



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Evaluación de la Abundancia de los Serpúlidos y Sabélidos  
(Annelida: Polychaeta) en el Arrecife de Isla Verde,  
Veracruz, México**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**B I O L O G A  
P R E S E N T A:**

**IXHEL YOALI HERNÁNDEZ JIMÉNEZ**



**DIRECTOR DE TESIS:**

**DRA. SILVIA CASTILLO ARGUERO**

**2011**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Hoja de Datos del Jurado**

### 1. Datos del alumno

Hernández

Jiménez

Ixhel Yoali

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

302146587

### 2. Datos del tutor

Dra.

Silvia

Castillo

Argüero

### 3. Datos del sinodal 1.

Dra.

Rosaura

Mayén

Estrada

### 4. Datos del sinodal 2

Dra.

Ana Margarita

Hermoso

Salazar

### 5. Datos del sinodal 3

Dr.

Rolando

Bastida

Zavala

### 6. Datos del sinodal 4

M.en C.

Oswaldo

Núñez

Castillo

### 7. DATOS DE LA TESIS

Evaluación de la Abundancia de los Serpúlidos y Sabélidos (Annelida: Polychaeta) en el Arrecife de Isla Verde, Veracruz, México

48 p.

2011

# ÍNDICE

	Págs.
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
ANTECEDENTES .....	11
OBJETIVOS	
Objetivo general .....	14
Objetivo particular .....	14
ÁREA DE ESTUDIO .....	15
Sistema Arrecifal Veracruzano .....	15
Arrecife de Isla Verde .....	17
MATERIAL Y MÉTODOS .....	20
RESULTADOS .....	25
DISCUSIÓN .....	36
CONCLUSIONES .....	39
LITERATURA CITADA .....	40
ANEXO 1.....	47

## Í N D I C E DE FIGURAS

Págs.

Figura 1. Toponomía y distribución de los arrecifes que conforman el Sistema Arrecifal Veracruzano.....	16
Figura 2. Fotografía área del arrecife de Isla Verde, Veracruz.....	19
Figura 3. A) Mapa del arrecife de Isla Verde, donde se muestran los transectos colocados en las tres zonas diferentes: <i>Thalassia</i> (1), arena (2) y coral (3). B) Transecto de 25 m con los cuadrantes muestreados.....	21
Figura 4. Colocación de un transecto y la intersección con los biotopos muestreados: 1) <i>Thalassia</i> , 2) arena, 3) coral.....	22
Figura 5. Número de individuos registrados para cada una de las especies durante la temporada secas.....	26
Figura 6. Abundancia y riqueza de especies por biotopo en secas... ..	27
Figura 7. Clasificación de las especies en temporada de secas.....	28
Figura 8. Relación entre la abundancia y la profundidad registrada para la temporada de secas en los tres biotopos.....	29
Figura 9. Correlación entre la profundidad y la abundancia para la temporada de secas.....	30
Figura 10. Abundancia durante la temporada de lluvias.....	31
Figura 11. Abundancia y riqueza por biotopo en la temporada de lluvias.....	31
Figura 12. Clasificación de las especies en temporada de lluvias.....	32
Figura 13. Relación entre la abundancia y profundidad, registrada para la temporada de lluvias en los tres biotopos muestreados. Donde t = <i>Thalassia</i> , a = arena y c = coral.....	33
Figura 14. Relación entre la profundidad y la abundancia para la temporada de lluvias.....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

	Págs.
Tabla 1. ubicación de las coordenadas de cada uno de los transectos y biotopos del muestreo.....	20
Tabla 2. Abundancia total por biotopo de cada una de las especies para ambas temporadas.....	25
Tabla 3. Índice de Sörensen para los diferentes biotopos estudiados en Isla Verde.....	35

## RESUMEN

Los poliquetos constituyen uno de los grupos de invertebrados más importantes del bentos marino a nivel mundial, presentes en todos los ambientes y en todas las profundidades, siendo a menudo el grupo dominante de la fauna béntica, tanto en riqueza de especies y abundancia. El presente trabajo tuvo el objetivo de determinar la abundancia de especies de las familias **Serpulidae** y **Sabellidae** en tres diferentes biotopos de la laguna arrecifal Isla Verde. Se realizaron seis transectos de 20 m en la temporada de lluvias y secas, para los biotopos dominados por: *Thalassia*, arena y coral. Se registraron 518 individuos agrupados en cinco especies, encontrando diferencias entre la temporada de lluvias y secas en la abundancia y riqueza de las especies en los diferentes biotopos. Se registraron dos especies de la familia Sabellidae y tres de la familia Serpulidae, de las cuales *Bispira brunnea* es nuevo registro para el arrecife de Isla Verde y el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV). Este trabajo es el primero donde se evalúa la abundancia de los serpúlidos y sabélidos en el arrecife de isla Verde, Veracruz, México.

# INTRODUCCIÓN

## Golfo de México

El golfo de México es uno de los cuerpos de agua más productivos del mundo a nivel ecológico y económico. Conocido como el Mar de América o el Mediterráneo Americano (Caso *et al.*, 2005), baña las costas de tres países: Estados Unidos, México y Cuba. Sin embargo, los conocimientos y el manejo de este enorme ecosistema marino generalmente han sido aplicados de manera independiente por cada uno de los tres países a lo largo de la historia (Caso *et al.*, 2005).

El golfo de México es un mar tropical a subtropical, en algunos sitios es oligotrófico. La dinámica oceánica está determinada principalmente por la Corriente del Lazo, la que también influye sobre los movimientos de agua costeros. La fuerza del viento sobre la superficie del agua juega un papel importante en la dinámica de las aguas costeras y oceánicas. En el golfo existen dos sistemas de oleaje a lo largo del año, el primero generado por los vientos alisios durante la mayor parte del año, y el segundo por los nortes durante la temporada invernal. También es caracterizado por la influencia de grandes sistemas fluviales, que generan condiciones ambientales poco propicias para la biota marina arrecifal (Jordán-Dahlgren *et al.*, 2003; Caso *et al.*, 2005).

Actualmente existen severos cambios en la calidad del ambiente marino a escala local y mundial, las cuales afectan en diverso grado a las comunidades y arrecifes coralinos del golfo de México. Las causas del deterioro ambiental son múltiples pero en general se trata del efecto acumulado de impactos ambientales a



escala local, regional y global, que pueden ocasionar situaciones catastróficas (Jordán-Dahlgren *et al.*, 2003; Caso *et al.*, 2005).

Entre los factores naturales que afectan al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), se pueden señalar la presencia de fuertes vientos provenientes del norte que azotan la región por periodos de hasta seis meses, así como huracanes y tormentas ocasionales que, por su intensidad, se consideran destructivas; otro factor es la influencia de las descargas de los afluentes naturales localizados en las cercanías de la región, que acarrearán consigo una gran cantidad de sólidos (Anónimo, 1991).

El PNSAV, por su ubicación, sufre el influjo de descargas municipales, contaminación de tipo industrial debido a que los centros de desarrollo industrial descargan sus desechos líquidos a las diferentes cuencas hidrológicas que vierten sus aguas en el área de interés (Anónimo, 1991).

### **Arrecifes en el golfo de México**

Los arrecifes de coral son ecosistemas complejos con una gran diversidad biológica y una alta productividad. Son importantes económicamente por ser fuente de alimento, productos medicinales, son una fuente cultural de gran belleza natural, por lo que son de gran importancia turística. Sin embargo a partir de 1970, la gente alrededor del mundo tiene un mayor conocimiento sobre su degradación y pérdidas ecológicas y económicas del valioso hábitat marino. Los arrecifes de coral han sido degradados de manera alarmante en el golfo de México como en el resto del mundo (Tunell *et al.*, 2007).

Los arrecifes coralinos del golfo de México presentan un estado de deterioro variado ocasionado por el desarrollo urbano. Generalmente los arrecifes en el golfo de México que se encuentran costa afuera, están menos expuestos a presentar dicho deterioro por lo que se mantienen en mejores condiciones. Sin embargo los arrecifes que se encuentran cerca de las costas están expuestos al desarrollo urbano, ocasionando continuamente impactos ambientales (Tunell *et al.*, 2007).

Estructuralmente, los arrecifes coralinos del golfo de México, desde el banco de Campeche hasta los litorales veracruzanos, están bien desarrollados. Estas comunidades, que han formado los arrecifes del margen occidental del golfo de México (desde Antón Lizardo hasta Flower Gardens), operan como un sistema semicerrado en escalas de tiempo ecológicas, debido al relativo aislamiento del golfo, así como a la elevada influencia continental, que limitan el aporte larval. Por ello la comunicación entre los arrecifes del Caribe mexicano y la Sonda de Campeche está restringida por efecto de la barrera que se forma temporalmente (Caso *et al.*, 2005).

En términos generalizados la palabra arrecife describe una cresta, camellón o bloque de sustrato duro que se levanta hacia la superficie del mar. Su soporte puede ser de origen abiótico, de lecho rocoso, guijarros y arena, o en el caso de arrecifes creados por el hombre, de bloques de concretos, neumáticos u otros materiales desechables. También pueden estar contruidos biológicamente por el material esquelético de diversos organismos, fundamentalmente corales pétreos (Chiappone, 2001).

Entre las características de los arrecifes, podemos citar:

- 1) Presencia de una estructura rígida.
- 2) Abundancia de microestructuras esqueléticas y de otro tipo.
- 3) Un relieve topográfico positivo.
- 4) Componentes biológicos con altas tasas de reproducción.
- 5) Alta tasa de diversidad taxonómica, con varios grupos funcionales ecológicos.

Se han utilizado diversos criterios para clasificar los arrecifes coralinos: tamaño, profundidad y cercanía a tierra. Probablemente las mejores clasificaciones sean las basadas en la morfología. La división básica fue hecha por Darwin que clasifica a arrecifes coralinos en arrecifes frontales (también llamados de borde, orla o franja), de barrera y atolones, esta clasificación de las formas principales de los arrecifes se considera moderna (Chiappone, 2001).

Los arrecifes de borde se forman en áreas someras cercanas a la costa, tienen un área lagunar de poca extensión. Los arrecifes de barrera se encuentran en bancos oceánicos a cierta distancia de la tierra, y se caracterizan por tener, a veces, una laguna arrecifal trasera profunda. El sistema arrecifal más grande de barrera en el mundo es la Gran Barrera Arrecifal de Australia. En el Caribe existen varios arrecifes de barrera, siendo los mayores los que están frente a Quintana Roo y Belice (Chiappone, 2001).

En la actualidad hay un alto deterioro ambiental sobre los lechos marinos, resultado de los impactos locales, regionales y globales, que afectan en diverso

grado a las comunidades y arrecifes coralinos del golfo de México. Los arrecifes coralinos del sur del golfo de México están sujetos a diversos factores de estrés ambiental, tanto naturales como antropogénicos. Entre las amenazas naturales más frecuentes se encuentran los huracanes, frentes fríos invernales, afluencias de agua dulce, mareas rojas y muertes masivas de diferentes especies marinas (Tunell *et al.*, 2007), entre los factores antropogénicos se encuentran la sobrepesca, la contaminación del mar y las costas, el turismo, el desarrollo urbano e industrial y el tráfico marítimo, principalmente (Tello-Musi *et al.*, 2005).

En la actualidad, el polígono del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), presenta condiciones ambientales poco propicias para el desarrollo de la biota, debido a seis factores principales:

- 1) Se localiza frente a la ciudad y puerto de Veracruz, a la ciudad de Boca del Río y al poblado de Antón Lizardo, por lo que sufre el influjo de sus descargas municipales (Anónimo, 2007).
- 2) Presenta una contaminación de tipo industrial, debido a que los centros de desarrollo industrial descargan sus desechos líquidos y sólidos a las diferentes cuencas hidrológicas que vierten sus aguas en el golfo de México (Anónimo, 1991).
- 3) Al ubicarse cerca de un puerto industrial, presenta un impacto ambiental alto debido a los continuos derrames de hidrocarburos, asolvamientos de arrecifes por actividades de dragado, lavado de sentinas en las inmediaciones y disposición de desechos sólidos (Anónimo, 1991).

- 4) Está influenciado por los ríos La Antigua, Jamapa-Atoyac y Papaloapan mismos que en la época de lluvia aportan gran cantidad de sedimentos lo cual disminuye la penetración de la luz solar a estas comunidades (Spalding *et al.*, 2001).
- 5) En invierno, los frentes fríos del norte ocasionan una baja en la temperatura del agua, la cual llega a descender hasta los 16°C (Moreno-Viñals, 2007).
- 6) En el golfo de México, uno de los factores naturales de cambio es el oleaje producido por huracanes y tormentas tropicales en el verano e incluso por nortes huracanados en invierno. Este oleaje destructivo puede provocar cambios en la comunidad coralina de los arrecifes y evidentemente los ciclones de alta intensidad tienen un efecto mayor, incluso ciclones de baja categoría pueden provocar daños catastróficos si se desplazan alrededor de un sistema arrecifal. Jordán-Dahlgren y Rodríguez-Martínez (2003) propusieron que si ocurre un huracán que se encuentre entre las categorías 3 a 5 en escala Saffir-Simpson, el tiempo de recuperación es de 37.1 años para el litoral y las comunidades marinas asociadas a este (Jordán-Dahlgren *et al.*, 2003; Caso *et al.*, 2005).

### **Descripción de los poliquetos**

El Phylum Annelida Lamarck, 1809 está conformado por animales metaméricos que incluyen a las lombrices de tierra u oligoquetos, a las sanguijuelas o hirudíneos y a los poliquetos. Los oligoquetos e hirudíneos son esencialmente dulceacuícolas y terrestres, mientras que los poliquetos son marinos (Bastida-Zavala, 2003).

Los poliquetos (gr. *Poly*= muchas + *queta*= setas) constituyen la clase Polychaeta y es uno de los grupos de invertebrados más importante del bentos marino a nivel mundial, estos se encuentran presentes en todos los ambientes marinos y en todas las profundidades; a menudo, constituyen el grupo dominante de la fauna béntica, al menos en riqueza de especies y abundancia (Solís-Weiss, 1995).

Los poliquetos son organismos predominantemente marinos, con una historia evolutiva que data desde el periodo Cámbrico medio, aunque se encuentran fósiles conocidos desde el Ordovícico temprano. Se pueden encontrar desde zonas someras hasta grandes profundidades oceánicas. Su cuerpo consiste en un lóbulo cefálico o prostomio, con estructuras sensoriales como ojos, antenas y palpos; un cuerpo segmentado o metastomio el cual lleva los parapodios (apéndices laterales pares dispuestos a lo largo del cuerpo); y un extremo final o pigidio. La presencia de quetas constituye el carácter más conspicuo para el grupo (Báez y Ardila, 2003).

Salazar-Vallejo (1989) considera que México puede tener la mayor riqueza y endemismo de poliquetos en el mundo, gracias a su situación geográfica, la cual permite que sus costas reciban aguas tropicales, subtropicales y templadas, además de que sus extensos litorales y numerosas islas proveen sedimentos de gran variedad y diversidad geológica y ecológica.

Los miembros de la familia **Sabellidae** viven en tubos, se les denomina gusanos abanico o gusanos plumeros. Presentan una segmentación heterónoma,

el cuerpo está dividido en dos regiones. En el peristomio tienen una corona de tentáculos ramificados plumosos, que asoman al exterior del tubo y actúan en el intercambio gaseoso y en la alimentación de tipo ciliar suspensiva (Brusca y Brusca, 2005).

Los miembros de la familia **Serpulidae** viven en tubos calcáreos. La segmentación es heterónoma y el cuerpo está dividido en dos regiones. En el extremo anterior del cuerpo tienen una corona tentacular, además de un opérculo en forma de embudo, con el que pueden cerrar el tubo cuando se retraen en su interior (Brusca y Brusca, 2005).

### **Importancia de los poliquetos en el arrecife**

En particular los poliquetos pueden constituir hasta dos terceras partes de la macrofauna crítica en un arrecife, constituyendo uno de los grupos de mayor importancia y diversidad en sustratos duros y blandos (Grassle, 1973). Day (1967) considera que los poliquetos son de los grupos dominantes en los fondos suaves de todas las profundidades del mar.

En el golfo de México los poliquetos constituyen entre el 50 y 60% del total de la criptofauna (Ochoa-Rivera, 1996), son alimento para peces y algunos gasterópodos depredadores, juegan un papel importante utilizando grandes cantidades del mucus producido por los corales, reciclando el detritus y la materia orgánica atrapada en este. Asimismo, influyen notablemente en la bioerosión y el establecimiento de la epiflora en el arrecife (Solís-Weiss, 1995).

Debido a sus historias de vida y patrones de alimentación, los poliquetos modifican su entorno. En el caso del sustrato duro, la modificación es ocasionada por la formación de tubos calcáreos que transforman la tersura superficial, contribuyendo en algunos casos a la corrosión del sustrato metálico, por ejemplo en cascos de embarcaciones y postes de plataformas petroleras. También existen poliquetos que modifican los sustratos blandos al formar sus galerías, lo cual ocasiona cambios en las condiciones de oxigenación y consistencia del sedimento (Knox, 1977).

### **Problemática del estudio de los poliquetos**

A pesar de la importancia ecológica del grupo, la taxonomía en México ha sido uno de los principales problemas para llevar a cabo trabajos integrales sobre la ecología béntica (Salazar-Vallejo, 1989). Debido a dicha problemática y escasez de trabajos, en la década de los 80's surgió un grupo de poliquetólogos mexicanos que empezó a estudiar sus aspectos básicos como la sistemática, diversidad, distribución, abundancia, estructura de comunidades e interacciones en todas las costas del país.



## ANTECEDENTES

En México, las especies que comprenden la clase Polychaeta, desde un punto de vista general, han sido poco estudiadas, existiendo pocos trabajos sobre este grupo de organismos (Fernández-Álamo, 1983). Los primeros estudios fueron realizados por Rioja de 1945 a 1962 (de León-González, 2002), quien elaboró diversos trabajos sobre los poliquetos del Pacífico y golfo de México; en sus estudios, registró tres géneros, 39 especies y cuatro subespecies, los cuales quedaron ubicados en 17 familias.

El primer reporte de poliquetos, para la costa del Estado de Veracruz, se realizó en 1922 por Augener, quien registró a *Sabellastarte magnifica* (Shaw, 1800) y *Pomatoceros caeruleus* (Schmarda, 1861). Rioja (1958) en su trabajo anelidológico XXII, reunió algunos datos sobre los poliquetos del golfo de México y de otras localidades del litoral oriental de la República Mexicana y registró seis especies de la familia Sabellidae: *Branchiomma bairdi* (McIntosh, 1885), *B. nigromaculata* (Baird, 1865), *Hypsicomus elegans* (Webster, 1884), *Megalomma bioculatum* (Ehlers, 1887), *Sabella melanostigma* (Schmarda, 1861) y *Sabellastarte magnifica* (Shaw, 1800) y 14 especies de la familia Serpulidae: *Eupomatus dianthus* (Verrill, 1873), *E. protulicola* (Benedict, 1887), *E. sanctaecrucis* (Kroeyer y Mörch, 1863), *Hydroides crucigera* (Mörch, 1863), *H. mongeslopezi* (Rioja, 1958), *H. mucronata*, *H. parvus* (Treadwell, 1902), *Pomatoceros caeruleus* (Schmarda, 1861), *P. stellatus* (Abildgaard, 1789), *Salmacina dysteri incrustans* (Claparède, 1870), *Spirorbis (Dexiospira) corrugatus*

(Fauvel, 1927), *S. (D.) spirillum* (Linnaeus, 1758), *Spirobranchus giganteus* (Pallas, 1766), *Vermiliopsis annulata* (Schmarda, 1861) y *V. bermudensis* (Bush, 1907).

Posteriormente, Horta-Puga (1982), realizó un trabajo donde describe algunas especies de poliquetos para el arrecife de Isla Verde, Veracruz, México, en el cual registra 22 especies de las cuales cuatro corresponden a la familia Sabellidae: *Branchiomma nigromaculata*, *Panousea* sp., *Pseudobranchioma* sp. y *Sabellastarte magnifica*, y dos a la familia Serpulidae: *Pomatoceros caeruleus* y *Vermiliopsis bermudensis*. Quintana y Molina (1991), en un estudio sobre la ecología general de los arrecifes situados frente al Puerto de Veracruz, en el periodo comprendido entre 1985 y 1989, registra a *S. magnifica* y a *Spirobranchus giganteus*, las cuales ubicó sobre el coral *Diploria clivosa* (Ellis y Solander, 1786). Solís-Weiss (1996) registró 11 especies pertenecientes a la familia Sabellidae: *Chone americana* (Day, 1973), *C. dunerii* (Malmgren, 1867), *C. sp.*, *Demonax microphthalmus* (Verrill, 1873), *Fabricinuda trilobata* (Fitzhugh, 1983), *Megalomma bioculatum* (Ehlers, 1887), *M. cf. quadrioculatum* (Willey, 1905), *M. cf. vesiculosum* (Montagu, 1815), *Potamilla borelli*, *Pseudopotamilla reniformis* (Müller, 1771), *S. melanostigma* y cuatro especies de la familia Serpulidae: *Hydroides mongeslopezi*, *Pomatoceros americanus* (Day, 1973), *Pseudovermilia occidentalis* (Mcintosh, 1885) y *V. annulata*.

De León-González (2002), con su trabajo de poliquetos litorales de la región norte y centro del estado de Veracruz, registra nueve especies pertenecientes a la familia Sabellidae: *Branchiomma bairdi*, *B. nigromaculata*, *Chone infundibiliformis*

(Krøyer, 1856), *Hypsicomus phaeotenia* (Schmarda, 1861), *Megalomma* sp., *Novafabricia* sp., *Potamilla reniformis* (Bruguière, 1789), *Sabella melanostigma* (Schmarda, 1861) y *Sabellastarte magnifica* (Shaw, 1800), y 14 especies pertenecientes a la familia Serpulidae: *Hydroides dianthus* (Verrill, 1873), *H. dirampha* (Mörch, 1863), *H. gairacensis* (Augener, 1934), *H. microtis* (Mörch, 1863), *H. mucronata* (Rioja, 1858), *H. protulicola* (Benedict, 1887), *Hydroides* sp. 1, *Hydroides* sp. 2, *Pomatoleios caerulescens* (Augener, 1922), *Pseudovermilia occidentalis*, *Salmacina incrustans*, *Serpula* sp., *Spirobranchus giganteus* y *Vermiliopsis bermudensis*.

Tunell *et al.* (2007) registraron cuatro especies para el PNSAV pertenecientes a la familia Sabellidae: *Bispira melanostigma* (Schmarda, 1861), *B. nigromaculata* (Baird, 1865), *Megalomma lobiferum* (Ehlers, 1887) y *S. magnifica* y una especie perteneciente a la familia Serpulidae: *Spirobranchus giganteus*.

El conocimiento de los poliquetos en las costas mexicanas, a pesar de los esfuerzos que se han llevado a cabo, sigue siendo escaso. En el presente trabajo se trata de aportar datos para el conocimiento de la distribución y abundancia de especies de serpúlidos y sabélidos de la laguna arrecifal de Isla Verde, Veracruz.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Determinar la abundancia de las especies de poliquetos pertenecientes a las familias **Serpulidae** y **Sabellidae**, así como sus preferencias de hábitat según el sustrato en el que se encuentran en la laguna arrecifal de Isla Verde, Veracruz.

### Objetivos particulares.

- Determinar la abundancia de especies de serpúlidos y sabélidos en la laguna arrecifal de Isla Verde, Veracruz.
- Establecer el patrón de distribución espacial de cada especie dentro de tres biotopos de la laguna arrecifal de Isla Verde, Veracruz.
- Determinar el grado de similitud entre los tres biotopos muestreados y entre las dos temporadas (lluvias y secas) dentro de la laguna arrecifal de Isla Verde, Veracruz.

## ÁREA DE ESTUDIO

El Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) se ha desarrollado sobre restos bioclásticos calcáreos de material coralino que datan del Pleistoceno y es producto del descenso en el nivel del mar, debido a la última glaciación (Barba-Santos, 1998).

El SAV se encuentra entre las coordenadas geográficas 19°00'00" y 19°16'00" de latitud Norte y 95°45'00" y 96°12'00" de longitud Oeste en la porción central del Estado de Veracruz, se ubica frente a los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado (Arenas-Fuentes y Vargas-Hernández, 2007). Es un área natural protegida, con la categoría de Parque Nacional, con una superficie de 52,283 ha y está constituido por un conjunto de 23 arrecifes (Figura 1) que a su vez, se dividen geográficamente en dos subáreas (Diario Oficial, 1992).

Los arrecifes de la subárea norte, se localizan frente al Puerto de Veracruz, están ubicados por arriba de la isobata de los 40 m, representan menos de un tercio en extensión de los ubicados en la zona sur y están constituidos en general por arrecifes de menor extensión que son: Punta Gorda, Gallega, Galleguilla, Anegada de Adentro, La Blanquilla, Isla Verde, Bajo Padukan, Isla de Sacrificios, Pájaros, Hornos e Ingeniero (Arenas-Fuentes *et al.*, 2007). La segunda subárea se ubica frente a Punta Antón Lizardo, a unos 20 km al suroeste del Puerto de Veracruz, todos se encuentran por arriba de la isobata de los 50 m y está

constituida por los arrecifes Giote, Polo, Blanca, Punta Coyol, Chopas, Enmedio, Cabezo, el Rizo, Santiaguillo, Anegada de Afuera, Anegadilla y Topetillo (Arenas-Fuentes *et al.*, 2007). El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) es considerado como el sistema arrecifal más extenso en el golfo de México (Tello-Musi *et al.*, 2005), enlaza al noroeste con el Sistema Arrecifal Veracruzano Norte, está situado enfrente de la Laguna de Tamiahua y Tuxpan, que está compuesto por los arrecifes: Blanquilla, Medio, Isla de Lobos, Tanguijo, Enmedio y Tuxpan (Anónimo, 1980) y hacia el este con los arrecifes de Campeche y Yucatán (Gutiérrez *et al.*, 1993).

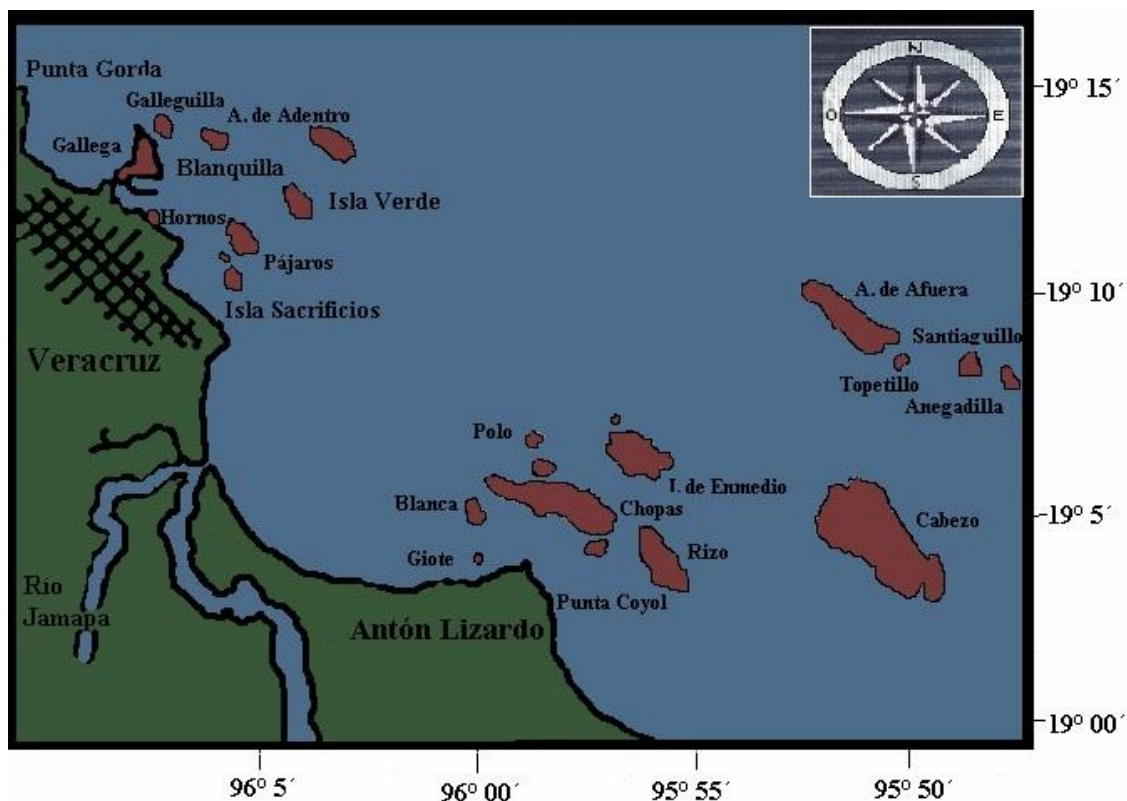


Figura 1. Toponomía y distribución de los arrecifes que conforman el Sistema Arrecifal Veracruzano.

El arrecife de Isla Verde se encuentra localizado frente al puerto de Veracruz, entre los 19°11'54"N y los 96°04'06"O, tomando como referencia la baliza de la isla, a 4.8 Km del Puerto de Veracruz (Hernández-Aguilera *et al.*, 2005), se levanta dentro de la isobata de los 20 m (Anónimo, 1997). En el arrecife se distinguen cuatro zonas geomorfológicas: planicie arrecifal, cresta arrecifal, talud de barlovento y talud de sotavento. La planicie arrecifal es una meseta plana en la parte superior limitada en su crecimiento vertical por el régimen de mareas, con profundidades someras (1-1.6m) (Vargas-Hernández *et al.*, 2005) tiene un área de 55 ha con un cayo emergido en la parte sureste, la cual tiene alrededor de 300 m de longitud y 170 m en su parte más ancha y, aproximadamente 8 m de altura. El sustrato del cayo está formado por arena blanca con gran abundancia de trozos de coral y conchas (Lot-Helgueras, 1971).

La barrera coralina que rodea a la laguna interior se estrecha en la porción oriental en forma de una boca de casi 50 m enfrente de la cual, hacia la laguna, se localiza una fosa de 10 m de profundidad (Heilprin, 1980). La posición de esta entrada tiene importancia en la distribución de las comunidades del arrecife, debido a que se establece una corriente que va de la zona oceánica hacia la laguna por medio de canales en dirección noreste-suroeste paralela a las curvas del fondo y a las crestas de las olas dominantes (Heilprin, 1980), esta determina la ausencia de pastos marinos en dichos canales que forman los parches de ceibadales (Arenas-Fuentes *et al.*, 2007).

Dentro de la planicie, existe una zonificación bien marcada donde se observa a partir de la línea de playa de la isla: áreas de arena, parches de algas, pastos

marinos, zonas de coral vivo y de esqueletos de coral (observaciones de campo). Según Tello-Musi (2000), la arena ocupa el 41 % (22.6 ha) de la superficie total, seguido por las algas y pastos marinos con el 36 % (20.17 ha), el coral muerto con el 16 % (9.02 ha), el coral vivo 4 % (2.26 ha) y algunos grupos de invertebrados 2 % (0.94 ha).

La cresta arrecifal está bien desarrollada hacia el sur, sureste, este y norte de la planicie, quedando al descubierto durante la bajamar; en el noroeste, la pendiente hacia el talud es suave, por lo que no existen límites bien definidos entre el talud y la plataforma; los taludes de barlovento y de sotavento caen desde la cresta arrecifal a profundidades de 27 m (Tello-Musi, 2000); en el este, la barrera coralina se interrumpe, constituyendo una boca de aproximadamente 50 m de ancho donde se localiza una fosa de 10 m de profundidad (Fig. 2), lugar en el cual se establece una corriente de la zona oceánica hacia la laguna arrecifal (Vargas-Hernández *et al.* 1993).





Figura 2.- Fotografía aérea del arrecife de Isla Verde, Veracruz (tomado de National Geographic).

La pendiente en el lado barlovento es muy suave; Isla Verde cuenta con una de las extensiones más largas en su pendiente con 260 m y una profundidad máxima de 27 m. En el sotavento la profundidad máxima alcanzada es de 15 m a una distancia de 108 m.

Los datos climáticos del Centro de Previsión del golfo en Veracruz, de la Comisión Nacional del Agua, determina al clima de la zona de estudio como tipo  $Aw^{2(w)(i)}$  tropical subhúmedo con lluvias en verano y sequía intraestival y temperatura media anual mayor a los 18°C (García, 1973). Veracruz cuenta con dos épocas climáticas al año, la de nortes que es de septiembre a abril y la de lluvias de mayo a agosto (Arenas-Fuentes *et al.*, 2007).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Con el propósito de reconocer el tamaño de área, la distribución de hábitats, la profundidad, y la riqueza de especies, se realizó un muestreo preliminar los días 19 y 20 de septiembre de 2008, donde se recolectaron, analizaron e identificaron organismos localizados a simple vista, en los diferentes hábitats.

Posteriormente, se realizaron dos muestreos, uno en marzo de 2009 (secas) y otro en octubre de 2009 (lluvias). En cada uno de los biotopos de *Thalassia*, arena y coral se realizaron dos transectos de 25 m en cada una de las temporadas (Tabla 1, Figura 3).

Tabla 1. Ubicación de las coordenadas de cada uno de los transectos por biotopos del muestreo.

BIOTOPO	TRANSECTO	INICIO	FINAL
<i>Thalassia sp.</i>	1	19°11'59.1''N 96°4'3.3''O	19°11'59.4''N 96°4'4.2''O
	2	19°11'59.3''N 96°4'32''O	19°11'59.5''N 96°4'4.2''O
Arena	1	19°12'7.3''N 96°4'2.5''O	19°12'7.9''N 96°4'1.5''O
	2	19°12'7.4''N 96°4'4.2''O	19°12'7.8''N 96°4'1.6''O
Coral	1	19°12'7''N 96°3'52.3''O	19°12'7.1''N 96°3'53.1''O
	2	19°12'7.3''N 96°3'52.3''O	19°12'7.4''N 96°3'51.3''O

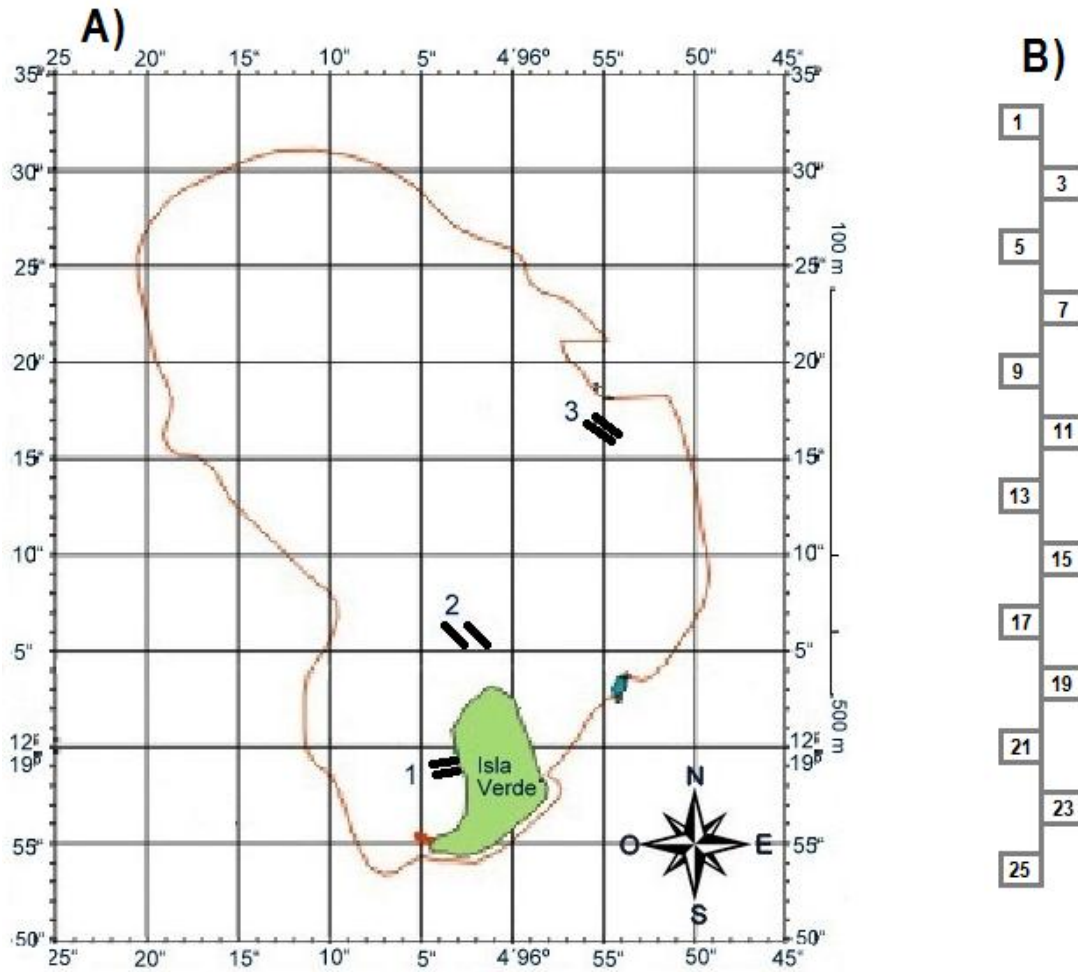


Figura 3. A) Mapa del arrecife de Isla Verde, donde se muestran los transectos colocados en las tres zonas diferentes: *Thalassia* (1), arena (2) y coral (3). B) Transecto de 25 m con los cuadrantes muestreados.

Cada transecto fue dividido en cuadrantes de 1 m X 1 m, el muestreo se realizó de manera alternada (13 cuadrantes) teniendo un total de 78 cuadrantes por muestreo, y 26 cuadrantes por biotopo (Figura 3, B).

La determinación de cada espécimen a nivel de especie se realizó *in situ* con ayuda de una guía que fue elaborada con los organismos recolectados previamente en el muestreo prospectivo, con el fin de disminuir la recolecta de organismos durante las observaciones sistemáticas. La guía consta de fotografías cromáticas de un espécimen por especie, con una diagnosis de sus principales características utilizadas para su identificación.

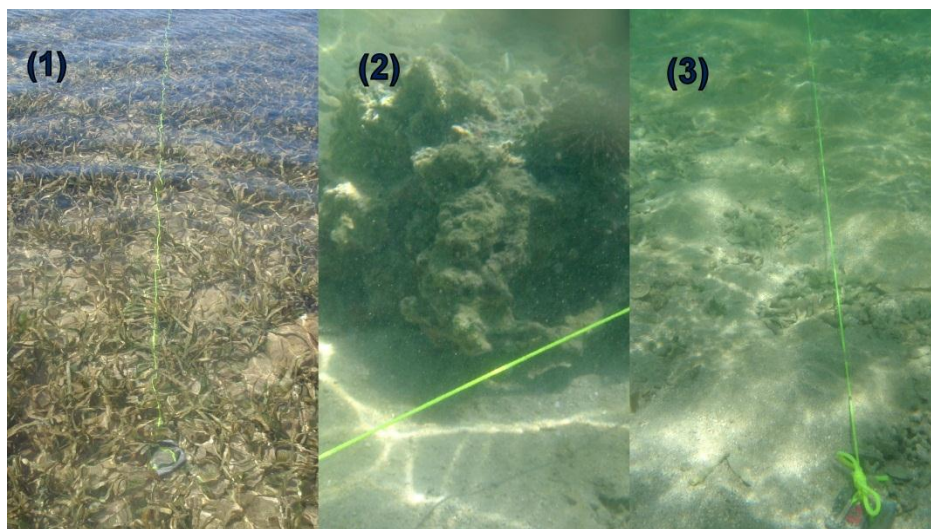


Figura 4. Colocación de un transecto y la intersección con los biotopos muestreados: 1) *Thalassia*, 2) arena, 3) coral.

Las recolectas del muestreo prospectivo se realizaron manualmente removiendo trozos de coral muerto, en el cual se ubicaron especímenes de poliquetos, y con la ayuda de un martillo y cincel se desprendieron los pedazos del esqueleto de coral en la zona. Una vez extraído el trozo de esqueleto, se dejó reposando con agua de mar a la cual se le agregó de manera gradual agua dulce

de la llave, con la finalidad de que el poliqueto se relajara y extendiera mediante choque osmótico.

La fijación de ejemplares se efectuó con formol al 10%. Posteriormente, se lavaron y conservaron en alcohol al 70%, se catalogaron y etiquetaron con los siguientes datos: nombre científico, localidad, sustrato, profundidad, recolector, determinador y fecha. Posteriormente fueron depositados en la colección biológica de Estudio y Conservación de la Naturaleza, A.C. ubicada en el Distrito Federal, México.

La determinación taxonómica se llevó a cabo en el laboratorio bajo microscopio (óptico y estereoscópico). Para ubicar a los organismos a nivel de género y especie se disectaron parapodios, probóscide y setas.

Posteriormente, se llevó a cabo una revisión bibliográfica con la finalidad de realizar una lista de especies de serpúlidos y sabélidos que se encuentran registradas para los arrecifes pertenecientes al PNSAV.

Para el análisis estadístico se usó el índice de Sørensen ( $C_s$ ) para medir la similitud entre la composición de especies de dos sitios utilizando la fórmula:

$$c_s = \frac{2ab}{a+b}$$

En donde: **a** = número de especies encontradas en el sitio A

**b** = número de especies encontradas en el sitio B

**ab** = número de especies compartidas entre los dos sitios

Con el objeto de determinar las relaciones de las especies serpúlidos y sabélidos y su relación con los biotopos se utilizaron métodos multivariados de clasificación divisivo, politético a través de un análisis de especies indicadoras de dos vías (TWINSPAN), ya que clasifica al mismo tiempo las muestras (puntos de muestreo) y los atributos (abundancias), se utilizó el índice de similitud de Sørensen y el método de Ward por medio del programa PC\_ORD 5.10 (McCune y Mefford, 2006) con los datos de abundancia de las especies en cada una de los biotopos y para las dos estaciones.

Para determinar la distribución de la riqueza y abundancia de las especies, entre lluvias y secas, y entre los tres biotopos estudiados, se realizó una prueba de  $X^2$  y se ajustaron los residuos a través de una prueba de Haberman (Haberman, 1973).

## RESULTADOS

En el arrecife de Isla Verde se observaron un total de 518 individuos agrupados en cinco especies los cuales pertenecen a dos familias: Sabellidae y Serpulidae del Phylum Annelida, Clase Polychaeta y Orden Sabellida (Tabla 2). Estos organismos fueron recolectados en aguas someras de 0.45 a 1.20 m de profundidad dentro de los tres biotopos que se encontraron en el arrecife.

Tabla 2. Abundancia total por biotopo de cada una de las especies para ambas temporadas.

	<i>Thalassia</i>	<i>Arena</i>	<i>Coral</i>	<b>Total %</b>
<i>Bispira brunnea</i>	0	6	2	1.54
<i>Sabellastarte magnifica</i>	255	1	23	53.86
<i>Pomatostegus stellatus</i>	4	12	22	7.33
<i>Spirobranchus sp.</i>	0	11	0	2.12
<i>Spirobranchus giganteus</i>	2	146	34	35.13

## Época de secas

En la temporada de secas se encontraron 209 individuos (40.34%) que pertenecen a las cinco especies identificadas, dos de la familia Sabellidae (*Bispira brunnea* y *Sabellastarte magnifica*) y tres de la familia Serpulidae (*Spirobranchus giganteus*, *Spirobranchus sp.* y *Pomastostegus stellatus*) (Tabla 2 y Figura 5).

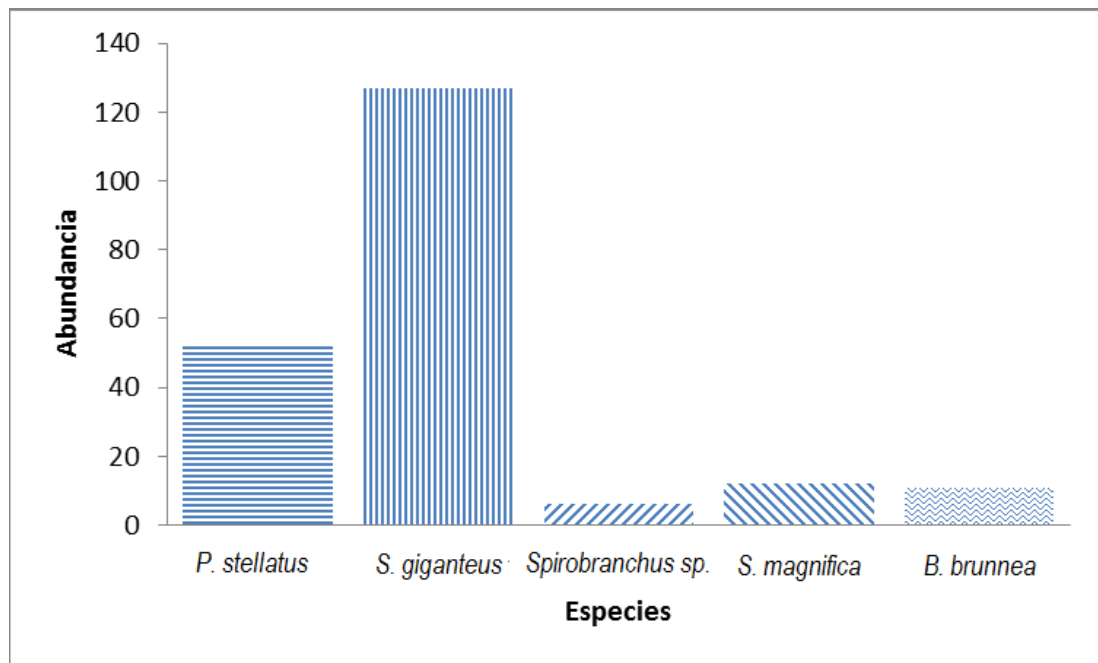


Figura 5. Número de individuos registrados para cada una de las especies durante la temporada secas.



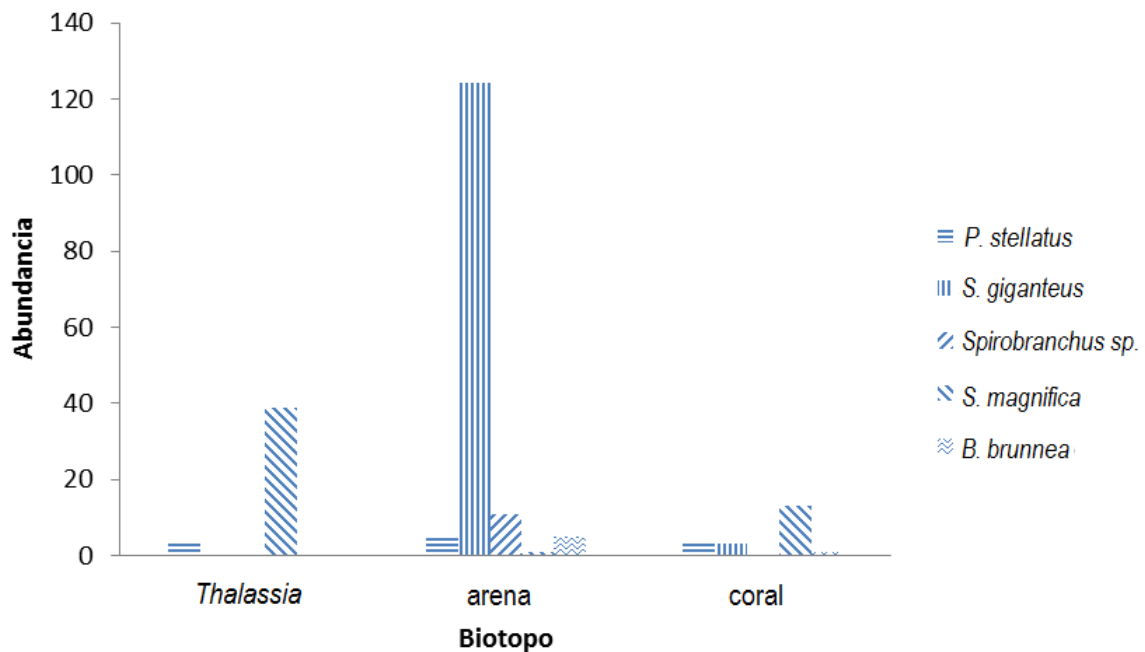


Figura 6. Abundancia y riqueza de especies por biotopo en secas.

En la figura 6 se muestra la riqueza específica, de cada uno de los biotopos de las cinco especies identificadas, en la temporada de secas, de las cuales *Spirobranchus giganteus* fue la más abundante en el biotopo arena al presentar 124 individuos de los 127 registrados en este muestreo, siguiendo *Sabellastarte magnifica* con 39 individuos en el biotopo *Thalassia* de los 53 individuos registrados, al igual que *Pomatostegus stellatus* con 12 individuos registrados en total se encontraron distribuidas en todos los biotopos. Mientras que *Spirobranchus sp.* (11 individuos) y *Bispira brunnea* (seis individuos) fueron los de menor abundancia en el muestreo. El biotopo de arena fue el de mayor riqueza al presentar las cinco especies registradas durante la temporada de secas.





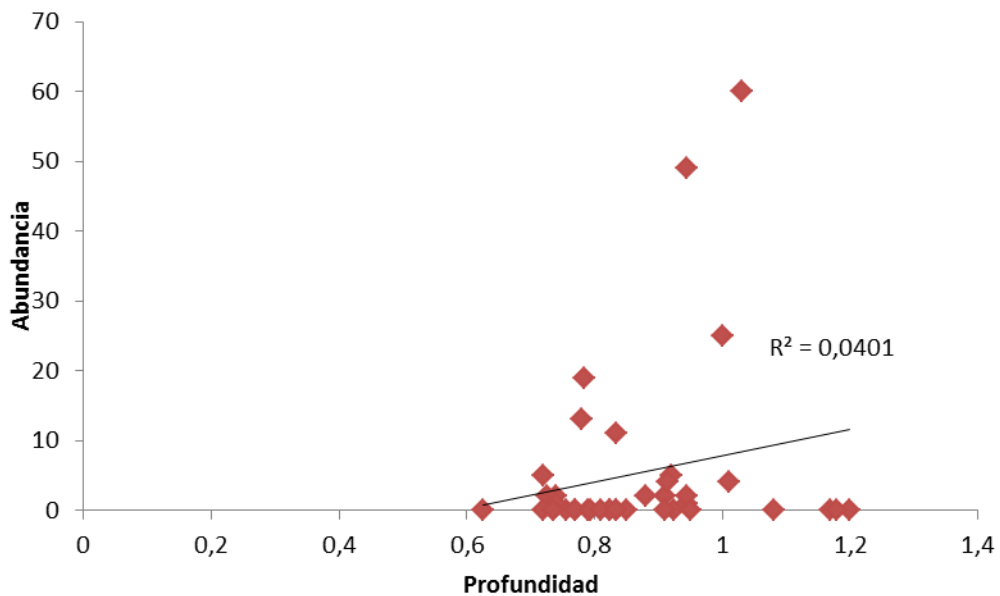


Figura 9. Correlación entre la profundidad y la abundancia para la temporada de secas.

### Época de lluvias

En la temporada de lluvias se observaron 309 individuos (59.66%), en cuatro especies, dos de la familia Sabellidae (*Bispira brunnea* y *Sabellastarte magnifica*) y dos de la familia Serpulidae (*Spirobranchus giganteus* y *Pomatostegus stellatus*) (Figura 10).

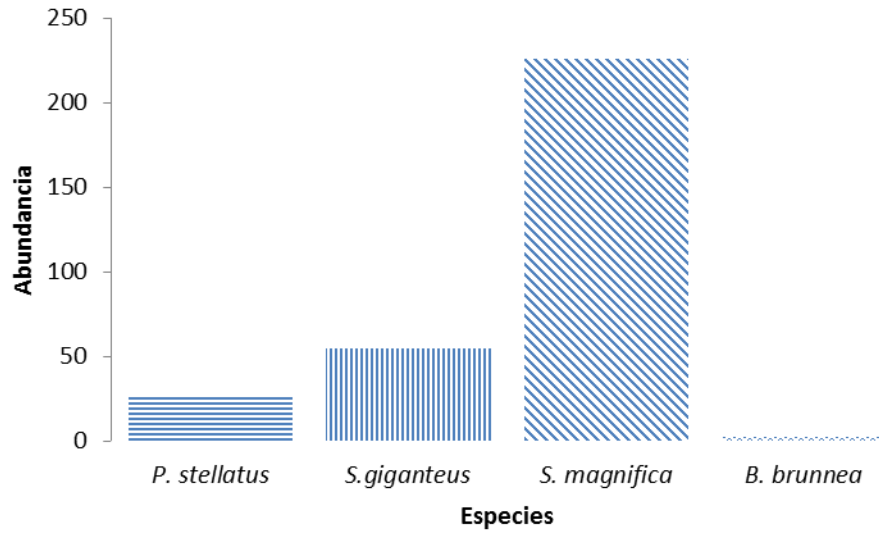


Figura 10. Abundancia durante la temporada de lluvias.

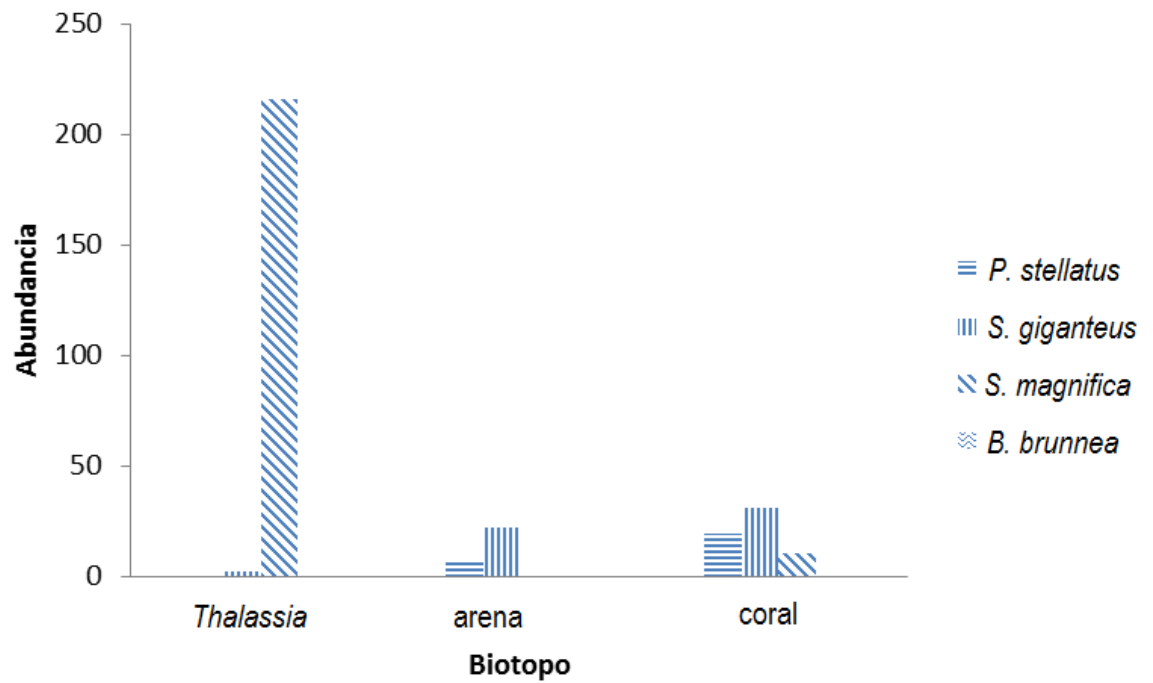


Figura 11. Abundancia y riqueza por biotopo en la temporada de lluvias.

En la temporada de lluvias *Sabellastarte magnifica* fue la especie más abundante con 226 individuos, de los cuales 216 se encontraron en el biotopo *Thalassia* y diez individuos en el biotopo de coral; *Spirobranchus giganteus* presentó 55 individuos, 31 individuos en el biotopo coral y 22 en arena y dos en *Thalassia*; *Pomatostegus stellatus* presentó 26 individuos, 19 en coral mixto y siete en el biotopo arena. *Bispira brunnea* estuvo presente con dos individuos (Figura 12).

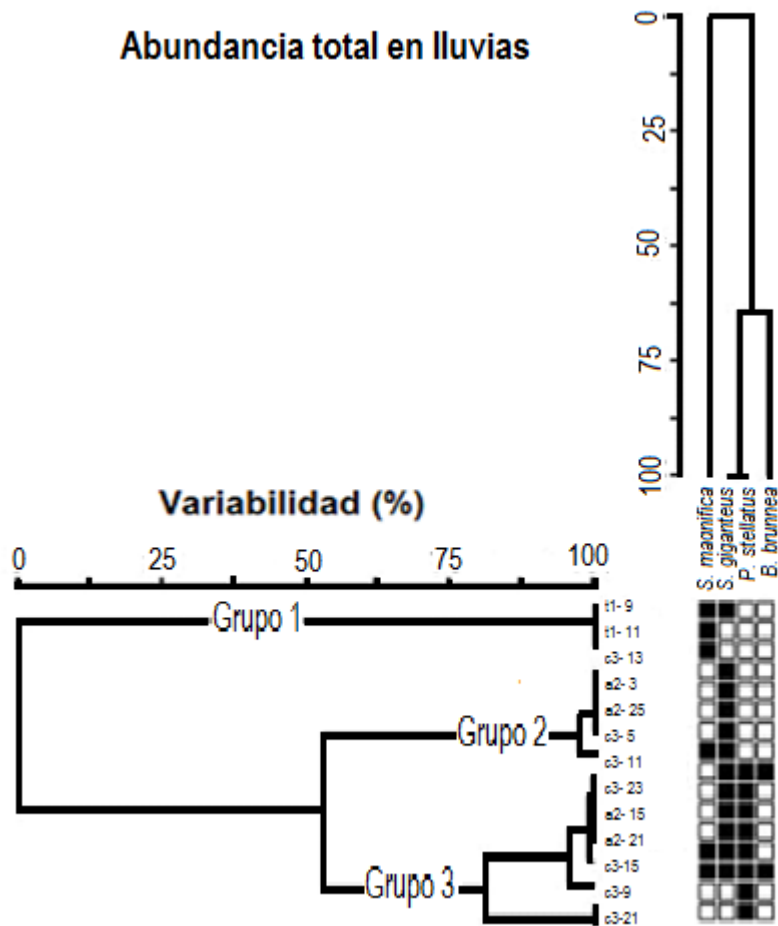


Figura 12. Clasificación de las especies en la temporada de lluvias.



biotopos, que en esta temporada fueron menos abundantes y presentan una mayor profundidad (Figuras 13 y 14).

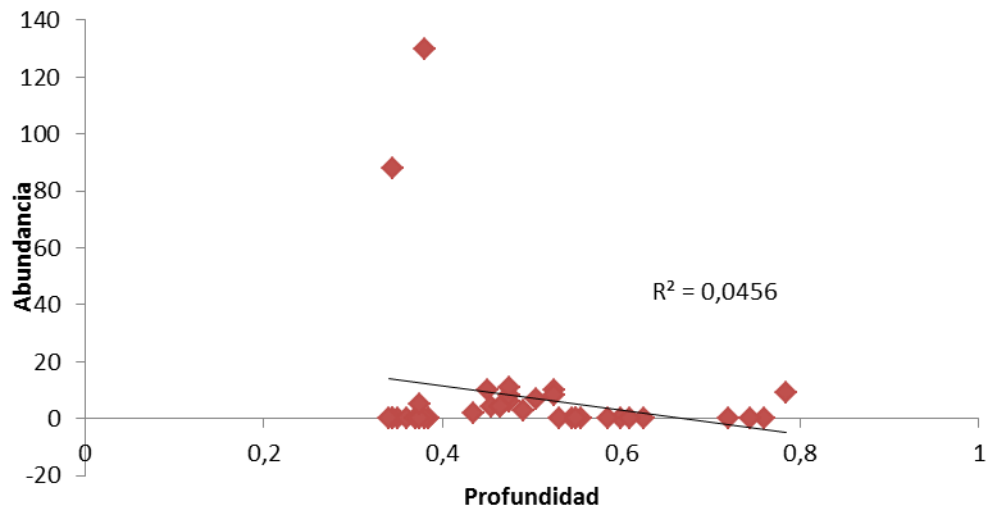


Figura 14. Relación entre la profundidad y la abundancia para la temporada de lluvias.

De acuerdo al índice de similitud de Sørensen los biotopos más parecidos entre si fueron coral y arena (0.571%); seguidos de *Thalassia* y coral (0.428%), por último el de *Thalassia* – arena (0.375%) (Tabla 3).



Tabla 3. Índice de Sørensen para los diferentes biotopos estudiados en Isla Verde

<b>Biotopo</b>	<b>coral</b>	<b>Arena</b>	<b><i>Thalassia</i></b>
Coral	0	0.571	0.428
Arena	0	0	0.375
<i>Thalassia</i>	0	0	0

Cabe enfatizar que en este trabajo se registra por primera vez a *Bispira brunnea* en el sistema arrecifal veracruzano.

El análisis entre temporadas, a través de la prueba de  $X^2$  mostró diferencias significativas para los diferentes biotopos:  $X^2= 204,467992$ ,  $gl= 2$ ,  $p< 0.00001$ . De acuerdo a los residuos ajustados de Haberman, las diferencias entre los biotopos fue determinada por sus abundancias, sin embargo, la relación con la riqueza no fue significativa para este análisis entre temporadas y entre biotopos:  $X^2= 0.3030303$ ,  $gl= 4$ ,  $p< 0.00001$ .

## DISCUSIÓN

En México los estudios de distribución y abundancia de los poliquetos son escasos y las áreas contempladas son pequeñas. La mayoría registra solo la composición taxonómica de este grupo y carecen de ilustraciones para que se pueda corroborar su identidad. La taxonomía de los poliquetos es muy confusa por ser un grupo muy complejo, la mayoría de los trabajos se encuentran en proceso o bien, no se publica el trabajo completo (Solís-Weiss, 1996).

Hubbard (1992) menciona que la investigación taxonómica de los poliquetos no se puede llevar a cabo con la misma intensidad, ni al mismo tiempo, en las diferentes partes del mundo lo cual, causa una gran dificultad referente a la taxonomía de los diferentes trabajos reportados para PNSAV de este grupo de organismos.

Los trabajos previos de poliquetos para el PNSAV registran un total de 35 especies de serpúlidos y sabélidos para todo el complejo de islas. En este estudio se encontraron cinco especies de las 17 registradas para Isla Verde. Para la familia **Sabellidae** se tienen registradas ocho especies en siete trabajos, de las cuales *S. magnifica* es la de mayor presencia al ser registrada en cinco trabajos (Ver apéndice 1).

Cabe mencionar que en caso de *Sabellastarte magnifica* se ha registrado en 19 arrecifes pertenecientes al PNSAV, en los arrecifes en los que no se encuentra registrada son Topatillo, Bajo Paducah, Gallega y Punta Coyol. *Bispira brunnea* no se encuentra registrada para Veracruz; sin embargo. Tovar-Hernández

(2007) registró la variedad bandeada en el Sur de Quintana Roo y Fauchald *et al.* (2009) la registraron para el Caribe y el golfo de México.

En el caso de los serpúlidos se tienen registradas nueve especies en seis trabajos en los cuales *Spirobranchus giganteus* se encuentra registrada para 19 arrecifes pertenecientes al PNSAV, los arrecifes en los que no está registrada son Topatillo, Bajo Paducah, Gallega y Punta Coyol. En este trabajo fue la especie con mayor abundancia y se encontró representada en los tres biotopos. Sin embargo, cabe mencionar que esta especie ha tenido problemas en su determinación ya que se ha confundido con otras especies pertenecientes al género *Spirobranchus* (Fauchald *et al.*, 2009).

Esto puede justificarse porque evidentemente en los trabajos de la estructura de una comunidad nunca van a estar representadas el total de las especies, este trabajo es el primer estudio ecológico en el cual se determina la riqueza y abundancia relacionada con el tipo de sustrato o biotopo, donde se establecen cada una de las especies de **Sabellidae** y de **Serpulidae**, por lo que se debería hacer más estudios dentro del área determinando la abundancia de especies para tener un mejor registro de las mismas y relacionarlas con su ciclo de vida.

*Spirobranchus giganteus* (segunda especie más abundante en el arrecife de Isla Verde) se encontró en los tres biotopos para las dos temporadas, aunque en la temporada de lluvias su abundancia disminuyó considerablemente. Cabe resaltar que en la temporada de lluvias se registró una menor riqueza y

abundancia de especies de poliquetos en comparación con la temporada de secas, esto también puede estar relacionado a las mareas que se presentan en el arrecife de Isla Verde.

La especie *Bispira brunnea* se encuentra registrada para el Caribe y el golfo de México (Fauchald *et al.*, 2009); sin embargo, no se tienen registradas para el PNSAV, por lo que este trabajo contribuye con estos nuevos registros para el arrecife de Isla Verde y el PNSAV.

## CONCLUSIÓN

En el presente trabajo se registraron dos especies de la familia Sabellidae y tres de la familia Serpulidae, de las cuales *Bispira brunnea* es nuevo registro para el arrecife de Isla Verde y el PNSAV.

La especie más abundante en el arrecife de Isla Verde fue *Sabellastarte magnifica*, perteneciente a la familia Sabellidae, la cual se registró en las dos temporadas y en los tres biotopos.

El biotopo arena presentó una mayor riqueza al registrar las cinco especies, este biotopo comparte una gran similitud con el de coral mixto, siendo el de *Thalassia* el de menor similitud.

Este trabajo es el primero que evalúa la abundancia de los serpúlidos y sabélidos en el arrecife de Isla Verde.

## LITERATURA CITADA

Anónimo. 2007. Proceso de ordenamiento ecológico marino y regional del golfo de México y Mar Caribe, Región Costero-Terrestre y Marina, fase de caracterización. SEMARNAT, INE y UAT, 801 pp.

Anónimo. 1980. Carta S.M. 810 Tampico a Punta del Morro, escala 1:250,000. Dirección General de Investigación y Desarrollo, Secretaría de Marina, 3a ed., revisada en mayo de 2002.

Anónimo. 1997. Carta S.M. 821.3 Veracruz y proximidades, escala 1:25,000. Dirección General de Investigación y Desarrollo, Secretaría de Marina, 2a ed., revisada en marzo de 2005.

Arenas-Fuentes, V. y Cruz, S. 2009. Monitoreo de contaminantes en el Área Natural Protegida Sistema Veracruzano, golfo de México. Centro de ecología y pesquerías. Universidad Veracruzana, ([www.ine.gob.mx/sqre/eventos/descargas/sqre/fc\\_monitoreo\\_arrecifal.pdf](http://www.ine.gob.mx/sqre/eventos/descargas/sqre/fc_monitoreo_arrecifal.pdf) /enero de 2010).

Arenas-Fuentes, V. y Vargas-Hernández J.M. 2007. Caracterización macrobéntica arrecifal. Programa de desarrollo sustentable y diagnóstico ambiental del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Subprograma de diagnóstico básico de la condición actual de los arrecifes del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Reporte interno, Centro de Ecología y Pesquerías, Universidad Veracruzana. 54 pp.

Báez, D. y Ardila, N. 2003. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) del Mar Caribe colombiano. *Biota Colombiana*, 4:89-109.

Barbara-Santos, G. 1998. Estructura poblacional de *Diploria* spp. (Cnidaria, Anthozoa, Scleractinia) en La planicie del arrecife Isla Verde, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 88 pp.

Bastida-Zavala R. 2003. El mar y los poliquetos. La Jornada, suplemento La Jornada Ecológica, 27 de octubre, enlace: [www.jornada.unam.mx/2003/10/27/eco-polique.html](http://www.jornada.unam.mx/2003/10/27/eco-polique.html)

- Bastida-Zavala, R. y Salazar-Vallejo, S. 2000. Serpúlidos (Polychaeta: Serpulidae) del Caribe noroccidental con claves para la región del Gran Caribe: *Salmacina*, *Ficopomatus*, *Pomatoceros*, *Pomatostegus*, *Protula*, *Pseudovermilia*, *Spirobranchus* y *Vermiliopsis*. *Revista de Biología Tropical*, 48:807–840.
- Brusca, R.C. 1980. Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California. The University of Arizona Press, Tucson. 77-123 pp.
- Brusca, R. y Brusca, G. 2005. Invertebrados. España. McGraw Hill. 1005 pp.
- Carricart-Ganivet, J. P. y Horta-Puga, G. 1993. Arrecifes de Coral en México. Pp. 81-92 *In*: Salazar-Vallejo S. y N. E. González. Biodiversidad Marina y Costera de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad y Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México. 865 pp.
- Carricart-Ganivet, J.P., Horta-Puga, M., Ruiz-Zárata, A. y Ruiz-Zárata, E. 1994. Tasas retrospectivas de crecimiento del coral hermatípico *Montastrea annularis* (Scleractinia: Faviidae) en arrecifes al sur del golfo de México. *Biología Tropical*, 42:515-521.
- Caso, M., Pisanty, I. y Ezcurra, E. 2005. Diagnóstico ambiental del golfo de México. Instituto Nacional de Ecología. México. 627 pp.
- Cathalac. 2010. El niño 2009 – 2010: Impactos y consecuencias para Latinoamérica. [www.cathalac.org/El-Niño/](http://www.cathalac.org/El-Niño/)
- Chiapone, M. 2001. Estudio del Parque Nacional del Este, República Dominicana. Conservación de Arrecifes Coralinos en Áreas Marinas protegidas. The Nature Conservancy. Virginia, USA. 120 pp.
- Day, J. 1967. A Monograph on the Polychaeta of Southern Africa. The British Museum (Natural History). 656:38-878
- De León-González, J.A. 2002. Poliquetos litorales de la región y centro del estado de Veracruz. Informe final del proyecto S035. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- De León-González J.A, R. Bastida-Zavala, L. Carrera-Parra, A. Peña-Rivera, S. Salazar-Vallejo & V. Solís-Weiss. 2009. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y América Tropical. Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 731 pp.

- Diario Oficial de la Federación.1992. Decreto por el que se declara área natural protegida con el caracter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada frente a las costas de los Municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del estado de Veracruz Llave, con superficie de 52,238-91-50 hectáreas. Secretaría de Desarrollo Social, Diario Oficial de la Federación, 24 de agosto de 1992, Tomo CDLXVII (16): 6-15.
- Fauchald, K., A. Granados-Barba y V. Solís-Weiss, 2009. Polychaeta (Annelida) of the Gulf of Mexico. Capitulo 37. *In*: Felder, D.F. y D.K. Camp. Gulf of Mexico -Its Origins, Waters and Biota-. Vol. Biota. Texas A&M University Press, College Station, Texas. 1312 pp.
- Felder D- & Camp D. 2009. Gulf of Mexico origin, waters, and biota. Texas A&M University press. EUA. 1312 pp.
- Fernández-Alamo M.A. 1983. Los poliquetos pelágicos (ANNELIDA-POLYCHAETA) del Pacifico Tropical Oriental: Sistemática y zoogeografía. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, Distrito Federal. 200 pp.
- García E. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, México, Distrito Federal. 246 pp.
- Granados-Barba, A. 1994. Estudio sistemático de los anélidos poliquetos de la región de plataformas petroleras del Sur del golfo de México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, Distrito Federal. 287 pp.
- Grassle, J.F., 1973. Varietyin Coral reef communities. *Biology and Geology of Coral Reefs*. 2:247-270.
- González-Ferrer, S. 2004. Corales pétreos jardines sumergidos de Cuba. Academia. La Habana, Cuba. Pp. 318
- González-Navarro, E.A. 1974. Estudio monográfico de algunos peces del arrecife de Isla Verde, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, Distrito Federal. 76 pp.
- Gutiérrez, D., C. García Sáez, M. Lara y C. Padilla. 1993. "Comparación de arrecifes coralinos: Veracruz y Quintana Roo". *In*:. Salazar-Vallejo, S.I y González N.E. (comps.). *Biodiversidad marina y costera de México*. conabio-ciqro, Pp. 787-806.



- Haberman, S.J., 1973. Log-linear models for frequency data: sufficient statistic and likelihood equations. *Annals of Statistics* 1, 617-632.
- Heilprin, A. 1890. The corals and coral reefs of the western waters of the Gulf of Mexico. *Proc. Aced. Next. Sci. Philadelphia* 42:303-316
- Hernández-Aguilera, J.L., Toral-Almazán R.E., Ruiz-Nuño J.A. y Arenas-Fuentes V.2005. Biodiversidad y estructura de la biota del Arrecife de Isla Verde, Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. *In: XVIII Congreso Nacional de Zoología, Universidad Autónoma de Nuevo León, 4-7 de octubre de 2005.*
- Hernández-Aguilera, J. L., R. E. Toral-Almazán, M. A. Orozco-Colunga y Virgilio E. Arenas-Fuentes.2010. Inventario y monitoreo de la biodiversidad de los arrecifes coralinos del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, arrecifes Isla Verde y Hornos. Informe al permiso de Pesca de Fomento No. DGOPA/09397.040909.3012. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México y Estudio y Conservación de la Naturaleza, A. C. 36 pp.
- Hernández-Alcántara P., Tovar-Hernández M. y Solis-Weiss V. 2008. Los poliquetos (Annelida: Polychaeta) descritos en el Pacífico mexicano: revisión histórica y lista faunística actualizada. *Latin American Journal Aquatic* 36:37-61
- Horta-Puga, G. J. 1982. Descripción de algunas especies de poliquetos bentónicos de Isla Verde, Veracruz. Tesis de Licenciatura F.E.S Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 142 pp.
- Hubbard, B.A, 1992. Polychaete identification workshop. Diciembre, 1992, 46 pp.
- Hunte, W., Conlin, B.E. y Marsden, J.R. 1990. Habitat selection in the tropical polychaete *Spirobranchus giganteus*, 1. Distribution on corals. *Marine Biology*. 104:87-92
- Jordán-Dahlgren, E. y Rodríguez-Martínez, R. 2003. The Atlantic coral reefs of México. *Latin American Coral Reefs*. Elsevier. 508 pp.
- Knight-Jones, P. y Fordy, M. 1979. Setal structure, functions and interrelationships in Spirobidae (Polychaeta, Sedentaria). *Zoologica Scripta* 8:119-13
- Knox, G. A., 1977. The role of polychaetes in benthic softbottom communities. In: Reish, D. J. y K. Fauchald (eds.). *Essays on the Polychaetus Annelids on the memory of Dr. Olga Hartman*. Allan Hancock found., L. A. Pp: 457-604.

- Lot-Helgueras, A. 1971. Estudios sobre fanerógamas marinas en las cercanías de Veracruz, Veracruz. *Anales del Instituto de Biología*. UNAM. México. 1:1-48
- Marsden, J.R., Conlin, B.E. y Hunte, W. 1990. Habitat selection in the tropical polychaete *Spirobranchus giganteus*, 2. Larval preference for corals. *Marine Biology*. 104: 93-99
- McCune, B. y Mefford M. J. 2006. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Versión 5.10 MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Méndez-Ubach N. 2010. Poliquetos invasores (Annelida: Polychaeta) del Puerto de Mazatlán, Sinaloa. CONABIO.
- Moreno-Viñals, C. 2007. Distribución y tamaño de corales escleractinos en el sur oeste de una banda de monitoreo de la biodiversidad (BMB) en la laguna Arrecifal de Isla Verde, Veracruz, México en primavera de 2006. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, Distrito Federal. 31 pp.
- Ochoa-Rivera, V. 1996. La criptofauna poliquetológica de los principales arrecifes del sur del golfo de México: Cayo Arcas, Triángulos Oeste, Cayo Arenas y Arrecife Alacrán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, Distrito Federal. 101 pp.
- Quintana y Molina, J. 1991. Resultados del programa de investigaciones en arrecifes veracruzanos del laboratorio de sistemas bentónicos litorales. *Hidrobiología*. 1:73-86
- Salazar-Vallejo, S.I. 1989. Enrique Rioja y su contribución al estudio de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) en México. *Brenesia*. 30:39-65
- Salazar-Vallejo, S. I., J. A. León-González, y H. Salaices-Polanco. 1988. *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México*. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz. 211 Pp.
- Secretaria de Marina Armada de México. 1991. Parque Nacional "Sistema Arrecifal Veracruzano" Estudio que fundamenta su declaración e instrumentos legales emitidos por el ejecutivo federal relacionados con esta área natural protegida. México. 128 pp.

- Spalding, M., Ravilious, C. y Green, E. 2001. *In World Atlas of Coral Reefs*. UNEP-WCMC University of California Press. 5:113-116
- Solís-Weiss. 1996. Atlas de anélidos poliquetos de la plataforma continental del golfo de México. Informe final CONABIO del proyecto P052. Universidad Autónoma de México, México. 312 pp.
- Tello-Musi, J. L. 2000. Descripción de algunos biotipos en la zona de la planicie arrecifal de Isla Verde, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. F. E. S. Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 61 pp.
- Tello-Musi, J.L., Horta-Puga, G. y Yedid-Hilu. 2005. Caracterización y distribución de los paisajes de la planicie arrecifal de Isla Verde, Veracruz. *In: III Congreso Mexicano de Arrecifes Coralinos*. Cancún, Quintana Roo, México 29 de Noviembre-1 de Diciembre de 2005.
- Tovar-Hernández, M.A. 2000. Criptofauna poliquetológica del orden Phyllodocida (Pettibone, 1982) asociada a sustrato de coral muerto del arrecife Lobos, Veracruz. Tesis de Licenciatura. F. E. S. Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 135 pp.
- Tovar-Hernández, M. y Pineda-Vera, A. 2007. Taxonomía y estrategias reproductivas del poliqueto sabélido *Bispura brunnea* (Treadwell, 1917) del Caribe mexicano. *Ciencia y Mar* 9:3-14
- Tunnell J.W., Chávez E.A. y Withers, K. (Eds). 2007. Coral Reefs of the Southern Gulf of Mexico. Texas A&M University Press. Pp. 194
- Uebelaker, J.H. y Johson P.G.. (Eds). 1984. Taxonomic Guide to the Polychaetes of the Gulf of Mexico. 7 Vols. Barry, A. Vittor y Associates, Inc. Mobile, Alabama.
- Vargas-Hernández J.M., Hernández-Gutiérrez, A. y Carrera-Parra, L.F. 1993. Sistema Arrecifal Veracruzano. pp. 559-575. *In: Biodiversidad Marina y Costera de México*. S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (eds.). CONABIO y CIQRO, México. 865 pp.
- Vargas-Hernández, J.M., Arenas-Fuentes, V. y Ortiz-Martinez, L.J. 2005. Bandas de referencia biótica en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. *In: III Congreso Mexicano de Arrecifes Coralinos*. Cancún, Quintana Roo, México 29 de Noviembre a Diciembre 1.

<http://www.gulfbase.org/checklist/marine-spp-list.pdf> consultada el 12 de mayo de 2010

## ANEXO 1

### Sabellidae

	del Castillo Enrique	Horta Puga	Quintana y Molina	Rioja Enrique	Secretaria de Marina	Villalobos Alejandro	Este trabajo
<b><i>Bispira brunnea</i></b>							X
<b><i>Branchiomma bairdi</i></b>				X			
<b><i>Branchiomma nigromaculata</i></b>		X		X			
<b><i>Hypsicomus phaeotaenia</i></b>				X			
<b><i>Panousea sp</i></b>		X					
<b><i>Potamilla reniformis</i></b>	X				X		
<b><i>Pseudobranchioma sp</i></b>		X					
<b><i>Sabellastarte magnifica</i></b>			X	X	X	X	X

Serpulidae

	Horta-Puga	Quintana y Molina	Rioja Enrique	Secretaría de Marina, Recursos Acuáticos Villalobos	Alejandro	Este trabajo
<i>Crucigera websteri</i>			X			
<i>Hydroides crucigera</i>			X			
<i>Hydroides parvus</i>			X			
<i>Pomatostegus caeruleus</i>			X			
<i>Pomatostegus stellatus</i>	X					X
<i>Salmacina dystery</i>			X			
<i>incrustans</i>						
<i>Spirobranchus giganteus</i>		X	X	X	X	X
<i>Vermiliopsis bermudensis</i>			X			