. Cien. Biol., Mx 20:13-11.

Choat, J. H. & P. D. Kingett. 1982. The influence of fish predation on the abundance cycles of an algal turf invertebrate fauna. *Oecologia* 54: 88-95.

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.

Colwell, R. K. 2013. Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.

Connell, S. D., M. S. Foster & L. Airoldi. 2014. What are algal turfs? Towards a better description of turfs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 495: 299-307.

Cruz Ferrer, M. I. 2012. *Distribución y abundancia de Ircinia strobilina e Ircinia fistularis* (*Demospongiae: Irciniidae*) *y su fauna asociada en el arrecife Tuxpan*, *Veracruz*. Trab. Grad. M. Sc., Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, 45 pp.

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

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.

De la Cruz-Francisco, V. 2013. *Estructura de las comunidades macrobentónicas y nectónicas asociadas a los sustratos rocosos coralinos del arrecife Lobos, Veracruz, México*. Trab. Grad. M. Sc., Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, 109 pp.

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

De la Cruz-Francisco, V., M. González-González & L. Flores-Galicia. 2016b. Distribución de los hábitats bentónicos de la laguna del arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, México. *Rev. Investig. Mar.* 36(1): 63-78.

De León- González J. A., J. R. Bastida- Zavala, L. F. Carrera-Parra, M. E. García-Garza, A. Peña-Rivera, S. Salazar- Vallejo & V. Solís- Weiss. 2009. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y América tropical. Universidad Autónoma de Nuevo león, Monterrey, México. 737 pp.

Escobar-Vásquez, C. 2015. *Estructura de la comunidad coralina del arrecife Isla Lobos*, *Veracruz*, *México*. Trab. Grad. M. Sc., Universidad Autónoma de Baja California Sur, 90 pp.

Fredericq, S., T. O. Cho, S. A. Earle, C. F. Gurgel, D. M. Krayesky, L. E. Mateo-Cid, A. C. Mendoza-González, J. N. Norris, & A. M. Suárez. 2009. *Seaweeds of the Gulf of Mexico*. En: *Gulf of Mexico Origins*, *Waters*, *and Biota*. *Biodiversity*. Eds. Felder, D.L. and D.K. Camp. Texas A&M Press, College Station, Texas. 187-259 pp.

Fong, P. & V. J. Paul. 2011. *Coral reef algae*. En: *Coral reefs*: *an ecosystem in transition*. Ed. Dubinsky Z. & N. Stambler. New York, Springer. 241-272 pp.

Galicia García C. & A. Morales García. 2007. *Investigaciones sobre macroalgas realizadas en el sistema arrecifal veracruzano*. En: *Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano*. Eds. A. Granados Barba, L. G. Abarca Arenas & J.M. Vargas Hernández. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 141-160 pp.

Galicia-García, C., N. M. Robinson & Y. B. Okolodkov. 2013. New records of red algae (Rhodophyta) for Cabezo Reef, National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Gulf of Mexico. *Ac. Bot. Mex.* 102: 39-76.

García, C. 2008. Gasterópodos asociados al alga calcárea *Halimeda opuntia* (Udoteaceae) en Puerto Rico. *Rev. Biol. Trop.* 56 (4): 1665-1675.

García, C. A. & M. Reguero. 2004. Catalogo ilustrado de Moluscos Gasterópodos del Golfo de México y Mar Caribe. Universidad Autónoma de México. México, 157 pp.

García, C. A. & M. Reguero. 2007. Catalogo ilustrado de Moluscos Bivalvos del Golfo de México y Mar Caribe. Universidad Autónoma de México. México, 94 pp.

Garduño-Solórzano, G., J.L. Godínez Ortega & M.M. Ortega. 2005. Distribución geográfica y afinidad por el sustrato de las algas verdes (Chlorophyceae) bénticas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 76: 61-78.

Garza Barrientos, A. 1969. *Contribución al conocimiento de la vegetación algológica de los arrecifes de Tuxpan*, *Enmedio y Tanhuijo del Estado de Veracruz*. Trab. Grad. Lic. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey. 52 pp.

Godínez-Ortega, J. L., P. Ramírez-García & A. Granados-Barba, A. 2015. *Estructura comunitaria del macrofitobentos en los arrecifes De Enmedio y Chopas*. En: *Aportes al conocimiento del Sistema Arrecifal Veracruz*: *hacia el corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México*. Eds. Granados-Barba, A., I. Ortiz-Lozano, D. Salas-Monreal & González-Gándara. Universidad de Campeche. 35-46 pp.

Godínez-Ortega, J. L., P. Ramírez-García & K. Pedraza-Venegas. 2009. Cambios en la flora béntica de Arrecife Hornos (Veracruz, México). *Rev. Esp. Cien. Quím. Biol.* 12 (2): 59-65.

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*). En: *Investigaciones científias en el Sistema Arrecifal Veracruzano*. Eds. A. Granados-Barba, L. Abarca-Arenas & J.M. Vargas-Hernández. Universidad Autónoma de Campeche. 51-72 pp.

Gómez, P. 2014. The genus *Clathria* from the Gulf of Mexico and Mexican Caribbean, with redescription and resurrection of *Clathria carteri* (Poecilosclerida: Microcionidae). *Zootaxa 3790* 1: 051-085.

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-CONABIO, 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., M. Cruz-Arellano, C. Domínguez-Barradas, A. Serrano y A. J. Basáñez-Muñoz. 2007. Macroalgas asociadas a cuatro hábitats del arrecife Tuxpan, Veracruz, México. *Rev. Cientif. UDO Agríc.* 7(1): 252-257.

González-Gándara, C., A. Patiño-García, U. Asís-Anastasio, A. Serrano & P. Gómez. 2009. Lista de esponjas marinas asociadas al arrecife Tuxpan, Veracruz, México. *Rev. Mex. Biodiver.* 80(1): 1-5.

González-González, M., V. de la Cruz-Francisco, I. Morales-Quijano & R. E. Orduña-Medrano. 2016. Diversidad y cobertura de la comunidad bentónica del arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, México. *Rev. Cien. Mar. Cost.* 8(2): 47-65.

Guerra-García, J. M., M. P. Cabezas, E. Baeza-Rojano, D. Izquierdo, J. Corzo, M. Ros, J. A. Sánchez, A. Dugo-Cota, A. M. Flores-León & M. M. Soler-Hurtado. 2011. Abundance patterns of macrofauna associated to marine macroalgae along the Iberian Peninsula. *Zool. Baetica*. 22: 3-17.

Heard, R. W., T. Hansknecht, K. Larsen & A. S. O'Neal. 2003. An illustrated identification guide to Florida Tanaidacea (Crustacea: Peracarida) occurring in depths of less than 200 m. Tallahassee, Fla: Florida Dept. of Environmental Protection, Division of Water Resource Management, Bureau of Laboratories.

Hendler, G., Miller, J. E., Pawson, D. L. & Kier, P. M. 1995. Sea Stars, Sea Urchins and Allies: Echinoderms of Florida and the Caribbean. Washington: Smithsonian Institution Press.

Hernández-Herrejón, L. A., F. A. Solís-Marín & A. Laguarda-Figueras. 2008. Ofiuroideos (Echinodermata: Ophiuroidea) de las aguas mexicana del Golfo de México. *Rev. Biol. Trop.* 56(3): 83-167.

Hixon, M. A. & J. P. Beets. 1993. Predation, prey refuges, and the structure of coral-reef fish assemblages. *Ecological Monographs* 63: 77-101.

Huerta, M. L. y M. A. Garza Barrientos. 1965. Algas marinas de la Barra de Tuxpan y los arrecifes Blanquilla y Lobos. An. Esc. Nac. Cien. Biol. (México), 13(1-4): 5-21.

Jiménez-Valverde, A. & J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Rev. Iber. Aracn.* 8: 151-161.

Jordán-Dahlgren, E. 1993. El ecosistema arrecifal coralino del Atlántico Mexicano. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 157-175.

Kelaher, B. P., M. G. Chapman & A. J. Underwood. 2001. Spatial patterns of diverse macrofaunal assemblages in coralline turf and their associations with environmental variables. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 81: 917-930.

Korsen, L., A. Israel & A. Abelson. 2011. Grazing effects of fish versus sea urchins on turf algae and coral recruits: posible implications for coral reef resilience and restoration. *Journal of Marine Biology*. doi: 10.1155/2011/960207.

Littler, M. M., P. R. Taylor & D. S. Littler. 1983. Algal resistance to herbivory on a caribbean Barrier Reef. *Coral Reefs* 198(2): 111-118.

Littler, M.M. y D. S. Littler. 2000. Caribbean Reef Plants an Identification Guide to the Reef Plants of the Caribbean, Bahama, Florida and Gulf of Mexico. Offhore Graphic. Washington. 542 pp.

Liuzii, M. G. & G. J. López. 2008. Macrofaunal assemblages associated with coralline turf: species turnover and changes in structure at different spatial scales. *Mar. Eco. Prog. Ser.* 363: 147-156.

Lobel, P. S. 1980. Herbivory by damselfishes and their role in coral reef community ecology. *Bull. Mar. Sci.* 30:273-289.

Luna Ortega, I. & V. de la Cruz-Francisco. 2017. Ensamblajes de macroalgas en superficies muertas de corales escleractinios (Anthozoa: Scleractinia) en el arrecife Oro Verde, Veracruz, México. *CICIMAR Oceánides* 32(1): 11-23.

Mateo-Cid, L. E., A. Mendoza-González, G. Ávila-Ortiz & S. Díaz. 2013. Algas marinas bentónicas del litoral de Campeche, México. *Ac. Bot. Mex.* 104: 53-92.

Mateo-Cid, L., A. Mendoza-González & C. Galicia-García. 1996. Algas marinas de Isla Verde, Veracruz, México. *Ac. Bot. Mex.* 36:59-75.

McClanahan, T. R. & Muthiga, N. A. 2013. Echinometra. In: Sea Urchins: Biology and Ecology. Eds. J. M. Lawrence. United Kingdom, London: Elsevier. 337-354 pp.

Milne, R. & C. Griffiths. 2014. Invertebrate biodiversity associated with algal turf son a coral-dominated reef. *Mar. Biodiver.* doi: 10.1007/s12526-013-0199-7.

Morales-Quijano, I., V. de la Cruz-Francisco, M. González-González & J. Argüelles Jiménez. 2017. Diversidad y abundancia de los equinodermos y su relación con la cobertura bentónica del arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, México. Revista Ciencias Marinas y Costeras, 9(2): 51-74.

Moreno, C. & C. Halffer. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *J. Applied Ecol.* 37: 149-158

Muñoz-Bautista, A. N., J. A. Aké-Castillo, A. Granados-Barba & H. Pérez-España. 2015. *Macrofauna asociada a Sargassum flotante* (*Fucales*: *Sargaceae*) *en el Sistema Arrecifal Veracruzano*, México. En: *Aportes al conocimiento del Sistema Arrecifal Veracruzano*: *hacia el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de*

México. Eds. A. Granados-Barba, I. Ortiz-Lozano, D. Salas-Monreal & C. González-Gándara. Universidad Autónoma de Campeche. 141-158 pp.

Naylor, E. 1972. British Marine isopods "Keys and notes for the identification of the species". The linnean society of London. California state university, 14-25 pp.

Ortega, M. M., J. L. Godínez & R. M. Ruvalcaba. 1993. Una clave de campo de las algas pardas de la costa Mexicana del Golfo de México y Mar Caribe. Primera edición. A.G.T., 42 pp.

Ortega, M. M., J. L. Godínez & G. Garduño-Solórzano. 2001. Catálogo de algas bénticas de las costas del Golfo de México y mar Caribe. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 594 pp.

Ortiz, M. 1994. Clave gráfica para la identificación de familias y géneros de anfípodos del suborden Gammaridea del Atlántico Occidental tropical. *Bol. Invest. Mar. Cost.-INVEMar* 23(1): 59-101.

Pawson, D. L., D. J. Vance, C. G. Messing, F. A. Solís-Marín & C. L. Mah. 2009. Echinodermata of the Gulf of Mexico. In D. L. Felder & D. K. Camp (Eds.), Gulf of Mexico Origin, Waters and Biota. Vol 1: Biodiversity (pp. 1177- 1204). United States: Texas A &M University Press.

Quirós, J., P. Dueñas R. & N. Hernando C. 2012. Crustáceos decápodos asociados a ensamblajes macroalgales en el litoral rocoso de Cordoba, Caribe Colombiano. *Rev*. *MVZ Córdoba* 17 (1): 2834-2845.

Reyes-Lujá, J., J. Barrios, D. Arrieche, E. Zapata-Vivenes, W. Salgado & C. Lodeiros. 2015. Dieta del erizo negro *Echinometra lucunter* (Echinometra: Echinoidea) en el Nororiente de Venezuela. *Rev. Biol. Trop*. 63 (Suppl. 2): 233-242.

Robinson, N. M., C. Galicia-García & Y. B. Okolodkov. 2012. New records of Green (Chlorophyta) and brown algae (Phaeophyceae) for Cabezo reef, National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Gulf of Mexico. *Ac. Bot. Mex.* 101:11-48.

Rodríguez-Prieto, C., E. Ballesteros, F. Boisset & J. Afonso-Carrillo. 2013. Guia de las macroalgas y fanerógamas del mar Mediterráneo Occidental. Ediciones Omega, Barcelona, 656 pp.

Roff, G., C. C. C. Wabnitz, A.R. Harborne & P.J. Mumby. 2013. Macroalgal associations of motile epifaunal invertebrate communities on coral reefs. *Mar. Ecol.* 34: 409-419.

Rosenberg, G., F. Moretzsohn & E. F. García. 2009. Gastropoda (Mollusca) of the Gulf of Mexico. In D. L. Felder & D. K. Camp (Eds.), Gulf of Mexico Origin, Waters and Biota. Vol 1: Biodiversity (pp. 579- 699). United States: Texas A &M University Press.

StatSoft. 2005. Statistica (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com.

Steneck, R. S. & M. N. Dethier. 1994. A functional group approach to the structure of algal-dominate communities. *Oikos* 69: 476-498.

Tunnell Jr. J.W. *et al.* 2007. Checklist of the Biota Associated with Southern Gulf of Mexico Coral 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.

Vásquez, J. A. & B. Santelices. 1984. Comunidades de macroinvertebrados en discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 57: 131-154.

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: 815-82.

Recibido: Enero 2017
Aceptado: Noviembre 2017