



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

“EFECTO EN LA COMUNIDAD DE HELMINTOS PARÁSITOS DEL PEZ
SARGENTO *Abudefduf saxatilis* (POMACENTRIDAE) POR ACTIVIDADES
DEL PUERTO DE VERACRUZ”

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA AMBIENTAL

PRESENTA:

BIOL. FANNY IMELDA PASTENES FELIZOLA

DIRECTOR DE TESIS:

DR. JESÚS MONTOYA MENDOZA

CO-DIRECTOR DE TESIS

DR. EDGAR F. MENDOZA FRANCO

ASESORES

DRA. FABIOLA LANGO REYNOSO

DRA. MARÍA DEL REFUGIO CASTAÑEDA CHÁVEZ

BOCA DEL RÍO, VERACRUZ, MÉXICO

OCTUBRE, 2019.



"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Número Registro **A-611-120118**

En la ciudad de Boca del Río, Ver., siendo las 14:00 horas del día 30 del mes de septiembre de 2019 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Consejo del Posgrado de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental del ITBOCA, para examinar la Tesis de Grado titulada:

"EFECTO EN LA COMUNIDAD DE HELMINTOS PARASITOS DEL PEZ SARGENTO *Abudefduf saxatilis* (POMACENTRIDAE) POR ACTIVIDADES DEL PUERTO DE VERACRUZ"

Que presenta el (la) alumno(a):

BIOL. FANNY IMELDA PASTENES FELIZOLA
Aspirante al Grado de:

Maestro en Ciencias en Ingeniería Ambiental

Después de escuchar las opiniones sobre el documento escrito e intercambiar puntos de vista, los miembros de la Comisión manifestaron SU APROBACIÓN, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes para su defensa ante el jurado correspondiente.

LA COMISIÓN REVISORA:

Dr. Jesús Montoya Mendoza
Director

Dr. Edgar F. Mendoza Franco
Codirector

Dra. Fabiola Lango Reynoso
Asesor

Dra. María Del Refugio Castañeda Chávez
Asesor





"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

Boca del Río, Ver, **09/octubre/ 2019**
ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

BIOL. FANNY IMELDA PASTENES FELIZOLA
**PASANTE DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA AMBIENTAL
PRESENTE**

De acuerdo con el fallo emitido por los integrantes del Comité Revisor de la TESIS PARA OBTENCIÓN DE GRADO, desarrollada por usted cuyo título es:

"EFECTO EN LA COMUNIDAD DE HELMINTOS PARASITOS DEL PEZ SARGENTO *Abudefduf saxatilis* (POMACENTRIDAE) POR ACTIVIDADES DEL PUERTO DE VERACRUZ"

Esta División de Estudios de Posgrado e Investigación le concede AUTORIZACIÓN para que proceda a su impresión.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica,
Por nuestros mores responderemos*

**M. C. ANA LENCIA PLATAS PINOS
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

c.c.p. Coordinación de la Maestría
c.c.p. Expediente



Km. 12 Carretera Veracruz-Córdoba C.P.94290
Boca del Río, Veracruz. Tel. (229) 690-5010 e-mail; dir01_bdelrio@tecnm.mx
www.tecnm.mx | www.bdelrio.tecnm.mx



RESUMEN

En este trabajo, se analizó la comunidad de helmintos parásitos del pez Sargento mayor (*Abudefduf saxatilis*), especie que se distribuye a través de latitudes tropicales y subtropicales del Océano Atlántico. Con el objetivo de determinar si la estructura de la comunidad muestra diferencias atribuibles a las actividades portuarias para dos sitios; Puerto y Antepuerto de Veracruz. Se analizó el tamaño de muestra por curvas acumulativas de especies por el modelo de Clench, y se corroboró con estimadores de riqueza no paramétricos. Se analizó prevalencia, abundancia e intensidad promedio. Además, se estimó la estructura de helmintos mediante riqueza (S), índices de diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia de Berguer-Parker ($IB-P$), equitatividad (J') y el de similitud de Jaccard (IJ), por último, se aplicó la prueba de t de student ($p < 0.05$) en la comparación entre los valores de ambos sitios. Se realizó examen helmintológico a 62 peces capturados con azuelo, con una talla promedio de 13.4 ± 1.8 cm y un peso de 23.8 ± 5.9 g. Se colectaron 371 helmintos parásitos, obteniendo una riqueza de 13 taxas, la mayor prevalencia correspondió al nemátodo *Anisakis* sp., (38.7%) y *Neohaliotrema bychowskii* (45.16%). Los valores del índice de Shannon-Wiener para el Puerto fueron $H' = 2.20$ y para el Antepuerto $H' = 1.63$. Ambas comunidades de parásitos mostraron una similitud de 0.76 lo cual indica una alta similitud con base a las especies que comparten. No se observaron diferencias significativas entre riqueza, diversidad y dominancia para comunidad componente e infracomunidad. Sin embargo, si se aprecia diferencia significativa entre el promedio total de helmintos Puerto 214 y Antepuerto 157. Se considera que las infecciones de *A. saxatilis* se pueden asociar a los hábitos alimenticios e interacción ecológica de los hospederos.

Palabras clave: *Abudefduf saxatilis*, Puerto de Veracruz, Helmintos parásitos.

ABSTRACT

In the present work, a community of parasitic helminths of the Sergeant major fish (*Abudefduf saxatilis*), species that is distributed across tropical and subtropical latitudes of the Atlantic Ocean, was analyzed. In order to determine if the community structure shows differences attributable to the port activities for two sites; Port and Antepuerto of Veracruz. The sample size was analyzed by cumulative curves of species by the Clench model, and corroborated with non-parametric wealth estimators. Average prevalence, abundance and intensity were analyzed. In addition, the helminth structure was estimated using wealth (S), Shannon-Wiener diversity indexes (H'), Berguer-Parker dominance (IB-P), fairness (J') and Jaccard similarity (IJ). Finally, a student t test ($p < 0.05$) was applied to compare the values of both sites. Helminthological examination was performed on 62 fish caught with azure, with an average size of 13.4 ± 1.8 cm and a weight of 23.8 ± 5.9 g. A total of 371 parasitic helminths were collected, obtaining a wealth of 13 taxa. The highest prevalence corresponded to the nematode *Anisakis* sp., (38.7%) and *Neohaliotrema bychowskii* (45.16%). Shannon-Wiener index values were $H' = 2.20$ for the Port and $H' = 1.63$ for Antepuerto. Both communities of parasites showed a similarity of 0.76 which indicates a high similarity based on the species they share. There were no significant differences between wealth, diversity and dominance for the component community and infra-community. However, if it was observed a significant difference between the total average of Puerto 214 and Antepuerto 157 helminths. It is considered that *A. saxatilis* infections can be associated with the eating habits and ecological interaction of the hosts.

Keywords: *Abudefduf saxatilis*, Port of Veracruz, Helminth parasites.

DEDICATORIA

Yo sé que eres tú Dios el que me permite llegar al final de cada meta.

No me podía haber perdido esta vida sin haber sido educada por una mujer como tú, mi amada madre, quiero darte las gracias, y dedicarte esta tesis, aunque sé que me responderás:

Cito textualmente a el pilar más importante de mi existencia... Sra. Ma. De Los Ángeles Pastenes Felizola. ***“Fanny esa era mi responsabilidad como madre, te traje al mundo para amarte, cuidarte y educarte, no para que me des las gracias” ...***

Esto es para ustedes, que mientras menos me piden mucho más se merecen, gracias por su inmenso amor y apoyo incondicional ¡SIEMPRE!

*“So close no matter how far
Couldn't be much more from the heart
Forever trusting who we are
and nothing else matters” (Hetfield & Ulrich)*

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

Al pueblo mexicano que a través de la beca del consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) financio mi estancia de Postgrado. Así como, el apoyo de la beca mixta de modalidad nacional para estancia de investigación.

Al Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Boca del Río.

A los maestros del Postgrado en Ciencias en Ingeniería Ambiental, por haberme compartido sus conocimientos.

A todos los que integran parte del Departamento de Posgrados del ITBOCA por su colaboración y orientación en todo lo necesario durante mi estancia de estudio.

Al Tecnológico Nacional de México (TecNM) por el financiamiento del proyecto, con clave: 6109.19-P

Al Dr. Jesús Montoya Mendoza mi director de tesis por brindarme su confianza, apoyo, orientación y conocimientos durante mis estudios y en el desarrollo de investigación.

Al Dr. Edgar F. Mendoza Franco mi codirector de tesis, gracias por su valiosa participación, por sus asesorías, sugerencias y revisiones durante esta investigación. Gracias por la atención otorgada en el período de estancia en EPOMEX y por cada uno de los conocimientos y consejos compartidos que dejan en mí, una grata experiencia académica.

A la Dra. Fabiola Lango Reynoso por brindarnos su apoyo para el proyecto de investigación. Muchísimas gracias por su amable disposición y su tan inigualable amabilidad de dirigirse hacia todos sus estudiantes.

A la Dra. María del Refugio Castañeda Chávez gracias por su disposición brindada en el proceso de esta investigación.

Al equipo de helmintología que está conformando dentro del posgrado; Roberto, Gil, Lulú, Karina y Ely por brindarme su amistad y su confianza, por el apoyo brindado durante esas largas e interminables noches de muestreo, gracias infinitas.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

A quienes han estado a lado de mí, o a kilómetros de distancia, esto es para ustedes.

Cynthia Vicente Plata, Itzel Duarte Santamaría, Imelda Blancas Ruiz, Denise Mondragón, Marina Vidal Nuñez, Fabiola Andrade Rogel y Flor del Carmen Dorantes Nava gracias infinitas por cada una de las palabras de aliento, lograron que llegara al final de la meta.

A mis amigos de la MCIA; Lulú, Yajaira, Karen, Dora, Antonio, Misael, y Axel (Fraternidad providencia, mi segunda familia) que con su amistad y apoyo lograron que permaneciera hasta el final.

A ti Luis, por tu humildad e inteligencia, que han hecho para mí, mi mejor ejemplo de superación académica, gracias por motivarme a continuar en este ámbito, aun cuando tú y yo sabemos que hay mucha competencia y preferencia. Gracias por siempre decir: “No importa quién seas o que es lo que hagas, si eres un poco diferente siempre vas a molestar”. Hoy sé que ningún precio es demasiado alto por el privilegio de ser uno mismo.

Con amor y admiración Fanny

ÍNDICE

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS	i
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES	vi
AGRADECIMIENTOS PERSONALES	vii
ÍNDICE	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	9
Datos de peces de la familia Pomacentridae.	9
Fauna helmintológica de <i>Abudefduf saxatilis</i>	10
Estudios ecológicos y de infracomunidades de helmintos parásitos.....	11
JUSTIFICACIÓN	13
PROBLEMÁTICA	14
HIPÓTESIS	15
OBJETIVOS	16
OBJETIVO GENERAL	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
MATERIALES Y MÉTODOS	17
Descripción del área de estudio.....	17
Descripción y selección de los sitios de muestreo.	18
Colecta de organismos	20
Examen helmintológico.	21
Procesamiento parasitario.....	22
Parámetros parasitarios.	23
Prevalencia (P):.....	23
Abundancia media (AM):.....	23

Intensidad media (IM):	23
Riqueza.....	24
Modelo de Clench.....	24
Estimadores de riqueza.....	25
Índice de diversidad de Shannon- Wiener	26
Índice de dominancia de Berger-Parker.....	27
Índice de similitud de Jaccard	27
Prueba de t	28
Distribución de abundancias de las especies.....	28
Estructura de la comunidad.....	28
RESULTADOS.....	30
.....	46
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	56
CONCLUSIONES.....	59
LITERATURA CITADA.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.-Ubicación geográfica del Puerto y Antepuerto (APIVER 2016).....	18
Figura 2.- Material biológico transportado en contenedores de plástico con hielo.	21
Figura 3.- Toma de datos biométricos a individuo de la especie <i>A. saxatilis</i>	21
Figura 5.- Examen helmintológico bajo microscopio estereoscópico.	22
Figura 4.- Preservación de helmintos con alcohol al 70%.	22
Figura 6.- Distribución por porcentaje de helmintofauna encontrada en el hospedero <i>A. saxatilis</i> distribuidas en 1 filo y 3 clases.	31
Figura 6.- Distribución por porcentaje de helmintofauna encontrada en el hospedero <i>A. saxatilis</i> distribuidas en 1 filo y 3 clases.	31
Figura 7.- Prevalencia de las especies de helmintos parásitos encontrados en los hospederos examinados del Puerto.	34
Figura 8.- Prevalencia de las especies de helmintos parásitos encontrados en los hospederos examinados del Antepuerto.	35
Figura 9.- Intensidad promedio de las especies de helmintos parásitos encontrados en los hospederos examinados del Puerto.	35
Figura 10.- Intensidad promedio de las especies de helmintos parásitos encontrados en los hospederos examinados del Antepuerto.	36
Figura 11.- <i>Neohaliotrema bychowskii</i>	37
Figura 12.- <i>Neohaliotrema macracanthum</i>	38
Figura 13.- <i>Neohaliotrema abudefdufi</i>	39
Figura 14.- <i>Neohaliotrema</i> sp.	40
Figura 15.- <i>Haliotrema</i> sp.	41
Figura 16.- <i>Parahemiurus merus</i>	42
Figura 17.- <i>Schikhobalotrema acutum</i>	43
Figura 18.- <i>Schikhobalotrema bivesiculum</i>	44
Figura 19.- <i>Gonocercella</i> sp.	45
Figura 20.- <i>Scaphanocephalus</i> sp.	46
Figura 21.- Tetraphylidea gen. sp.	47
Figura 22.- <i>Anisakis</i> sp.	48
Figura 23.- <i>Hysterothylacium</i> sp.	49

Figura 24.- Curva de abundancia de especies de helmintos parásitos en los hospederos del Puerto.	51
Figura 25.- Comparación de especies obtenidas y especies esperadas en los helmintos parásitos de los hospederos del Antepuerto.	51
Figura 26.- Frecuencia de hospederos respecto a las especies encontradas en el Puerto.....	53
Figura 27.- Número de hospederos en la relación a las especies encontradas en el Antepuerto.....	53
Figura 28.- Dendrograma con base en el índice de similitud de Jaccard, mostrando la similitud de especies en ambos sitios; Puerto y Antepuerto.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características físicas de los dos sitios de estudio	19
Tabla 2. Actividades permitidas dentro de los sitios de estudio, Puerto y Antepuerto (APIVER, 2016).	20
Tabla 3. Parámetros de talla, con promedio, desviación estándar, máximo y mínimo, de longitud total, longitud patrón, altura y peso dividido en el total de las muestras, Puerto y Antepuerto.....	30
Tabla 4. Prevalencia, intensidad promedio y sitio de la infección de helmintos parásitos de <i>Abudefduf saxatilis</i> del Puerto y Antepuerto de Veracruz, México....	33
Tabla 6. Parámetros descriptivos de componente de comunidad de los helmintos parásitos de <i>A. saxatilis</i> en dos sitios de estudio.	52
Tabla 7. Parámetros de infracomunidad de helmintos parásitos del hospedero <i>A. saxatilis</i>	54

INTRODUCCIÓN

Los peces representan uno de los grupos más abundantes y ricos en número de especies, ya que constituyen más de la mitad de todos los vertebrados reconocidos a nivel global, por ejemplo, 54,711 es el total de especies reconocidas (Nelson, 2006). De acuerdo con Espinosa (1993) en México se conoce un total de 2,763 especies, lo que representa un 9.8% de la biodiversidad mundial del grupo y se han registrado 375 especies de peces marinos incluyendo las de lagunas costeras, esteros y aguas salobres. Por su parte, los peces como todos los vertebrados, cumplen una función dentro del ciclo de vida de los parásitos, ya sea como hospederos definitivos, intermediarios o paraténicos (Pérez Ponce de León y García Prieto, 2001), por lo que las comunidades de helmintos de éstos vertebrados son diversas en composición y estructura.

Actualmente los ecosistemas marinos del mundo se encuentran expuestos a diversas amenazas que conducen a la pérdida de diversidad y de abundancia biológica. En gran medida, se han visto en riesgo de sostenibilidad por consecuencia de las actividades humanas, ya sea de manera directa (sobrexplotación) o indirecta (alteración del hábitat) (Moreno 2001). La importancia de los ecosistemas acuáticos para el hombre, es incuestionable, sin embargo, olvidamos que las capacidades de éstos para soportar nuestras presiones tienen límites reales. Algunos de los factores que pueden ocasionar cambios en la estructura de los ecosistemas marinos impactados, son la contaminación de origen antrópico y la eutrofización del medio marino (Josefson et al., 2008; Johnston y Roberts, 2009).

La zona costera es el único lugar en el planeta donde interactúan procesos oceánicos, terrestres y atmosféricos (Ray y Hayden, 1992), lo que le brinda una gran biodiversidad (Ray, 1988), sustentada en intensos procesos productivos, de intercambio y consumo de nutrientes (Ketchum, 1972). Estas propiedades sustentan un gran abanico de servicios ecosistémicos, que históricamente han atraído y permitido las actividades económicas de sociedades humanas, y se estima

que actualmente vive el 60% de la población mundial vive a menos de 100 km de la costa (Gorfinkiel, 2012). Los ambientes costeros recibieron un impacto creciente debido a la tendencia a incrementar las poblaciones en zonas costeras (Días et al., 2012). Por otra parte, la instalación de pesquerías y puertos invaden espacios donde se encuentran arrecifes de coral, afectando los arrecifes de manera directa mediante la generación de basura y aguas residuales. Los puertos marítimos y pesqueros, traen consigo múltiples afecciones para los arrecifes, como la disminución de las corrientes y el oleaje además de la acumulación de sedimentos que luego deben de ser dragados generando un desequilibrio en el hábitat marino. Las afecciones de los arrecifes son el reflejo de las actividades antropogénicas presentando posibles impactos dentro del estado de salud de los arrecifes. Dentro de los impactos de las actividades marino-pesqueras son el derrame de aceites y combustibles en el agua, abandono de redes pesqueras y basura marina. Lo anterior, ha producido la disminución de coberturas de coral vivo, aumento de enfermedades y mayor población de algas ocasionando un desequilibrio en la diversidad marina de especies dentro de este ecosistema (Ortiz-Lozano et al. 2005).

Por ejemplo, el Puerto de Veracruz desde su inicio 1974 se convierte en la entrada y salida de bienes y mercancías al país, desarrollándose como punto de comercio, ello lo hace un importante centro de atracción de población. Este puerto es el tercero del país y el más importante de la parte mexicana del Golfo de México. Así, en Veracruz se combinan muy diversos usos, principalmente la actividad portuaria, el consiguiente comercio, la actividad turística y la pesca, que abastece tanto al turismo (hoteles y restaurantes) como a los mercados del interior del país (Contreras-Espinosa, 2006). En los últimos años, el Puerto de Veracruz se ha consolidado, por su ubicación estratégica en la zona central del Golfo de México, por la modernización de su infraestructura y por el mejoramiento de sus comunicaciones multimodales como el principal puerto de México hacia el Atlántico, además de ser el único que no se especializa en un tipo de carga en particular.

Cuenta con 3 sistema de manejo mecanizado, mixto y convencional directo, los diferentes tipos de carga comercial a nivel nacional, que maneja son: contenedores, autos, granel agrícola (maíz, sorgo, soya y trigo), granel mineral (pet-coke, fertilizante, arrabio de fierro, briqueta de fierro y ferrosilicomanganeso), otros fluidos (aceites vegetales y productos químicos) y carga general (CEPAL, 2012).

Durante el año 2015 el Puerto de Veracruz participó con el 14.2% del total de la carga movilizada en el sistema Portuario del Golfo de México-Caribe, destacando en granel agrícola con el 59.4% y en carga contenerizada con el 58.5%, de acuerdo a su tráfico, el Puerto está posicionado en el tercer lugar sin considerar petróleo y derivados, si se considera esta carga, en la quinta posición. Finalmente, petróleo y derivados participa con el 7.5% del total manejado, siendo la totalidad del tráfico en esta línea de negocio de cabotaje de entrada, proveniente de PEMEX- Refinación, manejando básicamente tres productos: diésel y gasolinas magna y Premium. En este sentido el Puerto cuenta con 21 posiciones de atraque destinadas a manejos de carga, en las cuales operan 18 terminales e instalaciones. La longitud total de estas posiciones de atraque es de 5,249 m. En cuanto a la atención de una diversidad de embarcaciones que solicitan arribo, el canal de aproximación cuenta con una longitud de 1,108 m, la bocana de 122 m y los canales interiores suman una longitud total de 1,479 m; todas estas infraestructuras cuentan con un ancho de plantilla de 200 m. La dársena de ciaboga posee un diámetro de 500 m. Esta infraestructura para la navegación de las embarcaciones abarca una superficie de 102.96 ha; asimismo el Puerto cuenta con 6,000.75 ha de fondeadero. (CEPAL, 2012).

La Zona Marítimo portuaria, es una zona de agua que abarca los límites de pilotaje, la zona de fondeo y antepuerto y además de las actividades de tránsito y comercio que en él se efectúan, cuenta con las asociadas al del Antepuerto que es un espejo de agua al interior del Puerto, que atenúa el flujo de oleaje y protege de la invasión de arena por arrastre litoral, limitado por la escollera sureste y el muro de los pescadores este último, uno de los lugares más concurridos del puerto de Veracruz,

en el que se concentra mayores actividades tales como: industriales textiles, metalúrgicas, tabacaleras, azucareras y turísticas como; buceo recreativo, encallamiento y anclaje de buques, pesca y embarcaciones menores; además de la construcción y dragado del Puerto, desechos que van, junto con los del área urbana en su conjunto, de forma prácticamente directa al mar por la falta de capacidad de la planta de tratamiento. Para el 2015 se registraron 35 permisionarios con un total de 67 embarcaciones, los cuales se dividen en: 32 embarcaciones que se dedican a recorridos turísticos, remolque recreativo y esquí acuático, 2 embarcaciones que se dedican al buceo autónomo y libre, 33 embarcaciones que se dedican al buceo autónomo, libre, recorridos turísticos y remolque recreativo (APIVER, 2016).

Este constante crecimiento de las poblaciones costeras y de la cantidad de turistas que eligen vacacionar en las playas lleva a que los efectos antrópicos que impactan sobre los ecosistemas costeros marinos sean cada vez mayores. Para ello, es necesario efectuar sistemas y métodos, que permitan conocer su grado de alteración del mismo debido a causas naturales y/o antropogénicas. Un factor, no menos importante, está relacionado con el parasitismo, los helmintos representan uno de los grupos de parásitos más comúnmente encontrados en peces marinos, pero no existe una estimación aproximada de su biodiversidad en este grupo de hospederos. Las principales limitantes para establecer la riqueza específica de este grupo de parásitos son la enorme variedad, la carencia de estudios en las regiones geográficas donde la diversidad es mayor, particularmente en las zonas tropicales y subtropicales (Espinosa, 1993).

Según Rohde (1986) señaló un gradiente latitudinal en el número de géneros de monogéneos y digéneos que parasitan peces con importancia comercial en diferentes regiones biogeográficas; este autor encontró que el número de géneros de estos helmintos en la región tropical excede casi el 50% al encontrado en regiones boreales, árticas y antárticas y reconoce que los estudios helmintológicos en el trópico son realmente escasos.

Desde un punto de vista ecológico, los parásitos son considerados un factor selectivo importante que influye en todos los aspectos de la vida del hospedador, cada vez hay más pruebas de que los efectos mediados por parásitos podrían ser significativos: dan forma a la dinámica de la población huésped, alteran la competencia interespecífica, influyen en el flujo de energía y parecen ser importantes impulsores de la biodiversidad. Además, influyen en una variedad de funciones del ecosistema y tienen un efecto importante en la estructura de algunas redes alimentarias. El parasitismo influye en el funcionamiento del ecosistema y muestra que hay evidencia de que los parásitos son importantes para la biodiversidad y la producción; la evidencia acumulada indica que, a medida que aumenta la diversidad de especies de parásitos, mejora el funcionamiento del ecosistema. Por lo tanto, se considera que un sistema saludable es rico en especies de parásitos (Marcogliese y Price, 1997).

De acuerdo con Williams y Jones (1994), los gusanos parásitos de peces marinos son de particular importancia cuando su abundancia y prevalencia son influenciadas por el hombre, indicando con esto una alteración en el ambiente en el que habitan. Los parásitos pueden interactuar con la contaminación ambiental de diferentes maneras. Por un lado, pueden interferir con los procedimientos de bioindicación establecidos debido a sus efectos sobre la fisiología y el comportamiento del huésped. Esto podría conducir a indicaciones de contaminación falsas negativas y falsas positivas. Por otro lado, pueden usarse como indicadores de efecto y como indicadores de acumulación debido a la variedad de formas en que responden a la contaminación antropogénica. Los indicadores de efectos pueden proporcionar información valiosa sobre el estado químico de su entorno mediante cambios en su fisiología y / o comportamiento. La contaminación ambiental afecta a las poblaciones y comunidades de parásitos, tanto directamente como a través de los efectos en hospedadores intermedios, paraténicos y finales. Sin embargo, los cambios en la población o la comunidad también podrían ser estocásticos, en lugar de estar relacionados con cambios ambientales (Sures, 2004).

Los parásitos son un componente natural en los ecosistemas, las poblaciones sanas de organismos albergan poblaciones sanas de parásitos (Marcogliese y Price, 1997). El parasitismo es en sí una fuerza biótica capaz de determinar la biodiversidad de las comunidades. Algunas especies de parásitos pueden afectar la abundancia relativa de diferentes especies de animales de forma equivalente a la depredación o a la limitación de recursos. Una especie de parásito puede afectar la comunidad de organismos de vida libre entre los que vive; puede modular la abundancia de otras especies de muchas formas, directas (motivando patologías) o indirectas (no por patología). Por lo general los parásitos no matan a su hospedero, pero tienen el potencial de regular la densidad de sus poblaciones por medio de efectos subletales que causan la reducción en la sobrevivencia del hospedero, en su fecundidad o en el tamaño de su progenie. Se ha confirmado que los parásitos influyen sobre el comportamiento, la demanda energética, la reproducción, sobrevivencia y la selección de parejas de sus hospederos. Las especies de parásitos pueden medir la coexistencia de las especies de hospederos simplemente causando más daño a una especie que a otra. Si fuese posible excluir el parásito de la comunidad deberíamos esperar cambios profundos en la abundancia relativa de las especies de hospederos (Poulin, 1999). Entonces, los parásitos desempeñan papeles fundamentales para mantener la biodiversidad.

Hay evidencia contundente de que los parásitos afectan los procesos de los ecosistemas ya que; regulan la densidad poblacional de sus hospederos, que son los organismos de vida libre, modulan las interacciones interespecificas, y afectan la estructura y estabilidad de las comunidades. Son parte integral de la biosfera y juegan un papel imprescindible en su funcionamiento; los parásitos constituyen una fuerza biótica capaz de determinar la diversidad de las comunidades (Poulin y Morand, 2004).

Por lo que actualmente han considerado a los helmintos como un grupo potencialmente útil en estudios de calidad ambiental como bioindicadores (Monks et al., 2003; Pulido-Flores y Monks, 2008). En el caso específico de las comunidades de helmintos parásitos de peces marinos, se ha argumentado

que éstas son más ricas en número de especies e individuos y con mayor predictibilidad que las de peces de agua dulce (Kennedy et al., 1986; Holmes, 1990; Marcogliese, 2001). Entre las explicaciones más persistentes a este patrón que se dan en la literatura está la mayor talla de los hospederos marinos y sus hábitos alimenticios generalistas (Kennedy et al., 1986), así como la diversidad diferencial de hospederos intermediarios en los ecosistemas marinos (Rhode, 1992; Vidal-Martínez y Poulin, 2003; Marques et al., 2006).

Se sugiere que la productividad, la diversidad y la estructura de los ecosistemas de la red alimentaria sean determinantes importantes de la riqueza y diversidad de las especies de parásitos (Marcogliese, 2001), donde las comunidades de helmintos parásitos de peces marinos de latitudes tropicales son ricas y diversas respecto a las de latitudes templada y frías (Rohde y Heap, 1998).

En México, las investigaciones sobre helmintos que parasitan a peces marinos se iniciaron a finales de los años 40's y principios de los 50's. No obstante, a la fecha el conocimiento de la fauna helmintológica de peces marinos en los litorales mexicanos del Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe es insuficiente (Lamothe et al., 1997).

El propósito del presente estudio fue analizar la estructura de la comunidad de helmintos parásitos (ectoparásitos y endoparásitos) de *Abudefduf saxatilis*, procedentes del Puerto y Antepuerto de Veracruz, y determinar si la estructura de la comunidad se ve afectada directa o indirectamente por las actividades propias del Puerto y Antepuerto. Sobre este hospedero, que tiene un cuerpo ovalado y muy comprimido lateralmente, sobre el color plateado de las escamas, destacan cinco líneas transversales negras en los costados, es una especie que se distribuye en todo el mundo en latitudes tropicales y subtropicales del Océano Atlántico, habita a lo largo de los bordes de los arrecifes a profundidades que van de 0 a 12 m. por lo general 10 m, tiene una longitud máxima reportada de 23 cm, y una longitud común de 15 cm y un peso máximo publicado de 200 g.

Esta especie comúnmente llamada "sargento mayor", forma grupos de alimentación que pasan el día buscando comida en las rocas, sus alimentos incluyen; algas,

pequeños crustáceos, peces y larvas de varios invertebrados (Emery, 1973). Aunque se cree que esta especie es originaria del Atlántico occidental, se espera que las poblaciones encontradas en el Mar Rojo, el Océano Índico y el Pacífico sean conspecíficas (Randall, 1968; Hoese y Moore, 1977). Colectivamente, estos peces pertenecen al grupo de las Damiselas (Pomacentridae), una de las familias más abundantes en los arrecifes rocosos y coralinos. Presentan una extraordinaria diversidad de preferencias de hábitat, alimentación, morfología, comportamiento y patrón de color (Allen y Robertson, 1998). Además, está estrechamente relacionada con el Indo-Pacífico occidental (Allen y Robertson 1998; Drew y Barber 2009), que ha sido identificado por varios estudios como un punto crítico de diversidad evolutiva (Briggs 1992; 1999; Bellwood y Hughes 2001; Streelman et al., 2002; Williams y Duda, 2008; Cowman y Bellwood 2012; Kulbicki et al., 2013).

De los organismos de agua de mar, a nivel mundial se comercializan 1,471 especies de peces ornamentales, de los cuales 350 especies corresponden a la familia Pomacentridae, por lo tanto, su importancia comercial principalmente es en la Acuariofilia (Oliver 2001; Wabnitz et al., 2003). Pertenecen al orden de los (Perciformes) que incluyen alrededor del 40 % de todos los peces. Esta especie, es también abundante en los arrecifes del Caribe y en la Costa Tropical de África Occidental, donde puede formar grandes agregaciones con pocos cientos de individuos (Randall, 1996).

En el Indo-Pacífico, el Sargento Mayor es reemplazado por el Sargento Mayor del Indo-Pacífico *Abudefduf vaigensis*, una especie estrechamente relacionada. Este último ya ha ingresado al mar Mediterráneo a través del canal de Suez y ahora se estableció en la costa de Levante con números crecientes (Frederich et al., 2013).

La familia Pomacentridae en México la reportan en Costas del Pacífico como en Isla Isabel y Colima en Nayarit (Galván et al., 2010). Para el Golfo de México; la reportan en los arrecifes del PNSAV, también en el Norte de Veracruz (Arrecifes Oro Verde, Pantepec y Blake) (Cortés et al., 2015).

ANTECEDENTES

Datos de peces de la familia Pomacentridae.

Allen (1975) menciona que la familia Pomacentridae es uno de los grupos más conspicuos (no críptico) perteneciente al orden de los perciformes, y que cuenta aproximadamente con 300 especies divididas en 27 géneros. Pero las filogenias moleculares han encontrado segregación en cinco clados: (1) Lepidozyginae: un género monoespecífico; (2) Stegastinae: ocho géneros; (3) Chrominae: tres géneros; (4) Abudefdufinae: un género; y (5) Pomacentridae: 16 géneros (Cooper et al. 2009; Frederich et al. 2013). Se distribuyen en todos los océanos, principalmente en el sector Indo-Pacífico, habitando aguas poco profundas, tropicales y subtropicales. Ocasionalmente se han registrado en aguas salobres, dulces. El número de especies que componen la ictiofauna del Sistema Arrecifal Veracruzano es de 387 especies pertenecientes a 206 géneros, 92 familias, 23 órdenes y 2 clases. Las familias con mayor riqueza específica fueron: Serranidae (37 spp.), Carangidae (23), Haemulidae, Labridae (17), Gobiidae (16) y Pomacentridae (15) (Del Moral-Flores et al., 2013). De las especies de la familia Pomacentridae, Del Moral-Flores et al., (2013) reportaron en el Sistema Arrecifal Veracruzano las siguientes especies: *Abudefduf saxatilis*, *A. taurus*, *Chomis cyanea*, *C. insolata*, *C. multilineata*, *C. scotti*, *Microspathodon chrysurus*, *Stegastes adustus*, *S. diencaeus*, *S. fuscus*, *S. leucostictus*, *S. partitus*, *S. pictus*, *S. planifrons* y *S. variabilis*.

Respecto a la composición de la fauna parásita para el continente americano en peces marinos de la familia Pomacentridae, vale la pena señalar que sus únicos antecedentes de registro se remontan al siglo XIX a partir de un trabajo publicado por Linton, 1898; y el más reciente en el siglo XX publicado por Zhukov, 1976; sin embargo, la mayoría de la literatura taxonómica y de los registros helmintológicos se encuentra dispersa en una variedad de fuentes bibliográficas.

Fauna helmintológica de *Abudefduf saxatilis*.

Los registros que se tiene para *A. saxatilis* han sido en diferentes zonas que incluyen parte del Golfo de México, Océano Atlántico Norte y Mar Caribe, han sido descritas 12 especies de digéneos, y 4 especies de monogéneos. Así mismo, la fauna helmintológica de *A. saxatilis* cuenta con registros de tremátodos en Jamaica, *Brachyphallus parvus* (Manter, 1947); *Parahemiurus merus* (Linton, 1910); *Schikhobalotrema adacutum* (Manter, 1937) y *S. bivesiculum* (Nahhas y Cable, 1964). En la Florida, *Deretrema fusillus* (Linton, 1910); *Lecithochirium monticelli* (Linton, 1898); *S. adacutum* (Manter, 1937); *P. merus* (Linton, 1910) y *L. floridense* (Manter, 1934). En el pacifico mexicano, *Nehotheletrum gravidum* (Manter, 1940) y *Opegaster acuta* (Manter, 1940). En la costa atlántica, *N. magnasaccum* (Sogandares-Bernal, 1961) y *S. acutum* (Linton, 1910) y en el Caribe, *Genolinea noblei* (Nahhas y Cable, 1964). Se cuenta también con los registros de Monogéneos como *Neohaliotrema bychowskii*, *N. macracanthum*, *N. gracile*, *N. abudefdufi* (Zhukov, 1976) Para el Golfo de México.

De los primeros trabajos taxonómicos sobre helmintos de peces marinos en el Golfo de México están los realizados por Manter (1940) quién reportó tremátodos digéneos de los peces de las islas Galápagos y del Pacífico. Ochenta y dos especies de digéneos de 80 huéspedes diferentes se registran en este documento, entre estos está el huésped *A. saxatilis*, con *Theletrum gravidum* y *Opecoelus acutus* localizado en intestino y estomago respectivamente. Posteriormente en 1947 enlistó los tremátodos digéneos de peces marinos de la región de Tortugas, Florida, E.U.A. En este trabajo reportó 189 especies de las cuales 44 fueron nuevas especies, 9 como nuevos géneros, 14 nuevos sinónimos, propuso 44 nuevas combinaciones y 51 nuevos registros de huéspedes. Menciona a *Deretrema fusillus*, *Haplospalchnus adacutus*, *Haplospalchnus acutus* y *Parahemiurus merus* parasitando a *A. saxatilis* y *Lecithochirium parvum* como nueva especie. Nahhas y cable (1964) realizaron un listado de tremátodos en peces marinos de Curazao y Jamaica. Examinaron 1527 peces, que representan 185 especies diferentes, y arrojó 178 especies de trematodos, incluidas 39 especies nuevas, de las cuales se erigieron 5 géneros nuevos. Menciona *A. saxatilis* parasitado por *Schikhobalotrema*

bivesiculum y *Genolinea noblei* siendo nuevas especies, localizado en intestino y estomago respectivamente. E.V. Zhukov (1976) describió seis nuevas especies de monogéneos del género *Neohaliotrema* y una del género *Paraneohaliotrema* en la región de la Habana Cuba (Golfo de México) examinó branquias de *Abudefduf saxatilis*, *A. Taurus*, y *Microspathodon chrysurus* los cuales fueron parasitados por *Neohaliotrema bychowskii*, *N. macracanthum*, *N. abudefdufi* *N. gracilis*; *N. nagibinae*, *N. problematicum* y *Paraneohaliotrema microspathodoni*, respectivamente.

Estudios ecológicos y de infracomunidades de helmintos parásitos.

Castillo-Sánchez (1996), evaluó valores de abundancia, riqueza, prevalencia, diversidad y similaridad. Primero estableció el registro helmintológico de *Paraiichthys californicus* en tres sitios de colecta en Baja California, dicho registro conformado por 14 especies siendo tremátodos y nemátodos los mejor representados, cada uno con seis especies, los céstodos y los acantocéfalos representados con una especie cada uno, al analizar la comunidad de helmintos de este hospedero el cual presenta un patrón aparentemente regular en donde se encontraron diferencias significativas en la riqueza y diversidad con respecto a los diferentes intervalos de talla, concluye que los factores que determinan la estructura de la comunidad en esta área, son la dieta del hospedero, la presencia de los estados infectivos y los movimientos que realiza el pez a lo largo de su desarrollo ontogenético.

Para peces de hábitos bentónicos en la península de Yucatán, Sánchez-Ramírez y Vidal-Martínez (2002) estudiaron la composición y riqueza de especies, diversidad, dominancia y similitud de las infracomunidades de los parásitos de *Trachinotus carolinus* y registraron riqueza promedio ($S = 4 \pm 2$) y diversidad promedio ($H' = 0.17 \pm 0.18$) de forma similar a las de comunidades de peces de latitudes templadas y tropicales, además señalaron que los hábitos alimenticios, la distribución de los hospederos intermediarios y estadios infecciosos, las especies locales y los componentes filogenéticos, son determinantes para las características de esta infracomunidad.

Rodríguez-González y Vidal-Martínez (2008) estudiaron la comunidad de helmintos del lenguado, *Symphurus plagiusa*, procedentes de la costa de Campeche, México, donde registraron que los parámetros parasitarios y de infracomunidad fueron menores a los registros para otras infracomunidades de helmintos de peces marinos del sureste del Golfo de México ($S = 2 \pm 0.55 - 3 \pm 0.66$; $H' = 0.01 \pm 0.01 - 0.24 \pm 0.11$). Sin embargo, registraron alta dominancia numérica por parásitos en etapa larvaria de desarrollo que la asociaron a los hábitos sedentarios y bentónicos que presenta la especie de hospedero, así como los hábitos alimenticios a base de invertebrados como: portúnidos, poliquetos, copépodos, anfípodos, ostrácodos, gasterópodos y pequeños bivalvos.

Por otro lado, a los hospederos de la familia Carangidae y Sciaenidae de la costa del municipio de Alvarado, Veracruz, sitio cercano a los arrecifes del SAV, se les estudió la comunidad de helmintos parásitos mostrando que las infracomunidades de parásitos son tan ricas y diversas como las de peces marinos de latitudes templadas y tropicales (Montoya-Mendoza, 2009). Lo mismo fue registrado para *Archosargus Probatoccephalus* capturado en el estero del Conchal, Alvarado, Veracruz (Montoya-Mendoza et al., 2015).

Dentro de los trabajos de infracomunidades que se han desarrollado en las costas mexicanas, relacionados con la evaluación estructural de la comunidad de helmintos parásitos en peces marinos específicamente de arrecifes destaca el de *Ocyurus chrysurus* (Montoya-Mendoza et al., 2014a), *Lutjanus campechanus* (Montoya-Mendoza et al., 2014b), *L. synagris* (Montoya-Mendoza et al., 2016) y en carángidos como *Caranx crysos* ($S = 3.8 \pm 2.7$; $H' = 1.01 \pm 0.44$), *C. hippos*: ($S = 4.1 \pm 2.8$; $H' = 0.85 \pm 0.4$), *Chloroscombus chrysurus* ($S = 3.6 \pm 1.5$; $H' = 1.03 \pm 0.32$), *Oligoplites saurus*: $S = 2.7 \pm 1.5$; $H' = 0.86 \pm 0.32$) y *T. carolinus* ($S = 4.5 \pm 2.1$; $H' = 0.66 \pm 0.44$) (Montoya-Mendoza et al., 2017), determinaron que las comunidades de helmintos parásitos de estos hospederos son comparables en riqueza y diversidad a las de otros peces marinos, señalando también que algunos carángidos y sciánidos participan como hospederos intermediarios para larvas de céstodos y de nemátodos.

JUSTIFICACIÓN

El estado de Veracruz es uno de los estados costeros más poblados y con mayores tasas de crecimiento poblacional, en él se presentan todos los problemas identificados para la zona costera mexicana y alberga dos de los municipios con mayor crecimiento poblacional (Veracruz y Boca del Río) el creciente desarrollo costero y las actividades antropogénicas en el puerto de Veracruz, podrían afectar el hábitat de especies marinas, afectar las comunidades de arrecifes y la estructura de la comunidad de helmintos parásitos en sus hospederos.

Los estudios sobre helmintos de peces marinos son de gran importancia, dichos estudios nos brindan información de las condiciones ambientales y de la cadena trófica, los parásitos pueden ser señalados como indicadores muy útiles de la presencia de ciertos contaminantes en el medio y de otros estresores ambientales, por ejemplo la carga y descarga de desechos que van, junto con las del área urbana en su conjunto, de forma prácticamente directa a áreas del Puerto, todo esto bajo el criterio de riqueza y diversidad en la estructura de la comunidad de helmintos parásitos de peces marinos y teniendo en cuenta la importancia de monitorear los ecosistemas marinos a largo plazo.

PROBLEMÁTICA

El estado de Veracruz tiene el Puerto Marítimo comercial más importante y grande de México. Además, cuenta con el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), que representa el Sistema Arrecifal de mayor tamaño de la región centro del Golfo de México (GM) se ubica frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Antón Lizardo. Así mismo, los movimientos portuarios, constante encallamiento de barcos, y actividades turísticas son problemas que mantienen al SAV en latente peligro y que afectan el hábitat de especies marinas y la estructura de la comunidad de helmintos parásitos en sus hospederos. González-Solís (2011) menciona que los helmintos parásitos se ven afectados por las alteraciones y pérdida del hábitat provocadas por las actividades humanas, ya que esto afecta de manera directa a los hospederos y de manera indirecta a los helmintos. Para ello la estructura de la comunidad de helmintos parásitos de *A. saxatilis*, pueden ser indicadores de las condiciones ambientales, analizando si se cumple la generalización sobre su riqueza, y diversidad. Se desconoce los efectos negativos directos sobre la riqueza y diversidad de las comunidades de helmintos parásitos de *A. saxatilis*, relacionadas con las actividades del puerto; como tránsito marítimo y actividades turísticas que podrían provocar cambios indirectos en la comunidad de parásitos para este hospedero y en estos sitios de estudio.

HIPÓTESIS

Las comunidades de helmintos parásitos en peces marinos tropicales son ricas y diversas, si la comunidad de parásitos de *A. saxatilis* de los muelles del Puerto y Antepuerto de Veracruz, cumplen con esta generalización se puede inferir que las actividades portuarias no tienen efecto sobre la comunidad de parásitos. Pero si nuestros registros no cumplen con el patrón, se pueden asociar a los efectos indirectos de las actividades antropogénicas del Puerto de Veracruz.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar la estructura de la comunidad de helmintos parásitos de *A. saxatilis* de los muelles del Puerto y Antepuerto de Veracruz, y determinar si la estructura de la comunidad muestra diferencias atribuibles a las actividades portuarias.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la composición taxonómica de la comunidad de helmintos parásitos de *A. saxatilis* capturado en los muelles del Puerto y Antepuerto de Veracruz.
- Analizar la variabilidad de la riqueza, diversidad y abundancia de helmintos parásitos con las características biológicas de talla y peso de los hospederos de los dos sitios de muestreo.
- Comparar la riqueza, diversidad, abundancia y similitud a nivel de Infracomunidad y comunidad componente de helmintos parásitos entre los hospederos de los dos sitios de muestreo.
- Encontrar si existen alguna correlación entre las variaciones de riqueza y diversidad de las comunidades de helmintos parásitos con respecto a las condiciones del Puerto y Antepuerto de Veracruz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio.

El Puerto de Veracruz, se ubica en la parte central del litoral del Golfo de México, en el municipio de Veracruz, perteneciente al estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, en las coordenadas Latitud: 19°10'51" N Longitud: 96°08'34" O Altitud sobre el nivel del mar: 15 m. El cual está delimitado por la zona marítimo portuaria al norte por el muelle marginal de cementos, límite de los cesionarios TNG (Talleres navales del Golfo, S.A. de C.V.) y TMV (Terminal Marítima de Veracruz, S.A. de C.V.), muelle de contenedores, castillo de San Juan de Ulúa y rompeolas Noroeste; al Este por el rompeolas Sureste; al Sur por la playa comprendida por el rompeolas y muro de pescadores; al Oeste por los malecones II-A, II-B, II-C y los muelles 1, 2, 4, 5, 6 y 7. El límite de pilotaje está definido por una circunferencia cuyo centro es la boya de mar (latitud norte 19°11'38"; Longitud Oeste 096°03'45"). La zona de fondeo es la zona marítima de espera para maniobras de buques, ubicado al Sur de la Isla Verde. Y el Antepuerto limitado por la escollera sureste y el muro de pescadores. El área de Operaciones Portuarias está constituida por los muelles 1, 2, 4, 5, 6, 7 Sur, 7 Este, 8 Este y 8 Oeste, muelle de cementos, muelle de contenedores, muelle T, muelle de PEMEX y muelle del astillero, áreas de patios de maniobra, entre vías y almacenes. Los elementos de protección del Puerto son el rompeolas Norte, el rompeolas Noreste y el rompeolas Sureste. En relación con la atención a las embarcaciones, cuenta con una infraestructura de navegación constituida por un canal de aproximación con una longitud de 1,108 m, la bocana de 122 m y los canales interiores suman una longitud total de 1,479 m; todas estas infraestructuras cuentan con un ancho de plantilla de 200 m. La dársena de ciaboga posee un diámetro de 500 m. Esta infraestructura para la navegación de las embarcaciones abarca una superficie de 102.96 ha; asimismo el puerto cuenta con 6,000.75 ha de fondeadero (APIVER, 2016). El clima es de tipo Aw2(1) que corresponde al tipo de clima cálido subhúmedo, con precipitaciones en el verano que varían de 1100 a 2000 mm, con un promedio de temperatura media anual de 26.0° C y la media del mes más frío alrededor de los 18.1° C, con oscilaciones entre 5° y 7° C. La zona

La zona marítimo portuaria (19°12'23.8"N, 96°07'58.6"W) se encuentra dentro del puerto del estado de Veracruz. Este sitio presenta un fondo marino principalmente arena arcillosa, profundidades que van desde los 9 a 14 m, buena visibilidad, alta diversidad, con baja incidencia de contaminación antropogénica, además, este sitio se caracteriza por albergar especies de interés comercial como crustáceos, moluscos y peces (API, 2016).

Antepuerto (19°11'54.6"N, 96°07'29.2"W), este sitio se caracteriza por tener un fondo de arena arcillosa, con mayor incidencia de contaminación antropogénica y sedimentación principalmente arenas finas (73%) y arenas medias (18 %). Con profundidad de 7 m y ser el refugio de muchas especies de interés comercial tales como crustáceos, moluscos y una gran diversidad de peces. Boca del Río es el municipio más cercano al sitio de muestreo. Boca del Río es una zona turística, con una densidad poblacional de 3,707.3 hab/ km² (INEGI, 2010). Este municipio conurbado al Puerto de Veracruz, está localizado en la zona centro costera del estado, en él, se localiza el moderno desarrollo hotelero que satisface las necesidades del turista internacional, cuenta con hermosas playas, restaurantes, centros nocturnos, instalaciones deportivas, centros de diversión, grandes y lujosas plazas comerciales y un importante centro de convenciones y exposiciones WTC. (SECTUR, 2017).

Tabla 1 Características físicas de los dos sitios de estudio

	PUERTO	ANTEPUERTO
Área	569,560.0 m ²	499,880.47 m ²
Perímetro	9 km	5.04 km
Distancia a tierra	2,170 m	1,070 m
Posición geográfica	19°12'23.8'' 96°07'58.6''	19°11'54.6'' 96°07'29.2''
Profundidad (m)	9-16	0-9

Ambos sitios se encuentran en la zona de amortiguamiento teniendo diversas actividades antropogénicas desarrollándose en los mismos, como lo pueden ser la pesca, actividades turísticas y tránsito portuario, operaciones de carga y descarga, en la (tabla 2) podemos observar las actividades que se realizan en ambos sitios.

Tabla 2. Actividades permitidas dentro de los sitios de estudio, Puerto y Antepuerto (APIVER, 2016).

	PUERTO	ANTEPUERTO
Actividades turísticas	No	Si
Actividades de recreación	No	Si
Actividades de investigación	Si	Si
Actividades de pesca	No	Si
Operaciones de carga o descarga directa generales	Si	No

Colecta de organismos.

Se realizaron 10 muestreos entre enero de 2018 y abril de 2019, se capturaron un total de 62 peces de *Abudefduf saxatilis*. De los cuales 31 fueron de la zona marítima portuaria y 31 del Antepuerto. El material biológico fue capturado por pescadores artesanales del área en los muelles, los adyacentes al muro del malecón de Veracruz, mediante sus propias artes de pesca (anzuelo). Los peces fueron transportados vivos, en contenedores de plástico con hielo al Laboratorio de Investigación Acuícola Aplicada (LIAA) del Instituto Tecnológico de Boca del Río (ITBOCA), para su análisis helmintológico que se realizó dentro de las 24 horas posteriores a su captura.



Figura 2.- Material biológico transportado en contenedores de plástico con hielo.

Examen helmintológico.

De cada pez se tomaron los datos biométricos (longitud total, longitud patrón, altura y peso). El examen helmintológico consistió en revisar bajo microscopio estereoscópico todos los tejidos y órganos: piel, aletas, boca y branquias, ojos, cerebro, corazón, mesenterios, esófago, estómago, intestino y músculos (Salgado-Maldonado, 1979; Lamothe-Argumedo, 1997; Vidal-Martínez et al., 2001).



Figura 3.- Toma de datos biométricos a individuo de la especie *A. saxatilis*.

Procesamiento parasitario.

Los helmintos encontrados fueron separados en cajas de Petri con solución salina al 0.65%. Se fijaron con formol al 4% caliente o formol-salino al 4% caliente, según el grupo taxonómico. Posteriormente se preservaron en frascos viales con alcohol al 70% para su procesamiento. Para su estudio morfológico y determinación taxonómica, los helmintos se tiñeron con Paracarmín de Mayer y Tricrómica de Gomori y se aclararon con Aceite de Clavo para elaborar preparaciones totales permanentes montadas con Bálsamo de Canadá. Los nemátodos fueron estudiados en preparaciones temporales aclarados con glicerina (Moravec, 1998; Vidal-Martínez et al., 2001). Para la identificación de los parásitos, se utilizaron las claves de Yamaguti (1971), Khalil et al. (1994), Anderson et al. (1974-1983), Gibson et al. (2002). Se seleccionaron ejemplares de referencia de cada especie que se depositaron en la Colección Nacional de Helmintos del Instituto de Biología, UNAM.

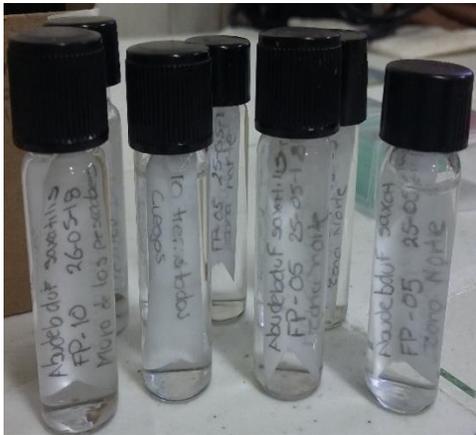


Figura 5.- Preservación de helmintos con alcohol al 70%.



Figura 4.- Examen helmintológico bajo microscopio estereoscópico.

Parámetros parasitarios.

Para cada especie de parásito en cada hospedero, se calcularon los parámetros de infección: prevalencia, abundancia media e intensidad promedio siguiendo los criterios de Bush et al. (1997). Las comunidades de helmintos parásitos fueron estudiadas a nivel de infracomunidad (todas las especies de parásitos en un individuo de una especie de hospedero) y de comunidad componente (todas las especies de parásitos en todos los individuos en una especie de hospedero).

Prevalencia (P): número de hospederos infectados por una especie parásita particular, dividido por el número de total de hospedadores examinados; se expresa en porcentaje.

$$\text{Prevalencia} = \frac{\text{Número de hospederos parasitados}}{\text{Número de hospederos examinados}} \times 100$$

Abundancia media (AM): número promedio de parásitos por hospederos examinado en una muestra (incluye a los no infectados); se corresponde con la media aritmética, ya que se obtiene al dividir el número total de parásitos presentes en una muestra de hospederos examinados positivos entre el número total de hospederos examinados.

$$\text{Abundancia:} = \frac{\text{Número de parásitos de una especie particular}}{\text{Número de hospedero revisados (parasitados y no parasitados)}}$$

Intensidad media (IM): número promedio de gusanos que corresponde a cada pez parasitado.

$$\text{Intensidad promedio:} = \frac{\text{Número de gusanos de una especie particular}}{\text{Número de hospederos parasitados con esa especie}}$$

Riqueza.

Se analizó los datos de recuperación de especies para cada componente mediante curvas de acumulación de especies, (curvas de colecta) se trazó la curva acumulativa promedio de cada serie con (100 aleatorizaciones) realizada con el programa EstimateS, Versión 7.5.0. (Colwell, 2005) cuya asíntota (si la curva se formó horizontal) ajustándolas al modelo de Clench. Se valoraron las diferencias de riqueza y abundancia de helmintos parásitos con las características biológicas de talla y sexo.

Modelo de Clench.

Se utilizó el modelo de Clench para comprobar la representatividad del tamaño de muestra (Jiménez-Valverde Y Hortal, 2003). Con la ecuación de Clench, también se estimó la riqueza máxima esperada (Bautista-Hernández et al., 2013). Estas curvas fueron ajustadas al modelo de Clench mediante el programa Statistic 7.0 (StatSoft, 2007) con la siguiente función:

$$v2 = \frac{a \cdot v1}{1 + (b \cdot v1)}$$

Donde:

$v2$ = riqueza esperada.

a = la ordenada al origen, la intercepción en Y, representa la tasa de incremento del número de especies al inicio de la colecta.

$v1$ = riqueza observada de x_i .

b = pendiente de la curva.

Para la ecuación de Clench, y empleando como unidad de esfuerzo individuos o registros de una base de datos, se asumió que la curva acumulativa alcanzaba la asíntota cuando la pendiente se hace aproximadamente ≤ 0.1 y puede considerarse suficientemente fiable, a pesar de ser aún incompleto (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). La pendiente de cada curva acumulativa se obtuvo usando el programa

Statistic y calculando la función Clench. A partir de los parámetros de esta iteración, la pendiente se calculó como:

$$\text{pendiente (en un punto } n_i) = \frac{a}{1 + (b \cdot n_i)^2}$$

Donde:

a = la ordenada al origen.

b = pendiente de la curva.

n_i = número acumulado de hospederos examinados.

La función de Clench permitió obtener un estimado de la riqueza de la comunidad por medio de la función:

$$E(S) = (a/b)$$

Donde:

$E(S)$ = riqueza estimada.

a = la ordenada al origen.

b = pendiente de la curva.

El porcentaje de riqueza descubierta (o estudiada) en el inventario de especies, se estimó como una proporción entre la riqueza observada sobre la riqueza estimada de la función de Clench:

$$\% S = \frac{S_{obs}(100)}{(a/b)}$$

Donde:

S_{obs} = riqueza observada.

a = la ordenada al origen.

b = pendiente de la curva.

Estimadores de riqueza.

Los estimadores no paramétricos como es el caso de Bootstrap estiman la riqueza con datos de presencia- ausencia. Este estimador que se utilizó en este estudio permitió la posibilidad de detectar especies raras, y son los recomendados para estudios de comunidades de parásitos. Los datos obtenidos en este estudio se ajustaron a Bootstrap: Es uno de los mejores estimadores para estas comunidades, ya que tienden a presentar un menor sesgo y es más preciso. Se emplea cuando existen especies raras en las comunidades, es decir, estima una especie más por encontrar dentro de una colecta de aproximadamente 10 peces (Bautista-

Hernández et al., 2013). Este estimador se basa en la proporción de unidades de muestreo (p_j) que contienen a cada especie j (Moreno, 2001):

$$Bootstrap = S_{obs} + \sum (1 - p_j)^n$$

Donde:

S_{obs} = riqueza observada.

p_j = la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j .

n = número de hospederos examinados.

Para el cálculo de estos estimadores de riqueza no paramétricos se utilizó el programa EstimateS, Versión 7.5.0. (Colwell, 2005).

Estructura de la comunidad.

Para determinar la estructura de la comunidad, se analizó su composición de especies por grupo taxonómico, riqueza, abundancia, diversidad, equitatividad y dominancia de especies de parásitos a nivel de componente de comunidad e infracomunidad.

Índice de diversidad de Shannon- Wiener

Este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección y asume que todos los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Moreno, 2001). Se expresa con la siguiente ecuación:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde:

p_i = es la proporción relativa de cada especie dentro de la comunidad.

Índice de dominancia de Berger-Parker

El índice de dominancia de Berger-Parker con valores de 0.1 a 1.0, permite señalar que un incremento del resultado se interpreta como una disminución de la equidad y un aumento en la dominancia (Moreno, 2001; Magurran, 2004).

$$I_{B-P} = \frac{N_{max}}{N}$$

Donde:

N_{max} = es el número de individuos de la especie más abundante en la comunidad.

Índice de similitud de Jaccard

Mide la composición de especies entre sitios, para conocer hasta qué punto son similares, (Moreno, 2001).

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

a= número de especies presentes en Puerto (12)

b= número de especies presentes en Antepuerto (11)

c= número de especies presentes en ambos sitios (13)

Prueba de t

Para realizar la comparación entre los valores de riqueza, abundancia media, intensidad media y diversidad, se aplicó el análisis de prueba de “t” de Student, para señalar si se observan diferencias significativas ($p < 0.05$) (Rózsa *et al.*, 2000). Comparando los valores entre las comunidades de helmintos parásitos de los hospederos del Puerto vs Antepuerto. Se asume que son muestras independientes y con datos de distribución normal y varianzas similares (McDonald, 2014).

Distribución de abundancias de las especies.

Para describir la riqueza y distribución de abundancias de las especies de la comunidad de helmintos parásitos de *A. saxatilis*, se trazaron curvas de Whittaker (rango-abundancia) para cada comunidad componente, ajustándolas a los modelos geométrico, serie logarítmica, logaritmo-normal o vara-quebrada (Magurran, 2004). La prueba de ajuste a los modelos se realizó usando el programa PAST 1.78 (Hammer *et al.*, 2001). Asimismo, se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener, y patrones de dominancia (para infracomunidad y comunidad componente). Se analizaron las diferencias entre la riqueza y diversidad de las comunidades de peces del Puerto y Antepuerto, mediante un ANOVA de una vía ($P < 0.05$) y se analizó la similitud entre las comunidades con el Índice de similitud de Jaccard (Moreno, 2001; Magurran, 2004).

Estructura de la comunidad.

Se analizó la estructura de la comunidad examinando su composición por grupo taxonómico, la riqueza de especies de parásitos por especie de hospedero y la diversidad tanto a nivel de componentes de comunidad como de infracomunidad (Bush *et al.*, 2001). Se calculó el Índice de Shannon- Wiener (H'), el de equitatividad J' , el de dominancia de Berger-Parker (I_{B-P}). Estos índices se calcularon con el programa PAST 1.89 (Hammer *et al.*, 2001).

Los componentes de comunidad se describen por su riqueza de parásitos, abundancia, diversidad (Índice de Shannon-Wiener), equitatividad y dominancia (Índice de Berger-Parker) (Bush et al., 2001). Las infracomunidades se describen con base en el número de hospederos examinados y parasitados, proporción del número de especies de parásitos por hospedero; riqueza promedio por hospedero (\pm SD), abundancia promedio por pez examinado (\pm SD), promedio del índice de diversidad de Shannon-Wiener (\pm SD), promedio de equitatividad J' (\pm SD), promedio de dominancia Berger-Parker (\pm SD), especie dominante y se señaló la proporción de hospederos de la muestra en que fue dominante (Bush et al., 2001).

RESULTADOS

Se capturaron y examinaron un total de 62 peces, 38 machos y 24 hembras, 31 del Puerto y 31 del Antepuerto, durante enero 2018 y abril 2019. Las tallas que se obtuvieron de ambos sitios (datos generales) la longitud total fue de 13.4 ± 1.8 cm, (intervalo: 17-8.5 cm), mientras el peso registrado fue de 23.8 ± 5.9 g, (intervalo: 10-137 g). De manera individual en la Zona marítima (Puerto) se obtuvo una longitud total de 13.5 ± 1.8 cm, (intervalo: 8.5- 17 cm), un peso de 54.9 ± 18.07 g, (intervalo: 10-93 g) y de los hospederos procedentes del Muro de pescadores (Antepuerto) la longitud total fue de 13.2 ± 1.9 cm, (intervalo:10-17 cm), un peso de 63.0 ± 28.2 g, (intervalo:22-137 g) (ver tabla 3).

Tabla 3. Parámetros de talla, con promedio, desviación estándar, máximo y mínimo, de longitud total, longitud patrón, altura y peso dividido en el total de las muestras, Puerto y Antepuerto.

	TOTAL DE PECES		PUERTO		ANTEPUERTO	
	Promedio (\pm SD)	Mín- máx	Promedio (\pm SD)	Mín-máx	Promedio (\pm SD)	Mín- máx
<i>Longitud total</i>	13.40 ± 1.84	8.5 – 17	13.56 ± 1.81	8.5 – 17	13.24 ± 1.90	10 – 17
<i>Longitud patrón</i>	9.96 ± 1.39	6.5 – 12.5	10.21 ± 1.34	6.5 – 12.5	9.71 ± 1.42	7.2 – 12
<i>Altura</i>	5.94 ± 0.83	3.5 – 7.8	5.77 ± 0.74	3.5 – 7	6.10 ± 0.89	4.3 – 7.8
<i>Peso/g</i>	23.89 ± 5.94	10 - 137	54.90 ± 18.07	10 - 93	63.06 ± 28.28	22 - 137

Se extrajeron un total de 371 helmintos parásitos, la mayoría localizados en branquias del hospedero, los cuales se encuentran distribuidos en 13 taxas de parásitos, y divididos en 1 filo y 3 clases, comprendiendo Nematoda con 2 especies (11%), Cestoda con 1 especie (2%), Trematoda con 5 especies (17%) y Monogénea con cinco especies (70%).

PORCENTAJE DE HELMINTOFAUNA

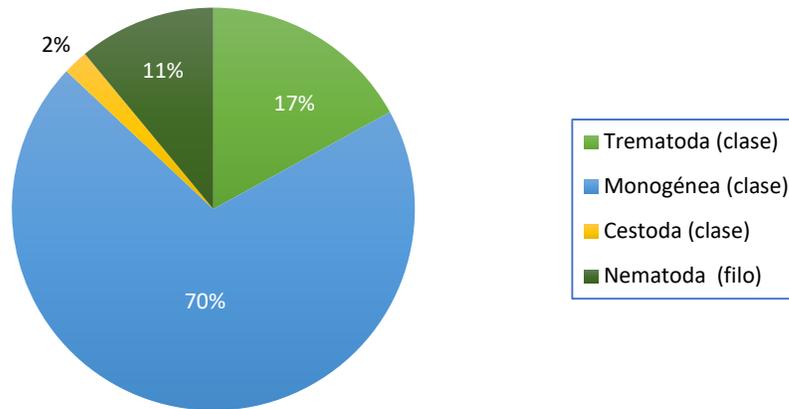


Figura 6.- Distribución por porcentaje de helmintofauna encontrada en el hospedero *A. saxatilis* distribuidas en 1 filo y 3 clases.

Con los especímenes montados en preparaciones totales de tremátodos y monogéneos y las preparaciones temporales de céstodos y nemátodos, se procedió a la observación microscópica para identificar las especies de helmintos. Sin embargo, debido a que los parásitos se obtuvieron en estadios larvarios, solo algunos se pudieron identificar hasta nivel de especie, mientras que los otros se identificaron hasta el nivel jerárquico permitido.

Las especies encontradas en los hospederos de ambos sitios pertenecientes al filo Nematoda son *Anisakis* sp., e *Hysterothylacium* sp. Para la clase Trematoda se encontraron: *Parahemiurus merus*, *Gonocercella* sp., y *Schikhobalotrema acutum* todos en su forma adulta. Para la clase Cestoda se encontraron larvas de la familia Tetraphyllidea. En tanto, la clase Monogénea fue la más numerosa con: *Neohaliotrema bychowskii*, *N. macracanthum*, *N. abudedefdufi*, *N. sp.*, y *Haliotrema* sp. Una de las especies de la clase Trematoda fue *Scaphanocephalus* sp., la cual se observó en aletas caudales, únicamente en hospederos del Puerto, por otra parte, *Schikhobalotrema bivesiculum*, se encontró únicamente en hospederos del Antepuerto.

De entre todas las especies encontradas de helmintos parásitos el que presentó la mayor prevalencia fue *Neohaliotrema bychowskii* con 40.32% perteneciente a la clase Monogénea, en contraste las especies con menor prevalencia fueron *Schikhobalotrema bivesiculum* y *Gonocercella* sp., con 1.61% perteneciente a la clase de Trematoda. En cuanto a la intensidad promedio las especies que presentaron un mayor valor de entre las tres clases y un filo de helmintos fue *Neohaliotrema* sp., con 5.30 ± 7.37 y *Scaphanocephalus* sp., con 5.3 ± 4.11 , mientras la especie con el menor valor de intensidad promedio fue *Neohaliotrema abudefdufi* con 1.33 ± 0.81 (ver tabla 4).

Tabla 4. Prevalencia, intensidad promedio y sitio de la infección de helmintos parásitos de *Abudefduf saxatilis* del Puerto y Antepuerto de Veracruz, México. n‡ número de hospederos infectados. Abreviaturas del ciclo de vida: mt, metacercaría; l, larva. Abreviatura para sitio: int, intestino; b, branquias; e, estomago; al, aletas.

Especies	Sitio	PUERTO (n= 31)			ANTEPUERTO (n= 31)		
		n (%p)	ab (± sd)	l	n (% p)	ab (± sd)	l
MONOGÉNEA							
<i>Neohaliotrema bychowskii</i> †	b	11 (35.4)	1.6 ± 1.0	1-4	14 (45.1)	3.5 ± 4.3	1-24
<i>Neohaliotrema macracanthum</i> †	b	9 (29)	3.4 ± 2.5	1-13	13 (41.9)	4.7 ± 3.2	1-15
<i>Neohaliotrema abudefdufi</i> †	b	4 (12.9)	1.5 ± 0.6	1-3	2 (6.4)	1 ± 0	1-1
<i>Neohaliotrema</i> sp. † *	b	6 (19.3)	8.8 ± 5.4	1-22	7 (22.5)	2.2 ± 1.2	1-5
<i>Haliotrema</i> sp. †	b	8 (25.8)	2.2 ± 1.1	1-4	2 (6.4)	1 ± 0	1-1
TREMATODA							
<i>Parahemiurus merus</i> †	int	3 (9.6)	1 ± 0	1-1	2 (6.4)	2.5 ± 0.7	4
<i>Schikhobalotrema acutum</i> †	int	6 (19.3)	2.1 ± 1.0	5	7 (22.5)	1.1 ± 0.5	2
<i>Schikhobalotrema bivesiculum</i> †	int	--	--	--	1 (3.2)	3 ± -	3
<i>Gonocercella</i> sp. *	int	1 (3.2)	2 ± -	2	--	--	---
<i>Scaphanocephalus</i> sp. mt *	al	9 (29.03)	3.2 ± 2.1	1-10	--	--	--
CESTODA							
Tetraphyllidea gen. sp. p *	e-int	4 (12.9)	2.2 ± 0.8	1-4	1 (3.2)	1 ± -	1
NEMATODA							
<i>Anisakis</i> sp. l *	int	12 (38.7)	1.5 ± 0.8	1-3	3 (9.6)	1.6 ± 0.5	1-3
<i>Hysterothylacium</i> sp. l *	int	6 (19.3)	2.1 ± 1.0	1-5	2 (6.4)	1.5 ± -0.3	1-2
Total de especies de helmintos		12				11	

* Nuevos registros de hospedero.

† Nuevo registro de localidad.

Se analizó la prevalencia de las especies parasitarias en los hospederos para cada sitio de muestreo, manejados como diferentes comunidades, siendo una el Puerto y la otra el Antepuerto. Para la primera comunidad (Puerto) la especie de helminto con mayor prevalencia (%) fue *Anisakis* sp. perteneciente al filo Nematoda con una prevalencia del 38.7 %, mientras la especie de helminto con menor presencia fue *Gonocercella* sp. de la clase Tremátoda, con una prevalencia del 3.22% (Figura 7).

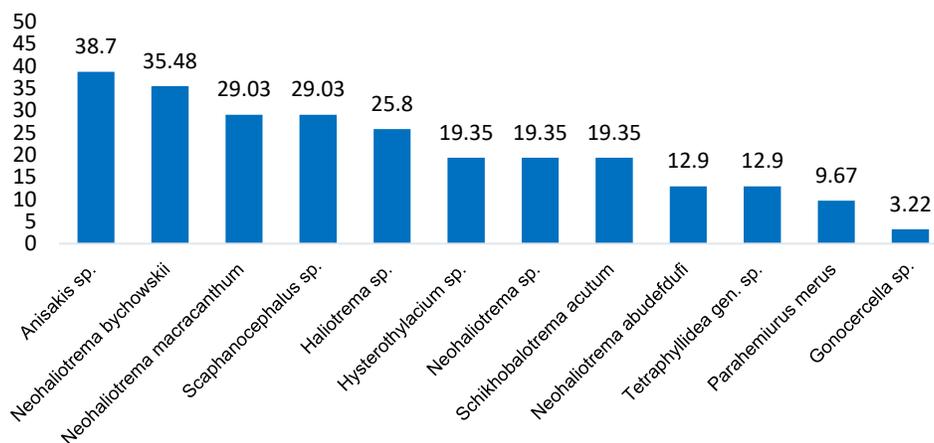


Figura 8.- Prevalencia de las especies de helmintos parásitos encontrados en los hospederos examinados del Puerto.

Para la segunda comunidad (Antepuerto) la especie de helminto con mayor prevalencia fue *Neohaliotrema bychowskii*, perteneciente a la clase Monogénea con una prevalencia del 45.16%, mientras las especies de helmintos con menor prevalencia fueron *Schikhobalotrema bivesiculum* y *Tetraphylidea* gen.sp. con 3.22% (figura 8).

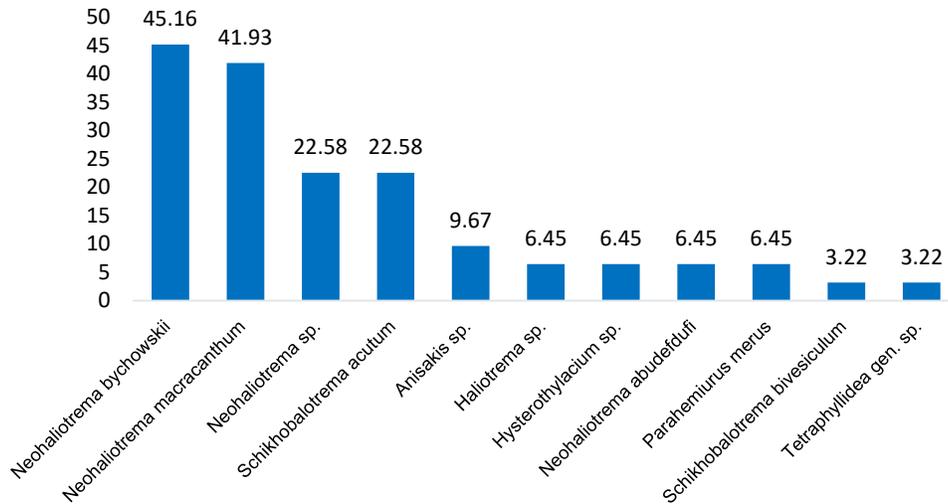


Figura 9.- Prevalencia de las especies de helmintos parásitos encontrados en los hospederos examinados del Antepuerto.

La intensidad promedio de las especies parasitarias en los hospederos también se analizó para cada sitio de muestreo, manejados como diferentes comunidades siendo una el Puerto y la otra el Antepuerto. Para la primera comunidad (Puerto) la especie de helminto parásito con mayor intensidad promedio (sd) fue *Neohaliotrema sp.* con 8.8 ± 5.4 , mientras la especie con menor prevalencia de ese sitio fue *Parahemiurus merus*, con 1 ± 0 (figura 9).

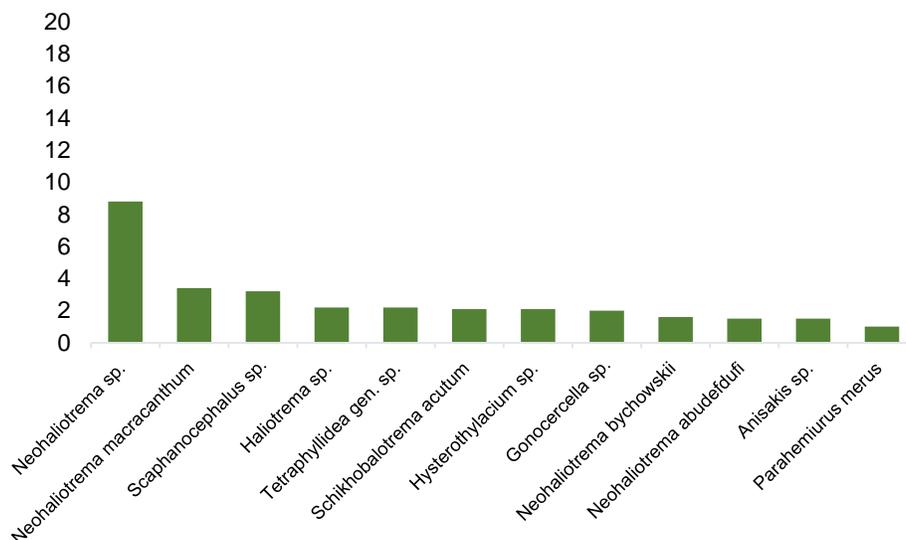


Figura 10.- Intensidad promedio de las especies de helmintos parásitos encontrados en los hospederos examinados del Puerto.

En el Antepuerto la especie de helminto parásito con mayor prevalencia encontrada fue *Neohaliotrema macracanthum* con 4.7 ± 3.2 , mientras las especies con menor prevalencia de ese sitio fueron *Neohaliotrema abudedefdufi*, *Haliotrema* sp. *Tetraphyllidea* gen. sp., con $1 \pm$ (figura 10).

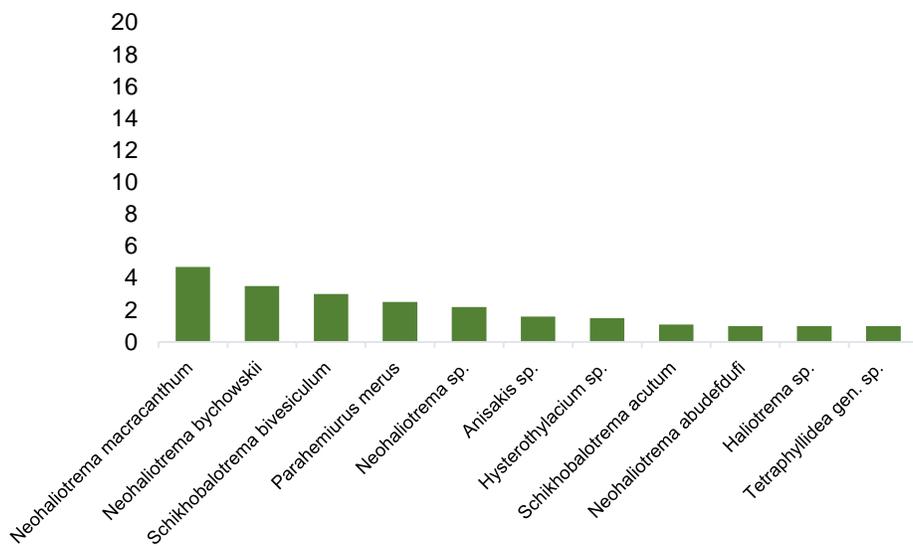


Figura 11.- Intensidad promedio de las especies de helmintos parásitos encontrados en los hospederos examinados del Antepuerto.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ESPECIES DE HELMINTOS
PARÁSITOS ENCONTRADAS.

CLASE MONOGÉNEA

Neohaliotrema bychowskii (Fig. 11) (Zhukov, 1976)

Hospedero: *Abudefduf saxatilis* (L.), sargento mayor, se presentó en 25 de 62 peces examinados.

Sitio: Branquias

Comentarios: Se caracteriza por tener ganchos de borde de dos tipos, 3 pares de ganchos compuestos largos y 4 ganchos cortos, los dos pares de ganchos del primer tipo se encuentran en la parte media del haptor, los pares son masivos, dispuestos en ángulo uno con el otro en forma de la letra V. El punto del gancho se dirige al borde del disco. Los mangos del segundo par son delgados, curvado, debido al contacto de los vértices de sus partes convexas se forma una figura en forma de X con un centro desplazado hacia abajo. Los ganchos se pueden bifurcar, El tercer par de ganchos se encuentra en el nivel del medio o fuera de ellos. Esta especie fue registrada fuera de La Habana, Golfo de México, (Zhukov, 1976).

La presente especie corresponde a nuevo registro de localidad.



Figura 12.- *Neohaliotrema bychowskii*, cuerpo completo (40x).

Neohaliotrema macracanthum (Fig. 12) (Zhukov, 1976)

Hospedero: *Abudefduf saxatilis* (L.), sargento mayor, se presentó en 22 de 62 peces examinados.

Sitio: Branquias

Comentarios: Se caracterizan por que sus ganchos intermedios varían en tamaño y forma, presenta ganchos abdominales y ganchos dorsales. Los ganchos de borde están representados por 3 tipos, dos pares de ganchos de primer tipo con mangos compuestos cortos y un par del tercer tipo sin extensiones adicionales al mango que se encuentran ubicados a los lados del disco, el segundo par de ganchos sin extensiones ocupa la posición inferior del disco y se caracteriza por amplias extensiones curvas. Debido al contacto de los vértices de las curvas de estas extensiones, se forma una figura en forma de X con el centro desplazado hacia abajo. Presenta un órgano copulativo en forma de tubo delgado y curvo, puntiagudo en la parte delantera y con forma cónica en la parte trasera. Esta especie se diferencia de *N. taotao* y *N. bychowskii* en la masa de los ganchos intermedios, su tamaño y forma, la presencia de un crecimiento laminar en la base del gancho dorsal y la estructura de los ganchos marginales. Esta especie fue registrada en la Habana, Golfo de México, (Zhukov, 1976).

La presente especie corresponde a nuevo registro de localidad.



Figura 13.- *Neohaliotrema macracanthum*, cuerpo completo (40x).

Neohaliootrema abudefdufi (Fig. 13) (Zhukov, 1976)

Hospedero: *Abudefduf saxatilis* (L.), sargento mayor, se presentó en 6 de 62 peces examinados.

Sitio: Branquias

Comentarios: Se caracteriza por tener los ganchos intermedios de forma diferente. El borde exterior del proceso interno del gancho cervical tiene una protuberancia característica. Ganchos de borde con asas integrales del mismo tipo. La longitud de las extensiones a los mangos de los ganchos de borde está determinada por la ubicación de estos últimos en el disco. Órgano copulativo en forma de tubo doblado en la base. Se diferencia de otros representantes del género en la forma de los ganchos medios del disco de fijación y la uniformidad de la estructura de los ganchos marginales. La última característica lo acerca a *N. problematicum*. Esta especie fue registrada en Habana, Golfo de México, (Zhukov, 1976).

La presente especie corresponde a nuevo registro de localidad.

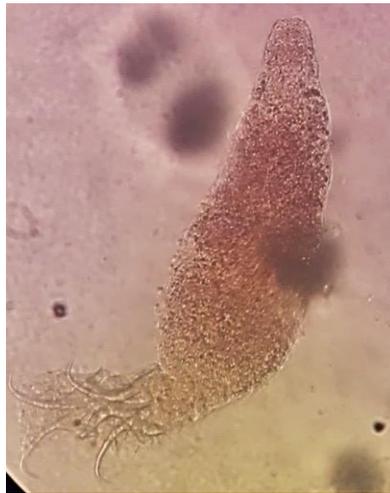


Figura 14.- *Neohaliootrema abudefdufi*, cuerpo completo (40x).

Neohaliotrema sp. (Fig. 14) (Yamaguti, 1965)

Hospedero: *Abudefduf saxatilis* (L.), sargento mayor, se presentó en 13 de 62 peces examinados.

Sitio: Branquias

Comentarios: Las ocho especies conocidas de *Neohaliotrema* provienen de pomacentridos, cinco especies están restringidas a *Abudefduf* spp., Dos especies a *Microspathodon chrysurus* y una especie común a *Abudefduf* spp. y *M. chrysurus*; el último pez también alberga *Paraneohaliotrema microspathodoni* (Zhukov, 1976). Y cuatro nuevas y una no identificada en *Abudefduf vagensis* en Langkawi, Malasia, en el Mar de Andaman (Océano Índico) (Lim y Gibson, 2010).

La presente especie corresponde a un nuevo registro de hospedero y localidad.

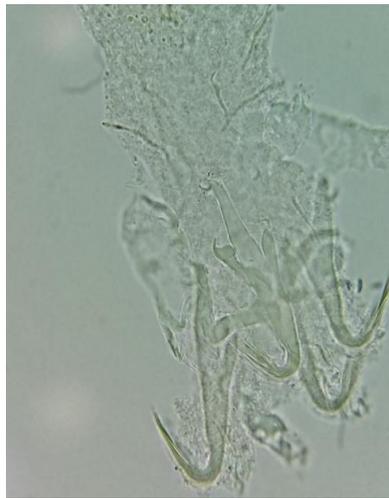


Figura 15.- *Neohaliotrema* sp. haptor (40x).

Haliotrema sp. (Fig. 15) (Johnston y Tiegs, 1922)

Hospedero: *Abudefduf saxatilis* (L.), sargento mayor, se presentó en 10 de 62 peces examinados.

Sitio: Branquias

Comentarios: El género *Haliotrema* (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae) se ha convertido en un grupo taxonómico muy expandido que ahora incluye más de 100 especies que exhiben morfologías muy diferentes y parasitan una gran cantidad de huéspedes con una ecología y morfología de amplio alcance. Este género se encuentra en peces teleósteos de 33 familias y pertenece a seis órdenes distribuidas en mares cálidos. Esta especie fue registrada Bychowsky y Nagibina (1970) refieren 15 especies nuevas al sur de China y sugieren tres combinaciones nuevas en peces del Japón; Zhukov (1976, 1980a, 1980b, 1981) registró un total de 27 especies nuevas, encontradas en peces teleósteos del Golfo de México y Vala et al. (1982) señalaron 10 especies y combinaciones nuevas en peces de Hawaii, del océano Atlántico, Índico, y del Mar Caribe; Hussein (2017) señala descripciones de *Haliotrema* en tres huéspedes de peces marinos (*Parupeneus forsskali*, *Lethrinus harak* y *Siganus luridus*) respectivamente del Mar Rojo, Egipto; y Mendoza-Franco y Violante-González (2011) en la costa del Pacífico del estado de Guerrero en México, recuperan 2 especies no descritas de *Haliotrema*.

La presente especie corresponde a nuevo registro de localidad.

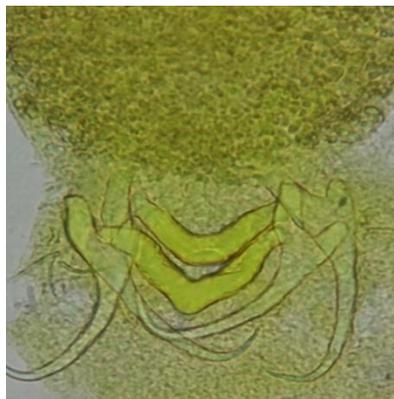


Figura 16.- *Haliotrema* sp, haptor (40x).

CLASE TREMÁTODA

Parahemiurus merus (Fig. 16) (Linton, 1910)

Hospedero: *Abudefduf saxatilis* (L.), sargento mayor, se presentó en 5 de 62 peces examinados.

Sitio: Intestino

Comentarios: Se caracteriza por que los pliegues o anillos del cuerpo se extienden completamente a través de la superficie dorsal solo hasta la región acetabular, mientras que en la superficie ventral continúan hasta el nivel del ovario o en algunos especímenes hasta el borde posterior de la vitellaria. Pertenece a la familia Hemiuridae, *Parahemiurus* es un género con una distribución muy amplia, principalmente de aguas templadas y tropicales de todo el mundo. Esta especie ha sido registrada en América del Norte (Florida, Tortugas, Washington), América del Sur (Argentina, La Plata, Ecuador, Brasil), Japón. Se registró en Florida (Manter, 1947) y Jamaica (Nahhas y Cable, 1964). En México, esta especie se había registrado en tres ocasiones: en Ensenada, B. San Quintín, en *Sardinopsis coerulea* (King, 1962), en Ensenada, B. C., en un "lenguado" no identificado (Lamothe *et al.*, 1997) y en Chamela, Jalisco en *Harengula thrissina* y *Opisthonema libertate* (Pérez-Ponce de León, *et al.*, 2000).

La presente especie corresponde a nuevo registro de localidad.



Figura 17.- *Parahemiurus merus*, cuerpo completo (40x).

Schikhobalotrema acutum (Fig. 17) (Linton, 1910)

Hospedero: *Abudefduf saxatilis* (L.), sargento mayor, se presentó en 13 de 62 peces examinados.

Sitio: Intestino

Comentarios: Pertenece a la familia Haplospilichnidae. Se caracteriza por tener una ventosa ventral con una abertura longitudinal y lóbulos laterales. Esta especie fue registrada en Isla Galeta Panamá (Sogandares- Bernal y Sogandares, 1961) y en el Océano Pacífico, en peces beloniformes.

La presente especie corresponde a nuevo registro de localidad.



Figura 19.- *Schikhobalotrema acutum*, cuerpo completo (40x).

Schikhobalotrema bivesiculum (Fig. 18) (Nahhas y Cable, 1964)

Hospedero: *Abudefduf saxatilis* (L.), sargento mayor, se presentó en 1 de 62 peces examinados.

Sitio: Intestino

Comentarios: Pertenece a la familia Haplosporididae. *Schikhobalotrema bivesiculum* difiere de todas las demás especies del género en su conspicua vesícula seminal bipartida. Se parece *S. acutiim* y *S. adacutuni* en topografía general y aunque tiene una abertura longitudinal en el acetábulo como en esas especies, la ventosa carece de lóbulos posterolaterales. Esta especie fue registrada en Jamaica (Nahhas y Cable, 1964) en peces de la familia Pomacentridae; *Abudefduf saxatilis*.

La presente especie corresponde a nuevo registro de localidad.

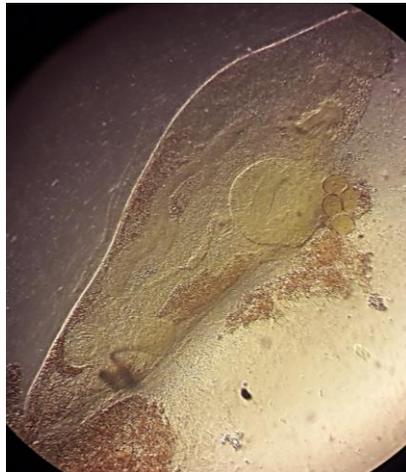


Figura 20.- *Schikhobalotrema bivesiculum*, cuerpo completo (40x).

Gonocercella sp. (Fig. 19) (Manter 1940)

Hospedero: *Abudefduf saxatilis* (L.), sargento mayor, se presentó en 1 de 62 peces examinados.

Sitio: intestino

Comentarios: El género *Gonocercella* spp., fue justificado por Manter (1940) para los trematodos encontrados en *Trachinotus rhodopus*, las características más distintivas de este género son: una gran vesícula prostática y la ubicación de las células prostáticas a su alrededor, así como una vesícula seminal tubular contorneada. Esta especie fue registrada en Colombia, Peru, Florida, Carolina del Norte. En México fue registrada en carángidos del estado de Veracruz (Montoya-mendoza *et al.*, 2017).

La presente especie corresponde a nuevo registro de hospedero.



Figura 21.- *Gonocercella* sp, cuerpo completo (40x).

Scaphanocephalus sp. (Fig. 20) (Jägerskiöld, 1903)

Hospedero: *Abudefduf saxatilis* (L.), sargento mayor, se presentó en 20 de 62 peces examinados.

Sitio: Enquistadas en aletas caudales

Comentarios: Esta metacercaría usa a los peces como hospederos intermediarios, mientras que las aves ictiófagas llegan a ser su hospedero definitivo (Cribb et al., 2014). Se caracterizan por tener cuerpo en forma de “T” o de campana invertida, presenta en el extremo anterior dos expansiones del cuerpo en forma de alas onduladas con estrías longitudinales; la parte posterior es alargada, y su extremo redondeado. La cutícula presenta pequeñas espinas en la parte estriada de las alas. La ventosa oral es terminal y se localiza en la línea media del cuerpo, de forma redondeada. Por la anterior, se considera, utiliza peces como hospederos intermediarios, los cuales al ser ingeridos por las aves cierran su ciclo de vida.

El presente registro corresponde a un nuevo registro de hospedero, además es importante destacar que este registro de *Scaphanocephalus* en costas Veracruzanas amplía su distribución geográfica.



Figura 22.- *Scaphanocephalus* sp., (metacercaría) cuerpo completo (40x).

CLASE CESTODA

Tetraphyllidea gen. sp. (Fig. 21) (Carus, 1863)

Hospedero: *Abudefduf saxatilis* (L.), sargento mayor, se presentó en 5 de 62 peces examinados.

Sitio: Estomago e intestino

Comentarios: Casi todos los céstodos (Tetraphyllidea) son monoicos (hermafroditas) y requieren de un hospedero en sus diferentes tipos de larvas (procercoides, plerocercoides, cisticercoides, cisticercos y estrobilocercos) (Vidal-Martínez *et al.*, 2002). Así mismo las larvas de Tetraphyllidea se han registrado en una amplia variedad de hospederos intermediarios y numerosas especies de teleósteos que pueden considerarse como hospederos paraténicos (Kennedy 1983). Son cosmopolitas, la mayoría en encuentran en aguas tropicales a subtropicales. No se conoce el ciclo completo de ningún representante de este grupo, pero probablemente incluya de tres a cinco hospedadores, entre ellos teleósteos, moluscos, crustáceos y mamíferos marinos. Las etapas larvales probablemente estén conformadas por embrión hexacanto, procercoide, seguido de una plerocercoides como la etapa larval terminal.

El presente registro corresponde a nuevo registro de hospedero.



Figura 23.- Tetraphyllidea gen. sp. cuerpo completo (40x).

FILO NEMÁTODA

Se lograron identificar 2 especies de nemátodos, es un grupo que generalmente ocupa a los invertebrados como primeros huéspedes (insectos acuáticos) copépodos, crustáceos y oligoquetos, mientras que los peces son los hospederos intermediarios (Vidal-Martínez et al., 2002).

Anisakis sp. (Fig. 22) (Dujardin, 1845)

Hospedero: *Abudefduf saxatilis* (L.), sargento mayor, se presentó en 15 de 62 peces examinados.

Sitio: intestino

Comentarios: Las especies de *Anisakis* tienen un complejo ciclo vital que las conduce a través de varios hospedadores a lo largo de su vida. La distribución geográfica de algunas especies de *Anisakis* presenta solapamientos. El ciclo de vida de estos parásitos es ciertamente complejo y está asociado a las cadenas alimentarias del medio marino. Los *Anisakis* adultos viven anclados en la pared del estómago de los cetáceos (delfines, marsopas, cachalotes, ballenas, etc.), aunque pueden parasitar también algunos pinnípedos (focas, leones marinos, morsas, etc.) (Iglesias et al., 2015).

El presente registro corresponde a nuevo registro de hospedero.

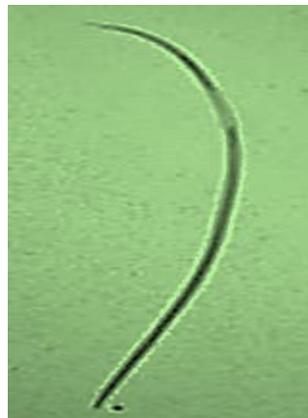


Figura 24.- *Anisakis* sp. parte dorsal (40x).

Hysterothylacium sp. (Fig. 23) (Carus, 1863)

Hospedero: *Abudefduf saxatilis* (L.), sargento mayor, se presentó en 8 de 62 peces examinados.

Sitio: intestino

Comentarios: Pequeño, Nemátodos blancuzcos, con una fina cutícula con estriaciones transversales. La cabeza termina en forma redondeada provista de tres labios pobremente desarrollados alrededor de la apertura bucal. Esófago muscular casi cilíndrico, sin ninguna inflación. Anillo nervioso situado en la parte media del esófago. Poro excretor ligeramente posterior al anillo nervioso. Ventrículo pequeño y esférico. Apéndice ventricular muy largo. Cola cónica con extremo afinado.

El presente registro corresponde a nuevo registro de hospedero



Figura 25.- *Hysterothylacium* sp. parte dorsal (40x).

Los peces de ambos sitios, Puerto y Antepuerto, comparten diez especies (*Neohaliotrema bychowskii*, *N. macracanthum*, *N. abudefdufi*, *N. sp.*, *Haliotrema sp.*, *Parahemiurus merus*, *Schikhobalotrema acutum*, *Tetraphyllidea gen. sp.*, *Anisakis sp.*, y *Hysterothylacium sp.* Por otro lado, en cada arrecife se encontraron peces con un único helminto observado (Tabla 2).

En la comunidad de parásitos de los hospederos del Puerto, la abundancia fue mayor para *Anisakis sp.*, seguido por *Neohaliotrema bychowskii*, mientras que en el resto de los helmintos fue muy baja (< 1). Para la comunidad de parásitos de los hospederos del Antepuerto la abundancia fue mayor para *N. bychowskii*, seguido por *N. macracanthum*.

En el caso de la intensidad promedio, al menos 1 gusano le corresponde a cada hospedero. La cantidad mínima de helmintos encontrados considerando a todas las especies de parásitos fue de 2 a 214 para el Puerto, mientras que para el Antepuerto 3 a 157 parásitos registrados, siendo las más frecuentes *Neohaliotrema sp.*

Por otro lado, se determinó que 31 organismos en cada muestra para ambos sitios, fue suficiente y el inventario de especies fiable y representativo, ya que la pendiente fue menor a 0.1; debido a que no quedan especies por registrar (Tabla 5). Los valores de los índices de riqueza son iguales o próximos a la riqueza observada (S), por lo que no se considera necesario aumentar el tamaño de muestras.

Tabla 5. Estimadores de riqueza para cada uno de los arrecifes del muestreo.

<i>Estimadores de riqueza</i>	<i>Puerto</i>	<i>Antepuerto</i>
S	12	11
<i>Clench</i>	13.60	13.79
<i>Bootstrap</i>	12	10

Se realizó de manera individual tomando en cuenta los dos sitios de muestreo y tratándolos como comunidades diferentes. En el Puerto la pendiente obtenida es 0.039 siendo menor a 0.1, indicando un inventario casi completo teniendo el 88 % de las especies que conforman la comunidad.

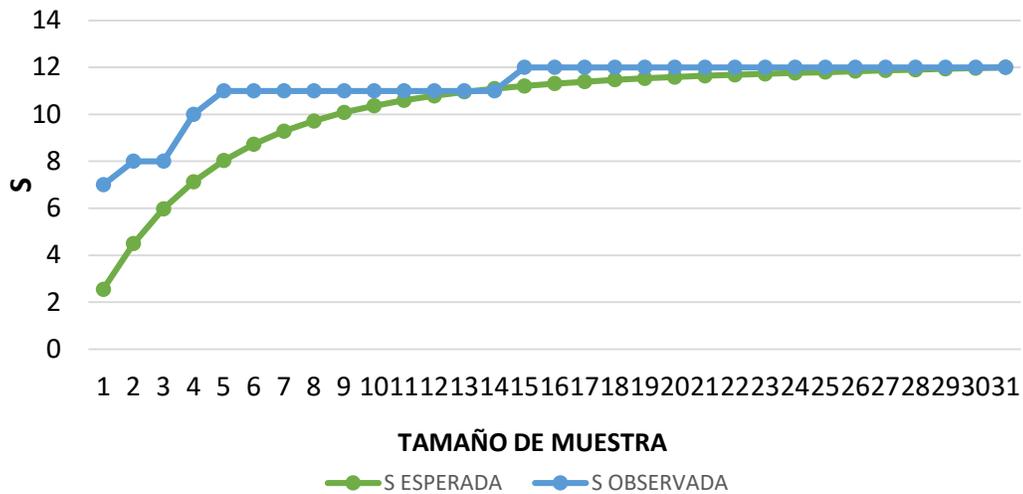


Figura 26.- Curva de abundancia de especies de helmintos parásitos en los hospederos del Puerto.

En el Antepuerto la pendiente obtenida nos indica 0.073 siendo menor a 0.1 (figura 25), indicando un inventario casi completo teniendo el 79 % de las especies esperadas. Los valores de los índices de riqueza no son iguales o próximos a la riqueza observada (S), por lo que se considera necesario aumentar el tamaño de muestra.

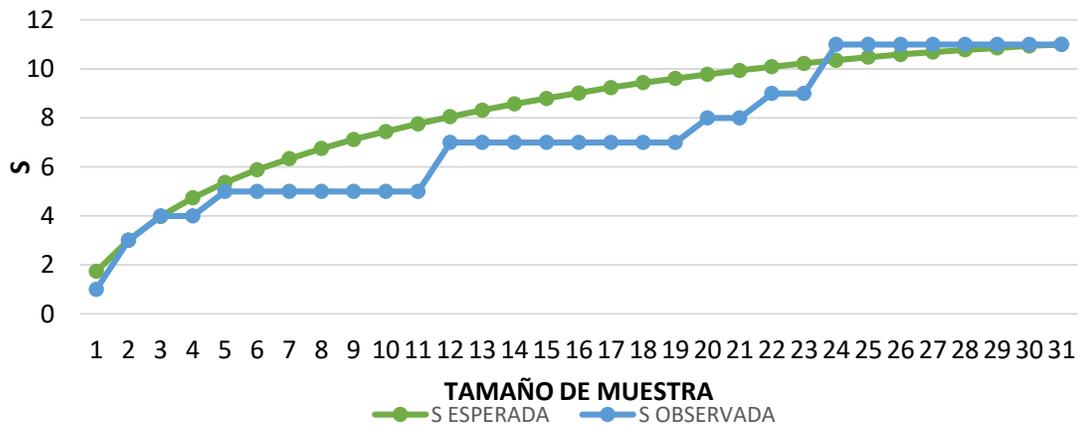


Figura 27.- Comparación de especies obtenidas y especies esperadas en los helmintos parásitos de los hospederos del Antepuerto.

Para los análisis de comunidad encontramos que las especies de parásitos dominantes en cada una de las comunidades fueron *Neohaliotrema* sp., para el Puerto y *N. macracanthum* para el Antepuerto, recordando que la comunidad de hospederos está compuesta por 31 especímenes para ambos sitios. Para el Puerto se obtuvieron un total de 214 helmintos parásitos, en el Antepuerto se extrajeron 157 helmintos.

Con una riqueza de 12 y 11 especies de helmintos para el Puerto y Antepuerto respectivamente, dando 13 especies en total, contando con una especie rara diferente en el Antepuerto y 2 especies raras en el Puerto compartiendo 91% de las especies. De acuerdo al índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') la diversidad de ambos sitios es muy heterogénea teniendo 2.20 para el Puerto y 1.63 para el Antepuerto, la Equitatividad (J') en el Puerto resulto de 0.75, para el Antepuerto 0.46, siendo ambas también heterogéneas. De acuerdo a la dominancia (I_{B-P}), para el Puerto se obtuvo 0.24 mientras para el Antepuerto 0.39, mostrando que existe una diferencia significativa (tabla 5).

Tabla 5. Parámetros descriptivos de componente de comunidad de los helmintos parásitos de *A. saxatilis* en dos sitios de estudio; N = número de muestra; n = número total de parásitos; H' = índice de diversidad de Shannon-Wiener; J' = índice de equitatividad de Pielou; I_{B-P} = índice de dominancia de Berger- Parcker; sp dom= especie dominante en componente de comunidad.

	<i>Puerto</i>	<i>Antepuerto</i>
<i>N</i>	31	31
<i>n</i>	214	157
<i>S</i>	12	11
H'	2.20	1.63
J'	0.75	0.46
I_{B-P}	0.24	0.39
<i>Sp dom.</i>	<i>Neohaliotrema</i> sp.	<i>N. macracanthum</i>

En los datos de infracomunidad tenemos para el Puerto se obtuvieron 4 hospederos con 0 helmintos parásitos, 8 hospederos con una especie, 7 hospederos con 2 especies, 4 hospederos con 3 especies, 3 con 4 especies, 3 con 5 especies y 2 con 6 especies (figura 26).

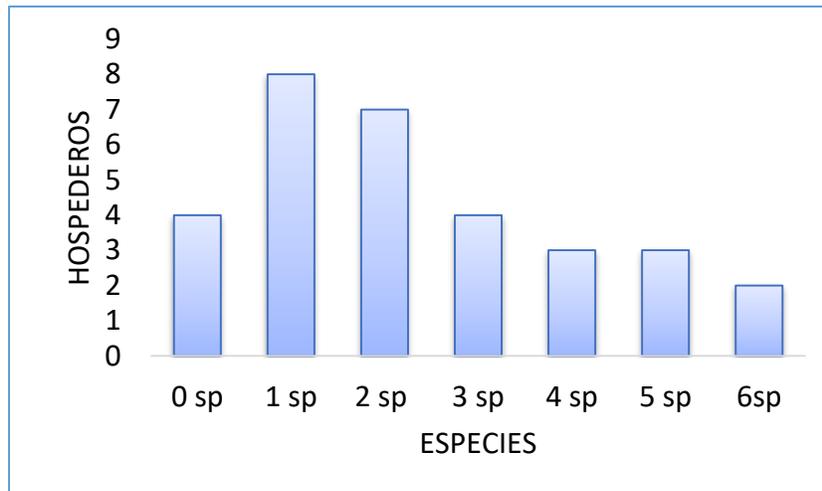


Figura 28.- Frecuencia de hospederos respecto a las especies encontradas en el Puerto.

En el Antepuerto se obtuvieron 9 hospederos con 0 helmintos parásitos, 6 hospederos con una especie, 9 hospederos con 2 especies, 3 hospederos con 3 especies, 3 con 4 especies y 1 con 5 especies (figura 27).

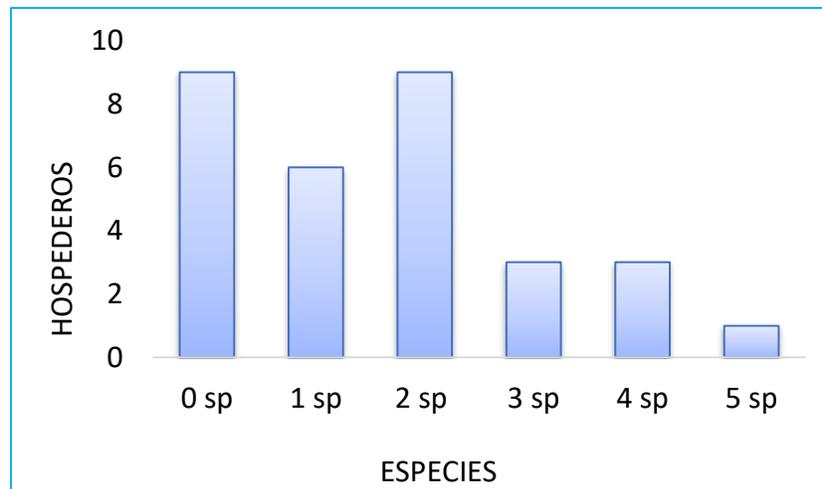


Figura 29.- Número de hospederos en la relación a las especies encontradas en el Antepuerto.

El total de helmintos encontrados en los hospederos *A. saxatilis* del Puerto fue de 214, mientras el total de helmintos encontrados en los hospederos *A. saxatilis* del Antepuerto fue de 157, siendo mayor el número de helmintos encontrados en el Puerto. En el Puerto el hospedero con mayor grado de infección presento 42 helmintos parásitos, mientras para el Antepuerto el hospedero con mayor grado de infección presento 22 helmintos parásitos (tabla 7).

Se encontraron 12 especies en el Puerto y 11 especies en el Antepuerto, compartiendo 10 (96%) con 2 diferentes, siendo 13 el total de especies encontradas. Los hospederos *A. saxatilis* del Puerto presentaron una riqueza máxima de 6 taxas de helmintos parásitos, mientras en el Antepuerto la riqueza máxima presentada fue de 5 taxas de helmintos parásitos (tabla 7). La diversidad máxima reportada para el Puerto 1.5, mientras que para el Antepuerto fue de 1.4 (tabla 7)

Tabla 6. Parámetros de infracomunidad de helmintos parásitos del hospedero *A. saxatilis*; N = número de muestra; n = número total de parásitos; H' = índice de diversidad de Shannon-Wiener; J' = índice de equitatividad de Pielou; DB-P = índice de dominancia de índice de dominancia de Berger-Parcker; Prom n = promedio del número de parásitos; S = riqueza; Prom S = riqueza promedio; Prom H' = promedio de diversidad; Prom J' = promedio de equitatividad; Prom D_{B-P} = índice de dominancia de Berger-Parcker.

	Puerto	Antepuerto
S	12	11
$\bar{X}S \pm ES$	2.7 \pm 1.63	2.2 \pm 1.16
Min- Max	1-6	1-5
N	214	157
$\bar{X}N \pm ES$	7.5 \pm 8.81	5.68 \pm 4.75
Min- Max	1 - 42	1 - 22
$\bar{X}H' \pm ES$	0.69 \pm 0.53	0.58 \pm 0.42
Min- Max	0 - 1.5	0 - 1.4
$\bar{X}J' \pm ES$	0.89 \pm 0.12	0.89 \pm 0.10
Min- Max	0.5 - 1	0.6 - 1
$\bar{X}I_{B-P} \pm ES$	0.69 \pm 0.23	0.73 \pm 0.18
Min- Max	0.28 - 1	0.38 - 1

El índice de similitud de Jaccard indica que no hay sitios con cero similitudes, lo cual significa que los dos sitios comparten al menos una especie por cada hospedero. A su vez, ambos sitios comparten una similitud de 0.76 lo cual indica similitud total de especies (Figura 26).

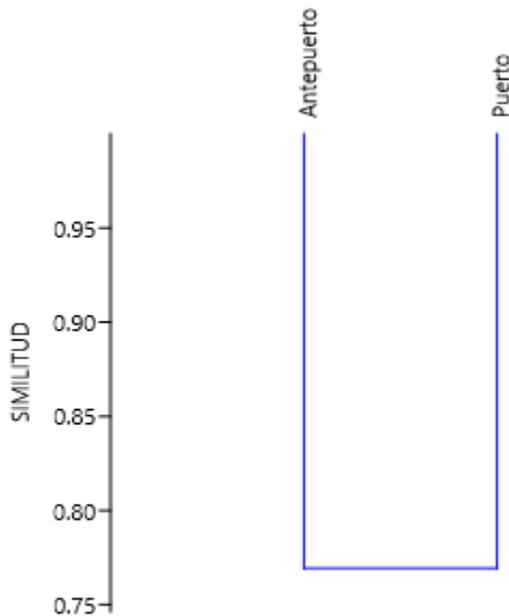


Figura. - 28 Dendrograma con base en el índice de similitud de Jaccard, mostrando la similitud de especies en ambos sitios; Puerto y Antepuerto.

Se realizó una prueba de T con valores de 76° de libertad y $\alpha = 0.05$, donde se comparó el promedio del número total de parásitos correspondientes al Puerto 7.5 ± 8.81 y el Antepuerto 5.68 ± 4.75 , donde la $t_t = 1.67$ mientras $t_c = -0.14$, siendo $t_c > t_t$, mostrando una diferencia entre ambas comunidades, sin embargo, en los demás valores de la comunidad e infracomunidad no se observaron diferencias significativas entre riqueza, diversidad y dominancia para comunidad componente e infracomunidad.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La lista de especies registradas en este trabajo constituye uno de los pocos registros para *Abudefduf saxatilis*. Si bien, el número de especies de helmintos parásitos para peces marinos y particularmente en peces de arrecifes es alta, vemos que en nuestros registros para esta especie de hospedero no lo es, en relación con lo que sustentan (Montoya-Mendoza *et al.*, 2014a, 2014b, 2017) quienes reportan registros altos en número de especies para peces de los arrecifes cercanos al Puerto de Veracruz.

Nuevos registros taxonómicos quedan para la comunidad de helmintos parásitos de *A. saxatilis*, un total de 13 especies entre ambos sitios de estudio; Puerto y Antepuerto. Por otro lado, de las especies ya registradas para *A. saxatilis*, por (Manter, 1934, 1940, y 1947), (Nahhas y Cable, 1964), (Linton, 1910), (Sogandares-Bernal, 1961) y (Zhukov, 1976) también las encontramos en nuestros hospederos y además agregamos a la lista de especies 5 nuevos registros de hospederos (*Anisakis* sp., *Hysterothylacium* sp., Tetraphyllidea gen. sp., *Scaphanocephalus* sp. y *Gonocercella* sp.) y 7 nuevos registros de localidad (*Schikhobalotrema bivesiculum*, *S. acutum*, *Parahemiurus merus*, *Haliotrema* sp., *Neohaliotrema abudefdufi*, *N. macracanthum* y *N. bychowskii*). Mientras que para el parásito *Neohaliotrema* sp. se le considera nuevo registro de localidad y de hospedero. Para el caso de las metacercarias de *Scaphanocephalus*, al actuar como hospedero intermediario, deberá de ser consumido por un hospedero que permita al parásito concluir su ciclo de vida, tal como lo describen Goble y Kutz (1945), Magalhães-Pinto *et al.* (1997), Cribb *et al.* (2014) y Velarde-Aguilar *et al.* (2014), y que probablemente sean aves y mamíferos ictiófagos.

A un cuando los peces habitan un sitio particular como son los muelles del Puerto, y Antepuerto nos indica, qué aún en estas condiciones, los parásitos suelen completar su ciclo de vida o pasar una parte del mismo en estos hospederos intermediarios a la espera del hospedero definitivo marinos (Vidal- Martínez y Poulin, 2003; Marques *et al.*, 2006).

Únicamente, siete de las 13 especies registradas en esta comunidad de helmintos se lograron identificar hasta nivel de género, debido a que se recuperaron especímenes en estado larvario. A consideración de lo anterior, se asume que *A. saxatilis* ocupa la parte media de la cadena alimenticia, al ser hospedero intermediario de las larvas de nemátodos y céstodos (Muñoz y Cribb, 2006), tal como se ha registrado en otros hospederos marinos de diferentes latitudes (Cable & Linderth, 1963; Bruce *et al.*, 1994; Portes-Santos *et al.*, 1999; Vidal-Martínez *et al.*, 2002; Cribb *et al.*, 2014; Andres, 2014), y particularmente para hospederos marinos del sureste del Golfo de México y Caribe (Sánchez-Ramírez y Vidal-Martínez, 2002, Aguirre-Macedo *et al.*, 2007, Rodríguez-González y Vidal-Martínez, 2008, Montoya-Mendoza, 2009, Montoya-Mendoza *et al.*, 2014a, b; 2015; 2016; 2017).

La fauna de helmintos parásitos de peces marinos de la familia Pomacentridae para localidades de las costas de EEUU en el norte del Golfo de México ha sido poco estudiada (Manter, 1934, 1937, 1940, y 1947; Nahhas y Cable, 1964; Linton, 1898 y 1910; Sogandares-Bernal, 1961; Zhukov, 1976) y solo han aportado información sobre monogéneos y tremátodos; en tanto que para céstodos, nemátodos y acantocéfalos se tiene escasa información, asimismo en algunos de los casos las descripciones de las especies no han sido suficientemente detalladas. La presente investigación permite aumentar el registro de la helmintofauna en peces esta familia.

Las comunidades de helmintos parásitos de los pomacéntridos están constituidas primordialmente por monogéneos y tremátodos.

Estos resultados concuerdan con los pocos registros previos en pomacéntridos del Golfo de México (Manter, 1934, 1940, y 1947; Nahhas y Cable, 1964; Linton, 1910; Sogandares-Bernal, 1961; Zhukov, 1976). Particularmente el promedio de riqueza de monogéneos de las comunidades estudiadas nos permitió verificar el patrón latitudinal de monogéneos propuesto por Rhode (1986).

Los resultados de este trabajo, mostraron que las comunidades de helmintos parásitos encontradas en el hospedero *A. saxatilis* de los sitios de estudio, Puerto y Antepuerto, entre las comunidades de los dos sitios distintos no se encontró diferencia, a partir de la riqueza, abundancia, índices ecológicos (H' , J' , I_{B-P} , $S_{p dom.}$) y estimadores de riqueza (Clench y Bootstrap) (Tabla 5 y 6), el único parámetro en el que se encontró diferencias de acuerdo a una prueba de T entre las dos comunidades fue en promedio del número total de parásitos encontrados entre las dos comunidades, esto debido a la similitud de ambas comunidades, compartiendo el 91% de las especies encontradas. La similitud conlleva a considerar la región de estudio como homogénea desde el punto de vista de la identidad de la comunidad biológica.

A pesar de las similitudes encontradas entre las comunidades de parásitos de *A. saxatilis* en ambos sitios de muestreo Puerto y Antepuerto, presentan diferencias de área, perímetro y profundidad. Ambos sitios presentan cobertura de sustratos rocosos, cemento, tetrápodos de concreto y una comunidad diversa de peces y macro invertebrados. Además ambos sitios se encuentran frente a la zona de amortiguamiento (PNSAV) y en ellos se tiene permitido actividades que pueden tener un impacto antropogénico directo como lo son el turismo, el buceo recreativo, el encallamiento y anclaje de buques, embarcaciones menores, la construcción y dragado del Puerto; la descarga de aguas residuales de fuentes municipales, agrícolas e industriales; y la deforestación en la zona continental adyacente que favorece un aumento de la cantidad de sólidos en suspensión en el agua de los ríos que desembocan al mar (Tunnell 1992, Lang et al. 1998, Jordán-Dahlgren y Rodríguez Martínez 2003, y Horta-Puga 2007).

La comunidad de helmintos parásitos de *Abudefduf saxatilis* resultó ser igual de rica y diversa que las de otros hospederos que habitan en el PNSAV, esto debido a tres factores principales, la gran diversidad de especies hospederas del sitio, la gran capacidad de resiliencia de las comunidades de hospederos y la gran resiliencia de las comunidades de helmintos parásitos.

CONCLUSIONES

- 1) Existe una alta similitud entre las comunidades de helmintos parásitos del hospedero *A. saxatilis* en los sitios de estudio, compartiendo el 96% de las especies lo cual sugiere que las condiciones ambientales no interfieren con la sobrevivencia de los hospederos intermediarios que permiten cerrar el ciclo biológico de las especies de parásitos.
- 2) Por el contrario, hay una diferencia significativa entre el promedio total de helmintos; Puerto con un total de 214 y Antepuerto con un total de 157 helmintos. En ambos sitios se registraron los grupos: Monogénea, Trematoda, Cestoda y Nematoda.
- 3) La especie *Anisakis* sp. perteneciente al filo Nematoda fue la más prevalente en el Puerto, con una prevalencia del 38.7% y *Neohaliotrema bychowskii*, perteneciente a la clase Monogénea fue la especie más prevalente para el Antepuerto, con una prevalencia de 45.16%.
- 4) De los 4 grupos taxonómicos, para los hospederos del Puerto los nematodos y monogéneos (*Anisakis* sp. y *Neohaliotrema bychowskii*) fueron los grupos dominante en función de abundancia, para los hospederos del Antepuerto el grupo dominante fue monogéneos (*Neohaliotrema bychowskii* y *N. macracatum*). Se debe a la alta persistencia o abundancia de sus hospederos intermediarios para el caso de *Anisakis* sp. y para monogéneos se debe a la naturaleza del ciclo directo en hábitas con alta densidad de peces.
- 5) No se observa cambios en la estructura de ambas comunidades derivados de actividades antropogénicas debido a la resiliencia de las poblaciones de parásitos y la de sus hospederos.

- 6) Se aporta un registro parasitario de 13 especies de helmintos para *Abudefduf saxatilis*, con 5 nuevos registros de hospedero y 7 nuevos registros de localidad para las áreas del Puerto y Antepuerto de Veracruz, además de 1 nuevo registro de hospedero y localidad (*Neohaliotrema* sp.).
- 7) Este estudio asienta las bases para estudios a futuro, además de extender la investigación a otras especies y realizar determinación de contaminantes en el área marina cercanas al Puerto de Veracruz.

LITERATURA CITADA

- Aguirre-Macedo M.L., V.M. Vidal-Martínez, D. González-Solís & P.I. Caballero. 2007. Helminth communities of four commercially important fish species from Chetumal Bay, Mexico. *Journal of Helminthology*. 81: 19-31.
- Aguirre-Macedo, M.L., V.M. Vidal-Martínez, D. González-Solís & Caballero P.I. 2007. Helminth communities of four commercially important fish species from Chetumal Bay, Mexico. *Journal of Helminthology*. 81: 19-31.
- Allen, G. R. 1975. *Damselfishes of the South Seas*: Neptune City, N.J.: T. F. H. Publications.
- Allen, G.R. 1991. *Damselfishes of the world*. Aquarium Systems.
- Allen, G. R. & Robertson D. R. 1998. *Peces del Pacífico Oriental Tropical*. Conabio. México. 327.
- Anderson R.C., A.G. Chabaud & S. Willmott. (Eds.) 1974-1983. *CIH Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates*. Vol. 1-10. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK.
- Andres, M.J. 2014. Clarification of the systematics of the Haploroidea (Trematoda) with descriptions of new genera and species. *Dissertations*. 756.
- APIVER, 2016, Plan Maestro del Puerto de Veracruz 2016-2021.
- Bautista-Hernández, C.E., S. Monks & G. Pulido-Flores. 2013. Los parásitos y el estudio de su biodiversidad: un enfoque sobre los estimadores de la riqueza de especies. *En: Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas*. Volumen II (Lincoln, NE: Zea Books).
- Bellwood, D.R. & Hughes T. P. 2001. Regional-scale assembly rules and biodiversity of coral reefs. *Science* 292:1532–1535.
- Bernárdez-Granja, M. C. 2013. El puerto de Veracruz. *Ciudades en paralelo*, pp. 446-467.
- Bychowsky, B. E. y L. F. Nagibina. 1970. On the new and little known species of the genus *Haliotrema* Johnston and Tiegs 1922 (Monogenoides). *Zoologicheskii Zhurnal* 49: 1789 - 1801.
- Briggs, J.C. 1992. The marine East Indies: centre of origin? *Global Ecol Biogeogr* 2:149–156.
- Briggs, J.C. 1999. Coincident biogeographic patterns: Indo-West Pacific Ocean. *Evolution* 53:326–335.

- Bruce N.L., Adlard R.D. & Cannon L.R.G. 1994. Synoptic checklist of Ascaridoid parasites (Nematoda) from fish host. *Invertebr. Taxon.* 8: 583-674.
- Bush, A. O., K. D., Lafferty, J. M., Lotz & Shostak A. W. 1997. Parasitology meets ecology oits own terms: Margolis *et al.* revisited. *The Journal of Parasitology*, 83: 575-583.
- Bush, A. O., J. C., Fernandez, G. W. Esch & Seed J. R. 2001. Parasitism: The diversity and ecology of animal parasites. Cambridge University Press, UK. 566 p.
- Carus, J. Victor 1863. Vermes, in W. C. H. Peters, J.V. Carus and C.E.A. Gerstäcker eds., *Handbuch der zoologie*: Leipzig, Wilhelm Engelmann, p. 422-484.
- Cable, R.M. & Linderoth J. 1963. Taxonomy of some Acanthocephala from marine fishes with reference to species from Curaca, N.A., and Jamaica, W.I. *The Journal of Parasitology.* 49(5): 706-716.
- Castillo Sánchez, E.1996. Estructura de la comunicad de helmintos parasitos de *Paralichthys californicus* en el estero de Punta Banda, Bahía de T.S. y B. de S.Q., B.C. México.Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.127pp.
- CEPAL, 2012. Perfiles de Infraestructura y Transporte en América Latina.
- Colwell, R.K. 2005. EstimateS, Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Copyright 1994-2017. Version 7.5.0. University of Connecticut, USA.
- Contreras, E. F & O. Espinosa. 2006. Los ecosistemas costeros del estado de Veracruz. Dirección General de Pesca. Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesquera. México, DF.
- Cooper, W.J., L. L. Smith & Weastneat M.W. 2009. Explorando la radiación de una familia diversa de peces de arrecife: filogenética de las damiselas (Pomacentridae), con nuevas clasificaciones basadas en análisis moleculares de todos los géneros. *Mol Phylogenet Evol* 52: 1–16.
- Cortés-Useche, C., Calle Triviño, J. & Martos-Fernández, F. 2015. Lista de peces de los arrecifes oro verde, pantepec y blake veracruz, México. *Revista investigaciones marinas artículo original.* 35. 110-116.
- Cowman, P.F & Bellwood D.R. 2012 The historical biogeography of coral reef fishes: global patterns of origination and dispersal. *J Biogeogr* 40(2):209–224.
- Cribb, T.H., N.J. Bott, R.A. Bray, M.K.A. McNamara, T.L. Miller, M.J. Nolan & S.C. Cutmore. 2014. Trematodes of the Great Barrier Reef, Australia: emerging

patterns of diversity and richness in coral reef fishes, *International Journal of Parasitology*. 44: 929-939.

Del Moral-Flores L.F., J.L. Tello-Musi, H. Reyes-Bonilla, H. Pérez-España, J.A. Martínez-Pérez, G. Horta-Purga, L.A. Velazco-Mendoza & P.A. Álvarez del Castillo-Cárdenas. 2013. Lista sistemática y afinidades zoogeográficas de la ictiofauna del Sistema Arrecifal Veracruzano. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 84: 825-846.

Dias, J. A., M. M. D. Mahiques, & A. Cearreta. 2012. Coastal Management: the result of a doubtful relationship between Man and Nature. *Revista de Gestão Costeira Integrada* 12:3-6

Drew, J., Barber P.H. 2009. Sequential cladogenesis of the reef fish *Pomacentrus moluccensis* (Pomacentridae) supports the peripheral origin of marine biodiversity in the Indo-Australian archipelago. *Mol Phyl Evol* 53:335–339.

Dujardin, F. (1845). *Histoire naturelle des helminthes ou vers intestinaux*. Librairie Encyclopedique de Roret. París. xvi + 654 + 15 pp., pls. 1-12.

Emery, A.R. 1973. Comparative ecology and functional osteology of fourteen species of damselfish (Pisces: Pomacentridae) at Alligator Reef, Florida Keys. *Bull. Mar. Sci.* 23: 649–770.

Espinosa, H. 1993. Riqueza y diversidad de peces. *Ciencias* 7:77-84.

Fernández-Osorio, R.A., R.I. Corrandá-Wong & M. Armenteros. 2015. Variaciones de la infracomunidad parásita durante la ontogenia de *Chromis cyanea* (Perciformes: Pomacentridae) en la costa norte de La Habana, Cuba. *International Journal of Tropical Biología and Conservation*. 63(3). 5-?

Frederich, B., L. Sorenson., F. Santini., G.J. Slater & Alfaro M.E. 2013. Radiación ecológica interativa y convergencia durante la historia evolutiva de las damiselas (Pomacentridae). *Am Nat* 181 (1): 94–113.

Galván-Villa C.M., J. L. Arreola-Robles, E. Ríos-Jara & F. A. Rodríguez-Zaragoza. 2010. Ensamblajes de peces arrecifales y su relación con el hábitat bentónico de la Isla Isabel, Nayarit, México. *Revista de biología marina y oceanografía*. Vol. 45, N°2: 311-324.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. *Inst. Geo. Univ. Nal. Autón. México*. 246 pp.

Gibson D.I., A. Jones & R.A. Bray (Eds.). 2002. *Keys to the trematoda Vol I*. CABI Publishing and The Natural History Museum. London, UK, 521 pp.

- Goble, F.C & Kutz H.L. 1945. The genus *Dispharynx* (Nematoda: Acuariidae) in galliform and passeriform birds. *The Journal of Parasitology*. 31(5): 323-331.
- González-Solís, D. 2011. Riqueza biológica de Quintana Roo. Análisis para su conservación. México. Colegio de la Frontera Sur. 260 p.
- Gorfinkiel, D. 2012. Prologo en Costas: Revista Iberoamericana de Manejo Costero Integrado. UNESCO – Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Vol. 1
- Hammer, O., Harper, D. A. T.& Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4:9 p. Disponible en http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- Hoese, H.D. & Moore, R.H. 1977. Fishes of the Gulf of Mexico, Texas, Luisiana and Adjacent waters, Texas A&M. University Press, USA 309 p.
- Holmes, J.C. 1990. Helminth communities in marine fishes. In: Parasite Communities: Patterns and Processes. Esch, G.W., A.O. Bush y J.M. Aho. (Eds.). Chapman and Hall, NY, USA, pp. 101-130.
- Hussein, N. 2017. First Description of Three Species of Dactylogyrids (Monogenea) Infecting Three Species of Perciformes Marine Fishes from The Red Sea, Egypt. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*. 12. 21-27.
- Horta-Puga, G. 2007. Impactos ambientales. En: Tunnell, J.W; E.A. Chávez y K. Withers. Arrecifes coralinos del sur del Golfo de México. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. Edición en español del libro Coral reefs of the Southern Gulf of México, Harte Research Institute, Texas A&M University-Corpus Christi. 293 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2010. Anuario de estadística por entidad federativa. México: INEGI. <https://www.inegi.org.mx/>
- Iglesias-Prieto, R., V. H. Beltran, T. C. Lajeunesse, H. Reyes-Bonilla, & P. E. Thome. 2015. Different algal symbionts explain the vertical distribution of dominant reef corals in the eastern Pacific. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences*. 271: 1757–1763.
- Jiménez-Valverde, A. & J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. 8: 151-161.

- Josefson, A. B., J. L. S. Hansesn, G. Asmund, and P. Johansen. 2008. Threshold response of benthic macrofauna integrity to metal contamination in West Greenland. *Marine Pollution Bulletin* 56:1265-1274.
- Johnston, E. L., & D. A. Roberts. 2009. Contaminants reduce the richness and evenness of marine communities: A review and meta-analysis. *Environmental Pollution* 157:1745-1752.
- Johnston, T. H. y O. W. Tiegs. 1922. New gyrodactylid tre-matodes from Australian fishes, together with a reclassi-fication of the superfamily Gyrodactyloidea. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales* 47: 83 -131.
- Jordán - Dahlgren, E., & R. E. Rodríguez- Martínez. 2003. The Atlantic coral reefs of Mexico. En: *Latin American Coral Reefs*. J. Cortés (Ed.). Elsevier. 131-158p.
- Ketchum, B. H. 1972. *The water's edge: critical problems of the Coastal Zone*
- Kennedy, C.R. 1983. *General Ecology*. In: C. Arme & P.W. Pappas (eds.) *Biology the Eucestoda*. Vol.I. Academic Press. Nueva York: 27-80.
- Kennedy, C. R., Bush, A. O. and Aho, J. M. 1986. Patterns in helminth communities: why are birds and fish different? *Parasitology*, 93: 205-215.
- Khalil, L.F., A. Jones y R.A. Bray. 1994. *Keys to the cestode parasites of vertebrates*. International Institute of Parasitology y CAB International. Wallingford, UK, 751 p.
- King, R. E. (1962). A new species of *Parahemiurus* and notes on *Tubulovesicula lindbergi* (Trematoda: Hemiuridae) from fishes of Bahia de San Quintin, Baja California. *Pacific Naturalist*. 3(10): 330-336.
- Kulbicki M, Parravicini V, Bellwood DR, Arias-Gonzalez E, Chabanet P, Floeter SR, Friedlander A, McPherson J, Myers RE, Vigliola L, Mouillot D. 2013. Biogeografía global de peces de arrecife: una delineación cuantitativa jerárquica de regiones. *ONE* 8 (12): e81847.
- Lamothe-Argumedo, R., García-Prieto, L., Osorio-Sarabia, D. y Pérez-Ponce de León, G.1997. *Catálogo de la Colección Nacional de Helminfos*. UNAM-CONA-BIO, México. 211 p.
- Lamothe Argumedo, R. 1997. *Manual de técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres*. RGT Editor, México, 80 p.
- Lang, J, P. Alcolado, J.P. Carricart-Ganivet, M. Chiappone, A. Curran, P. Dustan, G. Gaudian, F. Geraldés, S.Gittings, R. Smith, W. Tunnell, J. Wiener. 1998. Status of coral reefs in the northern areas of the wider Caribbean. In Wilkinson

- C (ed) Status of coral reefs of the world: 1998. Townsville: Global Coral Reef Monitoring Network, pp 123-134.
- Linton, E. 1910. Helminth fauna of the Dry Tortugas, II. Trematodes. Carnegie Institute of Washington Publications 133(1): 11–98.
- Lim, L.H.S & Gibson, D.I. 2010. Species of *Neohaliotrema* Yamaguti, 1965 (Monogenea: Ancyrocephalidae) from the pomacentrid *Abudefduf vaigensis* (Quoy & Gaimard) off Pulau Langkawi, Malaysia, with a revised diagnosis of the genus and a key to its species. *Systematic Parasitology*. 77: 107-129. <https://doi.org/10.1007/s11230-010-9261-z>
- Magalhães-Pinto R., Júlio-Vicente J. & D. Noronha. 1997. Nematode parasites of Brazilian corvid birds (Passeriformes): A general survey with a description of *Viktorocara brasiliensis* n. sp. (Acuariidae, Schistorophinae). *Mem Inst Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro*.92(2): 209-214.
- Magurran, A.E. 2004. *Measuring Biological Diversity*, Blackwell Science, Oxford, 256 pp.
- Marcogliese, D. J. and Price, J. 1997. The paradox of parasites, *Global Biodiversity* 7:7- 15.
- Marcogliese, D.J., 2001. Implications of climate change for parasitism of animals in the aquatic environment. *Can. J. Zool.* 79, 1331–1352.
- Marques, J. F., M. J. Santos y H. N. Cabral. 2006. Soleidae macroparasites along the Portuguese coast: latitudinal variation and host-parasite associations. *Marine Biology* 150:285-298.
- Manter H.W. 1934. Some digenetic trematodes from deep-water fish of Tortugas, Florida. *Carnegie Institution of Washington*, 435, 257–345.
- Manter, H. W. 1940. Digenetic trematodes of fishes from the Galapagos Islands and the Neighboring Pacific. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 2: 329-497.
- Manter, H. W. 1947. The Digenetic trematodes of marine fishes of Tortugas, Florida. *The American Midland Naturalist*, 38: 257-426.
- McDonald J.H. 2014. Student's *t*-test for two samples. *En. Handbook of Biological Statistics* (305). Baltimore, Maryland, U.S.A.: University of Delaware Muñoz
- Moravec, F. 1998. *Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical region*. Academia, Prague, 464 p.
- Moreno, C.E. 2001. *Manual de métodos para medir la biodiversidad*. Textos universitarios, Univ. Veracruzana, México, 49 p.

- Monks, S., V. R. Zárate-Ramírez y S. Moreno-Flores. 2003. Helminths bioindicadores de la calidad del agua en la Reserva de Barranca de Metztlán. Memorias del Foro Sobre la Problemática del Agua: un Desafío para las IES en la Región Centro-Sur de la República Mexicana, Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A.C. y la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), A.C. CL-10:1-10.
- Montoya-Mendoza J. 2009. Ecología de helmintos parásitos de peces marinos de Alvarado, Veracruz, México. Tesis de doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 109 pp.
- Montoya-Mendoza J., Jiménez-Badillo L., & G. Salgado-Maldonado. 2014a. Helminths of *Ocyurus chrysurus* from coastal reefs in Veracruz, México, *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 957-960.
- Montoya-Mendoza J., Jiménez-Badillo L., Salgado-Maldonado G. & E.F. Mendoza-Franco. 2014b. Helminth parasites of the red snapper, *Lutjanus campechanus* (Perciformes, Lutjanidae) from the reef Santiaguillo, Veracruz, México, *Journal of Parasitology*. 100(6): 868-872.
- Montoya-Mendoza J., Castañeda-Chávez M. del R. & F. Lango-Reynoso. 2015. Helminths of sheepshead, *Archosargus Probatoccephalus* (Pisces: Sparidae) from Alvarado, Veracruz, México. *Global Journal of Biology, Agriculture & Health Sciences*. 4(2): 45-47.
- Montoya-Mendoza J., Castañeda-Chávez M. del R., Lango-Reynoso F. & S. Rojas-Castañeda. 2016. Helminth parasites of Lane Snapper, *Lutjanus synagris* from Santiaguillo reef, Veracruz, México. *Journal of Agricultural Science*. 8(11): 81-88.
- Montoya-Mendoza J., Salgado-Maldonado G., Favila-Castillo M.E., Vázquez-Hurtado G. & M.R. Castañeda-Chávez. 2017. Communities of helminth parasites in five Carangidae species from the coast of Veracruz, Mexico, Southern Gulf of Mexico. *Global Journal of Science Frontier Research: C Biological Science*. 17: 7-17.
- Muñoz G. & T.H Cribb. 2006. Parasite communities and diet of *Coris batuensis* (Pisces: Labridae) from Lizard Island, Great Barrier Reef; *Memoirs of the Queensland Museum*. 52(1): 191-198.
- Mendoza-Franco E.F & J. Violante-González, 2011. Two new species of *Haliotrema* (Monogeneoidea, Dactylogyridae) from *Cirrhites rivulatus* (Perciformes, Cirrhitidae) from the Pacific coast of Mexico. *Journal of Parasitology*, 97 (5): 800-804.

- Nahhas, F. M. and Cable, R. M. 1964. Digenetic and aspidogastroid trematodes from marine fishes of Curaçao and Jamaica. *Tulane Studies in Zoology and Botany*, 11: 169-228.
- Nelson, J. S. 2001. Guía de identificación de especies de la FAO para fines pesqueros. Vol. 6.
- Nelson, J. S 2006. Peces del mundo. 4ta Edición. John Wiley & Sons, Inc., marzo de 2006: 624 pp. Nelson, J. S. 2006. Fishes of the World. 4a ed. John Wiley & Sons, Nueva York. 601 pp.
- Oliver, K. 2000. The ornamental fish trade. Food and Agriculture Organization of the United Nations. pp.91.
- Ortiz-Lozano, L., Granados-Barba, A., Solís-Weiss, V., & García-Salgado, M. A. 2005. Environmental evaluation and development problems of the Mexican Coastal Zone. *Ocean & Coastal Management*, 48(2), 161-176.
- Ortiz Jiménez, S. 2010. Modernización y ampliación del Puerto de Veracruz y su impacto en la economía mexicana. *Exploratoris*. 1: 1-16.
- Pérez-Ponce de León, G., Gardo-Prieto, L. & Rosas- Villa, C. 2000. Helminthofauna de *Opisthonema libertate* y *Harengula throssina* (Osteichthyes: Clupeidae) de la bahía de Chamela, Jalisco, Mexico. *Biol. Trop.*, 48(4): 759-763.
- Pérez-Ponce de León, G. & L. García-Prieto. 2001. Diversidad de helmintos parásitos de vertebrados silvestres de México. *Biodiversitas* 37:7-11
- Portes-Santos C., Querido-Cárdenas M. & H. Lent. 1999. Studies on *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *pereirai* Annereaux, 1946 (Nematoda: Camallanidae), with new host records and new morphological data on the larval stages, *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro. 94(5): 635-640.
- Poulin, R. 1999. The functional importance of parasites in animal communities: many roles at many levels? *International Journal for Parasitology* 29:903-914.
- Poulin, R. and S. Morand. 2004. Parasite Biodiversity. Smithsonian Books, Washington, 216 p.
- Pulido-Flores, G., S. Monks y A. J. Gordillo-Martínez. 2005. Monitoreo de bajo costo en la evaluación de la calidad ambiental. *Revista Internacional de Ciencias Ambientales* 21:578-583.
- Randall, J.E. 1968. Caribbean reef fishes. T.F.H. Publications, Inc., Neptune City, New Jersey. 318 p.

- Randall JE. 1996. Caribbean Reef Fishes, Third Edition, TFH Publications, Neptune City, NJ. 512 p.
- Ray, G. C. 1988. Ecological diversity in coastal zones and oceans. *Biodiversity*, 36-50.
- Ray, G. C., & Hayden, B. P. 1992. Coastal zone ecotones. In *Landscape boundaries* pp. 403-420. Springer New York.
- Rodríguez-González, A. & V.M. Vidal-Martínez. 2008. Las comunidades de helmintos del lenguado (*Symphurus plagiusa*) en la costa de Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 79: 159-173.
- Rohde, K. 1986. Differences in species diversity of Monogenea between the Pacific and Atlantic Oceans. *Hydrobiologia*, 137: 21-28.
- Rhode, K. 1992. Latitudinal gradients in species diversity: The search for the primary cause. *Oikos* 65:514-527.
- Rohde, K. & Heap, M. 1998. Latitudinal differences in species and community richness and in community structure of metazoan endo- and ectoparasites of marine teleost fish. *International Journal for Parasitology*, 28: 461-474.
- Rózsa L., Reiczigel J. & G. Majoros. 2000. Quantifying parasites in samples of hosts, *Journal Parasitology*. 86(2): 288-232.
- Salgado-Maldonado, G. 1979. Procedimientos y técnicas generales empleadas en los estudios helmintológicos. Laboratorio de helmintología, Oficina de Sanidad, Nutrición y genética. Dirección General de Acuicultura, Departamento de Pesca. México, 55 p.
- Sánchez-Ramírez, C. y Vidal-Martínez, V. M. 2002. Metazoan parasite infracommunities of Florida pampano (*Trachinotus carolinus*) from the coast of the Yucatán Peninsula, México. *The Journal of Parasitology*, 88: 1087-1094.
- Secretaria de Turismo y Cultura – Gobierno de Veracruz. 2017.
- StatSoft, Inc. 2007. Statistica for Windows (For data analysis software system and computer program manual), v. 7. StatSoft, Inc., Tulsa, OK.
- Streelman JT, Alfaro M, Westneat MW, Bellwood DR, Karl SA. 2002. Historia evolutiva de los peces loro: biogeografía, ecomorfología y diversidad comparativa. *Evolution* 56: 961–971.

- Sogandares-Bernal, F. & Sogandares, Lucy McAlister, 1961, Nueve trematodos digeneticos de peces marinos de la costa atlántica de Panamá, Tulane Studies in Zoology 8, pp. 141-153 : 150.
- Sures, B. 2004. Environmental parasitology: relevancy of parasites in monitoring environmental pollution. Trends in Parasitology 20:170-177.
- Tunnell, J. W Jr. 1992. Impactos naturales versus humanos en los recursos de arrecifes de coral del sur del Golfo de México. Proc. 7th Int. Arrecife de coral Symp. Guam vol 1, pp 300–306.
- Vala, J. C., C. Maillard & R. Overstreet. 1982. *Haliotrema* (Monogenea: Ancyrocephalinae) from ostraciid fish in Guadalupe, West Indies. Journal of Parasitology 68: 1130- 1137.
- Velarde-Aguilar M.G., Romero-Mayén A.R. & León-Règagnon. 2014. First report of the genus *Physaloptera* (Nematoda: Physalopteridae) in *Lithobates montezumae* (Anura: Ranidae) from México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 85: 304-307.
- Vidal-Martínez, V. M., Aguirre-Macedo, M. L., Scholz, T., González-Solís, D. and Mendoza-Franco, E. 2001. Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico. Academia, Praga. 185 p.
- Vidal-Martínez V.M., Aguirre-Macedo M.L., Scholz T., González-Solís D. & Mendoza-Franco E.F. 2002. Atlas de los helmintos parásitos en cíclidos de México, México, Instituto Politécnico Nacional, 182 pp.
- Vidal-Martínez, V. M. y R. Poulin. 2003. Spatial and temporal repeatability in parasite community structure of tropical freshwater hosts. Parasitology 127:387-398.
- Wabnitz, C., Taylor, M., Green, E., & Razak, T. 2003. From ocean to aquarium. The global trade in marine ornamental species. Cambridge: UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge (pp.64).
- Williams, H. and Jones, A. 1994. Parasitic worms of fish. Taylor y Francis Ltd., London, United Kingdom. 593 p.
- Williams ST, Duda TF Jr (2008) Did tectonic activity stimulation Oligo-Miocene speciation in the Indo-West Pacific? Evolution 62:1618–1634.
- Yamaguti, S. 1971. Synopsis of digenetic trematodes of vertebrates. Parts I, II. Keigaku Publishing Co., Tokyo. 1074 p.
- Yamaguti, S. 1965. New monogenetic trematodes from Hawaiian fishes. I. Pac. Sci. 19: 55-95.

- Zhukov, E. V. 1976. New representatives of the lower Monogenea from the gills of fishes of the fam. Pomacentridae from the Gulf of Mexico. *Parazitologiya*, 10, 359–368. (In Russian)
- Zhukov, E. V. 1980a. New species of monogeneans from genus *Haliotrema* from the gills of fish from families Chaetodontidae and Scaridae in the Gulf of Mexico. *Parazitologiya* 14: 308 - 313.
- Zhukov, E. V. 1980b. Monogenea of the genus *Haliotrema* Johnston et Tiegs, 1922, from the gills of fishes (Holocentridae and Acanthuridae) of the Gulf of Mexico. *Parazitologicheskii Sbornik* 29: 41 - 52.
- Zhukov, E. V. 1981. New monogenean species of the genus *Haliotrema* Johnston et Tiegs, 1922 from the gills of fishes Pomadasyidae and Mullidae from the Gulf of Mexico. *Parazitologicheskii Sbornik* 30: 179 -189.