



## Análisis histórico de los gasterópodos de la laguna arrecifal de Isla Verde, Veracruz, México

### Historic analysis of gastropods in the reef lagoon of Isla Verde, Veracruz, México

Luis Gabriel Aguilar-Estrada<sup>1✉</sup>, Deneb Ortigosa<sup>1, 2</sup>, Brian Urbano<sup>1</sup> y Martha Reguero<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado postal 70-399, 04510 México, D. F., México.

<sup>2</sup>Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz. Polígono del Río San Pedro s/n, Apartado 40, 11510 Puerto Real, Cádiz, España.

<sup>3</sup>Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado postal 70-305, 04510 México, D. F., México.

✉ lg.aguilarestrada@gmail.com

**Resumen.** Se analizó la estructura comunitaria de los gasterópodos de la laguna arrecifal de Isla Verde, Veracruz en las épocas de nortes, secas y lluvias. El análisis comunitario se sustentó en 4 muestreos: octubre de 2009, abril, agosto y diciembre de 2010. El valor más alto del índice de Shannon fue 2.422 bit/ind, el coral muerto tuvo la mayor abundancia, 472 individuos, y la temporada del año con mayor riqueza, 27 especies, fue la de nortes de diciembre de 2010. La totalidad de registros para esta localidad fue de 111 especies de gasterópodos. Los muestreos realizados incrementaron la riqueza específica en 50%, encontrando una comunidad compuesta por un total de 48 especies, de las cuales 18 tuvieron representantes vivos. El análisis histórico se llevó a cabo con base en revisiones de los ejemplares del área depositados en colecciones científicas nacionales, así como en los registros de especies referidas en la bibliografía. Al contrastar los muestreos con el análisis histórico, se observó localmente una disminución crítica en el número de especies de tallas grandes y con valor ornamental, lo cual pone de manifiesto la urgencia de que se concrete e implemente un plan de manejo para la zona.

Palabras clave: estructura comunitaria, disminución local de especies, PNSAV.

**Abstract.** The community structure of the class Gastropoda in the reef lagoon of Isla Verde, Veracruz, was analyzed in 3 seasons: windy, dry and rainy. The community analysis of gastropods was based on 4 field trips conducted in October 2009, April, August and December 2010. The highest value of Shannon index was 2.422 bit/ind, the most abundant, 472 specimens, bottom was dead coral and the richest, 27 species, season was rainy season of 2010. The total number of records for this location was 111 species of gastropods. With the samplings carried out, the species richness increased 50%, finding a community with a total of 48 species, of which 18 were living representatives. The historical analysis was conducted based on a review of the area specimens deposited in national scientific collections, as well as records of species reported in the literature. Contrasting sampling with historical analysis, we observed a decrease locally critical in the number of species of large sizes and ornamental value, which reflects the urgency to realize and implement a management plan in the area.

Key words: community structure, local decrease of species, PNSAV.

### Introducción

El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) fue decretado bajo esta categoría el 24 de agosto de 1992 y actualmente cuenta con una superficie de 65 516 ha, equivalente al 25% más de la superficie original (Semarnat, 2012) y es considerado como el área arrecifal más extensa del golfo de México (Semarnat, 2011). El PNSAV limita al norte con el Sistema Lobos-Tuxpan y al

sureste con el complejo arrecifal de Campeche y Yucatán (Vargas-Hernández et al., 1993). Está constituido por un complejo de 28 formaciones arrecifales (DOF, 2012), divididas en 2 grupos por la desembocadura del río Jamapa (Salas-Pérez et al., 2008): el grupo norte frente al puerto de Veracruz y el grupo sur frente a la población de Antón Lizardo (Jones et al., 2008). El PNSAV está formado por restos calcáreos de origen biológico, principalmente de corales madreporicos, moluscos y algas verdes y rojas (Vargas-Hernández et al., 1993).

El arrecife Isla Verde se ubica en el grupo norte del Parque y cuenta con una porción emergida conocida como

Isla Verde, visible desde el puerto de Veracruz. Tiene una laguna arrecifal con una superficie de 55 ha; los sustratos predominantes son arena, pasto marino, algas, coral muerto y vivo, entre cuyas especies destacan: *Diploria clivosa* (Ellis y Solander, 1786), *Diploria strigosa* (Dana, 1846), *Siderastrea radians* (Pallas, 1766), *Porites astreoides* Lamarck, 1816 y *Porites porites* (Pallas, 1766) (Carricart-Ganivet y Horta-Puga, 1993), y menos del 3% restante se atribuye a invertebrados como erizos, poliquetos, anémonas y esponjas (Tello, 2000).

Se tiene conocimiento de 35 trabajos sobre moluscos para el PNSAV, de los cuales, aproximadamente una tercera parte se han realizado en Isla Verde, siendo los principales temas la generación y recopilación de inventarios faunísticos (Pérez, 1973; Castro et al., 1989; Quintana y Molina, 1991; Rosado y García, 1991; Pérez-Rodríguez, 1997; Zamora-Silva y Naranjo-García, 2008; Zamora-Silva y Ortigosa, 2012), ecología (Puig, 1983) y como indicadores de contaminación (Juárez, 2000; Dorantes, 2010), entre otros.

En el golfo de México los análisis comunitarios de moluscos de sistemas arrecifales son escasos, a pesar de que los arrecifes de coral se consideran los ecosistemas con mayor riqueza en el planeta (Roberts et al., 2002), siendo el hábitat y refugio de distintos tipos de fauna, donde están incluidos los moluscos (Vargas-Hernández et al., 1993). Para el caso de los moluscos, los valores de diversidad reportados para el área varían entre 0.012 (Puig, 1983) y 2.78 (Ortigosa, 2005). Al igual que otros grupos de moluscos, la comunidad de gasterópodos es importante por su valor económico, comercial y cultural (Wye, 1991; Díaz y Puyana, 1994), así como por su papel ecológico en la regulación de las poblaciones marinas (Aguilera y Navarrete, 2007; Guerry et al., 2009). En los ambientes marinos existen conjuntos de organismos que forman comunidades que se componen de poblaciones mixtas que viven dentro de un espacio continuo (Margalef,

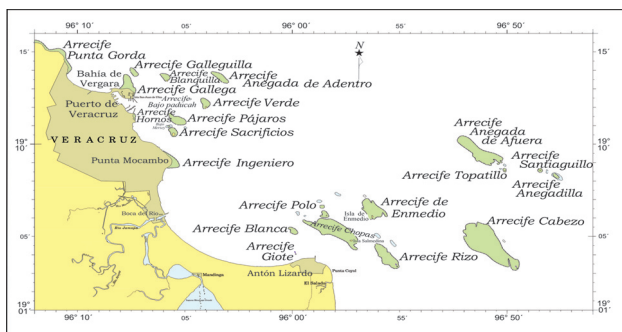
2005), las cuales poseen propiedades como composición o riqueza de especies, abundancia, diversidad, dominancia (Odum, 1985) y que junto con las características de los individuos y sus interacciones, construyen la estructura de la comunidad (Begon et al., 2006). El objetivo del presente trabajo es contribuir al conocimiento de la estructura comunitaria de los gasterópodos de la laguna arrecifal de Isla Verde, Veracruz, en 3 épocas del año; nortes, secas y lluvias; incrementando el conocimiento sobre la riqueza de especies en el área mediante la consulta de material registrado en colecciones científicas nacionales y fuentes bibliográficas consideradas como literatura gris, tesis y reportes de campo.

## Materiales y métodos

Se realizaron 4 muestreos en la laguna arrecifal de Isla Verde (Fig. 1), durante los meses de octubre de 2009 a diciembre 2010, época de nortes, abril de 2010, época de secas, y agosto de 2010, época de lluvias (Day et al., 2005). La recolección de gasterópodos se realizó de forma manual; permiso tramitado por el Dr. Jorge L. Hernández-Aguilera Estudio y Conservación de la Naturaleza, A. C. (Econatura); mediante buceo libre, siguiendo un muestreo aleatorio estratificado, dado que la muestra se dividió en grupos con base en el tipo de sustrato del que fue recolectada. Para determinar los puntos de muestreo se trazó un derrotero con dirección y longitud usando una tabla de números aleatorios; la dirección se obtuvo con una brújula (Bakus, 2007), tomando como punto de referencia e inicio del derrotero la punta norte de Isla Verde. La unidad de muestreo fue un área circular de 1 m<sup>2</sup> (diámetro= 112 cm) cubriendo un área total de 105 m dentro de la laguna arrecifal; esta medida se calculó a partir de un muestreo prospectivo realizado en marzo de 2009, donde se determinó que la cantidad mínima de unidades a realizar por salida era 30 m<sup>2</sup>, considerando el tipo de muestreo elegido (Bakus, 2007).

Para cada unidad de muestreo se consideró como sustrato predominante al tipo de sustrato presente con una cobertura mayor al 70% del área. En cada unidad de muestreo se registraron datos de profundidad (flexómetro marca Truper TP-50ME de 50 m, precisión de +/- 1 mm), temperatura (termómetro de inmersión marca Wigger, precisión de +/- 0.02 grados), salinidad (refractómetro marca ATAGO S/Mil-E, precisión de +/- 1 ppm) y pH (potenciómetro marca CORNING pH/ion meter 450, precisión de +/- 0.001 concentración de iones de hidrógeno).

El material observado se identificó utilizando literatura especializada (e. g., Abbott, 1974; Redfern, 2001) y para el arreglo sistemático se utilizó Skoglund (2002) y Rosenberg



**Figura 1.** Ubicación del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

(2009). El material recolectado se preservó en etanol al 70% y se depositó en la Colección Malacológica “Dr. Antonio García-Cubas” (COMA) del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) de la UNAM.

Los índices de Shannon ( $H'$ ) y de diversidad máxima ( $H'_{\text{máx}}$ ) se calcularon utilizando sólo los ejemplares vivos, ya que éstos representan a los miembros de la comunidad en el momento del muestreo,  $H'$  expresado en bits/ind (Magurran, 2004). Para calcular la abundancia y riqueza de especies, así como los índices de Pielou ( $J'$ ), Simpson ( $D$ ) (Moreno, 2001) y el índice de asociación de Margalef (Margalef, 1993) se utilizó la totalidad de ejemplares: vivos, muertos y conchas con cangrejos ermitaños; ya que de acuerdo con Kidwell (2001; 2008) no existe diferencia en la estimación de la riqueza de especies al utilizar organismos vivos e individuos muertos, conchas vacías y conchas con cangrejos ermitaños. Estos índices permiten hacer comparaciones cuantitativas y cualitativas entre diferentes estudios o zonas, ya que desde hace décadas se han utilizado como referente mínimo para describir la estructura comunitaria de una zona. El índice de Bray-Curtis se utilizó para relacionar los valores de riqueza con respecto a las épocas del año (Bray y Curtis, 1957), sólo para organismos vivos.

Para poder efectuar estadística paramétrica, se realizó la transformación de los datos de abundancia y riqueza obteniendo el logaritmo del valor más 1 de cada una de las respectivas unidades de muestra (Zar, 2010), y se comprobó la normalidad de los datos mediante la prueba de  $W$  Shapiro-Wilk utilizando el programa JMP 5. Se hicieron 2 análisis de varianza (ANDEVA) para evaluar la relación entre las épocas del año y el sustrato (tratamientos), con la abundancia o riqueza de especies (variables). Se efectuaron correlaciones lineales simples para determinar si existía relación entre la abundancia o la riqueza de especies con los parámetros ambientales registrados; profundidad, temperatura, salinidad y pH.

Se compararon los índices de Shannon mediante una prueba de  $t$  de student modificada por Hutchinson (Zar, 1999), para conocer el efecto de la inclusión de ejemplares muertos sobre los valores de este índice. Para evaluar la efectividad del método de muestreo y realizar un análisis de la diversidad más completo, se comparó el trabajo de campo realizado con la riqueza documentada en las siguientes fuentes de información, análisis histórico: a) revisión de las especies registradas para la zona de estudio en literatura especializada para moluscos, incluyendo “literatura gris”; b) revisión de la Colección Nacional de Moluscos (CNMO) del Instituto de Biología (IBUNAM), la Colección Malacológica “María Guadalupe López Magallón” de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB-IPN) y la

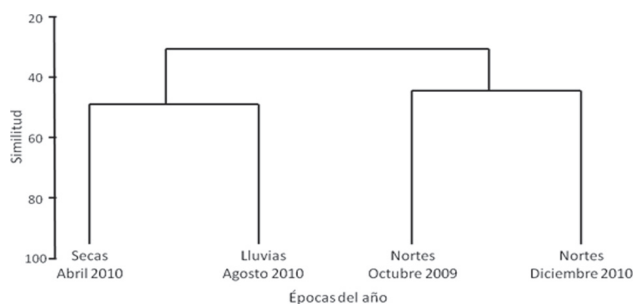
Colección Malacológica “Dr. Antonio García-Cubas” (COMA) del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) de la UNAM. Con la información obtenida se realizó una matriz de presencia-ausencia, a partir de la cual se elaboró una curva de acumulación de especies histórica para evaluar el estado del conocimiento de la riqueza malacológica de la laguna arrecifal de Isla Verde. Esta curva se elaboró considerando todos los nuevos registros por año de las fuentes consultadas, se eligió este modo de representación gráfica, ya que no todos los estudios de la zona ofrecen los datos de abundancia.

## Resultados

En los muestreos, incluyendo el muestreo prospectivo, se observaron 1 086 ejemplares que correspondieron a 48 especies de gasterópodos. Las familias con mayor riqueza específica fueron Muricidae (5 especies), Cerithiidae, Fissurellidae y Ranellidae (4 especies cada una). De las especies encontradas, las más abundantes fueron *Cerithium litteratum* (Born, 1778), *Lithopoma tectum* (Lighfoot, 1786) y *Modulus modulus* (Linnaeus, 1758), con 518, 136 y 89 individuos cada una, representando en conjunto el 68.42% de la muestra. Se encontraron 15 especies como nuevos registros para el arrecife, incluida *Diala albugo* (Kelvin Barwick, California State University, Fullerton, com. pers. 2012; en espera de certificación por F. Moretzsohn, Texas A&M University) como especie exótica (Cuadro 5). De los ejemplares observados, 80% fueron conchas vacías, 15% organismos vivos y 5% conchas con cangrejos ermitaños. El porcentaje de superficie ocupada por los diferentes sustratos que se muestrearon en la laguna arrecifal fueron: coral muerto (38%), pasto marino (31%), algas (13%), arena (12%) y coral vivo (6%) (Cuadro 1).

El índice de Shannon mostró que los valores de diversidad para las diferentes épocas del año variaron entre 0.986 y 2.692 bits/ind. para organismos vivos, y que la época de nortes de diciembre de 2010 fue la más diversa con 3.468 para la totalidad de la muestra, vivos y muertos. El índice de dominancia de Simpson más alto fue de 0.30 para la temporada de lluvias de agosto de 2010; mientras que el índice de asociación de Margalef mostró que *C. litteratum* fue la especie dominante, con una probabilidad de 0.26 de ser recolectada, y el índice de equidad de Pielou fue de 0.763 (Cuadro 2).

Con el índice de similitud de Bray-Curtis se obtuvo un dendograma que mostró 2 grupos, uno formado por las épocas de nortes (octubre de 2009 y diciembre de 2010) con una similitud de 44%, y otro grupo formado por las épocas de secas y lluvias (abril y agosto de 2010), con un valor de similitud de 45% (Fig. 2). Se registró una variación de 43 cm en la profundidad promedio a lo largo



**Figura 2.** Análisis de agrupamiento entre la riqueza de especies y las épocas del año.

del ciclo de muestreo. La temperatura más baja fue de 21 y la más alta registrada fue de 36° C. La salinidad registrada varió de 30 a 36 ppm, mientras que el pH tuvo una variación de 7.37 a 8.7 (Cuadro 3). Tras la transformación de los datos se comprobó que éstos se ajustaban a una distribución normal ( $W= 0.558141$ ,  $p < 0.00001$ ); los ANDEVA mostraron diferencias significativas para la riqueza de especies y los parámetros ambientales, así como diferencias significativas de todos los parámetros ambientales (profundidad, temperatura, salinidad y pH) entre las épocas del año (Cuadro 4).

A partir de la revisión bibliográfica y de las colecciones científicas consultadas, se encontró un total de 96 especies registradas de gasterópodos, que sumadas a las obtenidas durante los muestreos realizados en el presente estudio, constituyen un total de 111 especies para la laguna arrecifal de Isla Verde (Cuadro 5). La estimación estadística de la diversidad mostró que la laguna arrecifal de Isla Verde no está totalmente estudiada, como lo corrobora la curva de acumulación de especies, que no presentó la tendencia a ser asintótica (Fig. 3).

## Discusión

La riqueza de especies obtenida con la metodología de campo utilizada, corresponde al 50% de gasterópodos reportados hasta el 2012 en el arrecife Isla Verde. Las familias registradas durante los muestreos corresponden a las mencionadas por otros autores (Vicencio-De la Cruz y González, 2006; Domínguez et al., 2007; Rosenberg et al., 2009), con excepción de Dialidae que solamente se había reportado en el Indopacífico (Ponder y De Keyser, 1992; *vide infra*). El análisis de las 3 fuentes de información, revisión bibliográfica, consultas de colecciones científicas y muestreos, indicó que ninguna de éstas por sí sola incluye toda la riqueza existente en Isla Verde. La estrategia mediante la cual se obtuvo el mayor número de especies fue la revisión de colecciones, siendo la colección de la ENCB-

IPN la que posee el valor más alto para la zona de estudio con 53 especies; la segunda mejor estrategia fue el muestreo directo, que aportó 48 especies. Desafortunadamente, en ambos casos se registraron ejemplares que sólo pudieron ser identificados a nivel genérico (e. g., *Calliostoma* sp., *Cypraea* sp., *Diodora* sp. y *Mitra* sp.), debido a que el material estaba muy desgastado, lo que introduce un sesgo en la estimación de la diversidad biológica.

El muestreo realizado para este trabajo representa la descripción más detallada realizada sobre la estructura comunitaria de gasterópodos para la zona de Isla Verde. Es importante destacar que aun cuando se abarcó un área considerable y se incluyeron diferentes sustratos, no se encontraron especies de tallas “grandes” (> 7 cm) como: *Charonia variegata* (Lamarck, 1816), *Eustrombus gigas* (Linnaeus, 1758), *Fasciolaria tulipa* (Linnaeus, 1758), *Lobatus raninus* (Gmelin, 1791), *Macrocyprea cervus* (Linnaeus, 1771), *Macrocyprea zebra* (Linnaeus, 1758) y *Strombus pugilis* Linnaeus, 1758, registradas previamente para la laguna (Puig, 1983; Castro et al., 1989; Rosado y García, 1991; Cao, 2011). Esto puede deberse a la proximidad entre el arrecife y la costa, menos de 6 km, que lo vuelve susceptible al impacto antropogénico derivado de la liberación de aguas residuales, actividades industriales y agrícolas (Gutiérrez-Ruiz et al., 2011), tráfico marítimo, contaminación por sustancias asociadas al mantenimiento de los barcos, extracción de especies para uso ornamental y actividades de docencia e investigación. La sinergia de estos impactos podría estar provocando una serie de disminuciones en el número de especies a nivel local (Cintra et al., 1998); por ejemplo, la reducción en las poblaciones de *E. gigas*, especie que no ha sido observada en los últimos 15 años dentro del PNSAV (Felipe de Jesús Cruz-López, profesor de asignatura A, FES Iztacala, com. pers. 2012). Pese a que este tipo de especies no han sido recolectadas, el muestreo indica que no se han alcanzado a registrar todas las especies que pueden estar dentro de la laguna arrecifal de Isla Verde (Fig. 3), por lo que es necesario realizar muestreos exhaustivos para corroborar la disminución local de especies de alto valor ornamental. Cabe destacar que las 3 estrategias utilizadas estuvieron enfocadas en los macromoluscos, lo cual representa un sesgo en términos de riqueza y diversidad, ya que los micromoluscos suelen ser más abundantes y diversos que los primeros (Vicencio-De la Cruz y González, 2006). Sin embargo, la curva de acumulación de especies puede tomarse con reserva, ya que hasta el momento, todos los trabajos realizados se han enfocado únicamente a macromoluscos y las especies de micromoluscos registradas corresponden a observaciones casuales más que a muestreos dirigidos.

El tráfico marítimo puede ocasionar la introducción de especies exóticas, ya sea en la superficie o en aguas



**Cuadro 1.** Especies de gasterópodos totales, vivos y muertos, para el ciclo de muestreo anual en la laguna arrecifal de Isla Verde, con sus abundancias para cada época del año y tipo de sustrato

Especies	Épocas del año			Sustratos					
	Nortes 2009	Secas 2010	Lluvias 2010	Nortes 2010	Pasto marino	Alga	Coral vivo	Coral muerto	Arena
<i>Cerithium litteratum</i> (Born, 1778)	342	55	70	51	39	173	55	246	6
<i>Lithopoma tectum</i> (Lighfoot, 1786)	31	25	67	13	23	36	9	61	7
<i>Modulus modulus</i> (Linnaeus, 1758)	22	5	7	55	51	3	0	32	3
<i>Bulla occidentalis</i> A. Adams, 1850	12	7	2	19	28	2	0	4	6
<i>Trachypollia nodulosa</i> (C. B. Adams, 1845)	13	21	1	0	0	6	8	21	0
<i>Cerithium eburneum</i> Bruguière, 1792	15	4	6	6	2	7	4	18	0
<i>Polinices lacteus</i> (Guilding, 1834)	4	0	2	14	4	2	1	7	5
<i>Diodora</i> sp. 1	0	0	0	16	0	8	0	8	0
<i>Cerithium lutosum</i> Menke, 1828	0	6	0	9	0	0	0	15	0
<i>Diodora cayenensis</i> (Lamarck, 1822)	0	2	10	2	4	1	0	6	3
<i>Stramonita haemastoma floridana</i> (Linnaeus, 1767)	0	11	1	2	0	2	0	12	0
<i>Columbella mercatoria</i> (Linnaeus, 1758)	8	1	1	0	1	1	4	4	0
<i>Cerithium</i> sp. 1	6	0	1	1	4	1	2	1	0
<i>Cymatium nicobaricum</i> (Röding, 1798)	1	4	0	2	1	1	0	3	2
<i>Conus mus</i> Hwass, 1792	1	1	1	3	0	1	1	3	1
<i>Lottia leucopleura</i> (Gmelin, 1791)	0	1	1	3	0	1	0	3	1
<i>Mitrella ocellata</i> (Gmelin, 1791)	0	5	0	0	0	0	0	5	0
<i>Tegula fasciata</i> (Born, 1778)	1	1	2	1	1	1	0	2	1
<i>Lobatus raninus</i> (Gmelin, 1791)	1	0	0	4	2	0	0	2	1
<i>Nassarius albus</i> (Say, 1826)	0	0	1	3	3	0	0	1	0
<i>Aplysia dactylomela</i> Rang, 1828	1	0	0	2	1	0	0	0	2
<i>Strictispira solida</i> (C. B. Adams, 1850)	0	3	0	0	0	0	0	3	0
<i>Engina</i> sp.1	2	1	0	0	0	0	2	1	0
<i>Angiola lineata</i> (Da Costa, 1778)	0	0	0	2	0	0	0	2	0
<i>Strombus</i> sp. 1	0	0	0	2	1	0	0	1	0
<i>Tectura antillarum</i> (Sowerby, 1834)	0	2	0	0	0	0	0	2	0
<i>Nerita fulgurans</i> Gmelin, 1791	0	1	0	1	0	0	0	2	0
<i>Strombus alatus</i> Gmelin, 1791	1	0	0	1	1	0	0	1	0
<i>Nerita tessellata</i> Gmelin, 1791	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Polinices</i> sp.1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Mancinella deltoidea</i> (Lamarck, 1822)	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Tegula</i> sp. 1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Urosalpinx perrugata</i> (Conrad, 1846)	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Diala albugo</i> (Watson, 1886)	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Elysia crispata</i> Mörch, 1863	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Favartia cellulosa</i> (Conrad, 1846)	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lottia jamaicensis</i> (Gmelin, 1791)	0	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Cymatium martinianum</i> (D'Orbigny, 1847)	0	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Cymatium muricinum</i> (Röding, 1798)	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Diodora dysoni</i> (Reeve, 1850)	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Diodora viridula</i> (Lamarck, 1822)	0	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Cymatium</i> sp. 1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Total	462	160	177	217	168	248	87	472	41

de lastre de los barcos provenientes del Pacífico, como *D. albugo* (Watson, 1886), que se distribuye en el Indopacífico (Ponder y De Keyzer, 1992) y fue recolectada durante los muestreos. Aunque durante los muestreos realizados para el presente trabajo sólo se encontró un organismo,

en otros muestreos se han registrado más individuos. La introducción de especies es un fenómeno recurrente en el mundo, tal es el caso de *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) que habita el Indopacífico y que llegó a costas mexicanas mediante el agua de lastre de los barcos (Okolodkov et

**Cuadro 2.** Valores calculados para los índices comunitarios utilizados

Índice	Tipo de ejemplares		Épocas			
	Vivos y muertos	Vivos	Nortes 2009	Secas 2010	Lluvias 2010	Nortes 2010
<i>H'</i>	2.857	2.422	1.644	3.275	2.327	3.468
<i>H máx</i>	3.737	2.890	2.833	3.135	2.944	3.295
<i>J'</i>	0.763	0.838	0.580	0.957	0.790	0.950
<i>D</i>	0.29	0.341	0.557	0.172	0.306	0.144

**Cuadro 3.** Valores promedio de los parámetros ambientales

	Profundidad (cm)	Temperatura (° C)	Salinidad (ppm)	pH (log [H <sup>+</sup> ])
Nortes Octubre 2009	52.40	31.96	33.96	8.11
Secas Abril 2010	66.90	26.35	36.00	8.22
Lluvias Agosto 2010	95.50	30.86	32.03	8.11
Nortes Diciembre 2010	86.26	22.26	35.33	8.20

**Cuadro 4.** Andevas calculados para los diferentes tratamientos utilizados

Riqueza de especies			
	<i>F</i>	Grados de libertad	Significancia
Épocas del año	3.19	79	<i>p</i> < 0.05
Parámetros ambientales			
	<i>F</i>	Grados de libertad	Significancia
Épocas del año			
Nortes-Diciembre 2009	9.89	79	<i>p</i> < 0.0001
Secas-Abril /2010	129.69	79	<i>p</i> < 0.0001
Lluvias-Agosto/2010	86.85	79	<i>p</i> < 0.0001
Nortes-Diciembre/ 2010	73.36	79	<i>p</i> < 0.0001

al., 2007). La presencia de *D. albugo* podría afectar a otras especies de gasterópodos debido a la competencia por alimento y espacio o por la transferencia de patógenos (Aguirre et al., 2009). Éstas son algunas de las razones por las que las especies exóticas deben ser monitoreadas, pues la presencia de *D. albugo* no exime que se encuentren otras especies exóticas dentro del arrecife, o incluso dentro de algún área del PNSAV.

Tomando como base el trabajo de Moretzsohn et al. (2009) y Rosenberg et al. (2009), para la zona del golfo de México el valor de riqueza para la clase Gastropoda es de 1 742 especies; en nuestro trabajo tenemos registro de 111 especies miembros de esta clase, lo que representa el 6.3% de las especies conocidas para la zona. En la zona norte aledaña al PNSAV se han registrado 76 especies, según Vicencio-De la Cruz y González (2006), para los fondos blandos de Isla Lobos de un total de 171 especies registradas, cabe destacar que las muestras obtenidas son de sedimento, desafortunadamente en este trabajo como en otros no se puede realizar una comparación de la diversidad debido a que no se registran los valores de riqueza. Es

importante hacer notar que uno de los sesgos que podrían impedir que nuestra curva de acumulación de especies se vuelva asintótica es el no haber incluido un muestreo de fondos blandos, ya que se ha visto que es un sustrato de muy alta riqueza (e. g., las 12 especies de piramidélidos reportados por Vicencio-De la Cruz y González, 2006).

Comparado con la zona sur del golfo de México, para el grupo de los opistobranquios se han registrado altos valores de riqueza por Ortigosa et al. (2013) con 51 especies de 83 registros para el Banco de Campeche; el muestreo realizado por estos autores reunía características especiales, puesto que estaba dirigido a este grupo, cabe resaltar que el alto valor de riqueza está relacionado con un esfuerzo de muestreo mayor. Por esta razón, nuestro trabajo presenta un sesgo importante, aunque se reportan 111 especies de gasterópodos, sólo se tiene registro de las especies de opistobranquios como: *A. dactylomela*, *B. occidentalis* y *E. crispata*, debido a que los muestreos no estuvieron dirigidos a este grupo y sólo se realizaron los muestreos en la planicie arrecifal con buceo libre y no con buceo autónomo como en el trabajo de Ortigosa et

**Cuadro 5.** Registro histórico de las especies de gasterópodos para Isla Verde, PNSAV, ordenadas taxonómicamente. Fuente: 1. Pérez (1973); 2. Puig (1983); 3. Castro et al. (1989); 4. Quintana (1991); 5. Rosado y García (1991); 6. Juárez (2000); 7. Tovar et al. (2000); 8. Zamora-Silva y Naranjo-García (2008); 9. Dorantes (2010); 10. CNMO-IBUNAM (2011); 11. COMA-ICML (2011); 12. ENCB-IPN (2011); 13. Zamora-Silva y Ortigosa (2012) y 14. presente trabajo

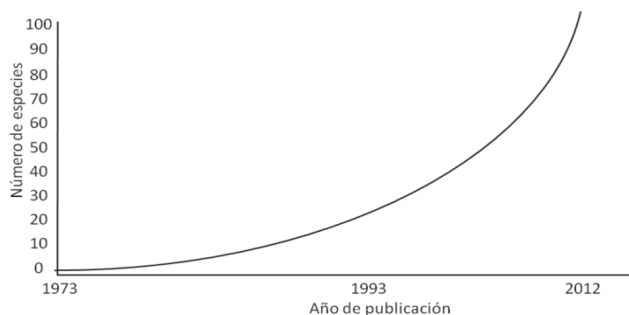
<i>Especie registrada</i>	<i>Fuente</i>	<i>Especie registrada</i>	<i>Fuente</i>
<i>Lottia jamaicensis</i> (Gmelin, 1791)	14	<i>Cymatium labiosum</i> (W. Wood, 1828)	5,12,14
<i>Lottia leucopleura</i> (Gmelin, 1791)	12,14	<i>Cymatium nicobaricum</i> (Röding, 1798)	12,14
<i>Tectura antillarum</i> (Sowerby, 1834)	14	<b><i>Cymatium martinianum</i></b> (d'Orbigny, 1847)	14
<i>Diodora</i> sp. 1	14	<i>Cymatium muricinum</i> (Röding, 1798)	12,14
<i>Diodora cayenensis</i> (Lamarck, 1822)	1,2,3,5,12,14	<i>Charonia variegata</i> (Lamarck, 1816)	2,3
<i>Diodora dysoni</i> (Reeve, 1850)	3,14	<i>Epitonium angulatum</i> (Say, 1831)	5
<b><i>Diodora viridula</i></b> (Lamarck, 1822)	14	<i>Engina</i> sp. 1	14
<i>Fissurella barbadensis</i> (Gmelin, 1791)	2	<i>Leucozonia ocellata</i> (Gmelin, 1791)	3
<i>Calliostoma</i> sp. 1	12	<i>Pisania pusio</i> (Linnaeus, 1758)	3
<i>Tegula</i> sp. 1	14	<i>Columbella mercatoria</i> (Linnaeus, 1758)	3,5,12,14
<i>Tegula fasciata</i> (Born, 1778)	3,5,12,14	<i>Mitrella delicata</i> (Reeve, 1859)	10
<i>Tegula gallina</i> (Forbes, 1850)	3	<b><i>Mitrella ocellata</i></b> (Gmelin, 1791)	14
<i>Astraliium phoebium</i> (Röding, 1798)	12	<i>Nitidella nitida</i> (Lamarck, 1822)	12
<i>Lithopoma americanum</i> (Gmelin, 1791)	2,10	<i>Fasciolaria</i> sp. 1	12
<i>Lithopoma caelatum</i> (Gmelin, 1791)	10	<i>Fasciolaria tulipa</i> (Linnaeus, 1758)	2,3,5,12
<i>Lithopoma tectum</i> (Lightfoot, 1786)*	2,3,5,12,14	<b><i>Nassarius albus</i></b> (Say, 1826)	14
<i>Nerita</i> sp. 1	12	<i>Nassarius vibex</i> (Say, 1822)	12
<i>Nerita fulgurans</i> Gmelin, 1791	1,12,14	<i>Melongena corona</i> (Gmelin, 1791)	12
<b><i>Nerita funiculata</i></b> Menke, 1851	14	<i>Melongena melongena</i> (Linnaeus, 1758)	12
<i>Nerita peloronta</i> Linnaeus, 1758	1,14	<i>Coralliophila</i> sp. 1	5
<b><i>Nerita tessellata</i></b> Gmelin, 1791	14	<i>Coralliophila galea</i> (Dillwyn, 1823)	3
<i>Nerita versicolor</i> Gmelin, 1791	1,10,14	<i>Coralliophila caribaea</i> Abbott, 1958	5,12
<i>Neritina clenchi</i> Russell, 1940	12	<b><i>Favartia cellulosa</i></b> (Conrad, 1846)	14
<i>Neritina reclivata</i> (Say, 1822)	4	<i>Mancinella deltoidea</i> (Lamarck, 1822)	2,3,14
<i>Neritina virginea</i> (Linnaeus, 1758)	4,10	<i>Plicopurpura patula</i> (Linnaeus, 1758)	1,12,14
<i>Smaragdia viridis viridemarisi</i> (Linnaeus, 1758)	2	<i>Stramonita</i> sp. 1	12
<i>Cerithium</i> sp. 1	12	<i>Stramonita haemastoma</i> (Linnaeus, 1767)	12
<i>Cerithium</i> sp. 2	14	<i>Stramonita haemastoma floridana</i> (Linnaeus, 1767)	1,14
<i>Cerithium atratum</i> (Born, 1778)	2,5,12	<i>Stramonita rustica</i> (Lamarck, 1822)	12
<i>Cerithium eburneum</i> Bruguière, 1792	12,14	<i>Trachypollia nodulosa</i> (C. B. Adams, 1845)	3,5,12,14
<i>Cerithium litteratum</i> (Born, 1778)*	2,3,5,12,14	<i>Thais</i> sp. 1	12
<i>Cerithium lutosum</i> Menke, 1828	10,12,14	<i>Urosalpinx</i> sp. 1	12
<b><i>Diala albugo</i></b> (Watson, 1886)	14	<b><i>Urosalpinx perrugata</i></b> (Conrad, 1846)	14
<i>Modulus carchedonius</i> (Lamarck, 1822)	2	<i>Mitra</i> sp. 1	12
<i>Modulus modulus</i> (Linnaeus, 1758)*	5,10,12,14	<i>Mitra nodulosa</i> (Gmelin, 1791)	2,12
<i>Angiola lineata</i> (Da Costa, 1778)	12,14	<i>Conus</i> sp. 1	12
<b><i>Supplanaxis nucleus</i></b> (Bruguière, 1789)	14	<i>Conus</i> sp. 2	5
<i>Cerithidea pliculosa</i> (Menke, 1829)	12	<i>Conus archon</i> Broderip, 1833	10
<i>Cypraea</i> sp. 1	12	<i>Conus delessertii</i> Récluz, 1843	12
<i>Luria cinerea</i> (Gmelin, 1791)	1	<i>Conus mus</i> Hwass, 1792	3,11,14
<i>Macrocypraea cervus</i> (Linnaeus, 1771)	12	<i>Crassispira</i> sp. 1	3
<i>Macrocypraea zebra</i> (Linnaeus, 1758)	2	<b><i>Strictispira solida</i></b> (C. B. Adams, 1850)	14
<i>Cyphoma gibbosum</i> (Linnaeus, 1758)	1	<i>Acteocina canalicullata</i> (Say, 1826)	11
<i>Cenchritys muricata</i> (Linnaeus, 1758)	1	<i>Bulla occidentalis</i> A. Adams, 1850	1,3,5,8,10,12,13,14
<i>Echillitorina ziczac</i> (Gmelin, 1791)	1,14	<i>Navanax gemmatus</i> (Mörch, 1863)	10,13
<i>Littorina angulifera</i> (Lamarck, 1822)	10	<i>Aplysia brasiliiana</i> Rang, 1828	8,10,13
<i>Littorina nebulosa</i> (Lamarck, 1822)	12	<i>Aplysia dactylomela</i> Rang, 1828	6,7,8,11,12,13,14
<i>Polinices</i> sp. 1	14	<i>Bursatella leachii pleii</i> Rang, 1828	13
<i>Polinices duplicatus</i> (Say, 1822)	10	<i>Dolabrifera dolabrifera</i> (Rang, 1828)	10,11,13
<i>Polinices lacteus</i> (Guilding, 1834)	1,3,5,12,14	<i>Stylocheilus striatus</i> (Quoy y Gaimard, 1832)	11,13
<i>Lobatus raninus</i> (Gmelin, 1791)	2,12,14	<i>Elysia crispata</i> Mörch, 1863	3,9,11,12,13,14
<i>Strombus</i> sp. 1	14	<i>Elysia ornata</i> (Swainson, 1840)	10
<i>Strombus alatus</i> Gmelin, 1791	3,5,14	<i>Elysia subornata</i> A. E. Verrill, 1901	10,13
<i>Eustrombus gigas</i> (Linnaeus, 1758)	3	<i>Discodoris</i> sp. 1	10

**Cuadro 5.** Continúa

<i>Especie registrada</i>	<i>Fuente</i>	<i>Especie registrada</i>	<i>Fuente</i>
<i>Strombus pugilis</i> Linnaeus, 1758	10	<i>Discodoris evelinae</i> Er. Marcus, 1955	10,13
<i>Tonna maculosa</i> (Dillwyn, 1817)	12	<i>Spurilla neapolitana</i> (Delle Chiaje, 1844)	11,13
<i>Cymatium</i> sp. 1	12	<i>Siphonaria pectinata</i> (Linnaeus, 1758)	3
<i>Cymatium</i> sp. 2	14		

Las especies en negritas representan nuevos registros para Isla Verde.

\*Especies más abundantes para el total de ejemplares recolectados.



**Figura 3.** Curva de acumulación de las especies de gasterópodos registradas en los trabajos publicados en Isla Verde.

al. (2013).

Para los arrecifes que se encuentran dentro del PNSAV podemos mencionar el trabajo de García-Cubas et al. (1994) donde se tiene registro de 49 especies de gasterópodos. Desafortunadamente no se puede realizar un análisis completo de la biodiversidad, ya que sólo se menciona una lista de las estructuras arrecifales que se encuentran dentro de la zona de Veracruz, pero no se mencionan los lugares de los cuales se extrajeron los ejemplares ni su abundancia.

El trabajo de Zamora-Silva y Ortigosa (2012) sobre opistobranquios hace mención de 16 especies de opistobranquios de 23 registradas para diferentes arrecifes del PNSAV donde se abarcan al menos 7 arrecifes distintos, incluido Isla Verde. Este trabajo reportó 12 especies para el área mencionada, lo cual supera ampliamente los 3 registros documentados en este trabajo.

Para comprender la diversidad de moluscos en zonas arrecifales como el PNSAV, es necesario realizar muestreos dirigidos hacia los distintos grupos que comprenden la clase Gastropoda (e. g., opistobranquios y micromoluscos), ya que son numerosos los ambientes donde éstos se pueden desarrollar.

De la literatura especializada consultada para el arrecife de Isla Verde, sólo 2 estudios están publicados en revistas indizadas (Zamora-Silva y Naranjo-García, 2008; Zamora-Silva y Ortigosa, 2012); el resto de los trabajos corresponden a la llamada "literatura gris". Desgraciadamente, muchos

de los trabajos de tesis realizados en México pertenecen a este tipo de literatura, ya que no se publican después de ser defendidos, a pesar de que muchos de ellos presentan registros de especies no reportadas para el lugar de estudio e información novedosa que ayuda a conocer la diversidad de las especies que ahí habitan. Por ello, se hizo énfasis en los registros de las especies en cada cita para recuperar esta información. En los trabajos realizados con objetivos similares a los planteados en este trabajo, se ha encontrado que no existe una metodología estándar y que los datos no se presentan de forma homogénea; por lo que la comparación de los resultados es parcial (e. g., no se mencionan las abundancias, no especifican las unidades de los índices o no usan índices, entre otras). De acuerdo con lo obtenido en este trabajo, el muestreo aleatorio estratificado con área es una de las opciones más eficaces para la elaboración de estudios de diversidad malacológica marina, pues da una mayor proporción de individuos por esfuerzo de recolección.

Las especies que se encuentran en la laguna arrecifal presentan diferentes hábitos de vida y preferencia por algún sustrato, lo que explica la abundancia encontrada sobre el coral muerto, con 472 individuos, 45% de la muestra, así como el mayor registro de riqueza en el mismo (13 especies). El coral muerto juega un papel importante para que los gasterópodos puedan adherirse o esconderse, permitiendo que la flora epibentónica que se encuentra sobre él les sirva como alimento (Purchon, 1968; Contreras et al., 1991). Sobre el sustrato algal se presentó una abundancia de 242 gasterópodos, que corresponde al 13% de la muestra, la cual es directamente proporcional a los resultados reportados por Tello (2000); debido a este cambio en el tipo y abundancia de sustrato, se considera actualmente a Isla Verde como arrecife algal más que coralino; esta sucesión puede atribuirse a factores de sedimentación y contaminación en la zona de estudio (Gutiérrez et al., 1993; Tello, 2000; Salas-Pérez et al., 2008), los cuales afectan el crecimiento de los corales.

El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano presenta aguas con un nivel de turbidez considerable, ocasionado por las descargas de aguas continentales y



pluviales (Gutiérrez et al., 1993; Day et al., 2005; Salas-Pérez et al., 2008; Gutiérrez-Ruiz et al., 2011). Estas descargas afectan el crecimiento arrecifal y a las poblaciones de invertebrados, especialmente a los moluscos (Haszprunar et al., 2008), lo anterior podría explicar parcialmente que el 85% de las conchas se encontraran vacías; siendo la depredación, el intenso tráfico marítimo, los buceadores recreativos y diversas actividades humanas, otros factores que inciden sobre la proporción de organismos vivos, los muertos o las conchas con cangrejos ermitaños. El otro 15% corresponde a los ejemplares vivos, con éstos se logró conocer las especies que habitan la planicie arrecifal y que conforman la comunidad de gasterópodos. Aunque Isla Verde se encuentra dentro de un área natural protegida, llama la atención el bajo porcentaje de organismos vivos encontrado durante los muestreos, demostrando la urgencia de presentar y cumplir con un plan de manejo de esta área.

A pesar de que la mayoría de los registros de este estudio se hicieron a partir de ejemplares muertos, se sabe que las conchas vacías depositadas en sedimentos blandos no consolidados y algunas ocupadas por cangrejos ermitaños, representan a la malacofauna que antes formó parte de esta comunidad (Kidwell, 2001, 2008); por lo que este estudio es, a la fecha, el que ha logrado recolectar en campo una mayor diversidad de organismos de la zona, situación que queda confirmada por medio de las comparaciones del índice de Shannon con otros reportes previos (Puig, 1983; Ortigosa, 2005), ya que no varió significativamente –de acuerdo con la prueba de *t* de student– entre las épocas del año (ver Cuadro 2). Por lo tanto, se pueden incluir las conchas vacías cuando no esté permitido hacer colecciones de organismos vivos, sin afectar significativamente los valores del índice de diversidad.

Es importante mencionar que, a pesar de que este estudio estuvo enfocado en la clase Gastropoda de la laguna arrecifal de Isla Verde, no se encuentran bien representados gasterópodos opistobranquios, los cuales han mostrado tener una riqueza importante en la zona (Zamora-Silva y Ortigosa, 2012). Este grupo de gasterópodos generalmente se encuentran crípticos, por lo que los estudios malacológicos que no están dirigidos a este tipo de organismos, como sucede también con los micromoluscos, generalmente reportan las especies grandes, como en el presente trabajo en el que se encontraron 3 de las 13 especies reportadas para el arrecife.

El ANDEVA muestra que existe variación significativa de los parámetros ambientales en las épocas del año debido a la estacionalidad de la zona, lo cual concuerda con los grupos formados a partir del análisis de Bray-Curtis (Fig. 2). Estas diferencias entre las épocas del año parecen incidir

sobre los parámetros comunitarios, ya que el ANDEVA calculado entre la riqueza de especies y las épocas del año mostró diferencias significativas entre las temporadas de lluvias y nortes (Cuadro 3).

Este trabajo intenta promover investigaciones sobre comunidades biológicas, con un enfoque hacia el inventario y la recopilación de datos históricos, con la finalidad de conocer las especies que habitan en un lugar determinado y así tener pleno conocimiento sobre la biodiversidad marina en México, ya que estos estudios pueden generar información fundamental para poder realizar evaluaciones acerca del estado de conservación de las áreas naturales protegidas, debido a que en algunos casos este tipo de zonas sufren distintos tipos de afectaciones por parte de las actividades humanas o la introducción de especies. Con la información recabada se podrán crear e implementar planes de manejo para coadyuvar en la conservación de los recursos naturales de nuestro país.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen a los alumnos y profesores del Taller “Inventario y monitoreo de la biodiversidad de los arrecifes coralinos del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano” por su apoyo en los muestreos, en especial a Claudia Medina. A la Dra. Edna Naranjo (Colección Nacional de Moluscos del IBUNAM) y a la Biól. Aurora González (Colección Malacológica “María Guadalupe López Magallón” de la ENCB-IPN), por su apoyo en la consulta de las colecciones. Al Biól. Juan Antonio Frausto-Castillo y al M. en C. Héctor Alexander Valdés (Laboratorio de Físicoquímica del ICML-UNAM), así como al M. en C. Sebastián Zúñiga-Lagunes (Laboratorio de Ecofisiología, Facultad de Ciencias, UNAM) por su apoyo en la medición de parámetros físico-químicos. A los doctores Kelvin Barwick (California State University, Fullerton) y Fabio Moretzsohn (Texas A&M University) por su apoyo en la identificación de especies exóticas.

#### Literatura citada

- Abbott, R. T. 1974. American seashells the marine mollusca of the Atlantic and Pacific coasts of North America. Van Nostrand Reinhold Company, Nueva York. 633 p.
- Aguilera, M. A. y S. A. Navarrete. 2007. Effects of *Chiton granosus* (Frembly, 1827) and other molluscan grazers on algal succession in wave exposed mid-intertidal rocky shores of central Chile. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 349:84-98
- Aguirre, A., R. Mendoza, H. Arredondo, L. Arriaga, E. Campos, S. Contreras-Balderas, M. E. Gutiérrez, F. J. Espinosa, I. Fernández, L. Galaviz, F. J. García, D. Lazcano, M. Martínez, M. E. Meave, R. A. Medellín, E. Naranjo, M. T. Olivera,

- M. Pérez, G. Rodríguez, G. Salgado, A. Samaniego, E. Suárez, H. Vibrans y J. A. Zertuche. 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. *In* Capital natural de México, vol II: estado de conservación y tendencias de cambio, J. Sarukhán (coord. gral.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F. p. 277-318.
- Bakus, G. J. 2007. Quantitative analysis of marine biological communities: field biology and environmental. John Wiley and Sons Inc., Publications, Hoboken, New Jersey. 435 p.
- Begon, M., C. R. Townsend y J. L. Harper. 2006. The Nature of the community: patterns in space and time. *In* Ecology from individuals to ecosystems, M. Begon, C. R. Townsend y J. L. Harper (eds.). Blackwell Publishing, Malden. p. 467-498.
- Bray, J. R. y J. T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27:325-349.
- Cao, M. R. 2011. Descripción histológica del aparato reproductor del caracol canelo *Strombus pugilis* del puerto de Veracruz, Veracruz, México. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 56 p.
- Carricart-Ganivet, J. P. y G. Horta-Puga. 1993. Arrecifes de coral en México, S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (comps.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal. p. 80-90.
- Castro, J., A. Espinosa, M. Valle y O. Gaona. 1989. Caracterización de los arrecifes coralinos de Veracruz. *Biología de Campo*, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 89 p.
- Cintra, C. E., H. Reyes y O. Arizpe. 1998. Los equinodermos (Equinodermata) del arrecife Cabo Pulmo, Pacífico de México. *Revista de Biología Tropical* 46:2.
- Contreras, R. R., F. M. Cruz-Ábreo y A. L. Ibáñez-Aguirre. 1991. Observaciones ecológicas de los moluscos de la zona intermareal rocosa de la bahía de Chamela, Jalisco, México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología* 62:17-32.
- Day, J. W., A. Díaz de León, G. González, P. Moreno-Casasola y A. Yáñez-Arancibia. 2005. Diagnóstico ambiental del golfo de México (resumen ejecutivo). *In* Diagnóstico ambiental del golfo de México, M. Caso, I. Pisanty y E. Excurra (comps.). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, México, D. F. p. 15-44.
- Díaz, J. M. y M. Puyana. 1994. Los moluscos y el hombre. *In* Moluscos del Caribe colombiano un catálogo ilustrado, J. M. Díaz y M. Puyana (eds.). Colciencias, Fundación Natura Colombiana e Invenmar, Santa Fe de Bogotá. p. 19-26.
- Domínguez, N., A. Granados y V. Solís. 2007. Estudio preliminar de la macrofauna bentónica presente en la laguna del arrecife Sacrificios. *In* Investigaciones científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano, A. Granados, L. G. Abarca y J. M. Vargas (eds.). Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México, Universidad Autónoma de Campeche, Campeche. p. 113-126.
- Dorantes, C. P. 2010. *Elysia crispata* (Mollusca: Sacoglossa: Elysiidae) como biomonitor de contaminación en 3 arrecifes del Sistema Arrecifal Veracruzano, Veracruz, México. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 67 p.
- García-Cubas, A., M. Reguero y L. Jácome. 1994. Moluscos arrecifales de Veracruz (Guía de campo). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 143 p.
- Guerry, A. D., B. A. Menge y R. A. Dunmore. 2009. Effects of consumers and enrichment on abundance and diversity of benthic algae in a rocky intertidal community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 369:155-164.
- Gutiérrez, D., C. García, M. Lara y C. Padilla. 1993. Comparación de arrecifes coralinos: Veracruz y Quintana Roo. *In* Biodiversidad marina y costera de México, S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (comps.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal. p. 787-806.
- Gutiérrez-Ruiz, C. V., M. A. M. Román-Vives, C. H. Vergara y E. I. Badano. 2011. Impact of anthropogenic disturbances on the diversity of shallow stony corals in the Veracruz Reef System National Park. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:249-260.
- Haszprunar, G., C. Schander, y M. Halanych. 2008. Relationships of higher molluscan taxa. *In* Phylogeny and evolution of the mollusca, W. F. Ponder y D. R. Lindberg (eds.). University of California Press, Berkeley. p. 19-32.
- Jones, J., K. Withers y J. W. Tunnell. 2008. Comparison of benthic communities on six coral reefs in the Veracruz Reef System (Mexico). *Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium* 18:757-760.
- Juárez, E. 2000. Evaluación de metales pesados en 2 sistemas bentónicos arrecifales de Veracruz, Veracruz, México. Tesis, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla, Estado de México. 68 p.
- Kidwell, S. M. 2001. Preservation of species abundance in marine death assemblages. *Science* 294:1091-1094.
- Kidwell, S. M. 2008. Ecological fidelity of open-marine molluscan death assemblages: effects of post-mortem transportation, shell health, and taphonomic inertia. *Lethaia* 41:199-217.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing, Malden. 256 p.
- Margalef, R. 1993. Los temas de la teoría ecológica clásica. *In* Teoría de los sistemas ecológicos, R. Margalef (ed.). Omega, Barcelona. p. 165-219 p.
- Margalef, R. 2005. Evaluación de las poblaciones. *In* Ecología, R. Margalef (ed.). Barcelona, Omega. p. 317-357.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza. 86 p.
- Moretzsohn, F., J. W. Tunnell Jr., W. G. Lyons, E. Baqueiro-

- Cárdenas, N. Barrera, J. Espinosa, E. F. García, J. Ortega y M. Reguero. 2009. Mollusca: introduction. *In* Gulf of Mexico origins, waters, and biota, vol. 1, Biodiversity, D. L. Felder y D. K. Camp (eds.). Texas A y M University Press, Galveston. p. 559-564.
- Odum, E. P. 1985. Introducción al campo de la ecología. *In* Fundamentos de ecología, E. P. Odum (ed.). Interamericana, México, D. F. p. 1-8.
- Okolodkov, Y. B., R. Bastida-Zavala, A. L. Ibáñez, J. W. Chapman, E. Suárez-Morales, F. Pedroche y F. J. Gutiérrez-Mendieta. 2007. Especies acuáticas no indígenas en México. *Ciencia y Mar* 11:29-67.
- Ortigosa, J. D. 2005. Riqueza y distribución de opistobranquios (Mollusca: Gastropoda: Opisthobranchia) en la laguna arrecifal de Isla Verde, Veracruz, México. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 60 p.
- Ortigosa, D., N. Simões y G. Calado. 2013. Seaslugs (Mollusca: Opisthobranchia) from Campeche Bank, Yucatán Peninsula, Mexico. *Thalassas An International Journal of Marine Sciences* 29:59-75.
- Pérez, R. 1973. Estudio sobre moluscos marinos de las costas de Veracruz. México. Secretaría de Marina, México, D. F. 142 p.
- Pérez-Rodríguez, R. 1997. Moluscos de la plataforma continental del Atlántico mexicano. Universidad Autónoma Metropolitana, Campus Xochimilco, México, D. F. 260 p.
- Ponder, W. F. y R. De Keyser. 1992. A revision of the genus *Diala* (Gastropoda: Cerithioidea: Dialidae). *Invertebrate Taxonomy* 6:1019-1075.
- Puig, L. 1983. Contribución al conocimiento de la taxocenosis Gasteropoda, en el arrecife Isla Verde, Veracruz, México. Tesis, Unidad Iztapalapa, Universidad Autónoma Metropolitana. México, D. F. 30 p.
- Purchon, R. D. 1968. Feeding method and adaptative radiation in the Gastropoda. *In* The biology of the mollusca, R. D. Purchon (ed.). Pergamon Press, Oxford. p. 41-99.
- Quintana y Molina, J. 1991. Resultados del programa de investigaciones en arrecifes veracruzanos del Laboratorio de Sistemas Bentónicos Litorales. *Hidrobiológica* 1:73-86.
- Redfern, C. 2001. Bahamian seashells a thousand species from Abaco, Bahamas. *Bahamianseashells.com*, Inc. Boca Ratón. 280 p.
- Rosado, J. y M. A. García. 1991. Moluscos bentónicos de 3 arrecifes del puerto de Veracruz, México. *Biología de campo*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 83 p.
- Roberts, C. M., C. J. McLean, J. E. Veron, J. P. Hawkins, G. R. Allen, D. E. McAllister, C. G. Mittermeier, F. W. Schueler, M. Spalding, F. Wells, C. Vynne y T. B. Werner. 2002. Marine biodiversity hotspots and conservation priorities for tropical reefs. *Science* 295:1280-1284.
- Rosenberg, G. 2009. Malacolog 4.1.1: A database of Western Atlantic Marine mollusca. [WWW database (version 4.1.1)] URL <http://www.malacolog.org/>
- Rosenberg, G., F. Moretzsohn y E. F. García. 2009. Gastropoda (Mollusca) Gulf of Mexico. *In* Gulf of Mexico origins, waters, and biota, vol. 1, Biodiversity, D. L. Felder y D. K. Camp (eds.). Texas A y M University Press, Galveston. p. 579-699.
- Salas-Pérez, J. J., D. Salas-Monreal, V. E. Arenas-Fuentes, D. A. Salas-de-León y M. L. Riverón-Enzástiga. 2008. Tidal characteristics in a coral reef system from the western gulf of Mexico. *Ciencias Marinas* 34:467-478.
- Secretaría de Desarrollo Social. 1992. Decreto por el que se declara área natural protegida con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del estado de Veracruz Llave, con superficie de 52 238-91-50 ha.
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2011. Programa de monitoreo biológico de áreas naturales protegidas (Promobi), Anexo 2: protocolo de monitoreo No. 17. Comisión de Áreas Naturales Protegidas. p. 1-5.
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. Decreto que modifica al diverso por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de parque marino nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del estado de Veracruz Llave, con una superficie de 52 238-91-50 ha, publicado los días 24 y 25 de agosto de 1992 (29/11/2012).
- Skoglund, C. 2002. Panamic province molluscan literature additions and chances from 1971 through 2001 III. *Gastropoda The Festivus* 33:286.
- Tello, J. L. 2000. Distribución de biotopos en la zona de la planicie arrecifal de Isla Verde, Veracruz, México. Tesis, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla. 61 p.
- Vicencio-De la Cruz, F. y C. González. 2006. Lista actualizada de los gasterópodos de la planicie del arrecife Lobos, Veracruz, México. *Revista UDO Agrícola* 6:128-137.
- Wye, K. R. 1991. The influence of shells. *In* The encyclopedia of shells, K. R. Wye (ed.). Chartwell Books, Inc, Nueva Jersey. p. 8-9.
- Vargas-Hernández, J. M., A. Hernández-Gutiérrez y L. F. Carrera-Parra. 1993. Sistema Arrecifal Veracruzano. *In* Biodiversidad marina y costera de México, S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (comps.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal. p. 559-575.
- Zamora-Silva, B. A. y E. Naranjo-García. 2008. Los opistobranquios de la Colección Nacional de Moluscos. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79:333-342.
- Zamora-Silva, B. A. y D. Ortigosa. 2012. Nuevos registros de opistobranquios en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:359-369.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice Hall, Nueva Jersey. 633 p.
- Zar, J. H. 2010. Biostatistical analysis. Pearson, Nueva Jersey. 944 p.