

INVENTARIO TAXONÓMICO DE HYDROZOA (ORDEN: ANTHOATHECATA) Y ANTHOZOA (SUBCLASES: HEXACORALLIA Y OCTOCORALLIA) DEL ARRECIFE ENMEDIO, SISTEMA ARRECIFAL LOBOS-TUXPAN

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

Carrera de Biología Marina, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus Tuxpan. Universidad Veracruzana. Carr. Tuxpan-Tampico Km 7.5, 92850, Tuxpan, Veracruz, México. e-mail: delacruz17@hotmail.com.

RESUMEN. Se presenta el primer inventario de corales, octocorales y anémonas para el arrecife Enmedio, ecosistema que forma parte del Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan (SALT). La información fue recabada de abril 2014 a noviembre 2015, realizando muestreos aleatorios en cinco sitios de las zonas de sotavento, planicie y barlovento. Las zonas arrecifales se caracterizaron mediante el número de especies registradas; y con base en el índice de Jaccard se determinaron diferencias/semeljanzas. Se registró un total de 46 especies, las cuales están representadas por dos clases, seis órdenes, 25 familias y 31 géneros. El Orden Scleractinia fue el más diverso en especies. Se amplía el ámbito de distribución de *Palythoa grandis* y *Eunicea mammosa* para el suroeste del Golfo de México. Se adicionan 10 especies de anémonas y cinco de corales escleractinios como nuevos registros para el SALT. Las zonas arrecifales son disímiles en composición de especies y definen una marcada zonación, siendo sotavento la más importante por concentrar mayor riqueza de especies, atributo que decrece hacia barlovento. El arrecife Enmedio se considera importante en riqueza de especies y amerita especial atención al presentar tres especies con estatus de protección especial (*Acropora cervicornis*, *Acropora palmata* y *Plexaurella dichotoma*) de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana.

Palabras clave: Hydrozoa, Anthozoa, arrecife Enmedio, Veracruz, México, NOM-059-SEMAR-NAT-2010.

Taxonomic inventory of Hydrozoa (Order: Anthoathecata) and Anthozoa (Subclass: Hexacorallia, Octocorallia) of the Enmedio reef, Lobos-Tuxpan Reef System

ABSTRACT. The present work reports the first inventory of corals, sea anemones, zoanthids and octocorals of the Enmedio reef, ecosystem that is part of the Lobos-Tuxpan Reef System. The information was gathered during the April 2014–November 2015 period. Five sampling sites were established in the leeward, flatland and windward area. At each site random surveys were carried out to record species. The reef areas were characterized by considering the number of species recorded and using the Jaccard index to determine differences/similarities. A total of 46 species were recorded, which are represented by two classes, six orders, 25 families and 31 genera. The order Scleractinia was the most diverse in species. There is an extension in the distribution range of *Palythoa grandis* and *Eunicea mammosa* for the southwest Gulf of México. Ten species of sea anemones and five species of scleractinian corals were added as new records to the Lobos-Tuxpan Reef System. The reef areas are dissimilar in species composition and define a marked zonation. The leeward zone had the most importance because it has the highest species richness, an attribute that decreases towards the windward zone. The Enmedio reef is considered important in species diversity and merits special attention because it includes three species with special protection status (*Acropora cervicornis*, *Acropora palmata* y *Plexaurella dichotoma*) according to Mexican laws.

Keywords: Hydrozoa, Anthozoa, Enmedio reef, Veracruz, Mexico, NOM-059-2010.

De la Cruz-Francisco, V., M. González-González & I. Morales-Quijano - 2016. Inventario taxonómico de Hydrozoa (Orden: Anthoathecata) y Anthozoa (Subclases: Hexacorallia y Octocorallia) del Arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. *CICIMAR Oceánides*, 31(1): 23-34

INTRODUCCIÓN

El arrecife Enmedio, es uno de los ecosistemas más pequeños del Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan (Tunnell Jr., 2010) y hasta la fecha ha sido estudiado de manera esporádica; solo cuenta con listas de ictiofauna arrecifal (González-Gándara, 2003; González-Gándara *et al.*, 2013); ello muestra un vacío en información biológica sobre los principales grupos que caracterizan a un arrecife coralino, como son las algas, esponjas, corales, moluscos y crustáceos, grupos bentónicos que son fundamentales en la construcción de los arrecifes coralinos (Done *et al.*, 1996; Dikou, 2010), por lo que inventariarlos es una prioridad.

Solamente el arrecife Lobos cuenta con datos puntuales de la riqueza de corales (Chávez *et al.*,

1970; Escobar-Vázquez & Chávez, 2012), octocorales (Chamberlain, 1966; Chávez *et al.*, 1970) y moluscos (Chávez *et al.*, 1970; De la Cruz-Francisco & González-Gándara, 2006), así como el arrecife Tuxpan, el cual tiene listas oficiales de algas (González-Gándara *et al.*, 2007) y esponjas (González-Gándara *et al.*, 2009). El resto de la información generada sobre estos grupos taxonómicos ha sido reportada como grupo Lobos y grupo Tuxpan (Jordán-Dahlgren, 2002; Tunnell Jr. *et al.*, 2007). Por lo tanto se hace necesario generar información puntual sobre la diversidad biológica que presenta cada arrecife coralino del SALT, máxime que cada uno está expuesto potencialmente a perturbaciones ambientales y de origen humano (Horta-Puga, 2010).

El presente trabajo aporta los primeros regis-

tros de corales, anémonas, zoántidos y octocorales para el arrecife Enmedio, esperando que sirva de antecedente para futuras investigaciones. Asimismo que contribuya en la toma de decisiones de manejo y conservación dado que este arrecife ha estado expuesto a dos encallamientos de barcos (SEMARNAT & CONANP, 2014) debido a la actividad marítima que ocurre en las inmediaciones del SALT.

MATERIALES Y MÉTODOS

El arrecife Enmedio es de tipo plataforma y tiene una longitud < 500 m; se localiza a 9 km de la costa y a 14 km de la desembocadura del río Tuxpan entre las coordenadas 21° 00' 27" N y 97° 10' 36" W (Tunnell Jr., 2010). Este arrecife presenta tres zonas arrecifales: sotavento, planicie y barlovento; la pendiente oeste se caracteriza por ser más pronunciada (Chávez *et al.*, 2010). Forma parte del área de protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, decretado en 2009 (Fig. 1).

Durante el periodo abril 2014 - noviembre 2015 se efectuaron muestreos en cinco sitios de las áreas

de sotavento, planicie y barlovento. Por cada sitio se realizaron tres censos estacionarios de aproximadamente 25 m de radio. Para las pendientes profundas de 3-25 m se utilizó equipo de buceo SCUBA y para la llanura arrecifal se realizaron recorridos por medio de buceo libre; en ambos casos los censos consistieron en registrar la presencia de las especies durante un lapso de 15 minutos por censo. Para localizar especies cripticas e incrustantes se buscó minuciosamente entre las oquedades de colonias de corales masivos y así como en montículos de coral muerto.

Las especies registradas fueron identificadas en campo mediante características morfológicas y de coloración empleando guías de identificación de corales (Humann & Deloach, 2002), octocorales (Sánchez & Wirshing, 2005) y anémonas (Ocaña *et al.*, 2007). Las especies dudosas fueron determinadas en laboratorio utilizando las obras de Reyes *et al.* (2009) para corales y los trabajos de Chamberlain (1966), Chávez *et al.* (1970) y Sánchez y Wirshing (2005) para octocorales. Todo el material recolec-

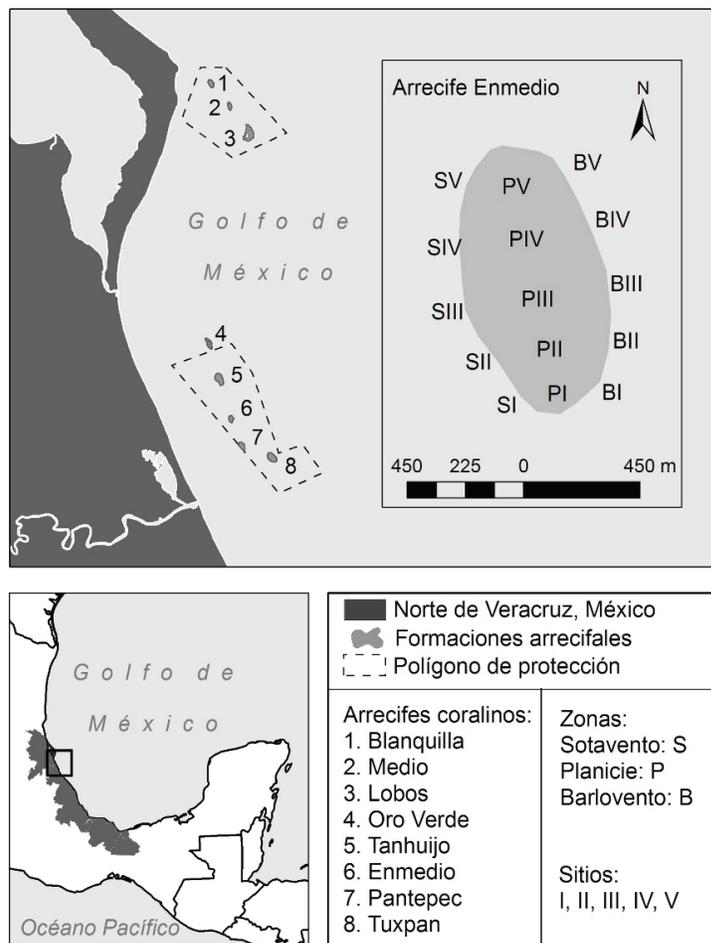


Figura 1. Localización geográfica del arrecife Enmedio y de los sitios de muestreo.

tado se depositó en la colección de invertebrados de la Facultad de Ciencias Biológicas (Clave: DF-CC-279-13) de la Universidad Veracruzana.

Las especies registradas se ordenaron sistemáticamente desde las categorías superiores hasta nivel específico de acuerdo con los criterios de Cairns *et al.* (2009), Cairns y Bayer (2009), Calder y Cairns (2009) y Crowther (2011). Para actualizar la nomenclatura de los nombres científicos se consultó la World Register of Marine Species (www.marinepecies.org).

Con la información de las especies registradas en los censos estacionarios se calculó el porcentaje de representatividad del muestreo o también llamado índice de completitud, el cual consistió en dividir el valor de la riqueza observada (multiplicado por 100) entre el valor de la riqueza esperada del estimador no paramétrico Chao 2; se utilizó este índice dado que es menos sesgado para muestras pequeñas (Colwell *et al.*, 2004); así mismo, se consideró como eficiente el muestreo a partir de 90% de representatividad (Moreno & Halfiter, 2000); tanto los valores de la riqueza observada como estimada se obtuvieron con el programa EstimateS, versión 8.2 (Colwell, 2006) y se graficaron en un archivo Excel para representar la curva acumulativa de especies.

También se evaluó el nivel de sesgo y exactitud del estimador Chao 2 con base en las formulas propuestas por Walther y Moore (2005): $\text{sesgo} = (S_{\text{estimada}} - S_{\text{verdadera}}) / S_{\text{verdadera}}$; $\text{exactitud} = ((S_{\text{estimada}} - S_{\text{verdadera}}) / S_{\text{verdadera}})$; 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.

Asimismo, las áreas arrecifales se compararon con base en el número total de especies y representados a nivel de orden; como complemento, los datos recabados en los censos estacionarios se concentraron a nivel de zonas para determinar semejanzas en la composición de especies a través del índice de similitud de Jaccard; este método utiliza datos de presencia y ausencia y expresa el grado de semejanza entre dos muestras; cuando el valor de similitud es 1 significa que las muestras tienen la misma composición de especies y valor de 0 cuando no hay especies compartidas (Moreno, 2001); este análisis se realizó con el programa Past (Hammer *et al.*, 2001)

RESULTADOS

Se registró un total de 46 especies de cnidarios sésiles en el arrecife Enmedio, los cuales están repartidos en dos clases (Hydrozoa y Anthozoa), seis órdenes y 25 familias. El orden Scleractinia fue el más representativo con 29 especies. A nivel de familia Mussidae y Agariciidae fueron los más importantes al presentar seis y cuatro especies, respectivamente (Tabla 1).

Se amplía el ámbito de distribución de *Palythoa grandis* (Verrill, 1900) y *Eunicea mammosa* (Esper, 1791) para el norte de Veracruz, dado que estas especies fueron reportadas por primera vez en Florida y en el arrecife Sisal, Banco de Campeche, respectivamente. Además se añaden 15 especies como nuevos registros para el SALT, de los cuales tres especies corresponden a zoántidos (Fig. 2 e, f, g), siete especies son actinarios (Figs. 2 h, i, j y 3 a, b, c, d, e) y cinco son escleractinios (Fig. 3 e, l, g, h, i).

De acuerdo con el índice de completitud, el número de censos realizados es aceptable dado que la representatividad del muestreo fue de 98.4%, lo que significa que la lista taxonómica está cerca de completarse tal como se muestra en la curva acumulativa de especies, donde el estimador Chao2 mostró menos sesgo (0.015) y mayor exactitud (0.0002) en determinar el número de especies esperadas (Fig. 4)

Por otra parte, a nivel de zonas, sotavento concentra mayor riqueza con 37 especies, mientras que en barlovento decrece a 17. Por categorías taxonómicas, Scleractinia fue el orden más representativo en número de especies en las tres áreas arrecifales, seguido de Actinaria que, principalmente, presentó mayor riqueza de especies en planicie y barlovento. Por el contrario, *Anthoathecata* y *Corallimorpharia* presentaron las menores riquezas (Tabla 2). Con base en la matriz de similitud de Jaccard, es evidente que la composición de especies es distinta entre ambientes arrecifales, siendo sotavento la menos semejante con planicie y barlovento (Tabla 3).

DISCUSIÓN

No obstante que el arrecife Enmedio es uno de los ecosistemas marinos más pequeños de la zona norte de Veracruz (SEMARNAT & CONANP, 2014), los datos recabados en este estudio indican que es un ecosistema importante en riqueza de corales, dado que se registraron 31 especies, cifra que supera al arrecife Blake y Lobos.. Con estos registros se incrementa a 40 especies de corales para la zona norte. Sin embargo, el SAV aun concentra el mayor número de especies con 52, mientras que los arrecifes del sur del estado son los menos diversos (Tunnell Jr. *et al.*, 2007; Ortiz-Lozano *et al.*, 2013; Zarco-Perelló *et al.*, 2013; González-González *et al.*, 2015). Con base en estas aportaciones actuales, el conocimiento de los corales de Veracruz se enriquece aumentando el registro a 49 especies, por lo que supera a los arrecifes del Banco de Campeche (Tunnell Jr. *et al.*, 2007; Zarco-Perelló *et al.*, 2013); aunque el Caribe Mexicano aún destaca como el más diverso en especies (Fenner, 1999).

Con respecto a octocorales, la riqueza registrada es baja (4 especies), comparado con el arrecife Lobos (11) y Tuxpan (9), ecosistemas que son más grandes que el arrecife Enmedio (SEMARNAT & CONANP, 2014); esto sugiere que el número de especies podría ser proporcional al tamaño del arre-

Tabla 1. Lista sistemática de corales, octocorales, zoántidos y anémonas del arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. (*) nuevos registros para el SALT; (**) nuevos registros para el suroeste del golfo de México. Zonas arrecifales: sotavento (S), planicie (P), barlovento (B).

Taxón	S	P	B
Phylum: Cnidaria			
Clase: Hydrozoa			
Orden: Anthoathecata			
Familia: Milleporidae			
<i>Millepora allicornis</i> Linnaeus, 1758	1	1	1
Familia: Stylasteridae			
<i>Stylaster roseus</i> (Pallas, 1766)	1	-	-
Clase: Anthozoa			
Subclase: Hexacorallia			
Orden: Zoantharia			
Familia: Zoanthidae			
<i>Zoanthus pulchellus</i> (Duchassaing & Michelotti, 1860) *	-	1	-
Familia: Parazoanthidae			
<i>Umimayanthus parasiticus</i> (Duchassaing de Fonbressin & Michelotti, 1860) *	1	-	-
Familia: Sphenopidae			
<i>Palythoa caribaeorum</i> (Duchassaing & Michelotti, 1860) *	-	1	-
<i>Palythoa grandis</i> (Verrill, 1900) **	1	-	-
Orden: Actiniaria			
Familia: Aliciidae			
<i>Lebrunia coralligens</i> (Wilson, 1890) *	1	1	1
Familia: Aurelianiidae			
<i>Actinoporus elegans</i> Duchassaing, 1850 *	-	1	1
Familia: Aiptasiidae			
<i>Bartholomea annulata</i> (Lesueur, 1817) *	1	-	1
Familia: Actiniidae			
<i>Actinostella flosculifera</i> (Lesueur, 1817) *	-	1	1
Familia: Phymanthidae			
<i>Phymanthus crucifer</i> (Lesueur, 1817) *	-	1	1
Familia: Stichodactylidae			
<i>Stichodactyla helianthus</i> (Ellis, 1768) *	-	1	-
Orden: Corallimorpharia			
Familia: Discosomatidae			
<i>Rhodactis osculifera</i> (Le Sueur, 1817) *	1	1	-
Orden: Scleractinia			
Familia: Acroporidae			
<i>Acropora cervicornis</i> (Lamarck, 1816)	1	1	-
<i>Acropora palmata</i> (Lamarck, 1816)	1	1	1
Familia: Agariciidae			
<i>Agaricia agaricites</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	-

Tabla 1. Continuación

Taxón	S	P	B
<i>Agaricia fragilis</i> Dana, 1848	1	-	-
<i>Agaricia humilis</i> Verrill, 1901	1	-	1
<i>Helioseris cucullata</i> (Ellis, & Solander, 1786)	1	-	-
Familia: Astrocoeniidae			
<i>Madracis decactis</i> (Lyman, 1859)	1	-	-
<i>Madracis pharensis</i> (Heller, 1868)*	1	-	-
<i>Stephanocoenia intersepta</i> (Lamarck, 1836)	1	-	-
Familia: Caryophylliidae			
<i>Paracyathus pulchellus</i> (Philippi, 1842) *	1	-	-
Familia: Merulinidae			
<i>Orbicella annularis</i> (Ellis & Solander, 1786)	1	1	1
<i>Orbicella faveolata</i> (Ellis & Solander, 1786)	1	-	1
<i>Orbicella franksis</i> (Gregory, 1895)	1	-	-
Familia: Montastraeidae			
<i>Montastraea cavernosa</i> (Linnaeus, 1767)	1	-	1
Familia: Mussidae			
<i>Colpophyllia natans</i> (Houttuyn, 1772)	1	1	1
<i>Mycetophyllia aliciae</i> Wells, 1973 *	1	-	-
<i>Mycetophyllia lamarckiana</i> Milne Edwards & Haime, 1848	1	-	-
<i>Scolymia cubensis</i> Milne Edwards & Haime, 1849	1	-	1
<i>Pseudodiploria clivosa</i> (Ellis & Solander, 1786)	1	1	-
<i>Pseudodiploria strigosa</i> (Dana, 1846)	1	1	1
Familia: Oculinidae			
<i>Oculina diffusa</i> Lamarck, 1816	1	-	-
<i>Oculina varicosa</i> Lesueur, 1821	1	-	-
<i>Oculina robusta</i> Pourtalès, 1871*	1	-	-
Familia: Poritidae			
<i>Porites astreoides</i> Lamarck, 1816	1	1	1
<i>Porites colonensis</i> Zlatarski, 1990	1	1	-
<i>Porites furcata</i> (Pallas, 1766)	-	1	-
Familia: Rhizangiidae			
<i>Astrangia solitaria</i> (Lesueur, 1817) *	1	1	-
Familia: Siderastreidae			
<i>Siderastrea radians</i> (Pallas, 1766)	-	1	-
<i>Siderastrea siderea</i> (Ellis & Solander, 1768)	1	1	1
Subclase: Octocorallia			
Orden: Alcyonacea			
Familia: Anthothelidae			
<i>Erythropodium caribaeorum</i> (Duchassaing & Michelotti, 1860)	1	1	1
Familia: Plexauridae			
<i>Eunicea mammosa</i> Lamouroux, 1816 **	1	-	-
<i>Eunicea flexuosa</i> (Lamouroux, 1821)	-	1	-
<i>Plexaurella dichotoma</i> (Esper, 1791)	1	1	-

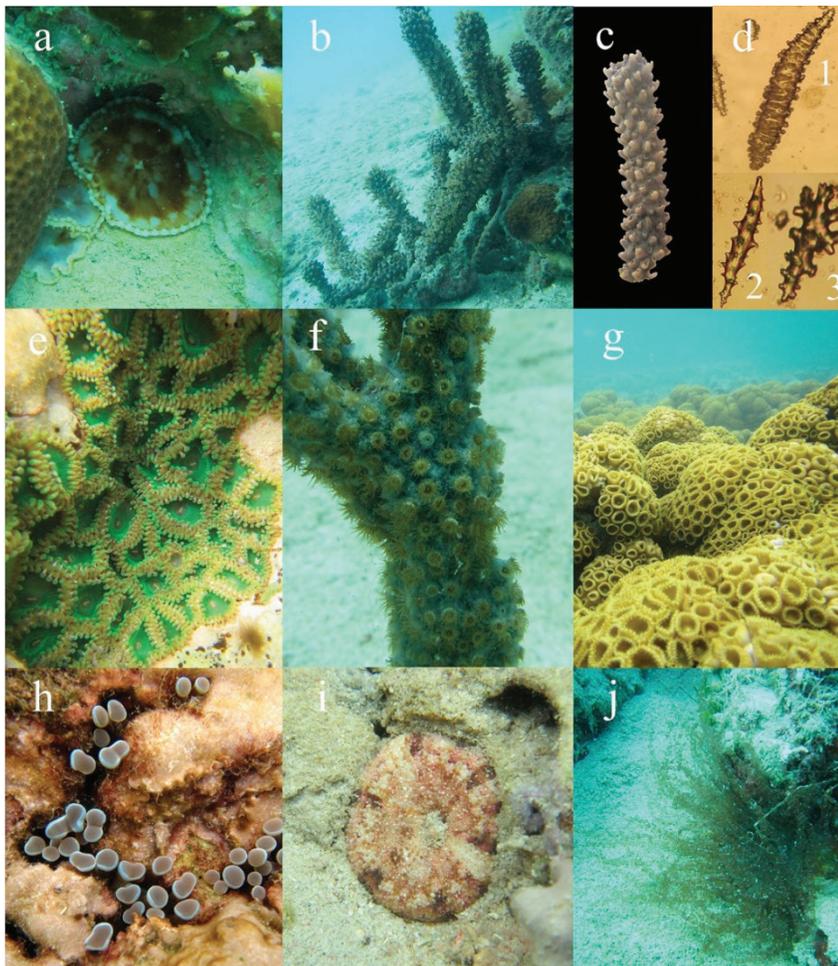


Figura 2. Especies con ampliación del ámbito de distribución para el suroeste del Golfo de México: a) *Palythoa grandis*, b) *Eumicea mammosa*, c) *E. mammosa*, ejemplar en seco, d) Escleritos de *E. mammosa*: 1, Huso alargado, 2, Huso mediano, 3, garrrote en forma en antorcha. Nuevos registros para el Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan: e) *Zoanthus pulchellus*, f) *Umimayanthus parasiticus*, g) *Palythoa caribaeorum*, h) *Lebrunia coralligenis*, i) *Actinoporus elegans*, j) *Bartholomea annulata*.

cife. Al agrupar estos datos, la lista aumenta a 15 especies para el SALT, añadiéndose un nuevo registro (*E. mammosa*) para el suroeste del golfo de México (Zarco-Perelló *et al.*, 2013); dicho hallazgo eleva la riqueza a 19 especies para el estado de Veracruz (Chamberlain, 1966; Chávez *et al.*, 1970; Jordán-Dahlgren, 2002). Sin embargo, los arrecifes del Banco de Campeche y del Mar Caribe concentran la mayor riqueza de gorgonias (Fenner, 1999; Zarco-Perelló *et al.*, 2013), por lo que aún permanece el gradiente de diversidad que disminuye hacia el estado de Veracruz (Jordán-Dahlgren, 2002).

Las especies de anémonas y zoántidos encontrados en el arrecife Enmedio (Tabla 1 y Figs. 2 y 3) representan los primeros reportes para el SALT, de los cuales 10 especies son reportadas recientemente para el SAV, ecosistema que presenta mayor número de registros (22 especies). Así, es pertinente dirigir estudios sobre este grupo taxonómico en los arrecifes del SALT, lo que posiblemente permitirá

añadir nuevos registros para la zona tal como se está contribuyendo para octocorales y corales.

En cuanto al ámbito geográfico, se amplía la distribución de *P. grandis* y de *E. mammosa* (Figs. 2a, b, c, d) para el suroeste del Golfo de México (Reimer *et al.*, 2012; Zarco-Perelló *et al.*, 2013). Además, se expande la distribución de *Madracis pharensis* (Heller, 1868) y *Mycetophyllia aliciae* Wells, 1973, especies reportadas en el Arrecife Blake, así también *Paracyathus pulchellus* (Philippi, 1842), *Oculina robusta* Pourtalès, 1871 y *Astrangia solitaria* (Lesueur, 1817) desde el sur de Veracruz hasta el SALT (González-Gándara *et al.*, 2015). Cabe destacar que estas especies (Figs. 2 e, f, g, h, i, j y 3 e, f, g, h, i) no han sido registradas en el SAV (Jordán-Dahlgren, 2002; González-Muñoz *et al.*, 2015; Horta-Puga *et al.*, 2015).

Por otra parte, de las 46 especies registradas en el arrecife Enmedio, tres especies: *Acropora palma-*

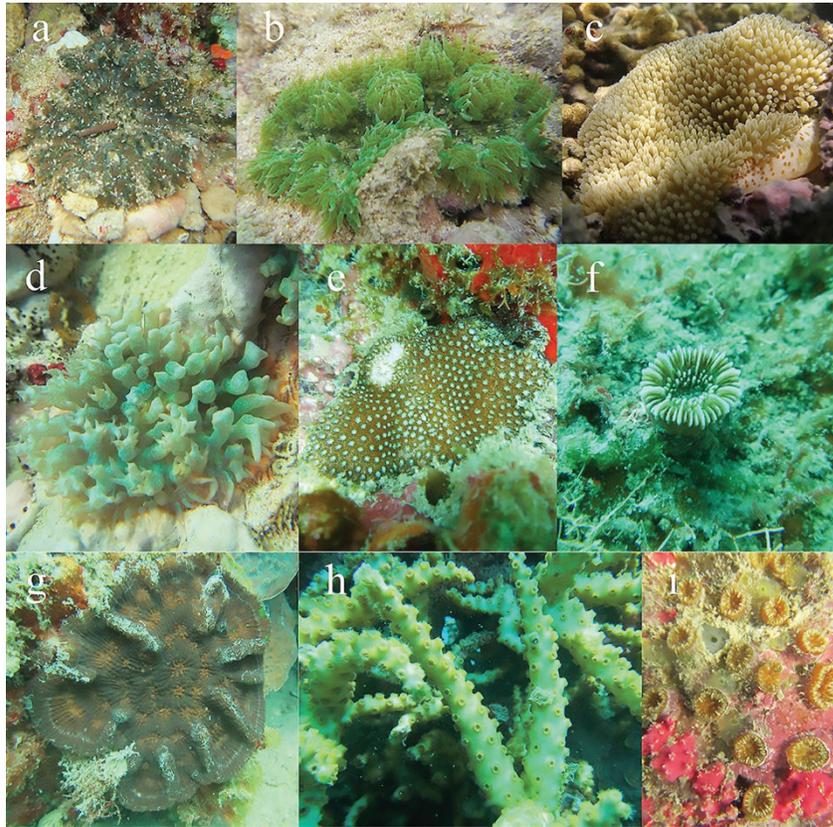


Figura 3. Nuevos registros para el Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. a) *Actinostella flosculifera*, b) *Pymanthus crucifer*, c) *Stichodactyla helianthus*, d) *Rhodactis osculifera*, e) *Madracis pharensis*, f) *Paracyathus pulchellus*, g) *Mycetophyllia aliciae*, h) *Oculina robusta*, i) *Astringia solitaria*.

ta (Lamarck, 1816), *Acropora cervicornis* (Lamarck, 1816) y *Plexaurella dichotoma* (Esper, 1791), están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que esto amerita dirigir acciones particulares de manejo; en especial, las colonias de *A. palmata* y *A. cervicornis* deben ser protegidas ante disturbios de origen humano, por ejemplo de encallamientos de barcos, dado que se han registrado dos casos de este tipo de afectaciones en el arrecife. Afortunadamente ya existe una baliza de señalamiento ubicado al noroeste de la planicie arrecifal (SEMARNAT & CONANP, 2014). Tanto *A. palmata* como *A. cervicornis* eran las especies más importantes en el Golfo de México y Atlántico Mexicano, antes de la mortandad masiva que ocurrió en la década de los 80's; esencialmente dominaban las laderas de sotavento y barlovento (Jordán-Dahlgren, 1993; Jordán-Dahlgren & Rodríguez-Martínez, 2003). Dichas especies son importantes ecológicamente dado que son consideradas como las principales constructoras de arrecifes coralinos. De acuerdo a las observaciones hechas en el arrecife Enmedio, ambas especies muestran numerosas colonias hacia el sur de la llanura y la pendiente arrecifal pero es necesario realizar estudios específicos que permitan estimar el área que abarcan en el arrecife Enmedio.

De acuerdo a la riqueza de especies y con base en el índice de Jaccard, las zonas arrecifales (sotavento, planicie y barlovento) del arrecife Enmedio son distintas en composición de especies y por lo tanto manifiesta una zonación que es típica a las descripciones que hacen Jordán-Dahlgren (1993) y Chávez *et al.* (2010) para los arrecifes del Golfo y Mar Caribe Mexicano. De las tres áreas arrecifales, la ladera de sotavento es la más rica en especies; su fauna coralina la componen principalmente corales escleractinios, de los cuales destacan los corales masivos representados por *Colpophyllia natans* (Houttuyn, 1772), *Montastraea cavernosa* (Linnaeus, 1767), *Orbicella annularis* (Ellis & Solander, 1786), *O. faveolata* (Ellis & Solander, 1786), *Pseudodiploria strigosa* (Dana, 1846) y *Siderastrea siderea* (Ellis & Solander, 1768). Esta zona está protegida del oleaje con pendiente inclinada, lo que condiciona un mayor número de especies de escleractinios (Jordán-Dahlgren, 1993; Jordán-Dahlgren & Rodríguez-Martínez, 2003).

En la planicie arrecifal, la riqueza de especies decrece, lo cual se puede atribuir al hecho de ser un área somera expuesta al oleaje y alta luminosidad; estos factores han de condicionar el estableci-

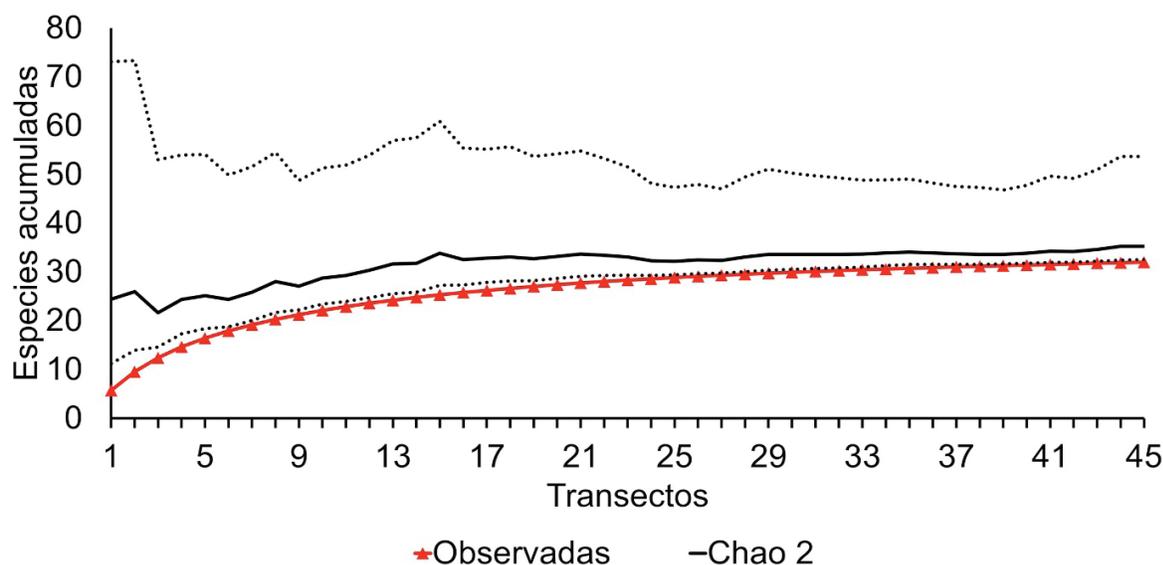


Figura 4. Número de especies observadas y estimadas (Chao 2) en el arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. Las líneas punteadas negras indican el intervalo de confianza (superior e inferior) a 95% del estimador Chao 2

miento de especies tolerantes a este tipo de estrés (Jordán-Dahlgren, 1993). Justamente, *Erythropodium caribaeorum* (Duchassaing & Michelotti, 1860), *Pseudodiploria clivosa* (Ellis & Solander, 1786), *Porites furcata* (Pallas, 1766), *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing & Michelotti, 1860) y *O. annularis*, son especies que caracterizan esta zona arrecifal. La prevalencia de este conjunto de especies se puede atribuir a que tienen la capacidad de adoptar formas planas, incrustantes y en domo (Darling *et al.*, 2012), lo que les permite abatir la fuerza del oleaje (Jordán-Dahlgren, 1993); además, la presencia de simbiontes específicos les permite tolerar la intensidad de la luz (LaJeunesse, 2002).

Por el contrario, en barlovento la riqueza de especies decrece aún más; ello se se puede atribuir principalmente a la energía del oleaje que caracteriza esta zona (Jordán-Dahlgren, 1993), lo que limita el establecimiento de especies tolerantes al estrés y, precisamente las especies que caracterizan esta zona (Tabla 1), muestran plasticidad morfológica como el caso de *Porites astreoides* Lamarck, 1816, *P. clivosa*

y *E. caribaeorum* (Sebens & Miles, 1988; Darling *et al.*, 2012).

A manera de conclusión, el arrecife Enmedio es igual de importante que las demás formaciones coralinas del SALT en especies de cnidarios sésiles, sin embargo la composición de especies es distinta entre las zonas arrecifales. La zona de sotavento es la más importante en riqueza específica. Posiblemente la baja energía del oleaje y la profundidad que caracterizan esta área arrecifal son elementos determinantes que propician un mayor establecimiento de comunidades sésiles (Jordán-Dahlgren, 1993; Chávez *et al.*, 2010).

AGRADECIMIENTOS

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

Tabla 2. Número de especies a nivel de orden y por zona arrecifal

Orden	Sotavento	Planicie	Barlovento	Total
Anthoathecata	2	1	1	2
Zoantharia	2	2	0	4
Actiniaria	2	5	5	6
Corallimorpharia	1	1	0	1
Scleractinia	27	13	10	29
Alcyonacea	3	3	1	4
Total	37	25	17	46

Tabla 3. Matriz de similitud de Jaccard a nivel de zonas arrecifales

ZONAS	SOTAVENTO	PLANICIE	BARLOVENTO
SOTAVENTO	1	-	-
PLANICIE	0.269	1	-
BARLOVENTO	0.304	0.438	1

siempre mostraron al recibarnos y atendernos en todo momento.

REFERENCIAS

- Cairns, S.D. & F.M. Bayer. 2009. Octocorallia (Cnidaria) of the Gulf of Mexico. 321–331. In: D.L. Felder & 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: D.L. Felder & 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 México-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. 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.
- Crowther, A.L. 2011. Class Anthozoa Ehrenberg, 1834. In: Z-Q. Zhang (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>
- Colwell, R.K. 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.
- Colwell, R.K., C.X. Mao & J. Chang. 2004. Interpolating, extrapolating and comparing incidence based species accumulation curves. *Ecology*, 85: 2717-2727. <https://doi.org/10.1890/03-0557>
- 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. & C. González-Gándara. 2006. Lista actualizada de los gasterópodos de la planicie del arrecife Lobos, Veracruz, México. *UDO Agrícola*, 6(1): 128-137
- Dikou, A. 2010. Ecological processes and contemporary coral reef management. *Diversity*, 2: 717-737. <https://doi.org/10.3390/d2050717>
- Done, T.J., J.C. Ogden, W.J. Wiebe & B.R. Rosen. 1996. Biodiversity and Ecosystem Function on Coral Reefs. 393-429. In: H.A. Mooney, J.H. Cushman, E. Medina, O.E. Sala & E.D. Schulze (eds). *Biodiversity and Ecosystem Function: a Global Perspective*. John Wiley and Sons Ltd: New York, USA.
- Escobar-Vásquez, C. & E.A. Chávez. 2012. Coral community structure at Isla Lobos reef, Gulf of México. Biodiversity and systematic. *Proceedings of the 12th International Coral Reef Symposium*, Cairns, Australia, p. 6.
- Fenner, D. 1999. New observations on the stony coral (Scleractinia, Milleporidae and Stylasteridae) species of Belize (Central America) and Cozumel (Mexico). *Bulletin of Marine Science*, 64: 143-154.
- González Gándara, C., C. Domínguez-Barradas, V. De la Cruz-Francisco, F.A. Solís-Marín & J.P. Carricart-Ganivet. 2015. Esponjas, corales escleractinios, equinodermos y peces de arrecifes coralinos del norte y sur de Veracruz. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Informe final SNIB-CO-NABIO, proyecto No. JF124. México D.F. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfJF124.pdf>. Fecha de consulta 13 de enero de 2016.
- González-Gándara, C., M. Cruz-Arellano, C. Domínguez-Barradas, A. Serrano & A.J. Basáñez-Muñoz. 2007. Macroalgas asociadas a cuatro hábitats del arrecife Tuxpan, Veracruz, México. *Revista Científica UDO Agrícola*, 7(1): 252-257.
- 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. 2003. Ictiofauna de los arrecifes coralinos del norte de Veracruz. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. *Serie Zoológica*, 74(2):163-177.
- 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.
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper & P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 1-9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Horta-Puga, G. 2010. Impactos ambientales. 183-205. 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.
- 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. 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.
- Humann, P. & N. Deloach. 2002. *Reef Creature identification Florida Caribbean Bahamas*. 2da ed. New World Publications. Jack Sonville, Florida. 420 p.
- 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>
- Jordán-Dahlgren, E. & R.E. Rodríguez-Martínez. 2003. The Atlantic Coral Reefs of Mexico. 131-158. In: J. Cortés (ed). *Latin American Coral Reefs*. CIMAR. Universidad de Costa Rica. <https://doi.org/10.1016/B978-044451388-5/50007-2>
- 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>
- Moreno, C. & G. Halffter. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*, 37: 149-158. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2000.00483.x>
- Norma Oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010.
- Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- 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>
- Reimer, J. D., C. Foord & Y. Irei. 2012. Species diversity of Shallow Water Zoanthids (Cnidaria: Anthozoa: Hexacorallia) in Florida. *Journal of Marine Biology*, <https://doi.org/10.1155/2012/856079>
- Reyes, J., N. Santodomingo & S. Cairns. 2009. Caryophylliidae (Scleractinia) from the Colombian Caribbea. *Zootaxa*, 2262: 1-39. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2262.1.1>
- 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.
- Sebens, K.P. & J.S. Miles. 1988. Sweeper tentacles in a gorgonian octocoral: morphological modifications for interference competition. *Biol. Bull.* 175: 378-387. <https://doi.org/10.2307/1541729>
- SEMARNAT & CONANP. 2014. Área de protección de flora y fauna, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. Programa de Manejo. 1ra edición. México. 175 p. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/2014/Lo

- bos_tuxpanfinal.pdf. Fecha de consulta 07 de enero de 2016.
- Tunnell Jr. J.W. 2010. Distribución de los arrecifes. 17-29. 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.
- 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.
- 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>
- 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.

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



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

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

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

[Resumendelicencia](#) - [Textocompletodelalicencia](#)

