



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESTRUCTURA COMUNITARIA DE LOS GASTERÓPODOS DE  
LA LAGUNA ARRECIFAL DE ISLA VERDE, VERACRUZ**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**B I Ó L O G O  
P R E S E N T A:**

**LUIS GABRIEL AGUILAR ESTRADA**



**DIRECTORA DE TESIS:**

**M. EN C. JAZMÍN DENE B ORTIGOSA GUTIÉRREZ**

2012

*A mis padres:*

Jorge Aguilar Martínez

Carmen Estrada Valle

*A mis hermanos*

Alberto, Sandra, Jorge y Karen

*A Juliana*

*Uno de los mayores alicientes de la investigación científica es que,  
de vez en cuando, si sales a cazar un conejo acabas matando un oso.*

Issac Asimov

## AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su apoyo incondicional a lo largo de todos estos años, por ayudarme a llegar hasta aquí, ya que sin ustedes este largo camino no hubiera sido el mismo, gracias por siempre estar ahí cuando más lo necesité cada quien a su manera.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por ser como mi segunda casa y enseñarme todo lo que aprendí dentro de sus aulas.

A la M. en C. Jazmín Deneb Ortigosa Gutiérrez por todo su apoyo y que sin conocerme confió en mí desde el inicio hasta ver concluido este trabajo, por enseñarme que todo se puede lograr en esta vida si se es constante, pero sobre todo gracias por tu amistad.

Al M. en C. Brian Urbano Alonso por todo su apoyo y confianza brindados desde el inicio de este trabajo, por esforzarse al entender y responder a todas mis inquietudes fuera de contexto, porque sin esas respuestas yo no sería el mismo que soy ahora, de verdad aprendí mucho, pero sobre todo gracias por tu amistad.

A la Dra. María Martha Reguero Reza por brindarme toda su confianza al recibirme en su laboratorio, gracias por todo el apoyo a lo largo de la realización de este trabajo, por permitirme consultar los ejemplares depositados en la Colección Malacológica Dr. Antonio García-Cubas para el PNSAV a su cargo. Gracias por todas las charlas de “cinco minutos” que para mí fueron muy enriquecedoras tanto de manera personal como académica.

Al Taller “Inventario y monitoreo de la biodiversidad de los arrecifes coralinos del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano” a cargo del Dr. Jorge Luis Hernández Aguilera y la M. en C. Rosa Estela Toral Almazán, por todo su apoyo y disposición para la recolección del material biológico.

A la M. en C. Ivette Ruíz Boijseauneau y al M. en C. Marco Antonio Orozco Colunga por todos sus valiosos comentarios que ayudaron a mejorar este trabajo. A la M. en C. Elia Lemus Santana por sus valiosos comentarios y sugerencias que ayudaron a enriquecer este trabajo.

Al Biól. Juan Antonio Frausto Castillo y al M. en C. Héctor Alexander Valdés del Laboratorio de Físicoquímica del ICMYL, así como al M. en C. Sebastián Zúñiga Lagunes del Laboratorio de Ecofisiología por su apoyo en la medición de pH y salinidad. Al Dr. Kelvin Barwick por su apoyo en la identificación de algunos de los ejemplares. A la P. de Biól. Claudia Medina Castillo por su apoyo en la recolección de algunos ejemplares en Isla Verde. A la P. de Biól. Gabriela Arteaga Lona por su apoyo en la toma y edición de las fotografías de los ejemplares recolectados en Isla Verde.

Quiero agradecer especialmente a Juliana Vargas López por todo su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera, por su paciencia, por estar ahí siempre cuando más lo necesité, por ayudarme en mis momentos más difíciles y por compartir conmigo un poco de su vida, pero especialmente porque siempre sabe cómo poner un poco de luz en mis venas, a ti gracias.

A la Dra. Edna Naranjo y a la Biól Aurora González por permitirme visitar y consultar la Colección Nacional de Moluscos del IB y la Colección Malacológica María Guadalupe López Magallón de la ENCB, por toda su disposición en la revisión de los ejemplares para el PNSAV depositados en las colecciones a su cargo.

A mis amigos del árbol: Andrea, Diego, Isabel, Mauricio y Mónica, por estar conmigo a lo largo de la carrera, porque aunque sé que muchas veces no coincidimos en distintas cuestiones, siempre estuvieron conmigo apoyándome en diferentes etapas de mi vida en la Facultad, gracias por su valiosa amistad, pero sobre todo por soportarme.

# ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
1.1 LAS COMUNIDADES.....	8
1.2 ARRECIFES DE CORAL.....	9
1.2.1 DEFINICIÓN Y TIPOS DE ARRECIFE.....	9
1.2.2 CONDICIONES PARA LA FORMACIÓN DE UN ARRECIFE.....	9
1.3 PHYLUM MOLLUSCA.....	10
1.3.1 CLASIFICACIÓN.....	12
<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>13</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
GENERAL.....	15
PARTICULARES.....	15
<b>2. ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>16</b>
2.1 PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO.....	16
2.2 LOCALIZACIÓN.....	16
2.3 SUPERFICIE.....	17
2.4 ORIGEN Y GEOLOGÍA.....	17
2.5 SEDIMENTOS.....	17
2.6 MORFOLOGÍA.....	18
2.7 HIDROGRAFÍA.....	18
2.8 CLIMA.....	18
2.9 ESTRUCTURA.....	19
2.10 ISLA VERDE.....	20
<b>3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>22</b>
3.1 MÉTODO DE CAMPO.....	22
3.2 SUSTRATOS Y ESTIMACIÓN DE ASOCIACIONES BIÓTICAS.....	22
3.3 PUNTOS DE MUESTREO.....	23
3.4 DINÁMICA DE MUESTREO.....	24
3.5 REGISTRO DE DATOS, MEDICIÓN Y TOMA DE MUESTRAS.....	25
3.7 TRABAJO DE LABORATORIO.....	26
3.8 TRABAJO TAXONÓMICO.....	26
3.9 TRABAJO DE GABINETE.....	27
3.10 VALORES COMUNITARIOS.....	27
3.11 DIVERSIDAD DE ESPECIES EN ISLA VERDE.....	31
3.12 GREMIOS ALIMENTICIOS.....	31
3.13 ORGANISMOS DENTRO DE LA UNIDAD DE MUESTREO.....	32
3.14 VALORACIÓN DE LA ESTRUCTURA COMUNITARIA Y EL AMBIENTE.....	32
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
4.1 SISTEMÁTICA Y RIQUEZA ESPECÍFICA.....	33
4.2 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES.....	35
4.3 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL.....	35
4.4 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL.....	36
4.5 SUSTRATOS.....	37
4.6 ORGANISMOS DENTRO DE LA UNIDAD DE MUESTREO.....	38
4.7 VALORES COMUNITARIOS.....	39
4.8 DIVERSIDAD DE ESPECIES EN EL ARRECIFE ISLA VERDE.....	41
4.9 GREMIOS ALIMENTICIOS.....	44

4.10 ASOCIACIONES BIOLÓGICAS CON EL AMBIENTE.....	45
<b>5. DISCUSIÓN .....</b>	<b>48</b>
5.1 SISTEMÁTICA Y RIQUEZA ESPECÍFICA .....	48
5.2 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES .....	49
5.3 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL.....	51
5.4 SUSTRATOS.....	52
5.5 ORGANISMOS DENTRO DE LA UNIDAD DE MUESTREO.....	53
5.6 VALORES COMUNITARIOS .....	54
5.7 DIVERSIDAD DE ESPECIES EN EL ARRECIFE ISLA VERDE .....	57
5.8 GREMIOS ALIMENTICIOS .....	60
5.9 ASOCIACIONES BIOLÓGICAS CON EL AMBIENTE.....	61
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>63</b>
<b>LITERATURA CITADA .....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXO I .....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO II .....</b>	<b>79</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DEL PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO.....	16
FIGURA 2. CAYO EN LA ZONA SURESTE DEL ARRECIFE ISLA VERDE.....	21
FIGURA 3. DIMENSIONES DEL CÍRCULO USADO COMO UNIDAD DE MUESTREO.....	23
FIGURA 4. ESQUEMA SOBRE LA DINÁMICA DE MUESTREO EN LA ZONA DE ESTUDIO. ....	24
FIGURA 5. FAMILIAS DE GASTERÓPODOS INDICANDO EL NÚMERO DE ESPECIES DE CADA UNA DE ELLAS.....	33
FIGURA 6. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES. ....	35
FIGURA 7. REPRESENTACIÓN APROXIMADA DE LAS ZONAS DE MUESTREO DURANTE LAS ÉPOCAS DEL AÑO. ....	36
FIGURA 8. PROPORCIÓN DE SUSTRATOS ENCONTRADOS EN LA LAGUNA ARRECIFAL.....	37
FIGURA 9. ABUNDANCIA DE ORGANISMOS SOBRE LOS DIFERENTES SUSTRATOS. ....	38
FIGURA 10. ABUNDANCIA DE ORGANISMOS ASOCIADOS A LA UNIDAD DE MUESTREO.....	39
FIGURA 11. ABUNDANCIA ABSOLUTA DE LA CONDICIÓN DE RECOLECCIÓN DE LOS EJEMPLARES. ....	39
FIGURA 12. ESPECIES DE GASTERÓPODOS REGISTRADAS EN CADA TRABAJO PARA ISLA VERDE. ....	44
FIGURA 13. GREMIOS ALIMENTICIOS PARA LAS FAMILIAS DE GASTERÓPODOS. ....	45
FIGURA 14. ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO ENTRE LA RIQUEZA DE ESPECIES Y LAS ÉPOCAS DEL AÑO.....	46

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. LITERATURA MALACOLÓGICA PARA LA ZONA DEL PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO (PNSAV). ....	14
TABLA 2. DINÁMICA PARA LA SELECCIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO.....	23
TABLA 3. ABUNDANCIA Y SISTEMÁTICA DEL MUESTREO PRELIMINAR Y EL CIRCULO DE 1M <sup>2</sup> .....	33
TABLA 4. VALORES DE SIMILITUD MÁS ALTOS UTILIZANDO EL ÍNDICE DE MARGALEF.....	40
TABLA 5. ABUNDANCIA, RIQUEZA Y CONDICIÓN DE RECOLECTA DE LOS GASTERÓPODOS.....	35
TABLA 6. VALORES DE SIMILITUD MÁS ALTOS UTILIZANDO EL ÍNDICE DE MARGALEF.....	40
TABLA 7. ESPECIES DE GASTERÓPODOS REGISTRADAS PARA ISLA VERDE .....	42

## RESUMEN

Se analizó la estructura de la comunidad de los gasterópodos de la laguna arrecifal de Isla Verde, Veracruz. Se hicieron cuatro salidas de campo en los meses de octubre de 2009 (nortes), abril (secas), agosto (lluvias) y diciembre (nortes) de 2010. La recolección de las muestras se llevó a cabo mediante buceo libre y muestreo aleatorio a lo largo de 105 puntos de muestreo. Se usó un círculo de un metro cuadrado, dentro del cual se extrajeron a mano los ejemplares, abarcando en total 105 m<sup>2</sup> dentro de la laguna. Se registró el sustrato, profundidad, temperatura, salinidad y pH. Las muestras se separaron por punto de muestreo y se identificaron en el laboratorio. Se realizaron análisis de varianza (ANDEVA), pruebas de *t* de *student*, correlaciones y análisis de agrupamiento (CLUSTER), para estimar las asociaciones biológicas y con el ambiente. Se estimó la diversidad, equidad, dominancia, asociación y agrupamiento de los gasterópodos en los distintos puntos de muestreo y épocas del año, mediante las expresiones matemáticas de Shannon-Wiener, Pielou, Simpson, Margalef y Bray-Curtis. Se realizó una búsqueda de literatura malacológica relativa a la zona del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), para complementar los registros bibliográficos de moluscos con los derivados de la consulta de ejemplares depositados en las colecciones científicas y con las especies identificadas a partir del presente trabajo. A partir de los muestreos se registraron 1,086 gasterópodos que representan 9 clados, 2 subclases, 6 órdenes, 22 familias, 31 géneros y 48 especies. Las especies más abundantes fueron *Cerithium litteratum* (Born 1778), *Lithopoma tectum americana* (Lighfoot, 1786) y *Modulus modulus* (Linnaeus, 1758).

El sustrato de coral muerto registró la mayor abundancia de gasterópodos con 472 ejemplares. La asociación biótica más frecuente fue entre los gasterópodos y especies de erizos del género *Echinometra* Gray, 1825 y la especie *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816). Los gasterópodos se distribuyeron en general en el SE y SW de la laguna. El 80% fueron conchas vacías, 15% organismos vivos y 5% conchas ocupadas por cangrejos ermitaños. En diciembre (nortes) de 2010 se registró la máxima diversidad con 3.468 bits/individuo. El valor de equidad de 0.957 fue el más elevado y se encontró en abril (secas) de 2010. La dominancia más alta se observó en octubre (nortes) de 2009 con un valor de 0.557. Este trabajo representa el 49.4% de un total de 97 especies de gasterópodos descritos en la literatura y depositados en las colecciones científicas consultadas como ejemplares para Isla Verde. Se encontraron tres tipos de alimentación registrados en la literatura para los gasterópodos recolectados: herbívoros, carnívoros y omnívoros. El análisis de agrupamiento entre la riqueza y las épocas del año realizado mediante el índice de Bray-Curtis, asoció a las especies recolectadas en las dos épocas de nortes con 44% y a los ejemplares obtenidos en las épocas de secas y lluvias con 45%. El ANDEVA mostró que hay diferencias significativas ( $p < 0.0001$ ) entre las distintas épocas del año y los parámetros fisicoquímicos, así como entre la riqueza y las épocas de lluvias (agosto de 2010) y nortes (diciembre de 2010) ( $p < 0.05$ ).

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Las comunidades

En la naturaleza, los medios terrestres y acuáticos contienen diferentes organismos que interactúan de manera distinta (Begon *et al.*, 2006). Estos conjuntos de organismos 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, hacen a la comunidad más que la suma de sus partes (Begon *et al.*, 2006).

Es a partir del conocimiento de estas interacciones, que se puede explicar el comportamiento y la estructura de toda la comunidad (Begon *et al.*, 2006), la cual puede verse bajo dos enfoques distintos: el primero a partir de la teoría del *superorganismo* (Vargas y Zúñiga, 2010), donde todo está íntimamente relacionado y cualquier cambio tendrá repercusiones en toda la comunidad; el segundo enfoque se basa en que todas las especies mantienen relaciones, éstas pueden no ser obligadas, de modo que cada especie opera bajo sus propias medidas y la comunidad existe, porque un grupo de especies tienen los mismos requerimientos dentro de un mismo hábitat (Krebs, 2009).

Dentro de los ambientes acuáticos, los arrecifes de coral son de los ecosistemas de más alta riqueza en el planeta, junto con otros sitios como los manglares, marismas y lagunas costeras. Además son el hábitat y refugio para distintos tipos de organismos (Vargas-Hernández *et al.*, 1993).

## 1.2 Arrecifes de coral

### 1.2.1 Definición y tipos de arrecife

Los arrecifes de coral son estructuras de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) formadas por animales del phylum Cnidaria que pueden o no mantener una simbiosis con las algas zooxantelas (Calderón *et al.*, 2009). Los tipos de arrecife que tradicionalmente se distinguen son tres: de franja, de barrera y atolón. Sin embargo, se han hecho subdivisiones para describir mejor otro tipo de formaciones arrecifales, como: banco de arrecife, de plataforma y parches de arrecife (Spalding y Bunting, 2004).

### 1.2.2 Condiciones para la formación de un arrecife

Dentro del ecosistema arrecifal se establece una comunidad biológica sumamente estable. Esta estabilidad, es determinada en los trópicos, por temperaturas promedio mayores a los 20 °C, alta transparencia y baja turbidez en el agua, así como un recambio de aguas constante que favorece una alta concentración de oxígeno (Chávez e Hidalgo, 1987).

En México se reconocen tres zonas de arrecifes coralinos: 1) En el Océano Pacífico, las zonas del Golfo de California, el Estado de Oaxaca, Revillagigedo incluyendo las Islas Marías (SEMARNAT, 2011); 2) En las costas del Estado de Veracruz al Norte, se localiza el Sistema Lobos-Tuxpan y al Sur el Sistema Arrecifal Veracruzano y en el Estado de Campeche están los arrecifes Alacrán, Cayo Arenas, Isla Triángulos y Cayo Arcas; 3) En el Caribe mexicano se encuentran la Barrera de arrecifes de Quintana Roo y el Banco Chinchorro (Carricart-Ganivet y Horta-Puga, 1993).

### 1.3 Phylum Mollusca

Los moluscos son el segundo phylum con mayor número de especies de animales, con aproximadamente 200,000 especies vivientes (Ponder y Lindberg, 2008). Poseen un registro fósil notable, que se remonta al Periodo Cámbrico hace 543 millones de años (Valentine *et al.*, 1999). Son uno de los grupos más diversos que existe, con siete u ocho clases distintas (Ponder y Lindberg, 2008). Habitan todo tipo de ambientes (Hickman *et al.*, 2001). Su plan corporal básico es muy variado, comprende desde caracoles, almejas, quitones y lapas, hasta calamares gigantes (Brusca y Brusca, 2003).

La clase Gastropoda es la más grande y diversa del phylum y la segunda clase animal con más especies, después de la clase Insecta (Brusca y Brusca, 2003; Ponder y Lindberg, 2008). Los gasterópodos se caracterizan por tener una concha univalva, la cual puede ser externa, interna o reducida y en algunos casos puede incluso no presentarse (Hickman *et al.*, 2001). Generalmente presenta un proceso de espiralización y enrollamiento a la derecha (Moore, 2006).

Este grupo ha radiado enormemente en comparación con otras clases de moluscos (Michel, 1994). Son organismos muy variados en cuanto a su morfología externa, anatomía, comportamiento y fisiología, lo cual es debido a su gran diversidad biológica (Ponder y Lindberg, 2008).

Los representantes de este grupo se han adaptado a diferentes ambientes, incluyendo ambientes extremos, como las ventilas hidrotermales o el medio terrestre (Geiger, 2006). Se sabe que los gasterópodos han invadido estos entornos en múltiples ocasiones y en la actualidad se encuentran en todos los continentes, a excepción de la Antártida (Ponder y Lindberg, 2008). Además, es importante mencionar que los gasterópodos son el único grupo de moluscos que han invadido el ambiente terrestre (Hickman *et al.*, 2001), lo cual está relacionado con sus hábitos alimenticios, ya que estos son muy variados, como organismos herbívoros (Taylor y Reid, 2007), carnívoros (Paine, 1963; Finet *et al.*, 1992), omnívoros (Malaquias *et al.*, 2009), parásitos y carroñeros (Brusca y Brusca, 2003).

La morfología de los gasterópodos puede variar drásticamente (Geiger, 2006), desde menos de 1 mm hasta casi un metro de longitud (Hickman *et al.*, 2001). En organismos adultos, el cuerpo se cubre generalmente con una concha secretada por el manto (Ponder y Lindberg, 2008). Todos los miembros de la clase presentan un sistema circulatorio abierto. Una rádula, que cuando está presente puede modificarse de distintas maneras, dependiendo de los hábitos alimenticios de cada especie, ya que incluso esta estructura puede no presentarse (Brusca y Brusca, 2005). También tienen un gran pie muscular para la locomoción y una cabeza, provista de ojos y uno o dos pares de tentáculos (Geiger, 2006).

Las estimaciones del número de especies de gasterópodos existentes varían mucho, desde las 40,000 hasta las 150,000 especies (Brusca y Brusca, 2003; Geiger, 2006; Moore, 2006; Ponder y Lindberg, 2008).

### *1.3.1 Clasificación*

La clasificación tradicional señala que la clase Gastropoda se compone de tres subclases: Prosobranchia, Opisthobranchia y Pulmonata (Moore, 2006) y algunas subdivisiones no pueden tomarse como válidas (Brusca y Brusca, 2003).

La clasificación actualmente aceptada para los gasterópodos incluye el arreglo sistemático con base en clados, ya que no reflejan la historia evolutiva del grupo (Ponder y Lindberg, 2008). Por ejemplo en la clasificación tradicional las subclases Opistobranchia y Pulmonata, corresponden al clado Heterobranchia y el orden Neogastropoda de la clasificación tradicional corresponde al clado Neogastropoda de la clasificación de Bouchet y Rocroi.

## ANTECEDENTES

La revisión de la literatura malacológica para la zona del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) comprende 36 trabajos. Gran parte de ésta literatura es mexicana, a excepción de los dos trabajos más antiguos, los cuales fueron realizados por Baker (1891) y Moore (1958). La totalidad de la literatura malacológica comprende: tesis, artículos científicos, libros y trabajos no publicados (biologías de campo), desde Baker (1891) hasta Villanueva (2011) (Tabla 1). La mayoría de los trabajos se enfocan en aspectos como sistemática y taxonomía, ecología y biogeografía, con excepción de los trabajos de Juárez (2000), Tovar *et al.*, (2000) y Dorantes (2010) que son trabajos sobre ecotoxicología de *Aplysia dactylomela* Rang, 1828 y *Elysia crispata* Mörch, 1863. El presente trabajo surgió, como parte del taller “Inventario y monitoreo de la biodiversidad de los arrecifes coralinos del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano” impartido en la Facultad de Ciencias de la UNAM y del interés de contribuir al conocimiento de la biota marina de los litorales mexicanos.

Tabla 1. Literatura malacológica para la zona del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV).  
 Abreviaturas: PNSAVN=PNSAV Norte, PNSAVS=PNSAV Sur y MPNSAV= Registros de moluscos dentro del  
 polígono del parque. Abreviaturas para tipo de tema: LS=Lista sistemática, SE=Sistemática y ecología,  
 B=Biogeografía y ET=Ecotoxicología.

Autor(es)	Año	Tipo de tema				Zona de estudio		
		LS	SE	B	ET	PNSAVN	PNSAVS	MPNSAV
Baker	1891	X						X
Moore	1958	X				X		
Villalobos	1971		X			X		
Pérez	1973	X				X		X
Puig	1983		X			X		
Espejél <i>et al.</i>	1986	X				X		
Danzós <i>et al.</i>	1988		X				X	
Hernández y Toral	1988	X				X		
Castro <i>et al.</i>	1989		X			X		
Pizaña	1990			X			X	
Quintana	1991	X						X
Rosado y García	1991	X				X		
García	1992		X			X		
Jácome	1992		X			X		
García-Cubas <i>et al.</i>	1994		X					X
Vázquez y Gracia	1994	X				X		
Pérez	1997	X						
Juárez	2000				X	X		
Tovar <i>et al.</i>	2000				X	X		
Reyes	2000	X				X		
Salcedo	2001	X						X
Eberhardt	2002	X				X		
Ramos-Ramos	2003		X			X		
Salcedo	2003		X			X		
Zamora	2003		X			X		
Zamora	2003		X			X		
Islas	2004		X			X		
Ortigosa	2005		X			X		
Pérez-Nava y Reguero	2007	X				X		
Castillo	2007		X			X		
Domínguez	2007		X			X		
Zamora-Silva y Naranjo-García	2008	X				X		
Dorantes	2010				X	X		
Rivera	2010		X			X		
Pérez-Nava y Reguero	2011	X				X		
Villanueva	2011		X			X		

## OBJETIVOS

### *General*

Contribuir al conocimiento de los moluscos gasterópodos de la laguna arrecifal de Isla Verde, a través de la determinación de su estructura comunitaria, a lo largo de un año de muestreo.

### *Particulares*

- Elaborar el inventario de los moluscos gasterópodos de la laguna arrecifal de Isla Verde durante las épocas de nortes, secas y lluvias.
- Determinar si los distintos sustratos tienen algún efecto sobre la estructura de la comunidad de los moluscos.
- Examinar los posibles cambios en la estructura comunitaria en las distintas épocas del año.
- Analizar la relación entre los parámetros fisicoquímicos obtenidos durante el muestreo y la estructura comunitaria de los gasterópodos.

## 2. ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1 Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano

#### 2.2 Localización

El “Sistema Arrecifal Veracruzano” (SAV) se localiza en la sección Suroeste de la plataforma continental del Golfo de México (Gutiérrez *et al.*, 2011). Limita al Sur con el Sistema Lobos-Tuxpan y al Oeste con el complejo arrecifal de Campeche y Yucatán (Vargas-Hernández *et al.*, 1993). Fue declarado bajo la categoría de Parque Marino Nacional el 24 de agosto de 1992 (DOF, 1992). El Parque Nacional “Sistema Arrecifal Veracruzano” (PNSAV) se extiende frente a las costas del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave (Fig.1), en los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado (CONANP, 2005).

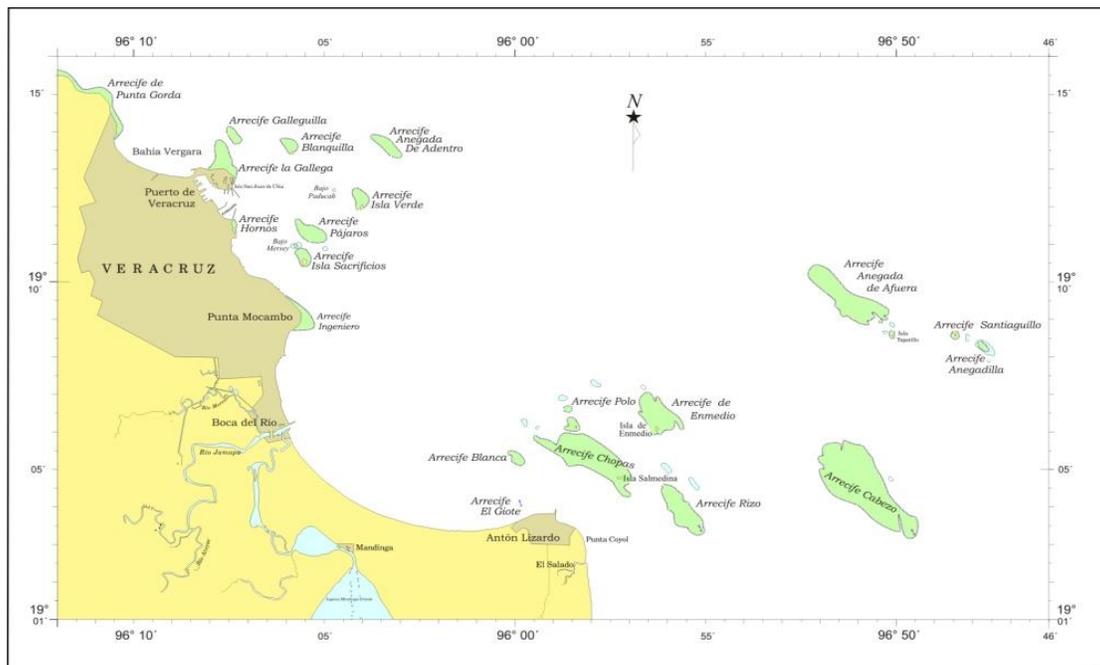


Figura 1. Ubicación del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (Tomado de Hernández-Aguilera *et al.*, 2010).

### 2.3 Superficie

El PNSAV constituye el área arrecifal más extensa del Golfo de México (CONANP, 2011) con una superficie de 52,238 ha (DOF, 1992), dentro de un polígono delimitado por las coordenadas geográficas de 19° 00.0' y 19°16.0' N, y los 95°45.0' y 96°12.0' W (Winfield *et al.*, 2009).

### 2.4 Origen y geología

La zona tiene una edad aproximada de 9,000 a 10,000 años, por lo cual su formación corresponde al Periodo Pleistoceno reciente (Vargas-Hernández *et al.*, 1993; Horta-Puga, 2003) o al Holoceno (CONANP, 2005; Horta-Puga y Tello, 2009).

### 2.5 Sedimentos

El material del que está formado el PNSAV comprende restos calcáreos de origen biológico, principalmente se compone de restos de corales madreporicos y restos de otro tipo de organismos como moluscos, algas rojas de origen calcáreo y algunas otras como las algas verdes del género *Halimeda* J.V.Lamouroux (Vargas-Hernández *et al.*, 1993).

## 2.6 Morfología

Los arrecifes del PNSAV son principalmente de tipo plataforma, excepto los arrecifes costeros de Punta Gorda, Ingeniero y Hornos que son de tipo costero (Horta-Puga y Tello, 2009). El Parque está formado por bajos e islas (Sacrificios, Verde, Santiaguillo, De Enmedio y Polo) que se ubican en la porción interna de la plataforma continental (CONANP, 2005; Vargas-Hernández *et al.*, 1993). Los arrecifes del SAV sufren un alargamiento en dirección noroeste-sureste, aproximadamente paralelo a la línea de costa (Salas *et al.*, 2008).

## 2.7 Hidrografía

La hidrografía de la zona comprende fundamentalmente tres masas de agua: de origen oceánico, costeras y agua de la zona de mezcla (Villalobos, 1971). Los valores de salinidad más altos los aportan las aguas oceánicas, que van desde 36 hasta 36.7 ups. Valores inferiores a éstos se encuentran en las zonas cercanas a la costa, junto a la desembocadura de los ríos Jamapa y Papaloapan (Vargas-Hernández *et al.*, 1993).

## 2.8 Clima

El clima de la zona es caliente-húmedo con lluvias en verano A (W<sub>2</sub>'')(W)(i') (García, 2004). De manera general, la costa mexicana del Golfo de México presenta una estacionalidad climática que se caracteriza por tres periodos diferentes: de secas, de febrero a mayo, de lluvias de verano de junio a octubre y de frentes fríos anticiclónicos (nortes) de octubre a febrero, los cuales pueden sobreponerse relativamente (Day *et al.*, 2005). Esta propuesta es la que se seguirá en este trabajo.

Sin embargo, Vargas-Hernández *et al.*, (1993) mencionan que solo se tienen dos épocas del año: de nortes, que comprende los meses de septiembre hasta abril, con bajas temperaturas, precipitación y en algunas ocasiones se presentan masas de aire frío provenientes del norte con ráfagas de viento violento, y la segunda época del año es de lluvias, que se presenta en los meses de mayo a agosto, este periodo se caracteriza por ser cálido y de temperatura elevada, así como por su alta precipitación y vientos débiles del Este.

### 2.9 Estructura

El PNSAV está constituido por un complejo de 23 arrecifes (DOF, 1992), está delimitado por la desembocadura de los ríos La Antigua al Norte y Papaloapan al Sur (Gutiérrez *et al.*, 1993; Gutiérrez *et al.*, 2011). Este conjunto arrecifal se divide en su parte media en dos grupos por la desembocadura del Río Jamapa (Salas *et al.*, 2008), el grupo norte frente al Puerto, donde se ubican los arrecifes: Punta Gorda, Hornos, Gallega, Galleguilla, Blanquilla, Anegada de Adentro, Bajo Paducah, Verde, Pájaros, Sacrificios, Ingeniero y Punta Coyo (DOF, 1992), todas estas formaciones arrecifales sobre la isobata de los 37 m (Vargas-Hernández *et al.*, 1993). El grupo sur se encuentra frente a la población de Antón Lizardo (Jones *et al.*, 2008) aproximadamente a 20 km al Suroeste (Vargas-Hernández *et al.*, 1993), lo conforman los arrecifes: Gioté, Blanca, Polo, Chopas, Rizo, De Enmedio, Cabezo, Anegadilla, Santiaguillo, Topatillo y Anegada de Afuera (DOF, 1992), todos ellos sobre la isóbata de los 48 m (Vargas-Hernández *et al.*, 1993).

En este trabajo se tomará en cuenta lo publicado en el Diario Oficial de la Federación de 1992 donde se menciona que el PNSAV está constituido por 23 arrecifes. Sin embargo, esto difiere con otras publicaciones en donde se menciona que el PNSAV cuenta con 21 formaciones arrecifales (Carricart-Ganivet y Horta-Puga, 1993) o 25 arrecifes (Jones *et al.*, 2008).

En septiembre de 2011, se aprobó una modificación al poligonal original publicado en el Diario Oficial de la Federación en agosto de 1992, con lo que se espera retirar del Parque a la zona de Bahía Vergara y Punta Gorda, ya que el PNSAV ha sido un área con alto impacto ambiental de origen antropogénico, como a la descarga de aguas residuales, tráfico marítimo, actividades industriales y agrícolas (Gutiérrez *et al.*, 2011). Estas dos zonas son de las más afectadas por estos fenómenos, es por ello que se propuso que los arrecifes Blanca y Santiaguillo se establezcan como zonas núcleo del PNSAV y así tener zonas bien conservadas (Arenas y Camarena, 2011).

### *2.10 Isla Verde*

El arrecife de Isla Verde se ubica a 5.3 km de la línea de costa, se encuentra geográficamente ubicado en las coordenadas 19° 11' 50" N y 96° 04' 06" W. Es un arrecife tipo plataforma, su superficie está dada por su eje más largo, que mide 1.1 km en una dirección NW-SE y su parte más ancha con 750 m. Presenta un cayo en la zona sur denominado Isla Verde, el cual mide 225 m de largo y 125 m de ancho (Fig. 2) (Carricart-Ganivet y Horta-Puga, 1993; Horta-Puga y Tello, 2009).



Figura 2. Cayo en la zona sureste del arrecife Isla Verde (Tomado de la Secretaría de Marina, Tercera Zona Naval).

La laguna arrecifal tiene una superficie de 55 ha y está compuesta por los siguientes sustratos: 41% arena, 21% pasto marino, 16% coral muerto, 15% algas, 4% corales, 0.86% erizos y otro 0.86% de organismos como: poliquetos, anemonas, corales blandos y esponjas (Tello, 2000). La composición de sustratos antes mencionada puede haber variado en el tiempo debido a factores climáticos y antropogénicos.

Sobre el borde oriental de la laguna arrecifal se encuentra una abertura de 50 m, frente a la cual se ubica una fosa de 10 m de profundidad (Vargas-Hernández *et al.*, 1993). El cayo o isla tiene un área de aproximadamente 2.6 ha (Tello, 2000), está compuesta por arena y trozos de material biológico proveniente de restos de corales y conchas de moluscos. La flora del cayo se compone de organismos de los géneros *Pandanus* Leach, 1816, *Randia* Linnaeus, 1753, *Agave* Linnaeus, 1753, *Euphorbia* Linnaeus, 1753, *Sesuvium* Linnaeus, 1759 y *Tournefortia* Linnaeus, 1753 (Vargas-Hernández *et al.*, 1993).

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 Método de campo

A partir del muestreo prospectivo de marzo de 2009. Se realizaron cuatro salidas de campo, usando buceo libre y muestreo aleatorio (Brower *et al.*, 1998). La recolección de los ejemplares se hizo a mano, de manera superficial y sólo se tomaron en cuenta los organismos que pudieron observarse a simple vista a lo largo de 105 puntos de muestreo. Las recolectas se efectuaron durante los meses de octubre (nortes) de 2009, así como en abril, agosto y diciembre de 2010, correspondiendo en ese último año a las temporadas de secas, lluvias y nortes, respectivamente. Se muestreo en un área de 105 m<sup>2</sup> dentro de la laguna arrecifal, correspondientes a las zonas Sureste, Suroeste, Noreste y Noroeste.

#### 3.2 Sustratos y estimación de asociaciones bióticas

Para este estudio se consideraron seis diferentes sustratos a lo largo de la laguna arrecifal: arenoso (partículas de sedimentos), algal (especies de algas macroscópicas), coralino (especies de coral vivo), coralino (fragmentos de especies de coral muerto), rocoso (trozos de roca basáltica) y vegetal (*Thalassia testudinum* pasto marino). Para la recolección de los organismos se eligió como unidad de muestreo, un círculo de 1 m<sup>2</sup> de área con 112 cm de diámetro y 351 cm de circunferencia (Fig. 3).

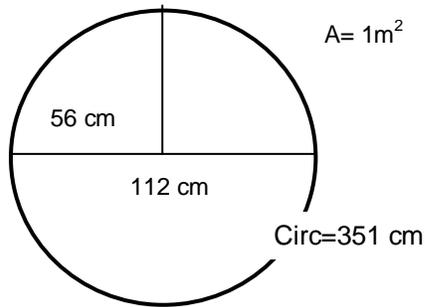


Figura 3. Dimensiones del círculo usado como unidad de muestreo.

Los sustratos se clasificaron de acuerdo al tipo presente más común, con 70% o más de cobertura. De la misma forma, las asociaciones de los gasterópodos y otros organismos sólo fueron establecidas mediante la presencia y ausencia de los seres vivos, sin importar el grupo al que éstos pertenecieran.

### 3.3 Puntos de muestreo

Los puntos de muestreo se seleccionaron con el uso de una tabla de números aleatorios (Brower *et al.*, 1998) y una brújula, teniendo en cuenta dos condiciones:

- 1) los tres primeros dígitos de la tabla determinaron la dirección hacia donde se giró el marcador de la brújula, siempre tomando en cuenta el Norte magnético como cero,
- 2) los siguientes dos dígitos de la tabla indicaron la distancia en metros que se recorrió a partir del trazo de líneas imaginarias en la zona de muestreo, donde se colocaron los círculos, tal como se muestra en el ejemplo de la tabla 2.

Tabla 2. Dinámica para la selección de puntos de muestreo.

Punto de muestreo	Dirección del marcador (°)	Distancia (m)
1	251	82
2	215	71
3	113	05

### 3.4 Dinámica de muestreo

Para comenzar el muestreo, el punto cero se ubicó a cien metros de distancia al Norte de la zona del cayo, de esta manera, el primer punto de muestreo se obtuvo tomando una dirección (grados en la brújula) y una distancia (metros) para cada punto (Fig. 4).

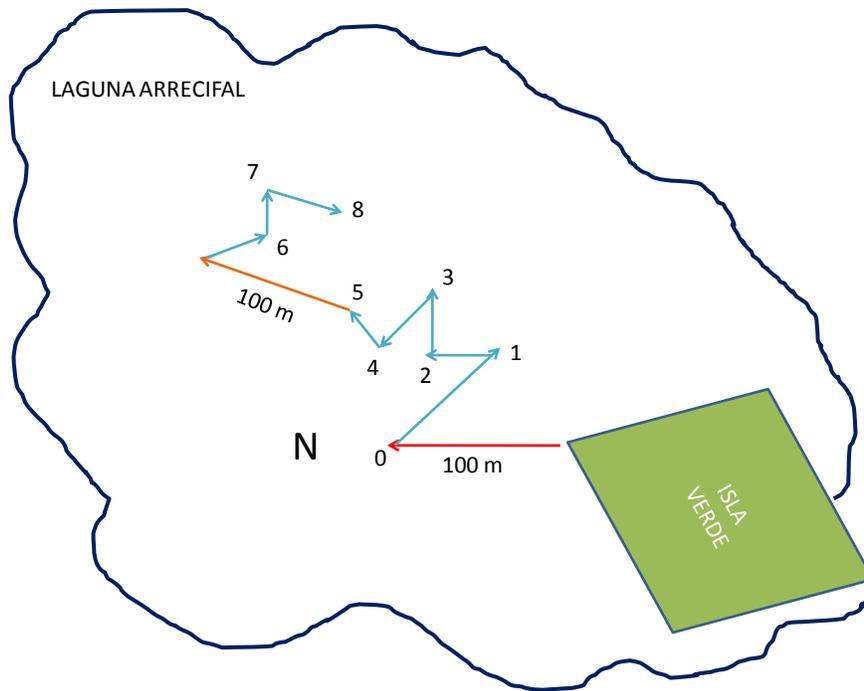


Figura 4. Esquema sobre la dinámica de muestreo en la zona de estudio.

Esta dinámica se siguió hasta obtener los primeros cinco puntos, posteriormente se tomó una dirección en grados de la brújula y una distancia de cien metros para ubicar el punto número seis, con la finalidad de abarcar una zona más amplia dentro de la laguna y de esta forma observar otros ambientes donde pudieran encontrarse los gasterópodos. En los siguientes puntos se continuó con la dinámica descrita en el párrafo anterior.

### *3.5 Registro de datos, medición y toma de muestras*

En cada uno de los muestreos se registró *in situ* la fecha, hora de recolección, profundidad obtenida a través de un flexómetro marca Truper TP-50ME de 50 m y la temperatura con un termómetro de inmersión marca Widder con una precisión de 0.02 grados. Para las mediciones de salinidad y pH se utilizaron frascos de plástico de 250 ml, previamente rotulados para obtener las muestras de agua de mar para su posterior cuantificación en el laboratorio. El trabajo de laboratorio consistió en la cuantificación de los valores de salinidad y pH en las muestras de agua de mar, utilizando un potenciómetro marca CORNING pH/ion meter450 con una precisión de 0.001 para el pH y un refractómetro marca ATAGO S/Mil-E para la salinidad de cada uno de los puntos de muestreo.

### *3.6 Recolección y preservación del material biológico*

En cada uno de los puntos de recolecta se realizó una búsqueda de los gasterópodos en un mínimo de diez minutos y un máximo de quince minutos. Se recolectaron organismos vivos, conchas vacías y las ocupadas por cangrejos ermitaños. Las muestras fueron preservadas en bolsas de plástico con alcohol etílico al 70% y transportadas a la Ciudad de México para su identificación.

Lo anterior se hizo para todas las conchas en el primer y segundo muestreo, en el resto de las salidas sólo se recolectaron los ejemplares cuya identificación no podía hacerse *in situ*.

### *3.7 Trabajo de laboratorio*

En el laboratorio de Malacología del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) de la UNAM, las muestras de organismos fueron cambiadas a frascos de plástico y se reemplazó el alcohol etílico. Algunos ejemplares fueron limpiados debido a la presencia de algas calcáreas y/o briozoarios, sumergiéndolos en una solución de hipoclorito al 5% durante el tiempo necesario y así facilitar la observación de los caracteres conquiliológicos para identificar los ejemplares (Brian Urbano *com. pers.*).

### *3.8 Trabajo taxonómico*

La identificación de los ejemplares se realizó basándose en literatura malacológica especializada para la zona del Golfo de México y el Caribe como: Warne y Abbott (1962), Abbott (1974), Abbott y Dance (1986), Díaz y Puyana (1994), Abbott y Sandström (1996), Redfern (2001), Rehder (2002) y García-Cubas y Reguero (2004).

Con base en lo anterior se elaboró una lista con la riqueza específica (Krebs, 2009) a partir de las especies encontradas en la zona de estudio, para ello también se tomaron en cuenta los datos obtenidos durante el muestreo prospectivo de marzo de 2009.

El arreglo sistemático que se siguió para las categorías suprafamiliares fue el propuesto por Bouchet y Rocroi (2005). Para las categorías de familia a género se siguió la actualización de Skoglund (2002) y la propuesta de Rosenberg (2009) para la categoría de especie. Los ejemplares identificados se depositaron en la Colección Malacológica Dr. Antonio García-Cubas del ICMyL bajo la curación de la Dra. Martha Reguero.

### *3.9 Trabajo de gabinete*

Se elaboraron gráficas con la acumulación de especies. Se analizó la distribución espacial y temporal para los gasterópodos encontrados en el área de estudio. También se estimó la proporción de sustratos encontrados en la laguna arrecifal, así como la abundancia de gasterópodos sobre los mismos.

### *3.10 Valores comunitarios*

Se tomó en cuenta de manera separada a los organismos vivos, las conchas vacías y las ocupadas por cangrejos ermitaños, así se calcularon los siguientes valores comunitarios:

La riqueza de especies, considerada por Krebs (2009) como la cantidad de especies que se encuentran en un lugar determinado.

#### **Riqueza específica (s)**

s= Número total de especies obtenido por un censo de la comunidad.

La abundancia se expresó como el valor absoluto de individuos encontrados (Smith y Smith, 2001).

#### **Abundancia (n)**

n= valor absoluto de organismos encontrados.

Los valores de dominancia fueron obtenidos mediante el índice de Simpson (Moreno, 2001).

### **Dominancia ( $\lambda$ )**

$$\lambda = \sum p_i^2$$

donde:

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

El índice de asociación fue considerado según Margalef (1993) como la probabilidad de encontrar dos ejemplares juntos de la misma especie o de distinta especie. Este índice toma en cuenta la fórmula para calcular el índice de Simpson como sigue:

### **Asociación ( $D$ )**

$$\lambda = \sum p_i^2$$

donde:

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra al cuadrado.

Así como la siguiente expresión matemática:

$$D = \sum p_i p_i$$

donde:

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra por  $p_i$

Es importante aclarar que aún cuando se use el índice de Simpson para calcular el índice de asociación de Margalef cada uno de ellos tiene una connotación diferente.

Los valores para el índice de diversidad de Shannon-Wiener fueron obtenidos mediante Moreno (2001), así como el índice de equidad de Pielou.

### **Diversidad ( $H'$ )**

$$H' = - \sum p_i \cdot \log_2 p_i$$

donde:

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

$\log_2 p_i$  = logaritmo en base dos de la abundancia proporcional de especies.

## Equidad (J)

$$J' = H'/H \text{ max}$$

donde:

$H'$  = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

$$H'_{\text{max}} = \ln (s)$$

## Similitud (Djk)

$$D_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^n (X_{ij} + X_{ik})}$$

donde:

$D_{jk}$  = valor de similitud en las muestras j y k

$X_{ij}$  = valor de la especie i en la muestra j

$X_{ik}$  = valor de la especie i en la muestra k

$n$  = número total de especies

Además se realizaron pruebas de  $t$  de *student* para comparar los índices de diversidad en cada una de las épocas del año, para los organismos vivos y muertos, así como los índices de diversidad de Shannon-Wiener para la totalidad de organismos vivos y muertos (Zar, 1999).

### *3.11 Diversidad de especies en Isla Verde*

Se realizó una búsqueda de literatura malacológica para la zona del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, con la finalidad de complementar la información bibliográfica con los registros de especies para la zona de estudio, se revisaron las colecciones científicas: Colección Nacional de Moluscos (CNMO) del Instituto de Biología de la UNAM, curada por la Dra. Edna Naranjo. La Colección Malacológica Dr. Antonio García-Cubas (COMA), del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, curada por la Dra. Martha Reguero y la Colección Malacológica María Guadalupe López Magallón de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB-IPN), curada por la Biól. Aurora González.

A partir de la información recabada se elaboró una tabla de presencia-ausencia con los registros de especies presentes en la literatura consultada, las presentes en las colecciones y las especies encontradas en el presente trabajo. De igual forma, se elaboró una tabla con el total de las especies reportadas para conocer la riqueza de especies en las diferentes áreas de Isla Verde.

### *3.12 Gremios alimenticios*

Se realizó una búsqueda de literatura especializada, para conocer los hábitos alimenticios para las diferentes familias de gasterópodos registrados en los muestreos y así poder proponer hipótesis acerca de la dinámica trófica que pudiera presentarse entre los distintos grupos de gasterópodos en la laguna arrecifal de Isla Verde.

### *3.13 Organismos dentro de la unidad de muestreo*

Se analizaron los registros de abundancia para los organismos que se encontraron dentro de la unidad de muestreo, con el objetivo de conocer el tipo de organismos con los que co-habitan los gasterópodos dentro de la laguna arrecifal de Isla Verde.

### *3.14 Valoración de la estructura comunitaria y el ambiente*

Con los datos obtenidos en campo se obtuvo una matriz de presencia-ausencia a partir del cálculo del Índice de Bray-Curtis, con lo cual se produjo un dendograma de afinidad de estaciones del año y la riqueza de especies. El programa que se utilizó para la aplicación del índice fue el PRIMER 5, sobre exclusivamente los organismos vivos y así conocer el comportamiento de la riqueza de especies con respecto a las épocas del año. Los análisis estadísticos fueron realizados tanto de manera general como por cada época del año. Así mismo, se llevó a cabo un análisis de varianza (ANDEVA) de la abundancia y la riqueza de especies en relación con los diferentes sustratos, los parámetros fisicoquímicos y las épocas del año. Se correlacionó la abundancia y riqueza con los distintos parámetros fisicoquímicos, para establecer si éstos tienen algún efecto en la estructura de la comunidad. ambos análisis con ayuda del con el software JMP Versión 5.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Sistemática y riqueza específica

Para obtener la riqueza de especies se consideró el muestreo prospectivo realizado en marzo de 2009 y el método con el círculo de un metro cuadrado (Tabla 3). Se encontraron gasterópodos en 97 de los 105 puntos de muestreo.

En total se observaron, 1,086 individuos pertenecientes a la clase Gastropoda, agrupados en nueve clados, que corresponden a 2 subclases, 6 ordenes, 22 familias, 31 géneros y 48 especies. En el resto de los resultados sólo se toman en cuenta los datos obtenidos por el método con el círculo de un metro cuadrado.

Tabla 3. Abundancia y sistemática del muestreo preliminar y el círculo de 1m<sup>2</sup>

	Individuos	Clados	Familias	Géneros	Especies
<b>Muestreo preliminar</b>	70	6	9	10	12
<b>Método con área</b>	1,016	9	22	31	42

Las familias con mayor número de especies fueron Muricidae con cinco especies y Cerithiidae, Ranellidae y Fissurellidae con cuatro especies cada una (Fig. 5).

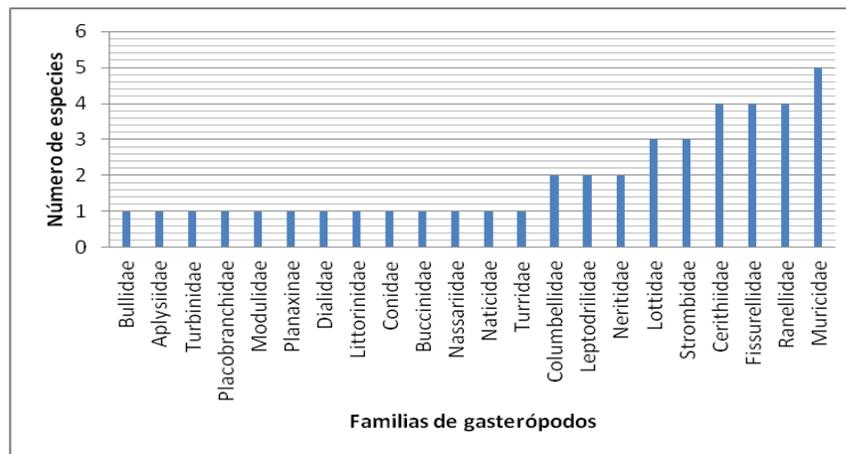


Figura 5. Familias de gasterópodos indicando el número de especies de cada una de ellas.

De las 48 especies encontradas; las especies más abundantes fueron *Cerithium litteratum*, *Lithopoma tectum americana* y *Modulus modulus*, con 518, 136 y 89 individuos respectivamente; trece especies presentaron una abundancia de un individuo, que representan el 26% del total (Tabla 4).

Tabla 4. Abundancia absoluta de las especies encontradas en la laguna arrecifal de Isla Verde. N= Número de individuos.

<b>Especie</b>	<b>N</b>	<b>Especie</b>	<b>N</b>
<i>Cerithium litteratum</i> (Born, 1778)	<b>518</b>	<i>Engina</i> sp.1	<b>3</b>
<i>Lithopoma tectum americana</i> (Lighfoot, 1786)	<b>136</b>	<i>Angiola lineata</i> (da Costa, 1778)	<b>2</b>
<i>Modulus modulus</i> (Linnaeus, 1758)	<b>89</b>	<i>Strombus</i> sp. 1	<b>2</b>
<i>Bulla occidentalis</i> Linnaeus, 1758	<b>40</b>	<i>Tectura antillarum</i> (Sowerby I, 1834)	<b>2</b>
<i>Trachypollia nodulosa</i> (C. B. Adams, 1845)	<b>35</b>	<i>Nerita fulgurans</i> Gmelin, 1791	<b>2</b>
<i>Cerithium eburneum</i> Bruguiere, 1792	<b>31</b>	<i>Strombus alatus</i> Gmelin, 1791	<b>2</b>
<i>Polinices lacteus</i> (Guilding, 1834)	<b>20</b>	<i>Nerita tessellata</i> Gmelin, 1791	<b>1</b>
<i>Diodora</i> sp. 1	<b>16</b>	<i>Polinices</i> sp.1	<b>1</b>
<i>Cerithium lutosum</i> Menke, 1828	<b>15</b>	<i>Mancinella deltoidea</i> (Lamarck, 1822)	<b>1</b>
<i>Diodora cayenensis</i> (Lamarck, 1822)	<b>14</b>	<i>Tegula</i> sp. 1	<b>1</b>
<i>Stramonita haemastoma floridana</i> (Linnaeus, 1767)	<b>14</b>	<i>Urosalpinx</i> cf. <i>perrugata</i> (Conrad, 1846)	<b>1</b>
<i>Columbella mercatoria</i> (Linnaeus, 1758)	<b>10</b>	<i>Diala</i> cf. <i>albugo</i> (Watson, 1886)	<b>1</b>
<i>Cerithium</i> sp. 1	<b>8</b>	<i>Elysia crispata</i> Mörch, 1863	<b>1</b>
<i>Cymatium nicobaricum</i> (Röding, 1798)	<b>7</b>	<i>Favartia</i> cf. <i>cellulosa</i> (Conrad, 1846)	<b>1</b>
<i>Conus mus</i> Hwass, 1792	<b>6</b>	<i>Lottia jamaicensis</i> (Gmelin, 1791)	<b>1</b>
<i>Lottia leucopleura</i> (Gmelin, 1791)	<b>5</b>	<i>Cymatium martinianum</i> (d'Orbigny, 1847)	<b>1</b>
<i>Mitrella ocellata</i> (Gmelin, 1791)	<b>5</b>	<i>Cymatium muricinum</i> (Röding, 1798)	<b>1</b>
<i>Tegula fasciata</i> (Born, 1778)	<b>5</b>	<i>Diodora dysoni</i> (Reeve, 1850)	<b>1</b>
<i>Lobatus raninus</i> (Gmelin, 1791)	<b>5</b>	<i>Diodora viridula</i> (Lamarck, 1822)	<b>1</b>
<i>Nassarius albus</i> (Say, 1826)	<b>4</b>	<i>Cymatium</i> sp. 1	<b>1</b>
<i>Aplysia dactylomela</i> Rang, 1828	<b>3</b>	<b>Total</b>	
<i>Strictispira solida</i> (C. B. Adams, 1850)	<b>3</b>	<b>1,016 individuos</b>	

#### 4.2 Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies de gasterópodos no mostró la tendencia a volverse asintótica (Fig. 6).

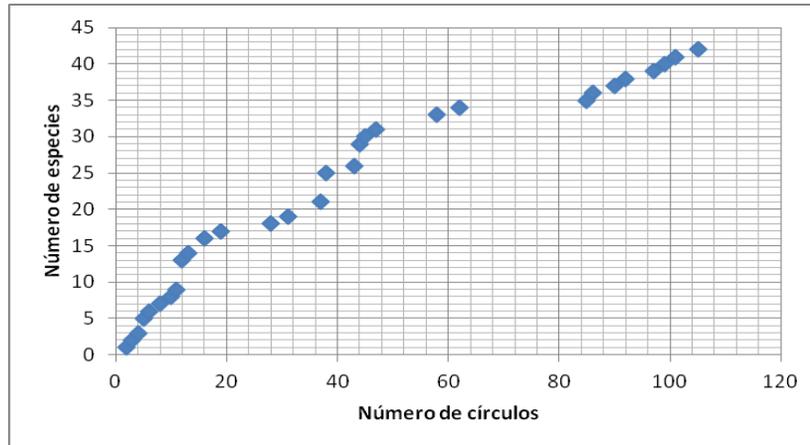


Figura 6. Curva de acumulación de especies.

#### 4.3 Distribución temporal

La distribución para cada una de las épocas del año se describe a continuación en la tabla 5.

Tabla 5. Abundancia, riqueza y condición de recolecta de los gasterópodos.

Épocas del año	Individuos	Especies	Organismos vivos	Organismos muertos	Especies más abundantes
<b>Nortes Octubre 2009</b>	462	17	5	457	(342) <i>C. litteratum</i> (31) <i>L. tectum americana</i> (22) <i>M. modulus</i>
<b>Nortes Diciembre 2010</b>	217	27	11	206	(55) <i>M. modulus</i> (51) <i>C. litteratum</i> (19) <i>Bulla occidentalis</i>
<b>Secas Abril 2010</b>	160	23	9	151	(55) <i>C. litteratum</i> (25) <i>L. tectum americana</i> (21) <i>Trachypollia nodulosa</i>
<b>Lluvias Agosto 2010</b>	177	19	6	171	(70) <i>C. litteratum</i> (67) <i>L. tectum americana</i> (10) <i>Diodora cayenensis</i>

#### 4.4 Distribución espacial

Del total de gasterópodos recolectados en la laguna arrecifal, el 58.8% se distribuyó en las zonas cercanas al cayo corresponden a las zonas Sureste y Suroeste (Fig. 7).

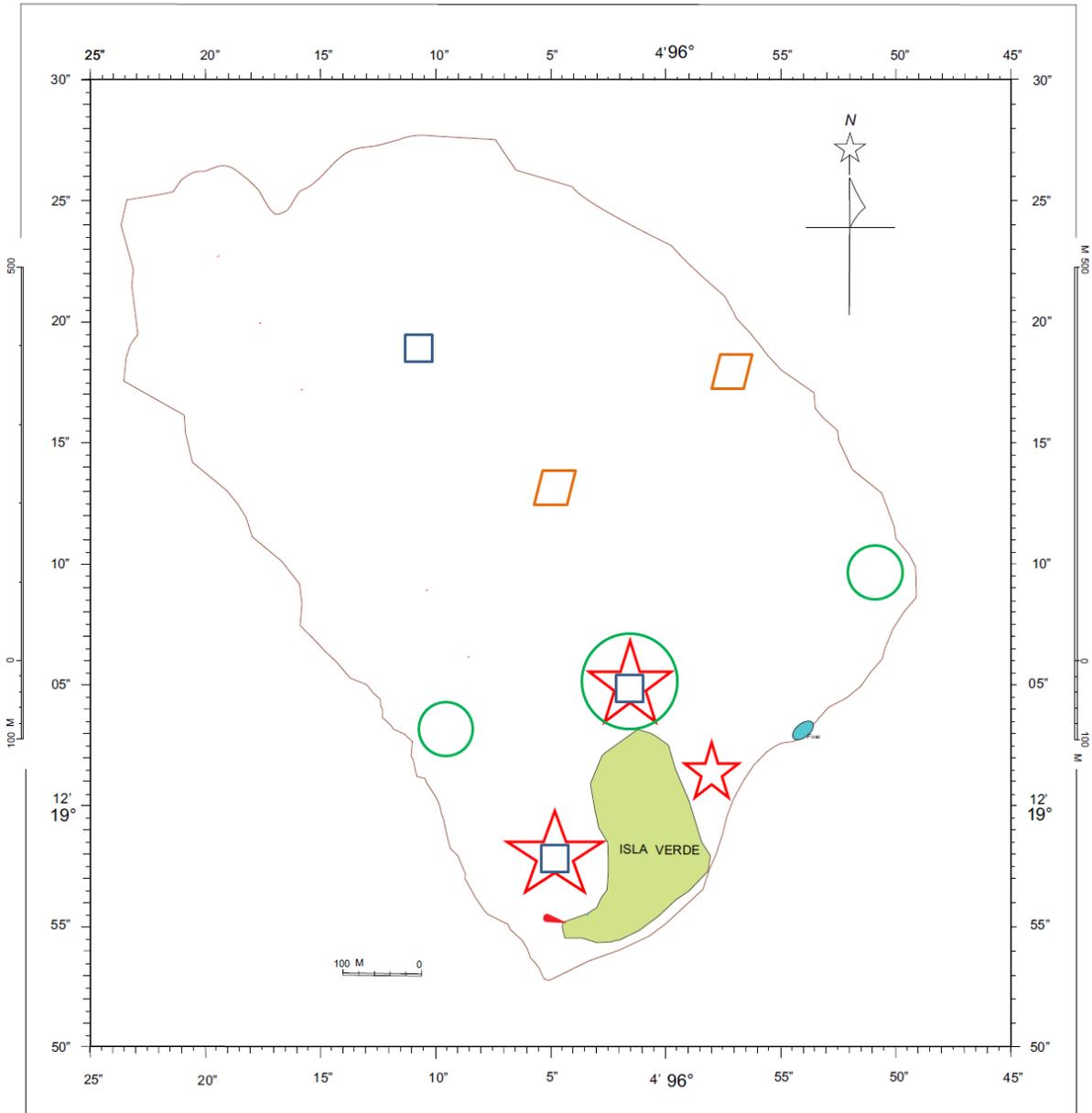


Figura 7. Representación aproximada de las zonas de muestreo durante las épocas del año. En el mapa puede observarse las siguientes simbología: Cuadrado octubre de 2009 (nortes), estrella abril de 2010 (secas), rombo agosto de 2010 (lluvias) y círculo diciembre de 2010 (nortes).

#### 4.5 Sustratos

El sustrato que más veces se presentó fue el de coral muerto con 38% del total de puntos de muestreo, seguido por el sustrato vegetal (pasto marino) con 31%, el sustrato algal con 13% y el arenoso con 12%. El sustrato coralino (vivo) sólo se encontró con una proporción del 6% y el sustrato rocoso no fue encontrado en ninguna de las zonas muestreadas (Fig. 8).

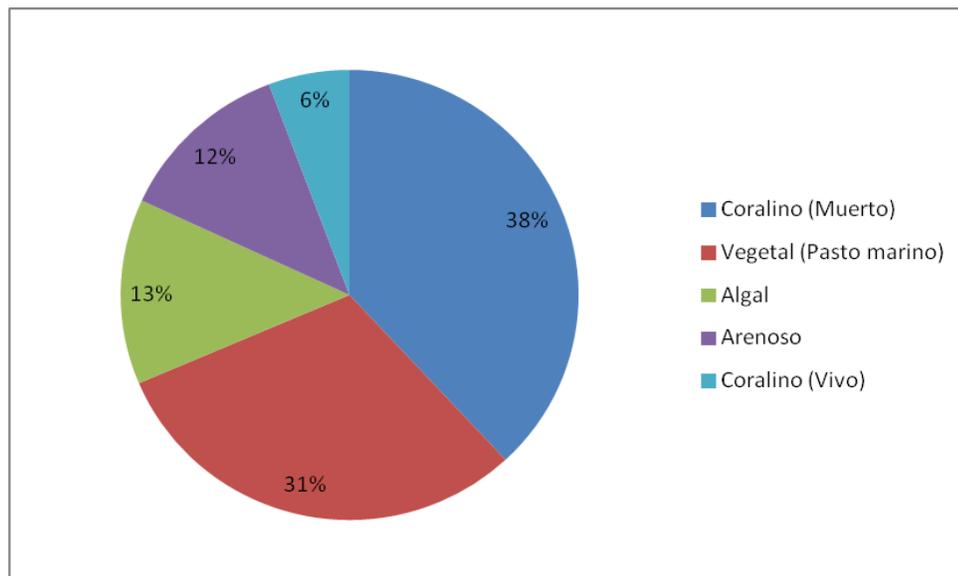


Figura 8. Proporción de sustratos encontrados en la laguna arrecifal.

El sustrato donde se localizó el mayor número de individuos fue el de coral muerto, con 472 individuos. El sustrato algal tuvo una abundancia de 242 individuos, el vegetal de 176, el de coral vivo de 87 y el arenoso de 39 individuos (Fig. 9).

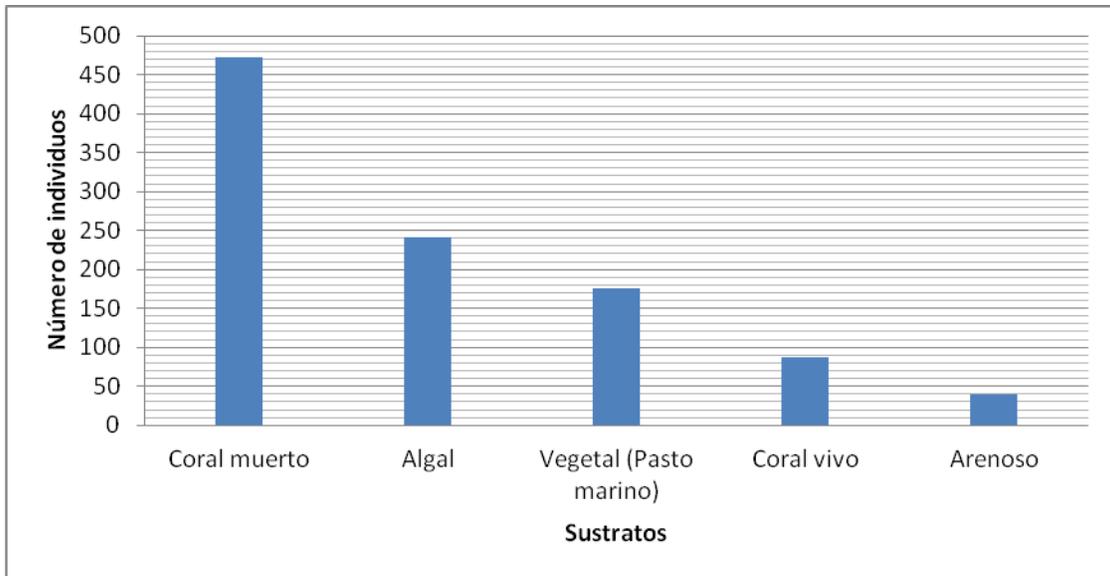


Figura 9. Abundancia de organismos sobre los diferentes sustratos.

#### 4.6 Organismos dentro de la unidad de muestreo

La asociación biótica que más se presentó entre los gasterópodos y otros organismos (dentro de la unidad de muestreo) fue la de los erizos del género *Echinometra* y de la especie *Lytechinus variegatus*. Los gasterópodos se encontraron en distintas partes del cuerpo, como entre las espinas o junto a la zona oral de los equinoideos, o en los alrededores de estos organismos. También se observaron asociaciones con otro tipo de organismos como peces, cangrejos, ofiuroideos, anélidos y moluscos de las clases: Bivalvia, Cephalopoda y Polyplacophora (Fig.10).

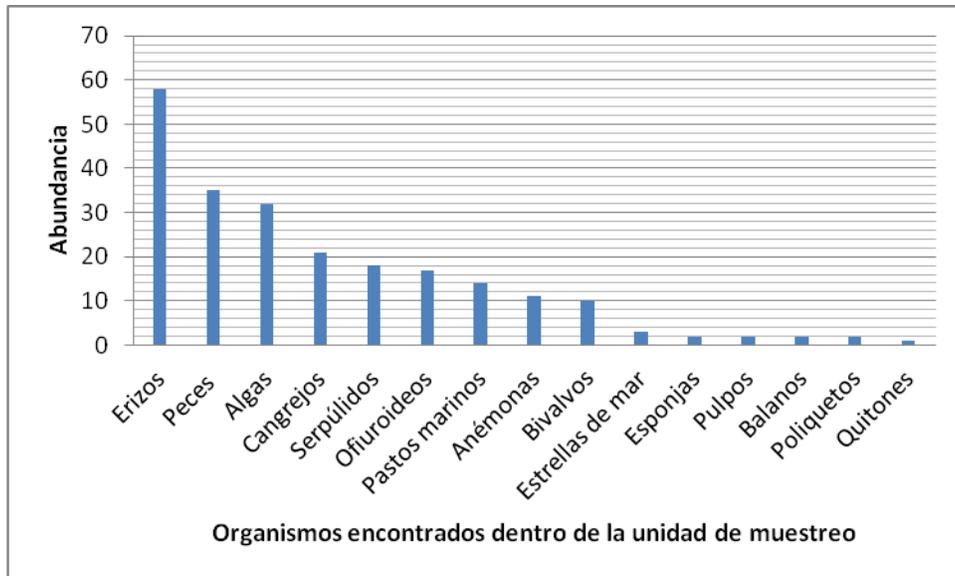


Figura 10. Abundancia de organismos asociados a la unidad de muestreo.

#### 4.7 Valores comunitarios

De los 1,016 ejemplares recolectados con el círculo, 807 individuos fueron conchas vacías (80%), 154 fueron organismos vivos (15%) y 55 conchas (5%) estuvieron ocupadas por cangrejos ermitaños (Fig.11).

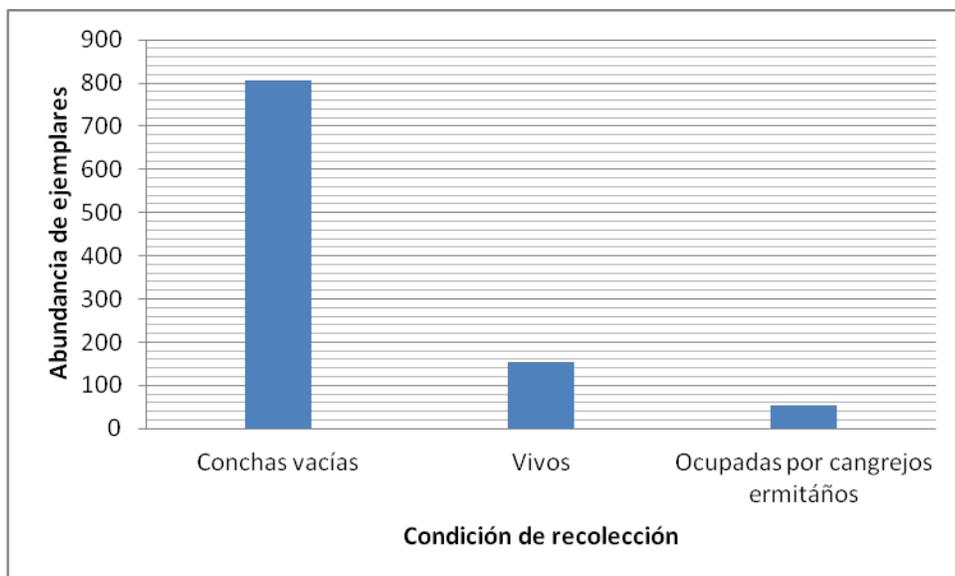


Figura 11. Abundancia absoluta de la condición de recolección de los ejemplares.

*Cerithium litteratum* fue la especie dominante con una probabilidad de 26% de ser recolectada, según el Índice de dominancia de Simpson. Este mismo comportamiento se encontró mediante el índice de asociación de Margalef (1993), el cual refleja la probabilidad de encontrar juntos a dos organismos de especie igual o de diferente especie (Tabla 6).

El cálculo del Índice de diversidad de Shannon-Wiener mostró un valor de 2.857 bits/individuo y el de  $H_{max}$  fue de 3.737, con un valor del Índice de equidad de Pielou de 0.763, para la totalidad de individuos recolectados.

Tabla 6. Valores de similitud más altos para los ejemplares recolectados utilizando el Índice de Margalef.

<b>Especie</b>	<b><i>Tectura antillarum</i></b>	<b><i>Aplysia dactylomela</i></b>	<b><i>Lithopoma tectum americana</i></b>	<b><i>Bulla occidentalis</i></b>	<b><i>Cerithium sp. 1</i></b>	<b><i>Cerithium eburneum</i></b>	<b><i>Cerithium litteratum</i></b>
<b><i>Tectura antillarum</i></b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
<b><i>Aplysia dactylomela</i></b>		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
<b><i>Lithopoma tectum americana</i></b>			0.017	0.005	0.001	0.004	0.068
<b><i>Bulla occidentalis</i></b>				0.001	0.000	0.001	0.020
<b><i>Cerithium sp.</i></b>					0.000	0.000	0.004
<b><i>Cerithium eburneum</i></b>						0.000	0.015
<b><i>Cerithium litteratum</i></b>							0.260

Respecto a los organismos vivos se encontró una abundancia de 154 individuos, con 18 especies diferentes. La especie más abundante fue *L. tectum americana* con 90 individuos, siendo la especie dominante con un valor de dominancia según el Índice de Simpson de 0.341. Además, se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener que registró un valor de 2.422 bits/individuo, con un valor de  $H_{max}$  de 2.890, y un Índice de equidad de Pielou de 0.838. Los valores de diversidad de especies que arrojó el índice de Shannon-Wiener para las diferentes épocas del año varió entre 1.644 y 3.468 bits/individuo, dando como resultado que la época de nortes de diciembre de 2010 fue la época más diversa.

#### *4.8 Diversidad de especies en el arrecife Isla Verde*

A partir de la revisión de la literatura malacológica para la zona del PNSAV, se encontraron un total de 13 fuentes de información que incluyen: tesis, libros, artículos científicos, trabajos no publicados (biologías de campo realizadas en la Facultad de Ciencias de la UNAM) y la revisión de las colecciones CNMO-IB, COMA-ICMyL y ENCB-IPN. En la Tabla 7 se muestra el total de especies reportadas para Isla Verde en la literatura y las colecciones científicas consultadas. La tabla está ordenada taxonómicamente y a partir de la categoría de familia se sigue el orden alfabético para género y especie.

Tabla 7. Especies de gasterópodos registradas para Isla Verde. Abreviaturas: PT: Presente trabajo, T= Tesis, L= Libro, BC= Biología de campo, CC= Colección Científica y AR= Artículo. Abreviaturas para Fuente: 1. Puig (1983); 2. Pérez (1973); 3. Castro *et al.* (1989) 4. Quintana (1991); 5. Rosado y García (1991) 6. Juárez (2000); 7. Tovar *et al.* (2000); 8. Ortigosa (2005); 9. Zamora-Silva y Naranjo-García (2008); 10. Dorantes (2010); 11. CNMO-IB (2011); 12. COMA-ICMyL (2011); 13. ENCB-IPN.

Familia	Especie reportada	Fuente	PT	Tipo de trabajo				
				T	L	BC	CC	AR
<b>Lottidae</b>	<i>Lottia jamaicensis</i> (Gmelin, 1791)		X					
	<i>Lottia leucopleura</i> (Gmelin, 1791)	13	X				X	
	<i>Tectura antillarum</i> (Sowerby I, 1834)		X					
<b>Fissurellidae</b>	<i>Diodora</i> sp. 1		X					
	<i>Diodora cayenensis</i> (Lamarck, 1822)	1,2,3,5,13	X	X	X	X	X	
	<i>Diodora dysoni</i> (Reeve, 1850)	3	X			X		
	<i>Diodora viridula</i> (Lamarck, 1822)		X					
	<i>Fissurella barbadensis</i> (Gmelin, 1791)	1		X				
<b>Lepetodrilidae</b>	<i>Calliostoma</i> sp. 1	13					X	
	<i>Tegula</i> sp. 1		X					
	<i>Tegula fasciata</i> (Born, 1778)	3,5,13	X			X	X	
<b>Turbinidae</b>	<i>Tegula gallina</i> (Forbes, 1850)	3				X		
	<i>Astrarium phoebium</i> (Röding, 1798)	13					X	
	<i>Lithopoma americanum</i> (Gmelin, 1791)	2,11			X		X	
	<i>Lithopoma caelatum</i> (Gmelin, 1791)	11					X	
<b>Neritidae</b>	<i>Lithopoma tectum</i> (Lighthfoot, 1786)	1,13		X			X	
	<i>Lithopoma tectum americana</i> (Lightfoot, 1786)	1,3,5,13	X	X		X	X	
	<i>Nerita</i> sp. 1	13					X	
	<i>Nerita fulgurans</i> Gmelin, 1791	2,13	X		X		X	
	<i>Nerita funiculata</i> Menke, 1851		X					
	<i>Nerita peloronta</i> Linnaeus, 1758	2	X		X			
	<i>Nerita tessellata</i> Gmelin, 1791		X					
	<i>Nerita versicolor</i> Gmelin, 1791	2,11	X		X		X	
	<i>Neritina clenchi</i> Russell 1940	13					X	
	<i>Neritina reclivata</i> (Say, 1822)	4						X
	<i>Neritina virgínea</i> (Linnaeus, 1758)	4,11					X	X
	<i>Smaragdia viridis viridemarís</i> (Linnaeus, 1758)	1			X			
	<b>Cerithiidae</b>	<i>Cerithium</i> sp. 1	13					X
<i>Cerithium</i> sp. 2			X					
<i>Cerithium atratum</i> (Born, 1778)		1,5,13		X		X	X	
<i>Cerithium eburneum</i> Bruguière, 1792		13	X				X	
<i>Cerithium litteratum</i> (Born, 1778)		1,3,5,13	X	X		X	X	
<i>Cerithium lutosum</i> Menke, 1828		11,13	X				X	
<b>Dialidae</b>	<i>Diala cf. albugo</i> (Watson, 1886)		X					
<b>Modulidae</b>	<i>Modulus carchedonius</i> (Lamarck, 1822)	1		X				
	<i>Modulus modulus</i> (Linnaeus, 1758)	5,11,13	X			X	X	
<b>Planaxidae</b>	<i>Angiola lineata</i> (da Costa, 1778)	13	X				X	
	<i>Supplanaxis nucleus</i> (Bruguière, 1789)		X					
<b>Potamididae</b>	<i>Cerithidea pliculosa</i> (Menke, 1829)	13					X	
<b>Cypraeidae</b>	<i>Cypraea</i> sp. 1	13					X	
	<i>Luria cinerea</i> (Gmelin, 1791)	2			X			
	<i>Macrocypraea cervus</i> (Linnaeus, 1771)	13					X	
	<i>Macrocypraea zebra</i> (Linnaeus, 1758)	1		X				
<b>Ovulidae</b>	<i>Cyphoma gibbosum</i> (Linnaeus, 1758)	2			X			
<b>Litorinidae</b>	<i>Cenchritis muricata</i> (Linnaeus, 1758)	2			X			
	<i>Echillitorina ziczac</i> (Gmelin, 1791)	2			X			
	<i>Littorina angulifera</i> (Lamarck, 1822)	11					X	
	<i>Littorina nebulosa</i> (Lamarck, 1822)	13					X	
<b>Naticidae</b>	<i>Polinices</i> sp. 1		X					
	<i>Polinices duplicatus</i> (Say, 1822)	11					X	
	<i>Polinices lacteus</i> (Guilding, 1834)	2,3,5,13	X		X	X	X	
<b>Strombidae</b>	<i>Lobatus raninus</i> (Gmelin, 1791)	1,13	X	X			X	
	<i>Strombus</i> sp. 1		X					
	<i>Strombus alatus</i> Gmelin, 1791	3,5	X			X		
	<i>Strombus gigas</i> (Linnaeus, 1758)	3				X		

	<i>Strombus pugilis</i> Linnaeus, 1758	11						X
<b>Tonnidae</b>	<i>Tonna maculosa</i> (Dillwyn, 1817)	13						X
<b>Ranellidae</b>	<i>Cymatium</i> sp. 1	13						X
	<i>Cymatium</i> sp. 2			X				
	<i>Cymatium labiosum</i> (W. Wood, 1828)	5,13	X		X		X	X
	<i>Cymatium nicobaricum</i> (Röding, 1798)	13	X					X
	<i>Cymatium martinianum</i> (d'Orbigny, 1847)		X					
	<i>Cymatium muricinum</i> (Röding, 1798)	13	X					X
	<i>Charonia variegata</i> (Lamarck, 1816)	1,3		X		X		
<b>Epitoniidae</b>	<i>Epitonium angulatum</i> (Say, 1831)	5				X		
<b>Buccinidae</b>	<i>Engina</i> sp. 1		X					
	<i>Leucozonia ocellata</i> (Gmelin, 1791)	3					X	
	<i>Pisania pusio</i> (Linnaeus, 1758)	3					X	
<b>Collumbellidae</b>	<i>Columbella mercatoria</i> (Linnaeus, 1758)	3,5,13	X			X	X	X
	<i>Mitrella delicata</i> (Reeve, 1859)	11						X
	<i>Mitrella ocellata</i> (Gmelin, 1791)		X					
	<i>Nitidella nítida</i> (Lamarck, 1822)	13						X
<b>Fasciolaridae</b>	<i>Fasciolaria</i> sp. 1	13						X
	<i>Fasciolaria tulipa</i> (Linnaeus, 1758)	1,3,5,13		X	X	X	X	X
<b>Nassaridae</b>	<i>Nassarius albus</i> (Say, 1826)		X					
	<i>Nassarius vibex</i> (Say, 1822)	13						X
<b>Melongenidae</b>	<i>Melongena corona</i> (Gmelin, 1791)	13						X
	<i>Melongena melongena</i> (Linnaeus, 1758)	13						X
<b>Muricidae</b>	<i>Coralliophyla</i> sp. 1	5					X	
	<i>Coralliophila abbreviata</i> (Lamarck, 1816)	3					X	
	<i>Coralliophila caribbaea</i> Abbott, 1958	5,13					X	X
	<i>Favartia</i> cf. <i>cellulosa</i> (Conrad, 1846)			X				
	<i>Mancinella deltoidea</i> (Lamarck, 1822)	1,3	X	X		X		
	<i>Plicopurpura patula</i> (Linnaeus, 1758)	2,13	X		X			X
	<i>Stramonita</i> sp. 1	13						X
	<i>Stramonita haemastoma</i> (Linnaeus, 1767)	13						X
	<i>Stramonita haemastoma floridana</i> (Linnaeus, 1767)	2	X		X			
	<i>Stramonita rustica</i> (Lamarck, 1822)	13						X
	<i>Trachypollia nodulosa</i> (C. B. Adams, 1845)	3,5,13	X			X	X	X
	<i>Thais</i> sp. 1	13						X
	<i>Urosalpinx</i> sp. 1	13						X
	<i>Urosalpinx</i> cf. <i>perrugata</i> (Conrad, 1846)		X					
<b>Mitridae</b>	<i>Mitra</i> sp. 1	13						X
	<i>Mitra nodulosa</i> (Gmelin, 1791)	1,13		X				X
<b>Conidae</b>	<i>Conus</i> sp. 1	13						X
	<i>Conus</i> sp. 2	5					X	
	<i>Conus archon</i> Broderip, 1833	11						X
	<i>Conus delessertii</i> Récluz, 1843	13						X
	<i>Conus mus</i> Hwass, 1792	3,12	X			X	X	X
<b>Turridae</b>	<i>Crassispira</i> sp. 1	3					X	
	<i>Strictispira solida</i> (C. B. Adams, 1850)		X					
<b>Acteonidae</b>	<i>Acteocina canaliculata</i> (Say, 1826)	12						X
<b>Bullidae</b>	<i>Bulla occidentalis</i> A. Adams, 1850	2,3,5,8,9,11,13	X	X	X	X	X	X
<b>Aglajidae</b>	<i>Navanax aenigmaticus</i> (Bergh, 1893)	8,11		X				X
<b>Aplysiidae</b>	<i>Aplysia brasiliana</i> Rang, 1828	9,11						X
	<i>Aplysia dactylomela</i> Rang, 1828	6,7,8,9,12,13	X	X			X	X
	<i>Bursatella leachii pleii</i> Rang, 1828	8		X				
	<i>Dolabrifera dolabrifera</i> (Rang, 1828)	8,11,12		X				X
	<i>Stylocheilus striatus</i> (Quoy & Gaimard, 1832)	8,12		X				X
<b>Placobranchidae</b>	<i>Elysia crispata</i> Mörch, 1863	3,8,10,12,13	X	X		X	X	X
	<i>Elysia ornata</i> (Swainson, 1840)	11						X
	<i>Elysia subornata</i> A. E. Verrill, 1901	8,11		X				X
<b>Discodorididae</b>	<i>Discodoris</i> sp. 1	11						X
	<i>Discodoris evelinae</i> Er. Marcus, 1955	8,11		X				X
	<i>Spurilla neapolitana</i> (delle Chiaje, 1844)	8,12		X				X
<b>Siphonaridae</b>	<i>Siphonaria pectinata</i> (Linnaeus, 1758)	3					X	

Es importante mencionar que las especies *Bulla striata* Bruguiere, 1792 y *Bulla* sp. 1, consultada a partir de los ejemplares depositados en la colección de la ENCB, es una sinonimia de la especie *Bulla occidentalis* A. Adams, 1850 (Malaquias y Reid, 2009).

Los valores registrados para la riqueza de especies en las 13 fuentes consultadas, son diferentes (Fig. 12).

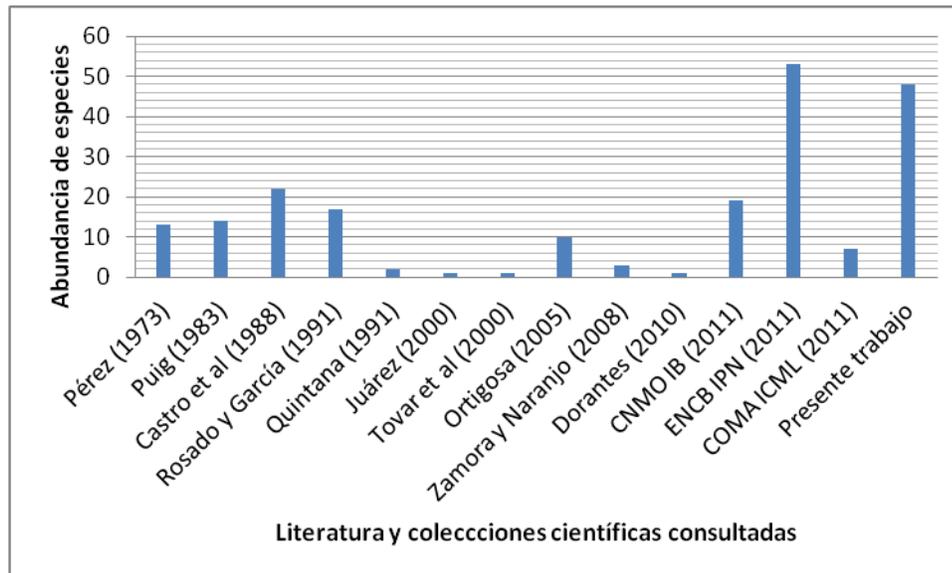


Figura 12. Especies de gasterópodos registradas en cada trabajo para Isla Verde.

#### 4.9 Gremios alimenticios

A partir de la revisión de la literatura, se encontró que las especies de gasterópodos identificadas con los ejemplares recolectados, representan tres hábitos alimenticios: omnívoro, herbívoro y carnívoro (Fig. 13).

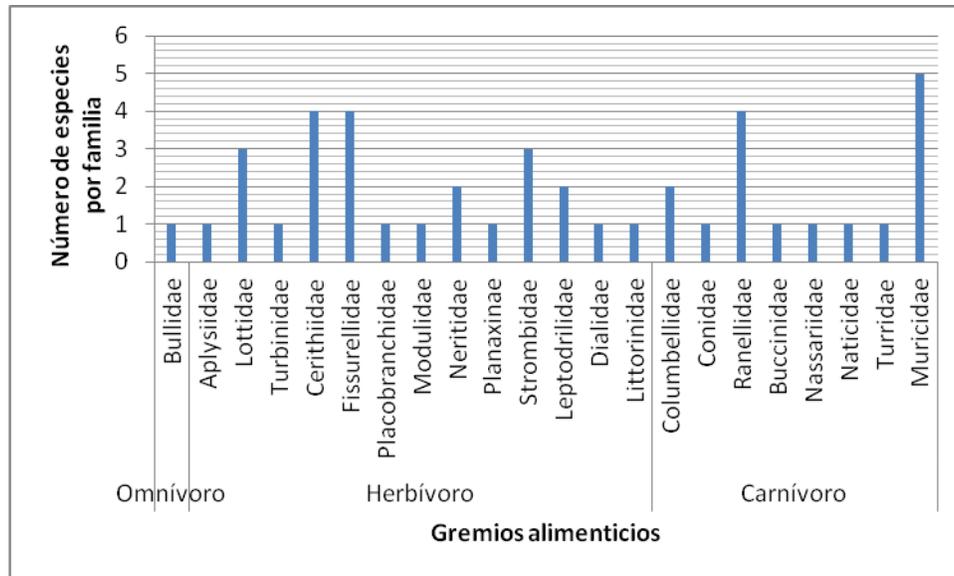


Figura 13. Gremios alimenticios para las familias de gasterópodos.

#### 4.10 Asociaciones biológicas con el ambiente

Con base en sólo los organismos encontrados vivos se calculó del Índice de similitud de Bray-Curtis, con esto se obtuvo un dendograma que muestra dos grupos según la riqueza de especies de gasterópodos. Las asociaciones faunísticas se presentan en las dos épocas de nortes en los meses de octubre de 2009 y diciembre de 2010, con un porcentaje de similitud del 44%. El otro grupo se presentó entre las épocas de secas y lluvias en los meses de abril y agosto de 2010 con un valor de 45% (Fig. 14).

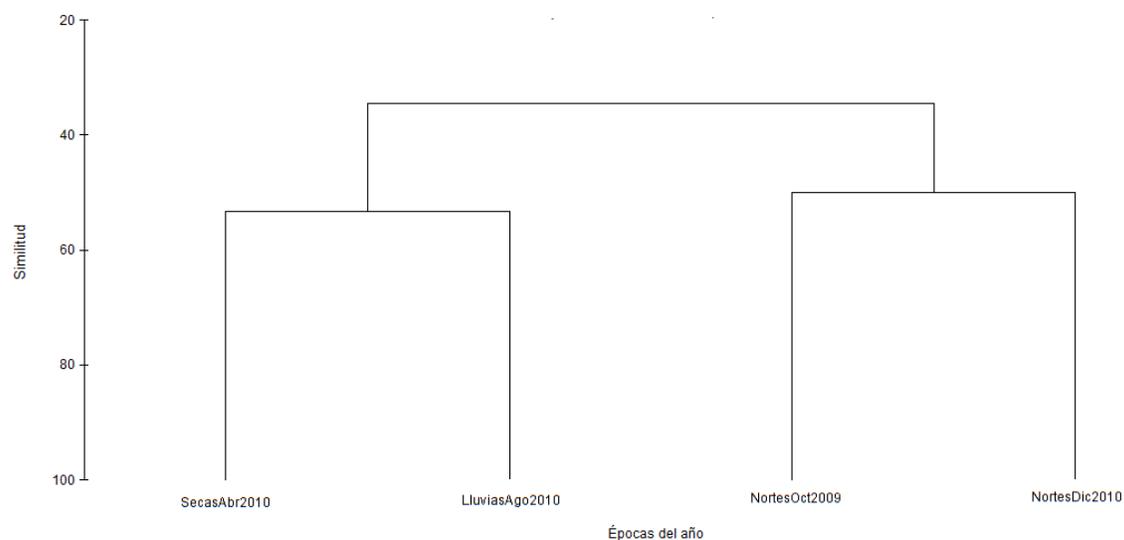


Figura 14. Análisis de agrupamiento entre la riqueza de especies y las épocas del año.

El análisis de varianza (ANDEVA) no mostró diferencias significativas entre la abundancia de los gasterópodos y los diferentes sustratos encontrados en la laguna arrecifal. De la misma manera, el ANDEVA no mostró diferencias significativas entre la riqueza de especies y los distintos sustratos en la planicie arrecifal. Además, no se encontraron diferencias significativas entre la abundancia y las distintas épocas del año. El ANDEVA no mostró diferencias significativas entre el tipo sustrato y los parámetros fisicoquímicos.

Las correlaciones de la abundancia y riqueza específica con respecto a los distintos parámetros fisicoquímicos no mostraron relaciones significativas. No se encontraron diferencias significativas en las comparaciones hechas mediante la prueba de *t* de *student* entre los resultados de los índices de diversidad de Shannon-Wiener en las diferentes épocas del año para los organismos vivos y las conchas vacías (muertos), así como entre los valores de los índices de diversidad de Shannon-Wiener calculados para la totalidad de organismos vivos y muertos.

Se encontraron diferencias significativas, entre la riqueza de especies y las cuatro épocas del año ( $p < 0.05$  *g.l.*=79  $F=3.19$ ), las diferencias se presentaron entre las estaciones de lluvias y nortes de los meses de agosto y diciembre de 2010 (post hoc Tukey-Kramer  $p < 0.05$ ).

Se observaron diferencias significativas entre la profundidad del agua promedio de los muestreos y las épocas del año ( $p < 0.0001$  *g.l.*=79  $F=9.89$ ), las diferencias se presentaron entre la época de nortes de diciembre de 2010 con respecto a la otra época de nortes de octubre de 2009 y secas de abril de 2010 (post hoc Tukey-Kramer  $p < 0.05$ ).

Se observaron diferencias significativas entre la temperatura del agua promedio de los muestreos y las épocas del año ( $p < 0.0001$  *g.l.*=79  $F=129.69$ ), las diferencias se presentaron entre la época de secas de abril de 2010 y nortes de diciembre de 2010, así como las dos épocas de nortes de octubre de 2009 y diciembre de 2010, con respecto a las restantes dos épocas del año, secas de abril de 2010 y lluvias de agosto de 2010 (post hoc Tukey-Kramer  $p < 0.05$ ).

Se observaron diferencias significativas, entre la salinidad del agua de mar promedio de los muestreos y las épocas del año ( $p < 0.0001$  *g.l.*=79  $F=86.85$ ), las diferencias se presentaron entre nortes de diciembre de 2010 y las épocas de secas de abril de 2010 y lluvias de agosto de 2010 (post hoc Tukey-Kramer  $p < 0.05$ ).

Se observaron diferencias significativas entre el pH promedio de los muestreos y las épocas del año ( $p < 0.0001$  *g.l.*=79  $F=73.36$ ), las diferencias se presentaron entre nortes de diciembre de 2010 y las tres restantes épocas (nortes de octubre de 2009, secas y lluvias de 2010) (post hoc Tukey-Kramer  $p < 0.05$ ).

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1 Sistemática y riqueza específica

Para la ubicación sistemática de las categorías de familia a género, se utilizó la propuesta de clasificación de Skoglund (2002). Sin embargo, esto dificultó la ubicación de ciertos géneros y especies, debido a que el trabajo de Skoglund es una actualización para la región del Pacífico, y no todos los géneros registrados en este trabajo se encuentran en la propuesta referida anteriormente.

Por ello es que se utilizó la propuesta de Rosenberg (2009) para la categoría de especie; aún así, algunas especies reportadas en el presente trabajo no se encuentran dentro de la propuesta anterior, por lo que se recurrió a Abbott (1974) y Ponder y de Keyzer (1992).

Dentro de las especies reportadas en este trabajo se encontró que *Diala cf. albugo* (Watson, 1886) es una especie que se distribuye en la zona del Indopacífico (Ponder y Keyzer, 1992), por lo que este puede ser el primer reporte de una nueva especie invasora para la zona del PNSAV (Kelvin Barwick *com. pers.*). Esto es importante, ya que esta especie podría afectar a otras especies de gasterópodos de diferentes formas como: competencia por alimento y espacio, depredación, transferencia de patógenos, alteración del hábitat de las especies nativas, desplazamiento de especies nativas, alteración de la estructura de los niveles tróficos, introducción de parásitos y enfermedades (Aguirre *et al.*, 2009), tal como sucede con las poblaciones de pez león, especie que se distribuyen la zona del Indopacífico que ahora se encuentran en la costa Oeste del Océano Atlántico (Molina, 2009), y que gracias a su veneno podría tener ventajas sobre las especies nativas del PNSAV.

## *5.2 Curva de acumulación de especies*

La curva de acumulación para las 42 especies de gasterópodos no mostró tendencia a volverse asintótica, esto puede deberse a que el área de muestreo que se cubrió dentro de la laguna no fue la suficiente, aún cuando se trabajó en zonas con sustratos diferentes y se buscó abarcar una zona más amplia con el método de muestreo. Es importante mencionar que de los sustratos estudiados en este trabajo, se puede esperar que existan más especies de las 48 registradas. En lo que respecta a la laguna arrecifal, es muy probable que se encuentren otras especies si se realiza otro estudio sobre sustratos distintos a los del presente trabajo, como los de gorgonáceos, esponjas o erizos mencionados por Tello (2000).

Las 48 especies registradas en el presente trabajo se consideran una cifra elevada ya que ocupa el segundo lugar sólo por debajo de la que se encontró en la colección de la ENCB-IPN. Se tienen trece especies con un solo ejemplar, que equivalen al 27% de un total de 48 especies recolectadas, lo cual, indica que estos 13 registros son de gran importancia para el inventario de las especies, ya que corresponden aproximadamente a la tercera parte de todos los gasterópodos recolectados.

Durante el muestreo preliminar se observaron y recolectaron ejemplares de distintas especies de gasterópodos en las zonas intermareal y submareal, estas dos son zonas de gran diversidad debido a que pueden conformar comunidades estables (Fernández y Jiménez, 2006).

Estas especies fueron incluidas en el análisis de la estructura de la comunidad, solo con el fin de conocer la riqueza de especies presente en Isla Verde, lo cual sirvió como referencia para llevar a cabo los subsecuentes muestreos con el rigor metodológico adecuado, desde el punto de vista cuantitativo. Desde esta perspectiva, es probable que si se realiza un muestreo para conocer la fauna que habita estas zonas se encuentren diferentes especies que contribuyan al inventario de moluscos gasterópodos de Isla Verde y así la curva de acumulación de especies podría acercarse aún más a la asíntota.

A través de la revisión de la literatura malacológica que se realizó para la zona del PNSAV, se sabe de la existencia de 97 especies de gasterópodos en Isla Verde. En el presente trabajo se registró el 49.4% del total de especies reportadas para la zona. Sin embargo, aún teniendo las 97 especies a través de varios censos en la comunidad de gasterópodos, la curva de acumulación de especies no muestre la tendencia hacia la asíntota, porque es probable que existan más especies dentro de la laguna arrecifal que aún no se han registrado ni en este ni en los otros trabajos consultados.

Algunas de las especies que no se registraron durante los muestreos realizados y que son descritas para otros arrecifes del PNSAV en la literatura y las colecciones son: *Cerithium atratum* (Born, 1778), *Mitra nodulosa* (Gmelin, 1791) y *Acteocina canaliculata* (Say, 1826) (Puig, 1983; Castro *et al.*, 1989; Rosado y García, 1991; COMA-ICMyL, 2011; ENCB-IPN, 2011). Para las especies de tamaño pequeño, es difícil realizar observaciones en campo, esto pudo ser resuelto si se hubieran tomado en cuenta los muestreos de arena con nucleadores, sin embargo en este trabajo no pretendía estudiar micromoluscos.

De manera contrastante, es importante mencionar que, aún cuando se trabajó en distintas zonas de la laguna arrecifal, no se encontraron especies de tallas mayores como: *Charonia variegata* (Lamarck, 1816), *Eustrombus gigas* (Linnaeus, 1758), *Macrocypraea cervus* (Linnaeus, 1771) y *Fasciolaria tulipa* (Linnaeus, 1758), lo que puede estar estrechamente relacionado con el impacto antropogénico que es claramente observable en la zona del PNSAV, lo que podría estar ocasionando una serie de extinciones a nivel local en el arrecife, por lo que estos registros de especies representan la fauna malacológica que en algún momento han habitado Isla Verde.

El conocer mediante un inventario las especies que se tienen en un lugar determinado es importante, ya que es la principal variable descriptiva de la biodiversidad de una zona de estudio (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

### *5.3 Distribución temporal*

En las dos épocas de nortes en las que se efectuó el muestreo se encontró una mayor abundancia de individuos, representando en conjunto 679 organismos. Esto puede deberse a que durante la época de nortes de 2009 hubo una proporción mayor de sustrato de coral muerto y en nortes de diciembre de 2010 hubo una mayor cantidad de puntos de muestreo con sustrato vegetal, lo cual es posible porque el sustrato que más se presentó fue el coral muerto, seguido del vegetal, que representan en conjunto el 69% del total.

Esto concuerda con lo observado por Tello (2000), quien ha mencionado que la laguna arrecifal de Isla Verde se encuentra cubierta en su mayoría por arena, pasto marino y coral muerto. Se ha observado este mismo patrón en otros grupos de invertebrados marinos, al encontrarse una mayor abundancia de equinoideos sobre sustrato de coral muerto (Nishimura, 2005) o de anélidos sobre sustrato de pasto marino (Domínguez, 2007).

#### 5.4 Sustratos

El sustrato rocoso no fue encontrado dentro de la planicie arrecifal, ya que el arrecife no es de origen volcánico, por lo tanto, no existen rocas de este tipo, sino que el arrecife es construido a partir de corales hermatípicos y algas calcáreas (Vargas-Hernández *et al.*, 1993; Calderón *et al.*, 2009). El sustrato que se menciona en el trabajo de Tello (2000) como rocoso, son trozos de coral y lo que se buscaba en el presente trabajo como sustrato rocoso, eran formaciones minerales que no fueran de origen biológico. Es importante mencionar que el coral muerto es un sustrato duro y al no existir rocas de origen no biológico en el arrecife, el coral muerto juega un papel importante ya que es un tipo de material rígido, ideal para que los gasterópodos y otros invertebrados puedan adherirse o esconderse en las oquedades de este material “rocoso” (Contreras *et al.*, 1991). Además, los gasterópodos prefieren más estos sustratos que otros, porque es ahí donde generalmente obtienen su fuente de alimento, como es el caso de especies herbívoras que se les encuentra sobre algas o áreas de pasto marino. Las especies carnívoras pueden desarrollarse en el litoral rocoso donde existan otros organismos de los cuales se puedan alimentar (Purchon, 1968).

Las adaptaciones a diferentes hábitos de vida y la preferencia por algún sustrato en particular es lo que podría explicar la abundancia de individuos encontrada sobre el sustrato de coral muerto, con 472 individuos (44.6%).

Sobre el sustrato algal se obtuvo una abundancia de 242 individuos, esto puede estar relacionado con lo que menciona Tello (2000), respecto a que uno de los biotopos más importantes por la cobertura que representan en la laguna arrecifal es el algal, con lo que se puede decir que el arrecife es en la actualidad de tipo algal, más que coralino, debido a factores como procesos de sedimentación y contaminación del arrecife (Gutiérrez *et al.*, 1993; Salas *et al.*, 2008).

#### 5.5 Organismos dentro de la unidad de muestreo

A partir de los porcentajes de coberturas de los sustratos mayores a 70% se observó que la asociación biótica más frecuente dentro de cada unidad de muestreo fue entre los gasterópodos y los equinoideos, donde los primeros se encontraron en distintas partes del cuerpo de los erizos o cerca de ellos, incluso se observó a ejemplares de *C. litteratum* entre las espinas o junto a la zona oral de estos organismos de especies del género *Echinometra*.

Se pudieron observar ejemplares alrededor de las espinas de la especie de erizo *L. variegatus*, en la zona intermareal (Celaya-Hernández *et al.*, 2008). Esta asociación quizá se deba a que la forma de las espinas del erizo atenúa los efectos del oleaje sobre los gasterópodos y su posible arrastre mecánico.

Esto podría estar indicando una relación de nodricismo de parte de los equinoideos para con los gasterópodos, ya que éstos podrían verse beneficiados debido a la protección que ofrecen las espinas de los erizos, tal como se menciona en el trabajo de Pilsbry (1956), donde se describe cómo es que los gasterópodos modifican las espinas de los equinoideos para depositar sus huevos.

La asociación de los gasterópodos también se extiende a diferentes especies de organismos marinos como: peces (González, 1974), anélidos (Horta-Puga, 1982) cangrejos (Morales, 1985), ofiuroides (Bribiesca, 2011), así como a otros representantes del phylum Mollusca, específicamente de las clases Bivalvia, Cephalopoda y Polyplacophora.

Es importante mencionar que lo que en este trabajo se presenta como una asociación biótica entre diferentes organismos, se establece debido a que la fauna y/o flora presente en el arrecife y los gasterópodos comparten un espacio delimitado por las unidades de muestreo o por compartir el mismo tipo de alimentación como sucede con los erizos del género *Diadema* Gray, 1825 y las distintas especies de moluscos que son herbívoras (Randall *et al.*, 1964).

### *5.6 Valores comunitarios*

Como parte del diseño de muestreo se tomó de manera separada a los organismos vivos, las conchas vacías y las ocupadas por cangrejos ermitaños. De los 1,016 ejemplares recolectados, 807 fueron conchas vacías, y representan 80% del material recolectado, 154 individuos fueron organismos vivos, que equivalen al 15% y 55 conchas estuvieron ocupadas por cangrejos ermitaños, correspondiendo únicamente al 5% del total.

Es probable que la razón por la que se encontró un 80% de conchas vacías se debe a que los arrecifes del PNSAV han sido impactados por las actividades humanas, como la descarga de aguas residuales, tráfico marítimo, actividades industriales y agrícolas (Gutiérrez *et al.*, 2011), así como por actividades de docencia e investigación realizadas en el área (*obs. pers.*).

Además, los arrecifes del PNSAV presentan aguas con un nivel de turbidez considerable, debido a que existen aportes importantes de aguas continentales y pluviales (Gutiérrez *et al.*, 1993; Day *et al.*, 2005; Salas *et al.*, 2008), lo cual afecta el crecimiento arrecifal, con lo que las poblaciones de gasterópodos y otros invertebrados podrían verse afectadas.

A partir de las conchas vacías que fueron encontradas dentro de la laguna arrecifal, no se puede saber con certeza la zona exacta en la cual se distribuyen los organismos de esas especies cuando estaban vivos o si en verdad aún viven en la zona de estudio, ya que estas conchas pudieron ser arrastradas por corrientes marinas o el oleaje que se genera hacia las distintas zonas de la planicie arrecifal, lo cual dificulta el poder conocer la fauna de gasterópodos de Isla Verde. Debido a esto, sólo se puede tener la certeza de que en la laguna arrecifal viven 18 especies de gasterópodos.

Respecto a las conchas con cangrejos ermitaños, no se puede precisar cuál fue el momento exacto en que estuvieron vacías o el mecanismo mediante el cual llegaron a esta condición. Esta categoría se tomó en cuenta, aún sabiendo que estas conchas con los crustáceos dentro representan organismos muertos. La categoría se mantuvo separada de las de *vivos* y *muertos* porque así se definió desde el inicio del diseño de muestreo, debido a que se quería mantener la condición inicial de recolección de los organismos para los análisis.

Esto representó una ventaja, ya que se puede conocer cuáles son las especies que realmente habitan la planicie arrecifal, es decir, el 15% del total son las que están conformando la estructura de la comunidad, aunque los individuos muertos y las conchas con cangrejos ermitaños, de alguna manera, en algún momento formaron parte de esta comunidad en el arrecife.

Las conchas que fueron ocupadas por los crustáceos son de los géneros: *Modulus*, *Bulla*, *Cerithium* y *Cymatium*, lo que coincide con lo encontrado en los trabajos de cangrejos ermitaños realizados en lugares cercanos a Isla Verde como la Laguna de Términos (Schmidtsdorf, 2009) y en las lagunas de Alvarado, Madre y Tamiahua (Luna, 2010). Esto indica asociaciones de comensalismo, específicamente de metabiosis o tanatocresia que se desarrollan dentro de la laguna arrecifal (Margalef, 2005).

Los índices de Simpson y Margalef concuerdan en que existe una mayor abundancia de individuos de *C. litteratum* sobre las demás especies. Sin embargo, y aunque *C. litteratum* es la especie más abundante y dominante, realmente no lo es, ya que se le encontró en su mayoría como concha vacía y sólo se pudieron encontrar tres organismos vivos en la laguna. Es por esta razón por la que se puede considerar a *Lithopoma tectum americana* como la más abundante, con 90 individuos vivos y la dominante según el índice de Simpson, con una probabilidad de 0.341.

Con la separación de los organismos en *muertos* y *vivos*, los valores comunitarios calculados, muestran de manera general, que sólo la parte de los encontrados vivos aporta una cantidad considerable al valor calculado de diversidad de Shannon-Wiener para la totalidad de individuos (*vivos* y *muertos*), ya que la equidad para los organismos encontrados vivos es mayor.

La variación en la diversidad no pudo verse reflejada mediante la prueba de *t* de *student*, donde no existen diferencias significativas entre los valores del Índice de Shannon-Wiener para las diferentes épocas del año ni en las comparaciones que se hicieron entre los valores de diversidad para organismos vivos y muertos.

Así puede afirmarse que el muestreo estimado sin separar los individuos *muertos* de los *vivos*, no afecta el valor de los índices de diversidad de Shannon-Wiener. Lo cual podría representar una ventaja cuando no se tienen ejemplares vivos durante las recolectas. También podría realizarse algún estudio posterior sólo con conchas vacías y comprobar si existen variaciones en la riqueza o el Índice de Shannon-Wiener.

#### *5.7 Diversidad de especies en el arrecife Isla Verde*

La mayoría de los estudios que se han realizado en el arrecife Isla Verde se enfocan principalmente a la elaboración de listas sistemáticas. Otros trabajos únicamente sirven como reportes escolares y no son publicados. De las diez publicaciones malacológicas que existen para la zona de estudio, sólo el trabajo de Zamora-Silva y Naranjo-García (2008) ha sido publicado en una revista indizada. Sin embargo, este estudio no se encuentra enfocado a los gasterópodos de Isla Verde, pero se tomó en cuenta porque tiene registros de algunos opistobranquios en la zona, ya que su objetivo principal no era el dar a conocer los registros de gasterópodos en Isla Verde, sino la totalidad de registros de especies depositadas en la CNMO. Los trabajos que corresponden a reportes escolares (biologías de campo), son los de Castro *et al.*, (1989) y Rosado y García (1991), en ellos se aborda como grupo a los moluscos, pero solo de manera general, como parte de un objetivo más importante como el de conocer los diferentes grupos de invertebrados en los arrecifes del PNSAV.

El hecho de que este tipo de trabajos se queden como reportes escolares, dificulta el conocimiento de la totalidad de las especies de moluscos que viven en el arrecife Isla Verde. Algunos otros trabajos dentro de Isla Verde corresponden a tesis como las de Puig (1983), Juárez (2000), Ortigosa (2005) y Dorantes (2010) que son importantes ya que corresponden a trabajos pioneros en algunos temas como ecotoxicología y en la realización de inventarios faunísticos en Isla Verde como los opistobranquios.

La mayoría de los estudios no incluyen los cálculos de los índices ecológicos, aunque se tengan los datos de abundancia de especies, esto puede deberse a que éste no era su objetivo. En algunos de los trabajos malacológicos para Isla Verde, no se menciona la abundancia de especies o solo se hace referencia de manera aproximada a esta (Pérez, 1973), con lo que solo se puede conocer la diversidad de especies de Isla Verde a través de los catálogos que se generan a partir de estos trabajos.

La comparación del número de especies de moluscos del presente trabajo con las trece fuentes mencionadas anteriormente (publicaciones y colecciones científicas), muestra una variabilidad de especies ya que, en general, en cinco trabajos se han encontrado la misma cantidad de especies (una a tres) en Isla Verde.

En los trabajos de Tovar *et al.*, (2000), Juárez (2000) y Dorantes (2010), se mencionan dos especies de gasterópodos, *Aplysia dactylomela* para los dos primeros y *Elysia crispata* para el más reciente. Estos tres trabajos comprenden estudios sobre la ecotoxicología de estos moluscos, razón por la cual no se registraron más que las especie de interés.

Otro trabajo que menciona pocas especies es el de Quintana (1991), donde sólo se hace referencia a *Neritina virginea* y *Neritina reclivata* como parte de la fauna que habita la laguna arrecifal de Isla Verde. En el trabajo de Zamora-Silva y Naranjo-García (2008) se mencionan tres especies de opistobranquios, que forman parte de los registros de especies depositados en la CNMO como ejemplares para Isla Verde.

En las tres colecciones revisadas se concentra la gran mayoría de las especies que se han registrado para la zona de estudio, algunas de ellas también se encuentran reportadas en la literatura malacológica consultada para la zona de estudio.

Es importante mencionar que las 48 especies obtenidas a través de los muestreos, le otorgan a este trabajo, el segundo lugar en especies registradas de la totalidad de especies descritas en la literatura y los ejemplares depositados en las colecciones científicas consultadas, lo cual es producto de que se trabajó en zonas heterogéneas a lo largo de la laguna arrecifal de Isla Verde y con una metodología específica para los gasterópodos.

Pese a estos resultados, es necesario realizar más investigaciones científicas, con un enfoque hacia el inventario y el monitoreo de la biodiversidad marina. Debido a que este tipo de estudios son la base para crear programas de gestión, que lleven a la conservación de los recursos naturales, lo cual adquiere importancia, porque aún es bastante lo que se desconoce sobre la fauna malacológica de México; por ejemplo, son escasos los trabajos sobre micromoluscos, los cuales representan una parte importante de la riqueza de especies de los litorales mexicanos (Garcés, 2011).

### 5.8 Gremios alimenticios

Los gasterópodos encontrados en la laguna arrecifal se representan tres gremios alimenticios: herbívoros, carnívoros y omnívoros. Los sustratos de los cuales podrían estarse alimentando los gasterópodos encontrados en la laguna arrecifal que son de hábitos herbívoros son el pasto marino y las distintas especies de algas (Lot Helgueras, 1968; Mateo *et al.*, 1996), los caracoles en conjunto sumaron 418 individuos (41% del total), con lo cual podría establecerse una relación alimenticia entre los gasterópodos y el sustrato en el cual habitan.

Se tiene registro de 24 especies de gasterópodos herbívoros y 17 especies carnívoras, lo cual hace referencia a que la posible dinámica trófica en la laguna se desarrolla mediante un efecto de fuerza ascendente (bottom-up), ya que la disponibilidad de recursos de origen vegetal es abundante como se muestra en la figura 8 (44% de la superficie de la laguna arrecifal) y corresponde a sustrato de pasto marino y distintas especies de algas (Tello, 2000).

La disponibilidad de recursos vegetales juega un papel muy importante, ya que las fluctuaciones de *Thalassia testudinum* y las diferentes especies de alfas afectan los patrones de alimentación de los gasterópodos herbívoros (Power, 1992) y al cambiar las poblaciones vegetales en la laguna, también se ven afectadas en cierto modo las poblaciones de gasterópodos carnívoros.

Estos a su vez, pueden ser una fuente de alimento para otros organismos (Williams *et al.*, 2004), incluyendo moluscos carnívoros, que pueden ser depredadores de otros moluscos, lo cual crea una dinámica trófica compleja a partir de la disponibilidad de los recursos en la laguna.

*Bulla occidentalis*, un molusco opistobranquio omnívoro (Malaquias *et al.*, 2009), tiene ventajas al poder disponer de su alimento de diferentes formas, de esta manera es fácil implementar una estrategia de tipo generalista, para poder aprovechar mejor los recursos. Lo cual es necesario porque la disponibilidad de alimento en el arrecife no siempre es la misma. Es por ello que esta especie podría estar consumiendo distintos tipos de alimento (organismos fotosintéticos, otros animales o detritos) y al diversificar su alimentación y la exploración de nuevos ambientes, podría estar aumentando su sobrevivencia en la laguna arrecifal (Martínez, 2007).

#### 5.9 Asociaciones biológicas con el ambiente

Las correlaciones entre la abundancia y riqueza específica y los distintos parámetros fisicoquímicos no mostraron diferencias significativas, esto podría deberse a que la laguna arrecifal es un ambiente estable, en el cual no es común observar cambios drásticos en los factores ambientales, ya que esto pondría continuamente en peligro la supervivencia de los corales (Chávez e Hidalgo, 1987).

Las comparaciones para el índice de Shannon-Wiener realizadas a partir de la prueba de *t* de *student* no mostraron diferencias significativas, ni de manera general ni entre las diferentes épocas del año. Esto puede deberse a que el muestreo de organismos muertos no ejercen un efecto sobre H. Es importante decir que tampoco se encontró una estacionalidad marcada a lo largo de las distintas épocas del año.

El ANDEVA no mostró diferencias significativas entre la abundancia o riqueza específica de los gasterópodos sobre los diferentes sustratos encontrados en la laguna arrecifal, no se encontraron diferencias significativas entre la abundancia y las distintas épocas del año, ya que en un ambiente como el de la laguna arrecifal, no es común que ocurran cambios drásticos en las condiciones ambientales del arrecife (Day *et al.*, 2005). Además el ANDEVA entre la riqueza de especies y las épocas de nortes (octubre de 2009) y secas (abril de 2010) mostró diferencias significativas, debido a que en estas dos épocas se encontraron los registros más altos de especies por unidad de muestreo, además, los valores promedio de los parámetros fisicoquímicos fueron similares.

El análisis de varianza mostró también diferencias significativas entre las distintas épocas del año y los valores de los parámetros fisicoquímicos, debido probablemente a que se trabajó en la laguna arrecifal a lo largo de un año de muestreo, con lo que se lograron observar cambios dentro de los intervalos en los parámetros fisicoquímicos, característicos de cada época del año (Day *et al.*, 2005).

Los grupos formados por el CLUSTER de la riqueza de especies y las dos épocas de nortes (44%) pueden deberse probablemente a que se encontraron valores promedio similares en la salinidad y pH. La asociación del 45% para las épocas de secas y lluvias, puede deberse a que se tienen valores promedio similares en el pH. Estos dos grupos se forman debido a que las especies tienen los mismos requerimientos ambientales dentro de la laguna arrecifal de Isla Verde (Garcés, 2011).

## 6. CONCLUSIONES

- Se identificaron 1,086 individuos pertenecientes a la clase Gastropoda, agrupados en nueve clados, 22 familias, 31 géneros y 48 especies.
- Las familias mejor representadas por su riqueza de especies fueron Muricidae con cinco especies y Cerithiidae, Fissurellidae y Ranellidae con cuatro especies cada una.
- Las especies más abundantes fueron *Cerithium litteratum*, *Lithopoma tectum americana* y *Modulus modulus* con 518, 136 y 89 individuos respectivamente.
- El sustrato con mayor abundancia de gasterópodos fue el de coral muerto con 472 individuos (38%).
- La asociación biótica más frecuente fue entre los gasterópodos y organismos equinodermos del género *Echinometra*, así como con *Lythechinus variegatus*.
- El 80% de los ejemplares fueron conchas vacías, el 15% fueron organismos vivos y el 5% fueron conchas ocupadas por cangrejos ermitaños.
- Para la totalidad de ejemplares, el nivel más alto de diversidad fue 2.859 bits/individuo. La máxima diversidad se encontró en la época de nortes (diciembre de 2010) con 3.468 bits/individuo.
- El presente trabajo representa el 49.4% de la riqueza reportada en la literatura malacológica y las colecciones científicas consultadas para Isla Verde, con 49 especies únicamente de gasterópodos.
- Se encontró que las especies de gasterópodos registradas corresponden a alimentación de tipo herbívoro, carnívoro y omnívoro y con el mismo orden de abundancia.

- Se encontraron diferencias significativas del ANDEVA entre la riqueza de especies y las épocas de nortes (octubre de 2009) y secas (abril de 2010), ya que se encontraron los registros más altos de especies por unidad de muestreo y los valores promedio de los parámetros fisicoquímicos fueron similares.
- Se observaron diferencias significativas del ANDEVA entre las distintas épocas del año y los parámetros fisicoquímicos, debido a que se trabajó en la laguna arrecifal a lo largo de un año de muestreo.
- Se encontraron asociaciones faunísticas para la riqueza de especies acotada al 44% para las dos épocas de nortes, ya que se tienen valores de salinidad y pH similares y de 45% para las épocas de secas y lluvias porque se tienen valores de pH similares.

### LITERATURA CITADA

- Abbott, R. T. (1974). American Seashells. The marine Mollusca of the Atlantic and Pacific Coasts of North America. Nueva York, Van Nostrand Reinhold Company. 633 p.
- Abbott, R. T. y S. P. Dance (1986). Compendium of seashells. A full color guide to more than 4,200 of the world's marine shells. California, Odyssey Publishing. 411 p.
- Abbott, T. y G. F. Sandström (1996). Seashells of North America. A guide to field identification. Nueva York, St. Martin's Press. 280 p.
- Arenas Fuentes, V. y T. Camarena Luhrs (2011). Oficio circular y anexo. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. México. 4 p.
- Baker, F. C. (1891). "Notes on a collection of shells from Southwestern Mexico." Proceedings of The Academy of Natural Sciences of Philadelphia 43: 45-55

- Begon, M. C. R. Townsend y Harper, J. L. (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. Malden, Blackwell Publishing. 467-498 p.
- Bouchet, P. y J. Rocroi (2005). "Clasificación and nomenclator of Gastropod families." *Malacologia* 47: 1-357
- Bribiesca Contreras, G. (2011). Biodiversidad de ofiuroides (Echinodermata: Ophiuroidea) del Arrecife Isla Verde y análisis de registros históricos para el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 178 p.
- Brower, J. E., J. H. Zar, y Von Ende, C. N. (1998). Field and laboratory methods for general ecology. Boston, Mac Graw Hill. 273 p.
- Brusca, R. C. y G. J. Brusca (2003). Filo Moluscos (Mollusca). Invertebrados. *In: R. C. Brusca y G. J. Brusca*. Madrid, Mc Graw Hill interamericana. 757-832 p.
- Brusca, R. C. y G. J. Brusca (2005). Phylum Mollusca. Invertebrates. R. C. *In: Brusca y G. J. Brusca*. Nueva York, Mc Graw Hill. 693-761 p.
- Calderón, A. L. E., H. Reyes Bonilla, López Pérez, R. A. Almicar, L. Cupul Magaña, M. Herrero Perezul, D. Carriquiry, J. D. y Medina Rosas, P. (2009). Fauna asociada a arrecifes coralinos del Pacífico Mexicano. *Ciencia y Desarrollo*. México, Universidad Nacional Autónoma de México. abril: 1-8
- Carricart-Ganivet, J. P. y G. Horta-Puga (1993). Arrecifes de coral en México. *In: Salazar-Vallejo, S. I. y González, N. E.* Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO. CIQRO. 80-90 p.
- Castillo Sarabia, L. E. (2007). Macrofauna bentónica en fondos blandos del Arrecife Hornos, Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 76 p.
- Castro, J., A. Espinosa, M. Valle y Gaona, O. (1989). Caracterización de los arrecifes coralinos de Veracruz. *Biología de Campo*. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 89 p.

- Celaya-Hernández, E. V., F. A. Solís-Marín, Laguarda-Figueras, A. Durán González, A de la L. y Ruíz-Rodríguez, T. (2008). "Asociación de los erizos regulares (Equinodermata: Equinoidea) en la laguna arrecifal de Isla Verde, Veracruz, México." *Revista de Biología Tropical* 56 (3): 281-295
- Chávez, E. A. y E. Hidalgo (1987). "Los arrecifes coralinos del Caribe Noroccidental y Golfo de México en el contexto socioeconómico " *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 15 (1): 167-176
- CONANP (2005). Logros y resultados durante el 2005 del PN Sistema Arrecifal Veracruzano. México, D.F., Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas: 8 p.
- CONANP (2011). Protocolo de monitoreo No. 17: Monitoreo de peces arrecifales, con énfasis en el pez (*Elacatinus jarocho*) en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, en el Estado de Veracruz. México, D.F. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 5 p.
- Contreras, R. R., F. M. Cruz Abrego e Ibañez Aguirre, A. L. (1991). "Observaciones ecológicas de los moluscos de la zona intermareal rocosa de la Bahía de Chamela, Jalisco, México." *Anales del Instituto de Biología Serie Zoológica* 62(1): 17-32
- Danzós, V., C. Padilla Padilla, E. G. (1988). Caracterización de las especies de corales escleractínios y gorgonáceos y estructura comunitaria de 5 taxa de invertebrados bentónicos de regiones arrecifales del Puerto de Veracruz, México. *Biología de Campo*. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 213 p.
- Day, J. W., A. Díaz de León, González Sansón, G. Moreno-Casasola, P. y Yañez Arancibia, A. (2005). Diagnóstico ambiental del Golfo de México (Resumen ejecutivo). Diagnóstico ambiental del Golfo de México. M. Caso, I. Pisanty and E. Excurra. México, D.F., SEMARNAT, INE. I. 627 p.
- Diario Oficial de la Federación. (1992). Decreto por el que se declara área natural protegida con carácter de Parque Marino Nacional la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano. Secretaría de Desarrollo Social. México, D.F. Gobierno Federal. 16 p.
- Díaz Merlano, J. M. y M. Puyana Hegedus (1994). Moluscos del Caribe colombiano un catálogo ilustrado. Colombia, Colciencias. 224 p.

- Domínguez Castañedo, N. C. (2007). Estudio de la macrofauna bentónica de la laguna arrecifal de Isla Sacrificios, Veracruz, Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 98 p.
- Dorantes Mejía, C. P. (2010). *Elysia crispata* (Mollusca: Sacoglossa: Elysiidae) como biomonitor de contaminación en tres arrecifes del Sistema Arrecifal Veracruzano, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 67 p.
- Eberhardt Toro, I. (2002). Composición faunística del Orden Archaeogastropoda en la Planicie arrecifal Punta Mocambo, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Toluca, Edo. Méx. 71 p.
- Espejél Montes, J. J., G. Campos Pólito y Lara Ponce-Soto, M. (1986). Estudio descriptivo y colecta preliminar de 5 taxa de invertebrados bentónicos en regiones arrecifales del Puerto de Veracruz, México. Biología de campo. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Licenciatura. México, D. F. 172 p.
- Fernández, J. y P. M. Jiménez (2006). "Estructura de la comunidad de moluscos y relaciones tróficas en el litoral rocoso del estado Sucre, Venezuela." *Revista de Biología Tropical* 54(3): 121-130
- Finet, Y., J. Wüest, y Mareda, K. (1992). *Gastropods of the channel and Atlantic Ocean shells and radulas*. Italia, L'informatore Piceno. 75 p.
- Horta-Puga, G. (2003). "Condition of selected reef sites in the Veracruz Reef System (stony corals and algae)." *Atoll Reserch Bulletin* 496: 360-369
- Garcés Salazar, J. L. (2011). Micromoluscos bivalvos de la Bahía de Acapulco Guerrero, México: Composición específica y diversidad. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 75 p.
- García de Miranda, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen: para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 90 p.

- García Salgado, M. A. (1992). Moluscos bentónicos del arrecife coralino de Anegada de Adentro, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 65 p.
- García-Cubas, A. y M. Reguero (2004). Catálogo ilustrado de moluscos gasterópodos del Golfo de México y Mar Caribe. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 94 p.
- García-Cubas, A., M. Reguero, y Jácome L. (1994). Moluscos Arrecifales de Veracruz, México (Guía de Campo). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología Universidad Nacional Autónoma de México.. México, D.F. 143 p.
- Geiger, D. L. (2006). Marine Gastropoda. The Mollusks a guide to their study, collection, and preservation. *In*: C. F. Strum, T. A. Pearce and A. Valdés. Florida, Universal Publishers: 295-312 p.
- González Navarro, E. A. (1974). Estudio monográfico de algunos peces del arrecife Isla Verde, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 76 p.
- Gutiérrez, D., C. García Sáez, Lara, M. y Padilla, C. (1993). Comparación de arrecifes coralinos: Veracruz y Quintana Roo. Biodiversidad Marina y Costera de México. S. I. Salazar-Vallejo and N. E. González. México, D.F. CONABIO. CIQRO: 865 p.
- Gutiérrez Ruíz, C. V., M. A. M. Román Vives, Vergara, C. H. y Badano, E. I. (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
- Hernández Aguilera, J. L. y R. E. Toral Almazán (1988). Crustáceos arrecifales de la plataforma continental de Veracruz, Ver. *Biología de Campo*. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 74 p.
- Hernández-Aguilera, J. L., R. E. Toral-Almazán, y Orozco-Colunga, M. A. (2010). Inventario y monitoreo de la biodiversidad de los arrecifes coralinos del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, arrecifes Isla Verde y Hornos. México, D. F., Universidad Nacional Autónoma de México. 36 p.

- Hickman Jr., C. P., L. S. Roberts, y Larson A. A. (2001). Molluscs Phylum Mollusca. Principles integrated of Zoology. In: Hickman Jr., C. P., L. S. Roberts, y Larson A. A. Boston, Mc Graw Hill. 325-355 p.
- Horta-Puga, G. y J. L. Tello Musi (2009). Sistema Arrecifal Veracruzano: condición actual y programa permanente de monitoreo: Primera Etapa (Informe final) Proyecto No. DM005. México, D. F. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. 18 p.
- Horta-Puga, G. J. (1982). Descripción de algunas especies de poliquetos bentónicos de Isla Verde, Ver. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Toluca, Edo. Méx. 142 p.
- Islas Peña, T. V. (2004). Pelecípodos de la planicie del Arrecife La Gallega, Veracruz México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Toluca, Edo. Méx. 102 p.
- Jácome Pérez, L. (1992). Análisis de las comunidades malacológicas asociadas al arrecife Anegada de Afuera, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de México. México, D.F. 62 p.
- Jiménez-Valverde, A. and J. Hortal (2003). "Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos." Revista Ibérica de Acarología 8(31): 151-161
- Jones, J., K. Withers, Tunnell Jr., J. W. (2008). "Comparison of Benthic Communities on Six Coral Reefs in the Veracruz Reef System (Mexico)." Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium (18): 4 p.
- Juárez Tovar, E. (2000). Evaluación de metales pesados en dos sistemas bentónicos arrecifales de Veracruz, Ver. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Toluca, Edo. Méx. 68 p.
- Keen, A.M., (1971). Sea shells of Tropical West America Marine mollusks from Baja California to Peru. California, Standford University Press, 1064 p.
- Krebs, C. J. (2009). Community structure in time succession. Ecology the experimental analysis of distribution and abundance. *In*: C. J. Krebs. San Francisco, Pearson: 352-376 p.

- Lot Helgueras, A. (1968). Estudio sobre fanerogamas marinas en las cercanías Veracruz, Ver. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F, 106 p.
- Luna Plascencia, R. A. (2010). Patrones de ocupación de conchas de gasterópodos por cangrejos ermitaños (Crustacea, Decapoda: Diogenidae, Paguridae) estuarinos del Golfo de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 80 p.
- Malaquias, M. A. E., E. Bercibar, Reid, D. G. (2009). "Reassessment of the trophic position of Bullidae (Gastropoda: Cephalaspidea) and the importance of diet in the evolution of cephalaspidean gastropods." *Journal of Zoology* 77: 88-97
- Margalef, R., 1993. Los temas de la teoría ecológica clásica. *In: Teoría de los sistemas ecológicos* R. Margalef. Omega, Barcelona, p. 290 p.
- Margalef, R. (2005). Evaluación de las poblaciones. *In: Ecología*. R. Margalef. Barcelona, Omega: 317-357 p.
- Martínez Cavero, L. (2007). "Estudio del comportamiento del molusco *Biomphalaria tenagophila* (Gastropoda: Pulmonata) ante distintos tipos de alimento." *Anales Universitarios de Etología* 1: 63-66
- Mateo Cid, L. E., A. C. Mendoza González, y Galicia García, C. (1996). "Algas marinas de Isla Verde, Veracruz, México." *Acta Botánica Mexicana* 036: 59-75
- Michel, E. (1994). "Why snails radiate: a review of gastropod evolution in long-lived lakes, both recent and fossil." *Archiv für Hydrobiologie-Beiheft Ergebnisse der Limnologie* 44: 285-317
- Molina Ureña, H. (2009). "El pez león del Indo-Pacífico: nueva especie invasora en Costa Rica." *Revista Biocenosis* 22(1-2): 21-30
- Moore, D. R. (1958). "Notes on Blanquilla reef, the most northerly coral formation in the Western Gulf of Mexico." *Institute of Marine Science*. 5: 151-155
- Moore, J. (2006). *Mollusca: general and Gastropoda. An introduction to the invertebrates*. J. Moore. Nueva York, Cambridge University Press: 120-133 p.

- Morales García, A. (1985). Estudio de la distribución de crustáceos decápodos y estomatodos de Isla Verde, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 99 p.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza, M&T–Manuales y Tesis SEA. 86 p.
- Nishimura Murakami, M. (2005). Distribucion y abundancia del erizo blanco *Tripneustes ventricosus* (Echinodermata:Toxopneustidae) en la laguna del arrecife de Isla Verde, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 113 p.
- Odum, E. P. (1985). Introducción al campo de la ecología. *In*: Fundamentos de ecología. E. P. Odum. México, Interamericana: 1-8 p.
- Ortigosa Gutiérrez, J. D. (2005). Riqueza y distribución de opistobranquios (Mollusca: Gastropoda: Opisthobranchia) en la laguna arrecifal de Isla Verde, Ver. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 60 p.
- Paine, R. T. (1963). "Trophic relationships of 8 sympatric predatory gastropods." *Ecology* 44(1): 63-73
- Pérez Rodríguez, R. (1973). Estudio sobre moluscos marinos de las costas de Veracruz. México, Secretaria de Marina. 142 p.
- Pérez Rodríguez, R. (1997). Moluscos de la Plataforma Continental del Atlántico Mexicano. México, Universidad Autónoma Metropolitana. México, D. F. 260 p.
- Pérez-Nava, J. A. y M. Reguero (2011). Taxonomía de los moluscos arrecifales de Isla de Enmedio, Isla Sacrificios y Arrecife Hornos. Reporte técnico. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 2 p.
- Pérez-Nava, J. A. y M. E. Reguero (2007). Taxonomía de los moluscos arrecifales de Isla de Enmedio, Isla Sacrificios y Arrecife Hornos. *In*: Estudios sobre la malacología y la conchiliología en México. E. Ríos Jara, M. C. Esqueda González y C. M. Galván Villa. Guadalajara, Jalisco, Sociedad Mexicana de Malacología A. C., U. de G. 74-76 p.

- Pilsbry, H. A. (1956). "A gastropod domiciliary in urchin spines." *The Nautilus* 59(4): 109-110
- Pizaña Alonso, F. J. (1990). Moluscos arrecifales de Antón Lizardo, Veracruz. Un enfoque biogeográfico. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 76 p.
- Ponder, W.F. y de Keyzer, R. (1992). A revision of the genus *Diala* (Gastropoda : Cerithioidea : Dialidae). *Invertebrate Taxonomy* 6, 1019-1075
- Ponder, W. F. y D. R. Lindberg (2008). Phylogeny and evolution of the Mollusca. Berkley, University of California Press. 469 p.
- Power, M. E. (1992). "Top-Down and Bottom-Up Forces in Food Webs: Do Plants Have Primacy." *Ecology* 73(3): 733-746
- Puig Ávila, L. (1983). Contribución al conocimiento de la taxocenosis Gasteropoda, en el arrecife Isla Verde, Veracruz, Ver. Tesis de Licenciatura. Unidad Iztapalapa. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F. 30 p.
- Purchon, R. D. (1968). Feeding method and adaptative radiaton in the Gastropoda. *In: The biology of the Mollusca*. R. D. Purchon. Oxford, Pergamon Press. 41-99 p.
- Quintana y Molina, J. (1991). "Resultados del Programa de investigaciones en arrecifes veracruzanos del Laboratorio de Sistemas Bentónicos Litorales." *Hidrobiologica* 1(1): 73-86
- Ramos-Ramos Elorduy, A. (2003). Mesogastrópodos de la planicie arrecifal, la Gallega Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Toluca, Edo. Méx. 57 p.
- Randall, J. E., R. E. Schroeder, y Starck II, W. A. (1964). "Notes on the biology of the echinoid *Diadema antillarum*." *Caribbean Journal of Science*. 4(2 y 3): 421-433
- Redfern, C. (2001). Bahamian Seashells a thousand species from Abaco, Bahamas. Florida, Bahamianseashells.com, Inc. 280 p.
- Rehder, H. A. (2002). National Audubon Society Field guide to shells North America. Nueva York, Chanticleer Press. 894 p.

- Reyes Gómez, A. (2000). Sistemática de los quitones (Mollusca: Polyplacophora) de la Colección Nacional de Moluscos del Instituto de Biología UNAM. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 184 p.
- Rosado Matos, J. y M. A. García Salgado (1991). Moluscos bentónicos de 3 arrecifes del Puerto de Veracruz. Biología de campo. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 83 p.
- 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/>". 2011.
- Salas Pérez, J. J., D. Salas Monreal, et al. (2008). "Tidal characteristics in a coral reef system from the western Gulf of Mexico." *Ciencias Marinas* 34(4): 467-478
- Salcedo Rios, R. (2003). Neogastrópodos de la planicie arrecifal La Gallega Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Toluca, Edo. Méx. 107 p.
- Salcedo Rock, R. F. (2001). Sistemática de los gasterópodos (Mollusca: Prosobranchia) de la Colección Nacional de Moluscos del Instituto de Biología. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 115 p.
- Schmidtsdorf Valencia, P. G. (2009). Contribución al conocimiento de los cangrejos ermitaños (Crustacea: Decapoda: Anomura) de las familias Diogenidae y Paguridae de la Laguna de Términos, Campeche, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 55 p.
- SEMARNAT (2011). "Arrecifes de coral en México." 2011, from [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_04/04\\_biodiversidad/recuadros/c\\_rec5\\_04.htm](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/04_biodiversidad/recuadros/c_rec5_04.htm)
- Skoglund, C. (2002). "Panamic province molluscan literature Additions and chances from 1971 through 2001. III. Gastropoda.|" *The Festivus* 33(1): 286
- Smith, R. L. y T. M. Smith (2001). Comunidades. Ecología. *In*: R. L. Smith and T. M. Smith. Madrid, Addison-Wesley: 629 p.

- Spalding, M. y G. Bunting (2004). Introduction getting to know coral reefs. *In: A guide to the coral reefs of the Caribbean*. M. Spalding y G. Bunting. Berkley, University of California: 9-41 p.
- Taylor, J. D. y D. G. Reid (2007). "The abundance and trophic classification of molluscs upon coral reefs in the Sudanese Red Sea." *Journal of Natural History* 18(2): 175-209
- Tello Musi, J. L. (2000). Distribución de biotopos en la zona de la planicie arrecifal de Isla Verde, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Toluca, Edo. Méx. 61 p.
- Tovar, E., Horta-Puga, G., Acosta, G., (2000). Metales pesados en *Aplysia dactylomela* en dos arrecifes de Veracruz. I Congreso Mexicano de Arrecifes de Coral., Universidad Veracruzana y Acuario de Veracruz. Veracruz, Veracruz. 57 p.
- Valentine, J. W., D. Jablonski, et al. (1999). "Fossils, molecules and embryos: new perspectives on the Cambrian explosion." *Development* 126: 851-859
- Vargas-Hernández, J. M., A. Hernández-Gutiérrez, y Carrera-Parra, L. F. (1993). Sistema Arrecifal Veracruzano. Biodiversidad Marina y Costera de México. S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González. México, CONABIO. CIQRO. 559-575 p.
- Vázquez Bader, A. R. y C. A. Gracia (1994). Macroinvertebrados bénticos de la Plataforma Continental del Suroeste del Golfo de México. México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. 113 p.
- Villalobos Figueroa, A. (1971). "Estudios ecológicos en un arrecife coralino en Veracruz." *UNESCO*: 531-545
- Warme, G. L. y R. T. Abbott (1962). *Caribbean Seashells. A guide to the marine mollusks of Puerto Rico and Other West Indian Islands, Bermuda and the lower Florida Keys*. Nueva York, Dover Publications Inc. 384 p.
- Williams, T. M., J. A. Estes, y Doak, D. F. (2004). "Killer appetites: assessing the role of the predators in ecological communities." *Ecology* 85(12): 3373-3384

- Winfield, I., M. Ortiz, y Cházaro Olvera, S. (2009). "Especie nueva de anfípodo comensal (Amphipoda: Gammaridea: Leucothoidae) del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, SO del Golfo de México." *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 315-320
- Zamora Silva, B. A. (2003). Opistobranquios bénticos de La Gallega, Veracruz, México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Toluca, Edo. Méx. 111 p.
- Zamora Silva, B. A. (2003). Opistobranquios bénticos de Punta Mocambo, Veracruz, México. Opistobranquios bénticos de Punta Mocambo, Veracruz, México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Toluca, Edo. Méx. 8 p.
- Zamora-Silva, B. A. y E. Naranjo-García (2008). "Los opistobranquios de la Colección Nacional de Moluscos." *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 333-342
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical analysis*. Nueva Jersey, Prentice

## ANEXO I

### Clase Gastropoda

#### Clado Patellogastropoda

Superfamilia Lottioidea Gray, 1840

Familia Lottidae Gray, 1840

Subfamilia Lottinae Gray, 1840

Género *Lottia* Sowerby, 1834

(1) *Lottia jamaicensis* (Gmelin, 1791)

(2) *Lottia leucopleura* (Gmelin, 1791)

Género *Tectura* Gray, 1847

(3) *Tectura antillarum* (Sowerby I, 1834)

#### Clado Vetigastropoda

Superfamilia Fissurelloidea Fleming, 1822

Familia Fissurellidae Fleming, 1822

Subfamilia Fissurellinae Fleming, 1822

Género *Diodora* Gray, 1821

(4) *Diodora* sp. 1

(5) *Diodora cayenensis* (Lamarck, 1822)

(6) *Diodora dysoni* (Reeve, 1850)

(7) *Diodora viridula* (Lamarck, 1822)

Superfamilia Lepetodrilioidea Mc Lean, 1988

Familia Lepetodrilidae Mc Lean, 1988

Género *Tegula* Lesson, 1835

(8) *Tegula* sp. 1

(9) *Tegula fasciata* (Born, 1778)

Superfamilia Turbinoidea Rafinesque, 1815

Familia Turbinidae Rafinesque, 1815

Subfamilia Turbininae Rafinesque, 1815

Género *Lithopoma* Gray, 1850

(10) *Lithopoma tectum americana* (Lightfoot, 1786)

#### Clado Cycloneritimorpha

Superfamilia Neritoidea Rafinesque, 1815

Familia Neritidae Rafinesque, 1815

Subfamilia Neritinae Rafinesque, 1815

Género *Nerita*

(11) *Nerita fulgurans* Gmelin, 1791

(12) *Nerita funiculata* Menke, 1851

(13) *Nerita peloronta* Linnaeus, 1758

(14) *Nerita tessellata* Gmelin, 1791

(15) *Nerita versicolor* Gmelin, 1791

#### Clado Sorbeoconcha

Superfamilia Cerithioidea Fleming, 1822

Familia Cerithiidae Fleming, 1822

Subfamilia Cerithiinae Fleming, 1822

Género *Cerithium* Bruguière, 1789

(16) *Cerithium* sp1

(17) *Cerithium eburneum* Bruguiere, 1792

(18) *Cerithium litteratum* (Born, 1778)

(19) *Cerithium lutosum* Menke, 1828

Familia Dialidae Kay, 1979

Género *Diala* Adams 1861

(20) *Diala cf. albugo* (Watson, 1886)

Familia Modulidae P. Fischer, 1884

Género *Modulus* Potiez & Michaud, 1838

(21) *Modulus modulus* (Linnaeus, 1758)

- Familia Planaxidae Gray, 1850
  - Subfamilia Planaxinae Gray, 1850
    - Género Supplanaxis (Bruguère, 1789) [21]
    - (22) *Supplanaxis nucleus* (Bruguère, 1789)
    - Género *Angiola* Gray, 1847
    - (23) *Angiola lineata* (da Costa, 1778)
- Clado Littorinimorpha
  - Superfamilia Littorinoidea Children, 1834
    - Familia Littorinidae Children, 1834
      - Subfamilia Littorininae Children, 1834
        - Género *Littorina* Griffith & Pidgeon, 1834
        - Subgenero *Echinolittorina* Habe, 1956
        - (24) *Echinolittorina ziczac* (Gmelin, 1791)
    - Superfamilia *Naticoidea* Guilding, 1834
      - Familia *Naticidae* Guilding, 1834
        - Subfamilia *Naticinae* Guilding, 1834
          - Género *Polinices* Monfort, 1810
          - (25) *Polinices* sp1
          - (26) *Polinices lacteus* (Guilding, 1834)
    - Superfamilia Stromboidea Rafinesque, 1815
      - Familia Strombidae Rafinesque, 1815
        - Subfamilia Strombinae Rafinesque, 1815
          - Género *Lobatus* Iredale, 1921
          - (27) *Lobatus raninus* (Gmelin, 1791)
        - Género *Strombus* Linnaeus, 1758
        - (28) *Strombus* sp1
        - (29) *Strombus alatus* Gmelin, 1791
    - Superfamilia Tonnoidea Suter, 1913
      - Familia Ranellidae Gray, 1854
        - Subfamilia Cymatiinae Iredale, 1913
          - Género *Cymatium* Röding, 1798
          - (30) *Cymatium* sp1
          - (31) *Cymatium martinianum* (d'Orbigny, 1847)
          - (32) *Cymatium muricinum* (Röding, 1798)
          - (33) *Cymatium nicobaricum* (Röding, 1798)
- Clado Neogastropoda
  - Superfamilia Buccinoidea Rafinesque, 1815
    - Familia Buccinidae Rafinesque, 1815
      - Subfamilia Buccininae Rafinesque, 1815
        - Género *Engina* Gray, 1839
        - (34) *Engina* sp1
    - Familia Columbellidae Swainson, 1840
      - Subfamilia Columbellinae Swainson, 1840
        - Género *Collumbella* Lamarck, 1799
        - (35) *Collumbella mercatoria* (Linnaeus, 1758)
        - Género *Mitrella* Risso, 1826
        - (36) *Mitrella ocellata* (Gmelin, 1791)
    - Familia Nassariidae Iredale, 1916
      - Subfamilia Nassariinae Iredale, 1916
        - Género *Nassarius* Duméril, 1806
        - (37) *Nassarius albus* (Say, 1826)
  - Superfamilia Muricoidea Rafinesque, 1815
    - Familia Muricidae Rafinesque, 1815
      - Subfamilia Ergalataxinae Kuroda, Habe & Oyama, 1971
        - Género *Trachypollia* Woodring, 1928
        - (38) *Trachypollia nodulosa* (C. B. Adams, 1845)
      - Subfamilia Muricopsinae Radwin & d'Attilio, 1971
        - Género *Favartia* Jousseaume, 1880
        - (39) *Favartia cf. cellulosa* (Conrad, 1846)

Subfamilia Ocenebrinae Cossmann, 1908  
     Género *Urosalpinx* Stimpson, 1865  
         (40) *Urosalpinx cf. perrugata* (Conrad, 1846)

Subfamilia Rapaninae Gray, 1853  
     Género *Mancinella* Link, 1807  
         (41) *Mancinella deltoidea* (Lamarck, 1822)

    Género *Plicopulpura* Cossmann, 1908  
         (42) *Plicopulpura patula* (Linnaeus, 1758)

    Género *Stramonita* Schumacher, 1817  
         (43) *Stramonita haemastoma floridana* (Linnaeus, 1767)

Superfamilia Conoidea Fleming, 1822

    Familia Conidae Rafinesque, 1815

        Subfamilia Coninae Thiele, 1929

            Género *Conus* Linnaeus 1758  
                 (44) *Conus mus* Hwass, 1792

    Familia Turridae A. Adams, 1853

        Subfamilia Turrinae Kilburn, 1983

            Género *Strictispira* Mc Lean, 1791  
                 (45) *Strictispira solida* (C. B. Adams, 1850)

Clado Cephalaspidea (Grupo informal Opisthobranchia)

    Superfamilia Bulloidea Gray, 1827

        Familia Bullidae Gray, 1827

            Género *Bulla* Linnaeus, 1758  
                 (46) *Bulla occidentalis* A. Adams, 1850

Clado Aplysioidea

    Superfamilia Aplysioidea Lamarck, 1809

        Familia Aplysiidae Lamarck, 1809

            Subfamilia Aplysiinae Lamarck, 1809

                Género *Aplysia* Linnaeus, 1767  
                     (47) *Aplysia dactylomela* Rang, 1828

Clado Sacoglossa

    Subclado Placobbranchacea

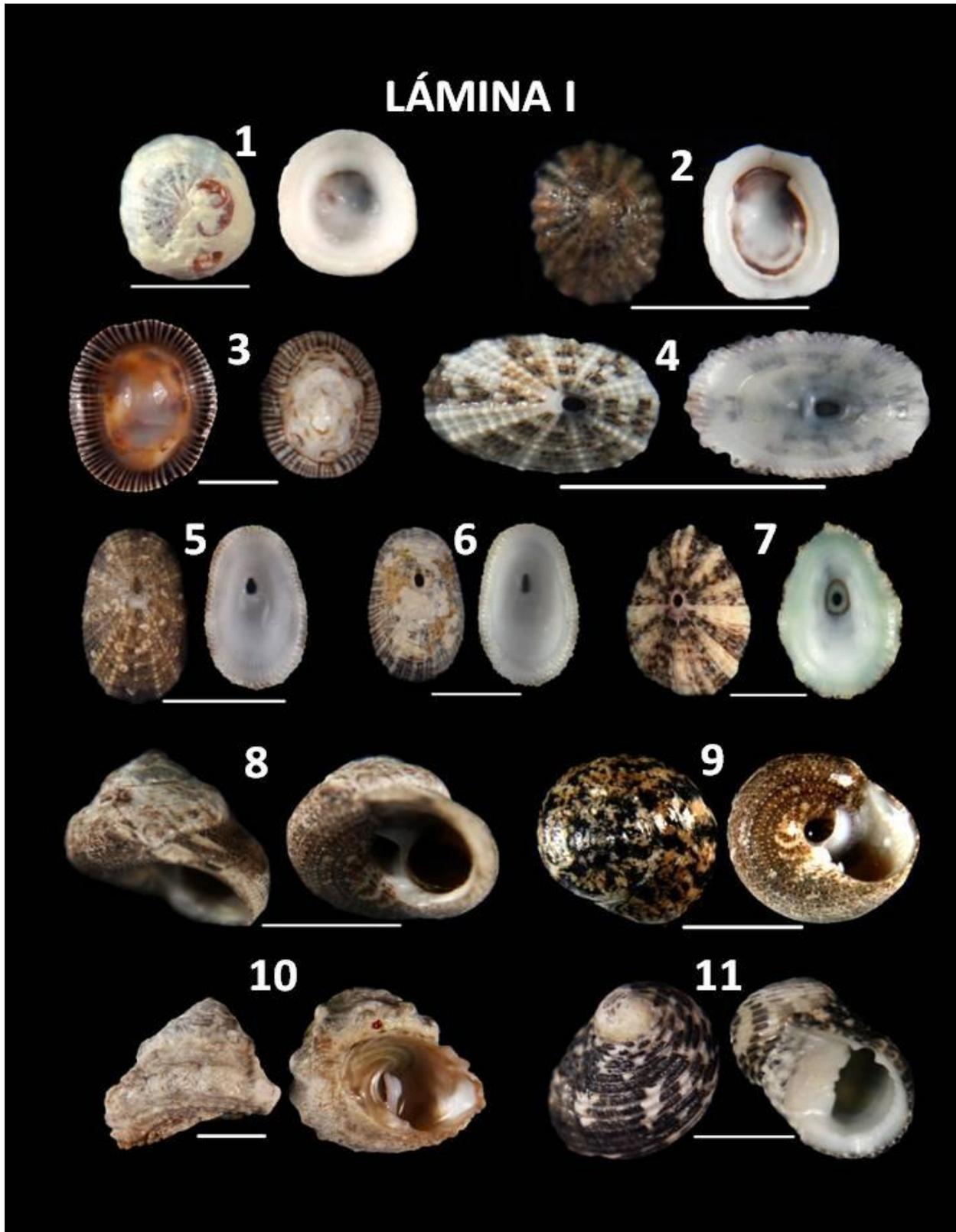
        Superfamilia Placobbranchidae Gray, 1840

            Familia Placobbranchidae Gray, 1840

                Género *Elysia* Risso, 1818  
                     (48) *Elysia crispata* Mörch, 1863

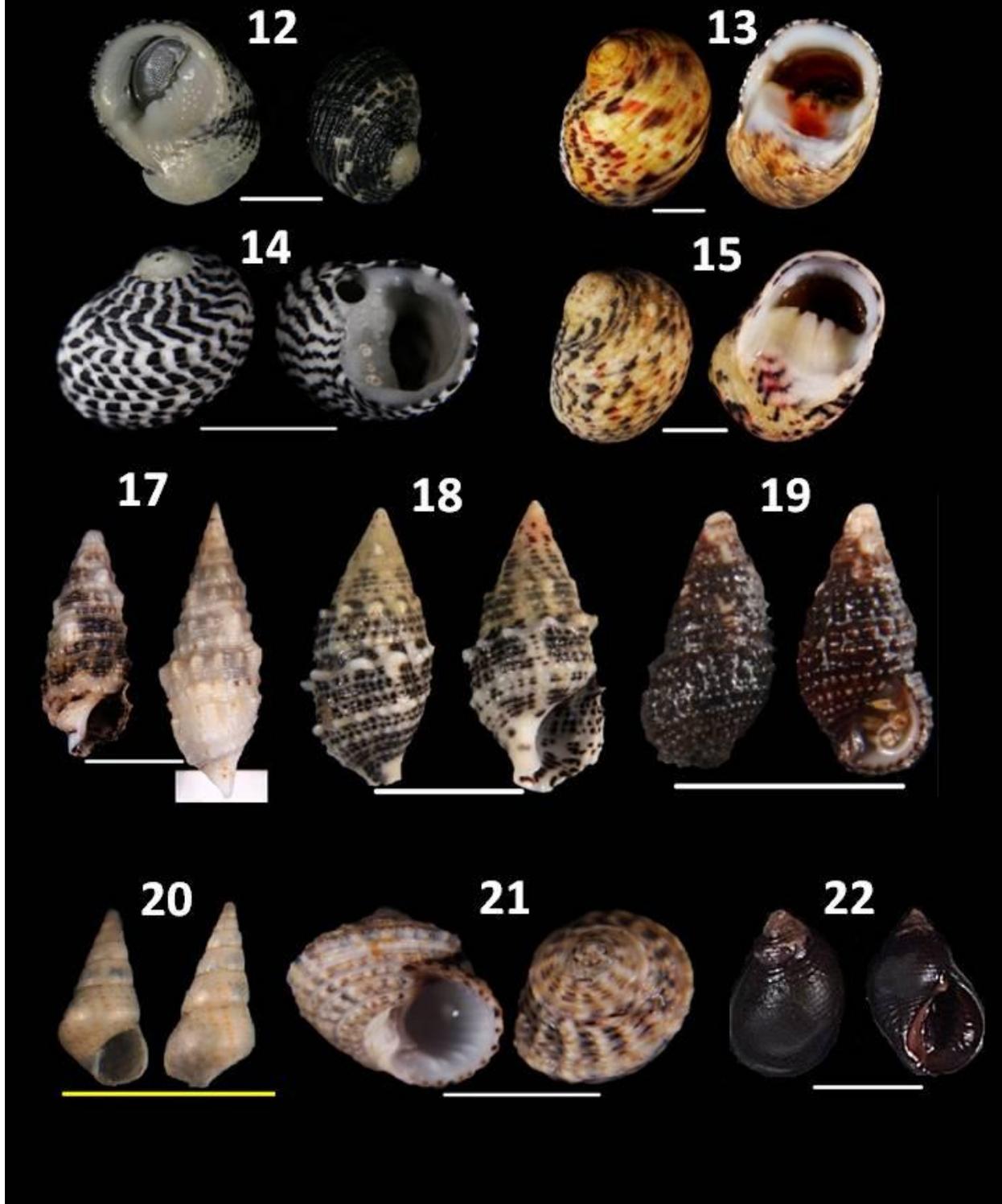
ANEXO II

LÁMINA I



\* La línea blanca equivale a un centímetro

## LÁMINA II



\* La línea blanca equivale a un centímetro y la línea amarilla equivale a cinco milímetros

### LÁMINA III

23



24



26



29



30



31



32



33



34



35



36



37



\* La línea blanca equivale a un centímetro

# LÁMINA IV



\* La línea blanca equivale a un centímetro