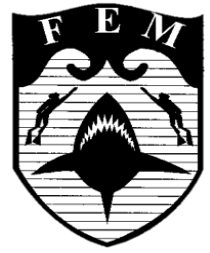




UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO



FACULTAD DE ECOLOGÍA MARINA

MAESTRÍA EN RECURSOS NATURALES Y ECOLOGÍA

**COMUNIDADES DE PARÁSITOS DE POBLACIONES DE PECES DEL
GÉNERO *Oligoplites*, EN COSTAS DEL PACÍFICO MEXICANO.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA

NATALY GRACIELA SANTOS BUSTOS

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Juan Violante González

Asesores:

Dr. Sergio García Ibáñez

Dr. Pedro Flores Rodríguez

Dr. Agustín Rojas Herrera

Dr. Roberto Carlos Almazán Núñez

Acapulco, Gro. Diciembre del 2018.

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada **a mi madre;**

Por ser la persona más importante en mi vida y que ha sido mi compañía durante todo este trayecto, sin faltar los consejos que me supieron guiar para culminar otro de mis grandes sueños.

A mi padre;

Que a pesar de las dificultades siempre me dio la motivación para seguir adelante todos estos años.

A mis hermanos;

Por su gran apoyo y amor incondicional que siempre me han brindado, no puedo estar más agradecida.

A mis compañeros y amigos de trabajo de laboratorio;

Por el apoyo y amor que siempre me brindaron en el transcurso de estos años. Les agradezco no solo por estar presentes aportando buenas cosas a mi vida, sino por los grandes momentos de felicidad y de las diversas emociones que siempre me han causado. Muchas gracias amigos, los quiero.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Dios; Por darme la oportunidad de existir y de llegar a este momento tan especial en mi vida, por los triunfos y momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

De manera muy especial a mi director de tesis; Dr. Juan Violante González, por la oportunidad de trabajar con él, por aportar su tiempo en mí en todo este tiempo, ya que su apoyo ha sido fundamental para concluir de manera satisfactoria este sueño. Sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su paciencia, sus motivaciones han sido importantes para mi formación.

A mis asesores;

- ❖ Dr. Pedro Flores Rodríguez
- ❖ Dr. Agustín Rojas Herrera
- ❖ Dr. Sergio García Ibáñez
- ❖ Dr. Roberto Carlos Almazán Núñez

Por sus asesorías, comentarios en este proyecto, así como sus enseñanzas en el transcurso de estos años y por brindarme su valioso tiempo en todo momento.

INDICE

Pág.

I.	INTRODUCCION	1
II.	ANTECEDENTES	4
	2.1 Marco general	4
	2.2 Determinantes de riqueza en comunidades de parásitos marinos	5
	2.3 Influencia de la dieta del hospedero	5
	2.4 Formación de cardumen	6
	2.5 Influencia del hábitat	7
	2.6 Estudios sobre comunidades de parásitos del género <i>Oligoplites</i>	7
	2.7 Avances de la parasitología de peces marinos en el Pacifico mexicano	8
III.	OBJETIVOS	9
IV.	HIPOTESIS	9
V.	ASPECTOS BIOLÓGICOS DEL HOSPEDERO	10
	5.1 Características generales de la familia Carangidae	10
	5.2 Género <i>Oligoplites</i>	11
	5.2.1 <i>Oligoplites saurus</i>	11
	5.2.2 <i>Oligoplites altus</i>	12
	5.2.3 <i>Oligoplites refulgens</i>	13
	5.3 Comportamiento	14
	5.4 Alimentación	14
	5.5 Distribución	14
	5.6 Crecimiento	14
VI.	METODOLOGIA	15
	6.1 Colecta y revisión de los peces	15
	6.2 Datos biométricos	16
	6.3 Examen helmintológico	16
	6.4 Procesamiento de los parásitos	16

6.5	Análisis de los datos	17
6.6	Tamaño mínimo de muestra	18
6.7	Análisis del espectro alimenticio de los peces	18
6.8	Caracterización de las infecciones	18
6.9	Clasificación de las especies de parásitos en base a su rango de distribución y capacidad de dispersión	18
6.10	Distribución espacial de las especies de parásitos	19
6.11	Clasificación general de las especies de parásitos	19
6.12	Caracterización de las comunidades de parásitos	19
6.13	Asociación entre las especies de parásitos	21
VII.	RESULTADOS	22
7.1	Aspectos poblacionales de los hospederos	22
7.2	Factor de condición K	24
7.3	Relación Longitud- peso	24
7.4	Alimentación	28
7.5	Representatividad de los muestreo	29
7.6	Registro parasitológico	32
7.7	Variación en los niveles de infección entre las especies hospedadoras y las localidades	40
7.8	Hábitat de los parásitos	48
7.9	Distribución de las especies de parásitos	49
7.10	Clasificación de las especies mediante la prueba de Olmstead-Tukey	52
7.11	Parásitos especialistas/generalistas y autogénicos/alógenicos	57
7.12	Distribución espacial de las especies de parásitos	58
7.13	Comunidad Componente	61
7.14	Similitud	62
7.15	Infracomunidad	62
7.16	Asociaciones interespecíficas entre parejas de especies	63
7.17	Análisis multivariados	67

VIII. DISCUSION	71
8.1 Aspectos poblacionales de los hospederos	71
8.2 Alimentación	72
8.3 Importancia de la dieta del hospedero	72
8.4 Representatividad de los muestreos	73
8.5 Registro parasitológico y composición de especies	74
8.6 Distribución de las especies de parásitos	76
8.7 Variación en los niveles de infección de las especies de parásitos	76
8.8 Asociaciones entre especies de parásitos	77
8.9 Dispersión espacial de las especies de parásitos	78
8.10 Comunidad componente	79
8.11 Infracomunidad	80
8.12 Importancia de los parásitos como biomarcadores de poblaciones de peces.	81
IV. CONCLUSIONES GENERALES	82
X. BIBLIOGRAFIA	83
XI. ANEXOS	92

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1. <i>Oligoplites saurus</i> Bloch & Schneider, 1801.	11
2. <i>Oligoplites altus</i> Günther, 1868.	12
3. <i>Oligoplites refulgens</i> Gilbert y Starks, 1904.	13
4. Ubicación de las localidades muestreadas (San Blas, Nayarit; Coyuca, Acapulco y Marquelia, Guerrero y Zapotalito, Oaxaca.	15
5. Valores del coeficiente de variación (%) de longitudes totales, en muestras de <i>Oligoplites</i> en las costas del Pacífico Mexicano.	23
6. Valores del coeficiente de variación (%) de los pesos totales, en muestras de <i>Oligoplites</i> en las costas del Pacífico Mexicano.	23
7. Relación entre la longitud total y el peso para ejemplares de <i>Oligoplites altus</i> en Marquelia, Guerrero.	25
8. Relación entre la longitud total y el peso para ejemplares de <i>Oligoplites altus</i> en San Blas, Nayarit.	25
9. Relación entre la longitud total y el peso para ejemplares de <i>Oligoplites altus</i> en Zapotalito, Oaxaca.	26
10. Relación entre la longitud total y el peso para ejemplares de <i>Oligoplites saurus</i> en Coyuca, Guerrero en el 2016.	26
11. Relación entre la longitud total y el peso para ejemplares de <i>Oligoplites saurus</i> en Coyuca, Guerrero en el año 2017.	27
12. Relación entre la longitud total y el peso para ejemplares de <i>Oligoplites refulgens</i> en Acapulco, Guerrero.	27
13. Espectro alimenticio de peces del género <i>Oligoplites</i> , en las costas del pacífico Mexicano.	28
14. Curva acumulativa de especies de parásitos para <i>Oligoplites refulgens</i> , en la Bahía de Acapulco, Guerrero.	29
15. Curva acumulativa de especies de parásitos para <i>Oligoplites saurus</i> , en la localidad de Coyuca (2016), Guerrero.	29
16. Curva acumulativa de especies de parásitos para <i>Oligoplites saurus</i> , en la localidad de Coyuca (2017), Guerrero.	30

17. Curva acumulativa de especies de parásitos para <i>Oligoplites altus</i> , en la localidad de Marquelia, Guerrero.	30
18. Curva acumulativa de especies de parásitos para <i>Oligoplites altus</i> , en San Blas, Nayarit.	31
19. Curva acumulativa de especies de parásitos para <i>Oligoplites altus</i> , en la localidad de Zapotalito, Oaxaca.	31
20. Composición de especies de parásitos para las tres especies del género <i>Oligoplites</i> en las costas del Pacífico Mexicano.	32
21. Composición de especies de parásitos para la especie <i>Oligoplites refulgens</i> en la Bahía de Acapulco, Guerrero.	33
22. Composición de especies de parásitos para las especie <i>Oligoplites saurus</i> en la localidad de Coyuca, Guerrero.	33
23. Composición de especies de parásitos para la especie <i>Oligoplites altus</i> .	34
24. Parásitos de peces del género <i>Oligoplites</i> .	35
25. Principales sitios de infección de los grupos de parásitos en las especies del género <i>Oligoplites</i> .	48
26. Distribución de especies de parásitos en <i>Oligoplites altus</i> en Marquelia, Guerrero.	49
27. Distribución de especies de parásitos en <i>Oligoplites altus</i> en San Blas, Nayarit.	50
28. Distribución de especies de parásitos en <i>Oligoplites altus</i> en Zapotalito, Oaxaca.	50
29. Distribución de especies de parásitos en <i>Oligoplites refulgens</i> en la Bahía de Acapulco, Guerrero.	51
30. Distribución de especies de parásitos en <i>Oligoplites saurus</i> en Coyuca (2016), Guerrero.	51
31. Distribución de especies de parásitos en <i>Oligoplites saurus</i> en Coyuca (2017), Guerrero.	52
32. Clasificación de las especies de parásitos en <i>O. refulgens</i> , en la Bahía de Acapulco, empleando el método de asociación de Olmstead-Tukey.	53
33. Clasificación de las especies de parásitos en <i>O. saurus</i> , en Coyuca en el	54

2016, empleando el método de asociación de Olmstead-Tukey.	
34. Clasificación de las especies de parásitos en <i>O.altus</i> , en Marquelia, empleando el método de asociación de Olmstead-Tukey.	55
35. Clasificación de las especies de parásitos en <i>O.altus</i> , en San Blas, empleando el método de asociación de Olmstead-Tukey.	56
36. Clasificación de las especies de parásitos en <i>O.altus</i> , en Zapotalito, empleando el método de asociación de Olmstead-Tukey.	57
37. Diagrama de dispersión del Análisis de componentes principales (ACP) sobre los factores bióticos y abióticos que influyen en la diversidad y la riqueza de especies de las infracomunidades de parásitos de las especies del género <i>Oligoplites</i> , en las costas del Pacífico mexicano.	67
38. Gráfico de análisis de funciones discriminantes para poblaciones de <i>Oligoplites altus</i> , en las costas del Pacífico mexicano. Localidad: 1 = Zapotalito, Oaxaca; 2 = Marquelia, Guerrero; 3 = San Blas, Nayarit. Los círculos representan cada uno de los peces examinados en cada localidad. Centroid = media del grupo.	68
39. Correlaciones canónicas entre las dos primeras funciones discriminantes y los parásitos de <i>Oligoplites altus</i> que permiten diferenciar las poblaciones de este huésped.	70

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1. Datos biométricos registrados para especies del género <i>Oligoplites</i> en diferentes localidades del Pacífico Mexicano.	22
2. Valores del factor de condición (<i>K</i>) registrados para tres especies del género <i>Oligoplites</i> en diferentes localidades del Pacífico Mexicano.	24
3. Parámetros de infección de las especies de parásitos del género <i>Oligoplites</i> en costas del Pacífico Mexicano.	41
4. Ocurrencia de las especies de parásito en cada especie de hospedero y localidad muestreada.	46
5. Valores de los índice de dispersión varianza/media (ID) para las especies de parásitos de <i>Oligoplites refulgens</i> en la Bahía de Acapulco.	58
6. Valores de los índice de dispersión varianza/media (ID), para las especies de parásitos de <i>Oligoplites saurus</i> en Coyuca, Guerrero.	59
7. Valores de los índice de dispersión varianza/media (ID), para las especies de parásitos de <i>Oligoplites altus</i> , en tres diferentes localidades del Pacífico Mexicano.	60
8. Parámetros de las comunidades componente de parásitos de tres especies del género <i>Oligoplites</i> , en 5 localidades del Pacífico Mexicano.	61
9. Valores de los índices de similitud de Sorensen (<i>S</i>) y Porcentaje de similitud (<i>PS</i>) entre las comunidades de parásitos de <i>Oligoplites altus</i> , <i>O. saurus</i> y <i>O. refulgens</i> en la costa del Pacífico Mexicano.	62
10. Parámetros de infracomunidades de parásitos de tres especies del género <i>Oligoplites</i> en 5 localidades del Pacífico Mexicano.	63
11. Asociaciones entre parejas de ecto y endoparásitos, en <i>Oligoplites altus</i> en tres diferentes localidades.	64
12. Asociaciones entre parejas de ecto y endoparásitos, en <i>Oligoplites saurus</i> en Coyuca, Guerrero.	66
13. Asociaciones entre parejas de ecto y endoparásitos, en <i>Oligoplites refulgens</i> en Acapulco, Guerrero.	66

14. Resultados del análisis discriminante de clasificación de peces de la especie *Oligoplites altus*. Se muestran los números y porcentajes de peces asignados correctamente en cada localidad. 69
15. Parámetros de comunidades de parásitos registrados para especies de carángidos en el Continente Americano. 74

Resumen

La similitud y la riqueza de especies de las comunidades de parásitos, pueden ser influenciadas por varios factores bióticos entre los cuales se encuentran la edad, el tamaño corporal, la vagilidad y el comportamiento alimenticio y social de los organismos; así como algunos abióticos como la temperatura, salinidad, etc. Con el objetivo de determinar los factores que influyen en la similitud y riqueza de 3 especies de peces del género *Oligoplites*, se llevaron a cabo muestreos en 5 localidades del Pacífico mexicano, entre los meses de Febrero del 2016 y Junio del 2017. De un total de 468 ejemplares de *Oligoplites* spp., se recuperaron e identificaron un total de 28 especies de parásitos metazoarios: 4 especies monogéneos (adultos), 9 digéneos (7 adultos y 2 metacercarias), 2 céstodos (larvas), 4 nemátodos (2 adultos y 2 larvas), 4 acantocéfalos (2 adultos, 1 juvenil, y 1 larva), 4 copépodos y 1 pentastómido (larva). A nivel componente, la riqueza de especies varió entre 9 en *O. saurus* a 19 en *O. altus*. Las comunidades fueron dominadas por diferentes especies de parásitos en cada una de las especie de hospedero. La composición y la riqueza de especies de parásitos variaron tanto entre las 3 especies de hospedero como entre los años de muestreo. Algunos factores como el comportamiento alimenticio, el tamaño corporal y la vagilidad de los hospederos, fueron considerados como los principales determinantes que originaron estas diferencias.

Abstract.

Similarity and species richness of the parasite communities can be influenced by several biotic factors, among which are the age, body size, vagility and feeding and social behavior; as well as some abiotic ones such as temperature, salinity, etc. In order to determine the factors that influence the similarity and richness of 3 fish species of the *Oligolites* genus, samplings were carried out in 5 locations in the Mexican Pacific, between February 2016 and June 2017. Of a total of 468 specimens of *Oligoplites* spp., 28 species of metazoan parasites were recovered and identified: four species of Monogenea (adults), nine of Digenea (7 adults and 2 metacercariae), two of Cestoda (larvae), four of Nematoda (2 adults and 2 larvae), four of Acanthocephala (2 adults, 1 juvenile, and 1 cystacanth), four of Copepoda, and one Pentastomida (larvae). At the component level, species richness varied between 9 in *O. saurus* to 19 in *O. altus*. The communities were dominated by different species of parasites in each of the host species. The composition and richness of parasite species varied both between the 3 host species and sampling years. Some factors, such as the feeding behavior, body size and vagility of the hosts, were considered as the main determinants that influence these differences.

I. INTRODUCCIÓN

Los peces del género *Oligoplites* (Carangidae) conocidos localmente como cacanas, o chaquetas de cuero, son especies pelágicas y demersales, que se alimentan principalmente de peces y crustáceos. Son capaces de tolerar aguas de baja salinidad, por lo que pueden penetrar en las lagunas costeras, durante su fase juvenil. Se conocen actualmente unas cinco especies de este género, las cuales se distribuyen en el Océano Pacífico desde el Golfo de California, México hasta Perú y en el Golfo de México, desde las costas de E.U. hasta Uruguay; así como en la mayor parte de las Indias Occidentales (Allen y Robertson 1998). Para las costas del Estado de Guerrero, se han reportado tres de las cinco especies descritas hasta la fecha: *O. altus*, *O. saurus* y *O. refulgens*, las cuales revisten importancia comercial, aunque solo son consumidas localmente. *Oligoplites altus* es la especie que alcanza una mayor longitud total en el Pacífico mexicano (56 cm, Espino et al. 2003). No obstante la importancia biológica, ecológica y económica de estas especies de carángidos, no existe actualmente información sobre su biología reproductiva y alimenticia y menos aún, sobre sus comunidades de parásitos en el medio silvestre.

La parasitología es considerada como una disciplina ecológica, la cual se aboca al estudio de las relaciones entre dos especies, el parásito y su hospedero. La idea generalizada de que el término parásito, sugiere forzosamente efectos adversos sobre el hospedero tales como estados de enfermedad y patogenicidad, se debe a que en algunas ocasiones, los parásitos pueden llegar a causar algún daño considerable en individuos intensamente infectados (Bush 1997). Sin embargo, éstos tienen un efecto insignificante en las poblaciones silvestres y sus poblaciones permanecen generalmente estables a lo largo del tiempo. La ecología de parásitos, es la ciencia que se encarga del estudio de la distribución y la abundancia de este importante grupo de organismos en el tiempo y espacio, así como de los factores que regulan las interacciones hospedero-parásito a diferentes niveles de estudio (Kennedy 1975).

En el medio acuático, el parasitismo juega un papel importante en la biología de los peces, los parásitos pueden influir en la supervivencia del hospedero, en su reproducción, pueden también alterar el comportamiento y los patrones de migración de algunas especies, e incluso regular las poblaciones de sus hospederos, afectando la estructura de la comunidad (Luque y Poulin 2008). En los últimos años los parásitos han sido finalmente reconocidos como un

componente importante de la biodiversidad global (Poulin y Morand 2004, Luque y Poulin 2007). Las comunidades de parásitos de peces son consideradas como el producto de la adquisición (colonización) y pérdida (mortalidad) de especies de parásitos a lo largo de la historia evolutiva de los hospederos (Poulin y Rohde 1997).

Las comunidades de parásitos metazoarios en hospederos marinos están constituidas principalmente por especies de helmintos (monogéneos, digéneos, céstodos, nemátodos y acantocéfalos) y crustáceos (copépodos e isópodos) (Rohde 2005). El estudio de estas comunidades se ha realizado principalmente a 2 niveles jerárquicos: comunidad componente (entre localidades o entre poblaciones de hospederos) e infracomunidad (entre hospederos individuales). Para la caracterización de estas comunidades de parásitos, se han utilizado varios descriptores como la riqueza de especies, la diversidad y equidad (uniformidad de las abundancias), así como la abundancia numérica de alguna especie de parásito (Muñoz et al. 2006, Henríquez y González 2012). Algunos estudios indican que la riqueza de especies de parásitos y la diversidad, generalmente son considerablemente mayores en los peces marinos en comparación con los dulceacuícolas (Marcogliese 2001). Esto ha sido atribuido a que la productividad y la diversidad son más altas en los sistemas marinos, por lo que las redes alimenticias son más complejas. Estos factores son considerados actualmente, como determinantes importantes de la riqueza y diversidad de especies de las comunidades de parásitos en los ambientes acuáticos (Marcogliese 2001), debido a que los parásitos en estos ambientes se encuentran íntimamente ligados a las redes tróficas y circulan a través de los complejos ensambles de especies que las conforman (Oliva y Luque 2010).

Por otra parte, la riqueza y diversidad de especies de las comunidades de parásitos marinos varía significativamente entre las diferentes especies de hospedero (Poulin y Rohde 1997, Rodhe 2005). Varios factores bióticos y abióticos son señalados actualmente como determinantes importantes para la riqueza y diversidad de estas comunidades (Poulin 1995, Timi y Poulin 2003). Por ejemplo, algunas características del hospedero tales como la edad, el tamaño corporal, los hábitos alimenticios y la vagilidad (capacidad de desplazamiento), pueden promover una mayor exposición y por ende mayores tasas de colonización por parte de nuevas especies de parásitos, lo cual ha sido asociado con comunidades de parásitos de una mayor riqueza de especies (Sasal et al. 1997, Luque et al. 2004, Tavares y Luque 2004). Hospederos más grandes

con un mayor tamaño corporal (presumiblemente de mayor edad), pueden ingerir altas cantidades de alimento, además de tener un mayor tiempo para acumular una mayor cantidad de parásitos, principalmente de helmintos endoparásitos, los cuales son transmitidos a través de relaciones predador-presa. Estos también proporcionan una mayor superficie externa, lo cual facilita el establecimiento de ectoparásitos, en comparación con los individuos de menor tamaño (Sasal et al. 1997, Luque et al. 2004, Tavares y Luque 2004). Por otra parte, muchos estudios sobre ecología de parásitos indican que hospederos simpátricos o filogenéticamente relacionados tienden a presentar comunidades de parásitos con una gran similitud en riqueza y diversidad de especies en comparación con las especies no relacionadas (Vickery y Poulin 1998, Poulin y Morand 1999, Luque et al. 2004, Muñoz et al. 2006, Tavares y Luque 2008, Locke et al. 2013, Pantoja et al. 2016). Por ejemplo, algunos grupos de parásitos (monogéneos, algunos digéneos o copépodos) tienen una gran especificidad hospedatoria, lo cual confiere un alto grado de similitud en la composición y riqueza de especies, entre hospederos del mismo género o familia (Takemoto et al. 1996 b, Cordeiro y Luque 2004).

Así como una corta distancia filogenética entre especies de hospedero taxonómicamente relacionados, puede generar un alto grado de similitud entre sus comunidades de parásitos, una menor distancia geográfica entre poblaciones de hospederos con específicos, puede también generar comunidades muy similares en cuanto a composición y riqueza de especies, como se observa regularmente en comunidades de parásitos de peces dulceacuícolas (Poulin y Morand 1999, Poulin 2003, Pérez-del-Olmo et al. 2009). Incluso hospederos no relacionados que habitan en localidades cercanas entre sí pueden presentar comunidades muy similares, debido a que están expuestos al mismo pool de especies de parásitos disponibles localmente, en comparación con aquellas ubicadas a una mayor distancia (Poulin y Morand 1999, Poulin 2003).

Finalmente, es importante señalar también que los parásitos además de constituir componentes importantes de cualquier ecosistema, en los cuales no únicamente juegan un papel importante en la dinámica poblacional y estructuración de las comunidades, pueden proporcionar además información importante sobre el estrés ambiental, así como de la estructura y el funcionamiento de las redes alimenticias (Marcogliese 2001, 2005). Estos han sido utilizados por casi un siglo como indicadores, o marcadores biológicos, para proporcionar información importante sobre varios aspectos de la biología del hospedero, como su dieta y comportamiento

alimenticio, migraciones, filogenia y sistemática (Williams et al. 1992, Mackenzie y Abaunza 2005, Timi 2007), siendo considerados por lo tanto, como más adecuados que las marcas artificiales para estudios poblacionales de muchas especies de peces de importancia comercial, como puede ser el caso de las especies de *Oligoplites* aquí estudiadas.

Por lo tanto con base a lo anteriormente expuesto, la presente investigación pretendió determinar la composición de la parasitofauna y sus niveles de infección, en poblaciones de tres especies del género *Oligoplites* (*O. altus*, *O. saurus* y *O. refulgens*), en algunas localidades del Pacífico mexicano, con el objetivo de generar información básica importante que contribuya al conocimiento de la biología poblacional de estas importantes especies de peces.

II. ANTECEDENTES

2.1. Marco general.

Los estudios de comunidades de parásitos se han enfocado principalmente en el grupo de los parásitos metazoarios, el cual incluye principalmente a los helmintos (monogéneos, aspidogástreos, digéneos, céstodos, nemátodos y acantocéfalos) y crustáceos. Estos parásitos se caracterizan por ser de un mayor tamaño y por tener una tasa de reproducción menor, que la observada en otros organismos tales como los virus, bacterias, hongos y protozoarios considerados dentro del grupo de los microparásitos. Por otra parte, la mayoría parásitos metazoarios tienen un ciclo de vida complejo y su patología inducida es correlacionada positivamente con el número de individuos dentro del hospedero (Anderson 1993). La ventaja del estudio de las comunidades de parásitos metazoarios sobre aquellas de vida libre, surge de la existencia de una organización jerárquica en las primeras, la cual se encuentra muy vinculada con la ecología de los hospederos y que clarifica los problemas de escala, que suelen presentarse frecuentemente en las comunidades de vida libre. Un ejemplo de ello, es que la comunidad de parásitos puede ser estudiada a nivel de hospedero individual, el cual tiene un límite bien definido (tegumento), mientras que para el estudio de comunidades de vida libre, la selección de un sitio y la definición de un cuadrante es generalmente arbitraria (Bush et al. 2001).

A diferencia de las comunidades de organismos de vida libre, las comunidades de parásitos están jerarquizadas en tres niveles: el más básico la infracomunidad, se define como la agrupación de especies de parásitos dentro de un hospedero individual. El siguiente nivel de

organización es el de la comunidad componente, la cual se define como el conjunto de especies de parásitos que se encuentra en una población de hospederos; mientras que el último es el de la comunidad compuesta, la cual está constituida por todas las comunidades de parásitos, contenidas en una comunidad de hospederos en un momento dado en una localidad (Holmes y Price 1986, Bush et al. 2001). El estudio de las comunidades componentes ha recibido una gran atención por parte de los ecólogos, debido a que ellas son relativamente simples y moderadamente discretas. Para los parásitos, todas las infracomunidades en una población de hospederos, deberán generar una comunidad componente (Holmes y Price 1986, Bush et al. 2001).

2.2. Determinantes de riqueza en comunidades de parásitos marinos.

Algunos estudios que tratan de establecer cuáles son los principales factores, que determinan la riqueza de especies de comunidades de parásitos en peces marinos, señalan que algunas características del hospedero pueden tener una gran influencia. Por ejemplo, la diversidad y riqueza de especies de parásitos es positivamente correlacionada con el tamaño corporal, debido a que en los hospederos más grandes, la disponibilidad de nichos para la colonización de parásitos es más diversa. Esta idea surge de la teoría de biogeografía de islas, la cual predice una mayor riqueza de especies en las islas más grandes, siendo en este caso los hospederos considerados como islas (Morand et al. 2000). Los hospederos más grandes pueden también mantener un mayor número de especies de parásitos, dado que el tiempo que le toma a una especie extinguirse en un hospedero individual es reducido. Además los hospederos más grandes, han vivido durante un mayor tiempo (los peces crecen durante toda su vida) y por lo tanto han tenido una mayor probabilidad de encontrarse con parásitos durante su periodo de vida, en comparación con los más pequeños y de vida más corta (Morand *et al.* 2000). Luque et al. (2004) examinaron un conjunto de datos de parásitos metazoarios, de 50 especies de peces de las aguas costeras de Río de Janeiro, Brasil y concluyeron que el tamaño de los peces proporcionó el principal predictor de la estructura y la composición de especies de las comunidades de parásitos.

2.3. Influencia de la dieta del hospedero.

Los peces predadores que se encuentran más ampliamente dispersos, tienen generalmente dietas altamente diversificadas (Marcogliese 2002). El traslapamiento en la dieta de los peces es con frecuencia más alto entre especies, que entre clases de tamaños de la misma especie, debido a que los cambios de alimentación son muy comunes con la edad. Un gran porcentaje de este

traslapamiento, es debido a la abundancia de crustáceos en las dietas de los peces. Los crustáceos y la epifauna, son con frecuencia sobre-representados en las dietas de los peces, mientras que taxas como poliquetos y miembros de la infauna son más escasos (Marcogliese 2002). Por otra parte, las dietas de los peces pueden además variar de manera estacional, geográficamente y con la profundidad.

De esta manera, los hábitos alimenticios pueden también influir en la riqueza de especies de parásitos. Similitudes en la dieta y el hábitat de hospederos potenciales, pueden dar como resultado una composición de especies de parásitos muy similar entre ellos. Mientras que hospederos con diferentes hábitos alimenticios pueden presentar grandes diferencias en su composición de especies (Klimpel et al. 2003). En particular, se ha demostrado que la dieta juega un papel muy importante en la composición de especies de helmintos intestinales (Sasal et al. 1997, Guidelli et al. 2003, Luque et al. 2004). Se ha señalado además, que la diversidad de parásitos puede ser también correlacionada positivamente, con la proporción de peces en la dieta (dieta ictiófaga), debido a que los parásitos pueden acumularse a lo largo de las cadenas alimenticias. Este puede ser el caso para los endoparásitos, aunque algunos investigadores no comparten este punto de vista, ya que según ellos los predadores tope no acumulan parásitos en una forma comparable a la bio-acumulación. Sin embargo, Luque y Poulin (2008) señalan que el nivel trófico del hospedero, puede ser un índice adecuado para la ubicación del pez en la red trófica y puede ser también un buen indicador de que los peces de niveles más altos, pueden estar más expuestos a un mayor número de estadios infectivos de larvas de helmintos, de un amplio rango de taxas de parásitos a partir de su dieta, en comparación con aquellos de niveles tróficos más bajos, a lo largo del tiempo evolutivo.

2.4. Formación de cardumen.

Muchos investigadores han encontrado también, que las especies que forman cardumen son utilizadas por más especies de parásitos que las especies solitarias; principalmente en el caso de parásitos externos, debido a que los peces que forman bancos, facilitan la transmisión de sus parásitos, particularmente de aquellos que presentan un ciclo de transmisión directa como los monogéneos (Sasal y Morand 1998). Luque et al. (2004) y Luque y Poulin (2008) encontraron una relación entre el comportamiento en cardumen en peces marinos de la costa de Brasil y la diversidad taxonómica de las especies de parásitos en ensambles de endoparásitos marinos, en

comparación con aquellos que no formaban cardumen. Ellos señalaron también, que en el caso de los hospederos que presentan este comportamiento social, la densidad es un determinante muy importante de su diversidad de parásitos.

2.5. Influencia del hábitat.

Las características biológicas del hábitat pueden también ser determinantes importantes de la riqueza de especies de parásitos, entre poblaciones de hospedero. Hábitats aislados, pueden limitar la exposición de los hospederos a nuevos parásitos y prevenir la adquisición de nuevas especies de parásitos desde otras especies de hospedero, si estas están también lejos (Marcogliese y Cone 1991). Por ejemplo la presencia de muchas especies de hospedero, puede dar como resultado un gran pool de especies de parásitos disponibles para las infecciones, lo cual puede a su vez generar comunidades componentes de mayor riqueza. Existe frecuentemente una relación entre el número de especies de hospedero de un taxón dado en un hábitat y el número de especies de parásitos explotando ese taxón (Poulin 1998). Generalmente, ciertos factores ambientales pueden influir en la probabilidad de que una especie de parásito llegue a establecerse en la población local del hospedero, por ejemplo a partir de la afectación de la supervivencia de los estadios infectivos del parásito. De esta manera, nosotros podemos esperar que la riqueza de especies de parásitos sea más alta en los hábitats “amigables” para los parásitos (Rohde 2005).

2.6. Estudios sobre comunidades de parásitos del género *Oligoplites*.

Los estudios sobre parásitos de peces marinos del género *Oligoplites* a nivel mundial son muy escasos. En el continente americano, un mayor número de investigaciones sobre los parásitos de miembros del género *Oligoplites* han sido de tipo taxonómico y enfocado principalmente al grupo de los monogéneos (Kohn et al. 1996, Takemoto et al. 1993, 1996a), y al de los crustáceos parásitos (Takemoto y Luque 2002, Soares 2008). Solo dos trabajos han examinado las comunidades de parásitos de algunas especies del género *Oligoplites* (Takemoto et al. 1996b, Arruda 2008). Hasta la fecha se han identificados un total de 31 especies de helmintos parásitos en miembros de este género de peces: 14 especies de monogéneos, 9 de digéneos, 2 de acantocéfalos, 4 de céstodos y 2 de nemátodos. A nivel de especie de hospedero, se han reportado un total de 21 especies de helmintos parásitos para *O. saurus*, 16 especies para *O. palometa* y *O. saliens*, 6 para *Oligoplites* sp., 5 para *O. altus* y 2 para *O. refulgens*.

2.7. Avances de la parasitología de peces marinos en el Pacífico mexicano.

En nuestro país, los estudios sobre comunidades de parásitos de peces marinos son todavía muy escasos, en comparación con aquellos efectuados en sistemas dulceacuícolas. En particular para las costas de Guerrero, solo algunas especies de peces marinos, han sido estudiadas actualmente con el objetivo de examinar sus comunidades de parásitos, con un enfoque cualitativo y cuantitativo (Carbajal 2012, Gallegos y Guzmán 2013, Santos y Velazco 2015, Vargas 2015). No obstante estos estudios han permitido la implementación de una línea de investigación sobre las comunidades de parásitos de peces marinos, que actualmente desarrolla el laboratorio de la Facultad de Ecología Marina FEM.

En relación con estudios sobre parásitos del género *Oligoplites*, en la Bahía de Chetumal (México), Aguirre-Macedo et al. (2007) analizaron la comunidad de parásitos de helmintos de *O. saurus*, aunque la muestra de peces examinada fue bastante pequeña (sólo 14 peces examinados), por lo que el registro parasitológico obtenido para este hospedero puede no haber estado completo. Por otra parte, recientemente Montoya-Mendoza et al. (2017) realizaron un análisis de las comunidades de helmintos de *O. saurus* en las costas de Veracruz registrando una riqueza de 7 especies de parásitos, obtenidos de una muestra de 24 ejemplares. No obstante, en el Pacífico mexicano no se reporta hasta la fecha algún estudio a nivel de comunidades de parásitos para ningún miembro de este género de peces.

III. OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la composición de la parasitofauna y sus niveles de infección, en poblaciones de peces del género *Oligoplites* (*O. altus*, *O. saurus*, *O. refulgens*) en costas del Pacífico Mexicano.

Objetivos particulares

1. Conocer aspectos de la biología de los tres hospederos (espectro alimenticio, estructura poblacional y relación longitud-peso).
2. Describir las comunidades de parásitos con base a sus parámetros comunitarios a los niveles de comunidad componente e infracomunidad.
3. Definir el grado de similitud de las comunidades de parásitos entre las tres especies de hospederos así como entre las localidades.
4. Proponer algunas especies de parásitos de cada hospedero, como posibles biomarcadores poblacionales.

IV. Hipótesis de la investigación

Debido a que las especies de hospederos del género *Oligoplites* pertenecen a la misma familia y tienen hábitos alimenticios similares, se espera que sus comunidades de parásitos intestinales presenten una alta similitud en su composición y riqueza de especies.

V. ASPECTOS BIOLÓGICOS DEL HOSPEDERO

5.1 Características generales de la familia Carangidae

La familia Carangidae contiene cerca de 25 géneros y aproximadamente unas 140 especies. Los integrantes de esta familia se encuentran ampliamente distribuidos en todos los mares tropicales y subtropicales (Océanos Atlántico, Índico y Pacífico), raramente se encuentran en ambientes salobres. Los carángidos son peces demersales o pelágicos, típicamente gregarios que viven en la saliente continental, generalmente cerca de la costa, aunque también habitan a profundidades mayores a 100 m (Saucedo-Lozano et al. 2012).

Estos peces marinos son generalmente plateados y presentan un amplio rango de tamaños: las macarelas miden cerca de 30 cm, en tanto que la caballa gigante (*Caranx ignobilis*) del Indo-Pacífico occidental, llega a medir hasta 170 cm y puede pesar más de 35 kg. Los miembros de la familia se caracterizan por ser nadadores muy fuertes y habitan a media profundidad, tienen forma aerodinámica, cuerpo comprimido lateralmente, base de la cola delgada y una aleta caudal fuertemente bifurcada (Allen y Robertson 1998).

La mayor parte de las especies tienen las escamas posteriores de la línea lateral modificadas en estructuras como placas espinosas conocidas como escudetes. Las aletas dorsal y anal generalmente son bajas, pero con frecuencia presentan radios alargados en sus partes anteriores. Los carángidos presentan un desove pelágico y liberan un gran número de huevos flotantes de tamaño pequeño; con frecuencia forman grandes cardúmenes y nadan considerables distancias. Dada la amplia distribución de las especies, se considera que las larvas pueden llevar una existencia pelágica por largos períodos. Los juveniles de varias especies como el ojón (*Caranx sexfasciatus*), se encuentran en ocasiones en esteros salobres o en aguas dulces. La mayoría de las especies de carángidos son utilizadas para consumo humano, por lo que tienen una gran importancia económica, así como una gran demanda en los mercados y pescaderías, por lo que son blanco, tanto de pescadores comerciales, como de pescadores deportivos. Aunque no son estrictamente peces de arrecife, los carángidos son comunes a lo largo de los bordes de estos altamente productivos ecosistemas, algunas veces adyacentes a declives empinados. Son depredadores voraces, se alimentan de una amplia variedad de peces como engraulidos y clupeidos, y son presa de tiburones marlin y otros grandes depredadores. Algunas especies, tales

como el pámpano rayado (*Caranx speciosus*), comen también moluscos y crustáceos y las macarelas se alimentan principalmente de invertebrados planctónicos (Allen y Robertson 1998).

5.2. Género *Oligoplites*

El género *Oligoplites* (Carangidae) incluye cinco especies de peces marinos pelágicos y demersales. Dentro de la costa del estado de Guerrero se han reportado tres de las cinco especies descritas hasta la fecha (*O. altus*, *O. saurus* y *O. refulgens*). Estas especies son conocidas comúnmente como cacasas, chaquetas de cuero o piña en diferentes localidades del Pacífico Mexicano. Son especies alargadas con cuerpos comprimidos variando desde un cuerpo alto, ovalado y alargado y hocico punteado.

5.2.1 *Oligoplites saurus*

Clasificación taxonómica

Phylum: Chordata

Clase: Actinopterygii

Subclase: Neopterygii

Orden: Perciformes

Familia: Carangidae

Género: *Oligoplites*

Especie: *Oligoplites saurus*



Figura 1. *Oligoplites saurus* Bloch & Schneider, 1801

Presenta un cuerpo ovalado alargado y muy comprimido, mandíbula superior termina un poco atrás del margen posterior de la pupila, mandíbula superior con 2 filas distintas de dientes, branquiespinas (excluyendo rudimentos 9 5-7 + 14-18, radios dorsales IV ò V + I,19-21, radios anales II + I , 19-2, largo de la base aproximadamente igual a la aleta dorsal blanda, 11- 15 radios suaves posteriores a la dorsal y anal formando aletas semisueltas, pectoral corta (menor que la longitud cefálica), línea lateral ligeramente arqueada sobre la aleta pectoral, pero principalmente es recta , escamas en forma de aguja, parcialmente embutidas; sin escudetes (escamas espinosas y fuertes) sobre la línea lateral. Color plateado, verdoso ha azulado en la parte superior del dorso, aleta caudal amarilla, aletas dorsal y anal claras (Figura 1).

5.2.2 *Oligoplites altus*

Clasificación taxonómica

Phylum: Chordata

Clase: Actinopterygii

Subclase: Neopterygii

Orden: Perciformes

Familia: Carangidae

Género: *Oligoplites*

Especie: *Oligoplites altus*

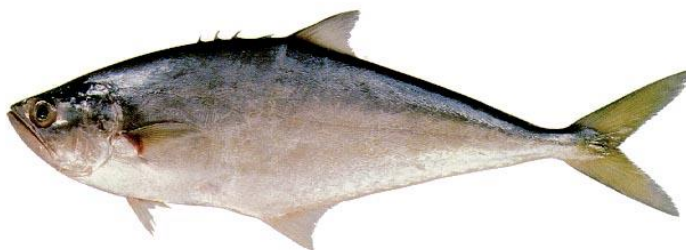


Figura 2. *Oligoplites altus* Günther, 1868

Cuerpo relativamente alto, mandíbula superior con una sola banda de dientes viliformes, branquiespinas (excluyendo rudimentos) 2-5 + 8-13, radios dorsales IV ò V+ I, 20- 21, radios anales II + I, 19 – 20, largo de la base aproximadamente igual a la aleta dorsal blanda; los 11- 15 radios suaves posteriores de la dorsal y anal formando aletas semisueeltas, línea lateral ligeramente arqueada sobre la aleta pectoral, pero principalmente es recta, escamas en forma de aguja, parcialmente embutidas; sin escudetes (escamas espinosas y fuertes) sobre la línea lateral. Su color va de plateado con verdusco en el dorso, aletas pectorales y caudal amarillo y vientre algunas veces es amarillo (Figura 2).

5.2.3 *Oligoplites refulgens*

Clasificación taxonómica

Phylum: Chordata

Clase: Actinopterygii

Subclase: Neopterygii

Orden: Perciformes

Familia: Carangidae

Género: *Oligoplites*

Especie: *Oligoplites refulgens*



Figura 3. *Oligoplites refulgens* Gilbert y Starks, 1904

Presenta un cuerpo alargado esbelto muy comprimido, mandíbula superior termina antes del lado posterior de la pupila, la mandíbula superior presenta 2 filas distintas de dientes branquiespinas (excluyendo rudimentos) 6-8 + 19-22, radios dorsales IV ó V + I, 19-21; radios anales II + I, 19-22, largo de la base aproximadamente igual a la aleta dorsal blanda; los 11-15 radios suaves posteriores de la dorsal y anal forman aletas semisueltas, pectoral corta (menor que la longitud cefálica); línea lateral ligeramente arqueada sobre la aleta pectoral, pero principalmente es recta; escamas en forma de aguja, parcialmente embutidas; sin escudetes (escamas espinosas y fuertes) sobre la línea lateral. Es color plateado, con aletas caudal y pectoral amarillas, aletas dorsal y anal oscuras (Figura 3).

5.3. Comportamiento: Son especies pelágicas y demersales, son capaces de tolerar salinidades bajas por lo que penetran en las lagunas costeras durante su fase juvenil. Los adultos se encuentran cerca de la costa formando grandes cardúmenes generalmente a lo largo de playas arenosas, pueden estar hasta una profundidad de 30 m.

5.4. Alimentación: Son depredadores, alimentándose de otros peces, así como de crustáceos (Duque-Nivia et al., 1996, Takemoto et al., 1996b).

5.5. Distribución: Se distribuyen en el Océano Pacífico desde el Golfo de California, México hasta Perú y en el Golfo de México, desde las costas de E.U. hasta Uruguay, así como en la mayor parte de las Indias Occidentales (Allen y Robertson 1998).

5.6. Crecimiento: Los únicos datos que se tienen actualmente sobre el crecimiento de los ejemplares del género *Oligoplites* es *O. altus*, este presenta un mayor crecimiento alcanzando una longitud de 56 cm (Espino et al., 2003). Mientras que *O. saurus* y *O. refulgens* presentan una menor longitud de 35 cm.

VI. METODOLOGÍA

6.1. Colecta y revisión de los peces

Los muestreos de los ejemplares del género *Oligoplites* (*O. altus*, n = 94; *O. saurus*, n = 260 y *O. refulgens*, n = 114) se efectuaron entre Febrero 2016 y Junio 2017. Los muestreos se realizaron en cinco localidades en la costa del Pacífico mexicano: Zapotalito, Oaxaca (15° 58' N, 97° 41' W); Marquelia, Guerrero (16° 35' N, 98° 49' W); la Bahía de Acapulco (16° 83' N, 99° 88' W), y la laguna de Coyuca, Guerrero (17° 02' N, 100° 04' W); y San Blas, Nayarit (21° 32' N, 105° 17' W). Los peces fueron obtenidos a partir de las capturas comerciales, que se realizan de manera habitual en las diferentes localidades. Después de su captura, los peces fueron trasladados hasta el laboratorio de la Facultad de Ecología Marina, y se procesaron dentro de las 2 siguientes horas posteriores a su captura.



Figura 4. Ubicación de las localidades muestreadas (San Blas, Nayarit; Coyuca, Acapulco, Marquelia, Guerrero y Zapotalito, Oaxaca)

6.2. Datos biométricos

Para cada uno de los peces se tomaron las biometrías más importantes como la longitud total, con un ictiómetro convencional con escala mínima de 1 mm. El peso total (Wt) se determinó, empleando una balanza digital OAHUS con capacidad de 200 g y sensibilidad de 0.01 g, así como una báscula de reloj de 1000 g, para los ejemplares de mayor peso.

6.3. Examen helmintológico

Este análisis se basó principalmente en las técnicas propuestas por Vidal-Martínez et al. (2001). Para la localización de ectoparásitos, se realizó una revisión cuidadosa de la superficie corporal comprendiendo: cabeza, ojos, escamas, y superficie general del cuerpo; así mismo se revisaron la base de las aletas caudal, dorsales, anal, pectoral, y pélvicas. Además de los orificios del cuerpo (boca, ano, y orificios nasales). Para el examen interno, a los ejemplares se les practicó una incisión en la línea media ventral de la pared del cuerpo de tal forma que el aparato digestivo y el genital fueron removidos intactos. Cada órgano se examinó cuidadosamente bajo un microscopio estereoscópico, Marca Leica Zoom 2000.

6.4. Procesamiento de los parásitos

Los tremátodos y céstodos fueron fijados por medio de aplanamiento ventral, utilizando AFA (Alcohol-formol-ácido acético) como fijador, por 24 horas, y posteriormente se colocaron en pequeños frascos con alcohol al 70 %. Los acantocéfalos fueron colocados en agua destilada con el objetivo de que evertiera la probóscide, una vez conseguido esto fueron fijados en alcohol al 70%. En algunos casos fue necesario limpiar a los parásitos de tejidos del hospedero o detritus alimentarios residuales, con pinceles y agujas de disección, siendo posteriormente transferidos a frascos con alcohol al 70%. Para la identificación taxonómica, los helmintos fueron teñidos empleando algunos colorantes biológicos, como carmín clorhídrico o tricrómica de Gomori, y posteriormente se montaron en resina sintética o bálsamo de Canadá.

6.5. Análisis de los datos

Relación longitud–peso. Para la determinación de la relación longitud-peso de los peces, se empleó una ecuación potencial del tipo $W_t = a L_t^b$

Dónde: W_t = Peso total del pez (g), L_t = Longitud total (cm).

a = factor de condición y b = pendiente de la curva o parámetro de alometría.

El coeficiente de regresión b proporciona información acerca del tipo de crecimiento que exhibe la especie; si $b = 3$ crecimiento isométrico y cuando $b \neq 3$ crecimiento alométrico.

Se empleó el coeficiente de variación (C.V.), de cada medición (longitud y peso), en cada una de las localidades. El coeficiente de variación es un estadístico apropiado que se emplea regularmente para evaluar la variación en una población de peces o de una muestra:

$$C. V = [\sigma / \mu] \times 100 \quad \sigma = \text{desviación estándar, } \mu = \text{media}$$

Se aplicó el análisis de varianza de una vía (Anova), para determinar si existían diferencias significativas entre las tallas de los peces entre las localidades examinadas. La normalidad de los datos se determinó mediante la prueba de Kolmogorov–Smirnov (Sokal y Rohlf, 1998). Cuando los datos no se ajustaban a una distribución normal, fueron transformados utilizando logaritmos ($\ln [x + 1]$). La significancia de todos los análisis estadísticos fue establecida a un nivel de $P \leq 0.05$.

El factor de condición (K) de los peces en cada localidad se determinó, mediante la fórmula: $K = W_t/L_t^3$

Dónde: W_t = peso total y L_t = longitud total

El factor de condición es un índice biológico que provee información útil acerca del estado de “bienestar” de los peces y representa una forma indirecta de evaluar las relaciones ecológicas y los efectos de diferentes estrategias de manejo, además de constituir una medida de las reservas de energía relacionadas con las condiciones ambientales, estados de madurez, alimentación o efectos parasitarios.

6.6. Tamaño mínimo de muestra. Se construyeron curvas de acumulación de especies en base a diferentes estimadores no paramétricos como Bootstrap y Chao 1: para determinar si los muestreos efectuados fueron suficientes para registrar el mayor porcentaje de la fauna parasitaria presente en las diferentes especies de hospederos, así como entre las localidades.

6.7. Análisis del espectro alimenticio de los peces. Durante el examen helmintológico practicado a los peces, se determinaron los diferentes tipos de alimento consumidos (ítems) en cada localidad y así como durante cada muestreo; para esto se utilizó el método cualitativo de frecuencia de ocurrencia (FO), empleando porcentajes para describir la composición de la dieta. El índice de FO expresa la frecuencia de la aparición de un tipo de componente alimenticio con respecto a todos los estómagos analizados, mediante la siguiente formula:

$$FO = (ni / N) (100)$$

Dónde: ni representa el número de veces que aparece una presa o componente de la dieta y N el número total de los estómagos analizados.

6.8. Caracterización de las infecciones. Para caracterizar las infecciones de cada especie de parásito, se emplearon tres de los parámetros ecológicos definidos por Bush et al. (1997):

a). **Prevalencia:** Número de individuos de una especie de hospedero infectados con una especie de parásito entre el número de hospederos revisados (se expresa en porcentajes). b). **Intensidad promedio:** Número total de parásitos dividida entre el número total de hospederos infectados. c). **Abundancia promedio:** Número total de individuos de una especie particular de parásito en una muestra de hospederos dividida entre el número total de hospederos revisados.

Se utilizó el estadístico no paramétrico G , para determinar si existía alguna diferencia significativa entre los porcentajes de infección de las especies que se encontraron presentes en las diferentes especies y diferentes localidades. En tanto que para determinar diferencias entre las abundancias promedio de las especies de parásitos, se empleó una prueba de χ^2 .

6.9. Clasificación de las especies de parásitos en base a su rango de distribución y capacidad de dispersión. Se utilizó el concepto de rango del hospedero (Rohde 2005) para clasificar a las especies de parásitos identificados como especialistas o generalistas. En este sentido, una especie de parásito especialista es aquella con una marcada afinidad por una familia,

género o especie, mientras que un generalista es una que parasita a varias familias. Las especies de parásitos autógenas son aquellas que alcanzan la madurez en los hospedadores acuáticos y, por lo tanto, tienen una capacidad limitada para colonizar nuevas localidades. Las especies alogénicas son aquellas con hospederos definitivos como aves, mamíferos o reptiles, lo cual les confiere una distribución geográfica más amplia debido a la migración del hospedero (Esch y Fernández 1993).

6.10. Distribución espacial de las especies de parásitos. Para determinar el patrón de dispersión presentado por las especies de parásitos entre los hospederos infectados, se empleó el Índice de Varianza/media (ID); Si $ID = 1$, la dispersión es al azar, $ID > 1$, agregada, $ID < 1$, regular o uniforme. Para la obtención de este índice se utilizó programa Quantitative Parasitology 3.0.

6.11. Clasificación general de las especies de parásitos. Se aplicaron dos métodos distintos para la identificación de las especies de parásitos en cada comunidad. El primero consistió simplemente en la ordenación en sentido decreciente, de las especies de parásitos con base a su prevalencia de infección, clasificándolas dentro de dos grupos como comunes y raras. Se empleó también la prueba no paramétrica de asociación de Olmstead-Tukey (Steel y Torrie 1988), la cual estima la importancia relativa de cada especie en su comunidad, al graficar la frecuencia de aparición o prevalencia de cada especie contra su abundancia; determinándose posteriormente la media aritmética de cada parámetro para trazar los dos ejes que permiten obtener cuatro cuadrantes, y clasificar a las especies de la manera siguiente: I.- Especies abundantes y frecuentes (dominantes), II.- Especies poco abundantes y frecuentes (comunes), III.- Especies poco abundantes y poco frecuentes (raras), IV.- Especies abundantes y poco frecuentes (indicadoras).

6.12. Caracterización de las comunidades de parásitos. La descripción de las comunidades de parásitos se efectuó a dos niveles: **Componente de comunidad** (número total de parásitos presentes en una muestra de hospederos) e **infracomunidad** (número total de parásitos en un hospedero individual), utilizando los siguientes atributos ecológicos en cada caso.

A nivel componente se determinó el número total de especies, el número total de parásitos, el índice de diversidad para comunidades muestreadas de Shannon-Wiener (H) y la uniformidad de

las abundancias de las diferentes especies (equidad) (Krebs 1999). El grado de similitud entre las comunidades se determinó mediante el índice cualitativo Sorensen y el cuantitativo del Porcentaje de similitud (PS); en tanto que el índice de Berger-Parker (*IBP*) se empleó como una medida de abundancia numérica (Magurran 2004); este índice mide la proporción del total de individuos parásitos en la muestra que es debida a la especie más abundante: $IBP = N_{m\acute{a}x} / N_t$

Dónde: $N_{m\acute{a}x}$ = número de individuos de la especie de parásito más abundante N_t = total de individuos en la muestra.

Posibles diferencias entre los parámetros a nivel de comunidad componente fueron evaluadas mediante Anovas de una vía. En tanto que para determinar la asociación entre algunas variables se aplicaron correlaciones por rangos de Spearman (r_s). Los valores de los índices de diversidad a ambos niveles de estudio, así como los de equidad (uniformidad de especies), fueron calculados con el programa Biodiversity Pro, mientras que todas las pruebas estadísticas se efectuaron por medio del programa SPSS versión 20.

A nivel infracomunidad, los análisis incluyeron la frecuencia de especies, el número promedio de especies de parásitos por hospedero, el número promedio de individuos y el valor promedio del índice de diversidad para comunidades censadas de Brillouin (H'). El modelo lineal general multivariado (MLG) se usó para identificar posibles diferencias en los parámetros de infracomunidad (variables dependientes), entre las especies de hospedero y las localidades (variables predictoras); la longitud de los peces se utilizó como una covariable para controlar la influencia del tamaño del hospedero. A este nivel se aplicó también un análisis multivariado de componentes principales (ACP) para identificar los posibles factores bióticos o abióticos que influyen en la diversidad y riqueza de especies de las infracomunidades de parásitos. Las variables predictoras utilizadas fueron: las especies de hospedero, el tamaño corporal (longitud total), localidad y características del hábitat de la localidad (agua de mar o salobre), así como el año de muestreo.

Análisis de funciones discriminantes basados en distancias de Mahalanobis fueron utilizados para identificar diferencias en la estructura de las comunidades de parásitos entre localidades para *O. altus*, utilizando muestras colectadas de Marquelia, Guerrero; San Blas, Nayarit y Zapotalito, Oaxaca. Este análisis permitió identificar a las especies de parásitos

responsables de diferencias en la estructura de las comunidades de parásitos de *O. altus*, las cuales podían ser consideradas como especies bioimarcadoras de poblaciones para este hospedero.

6.13. Asociación entre las especies de parásitos

Para probar la existencia de asociaciones interespecíficas entre las especies de parásitos, se formaron parejas entre los parásitos más frecuentes y abundantes, de acuerdo a su localización en el cuerpo de los hospederos (ectoparásitos y endoparásitos). Se construyeron tablas de contingencia de 2x2 para cada una de las parejas, aplicando posteriormente una prueba de asociación-dependencia de χ^2 , por medio de la siguiente expresión:

$$\chi^2 = (ad-bc)^2 n / (a+b) (a+c) (b+d) (c+d),$$

Dónde: a = número de hospederos que contienen a los 2 parásitos, b = número de hospederos que contienen solo a la especie X, c = número de hospederos que contienen solo a la especie Y, d = número de hospederos que no contienen a ninguna de las 2 especies y n = número total de parásitos (Krebs, 1999). La intensidad de la asociación entre las parejas de especies, fue determinada a partir del coeficiente de asociación (v) propuesto por Janson y Vegelius (1981): $v = (ad - bc) / \sqrt{[a + b] [a + c] [c + d] [b + d]}$, el cual varía entre -1 y $+1$ y es cero, cuando no existe asociación entre las especies.

VII. RESULTADOS

7.1 Aspectos poblacionales de los hospederos

El número total de peces examinados del género *Oligoplites* en las 5 localidades fue de 468, este número varió de 27 (Zapotalito, Oaxaca) a 136 (Coyuca 2016). Los peces de mayor tamaño examinados fueron de la especie *O. altus* en la localidad de San Blas, Nayarit (53.5 cm, Tabla 1). De manera general, la longitud total promedio fluctuó entre 21.2 ± 2.7 cm y 45.1 ± 2.2 cm.

Tabla 1. Datos biométricos registrados para especies del género *Oligoplites* en diferentes localidades del Pacífico mexicano.

Hospedero	Año	N. Hospedero	Lt. Min	Lt. Max	Lt. (cm)	Wt.Min	Wt. Max	Wt. (g)
Localidad								
<i>O.altus</i>								
Marquelia	Feb.2016	37	38.6	48.6	45.1 ± 2.2	473	1,100	793.1 ± 197.7
San Blas	Jun.2017	30	23.4	53.5	36.4 ± 9.3	106.3	1,090	437.4 ± 346.8
Zapotalito	Jun.2017	27	27.7	30.2	29.4 ± 4.4	176.9	225	181.3 ± 35.1
<i>O.saurus</i>								
Coyuca	Mar.2016	136	17.12	38.2	24.1 ± 4.3	42.88	448	133.8 ± 84.5
Coyuca	Feb.2017	124	15.5	27.6	21.2 ± 2.7	30.5	184.6	82.3 ± 30.3
<i>O.refulgens</i>								
Acapulco	Jul.2016	114	14.7	26.2	21.9 ± 2.5	18.28	116.43	70.9 ± 21.3

Los valores del coeficiente de variación (C.V) indicaron que la mayor heterogeneidad en las longitudes de los peces se registró para la especie *O. altus* en el muestreo efectuado en San Blas, Nayarit (C.V.= 24.9 %) mientras que la localidad de Zapotalito, Oaxaca presentó una menor heterogeneidad (C.V = 2.6%). La especie *O. saurus* no presentó gran diferencia en cuanto a la heterogeneidad en sus longitudes en los dos muestreos (C. V. Coyuca 16 =23.4%, Coyuca 17 = 21.3 %) (Figura 5).

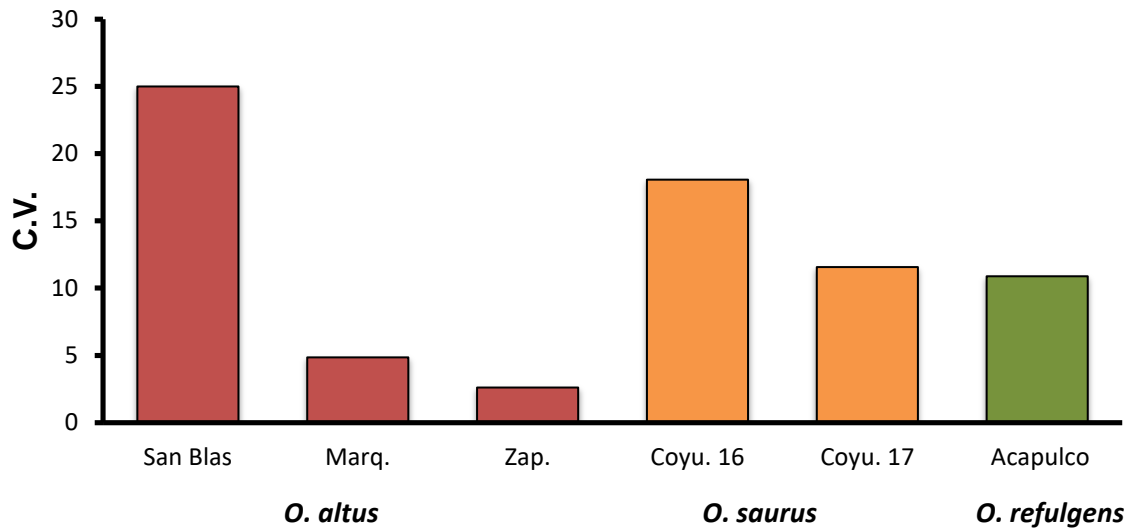


Figura 5. Valores del coeficiente de variación (%) de longitudes totales, en muestras de *Oligoplites* en las costas del Pacífico Mexicano.

En cuanto al peso de los peces, estos presentaron diferentes variaciones siendo significativamente más altos para ejemplares de la especie *O. altus* en la localidad de San Blas, Nayarit (C. V. = 77.9 %). En el caso de *O. saurus* la mayor variación en el peso de los ejemplares se registró para la muestra de Coyuca en el año 2016 (C.V = 63.1 %) (Figura 6).

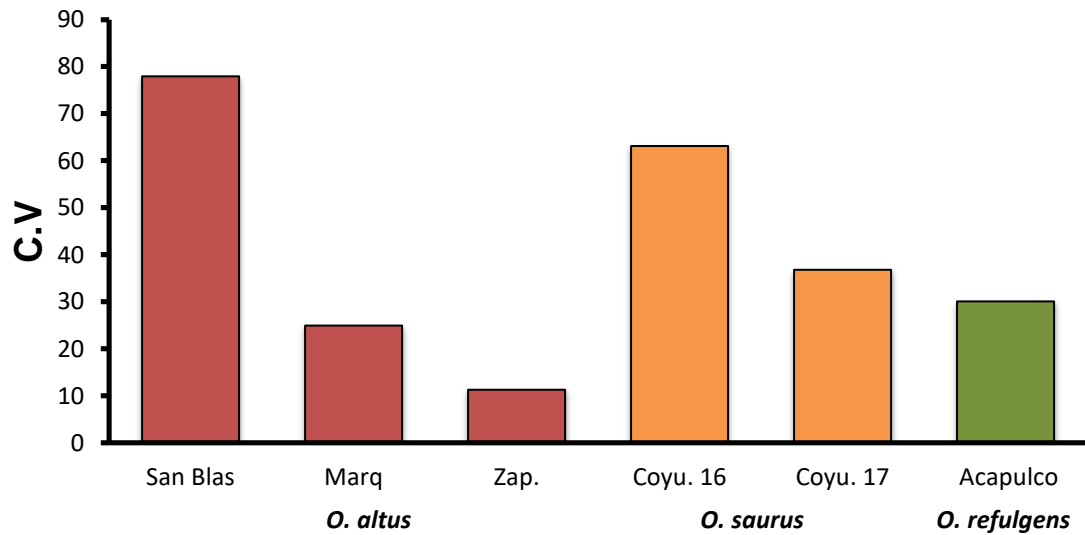


Fig. 6. Valores del coeficiente de variación (%) de los pesos totales, en muestras de *Oligoplites* en las costas del Pacífico Mexicano.

7.2. Factor de condición (K)

El análisis realizado para determinar el factor de condición k , el cual permitió estimar el estado de “bienestar” de las especies de *Oligoplites* en las diferentes localidades examinadas, indicó que los valores de este parámetro fluctuaron entre 0.48 y 22.6 % entre las localidades así como las especies (Tabla 2). Mientras entre los valores promedio variaron entre 3.17 (*O. refulgens*) y 17.51 (*O. altus*).

Tabla 2. Valores del factor de condición (K) registrados para tres especies del género *Oligoplites*, en diferentes localidades del Pacífico Mexicano.

		K(%)		
<i>O. altus</i>	Fecha	Min	Max	Media
Marquelia	Feb.2016	2.17	22.63	17.51
San Blas	Jun. 2017	3.34	23.7	10.81
Zapotalito	Jun. 2017	4.71	8.21	6.45
<i>O. saurus</i>				
Coyuca	Mar. 2016	0.48	11.78	5.3
Coyuca	Feb. 2017	1.96	12.57	3.97
<i>O. refulgens</i>				
Acapulco	Jul. 2016	1.24	4.6	3.17

7.3. Relación longitud-Peso

La relación existente entre la longitud total y el peso total de los peces, considerando los datos agrupados sin considerar el sexo para la especie *O. altus* en la localidad de Marquelia, Guerrero, fue descrita por la ecuación potencial: $W_t = 0.0053 L_t^{3.10}$, en la cual el valor de la pendiente (b) de la relación existente > 3 (Fig.7).

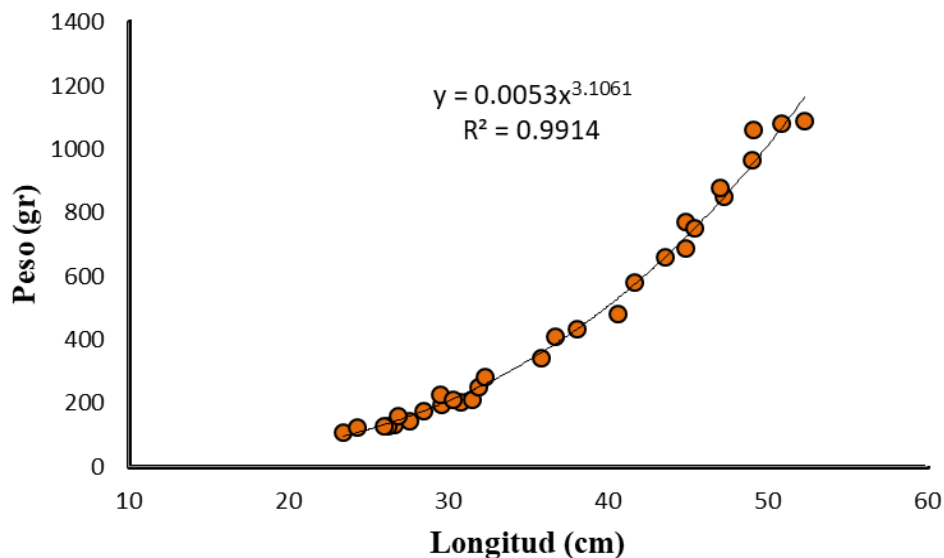


Figura 7. Relación entre la longitud total y el peso para ejemplares de *Oligoplites altus* en Marquelia, Guerrero.

En el caso de San Blas, Nayarit la ecuación resultante entre la longitud total y el peso de los ejemplares de *O. altus* fue: $W_t = 0.0056 L_t^{3.09}$, en la cual el valor de la pendiente fue igual a 3 (Fig. 8).

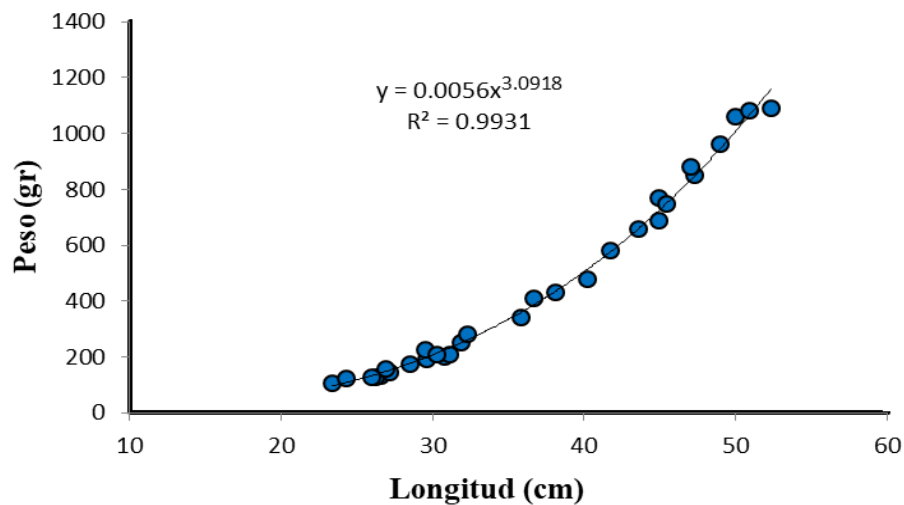


Figura 8. Relación entre la longitud total y el peso para ejemplares de *Oligoplites altus* en San Blas, Nayarit.

Mientras que para Zapotalito, Oaxaca el resultado de la ecuación potencial fue: $W_t = 0.0169 L_t^{2.79}$, registrándose en este caso un valor para el exponente b menor a 3 (2.79) (Fig. 9).

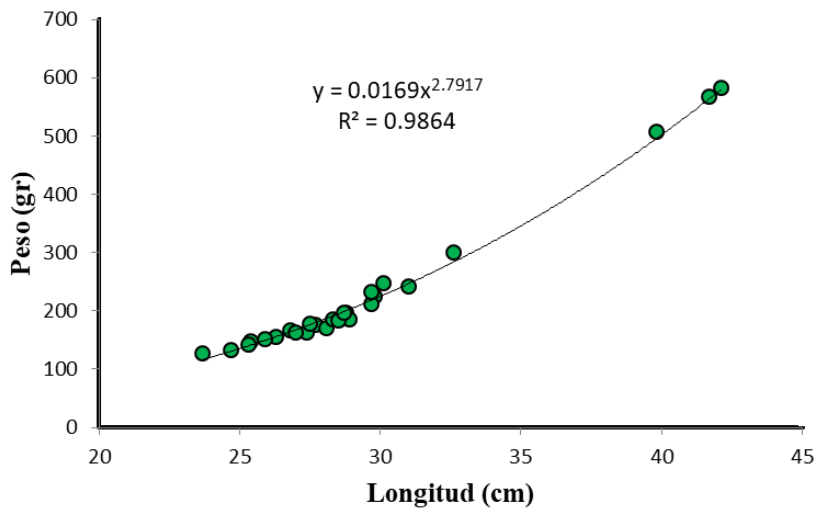


Figura 9. Relación entre la longitud total y el peso para ejemplares de *Oligoplites altus* en Zapotalito, Oaxaca.

Para la especie *O. saurus* en la localidad de Coyuca, Guerrero para los dos años de muestreo, se observaron diferentes tipos de crecimiento; por ejemplo, el resultado de la ecuación para el muestreo del año 2016 ($W_t = 0.0137 L_t^{2.85}$), indicó que el crecimiento fue de tipo alométrico negativo, dado que el exponente b fue menor a 3 (Fig. 10).

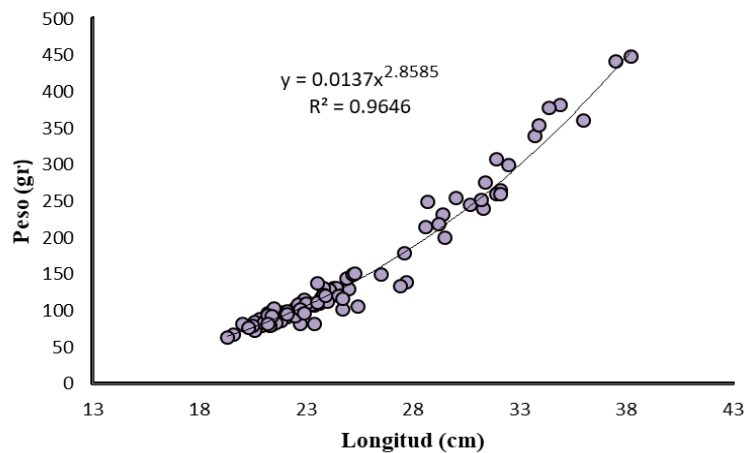


Figura 10. Relación entre la longitud total y el peso para ejemplares de *Oligoplites saurus* en Coyuca, Guerrero en el año 2016.

Para el año 2017 en la misma localidad de Coyuca, la ecuación resultante $W_t = 0.0072 L_t^{3.04}$, sugiere que el tipo de crecimiento de *O. saurus* durante este año, fue de tipo isométrico, debido a que el valor de la pendiente fue igual a 3 (Fig. 11).

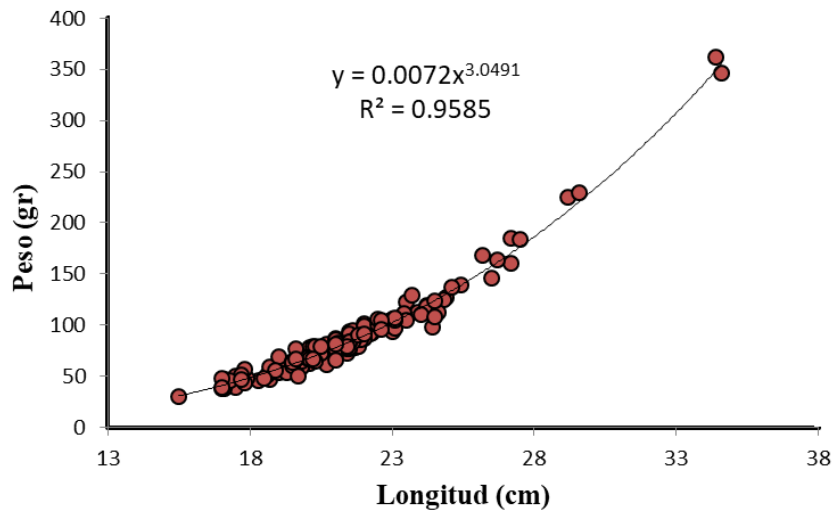


Figura 11. Relación entre la longitud total y el peso para ejemplares de *Oligoplites saurus* en Coyuca, Guerrero en el año 2017.

En el caso de la especie *O. refulgens*, la relación longitud-peso fue descrita por la ecuación $W_t = 0.0032 L_t^{3.22}$, indicando en este caso un crecimiento alométrico positivo ya que el valor del exponente b fue mayor a 3 (Fig. 12).

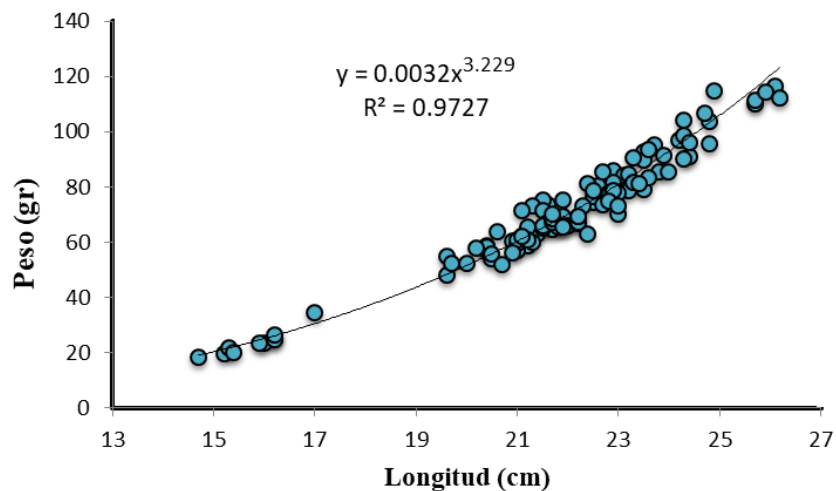


Figura 12. Relación entre la longitud total y el peso para ejemplares de *Oligoplites refulgens* en Acapulco, Guerrero.

7.4. Alimentación

El examen de los contenidos estomacales de las diferentes especies de *Oligoplites* colectadas en las cinco localidades, indicó que la alimentación varió tanto espacial (entre localidades) como temporalmente (años). Para la especie *O. altus* el espectro alimenticio estuvo constituido por solo 3 ítems cuyos porcentajes variaron en las tres diferentes localidades. Sin embargo, en todas las localidades los peces fueron el componente más importante de la dieta, representando el mayor porcentaje; en tanto que los peneidos fueron los menos representados.

Por lo que se refiere al espectro alimenticio de *O. saurus* en la localidad de Coyuca, estuvo compuesto por 4 distintos ítems alimenticios (peces, crustáceos, peneidos y ostrácodos) durante los 2 años de muestreo, siendo los peces los que presentaron una mayor proporción en la dieta. La composición de la dieta de *O. refulgens* en la bahía de Acapulco estuvo integrada también de 4 componentes alimenticios (peces, crustáceos, anfípodos y caracoles), no obstante para este pez los crustáceos fueron el recurso alimenticio más importante, seguido por los peces (Fig. 13).

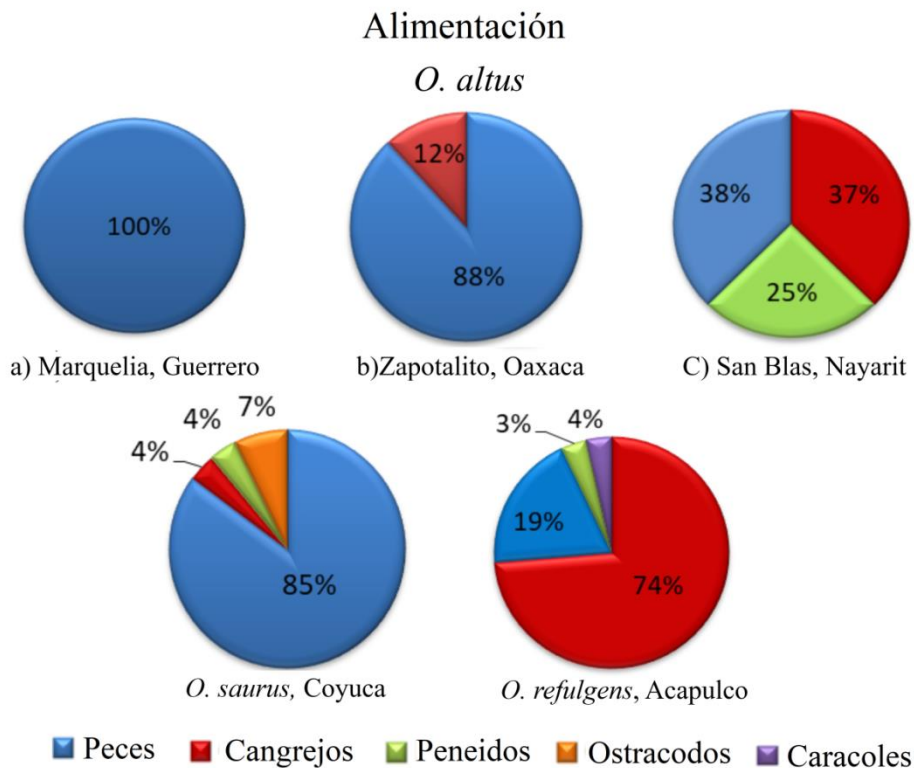


Figura 13. Espectro alimenticio de peces del género *Oligoplites*, en las costas del Pacífico Mexicano.

7.5. Representatividad de los muestreos

Los resultados de las curvas acumulativas de especies construidas para cada hospedero, indicaron que para la especie de *Oligoplites refulgens* en la Bahía de Acapulco, los estimadores Bootstrap y Chao 1 sugirieron que con un tamaño de muestra de 60 peces, fue posible obtener más del 80% de las especies obtenidas para esta localidad (Fig. 14).

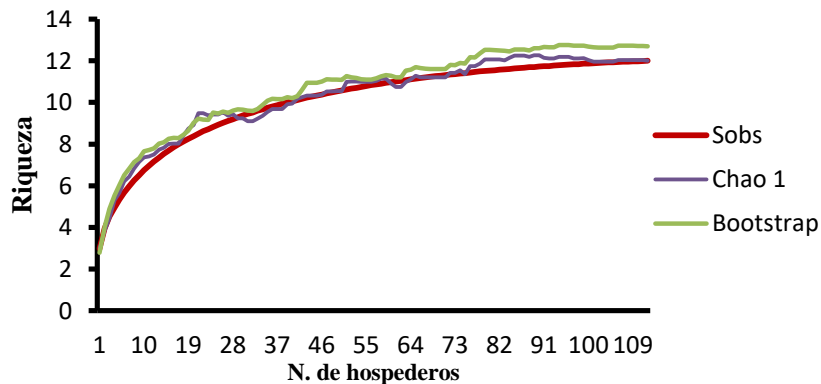


Figura 14. Curva acumulativa de especies de parásitos para *Oligoplites refulgens*, en la Bahía de Acapulco, Guerrero. Sobs= Número de riqueza observada.

En el caso de la especie *O. saurus* para la localidad de Coyuca en el año 2016, y de acuerdo a los estimadores la curva acumulativa de especies indicó que con un tamaño de muestra de 57 peces fue suficiente para obtener la mayor proporción de especies de parásitos registradas en esta localidad (14 especies). (Fig.15)

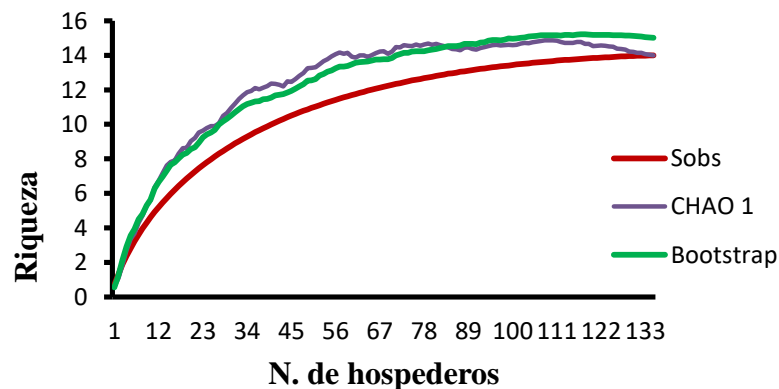


Figura 15. Curva acumulativa de especies de parásitos para *Oligoplites saurus*, en la localidad de Coyuca (2016), Guerrero. Sobs= Número de riqueza observada.

Para el muestreo del año 2017 se observa que los estimadores no alcanzaron una buena estabilización, ya que todos presentan una ligera pendiente, por lo tanto aún sería posible registrar algunas otras especies en esta localidad, si se incrementaba un poco el tamaño de muestra. Los estimadores sugieren que con un tamaño de muestra de 91 peces, se obtendrían la mayor cantidad de especies registradas durante este muestreo (9 especies) (Fig.16).

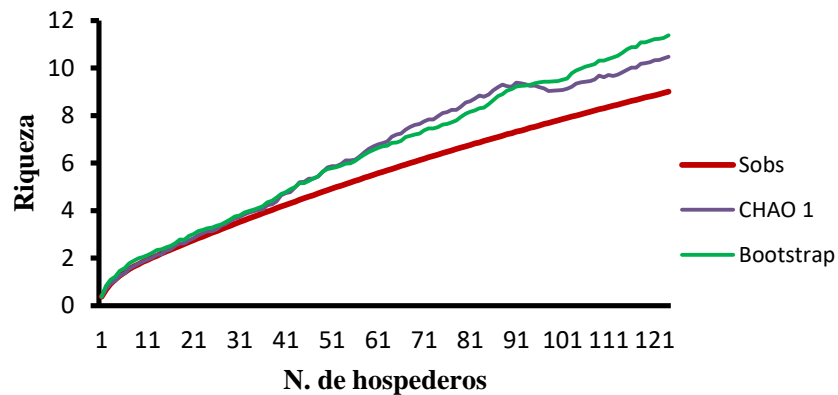


Figura 16. Curva acumulativa de especies de parásitos para *Oligoplites saurus*, en la localidad de Coyuca (2017), Guerrero. Sobs= Número de riqueza observada.

Finalmente para la especie de *Oligoplites altus* en la localidad de Marquelia los estimadores de la riqueza de especies, sugirieron que una muestra de 37 peces, fue suficiente para obtener el total de especies de parásitos para este hospedero (19 especies de parásitos), en esta localidad (Fig. 17).

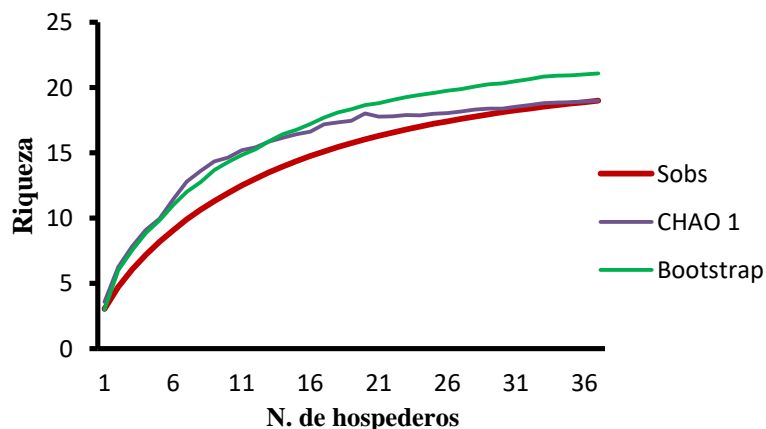


Figura. 17. Curva acumulativa de especies de parásitos para *Oligoplites altus*, en la localidad de Marquelia, Guerrero. Sobs= Número de riqueza observada.

Para la localidad de San Blas Nayarit, ambos estimadores indicaron que con una muestra de 29 peces, sería suficiente para obtener el 90% del total de las especies recuperadas en esta localidad (11 especies) (Fig. 18).

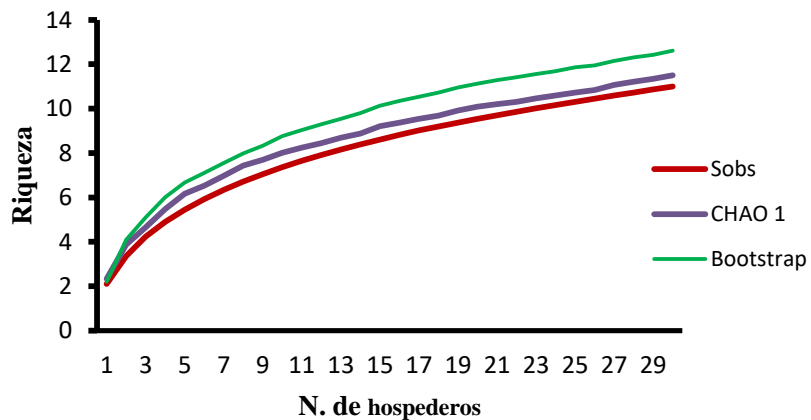


Figura 18. Curva acumulativa de especies de parásitos para *Oligoplites altus*, en la localidad de San Blas, Nayarit.
Sobs= Número de riqueza observada.

En la localidad de Oaxaca, el estimador Bootstrap fue el que mejor se ajustó al número de especies registrado en esta localidad. Este estimador indicó que con muestra de 22 peces, se podrían obtener todas las especies de parásitos registradas en esta localidad (Fig. 19).

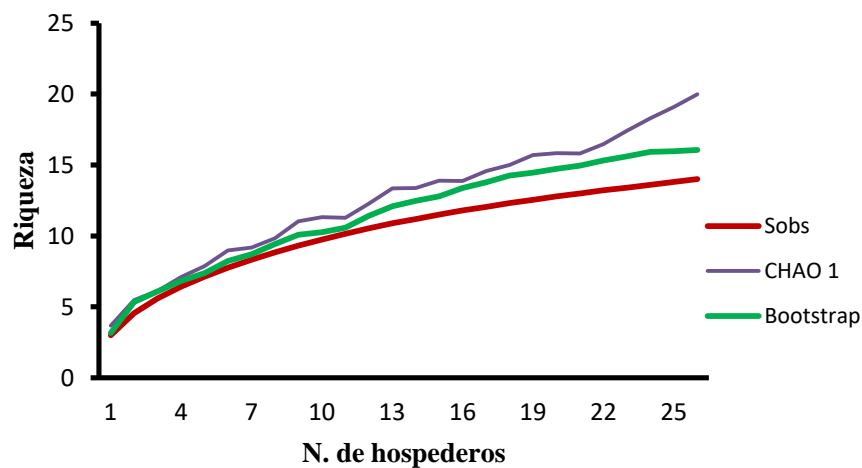


Figura 19. Curva acumulativa de especies de parásitos para *Oligoplites altus*, en la localidad de Zapotalito, Oaxaca.
Sobs= Número de riqueza observada.

7.6. Registro parasitológico

Se identificaron un total de 28 especies de parásitos metazoarios, en los 468 ejemplares examinados del género *Oligoplites* en las 5 localidades estudiadas: 4 especies de monogéneos (adultos) 9 digéneos (7 adultos y 2 metacercárias); 2 cestodos (larvas) 4 nemátodos (2 adultos y 2 larvas); 4 acantocéfalos (2 adultos, 1 juvenil y 1 cistacanto); 4 copépodos: y 1 pentastómido (larva). El grupo de los digéneos fue el mejor representado con el 32 % de las especies recuperadas; mientras que los monogéneos se ubicaron en segundo lugar con un 15% (Fig. 20).

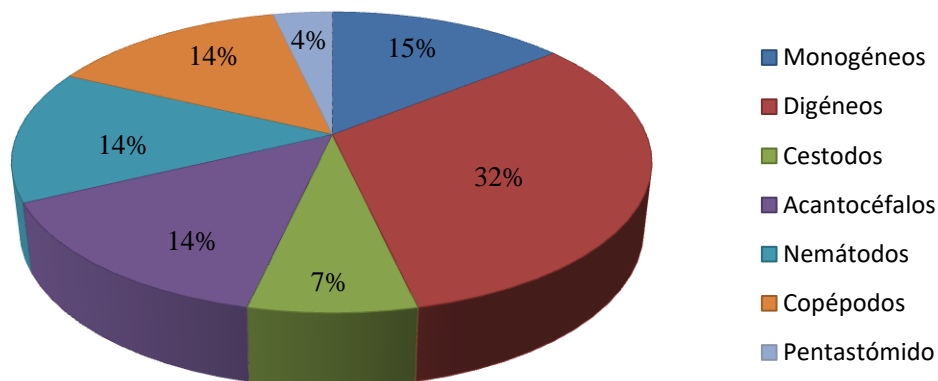


Figura 20. Composición de especies de parásitos para las tres especies del género *Oligoplites* en las costas del Pacífico Mexicano.

La especie *O. refulgens* estuvo parasitada por 5 grupos de parásitos distintos, de los cuales el mejor representado fue el de los digéneos (50% del total de especies), seguido por el de los crustáceos con el 25% del total de especies (Fig. 21).

O. refulgens

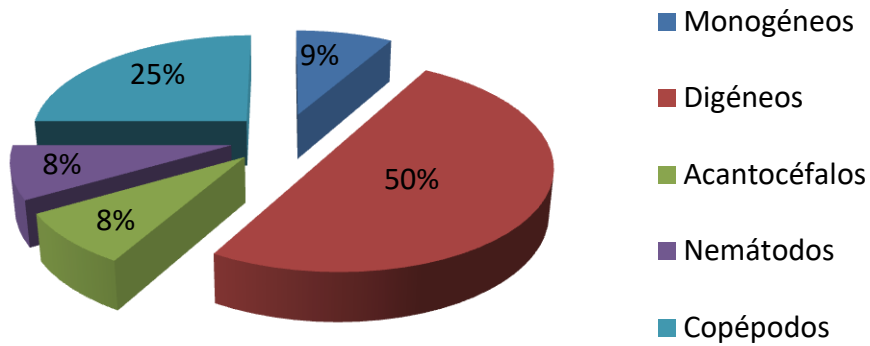


Figura 21. Composición de especies de parásitos para la especie *Oligoplites refulgens*, en la Bahía de Acapulco, Guerrero.

Mientras que para la especie *O. saurus* la parasitofauna estuvo constituida por 6 grupos de parásitos durante los dos años de muestreo, siendo nuevamente el grupo de los digéneos el mejor representado con un 28 % de total de especies, seguido por los grupos de los monogéneos y los acantocéfalos con 22% en ambos casos (Fig. 22).

O. saurus

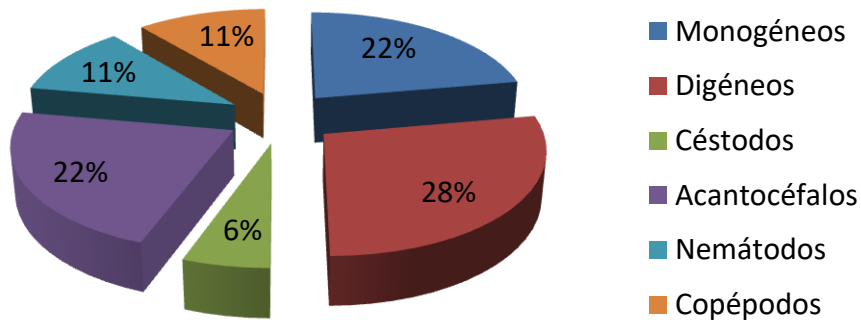


Figura 22. Composición de especies de parásitos para la especie *Oligoplites saurus*, en la localidad de Coyuca, Guerrero.

Finalmente, para la especie *O. altus* se registraron un total de 7 grupos de parásitos, los cuales constituyeron una parasitofauna total de 21 especies de parásitos para las 3 diferentes localidades. De estos grupos, el de los digéneos (29%), fue nuevamente el mejor representado, seguido por los de los monogéneos, nemátodos y copépodos (15% cada uno) (Fig. 23).

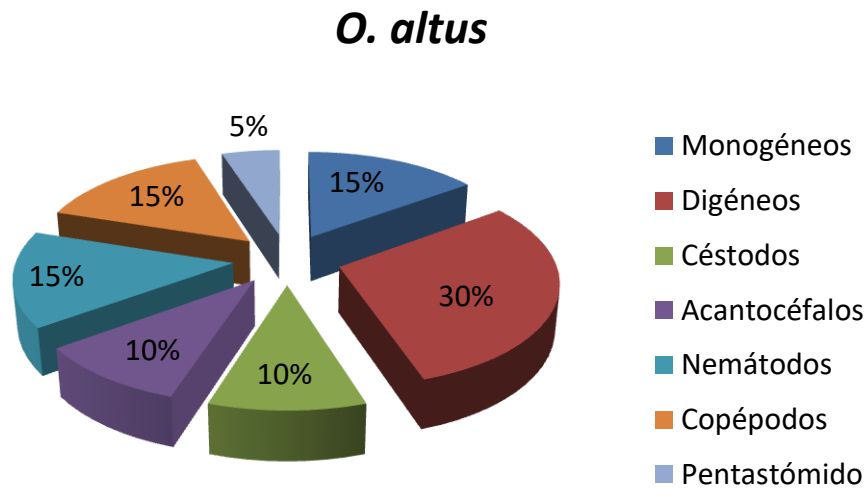
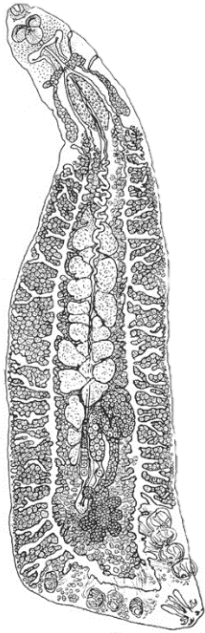
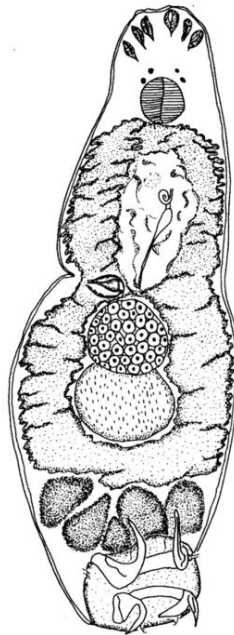


Figura 23. Composición de especies de parásitos para la especie *Oligoplites altus*.

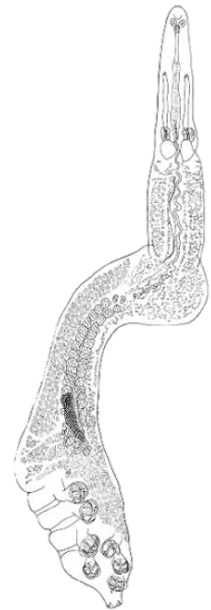
Figura 24. Parásitos de peces del género *Oligoplites*



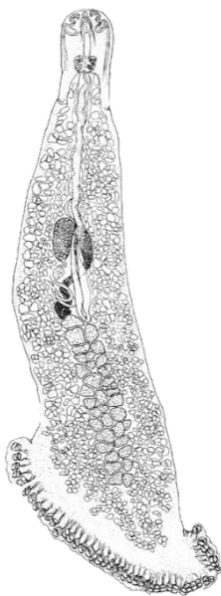
Ahpua piscicola



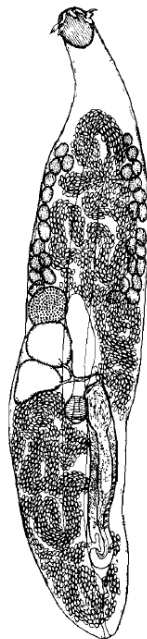
Ancyrocephalinae bichowski



Hargicola Oligoplites



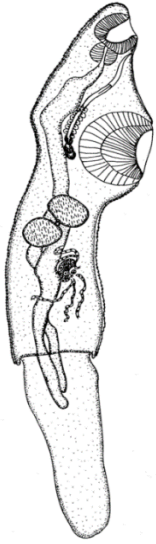
Probursata veraecrusis



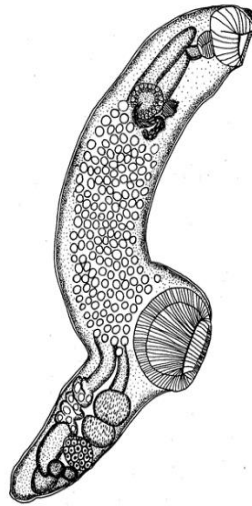
Bucephalus sp



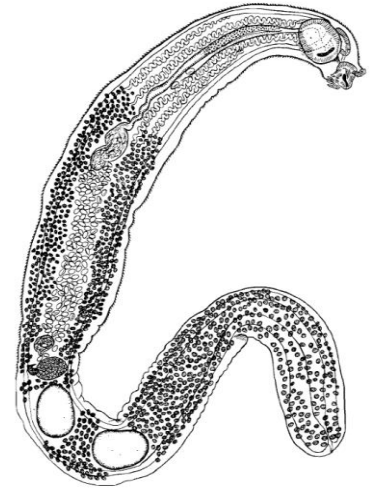
Ectenusurus lepidus



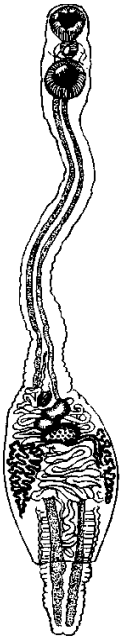
Ectenurus virgulus



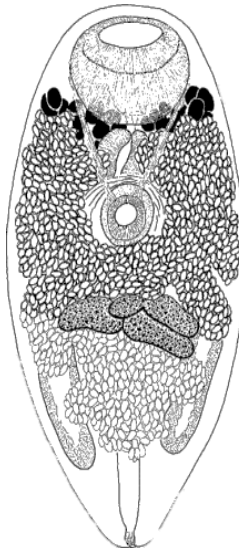
Gonocercella pacifica



Manteria brachiderus



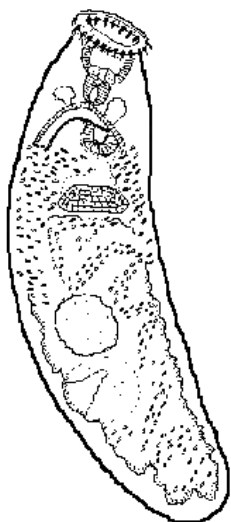
Mecoderus oligoplitis



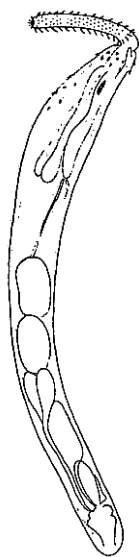
Metadena sp.



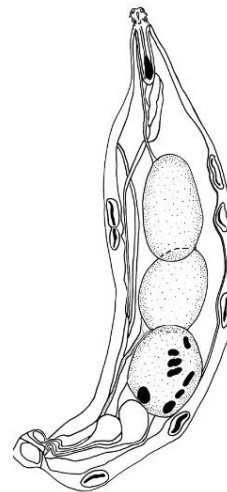
Nematobothrium sp.



Pseudoacanthostomum panamense



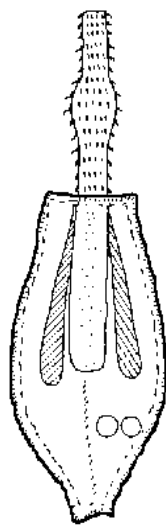
Rhaninorhynchidae gen. et sp.



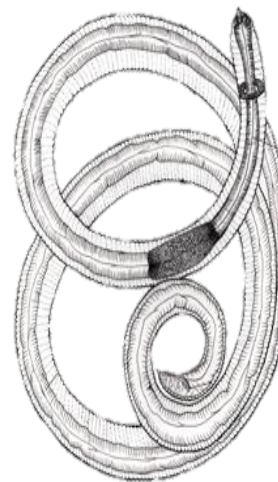
Noechinorhynchus brentnickoli



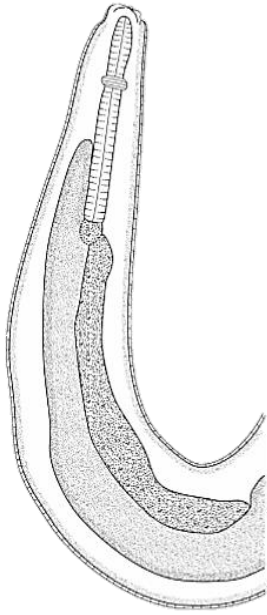
Rhadinorhynchus sp.



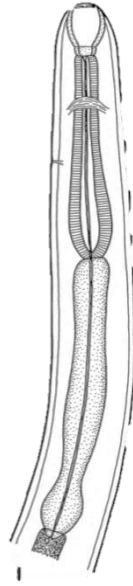
Southwellina hispida



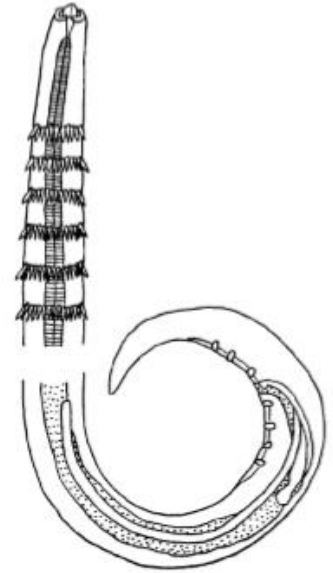
Anisakis sp.



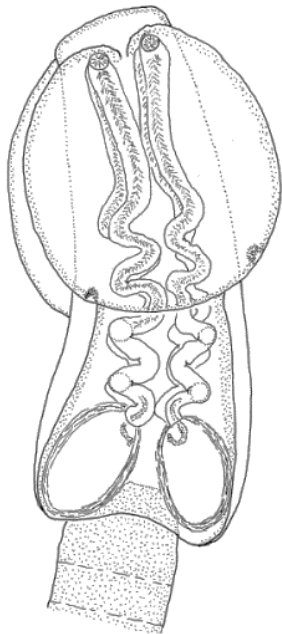
Contracaecum sp.



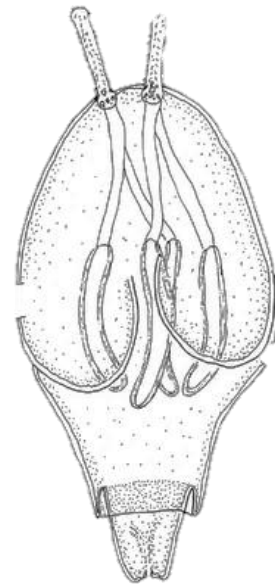
Procamlanus sp.



Spinitectus sp.



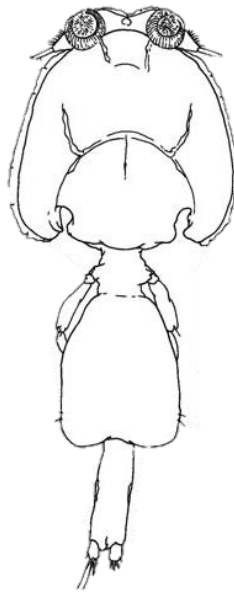
Otobothrium sp.



Trypanorhyncha



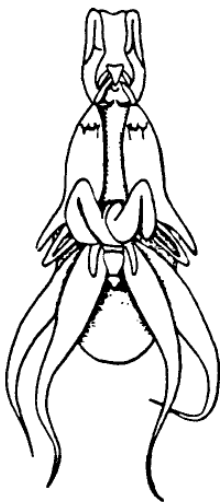
Bomolochus sp.



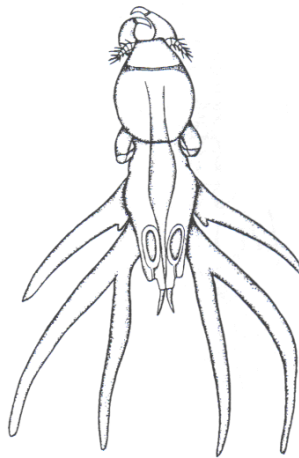
Caligus asperimanus



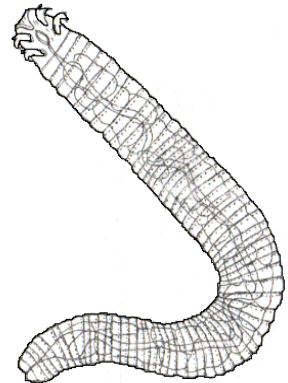
Caligus mutabilis



Lernanthropus giganteus ♀



L. giganteus ♂



Sebekia sp.

7.7 Variación en los niveles de infección entre las especies hospedadoras y las localidades.

La prevalencia de las nueve especies de parásitos más ampliamente distribuidas, varió significativamente entre las especies de hospederos y las localidades estudiadas. El monogéneo *Ahpua piscicola* registró un porcentaje de infección más alto en ejemplares de *O. refulgens* de la Bahía de Acapulco ($G = 200.3$, $P < 0.05$). Los digéneos *Ectenurus virgulus* y *Mecoderus oligoplitis* fueron más prevalentes en *O. altus* de San Blas ($G = 139.2$, $P < 0.05$) y Marquelia ($G = 13.2$, $P < 0.05$). Mientras que entre los acantocéfalos, Rhaninorhynchidae gen. et sp. exhibió su mayor prevalencia en *O. altus* de Marquelia y *O. refulgens* de la Bahía de Acapulco ($G = 11.9$, $P < 0.05$), en tanto que *Rhadinorhynchus* sp. fue más prevalente en *O. altus* de Marquelia y Zapotalito ($G = 12.4$, $P < 0.05$). Algunas especies de parásitos presentaron porcentajes de infección significativamente más bajos, solo en algunas especies o localidades. Por ejemplo, el digéneo *Manteria brachiderus* fue menos frecuente en *O. saurus* de Coyuca ($G = 146.5$, $P < 0.05$); el nematodo *Contraecum* sp. por su parte, presentó su porcentaje de infección más bajo en *O. refulgens* de la Bahía de Acapulco ($G = 27.5$, $P < 0.05$); mientras que el copépodo *Caligus mutabilis* fue menos prevalente en *O. saurus* ($G = 20.9$, $P < 0.05$) y *Lernanthropus giganteus* fue menos prevalente en *O. saurus* y *O. refulgens* ($G = 109.5$, $P < 0.05$) (Tabla 3).

A diferencia de la prevalencia, la abundancia promedio no varió ampliamente entre las especies más frecuentes y abundantes. Solo el monogéneo *Ahpua piscicola* y el digéneo *Manteria brachiderus* presentaron una variación significativa en su abundancia promedio entre las especies de hospedero y las localidades. *Ahpua piscicola* fue significativamente más abundante en *O. refulgens* de la Bahía de Acapulco ($\chi^2 = 9.5$, $P < 0.05$), y *Manteria brachiderus* registró su menor abundancia promedio en *O. saurus* de Coyuca ($\chi^2 = 21.3$, $P < 0.05$). Los valores de prevalencia de las especies de parásito, correlacionaron positivamente con sus valores de abundancia promedio, indicando que las especies más prevalentes fueron también las más abundantes ($r_s = 0.894$, $P < 0.01$).

Tabla 3. Parámetros de infección de las especies de parásitos del género *Oligoplites* en costas del Pacífico Mexicano

	CNH	Código	Localización	Host/Localidad/N	P(%)	Total	Abundancia prom	Rango de Intensidad
Monogenea								
<i>Ancynocephalinae bichowski</i> ^{G, Au, a}	10633	Anc	Branquias	Os/C1/136	1.47	2	0.01	0 - 1
				Os/C2/124	0.81	1	0.01	0 - 1
<i>Ahpua piscicola</i> ^{S, Au}	10634	Ahp		Oa/Ma/37	5.41	4	0.11±1.4	1 - 3
				Oa/Za/27	3.70	1	0.04	0 - 1
				Os/C1/136	3.68	8	0.06±0.5	1 - 2
				Or/Ba/114	85.1	808	7.1±7.4	1 - 44
<i>Hargicola oligoplites</i> ^{S, Au}	10636	Har	Branquias	Oa/Ma/37	5.41	18	0.49±8.5	3 - 15
				Oa/Za/27	3.70	1	0.04	0 - 1
				Os/C1/136	6.62	67	0.49±3.7	1 - 12
				Os/C2/124	0.81	3	0.02	0 - 3
<i>Probursata veraecrusis</i> ^{S, Au}	10639	Pro	Branquias	Oa/Ma/37	2.70	2	0.05	0 - 2
				Os/C1/136	2.21	9	0.07±2.6	1 - 6
Digenea								
<i>Bucephalus</i> sp. ^{G, Au, a}	10642	Ect	Intestino	Oa/SB/30	6.67	3	0.10±0.7	1 - 2
				Oa/Ma/37	13.51	17		2 - 7
<i>Ectenurus lepidus</i> ^{G, Au, a}				Oa/SB/30	13.33	6	0.46±2.07	1 - 3

				Oa/Za/27	7.41	3	0.20±1.0	1 - 2
				Or/Ba/114	5.26	14	0.11±1.0	1 - 6
							0.12±1.9	
<i>Ectenurus virgulus</i> ^{G, Au, a}	10643	Evi	Intestino	Oa/Ma/37	5.41	2	0.05±	0 - 1
				Oa/SB/30	13.33	6	0.20±0.58	1 - 2
				Oa/Za/27	55.56	53	1.96±2.3	1 - 8
				Os/C1/136	2.94	4	0.03	0 - 1
				Os/C2/124	2.42	5	0.04±1.1	1 - 3
				Or/Ba/114	9.65	22	0.19±2.7	1 - 10
<i>Gonocercella pacifica</i> ^{G, Au, a}	10644	Gon	Intestino	Or/Ba/114	0.88	1	0.01	0 - 1
<i>Manteria brachiderus</i> ^{S, Au}	10645	Man	Intestino	Oa/Ma/37	94.59	357	9.65±10.3	1 - 47
				Oa/SB/30	73.33	344	11.47±34.5	1 - 164
				Oa/Za/27	85.19	314	11.63±11.1	2 - 52
				Os/C1/136	11.76	71	0.52±3.1	1 - 12
				Os/C2/124	0.81	5	0.04	0 - 5
				Or/Ba/114	88.60	658	5.77±5.8	1 - 35
<i>Mecoderus oligoplitis</i> ^{S, Au}	10646	Mec	Estomago	Oa/Ma/37	13.51	12	0.32±1.7	1 - 5
				Oa/Za/27	18.52	5	0.19	0 - 1
				Os/C1/136	4.41	9	0.07±1.2	1 - 4
				Or/Ba/114	5.26	17	0.15±3.6	1 - 10

<i>Metadena</i> sp. ^{G, Al, a}		Met	Intestino	Os/C2/124	0.81	1	0.01	0 - 1
<i>Nematobothrium</i> sp. ^{G, Au, a}		Nem		Oa/Ma/37	10.81	7	0.19±0.96	1 - 3
				Oa/SB/30	3.33	1	0.03	0 - 1
				Oa/Za/27	11.11	4	0.15±0.58	1 - 2
<i>Pseudoacanthostomum panamense</i> ^{G, Au, a}		Pse	Intestino	Os/C2/124	0.81	1	0.01	0 - 1
Acanthocephala								
Rhaninorhynchidae gen. Et sp ^G		Rhn	Intestino	Oa/Ma/37	10.81	9	0.24±1.5	1 - 4
				Oa/Za/27	3.70	1	0.04	0 - 1
				Os/C1/136	1.47	2	0.01	0 - 1
				Or/Ba/114	12.28	26	0.23±1.2	1 - 5
<i>Neoechinorhynchus brentnickoli</i> ^{G, Au, a}	10650	Neo	Intestino	Os/C1/136	2.94	4	0.03	0 - 1
<i>Rhadinorhynchus</i> sp. ^{G, Au, a}		Rha	Intestino	Oa/Ma/37	8.11	9	0.24±3.46	1 - 7
				Oa/Za/27	14.81	12	0.44±4	1 - 9
				Os/C2/124	0.81	2	0.02	0 - 2
<i>Southwellina hispida</i> ^{G, Al, a}	10653	Sou	Mesenterio	Oa/SB/30	3.33	15	0.50	0 - 15
				Os/C1/136	0.74	1	0.01	0 - 1
Nematoda								
<i>Anisakis</i> sp. ^{G, Au, a}		Ani	Mesenterio	Oa/Ma/37	62.16	139	3.76±10.4	1 - 50
				Oa/Za/27	11.11	3	0.11	0 - 1
				Or/Ba/114	66.67	633	5.55±10.5	1 - 54
<i>Contraecaecum</i> sp. ^{G, Al, a}		Con	Mesenterio	Oa/SB/30	36.67	20	0.67±1.4	1 - 5
				Os/C1/136	25	94	0.69±3.33	1 - 17

				Os/C2/124	29.03	63	0.51±2.48	1 - 14	
				Or/Ba/114	2.63	3	0.03	0 - 1	
<i>Procamallanus</i> sp.	^{G, Au, a}	Pca	Intestino	Oa/Ma/37	2.70	16	0.43	0 - 16	
				Oa/SB/30	3.33	2	0.07	0 - 2	
				Os/C1/136	1.47	2	0.01	0 - 1	
<i>Spinitectus</i> sp.	^{G, Au, a}	Spi	Intestino	Oa/Ma/37	5.41	2	0.05	0 - 1	
				Oa/SB/30	3.33	1	0.03	0 - 1	
				Oa/Za/27	3.70	3	0.11	0 - 3	
Cestoda									
<i>Otobothrium</i> sp.	^{G, Au, a}	10654	Oto	Intestino	Oa/Ma/37	2.70	4	0.11±34.23	0 - 4
<i>Trypanorhyncha</i>	^{G, Au, a}		Try	Intestino	Oa/Ma/37	13.51	90	2.43	1 - 79
					Os/C1/136	5.88	10	0.07±0.46	1 - 2
Copepoda									
<i>Bomolochus</i> sp.	^{G, Au, a}	95	Bom	Branquias	Or/Ba/114	1.75	2	0.02	0 - 1
<i>Caligus asperimanus</i>	^{G, Au, *}	98	Cal	Branquias	Oa/Ma/37	5.41	2	0.05	0 - 1
					Oa/Za/27	3.70	1	0.04	0 - 1
<i>Caligus mutabilis</i>	^{G, Au, a}	96	Cmu	Branquias	Oa/Ma/37	13.51	12	0.32±2.19	1 - 6
					Oa/SB/30	13.33	7	0.23±0.96	1 - 3
					Oa/Za/27	25.93	9	0.33±0.49	1 - 2
					Os/Co1/136	2.21	12	0.09±4.36	1 - 9
					Or/Ba/114	20.18	32	0.28±0.89	1 - 5
<i>Lernanthropus giganteus</i>	^{G, Au, a}		Ler	Branquias	Oa/Ma/37	29.73	24	0.65±1.78	1 - 7

		Oa/SB/30	50.00	42	1.40±1.52	1 – 6	
		Oa/Za/27	66.67	48	1.78±2.57	1 – 11	
		Os/C2/124	1.61	6	0.05±2.83	1 – 5	
		Or/Ba/114	2.63	3	0.03	0 - 1	
Pentastomida							
<i>Sebekia</i> sp.	G, Al, a	Seb	Oa/Ma/37	8.11	3	0.08	0 - 1

Clasificación de los parásitos: S = especialista, G = generalista. Estrategia de colonización: Au = especie autogenica, Al = especie alogenica. a = nuevo registro geográfico. CNHE = Colección Nacional de Helmintos, número de acceso: Oa = *Oligoplites altus*, Os = *O. saurus*, Or = *O. refulgens*. Localidad: Ba = Bahía de Acapulco, C1 = Coyuca Marzo 2016, C2 = Coyuca Febrero 2017, Ma = Marquelia, SB = San Blas, Za = Zapotalito. N = número de peces examinados; P% = prevalencia; Total = número total de parásitos colectados; Abundancia = número promedio de parásitos por pez examinado ± desviación estándar; Rango de intensidad = mínimo - máximo de parásitos. Los valores significativos de prevalencia (prueba G), y de abundancia promedio (χ^2), son presentados en negrita ($P < 0.05$).

Tabla 4. Ocurrencia de las especies de parásito en cada especie de hospedero y localidad muestreada.

Especies de parásitos	Código	Hospederos					
		<i>O. altus</i>			<i>O. saurus</i>		<i>O. refulgens</i>
		Marquelia	San Blas	Zapotalito	Coyuca 16	Coyuca 17	Bahía
Monogenea							
<i>Ancyrocephalinae bichowski</i>	Anc				*	*	
<i>Ahpua piscicola</i>	Ahp	*		*	*		*
<i>Hargicola oligoplites</i>	Har	*		*	*	*	
<i>Probursata veraecrusis</i>	Pro	*			*		
Digenea							
<i>Bucephalus</i> sp.	Buc		*				
<i>Ectenurus lepidus</i>	Ect	*	*	*			*
<i>Ectenurus virgulus</i>	Evi	*	*	*	*	*	*
<i>Gonocercella pacifica</i>	Gon						*
<i>Manteria brachiderus</i>	Man	*	*	*	*	*	*
<i>Mecoderus oligoplitis</i>	Mec	*		*	*		*
<i>Metadena</i> sp.	Met					*	
<i>Nematobothrium</i> sp.	Nem	*	*	*			
<i>Pseudoacanthostomum panamense</i>	Pse					*	
Acanthocephala							
<i>Neoechinorhynchus brentnickoli</i>	Neo				*		
Rhaninorhynchidae gen. et sp	Rhn	*		*	*		*
<i>Southwellina hispida</i>	Sou		*		*		
<i>Rhadinorhynchus</i> sp.	Rha	*		*		*	
Nematoda							
<i>Anisakis</i> sp.	Ani	*		*			*
<i>Contraecum</i> sp.	Con		*		*	*	*
<i>Spinitectus</i> sp.	Spi	*	*	*			

<i>Procamallanus</i> sp.	Pca	*	*		*		
Cestoda							
<i>Otobothrium</i> sp.	Oto	*					
<i>Trypanorhyncha</i>	Try	*			*		
Copepoda							
<i>Bomolochus</i> sp.	Bom						*
<i>Caligus asperimanus</i>	Cal	*		*			
<i>Caligus mutabilis</i>	Cmu	*	*	*	*		*
<i>Lernanthropus giganteus</i>	Ler	*	*	*		*	*
Pentastomida							
<i>Sebekia</i> sp.	Seb	*					

De acuerdo al registro de las diferentes las especies de parásitos para las tres especies de hospederos del género *Oligoplites*, del total de las especies recolectadas, ocho especies de parásitos (*Ahpua piscicola*, *Ectenurus virgulus*, *Manteria brachiderus*, *Mecoderus oligoplitis*, Rhaninorhynchidae gen. et sp., *Contracaecum* sp., *Caligus mutabilis* y *Lernanthropus giganteus*) se distribuyeron ampliamente y estuvieron presentes en las tres especies hospederos examinadas. Mientras que solo los digéneos *Ectenurus virgulus* y *Manteria brachiderus* estuvieron presentes tanto en las tres especies de hospedero (*O. altus*, *O. saurus* y *O.refulgens*) así como en las 5 diferentes localidades (Tabla 4).

7.8. Hábitat de los parásitos

Considerando el sitio de infección del cual fueron recuperados los parásitos, un total de 8 especies (4 monogéneos, y 4 crustáceos), se localizaron en las branquias de los hospederos, siendo considerados por lo tanto como ectoparásitos; en tanto que en el estómago, intestino y mesenterio (endoparásitos), se localizaron un total de 20 especies. (Tabla 3).

En las tres especies de hospederos del género *Oligoplites*, el intestino (Fig. 25) fue la estructura que registró el mayor número de individuos parásitos y porcentaje de especies, fluctuando entre el 46 % y 50%; las branquias se ubicaron en segundo lugar con porcentajes del 27% al 33%. En tanto que en el mesenterio, se localizaron entre el 11% y 18% del total de especies. La estructura que registró el menor número de especies fue el estómago, con solo el 5% o 9% del total de especies de parásitos (Fig. 25).

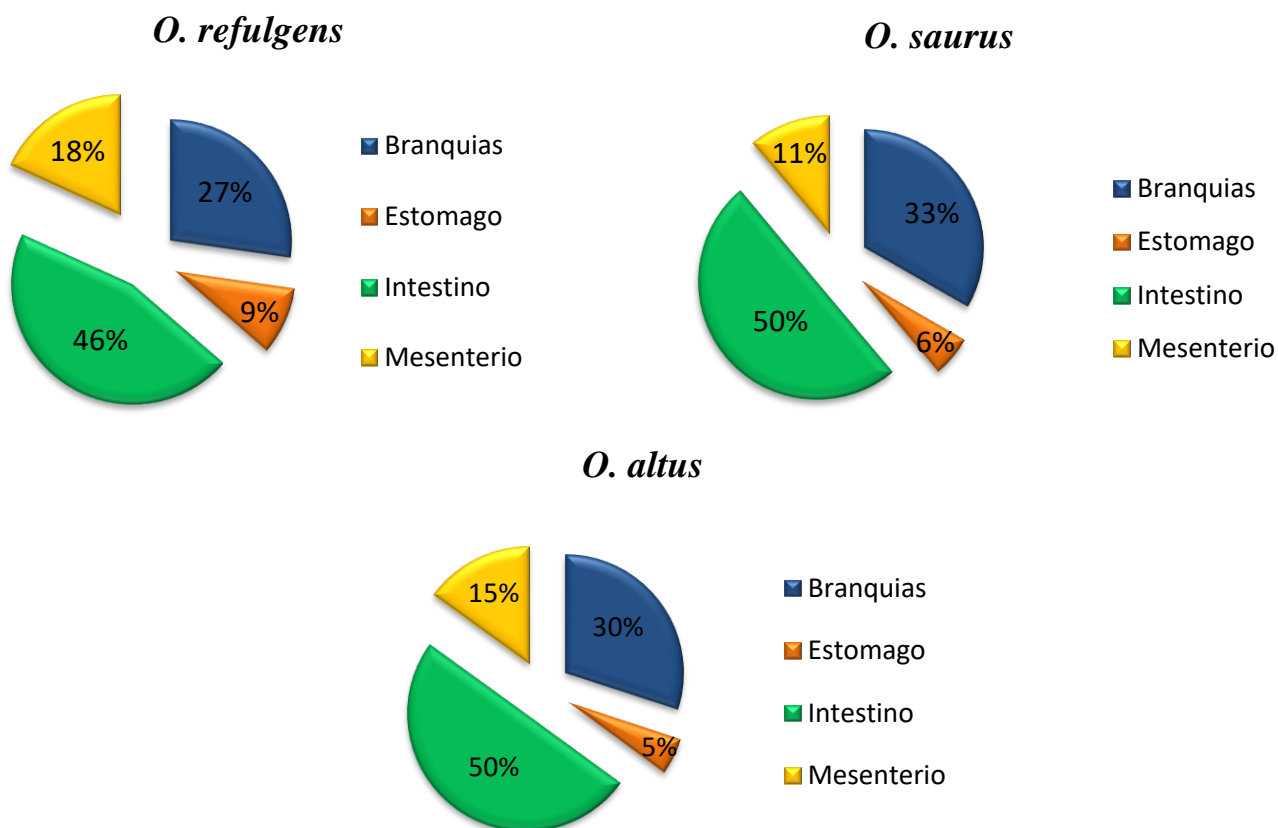


Fig. 25. Principales sitios de infección de los grupos de parásitos en las especies del género *Oligoplites*.

7.9. Distribución de las especies de parásitos

Las distribuciones de frecuencias de los valores de prevalencia y abundancia de las especies de parásitos en las tres especies del género *Oligoplites*, así como en las diferentes localidades, indicaron que las comunidades estuvieron conformadas de manera general, por 2 grupos de especies: comunes y raras. En el muestreo de *O.altus* realizado en Marquelia, las especies comunes registraron prevalencias $> 40\%$ y abundancias promedio ≥ 3 parásito, en tanto que las especies raras una prevalencia $< 30\%$ y abundancia < 1 parásito. En esta localidad, el grupo de especies comunes estuvo integrado por el digéneo *Manteria brachiderus* (Man), y el nemátodo *Anisakis* sp. (Ani) Figura 26).

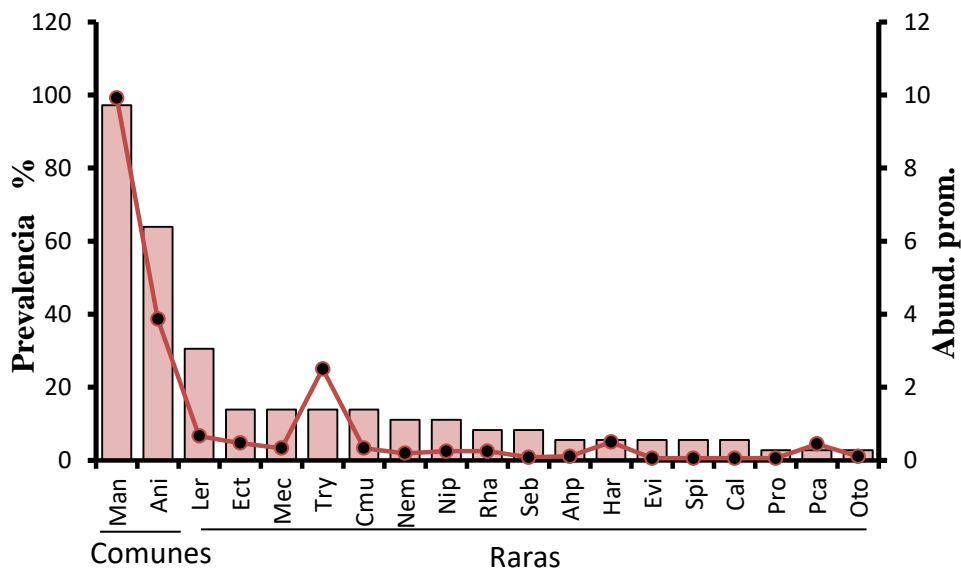


Figura 26. Distribución de especies de parásitos en *Oligoplites altus* en Marquelia, Guerrero.

Para la localidad de San Blas, el grupo de las especies comunes estuvo constituido por las mismas 2 especies presentes en el muestreo anterior, incluyendo además al copépodo *Lernanthropus giganteus* (Ler), pero esta vez con prevalencias $> 35\%$ y abundancias promedio ≥ 1 parásito (Figura 27).

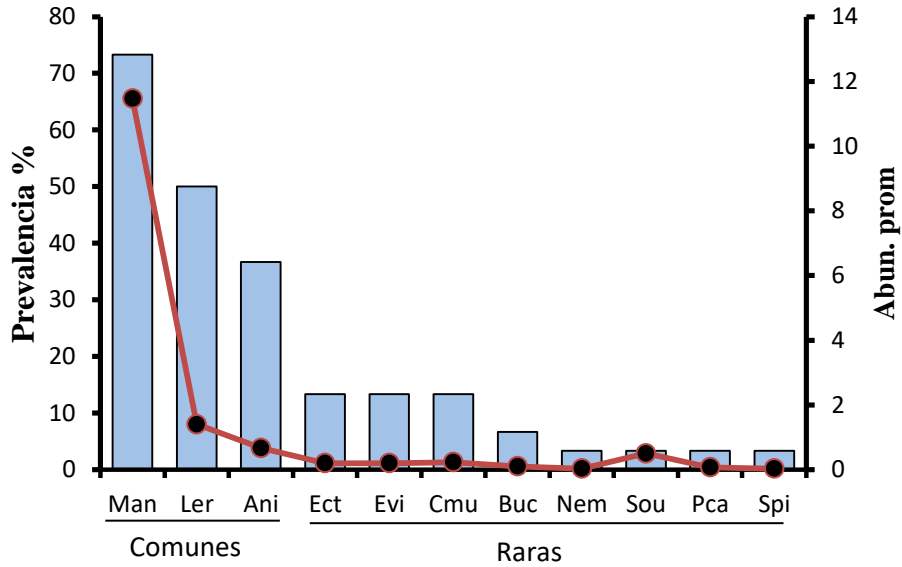


Figura 27. Distribución de especies de parásitos en *Oligoplites altus* en San Blas, Nayarit.

Finalmente para el muestreo en Zapotalito, Oaxaca, el grupo de las especies comunes estuvo conformado también por 3 especies; siendo reemplazado en esta localidad el nemátodo *Anisakis* sp. (Ani) por el digéneo *Ectenurus virgulus* (Evi). El grupo de especies comunes registro en esta localidad prevalencias > 50% y abundancias promedio > 1 parásitos (Figura 28.)

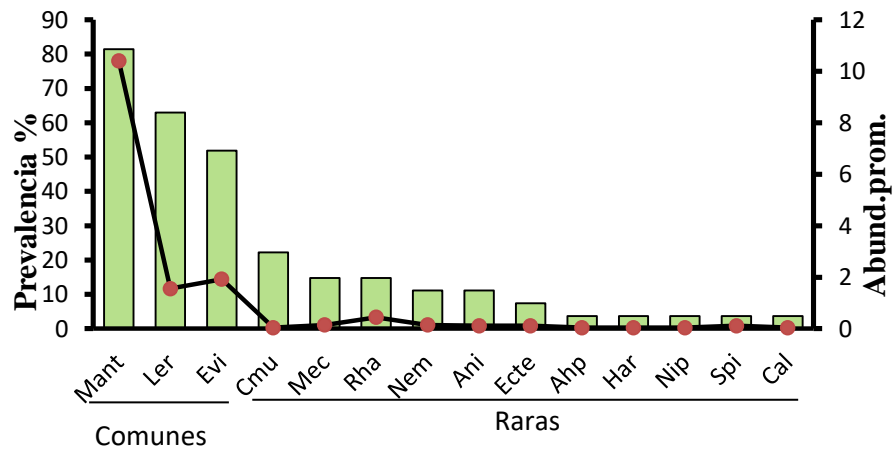


Figura 28. Distribución de especies de parásitos en *Oligoplites altus* en Zapotalito, Oaxaca.

Para la especie *O. refulgens* en el muestreo efectuado en la Bahía de Acapulco, el número de especies comunes fue también de 3, incluyendo nuevamente al digéneo *Manteria brachiderus*, así como al monogéneo *Ahpua piscicola* (Aph) y el nemátodo *Anisakis* sp., con prevalencias > 60% y abundancias promedio > 5 parásitos (Fig. 29).

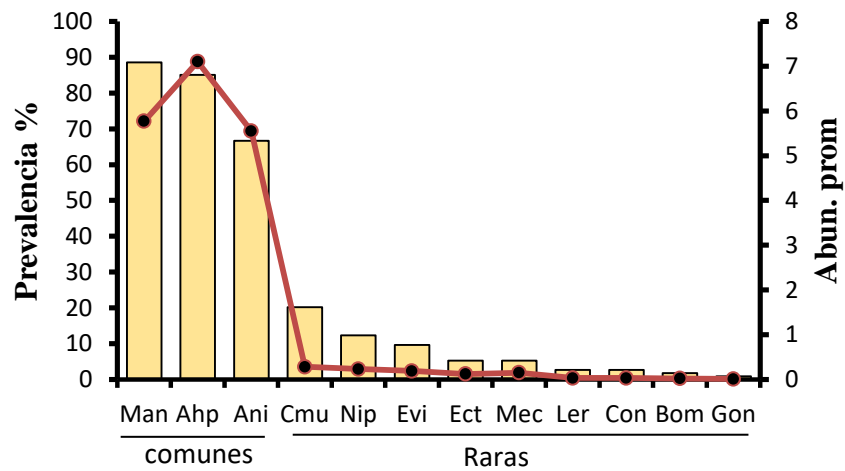


Figura 29. Distribución de especies de parásitos en *Oligoplites refulgens* en la Bahía de Acapulco, Guerrero.

Con base a los muestreos realizados para la especie de *O. saurus* en Coyuca, en el muestreo del 2016 el número de especies comunes fue solo de 2, el grupo incluyó en esta localidad al nemátodo *Contraecaecum* sp. (Con), y al digéneo *Manteria brachiderus*, con prevalencias > 10 %. (Fig. 30).

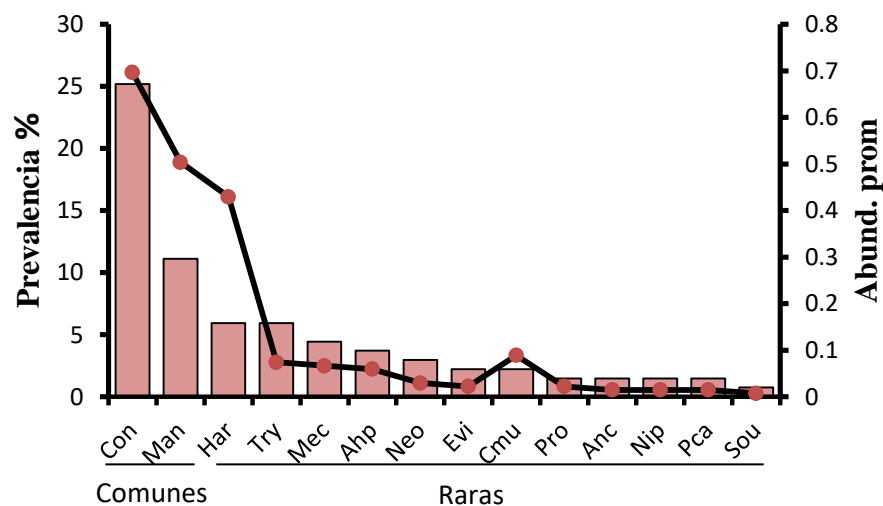


Figura 30. Distribución de especies de parásitos en *Oligoplites saurus* en Coyuca (2016), Guerrero.

Para el siguiente muestreo del año 2017, solo una especie fue clasificada como común en base a sus valores de prevalencia y abundancia, siendo esta nuevamente el nemátodo *contraecaecum* sp, pero esta vez con una prevalencia > 25% (Fig. 31). Las especies raras fueron las más abundantes como en los casos anteriores, siendo representadas en este año por un total de 8 especies de parásitos con prevalencias < 5 %.

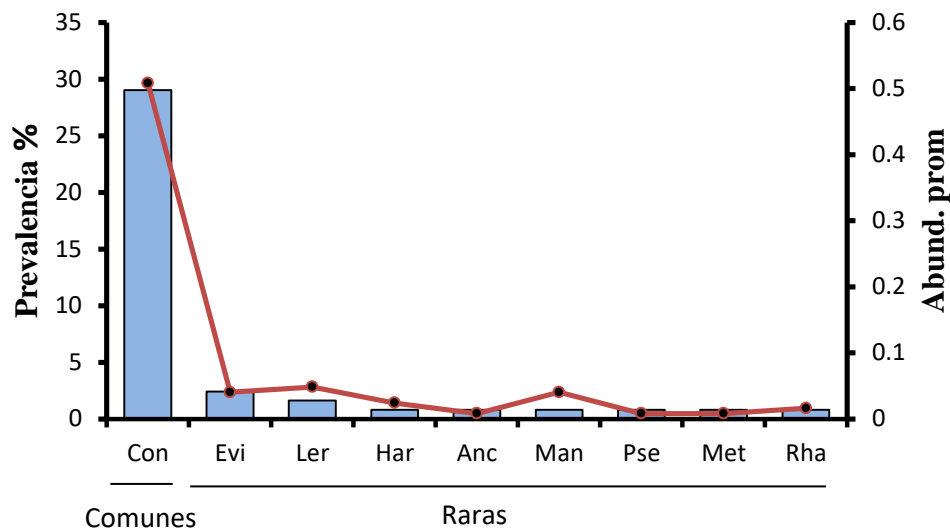
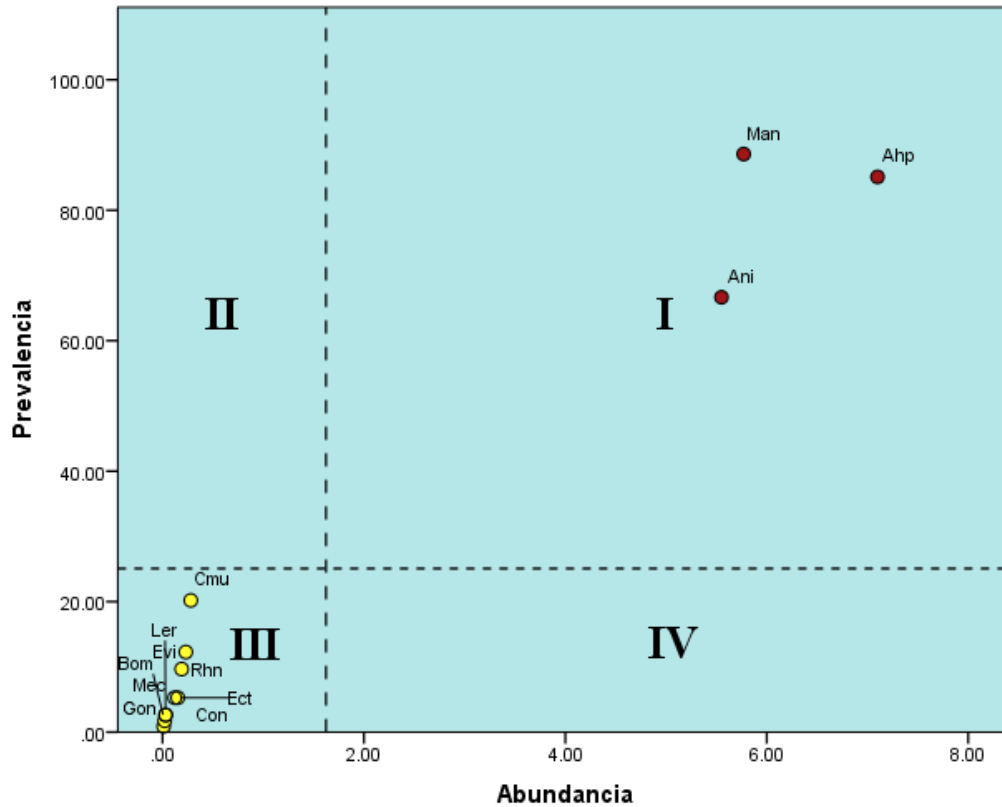


Figura 31. Distribución de especies de parásitos en *Oligoplites saurus* en Coyuca (2017), Guerrero.

7.10. Clasificación de las especies mediante la prueba de Olmstead-Tukey

Los resultados de la prueba no paramétrica de asociación de Olmstead-Tukey, indicaron que para la especie *O. refulgens* en la Bahía de Acapulco, 3 especies de parásitos fueron consideradas como dominantes (Cuadrante I), siendo éstas el monogéneo *Ahpua piscicola* (Ahp), el digéneo *Manteria brachiderus* (Man) y el nemátodo *Anisakis* sp (Ani). Entre las especies restantes clasificadas como poco abundantes y poco frecuentes (raras, cuadrante III) es posible mencionar; al copépodo *Caligus mutabilis* (Cmu), los digéneos *Ectenurus virgulus* (Evi) y *Mecoderus oligoplitis* (Meco) y el acantocéfalo Rhaninorhynchidae gen. et sp (Rhn). No se registraron especies comunes ni especies indicadoras (Fig. 32).



Figura

32. Clasificación de las especies de parásitos en *O. refulgens*, en la Bahía de Acapulco, empleando el método de asociación de Olmstead-Tukey. Ahp = *Ahpua piscicola*, Man= *Manteria brachiderus*, Ani= *Anisakis* sp, Cmu= *Caligus mutabilis*, Evi= *Ectenurus virgulus*, Ect= *Ectenurus lepidus*, Mec= *Mecoderus oligoplitis*, Ler= *Lernanthropus giganteus*, Con= *Contracaecum* sp., Rhn= Rhaninorhynchidae gen. et sp. Bom= *Bomolochus* sp., Gon= *Gonocercella pacifica*.

Para la especie *O. saurus* en el muestreo del año 2016 en la localidad de Coyuca, tres especies fueron clasificadas como especies dominantes (especies abundantes y poco frecuentes, cuadrante I); el monogéneo *Hargicola oligoplites* (Har), el digéneo *Manteria brachiderus* (Man) y el nemátodo *Contracaecum* sp (Con), Solo el céstodo *Trypanorhyncha* (Try) fue la especie de parásito registrada como común (Cuadrante II). Siendo las especies restantes como especies raras (Cuadrante III). No se registraron especies indicadoras (Fig. 33).

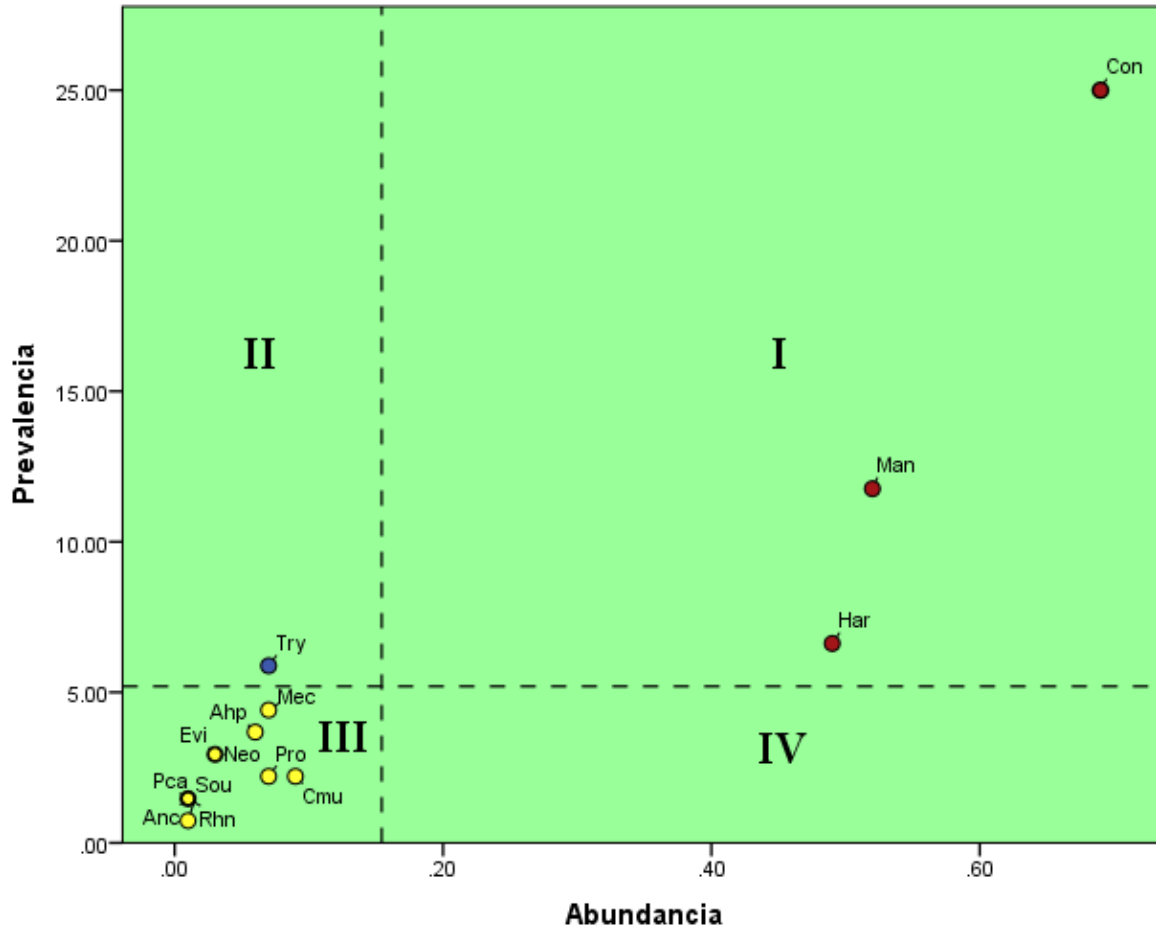


Figura 33. Clasificación de las especies de parásitos en *O. saurus*, en Coyuca en el 2016, empleando el método de asociación de Olmstead-Tukey. Con = *Contracaecum* sp, Man = *Manteria brachiderus*, Har = *Hargicola Oligoplites*, Try = *Trypanorhyncha*, Mec = *Mecoderus oligoplitis*, Ahp = *Ahpua piscicola*, Evi = *Ectenurus virgulus*, Neo = *Neoechinorhynchus brentnickoli*, Cmu = *Caligus mutabilis*, Pro = *Probursata veraecrusis*, Pca = *Procamallanus* sp., Sou = *Southwellina hispida*, Rhn = *Rhaninorhynchidae* gen. et sp., Anc = *Ancyrocephalinae bichowski*.

Para la especie *O. altus* en el muestreo de Marquelia, Guerrero se registraron dos especies dominantes, el digéneo *Manteria brachiderus* (Man) y el nemátodo *Anisakis* sp (Ani). (Cuadrante I). El copépodo *Lernanthropus giganteus* (Ler) fue clasificado como especie común (Cuadrante II), solo 15 especies fueron clasificadas como raras (cuadrante III) y solo el cestodo *Trypanorhyncha* (Try) fue clasificado como especie indicadora. (Fig. 34).

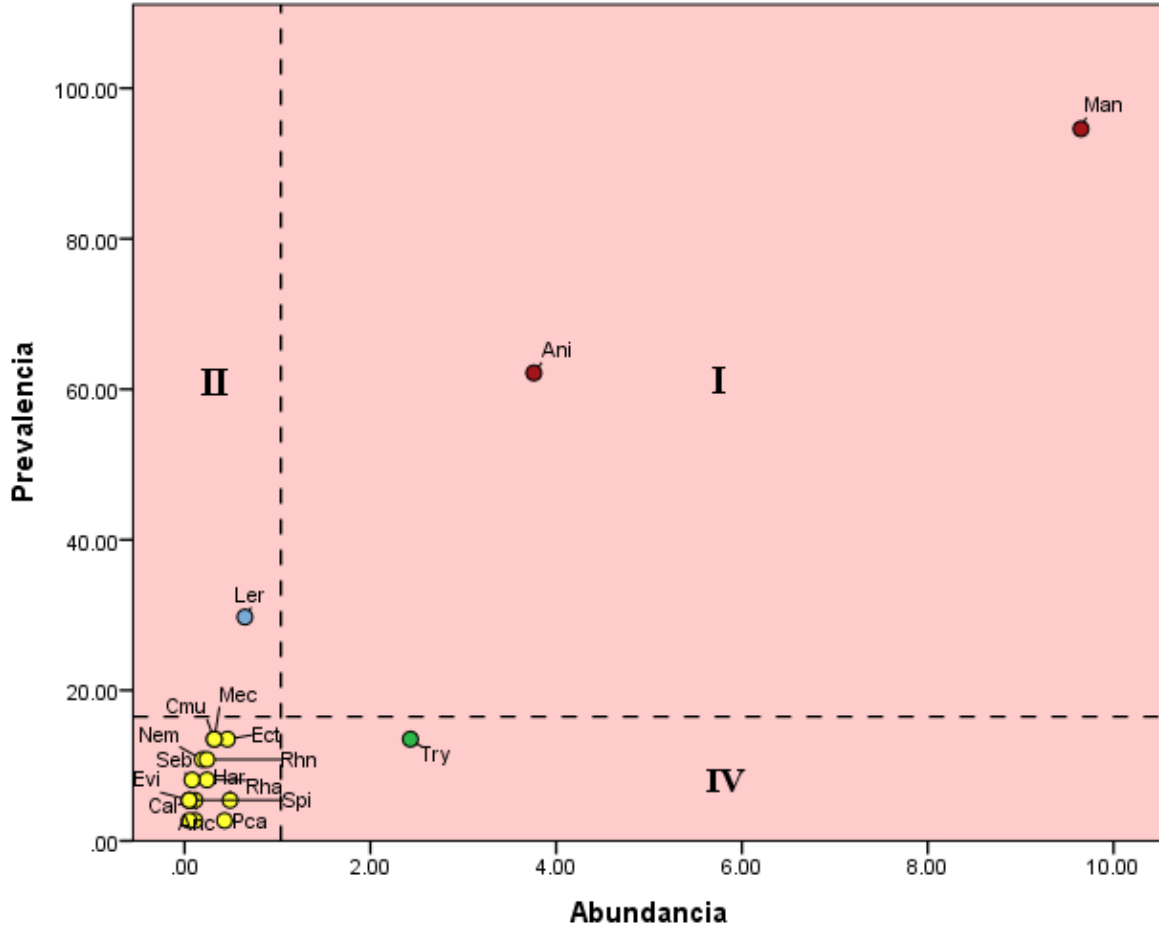


Figura 34. Clasificación de las especies de parásitos en *O.altus*, en Marquelia, empleando el método de asociación de Olmstead-Tukey. Man = *Manteria brachiderus*, Ani = *Anisakis* sp., Ler = *Lernanthropus giganteus*, Try = *Trypanorhyncha*, Mec = *Mecoderus oligoplitis*, Cmu = *Caligus mutabilis*, Seb = *Sebekia* sp. Ect = *Ectenurus lepidus*, Evi = *Ectenurus virgulus*, Spi = *Spinitectus* sp. Har = *Hargicola oligoplites*, Nem = *Nematobothrium* sp., Cal = *Caligus asperimanus*, Rhn = Rhaninorhynchidae gen. et sp., Rha = *Rhadinorhynchus* sp., Pca = *Procamallanus* sp.

Para el muestreo realizado en San Blas, Nayarit nuevamente clasificaron dos especies como dominantes siendo el digéneo *Manteria brachiderus* (Man) pero ahora representando con un 73.33% de prevalencia y una abundancia promedio de 11.47 y el copépodo *Lernanthropus giganteus* (Ler) con una prevalencia de 50% y abundancia promedio de 1.4 (Cuadrante I). Solo el nemátodo *Anisakis* sp (Ani). Clasificó como especie común (Cuadrante II). En tanto que las 8 especies restantes fueron clasificadas como raras (Cuadrante III). No se clasificó ninguna especie indicadora (Fig. 35).

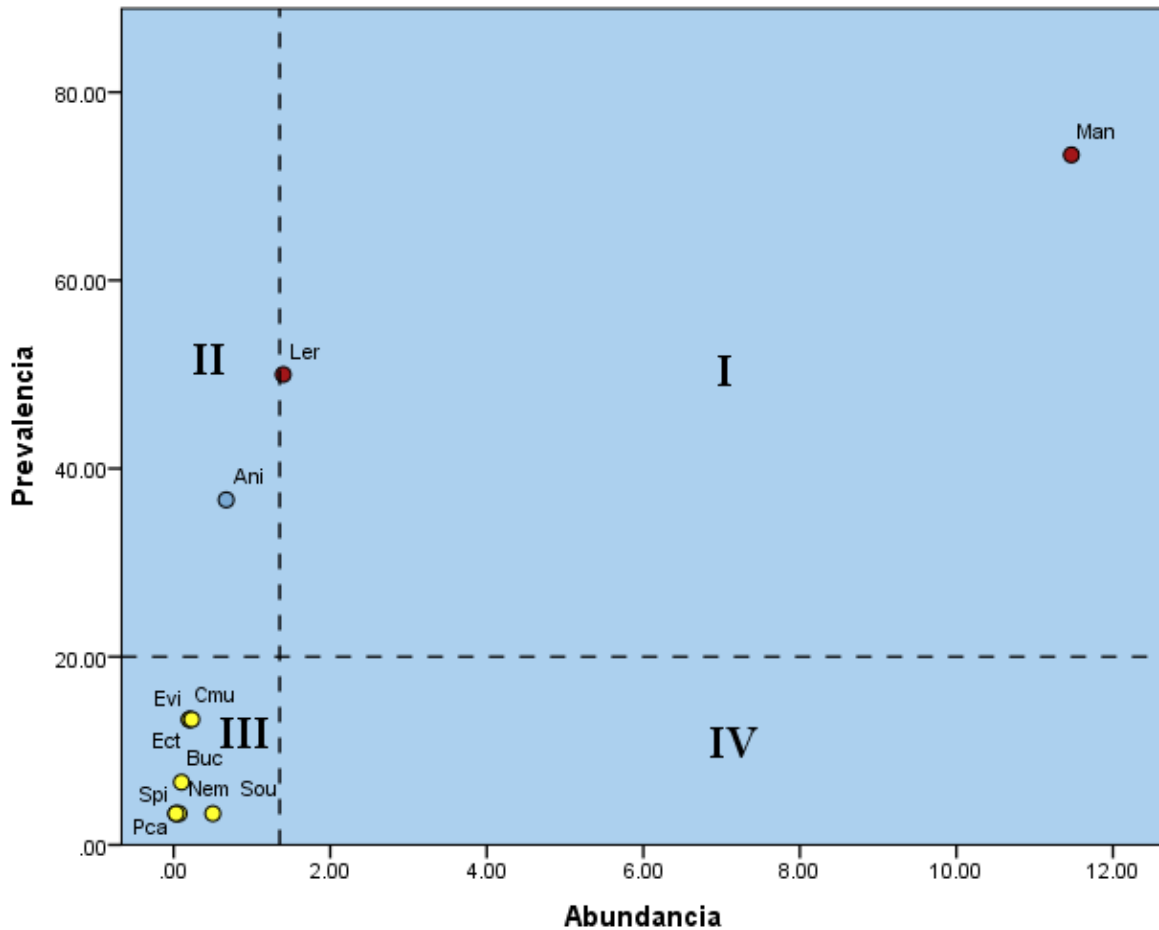


Figura 35. Clasificación de las especies de parásitos en *O.altus*, en San Blas, empleando el método de asociación de Olmstead-Tukey. Man = *Manteria brachiderus*, Ler = *Lernanthropus giganteus*, Ani = *Anisakis* sp, Cmu = *Caligus mutabilis*, Ect = *Ectenurus lepidus*, Evi = *Ectenurus virgulus*, Buc = *Bucephalus* sp., Spi = *Spinitectus* sp., Nem = *Nematobothrium* sp., Pca = *Procamallanus* sp., Sou = *Southwellina hispida*.

Finalmente en la muestra de Zapotalito, Oaxaca los digéneos *Manteria brachiderus* (Man) y *Ectenurus virgulus* (Evi) y el copépedo *Lernanthropus giganteus* (Ler) fueron clasificados como especies dominantes (Cuadrante I) (Fig. 36), solo el copépedo *Caligus mutabilis* (Cmu) clasificó como especie común (Cuadrante II), siendo clasificadas las 10 especies restantes como raras (especies poco abundantes y poco frecuentes, cuadrante III), sin registrarse ninguna especie indicadora.

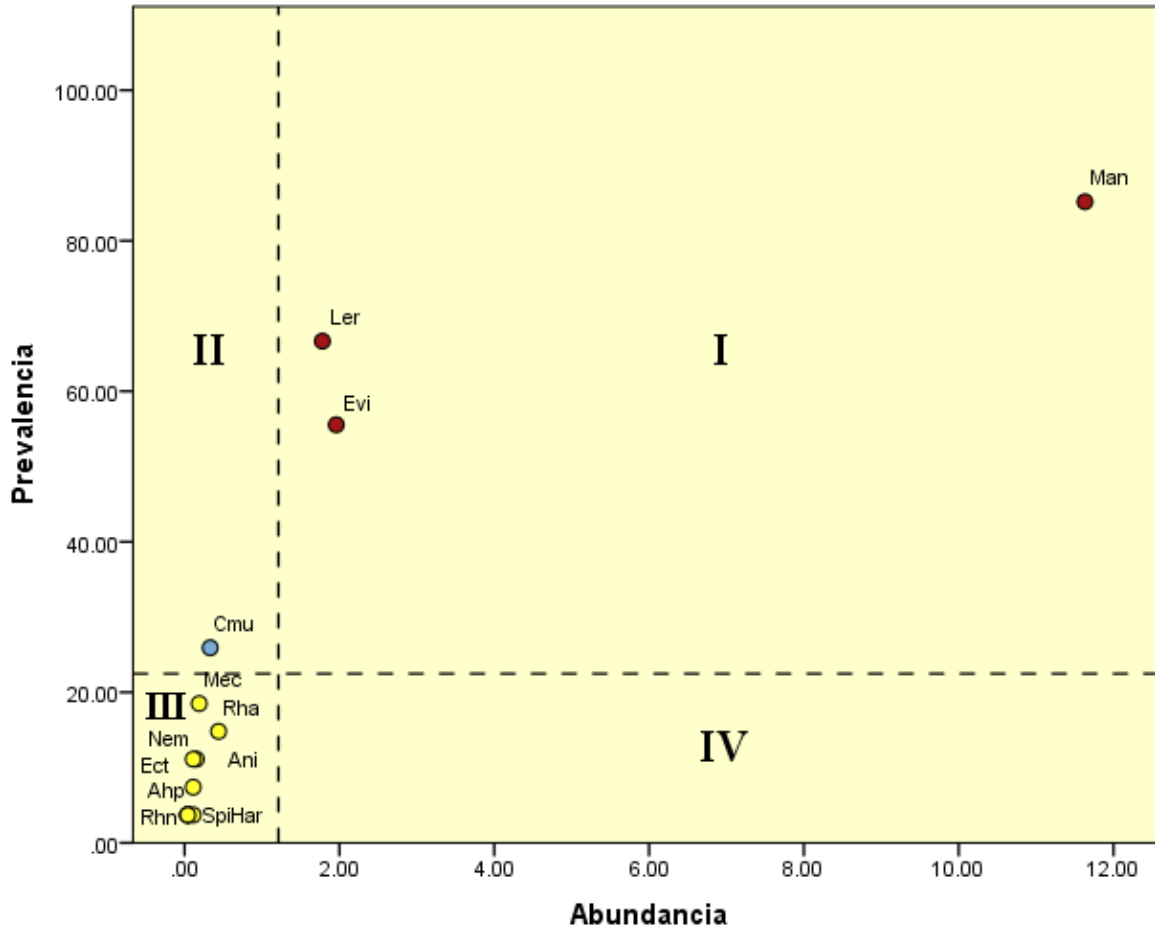


Figura 36. Clasificación de las especies de parásitos en *O.altus*, en Zapotalito, empleando el método de asociación de Olmstead-Tukey. Man = *Manteria brachiderus*, Ler = *Lernanthropus giganteus*, Evi = *Ectenurus virgulus*, Cmu = *Caligus mutabilis*, Mec = *Mecoderus oligoplitis*, Rha = *Rhadinorhynchus* sp., Nem= *Nematobothrium* sp., Ect = *Ectenurus lepidus*, Ani = *Anisakis* sp., Ahp = *Ahpua piscicola*, Rhn = *Rhaninorhynchidae* gen. et sp, Spi = *Spinitectus* sp., Har = *Hargicola oligoplites*.

7.11. Parásitos especialistas/generalistas y autógenicos/alógenicos

De las 28 especies de parásitos registradas, solo 5 fueron clasificadas como especialistas (tres monogéneos, y 2 digéneos, Tabla 3), mientras que la mayoría fueron generalistas (es decir, pueden infectar a un rango amplio de hospederos). Un mayor número (24 especies de parásitos) fueron especies clasificadas además como autógenicas (ciclo de vida completado en el medio acuático) y solo cuatro (*Contraecum* sp., *Metadena* sp., *Sebekia* sp. y *Southwellina hispida*) fueron parásitos alogénicos (madurando en aves o reptiles piscívoros). Las especies alogénicas se encontraron solo en ejemplares de *O. altus* colectados en Marquelia, Guerrero y San Blas, Nayarit; así como en *O. saurus* de la

localidad de Coyuca (Tabla 1). Nueve especies de parásitos (*Ahpua piscicola*, *Hargicola oligoplites*, *Ectenurus virgulus*, *Manteria brachiderus*, *Mecoderus oligoplitis*, *Nipporhynchus* sp., *Contracaecum* sp., *Caligus mutabilis* y *Lernanthropus giganteus*) presentaron una amplia distribución y estuvieron presentes en las tres especies de hospederos examinados. (Tabla 3).

7.12. Distribución espacial de las especies de parásitos

De acuerdo a la determinación de los valores del índice de dispersión utilizado, los resultados indicaron que para la especie *O.refulgens* en la Bahía de Acapulco, el índice de dispersión varianza/media (ID) fluctuó entre 0.98 a 15.84, e indicó la presencia de 3 patrones de dispersión distintos: al azar (ID = 1), agregado (ID = > 1) y uniforme (< 1). Ocho especies presentaron una distribución agregada (>1), siendo particularmente el nemátodo *Anisakis* sp. la especie que presentó el valor más alto de agregación (15.84, Tabla 5).

Tabla5. Valores de los índice de dispersión varianza/media (ID) para las especies de parásitos de *Oligoplites refulgens* en la Bahía de Acapulco.

<i>Oligoplites refulgens</i>	
Especie	ID
Ectoparásitos	
<i>Ahpua piscicola</i>	7.81
<i>Caligus mutabilis</i>	1.68
<i>Bomolochus</i> sp.	0.99
<i>Lernanthropus giganteus</i>	0.99
Endoparásitos	
<i>Manteria brachiderus</i>	5.97
<i>E. virgulus</i>	5.11
<i>E. lepidus</i>	3.48
<i>Gonocercella pacifica</i>	1
<i>Mecoderus oligoplitis</i>	7.37
<i>Nematobothium</i> sp.	0.98
Rhaninorhynchidae gen.	2.33
<i>Anisakis</i> sp.	15.84

En el caso de los muestreos efectuados en Coyuca en diferentes años para el hospedero *O. saurus*, el índice de varianza media indicó también para la mayoría de las especies de parásitos una distribución agregada ($ID > 1$); siendo el monogéneo *Hargicola oligoplites* (8.4) el que presentó una mayor agregación el muestreo efectuado en el año 2016. Mientras que para el año 2017 el digéneo *Manteria brachiderus* presentó el mayor valor de agregación (5) (Tabla 6).

Tabla 6. Valores de los índice de dispersión varianza/media (ID) para las especies de parásitos de *Oligoplites saurus* en Coyuca, Guerrero.

Especie	2016	2017
	ID	ID
Ectoparásitos		
<i>Ahpua piscicola</i>	1.7	--
<i>Hargicola oligoplites</i>	8.74	3
<i>Probursata veraecrusis</i>	1.66	--
<i>Ancyrocephalinae bichowski</i>	0.99	1
<i>Caligus mutabilis</i>	7.13	--
<i>Lernanthropus giganteus</i>	--	4.32
Endoparásitos		
<i>P. panamense</i>	--	1
<i>Metadena</i> sp.	--	1
<i>Rhadinorhynchus</i> sp.	--	2
<i>Manteria brachiderus</i>	6.22	5
<i>Ectenurus virgulus</i>	0.99	2.18
<i>Mecoderus oligoplitis</i>	2.28	--
<i>Neochinorhynchus</i>	0.98	--
<i>Southwellina hispida</i>	1	--
Rhaninorhynchidae gen.	0.99	--
<i>Contracecum</i> sp.	6.1	4.69
<i>Procamallanus</i>	0.99	--
<i>Trypanorhyncha</i>	1.34	--

Para la especie de *O. altus* en las tres diferentes localidades examinadas, valores del índice de varianza media (ID) mostro también la presencia de 3 patrones de dispersión: al azar ($ID = 1$) solo en algunas especies; regular o uniforme ($ID < 1$) y agregado ($ID > 1$).

Las especies que presentaron un grado de agregación fueron el monogéneo *Hargicola oligoplites* (12.86), los digéneos *Manteria brachiderus* (registrando valores muy altos en las tres localidades), *Anisakis* sp. (20.1) y *Trypanorhyncha* (69.54) (Tabla 7).

Tabla 7. Valores de los índice de dispersión varianza/media (ID) para las especies de parásitos de *Oligoplites altus*, en tres diferentes localidades del Pacífico Mexicano.

Especie	Localidad		
	Marquelia	Oaxaca	Nayarit
	ID	ID	ID
Ectoparásitos			
<i>Ahpua piscicola</i>	2.46	1	--
<i>Hargicola oligoplites</i>	12.86	1	--
<i>Probursata veraecrusis</i>	2	--	--
<i>Caligus mutabulis</i>	3.78	1.24	--
<i>Caligus asperimanus</i>	0.97	1	1.98
<i>Lernanthropus giganteus</i>	2.93	3.37	2.25
Endoparásitos			
<i>Manteria brachiderus</i>	10.87	10.66	78.83
<i>Ectenurus virgulus</i>	0.97	3.08	1.52
<i>E. lepidus</i>	4.06	1.61	1.86
<i>Mecoderus oligoplitis</i>	3.09	0.88	--
<i>Nematobothrium</i> sp.	2.01	1.4	1
Rhadinorhynchidae gen.	2.83	1	--
<i>Rhadinorhynchus</i> sp.	5.57	6.8	--
<i>Anisakis</i> sp.	20.1	0.92	2.21
<i>Spinitectus</i> sp.	0.97	3	1.7
<i>Procamallanus</i>	16	--	2
<i>Otobothrium</i> sp.	1.7	--	--
<i>Trypanorhyncha</i>	69.54	--	--
<i>Sebekia</i> sp.	0.94	--	--
<i>Southwellina hispida</i>	--	--	15
<i>Bucefalus</i> sp.	--	--	1.62

7.13. Comunidad Componente

La riqueza de especies de parásitos por especie de hospedero y localidad varió de 9 en *O. saurus* (Coyuca 2) a 19 en *O. altus* (Marquelia); aunque las diferencias no fueron significativas (Tabla 5). El número total de parásitos (carga parasitaria) varió significativamente de 87 (*O. saurus*, Coyuca 2) a 2,219 parásitos (*O. refulgens*, Bahía de Acapulco), (Anova, $F = 59.8$, $P < 0.01$). Las comunidades componentes presentaron diferentes especies dominantes en cada especie de hospedero (Tabla 8). Por ejemplo el digéneo *Manteria brachiderus* presentó una mayor dominancia en las comunidades de *O. altus*, el nemátodo *Contracaecum* sp. caracterizó a las comunidades componentes de *O. saurus*; y el monogéneo *Ahpua piscicola* dominó numéricamente la comunidad de parásitos de *O. refulgens* (Tabla 8). Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener fueron generalmente bajos, variando de 0.95 (*O. saurus*, Coyuca 2) a 1.28 (*O. altus*, Marquelia).

Tabla 8. Parámetros de las comunidades componente de parásitos de tres especies del género *Oligoplites*, en 5 localidades del Pacífico Mexicano.

Hospedero/Localidad	Fecha	N. total Hospedero	N. total de especies	N. total de parásitos	IBP	Especie	H
<i>O. altus</i>							
Marquelia	2016	37	19	729	0.49	<i>Mant</i>	1.28
San Blas	2017	30	11	447	0.77	<i>Mant</i>	1.04
Zapotalito	2017	27	14	458	0.686	<i>Mant</i>	1.15
<i>O. saurus</i>							
Coyuca	2016	136	14	295	0.319	<i>Cont</i>	1.15
Coyuca	2017	124	9	87	0.724	<i>Cont</i>	0.95
<i>O. refulgens</i>							
Acapulco	2016	114	12	2,219	0.364	<i>Ahpu</i>	1.08

BPI = Berger-Parker; H = Shannon-Wiener. *Mant* = *Manteria brachiderus*, *Cont* = *Contracaecum* sp., *Ahpu* = *Ahpua piscicola*.

7.14. Similitud

La similitud en la composición de especies fue mayor a nivel cualitativo (media = 46.34%) que a nivel cuantitativo (media = 29.93%). Los valores de similitud a nivel cualitativo variaron del 14% (*O. altus* Zapotalito- *O. Saurus* Coyuca 1) al 84.85% (*O. altus* Marquelia-Zapotalito); mientras que la similitud cuantitativa varió de 0.87% (*O. refulgens*-*O. saurus* Coyuca 2) a 82.65% (*O. altus* San Blas-Zapotalito) (Tabla 9). La similitud cualitativa entre las comunidades componente de diferentes localidades (basadas en muestras de *O. altus*) fue menor entre aquellas ubicadas a una mayor distancia: 53.3% entre San Blas y Zapotalito (1,893 km de distancia), 56% entre San Blas y Marquelia (873 km) y 85% entre Marquelia y Zapotalito (85 km de distancia).

Tabla 9. Valores de los índices de similitud de Sorensen (S) y Porcentaje de similitud (PS) entre las comunidades de parásitos de *Oligoplites altus*, *O. saurus* y *O. refulgens* en la costa del Pacífico Mexicano.

		S					
		<i>O. altus</i>		<i>O. saurus</i>		<i>O. refulgens</i>	
Hospedero	Localidad	Marquelia	San Blas	Zapotalito	Coyuca 16	Coyuca 17	Acapulco
<i>O. altus</i>	Marquelia		56	84.8	60.6	35.7	64.5
	San Blas	65.8		53.3	40.0	30.0	43.5
	Zapotalito	63.9	82.6		14.0	34.8	76.9
<i>O. saurus</i>	Coyuca 16	25.8	28.0	24.4		43.5	38.5
	Coyuca 17	3.7	11.2	4.8	39.8		19.0
<i>O. refulgens</i>	Acapulco	37.0	27.0	26.6	7.5	0.87	
		PS					

7.15 Infracomunidad

Los tres parámetros de Infracomunidad empleados; índice de diversidad H' , riqueza promedio de especies y número promedio de individuos, se correlacionaron positivamente con la longitud total en las tres especies de hospederos ($r_s = 0.316, 0.364, 0.354, P < 0.001$, respectivamente). La riqueza de especies de parásitos promedio varió significativamente de 1.2 ± 0.7 (*O. saurus*, Coyuca 2) a 3.1 ± 1.6 (*O. altus*, Zapotalito) (Ancova, $F = 33.13, P < 0.001$), y el número promedio de parásitos de 2.2 ± 3.5 (*O. saurus*, Coyuca 2) a 19.7 ± 19.7 (*O. altus*, Marquelia) (Ancova, $F = 27.93, P < 0.01$). Los valores del índice de diversidad de Brillouin (H') variaron de 0.80 ± 0.7 a 1.0 ± 0.3 (Ancova, $F = 23.64, P < 0.05$). Los valores

promedio para todos los parámetros a nivel infracomunidad fueron significativamente más bajos en *O. saurus* de Coyuca (Ancova, $P < 0.001$) (Tabla 10)

Tabla 10. Parámetros de infracomunidades de parásitos de tres especies del género *Oligoplites* en 5 localidades del Pacífico Mexicano.

Hospedero/Localidad	Fecha	N. Hospedero	N. prom de Especies	N. prom de individuos	Brillouin
<i>O. altus</i>					
Marquelia	2016	37	3.1 ±1.3	19.7±19.7	0.85±0.4
San Blas	2017	30	2.4±1.0	16.0±31.8	0.64±0.3
Zapotalito	2017	27	3.1±1.6	17.0±12.5	0.85±0.4
<i>O. saurus</i>					
Coyuca	2016	136	2.0±1.4	5.9±6.8	0.88±0.4
Coyuca	2017	124	1.2±0.7	2.2±3.5	0.80±0.7
<i>O. refulgens</i>					
Acapulco	2016	114	3.0±1.1	19.5 14.4±	1.0 ±0.3

7.16 Asociaciones interespecíficas entre parejas de especies

Se aplicaron pruebas de asociación de especies a distintas parejas de parásitos para cada especie de hospedero de las diferentes localidades. Se formaron un total de 274 parejas, (*O. altus* = 171, *O. saurus*= 63 y *O. refulgens*= 40), de las cuales 40 fueron de especies de ectoparásitos (monogéneos y crustáceos) y 234 especies de endoparásitos (digéneos, nemátodos, céstodos, acantocéfalos y un pentastómido).

Para la especie *O. altus* en la localidad de Marquelia, Guerrero, solo se registró una asociación positiva aunque débil ($v = 0.37$), entre el monogéneo *Hargicola oligoplites* y el copépodo *Lernanthropus giganteus*. Mientras que para el grupo de los endoparásitos, se registraron un total de 4 asociaciones: 2 negativas, entre el digéneo *Manteria brachiderus* y el acantocéfalo *Rhadinorhynchus* sp. ($v = -0.37$); entre el digéneo *M. brachiderus* y el nematodo *Procamallanus* ($v = -0.70$) (Tabla 8). Mientras que las asociaciones positivas, se observaron entre el nemátodo *Spinitectus* y el pentastómido *Sebekia* sp ($v = -0.37$) y los céstodos *Otobothrium* sp. y *Trypanorhyncha* ($v = -0.42$) (Tabla 11).

Tabla 11. Asociaciones entre parejas de ecto y endoparásitos, en *Oligoplites altus* en tres diferentes localidades.

<i>O. altus</i>								
Marquelia			Zapotalito			San Blas		
Endoparásitos			Endoparásitos			Endoparásitos		
Especies	χ^2	ν	Especies	χ^2	ν	Especies	χ^2	ν
Man vs Rha	4.98	-0.37	Evi vs Mec	4.05	0.39	Evi vs Nem	6.72	0.47
Man vs Pca	17.99	-0.7	Ecte vs Nem	5.46	0.46	Ecte vs Spi	6.72	0.47
Spi vs Seb	4.98	0.37	Ecte vs Rhn	12.48	0.69	Nem vs Buc	14.48	0.69
Oto vs Try	6.58	0.42	Ecte vs Spi	12.48	0.69			
Ectoparásitos			Nem vs Rhn	7.97	0.55			
Especies	χ^2	ν	Nem vs Spi	7.97	0.55			
Har vs Ler	5	0.37	Rhn vs Ani	7.97	0.55			
			Rhn vs Spi	26.00	1.00			
			Ani vs Spi	7.97	0.55			

A diferencia de la localidad de Marquelia, en San Blas, Nayarit solo se registraron asociaciones positivas entre especies de endoparásitos: entre los digéneos *Ectenurus virgulus* y *Nematobothrium* sp. ($\nu = 0.47$), *E. virgulus* y *Spinitectus* sp. ($\nu = 0.47$), *Nematobothrium* y *Bucephalus* sp. ($\nu = 0.69$) con una asociación intensa pero no perfecta. (Tabla 11).

La localidad de Zapotalito, Oaxaca fue la que presentó un mayor número de asociaciones positivas entre endoparásitos, con un total de 9 parejas: entre los digéneos *Ectenurus virgulus* y *Mecoderus oligoplitis* ($\nu = 0.39$), *E. lepidus* y *Nematobothrium* sp. ($\nu = 0.46$), estas con una asociaciones débiles, *Ectenurus lepidus* y Rhaninorhynchidae gen ($\nu = 0.69$), *E. lepidus* y *Spinitectus* sp ($\nu = 0.69$), *Nematobothrium* sp y Rhaninorhynchidae gen ($\nu = 0.55$), *Nematobothrium* sp y *Spinitectus* sp. ($\nu = 0.55$), Rhaninorhynchidae gen y *Anisakis* sp ($\nu = 0.55$), *Anisakis* sp y *Spinitectus* sp. ($\nu = 0.55$) con asociaciones intensas, la única pareja que tuvo una asociación intensa y perfecta fueron el acantocéfalo Rhaninorhynchidae gen. y el nemátodo *Spinitectus* sp. ($\nu = 1.00$) (Tabla 11).

Cabe mencionar que las especies de parásitos que obtuvieron mayor número de asociaciones con otras especies fueron; en la localidad de Marquelia, Guerrero; el digéneo *Manteria brachiderus* con un total 2 parejas. En Zapotalito, Oaxaca el acantocéfalo

Rhaninorhynchidae gen. et sp., representando el mayor número de asociaciones con un total de 4 parejas. Mientras que el digéneo *Nematobothrium* sp. solo formó un total de 2 parejas (Tabla 11).

En el caso de la especie de *Oligoplites saurus* se presentaron diferencias de acuerdo a la asociación entre parejas de ectoparásitos y endoparásitos. De las cuales solo las asociaciones en el muestreo del año 2016 presentaron un total de 7 asociaciones en parejas de ectoparásitos de las cuales todas resultaron positivas y débiles, mostrándose en el coeficiente de variación, entre ellas; los monogéneos; *Ahpua piscicola* y *Hargicola oligoplites* ($v=0.62$), *Ahpua piscicola* y *Probursata veraecrusis* ($v=0.30$), *Ahpua piscicola* y el copépodo *Caligus mutabilis* ($v=0.24$), *Hargicola oligoplites* y *Probursata veraecrusis* ($v=0.49$), *Hargicola oligoplites* y *Ancynocephalinae bichowski* ($v=0.23$), *Hargicola oligoplites* y *Caligus mutabilis* ($v=0.42$) y *Probursata veraecrusis* y *Caligus mutabilis* ($v=0.49$). a excepción de los monogéneos *Ahpua piscicola* y *Hargicola oligoplites*, ya que esta pareja presentó una asociación positiva pero intensa ($v= 0.62$) (Tabla 12).

Mientras que las asociaciones entre los endoparásitos fueron positivas con un total de 9 parejas; los digéneos *Manteria brachiderus* y *Ectenurus virgulus* ($v= 0.34$), *Manteria brachiderus* y *Mecoderus oligoplitis* ($v=0.5$), *Manteria brachiderus* y el acantocéfalo Rhaninorhynchidae gen. et sp. ($v=0.35$), *Manteria brachiderus* y el nematodo *Contraecum* sp. ($v=0.04$), *Manteria brachiderus* y el céstodo *Trypanorhyncha* ($v=0.31$) *Ectenurus virgulus* y el acantocéfalo Rhaninorhynchidae gen. et sp. ($v=0.17$), *Ectenurus virgulus* y el céstodo *Trypanorhyncha* ($v=0.17$), *Mecoderus oligoplitis* y el acantocéfalo Rhaninorhynchidae gen. et sp. ($v=0.27$) y el acantocéfalo *Southwellina hispida* y el nemátodo *Contraecum* sp. ($v=0.19$) donde todas estas presentaron asociaciones muy débiles (Tabla 12). A comparación del año 2017 donde solo se presentaron un total de 2 asociaciones positivas de endoparásitos, presentando asociaciones muy elevadas mayores a $\chi^2 > 3.84$, donde *Ectenurus virgulus* ($v=0.57$) y *Rhadinorhynchus* sp. indicando una intensidad débil, en comparación con la pareja de digéneos *Pseudoacanthostomum panamense* y *Metadena* sp. con una asociación intensa y perfecta ($v= 1$).

Es posible mencionar que el digéneo que obtuvo una mayor número de asociaciones con otras especies de parásitos fue el digéneo *Manteria brachiderus* formando un total de 5 parejas presentándose solo en el año 2016 para esta localidad.

Tabla 12. Asociaciones entre parejas de ecto y endoparásitos, en *Oligoplites saurus* en Coyuca, Guerrero.

<i>O.saurus 2016</i>						<i>O. saurus 2017</i>		
Ectoparásitos			Endoparásitos			Endoparásitos		
Especies	χ^2	V	Especies	χ^2	v	Especies	χ^2	v
Ahp vs Har	51.11	0.62	Man vs Evi	24.55	0.43	Evi vs Rha	40.66	0.57
Ahp vs Pro	12.2	0.3	Man vs Meco	33.16	0.5	Pse vs Met	124.0	1.00
Ahp vs Cmu	7.55	0.24	Man vs Rhn	16.24	0.35			
Har vs Pro	32.23	0.49	Man vs Con	21.93	0.4			
Har vs Anc	7.07	0.23	Man vs Try	13.02	0.31			
Har vs Cmu	23.59	0.42	Evi vs Rhn	21.33	0.4			
Pro vs Anc	32.74	0.49	Evi vs Try	4.13	0.17			
			Mec vs Rhn	9.92	0.27			
			Sou vs Con	4.66	0.19			

Finalmente la especie de *O. refulgens* no presentó asociaciones entre ectoparásitos y fue la que presentó un menor número de asociaciones entre endoparásitos donde solo 5 parejas de parásitos fueron asociadas; los digéneos *Ectenurus virgulus* y *Ectenurus lepidus* presentando una asociación más débil ($v=0.19$), *Ectenurus virgulus* y *Mecoderus oligoplitis* ($v=0.36$), *Ectenurus virgulus* y *Gonocercella pacifica* ($v=0.40$), *Ectenurus virgulus* y *Mecoderus oligoplitis* ($v=0.33$) y *Ectenurus virgulus* y el nematodo *Anisakis* sp. ($v=0.22$)(Tabla 13).

Tabla 13. Asociaciones entre parejas de ecto y endoparásitos, en *Oligoplites refulgens* en Acapulco, Guerrero.

<i>O. refulgens</i>		
Endoparásitos		
Especies	χ^2	v
Evi vs Ecte	4.02	0.19
Evi vs Mec	15.4	0.36
Evi vs Ani	5.70	0.22
Ecte vs Gon	17.99	0.40
Ecte vs Mec	12.52	0.33

7.17. Análisis multivariados

En el análisis de componentes principales (ACP) realizado para determinar la posible influencia de factores bióticos y abióticos sobre la estructura de las infracomunidades de parásitos, las dos primeras variables componentes explicaron el 84% de la varianza total, contribuyendo respectivamente el 54% (autovalor = 4.88) y el 30.1% (autovalor = 2.67). El modelo resultante sugiere fuertemente que las infracomunidades de parásitos más ricas y diversas en las tres especies de hospedero estudiadas, se caracterizaron por presentar un número significativo de especies de parásitos especialistas (Figura 37).

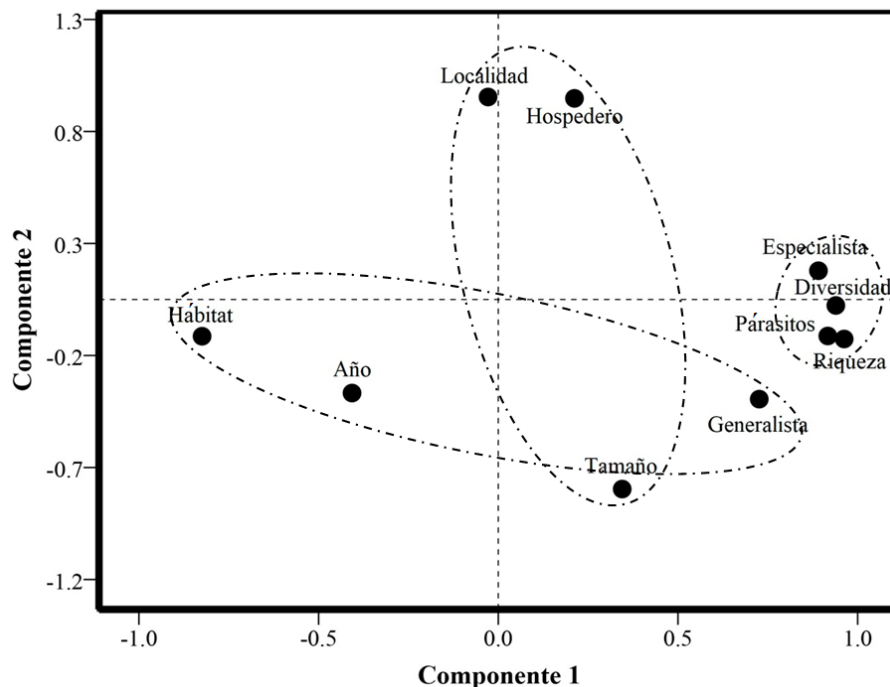


Figura 37. Diagrama de dispersión del Análisis de componentes principales (ACP) sobre los factores bióticos y abióticos que influyen en la diversidad y la riqueza de especies de las infracomunidades de parásitos de las especies del género *Oligoplites*, en las costas del Pacífico Mexicano. Variables predictoras: Hospedero = especies de hospedero, Tamaño = longitud total de los hospederos, Especialista, Generalista (clasificación de los grupos de parásitos), Hábitat = (medio marinas o salobre). Variables dependientes (parámetros infracomunitarios): Diversidad = Valores del índice de Brillouin, Riqueza = Número de especies de parásitos por infracomunidad, Parásitos = número total de parásitos por infracomunidad. Las elipses de líneas punteadas muestran los grupos de variables que fueron asociadas en el ACP.

Por otra parte, los hospederos colectados de ambientes salobres presentaron en sus infracomunidades un mayor número de parásitos generalistas (por ejemplo, *O. saurus* en la laguna de Coyuca y *O. altus* en San Blas). La segunda variable componente fue relacionada con la localidad, las especies de hospedero y la longitud total de los hospederos. Como se mencionó en los análisis anteriores, los ejemplares de *O. refulgens* colectados de la Bahía de Acapulco, fueron más pequeños que los de las otras dos especies de hospederos de otras localidades.

En el modelo multivariado construido para identificar posibles diferencias en la composición de especies entre las comunidades de parásitos de *O. altus* de las tres localidades, las dos primeras variables discriminantes explicaron el 100% de la varianza total, contribuyendo con el 65.1% (autovalor = 0.546) y el 34.9% (autovalor = 0.293), respectivamente. Se observó un claro efecto de agrupamiento de los datos (Wilks' lambda = 0.500, F_{176} , $P < 0.001$). Los valores para cada uno de los peces se distribuyeron principalmente a lo largo del primer eje discriminante (Fig. 38).

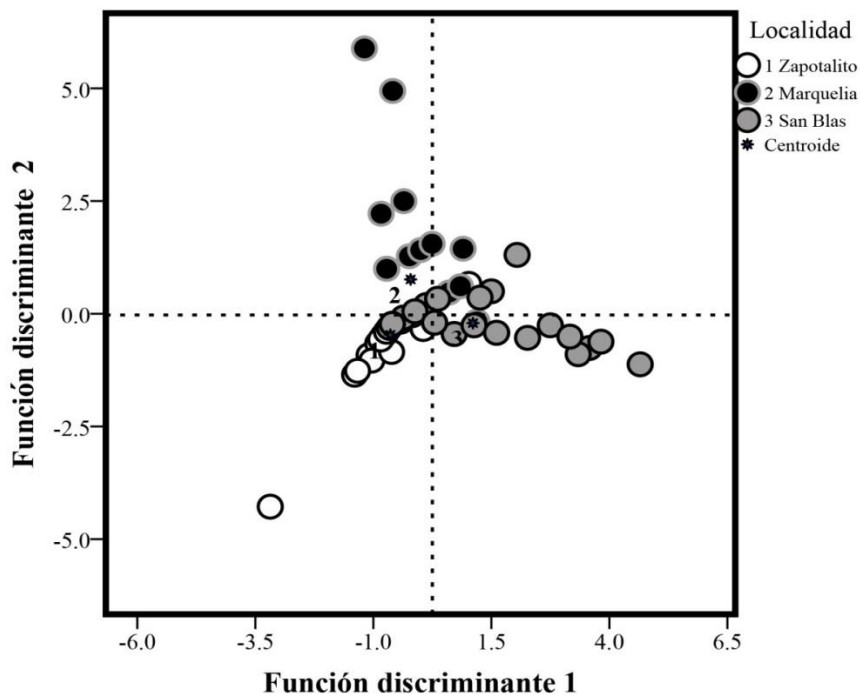


Figura 38. Gráfico de análisis de funciones discriminantes para poblaciones de *Oligoplites altus*, en las costas del Pacífico Mexicano. Location: 1 = Zapotalito, Oaxaca; 2 = Marquelia, Guerrero; 3 = San Blas, Nayarit. Los círculos representan cada uno de los peces examinados en cada localidad. Centroid = media del grupo.

Las pruebas de dimensionalidad indicaron que las comunidades de las tres localidades comparadas fueron significativamente separadas en ambas dimensiones ($\chi^2 = 61.9$, d.f. = 8, $P < 0.01$) (Figura 39). Los ejemplares de *O. altus*, fueron clasificados correctamente a alguna de las tres comunidades componentes con una exactitud del 68.1%. Solo 3 peces de Marquelia fueron asignados incorrectamente a otras localidades: dos a San Blas y uno a Zapotalito. En contraste, dieciséis peces de San Blas fueron asignados incorrectamente a Marquelia (11 peces) y a Zapotalito (5 peces, Tabla 14).

Tabla 14. Resultados del análisis discriminante de Clasificación de peces de la especie *Oligoplites altus*. Se muestran los número y porcentajes de peces asignados correctamente en cada localidad (las filas corresponden a peces de un mismo grupo o localidad).

Localidad	Marquelia	San Blas	Zapotalito	Porcentaje*
Marquelia	34	2	1	91.9
San Blas	11	14	5	46.7
Zapotalito	8	3	16	59.3

* Porcentaje de peces clasificados correctamente por localidad.

De las trece especies de parásitos componentes seleccionadas (es decir, con prevalencia > 10%), solo cuatro fueron aceptadas por el modelo resultante, con base en sus menores valores lambda de Wilks. La importancia de cada especie de parásito para diferenciar entre los grupos (localidades), se evaluó como la contribución de cada variable a la suma total de distancias de Mahalanobis. El nemátodo *Anisakis* sp. fue la especie de parásito más importante para asignar peces a la localidad de Marquelia (Fig. 40). La alta frecuencia del nemátodo *Contracaecum* sp. fue característico de los peces de San Blas; mientras que el digéneo *Ectenurus virgulus* y el copépodo *Lernanthropus giganteus* fueron las especies de parásitos más importantes para asignar peces a Zapotalito (Fig. 39).

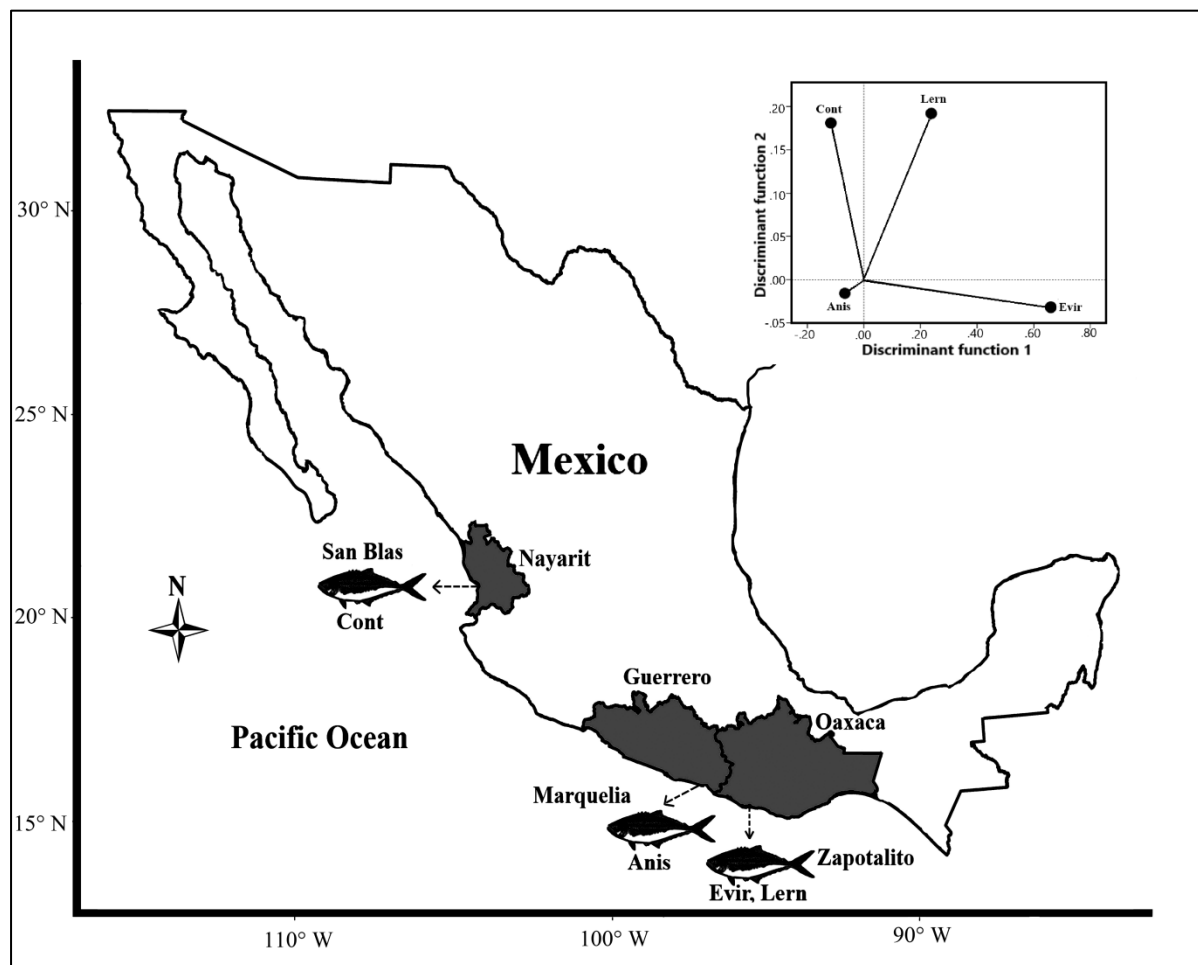


Figura 39. Correlaciones canónicas entre las dos primeras funciones discriminantes y los parásitos de *Oligoplites altus* que permiten diferenciar las poblaciones de este huésped. Anis = *Anisakis* sp. Cont= *Contracaecum* sp. Evir = *Ectenurus virgulus* y Lern = *Lernanthropus giganteus*.

VIII. DISCUSIÓN

8.1. Aspectos poblacionales de los hospederos

De acuerdo con los resultados obtenidos, la longitud total promedio de los ejemplares de *Oligoplites* spp. varió significativamente (21.2 ± 2.7 cm en *O. saurus* a 45.1 ± 2.2 cm en *O. altus*), entre las diferentes especies y las localidades de muestreo (Tabla 1). Los peces de mayor tamaño correspondieron a la especie *O. altus* de la localidad de San Blas, Nayarit (Tabla 1). Espino et al. (2003) reportó una talla promedio de 56 cm para *O. altus*, mencionando además que las especies *O. saurus* y *O. refulgens* presentan generalmente longitudes menores a los 35 cm. Por su parte Lucano- Ramírez et al. (2016) reportaron tallas máximas de 42.5 cm y un pesos máximo de 250 g para la especie *O. saurus* en el Caribe colombiano. En este sentido, las tallas promedio de peces colectados dentro de las cinco localidades de estudio, no fueron muy similares a las reportadas por otros investigadores en costas del Pacífico.

Los resultados de la relación longitud-peso para las tres especies del género *Oligoplites*, indicaron diferencias en el crecimiento de los peces así, como entre las diferentes localidades. En este sentido, es señalado que un valor de la pendiente b diferente a 3, en la ecuación de regresión indica un crecimiento de tipo alométrico; es decir, no todas las partes del cuerpo crecen en la misma proporción.

Por lo tanto el valor de la pendiente ($b = 3.10$, Fig. 7) de la ecuación obtenida para la especie *O. altus* en Marquelia, Guerrero sugiere que los peces en esta localidad presentan un mayor crecimiento en peso que en talla. Sin embargo, para los peces de la localidad de Zapotalito, Oaxaca se registró un tipo de crecimiento distinto, ya que el valor de la pendiente fue menor a 3 ($b = 2.79$, Fig. 9); indicando por lo tanto que los peces presentaron un mayor crecimiento en longitud que en peso. No obstante para esta misma especie en la localidad de San Blas, Nayarit el tipo de crecimiento fue isométrico ($b = 3.09$, Fig. 8) indicando por lo tanto un incremento en la misma proporción de la talla y el peso.

Para la especie *O. saurus* se registraron también diferencias en el crecimiento entre años de muestreo, en la misma localidad (Coyuca). Por ejemplo en el muestreo del 2016, el

crecimiento fue alométrico negativo ($b = 2.85$, Fig. 9), en tanto que en el del 2017, el crecimiento fue de tipo isométrico, es decir que las partes del cuerpo crecieron en la misma proporción con un valor de la pendiente $b = 3.0$. (Fig. 10). Por su parte, *O. refulgens* presentó un crecimiento de tipo alométrico positivo ($b = 3.2$, Fig. 11). Varios estudios señalan que las relaciones longitud-peso generalmente no son constantes a lo largo del año, dado que pueden variar de acuerdo a ciertos factores tales como la disponibilidad de alimento, variaciones en las tasas de alimentación, en el desarrollo gonádico y el periodo de desove (Bagenal y Tesch 1978, Al-Rasady et al. 2012).

8.2. Alimentación

Las especies del género *Oligoplites* son consideradas como consumidoras generalistas de peces y crustáceos (Duque-Nivia et al. 1996, Takemoto et al. 1996b). Sin embargo, la alimentación de estas tres especies estudiadas varió tanto entre localidades como entre años de muestreo. Por ejemplo, la especie de mayor tamaño *O. altus*, se alimentó principalmente de peces en hábitats marinos, no así en salobres como San Blas Nayarit, donde este componente alimenticio solo representó el 60 % de su dieta y los peces complementaron su alimentación con peneidos. En cambio *O. refulgens* en la Bahía de Acapulco consumió un mayor porcentaje de crustáceos que de peces (Figura 13).

8.3. Importancia de la dieta del hospedero

La dieta del hospedero es considerada como un factor importante en la estructuración de las comunidades de parásitos, principalmente en el caso de las especies intestinales, las cuales son transmitidas a sus hospederos finales a través de relaciones predador-presa (Sasal et al. 1997). En este sentido, del total de especies de parásitos identificadas en los peces (28 especies), unas 20 fueron recuperadas del sistema gastro-intestinal (Tabla 3), las cuales representaron el (85% del total de especies). Indicando por lo tanto que la dieta fue un factor de gran importancia en la estructuración de las comunidades de helmintos en estos hospederos (Sasal et al. 1997, Luque et al. 2004). Debido a las características de su dieta a base de peces y crustáceos (Duque-Nivia et al. 1996; Takemoto et al. 1996 b), estos peces se

encuentran más expuestos a los estadios infectivos de una gran variedad de parásitos transmitidos por predación.

8.4. Representatividad de los muestreos

Algunos autores como Poulin (1998, 2000) señalan que en muchas ocasiones la detección de hospederos altamente infectados en una población natural es muy escasa, debido principalmente a inadecuados esfuerzos de muestreo. Esto es atribuido, a que la estimación de la mayoría de los parámetros poblacionales de las comunidades de parásitos, es muy sensible al tamaño de la muestra, dado la típica distribución agregada de los parásitos entre sus hospederos. Vidal-Martínez et al. (2001), considera como adecuado un tamaño de muestra de unos 30 organismos en el caso de estudios de comunidades de parásitos en peces; en cambio otros investigadores sugieren que es preferible examinar tantos organismos como sea posible, principalmente cuando se intenta cuantificar la relación entre el tamaño de los hospederos y la intensidad de infección de los parásitos (Poulin 2000).

En este sentido las curvas de acumulación de especies construidas para cada una de las especies de hospedero examinadas, sugieren que los tamaños de muestra fueron adecuados (Figs. 14-19). De acuerdo a la literatura existente, en algunos estudios sobre parásitos de algunas especies de carángidos los tamaños de muestra han fluctuado entre 36 (Takemoto et al. 1996b) y > 3000 (Oliva 1999); por lo que nuestros tamaños de muestra utilizados, se encuentran dentro del rango de ejemplares examinados en algunos estudios parasitológicos de este grupo de peces (Tabla 15), por lo que nuestros resultados pueden ser comparables.

Tabla 15. Parámetros de comunidades de parásitos registrados para especies de carángidos en el Continente Americano.

Especie	No. Hosp	No. de especies	Prom. de paras.	Riqueza promedio	Índice de Brillouin	Referencia
<i>Caranx hipos</i>	60	19	32.3±85.5	3.1±1.8	0.555	Luque y Ramos 2001
<i>C. latus</i>	55	17	27±25.5	2.9±1.6	0.608	Luque y Ramos 2001
<i>C. hipos</i>	160	7				Boada et al. 2012
<i>C. caballus</i>	388	24	14.62	2.54	0.66	Gallegos y Guzmán 2013
<i>C. otrynter</i>	66	11	13.81	3.93	1.08	Vargas 2015
<i>Oligoplites palometa</i>	84	18				Takemoto et al. 1996b
<i>O. saurus</i>	37	13				Takemoto et al. 1996b
<i>O. saliens</i>	36	13				Takemoto et al. 1996b
<i>Trachurus symmetricus</i>	1383	14				George-Nascimento y Arancibia 1992
<i>T. murphyi</i>	3034	21				Oliva 1999
<i>T. lathami</i>	273	27				Braicovich et al. 2012
<i>Trachinotus paitensis</i>	100	5	69	2.5		Jara 1998
<i>T. carolinus</i>	75	24	114.5	2.5	0.76	Sánchez 2001
<i>T. goodei</i>	48	6	13.6			Luque y Anderson 2004
<i>T. rhodopus</i>	197	18	19.96	5.03	1.43	Santos y Velazco 2015

8.5. Registro parasitológico y composición de especies

De las 28 especies de parásitos metazoarios (24 helmintos y 4 crustáceos) registrados en los 468 ejemplares examinados pertenecientes al género *Oligoplites* (Tabla 3), 23 especies constituyen nuevos registros geográficos para estas especies de hospedero en México. Por otra parte, las comunidades de parásitos de *Oligoplites* spp. se caracterizaron por un mayor número de especies de digéneos (6 en *O. altus*, 4 en *O. saurus* y 5 en *O. refulgens*); además de que este grupo de parásitos representó el 32% de las especies recuperadas. En las regiones marinas tropicales, los digéneos constituyen el grupo más diverso de parásitos helmintos en peces de diferentes ambientes (agua dulce, marina y salobre) (Takemoto et al. 1996b; Pérez-

Ponce de León et al. 1999, Luque y Poulin, 2007, Violante-González et al. 2007, García-Prieto et al. 2014).

Aparentemente, este es también un patrón común en la composición de especies de comunidades de parásitos en peces marinos de las costas del Pacífico Mexicano. Por otra parte, las comunidades de parásitos generalmente incluyen un conjunto de parásitos especialistas los cuales son específicos del hospedero, así como un mayor número de parásitos generalistas que infectan a una amplia variedad hospederos (Valtonen et al. 2001, Salgado-Maldonado et al. 2016).

Dentro de la composición de especies de parasitofauna de *Oligoplites* spp., se registró también un conjunto 5 especies de helmintos especialistas: los monogéneos *Ahpua piscicola*, *Hargicola oligoplites* y *Probursata veraecrusis*, así como los digéneos *Manteria brachiderus* y *Mecoderus oligoplitis*. Todas estas especies de parásitos maduran en especies del género *Oligoplites* y han sido reportadas principalmente de especies de peces de este género (Yamaguti 1971, Takemoto et al. 1996b, Lamothe-Argumedo et al. 1997, Aguirre-Macedo et al. 2007).

Un mayor porcentaje de especies de parásitos en las comunidades de *Oligoplites* spp. (86%) estuvo representado por especies autogénicas (es decir, especies de parásitos que maduran en hospederos acuáticos). Solo cuatro especies (*Contracaecum* sp., *Metadena* sp., *Sebekia* sp. y *Southwellina hispida*) fueron clasificadas como parásitos alogénicos (es decir, parásitos que maduran en aves, mamíferos o reptiles piscívoros). Estas especies alogénicas han sido reportadas en estudios anteriores de peces de lagunas costeras en la costa del Pacífico mexicano (Violante-González et al. 2007, 2010). En la Laguna de Tres Palos, Guerrero, por ejemplo, el nematodo *Contracaecum* sp. ha sido reportado de 11 especies de peces; mientras que el digéneo *Metadena* sp. (metacercarias) en dos especies de peces y el acantocéfalo *Southwellina hispida* (cistacanto) en seis de peces distintas de esta laguna (Violante-González et al. 2007). El pentastomido *Sebekia* sp. otra especie alogénica, ha sido previamente reportado de *Centropomus nigrescens* en la laguna de Chautengo (Violante-González et al. 2010). En el presente estudio, estas cuatro especies alogénicas se registraron solo en *O. altus* y *O. saurus* (Tabla 3). Los ciclos de vida de *O. altus* y *O. saurus* pueden

explicar este fenómeno. Ambas especies ingresan a las lagunas costeras durante su fase juvenil, en busca de alimento y protección (Smith-Vaniz y Staiger 1973, Duque-Nivia et al. 1996), de esta manera este comportamiento las expone a los grupo locales de parásitos (Valtonen et al. 2001, Aguirre-Macedo et al. 2007, Violante-González et al. 2010). *Oligoplites refulgens* no presentó parásitos alogénicos (Tabla 3). Todos los especímenes de esta especie de hospedero fueron organismos adultos (21.9 ± 2.5 cm) capturados en la Bahía de Acapulco, y no existen reportes que señalen que *O. refulgens* entre comúnmente en los sistemas estuarinos (Castro-Aguirre 1999), lo cual sugiere por lo tanto que esta especie no entra en contacto con peces y parásitos de ambientes salobres durante su ciclo de vida como sus parientes.

8.6. Distribución de las especies de parásitos

El número de especies clasificadas como comunes varió entre 1 y 3 en las tres especies del género *Oligoplites*, el número de especies raras fue considerablemente mayor en todos los muestreos. Algunos estudios en ecología de parásitos, señalan que las especies clasificadas como comunes (poco abundantes pero frecuentes), confieren una mayor constancia en la composición de especies dentro de la comunidad; por lo que pueden ser consideradas como el componente predecible de la misma, a diferencia de las especies raras que constituyen el componente impredecible (Kennedy y Hartvigsen 2000). En este sentido se puede establecer de manera general, que las comunidades de parásitos de *Oligoplites* pueden ser muy poco predecibles en cuanto a su composición de especies. Cabe mencionar que varias especies de parásitos no se registraron en algunos muestreos, como en el caso de *O. altus* en dos diferentes localidades y en la especie de *O. saurus* en los dos diferentes años (Tabla 4).

8.7. Variación en los niveles de infección de las especies de parásitos

De las 28 especies de parásitos registradas, 8 presentaron una gran dispersión encontrándose en las tres especies de hospedero (Tabla 3). La prevalencia de estas especies ampliamente dispersas presentó una variación significativa entre sus comunidades, así como entre los años de muestreo. Un total de 6 especies (*Ahpua piscicola*, *Manteria bachiderus*, *Ectenurus virgulus*, *Anisakis* sp., *Contracaecum* sp. y *Lernanthropus giganteus*) registraron

porcentajes de infección más altos, cabe mencionar que el digéneo *Manteria brachiderus* estuvo presente en las tres especies de *Oligoplites* con las prevalencias muy altas en todos los muestreos (Tabla 3).

Muchas comunidades de parásitos experimentan cambios espaciales o temporales en su estructura, relacionados con variaciones estacionales en algunos factores bióticos o abióticos. Estas variaciones pueden verse reflejadas, en la composición y la densidad de especies a lo largo del tiempo (Zander et al. 1999, Zander 2005, Violante-González et al. 2008). La composición de especies de las comunidades de parásitos en los hospederos estudiados, varió tanto entre las especies de hospedero (por ejemplo en *O. altus*) como entre las localidades (como en *O. saurus*), así como temporalmente para la misma especie de hospedero

Varias especies intestinales ampliamente distribuidas entre las especies de hospedero, presentaron variaciones significativas en su prevalencia de infección (Tabla 3). La dieta es uno de los determinantes más importantes en la estructuración de las comunidades de parásitos intestinales de peces marinos fish (Sasal et al. 1997, Luque et al. 2004, Tavares y Luque 2004, Mwita y Nkwengulila 2008). Las variaciones en los niveles de infección de las especies intestinales pueden ser atribuidas a diferencias o cambios en el comportamiento de los hospederos entre localidades o años de muestreo, así como a posibles variaciones en la disponibilidad de presas infectadas con larvas de parásitos (Valtonen et al. 2001, Luque et al. 2004, Mwita y Nkwengulila 2008).

8.8. Asociaciones entre especies de parásitos

La determinación de la existencia de asociaciones positivas o negativas entre especies de parásitos, pueden proporcionar fuertes evidencias de que existe interacción entre las especies y que por lo tanto éstas pueden ser responsables de la estructuración de la comunidad (Poulin 2001). Los resultados de varios estudios, coinciden en que el número de asociaciones positivas entre especies de parásitos generalmente excede al de las negativas, sugiriendo que las interacciones positivas entre especies, estructuran más frecuentemente las infracomunidades de parásitos (Poulin 2001). En este sentido, el número de asociaciones positivas registrado entre las especies de ectoparásitos y endoparásitos de las tres especies de

hospederos del género *Oligoplites*, fue mayor al de las negativas lo cual confirma este patrón de asociación reportado para otras especies de parásitos.

Rohde et al. (1995) registraron un total de 15 asociaciones positivas y 1 negativa en comunidades de ectoparásitos de un total de 102 especies de peces marinos de varias regiones del mundo. Ellos indicaron además, que las bajas prevalencias y abundancias de las especies sugerían que las interacciones competitivas eran probablemente escasas en este tipo de comunidades. Poulin (1998) ha sugerido también, que las interacciones entre especies de parásitos son escasas en las comunidades pobres en especies.

Con respecto a la presencia de asociaciones positivas, se ha sugerido que las altas prevalencia registradas por algunas parejas de especies, pueden ser las responsables de un mayor número de co-ocurrencias, lo cual pudo producir la asociación positiva observada entre algunas parejas de especies de ectoparásitos o endoparásitos en las especies del género *Oligoplites*.

Otras causas pueden originar también la presencia de asociaciones positivas en especies intestinales. Por ejemplo, Guidelli et al. (2003) establecieron que las asociaciones positivas observadas entre especies de céstodos en el pez *Hemisorubim platyrhynchos* en el Río Paraná, pudo ser atribuida a que los céstodos pueden emplear el mismo o bien hospederos intermediarios similares, los cuales pueden ser elementos (ítems) frecuentes en la dieta del pez. De esta manera la dieta de los hospederos puede jugar un papel importante para la ocurrencia de asociaciones positivas de algunas especies intestinales en algunos hospederos.

8.9. Dispersión espacial de las especies de parásitos

La agregación es un patrón de dispersión típico de muchas especies de parásitos en peces marinos (Rohde 2005). Este patrón de agregación origina que la mayoría de los hospederos no presente o albergue pocos individuos, en tanto que unos pocos presenten muchos parásitos (Poulin 1998, Poulin y Morand 2000). La mayoría de las especies de parásitos identificadas en las tres especies de hospederos presentaron una distribución

agregada, aunque el nivel de agregación varió entre las especies de hospedero y las localidades. Por ejemplo, el digéneo *Manteria brachiderus*, clasificado como un parásito especialista, registró los niveles más bajos de agregación en *O. saurus* de la Laguna Coyuca (Tabla 6). Esta laguna es bastante oligohalina (1.5 a 5 ups) la mayor parte del año, pero tiene una influencia marina durante la temporada de lluvias cuando se producen conexiones temporales con el mar. Algunas especies marinas como *O. saurus* pueden ingresar a la laguna, confiriendo una fuerte influencia marina a la ictiofauna de la laguna (Violante-González y Aguirre-Macedo 2007). Por otra parte, la disminución de la salinidad en la laguna pueden ocasionar una falta de hospederos intermediarios adecuados y la consecuente reducción en la abundancia o desaparición de parásitos marinos como *Manteria brachiderus* (Valtonen et al. 2001, Aguirre-Macedo 2007). Sin embargo, durante su estancia en la laguna, peces como *O. saurus* pueden adquirir también parásitos alogénicos como *Contracaecum* sp., los cuales pueden alcanzar altos niveles de agregación (Tabla. 6).

8.10. Comunidad componente

Las comunidades de parásitos de *Oligoplites* exhibieron bajo número de especies, baja diversidad y dominancia de una sola especie de parásito (Tabla 8). Sin embargo, la composición de especies y la estructura de las comunidades de parásitos variaron entre las especies de hospedero. Por ejemplo, en *O. altus* y *O. refulgens* las especies de parásitos numéricamente dominantes fueron especialistas (*Manteria brachiderus* y *Ahpua piscicola*, respectivamente), mientras que una especie alogénica (*Contracaecum* sp.) dominó la comunidad de parásitos de *O. saurus* (Tabla 8).

Por lo que se refiere a la riqueza de especies a nivel de componente (9-19 especies, Tabla 8), ésta fue similar a la reportada para otras especies de *Oligoplites* en otras localidades como: *O. palometa* (18 especies), *O. saliens* (13 especies) y *O. saurus* (11 especies) (Takemoto et al. 1996b, Aguirre-Macedo et al. 2007). En el caso de *O. altus*, la similitud entre sus comunidades de parásitos disminuyó con la distancia entre las localidades; por ejemplo, San Blas y Zapotalito se encuentran a una distancia de 1,893 km y compartieron solo el 50% de sus especies de parásitos. La distancia entre los sitios de muestreo es uno de los mejores predictores de la similitud entre las comunidades de parásitos, debido a que los hospederos que se encuentran en sitios más cercanos entre sí,

están expuestos a un mayor número de especies de parásitos geográficamente relacionados, los cuales son más similares que aquellos de localidades más alejadas (Poulin y Morand 1999, Poulin 2003). Por otra parte, los hospederos que presentan una amplia distribución geográfica se encuentran expuestos a un mayor número de especies de parásitos, debido a que interactúan con un mayor número de especies de hospederos intermediarios en las diferentes regiones de su distribución geográfica (Sasal et al. 1997, Luque et al. 2004). Los resultados de este estudio respaldan esta hipótesis ya que la parasitofauna total registrada para *O. altus* en las 3 localidades examinadas fue de un total de 22 especies, no obstante que la riqueza promedio de especies a nivel de componente fue de solo 14.6 especies de parásitos.

8.11. Infracomunidad

Varios factores bióticos y abióticos son considerados como determinantes importantes de la riqueza y diversidad de especies en las comunidades de parásitos (Poulin 1995, Timi y Poulin 2003, Luque et al. 2004). Los resultados de ACP indicaron que la diversidad y la riqueza de especies de parásitos de las infracomunidades de *Oligoplites* spp. dependen en gran medida de la frecuente ocurrencia de parásitos especialistas (Fig.38). En este sentido, 3 de las cinco especies identificadas como especialistas fueron los monogéneos: *Ahpua piscicola*, *Hargicola oligoplites* y *Probursata veraecrusis*. La transmisión de estos monogéneos de ciclo de vida directo se ve facilitada por el comportamiento gregario (formación de cardumen) observado en *Oligoplites* spp. (Takemoto et al. 1996b, Sasal et al. 1997).

El hábitat salobre fue asociado con la presencia de parásitos generalistas (Fig. 38). Por ejemplo, *Oligoplites saurus* presentó cinco parásitos generalistas (Tabla 3), los cuales fueron adquiridos posiblemente durante su permanencia en aguas salobres (Laguna de Coyuca). En *O. altus* de las localidades de San Blas y Marquelia, fueron registradas 3 especies generalistas (Tabla 3), estas localidades se caracterizan por ubicarse cerca de la desembocadura de ríos. La fauna parasitaria total en estos dos hospederos (22 y 17 especies de parásitos, respectivamente) fue mayor a la registrada en *O. refulgens* (12 especies, Tabla 5), la cual es una especie menos expuesta a ambientes eurihalinos (Castro-Aguirre 1999).

Estos resultados coinciden con los reportes para la especie marina *Centropomus nigrescens* colectada en cinco lagunas costeras en Guerrero, para la cual se registraron 11 especies generalistas de agua dulce o salobre de una parasitofauna total de 24 especies (Violante-González et al. 2010). Debido a que durante sus ciclos de vida, los peces eurihalinos pueden estar expuestos a diferentes tipos de parásitos, las parasitofaunas son frecuentemente más ricas en estas especies, que en las de peces exclusivamente marinos (Valtonen et al. 2001, Luque et al. 2004).

Las correlaciones positivas registradas entre la longitud total y los parámetros infracomunitarios, indicaron que el tamaño del cuerpo del hospedero es también un determinante importante de la diversidad y la riqueza de especies en las infracomunidades de *Oligoplites* spp. En peces marinos, la longitud del hospedero ha demostrado ser uno de los principales predictores de la riqueza de especies de parásitos (Sasal et al. 1997, Luque et al. 2004). Los peces de un mayor tamaño corporal suelen también tener una mayor vagilidad, lo cual aumenta su exposición a una mayor diversidad de estadios infectivos de parásitos (Sasal et al. 1997). En este sentido los resultados obtenidos para *O. altus*, la especie de mayor tamaño examinada aquí, respaldan estas observaciones ya que la riqueza de especies de parásitos registrada en *O. altus* en las localidades de Marquelia y Oaxaca, fueron significativamente más altas que la riqueza de *O. refulgens* y *O. saurus* especies de un menor tamaño corporal (Tabla 1).

8.12. Importancia de los parásitos como biomarcadores de poblaciones de peces

Los parásitos de peces marinos han sido ampliamente utilizados como marcadores biológicos, para proporcionar información sobre el manejo de las pesquerías, o sobre el movimiento y la estructura poblacional de sus hospederos (Williams et al. 1992, Brickle y MacKenzie 2007). Una primera aproximación para la utilización de los parásitos como marcadores biológicos, consiste en la selección de un pequeño número de especies de parásitos, de acuerdo con una serie de criterios específicos (MacKenzie y Abaunza 2005).

Los resultados del análisis discriminante, así como de las pruebas de clasificación no paramétricas utilizadas para determinar posibles diferencias en la composición de especies de

las comunidades de parásitos, sugieren que en el caso de *O. altus* al menos 4 especies: los nemátodos *Anisakis* sp. y *Contracaecum* sp., así como el digéneo *E. virgulus* y el copépodo *L. giganteus*, pueden ser utilizados como marcadores biológicos para diferenciar stocks de *O. altus*, a lo largo de las costas del Pacífico Mexicano. De manera general algunos estudios indican, que el número de especies que pueden ser consideradas como bioindicadoras es muy bajo; por ejemplo en un estudio sobre el empleo de los parásitos de *Aphanopus carbo* como biomarcadores, de un total de 16 especies registradas solo 6 fueron seleccionadas, al cumplir con la mayoría de los criterios establecidos (João et al. 2009).

IV. CONCLUSIONES GENERALES

A pesar de que es señalado, que especies de hospederos filogenéticamente relacionados tienden a presentar comunidades de parásitos muy similares en riqueza y diversidad de especies, las comunidades de parásitos de *Oligoplites* spp. estudiadas aquí, variaron significativamente entre las especies de hospedero, las localidades y los años de muestreo. Algunas características del hospedero tales como el tamaño corporal, la vagilidad (considerada como una menor o mayor capacidad de tolerancia a aguas de baja salinidad), y el comportamiento alimenticio fueron los principales factores responsables de estas variaciones. Estos resultados sugieren por lo tanto, que la ecología del hospedero tiene una mayor influencia sobre la estructura de la comunidad de parásitos que su historia filogenética.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre-Macedo, M. L., Vidal-Martínez, V. M., González-Solís, D. & Caballero, P. I. (2007). Helminth communities of four commercially important fish species from Chetumal Bay, Mexico. *J. of Helminthology*, 81(1), 19-31.
- Allen G. & Robertson D. (1998). *Peces del Pacífico oriental tropical*. University of Hawaii Press. 327 p.
- Al-Rasady I., Govender A. & Al-Jufaili, S. M. (2012). Reproductive biology of longnose trevally (*Carangoides chrysophrys*) in the Arabian Sea, Oman. *Environmental biology of fishes*, 93(2), 177-184.
- Anderson R. M. (1993). Epidemiology, in *modern Parasitology* (ed. F.E.G. Cox), Blackwell, Oxford 75–116 p.
- Arruda J. T. (2008). Dinámica reproductiva y parasitaria de cuatro especies de peces en aguas costeras en el Océano Atlántico, Brasil. Centro de Biociencias, Programa de posgrado en Psicobiología.
- Bagenal T. B. & Tesch F. W. (1978). Age and growth. In: Bagenal T, (ed) *Methods for assessment of fish production in freshwaters*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, p. 101–136.
- Braicovich P. E., Luque J. L. & Timi J. T. (2012). Geographical patterns of parasite infracommunities in the rough scad, *Trachurus lathami* Nichols, in the southwestern Atlantic Ocean. *J. of Parasitology*, 98(4), 768-777.
- Brickle P. & MacKenzie K. (2007). Parasites as biological tags for *Eleginops maclovinus* (Teleostei: Elegendinopidae) around the Falkland Islands. *J. of Helminthology*, 81: 147–153.
- Boada M., Bashirullah A., Marcano J., Alió J. & Vizcaíno G. (2012). Estructura comunitaria de ectoparásitos en branquias del jurel *Caranx hippos* (Linnaeus, 1776) en Santa Cruz y Carúpano, estado Sucre, Venezuela. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 22: 259 – 272.
- Bush A. O., Laferty K. D., Lotz J. M. & Shostak A.W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *J. of Parasitology*, 83: 575–583.
- Bush, Fernández J.C., Esch G.W. & Seed J. R. (2001). *Parasitism: The diversity and ecology of animal parasites*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 566 p.

- Castro-Aguirre J.L, Espinosa H. & Schmitter-Soto J.J. (1999). Ictiofauna estuarina, lagunar y vicaria de México. Limusa, México, D. F. 704 p.
- Carbajal J. (2012). Análisis de la comunidad de parásitos de la raya *Rhinoptera steindachneri* y algunos aspectos importantes de su biología, en la Bahía de Acapulco, Guerrero, México. Tesis de Licenciatura. UAEM-UAGro.
- Cordeiro A.S, & Luque J.L. (2004). Community ecology of the metazoan parasites of Atlantic moonfish, *Selene setapinnis* (Osteichthyes: Carangidae) from the coastal zone of the State of Rio de Janeiro, Brazil. Braz. J. of Biol. **64**: 399–406.
- Duque-Nivia G, Acero A, Santos-Martinez A. & Rubio ER. (1996). Food habits of the species of the genus *Oligoplites* (Carangidae) from the Ciénaga Grande de Santa Marta-Colombian Caribbean. Cybium, **20**: 251-260.
- Esch G.W, & Fernández J.C. (1993). A functional biology of parasitism. 1st edn. London, Chapman & Hall. 337 p.
- Espino E., Cruz M. & García A. (2003). Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México. Conabio, INP, 106 p.
- Gallegos Y. & Guzmán M. (2013). Parásitos del cocinero *Caranx caballus* (Günther 1868), en tres localidades de los estados de Guerrero y Michoacán, México y su posible utilización como biomarcadores poblacionales. Tesis de Licenciatura. UAEM-UAGro.
- García-Prieto L., Mendoza-Garfias B. & Pérez-Ponce de León G. (2014). Biodiversity of parasitic Platyhelminthes in Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. **85**: S164-S170, 2014.
- George-Nascimento N. & Arancibia H. (1992). Stocks ecológicos del jurel (*Trachurus symmetricus* Murphyi Nichols) en tres zonas de pesca frente a Chile, detectados mediante comparación de su fauna parasitaria y morfometría. Revista Chilena de Historia Natural, **65**: 453–470.
- Guidelli G. M., Isaac A., Takemoto R. M. & Pavanelli G. C. (2003). Endoparasite infracommunities of *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) (Pisces: Pimelodidae) of the baía river, upper Paraná river floodplain, Brazil: specific composition and ecological aspects. Brazilian Journal of Biology, **63**: 261–268.

- Guègan, J. F. & Kennedy C. R. (1993). Maximum local helminth parasite community richness in British freshwater fish: a test of the colonization time hypothesis. *Parasitology*, **106**: 91-100.
- Henríquez V, & Gonzalez M.T (2012). Patterns of variation in parasite component communities and infracommunities of a littoral fish species from the northern coast of Chile. *J. Helminthol.* **88**: 88–96.
- Holmes J.C. & Price P.W. (1986). Communities of parasites in chapter 9. In: Patters and process. J. Kikkawa , & D. J. Anderson, eds. *Community ecology: 1a*. Ed. Chapman and Hall, London. Pabs: 335 p.
- Janson S. & Vegelius J. (1981). Measures of ecological association. *Oecología*, **49**: 371–376.
- Jara C. (1998). Prevalencia e intensidad de parasitismo por helmintos en cuatro especies de peces de la zona norte del mar peruano. *Revista Peruana de Parasitología*, **13**: 76–83.
- João M., Saraiva A., Cruz C. J., Eiras C., Hermida M., Ventura C. & Soares J. P.. (2009). Use of parasites as biological tags in stock identification of the black scabbardfish, *Aphanopus carbo* Lowe, 1839 (Osteichthyes: Trichiuridae) from Portuguese Waters. *Scientia Marina*, **732**: 55–62.
- Kennedy C. R. (1975). *Ecological animal parasitology*. Oxford: Blackwell, 163 p.
- Kennedy C. R. & Hartvigsen R. A. (2000). Richness and diversity of intestinal metazoan communities in brown trout *Salmo trutta* compared to those of eels *Anguilla anguilla* in their European heartlands. *Parasitology*, **121**: 55–64.
- Kohn A., Santos C. P. & Lebedev B. (1996). *Metacamopiella euzeti* gen. n., sp. n., and *Hargicola oligoplites* (Hargis, 1957) (Monogenea: Allodiscocotylidae) from Brazilian Fishes. *J. Helminthol. Soc. Wash.* **63**: 176-180.
- Krebs C. J. (1999). *Ecological methodology*. Harper Collings Publishers, USA 654 p.
- Klimpel S., Seehagen A. & Palm H. W. (2003). Metazoan parasites and feeding behavior of four small-sized fish species from the Central North Sea. *Parasitology Research* **91**: 290-297.
- Lamothe-Argumedo R., García-Prieto L., Osorio-Sarabia D. & Pérez-Ponce de León G. (1997). *Catálogo de la Colección Nacional de Helmintos*. UNAM, Instituto de Biología, CONABIO 211 p.

- Locke S.A, McLaughlin J.D. & Marcogliese D.J. (2013). Predicting the similarity of parasite communities in freshwater fishes using the phylogeny, ecology and proximity of hosts. *Oikos* 122: 73–83.
- Lucano-Ramírez G., Rivera-Rios E.G, Ruiz-Ramírez S., González-Sansón G. & Perez-Toledo A. (2016). Reproducción de *Carangoides vinctus* (Perciformes: Carangidae) en el Pacífico central mexicano. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, **44**(3): 610-622, 2016.
- Luque J. L. & Anderson C. (2004). Metazoários ectoparasitos do pampo-galhudo, *Trachinotus goodei* Jordan y Evermann, 1896 (Osteichthyes: Carangidae), do litoral do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Maringá*, **26**: 19–24.
- Luque J. L. & Ramos D. (2001). Ecología das comunidades de metazoários parasitos, do xaréu, *Caranx hippos* (Linnaeus) e do xerelete, *Caranx latus* Agassiz (Osteichthyes, Carangidae) do litoral do estado do Ríó de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoología*, **18**: 399 – 410.
- Luque J.L., Mouillot D. & Poulin R. (2004). Parasite biodiversity and its determinants in coastal marine teleost fishes of Brazil. *Parasitol* **128**: 671–682
- Luque J. L. & Poulin R. (2007). Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: hotspots and the geography of biodiversity. *Parasitology*, **134**: 865–878.
- Luque J. L. & Poulin R. (2008). Linking ecology with parasite diversity in Neotropical fishes. *Journal of Fish Biology*, **72**: 189–204.
- MacKenzie K. & Abaunza P. (2005). Parasites as biological tags. En: S.X. Cadrin, K.D. Friedland, J. R. Waldman (eds.), *Stock identification methods. Applications in fisheries science*. San Diego, USA, Elsevier Academic Press. p. 211–226.
- Magurran A. (2004). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 178 p.
- Marcogliese D. J. & Cone D. K. (1991). Importance of lake characteristics in structuring parasite communities of salmonids from insular Newfoundland. *Canadian Journal of Zoology*, **69**: 2962–2967.
- Marcogliese D. J. (2001). Pursuing parasites up the food chain: Implications of food web structure and function on parasite communities in aquatic systems. *Acta Parasitologica*, **46**: 82–93.
- Marcogliese D. J. (2005). Parasites of the superorganism: Are they indicators of ecosystem health *International Journal for Parasitology*, **35**: 705–716.

- Marcogliese D. J. (2002). Food webs and the transmission of parasites to marine fish. *Parasitology*, **124**: 83–99.
- Montoya-Mendoza J., Salgado-Maldonado G., Favila-Castillo M. E., Vázquez-Hurtado G. & Castañeda-Chávez M. R. (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*, **17**(1), 7-18.
- Morand S., Cribb T. H., Kulbicki M., Rigby M. C., Chauvet C., Dufour V., Faliex E., Galzin R., Lo C. M., Lo-Yat A., Pichelin S. & Sasal P. (2000). Endoparasite species richness of New Caledonian butterfly fishes: host density and diet matter. *Parasitology*, **121**: 65–73.
- Mwita C. & Nkwengulila G. (2008). Determinants of the parasite community of clariid fishes from Lake Victoria, Tanzania. *J. Helminthol.* **82**: 7–16.
- Muñoz G., Grutter A.S. & Cribb T.H (2006). Endoparasite communities of five fish species (Labridae: Cheiliniinae) from Lizard Island: how important is the ecology and phylogeny of the hosts *Parasitology* **132**: 363–374.
- Oliva M. E. (1999). Metazoan parasites of the jack mackerel *Trachurus murphyi* (Teleostei, Carangidae) in a latitudinal gradient from South America (Chile and Peru). *Parasite*, **6**: 223–230.
- Oliva M. E. & Luque J. L. (2010). Ictioparasitología marina en el sistema de afloramiento de la Corriente de Humboldt: desafíos para Neotropical Helminthology. *Neotropical Helminthology*, **4**: 99–103.
- Pantoja W.M de F., Silva L.V.F. & Tavares-Dias M. (2016). Are similar the parasite communities structure of *Trachelyopterus coriaceus* and *Trachelyopterus galeatus* (Siluriformes: Auchenipteridae) in the Amazon basin?. *Braz. J. Vet. Parasitol.*, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 46-53, 2016
- Pérez-Ponce de León G., García-Prieto L., Mendoza-Garfias B., León-Règagnon V., Pulido-Flores G., Aranda-Cruz C. & García-Vargas F. (1999). IX. Biodiversidad de helmintos parásitos de peces marinos y estuarinos de la Bahía de Chamela, Jalisco. *List Faun Méx. Univ. Nal. Autón. Mex.* 51 p.
- Perez-del-Olmo A., Fernandez M., Raga J.A, Kostadinova A. & Morand S. (2009). Not everything is everywhere the distance decay of similarity in a marine host–parasite system. *J. Biogeogr.* **36**: 200–209.

- Poulin R. (1995). Phylogeny, ecology, and the richness of parasite communities in vertebrates. *Ecol. Monogr.* **63**: 283–302.
- Poulin R. (1998). *Evolutionary ecology of parasites: From individuals to communities*. Chapman & Hall, 212 p.
- Poulin R. (2000). Variation in the intraspecific relationship between fish length and intensity of parasitic infection: biological and statistical causes. *Journal of Fish Biology*, **56**: 123–137.
- Poulin, R. (2001). Interactions between species and the structure of helminth communities. *Parasitology*, **122**: 3–11.
- Poulin R. (2003). The decay of similarity with geographical distance in parasite communities of vertebrate hosts. *Journal of Biogeography*, **30**: 1609–1615. (*J Biogeo* **30**: 1609–1615).
- Poulin R. & Rohde K. (1997). Comparing the richness of metazoan ectoparasite communities of marine fishes: controlling for host phylogeny. *Oecologia*, **110**: 278–283.
- Poulin R. & Morand S. (1999). Geographical distances and the similarity among parasite communities of conspecific host population. *Parasitol* **119**: 369–374.
- Poulin R. & Morand S. (2000). Parasite Body Size and Interspecific Variation in Levels of Aggregation among Nematodes. *Journal of Parasitology*, **86**: 642–647.
- Poulin R. & S. Morand. (2004). *Parasite biodiversity*. Smithsonian books, Washington, p. 216.
- Rohde K. (2005). *Ecology of marine parasites*. CABI Publishing, United Kingdom 590 p.
- Rohde K., Hayward C. & Heap M. (1995). Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. *International J. for Parasitology*, **25**: 945–970.
- Sánchez C. (2001). Las comunidades de metazoarios parásitos del pámpano amarillo (*Trachinotus carolinus* L.) en la costa de la Península de Yucatán, México. Tesis de maestría, Cinvestav, Unidad Mérida, 80 p.
- Santos N. G. & Velazco J. L. (2015). Comunidades de parásitos de la palometa *Trachinotus rhodopus* (Gill, 1863), en dos localidades de los estados de Guerrero y Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. UAEM-UAGro.

- Salgado-Maldonado G., Novelo-Turcotte M. T., Caspeta-Mandujano J. M., Vazquez-Hurtado G., Quiroz-Martínez B., Mercado-Silva N. & Favila M. (2016). Host specificity and the structure of helminth parasite communities of fishes in a Neotropical river in Mexico. *Parasite*, **23**.
- Sasal P., Morand S. & Guégan J. F. (1997). Determinants of parasite species richness in Mediterranean marine fishes. *Marine Ecology Progress Series*, **149**: 61–71.
- Sasal P. & Morand S. (1998). Comparative analysis: a tool for studying monogenean ecology and evolution. *International J. for Parasitology*, **28**: 1637–1644.
- Saucedo-Lozano M., Bernal-Ornelas I. H., Espino-Bar E., García-Boa A., Cabral-Solís E. G. & Puente-Gómez M. (2012). Feeding Habits of the Green Jack (*Caranx caballus* Günther, 1868) on the Coast of Manzanillo, Colima, México. *The Open Marine Biology Journal*, **6**: 28–37.
- Soares G. (2008). Ecologia parasitária de isópodos e biologia reprodutiva em tibiros, *Oligoplites* spp (Osteichthytes: Carangidae) das águas costeiras de Natal, Rio Grande do Norte. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 97p.
- Sokal R. R. & Rohlf F. J. (1998). *Biometry*, 2nd ed. Freeman WH and Company, 859 p.
- Steel R. & Torrie J. (1988). *Bioestadística*. McGraw-Hill. México.
- Smith-Vaniz W.F. & Staiger J.C. (1973). Comparative revision of *Scomberoides*, *Oligoplites*, *Parona* and *Hypacanthus*, with comments on the phylogenetic position of *Campogramma* (Pisces: Carangidae). *Proc. Calif. Acad. Sci.*, **39**: 185-256.
- Timi J.T. & Poulin R. (2003). Parasite community structure within and across host populations of a marine pelagic fish: how repeatable is it?. *International Journal for Parasitology* **33**: 1353–1362.
- Timi J. T. (2007). Parasites as biological tags for stock discrimination in marine fish from South American Atlantic Waters. *J. of Helminthology*, **81**: 107–111.
- Takemoto R. M., Amato J. F. R. & Luque J. L. (1993). A new species of *Probursata* Bravo-Hollis, 1984 (Monogenea: Heteraxinidae: Heteraxininae) parasite of *Oligoplites* spp. (Osteichthytes: Carangidae) from the coast of the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, **88**: 285-288.
- Takemoto R. M., Amato J. F. R & Luque J. L. (1996a). Monogeneans of Leatherjackets, *Oligoplites* spp. (Osteichthytes: Carangidae), with the Description of a New Species of

Metacamopia (Monogenea: Allodiscocotylidae) from the Coast of the State of Rio de Janeiro, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, **91**: 165-172.

Takemoto R.M., Amato J. & Luque J. L. (1996b). Comparative analysis of the metazoan parasite communities of leatherjackets, *Oligoplites palometa*, *O. saurus*, and *O. saliens* (Osteichthyes: Carangidae) from Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. Revista Brasileira de Biologia, **56**: 639-650.

Takemoto R. M. & Luque J. L. (2002). Parasitic copepods on *Oligoplites* spp. (Osteichthyes, Carangidae) from the Brazilian coastal zone, with the redescription of *Tuxophorus caligodes* Wilson, 1908 (Siphonostomatoida, Tuxophoridae). Acta Scientiarum Maringá, 24: 481-487.

Tavares L.E.R. & Luque J.L. (2004). Community ecology of the metazoan parasites of White Sea catfish, *Netuma barba* (Osteichthyes: Ariidae), from the coastal zone of the state of Rio de Janeiro, Brazil. Braz. J. Biol. **64**: 169–176.

Tavares L.E.R. & Luque J.L. (2008). Similarity between metazoan parasite communities of two sympatric brackish fish species from Brazil. J. of Parasitology, **94**: 985–989.

Valtonen E.T, Pulkinen K., Poulin & Julkunen R.M. (2001). The structure of parasite component communities in brackish water fishes of the northeastern Baltic Sea. Parasitol **122**: 471–481.

Vargas C. (2015) Parásitos de la palometa *Carangoides otrynter* (Jordan y Gilbert, 1883), en la Bahía de Acapulco, Guerrero. Tesis de Licenciatura UAEM- UAGRO.

Vidal-Martínez V.M., Aguirre-Macedo L., Scholz T., González-Solís D. & Mendoza Franco E.F. (2001). Atlas of helminth parasites of Cichlid fish of Mexico. Academy of Sciences of the Czech Republic. 165 p.

Violante-González J., Aguirre-Macedo M.L. & Mendoza-Franco E.F. (2007). A checklist of metazoan parasites of fish from Tres Palos lagoon, Guerrero, Mexico. Parasitol Res **102**: 151–161

Violante-González J. & Aguirre-Macedo M.L. (2007). Metazoan parasites of fishes from Coyuca Lagoon, Guerrero, Mexico. Zootaxa 1531: 39–48.

Violante-Gonzalez J., Aguirre-Macedo M.L. & VidalMartinez V.M. (2008). Temporal variation in the helminth parasite communities of the Pacific Fat Sleeper, *Dormitator latifrons*, from Tres Palos Lagoon, Guerrero, Mexico. J. Parasitol. 94: 326–334.

- Violante-González J., Mendoza-Franco E.F., Rojas-Herrera A. & Gil-Guerrero S. (2010). Factors determining parasite community richness and species composition in Black Snook *Centropomus nigrescens* (Centropomidae) from coastal lagoons in Guerrero, Mexico. *Parasitol Res* **102**: 151–161
- Vickery W.L. & Poulin R. (1998). Parasite extinction and colonisation and the evolution of parasite communities: a simulation study. *Int. J. Parasitol.* **28**: 727–737.
- Williams H. H., MacKenzie K. & McCarthy A. M. (1992). Parasites as biological indicators of the population biology, migrations, diet, and phylogenetics of fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **2**: 144–176.
- Yamaguti S. (1971). Synopsis of digenetic trematodes of vertebrates. Part I: Digenea of fish. Vols. I y II. Keigaku Publishing Co, Japan 1074 p.
- Zander C.D. (2005). Four-year monitoring of parasite communities in gobiid fishes of the southwest Baltic. III. Species of parasite diversity and applicability of monitoring. *Parasitol. Res.* **95**: 136–144.
- Zander C.D, Reimer L.W. & Barz K. (1999). Parasite communities of the Salzhaff (Northwest Mecklenburg, Baltic Sea). I. Structure and dynamics of communities of littoral fish, especially small-sized fish. *Parasitol. Res.* **85**: 356–372.