



Doctorado en Ciencias Ambientales

Influencia de los factores ambientales en la estructuración de comunidades de parásitos y su utilidad como biomarcadores poblacionales, de 4 especies de carángidos.

Tesis Doctoral

Que para obtener el grado de Doctor
en Ciencias Ambientales.

Presenta:
Yesenia Gallegos Navarro

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Juan Violante González

CO-DIRECTOR

Dr. Scott Monks

ASESORES

Dr. Sergio García Ibáñez
Dr. Agustín A. Rojas Herrera
Dr. José Luis Rosas Acevedo

Acapulco, Gro. Enero del 2020



DEPENDENCIA: Centro de Ciencias de Desarrollo Regional
No. OFICIO: 664/CCDR2019
ASUNTO: Autorización de impresión de Tesis Doctoral.

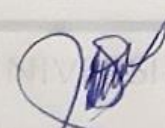
Acapulco, Gro., Diciembre 05 de 2019.

DRA. MARÍA LAURA SAMPEDRO ROSAS
DIRECTORA DEL CENTRO DE CIENCIAS DE
DESARROLLO REGIONAL
PRESENTE.

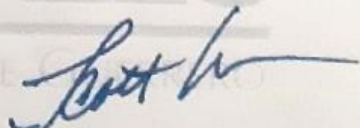
Por medio de la presente, le comunicamos que después de haber leído, analizado y revisado el trabajo titulado: **"Influencia de los factores ambientales en la estructuración de comunidades de parásitos y su utilidad como biomarcadores poblacionales, de 4 especies de carángidos"** de la alumna del Doctorado en Ciencias Ambientales, **C. Yesenia Gallegos Navarro**, generación (2016-2020), con número de matrícula 07078997, el Comité Tutorial considera que reúne los requisitos de un trabajo de investigación doctoral por lo que damos consentimiento para su impresión, y se fije fecha para ser presentado y defendido ante el sínodo examinador, que como requisito parcial es necesario para la obtención del grado de Doctor en Ciencias Ambientales.

Sin otro particular, reciba la mejor de nuestras consideraciones.

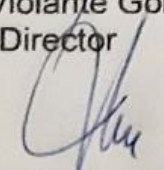
ATENTAMENTE



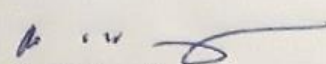
Dr. Juan Violante González
Director



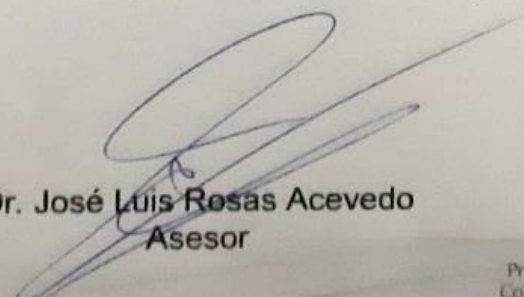
Dr. Scott Monks
Co Director



Dr. Sergio García Ibáñez
Asesor



Dr. Agustín A. Rojas Herrera
Asesor



Dr. José Luis Rosas Acevedo
Asesor

DEPENDENCIA: Centro de Ciencias de
Desarrollo Regional
No. OFICIO: 667/CCDR/20
ASUNTO: Autorización de examen de
grado.

Acapulco, Gro., enero 10 de 2020.

DR. CARLOS JESUS SAAVEDRA SANCHEZ
COORDINADOR DE ADMINISTRACION ESCOLAR
DE LA ZONA SUR UAGro.
PRESENTE.

Por este conducto, le comunico que el **C. Yesenia Gallegos Navarro**, alumna de la generación (2016-2020) del Doctorado en Ciencias Ambientales, con número de matrícula 07078997, presentará su examen profesional mediante la modalidad de tesis, de acuerdo al Artículo 96 Fracción III Inciso B del reglamento general de estudios de posgrado e investigación, la tesis titulada: **"Influencia de los factores ambientales en la estructuración de comunidades de parásitos y su utilidad como biomarcadores poblacionales, de 4 especies de carángidos."** El cual a juicio de los revisores asignados por esta dirección, ha sido autorizada la impresión y por lo tanto ser sustentada ante un jurado calificador. Una vez cubierto todos los parámetros que se requieren para cumplir con el perfil de egreso y se le acredite como Doctor en Ciencias Ambientales.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Universidad de calidad con inclusión social"



ADMINISTRACIÓN 2017 - 2021



Laura Sampedro
DRA. María Laura Sampedro Rosas
Director del CCDR



UAGro

CJSS/poct

Universidad de calidad con inclusión social

Area de Administración Escolar Zona Sur

Oficio No. 11665/15/01/2020/D.A.E.Z.S.

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE EXAMEN PROFESIONAL.

Acapulco, Gro., 15 de Enero del 2020.

DRA. MARIA LAURA SAMPEDRO ROSAS, DIRECTOR DEL CENTRO DE CIENCIAS DE DESARROLLO REGIONAL DE LA UAGro PRESENTE.

Con base a lo establecido en el artículo 96 FRACCIÓN III INCISO B del Reglamento de Posgrado vigente, se AUTORIZA la aplicación del Examen Profesional, mediante la presentación en forma individual un trabajo terminal que sea el resultado de la ejecución de su proyecto de carácter profesional realizado en instituciones, empresas u otros lugares relacionados con el ámbito socioeconómico del posgrado, y titulada: "Influencia de los factores ambientales en la estructuración de comunidades de parásitos y su utilidad como biomarcadores poblacionales, de 4 especies de carangidos".

Al (La) C. YESENIA GALLEGOS NAVARRO Para obtener el grado de: DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES Habiendo realizado sus estudios en el período: 2016-2020.

En virtud de haber cumplido con los requisitos de revisión exigidos por la ley en estos casos.

Agradeceré a Usted, informar a esta Coordinación el resultado del Examen, a más tardar 15 días hábiles después de efectuarlo.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE



DR. CARLOS JESUS SAAVEDRA SÁNCHEZ

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR ZONA SUR UAGro



c.c.p. C.C.D.R. c.c.p. expediente c.c.p. archivo CJSS/poct.

Río Balsas No. 20 Col. Vista Alegre, C.P. 38850 Tel. 744 48808 19. (744) 488 00 09, ext. 4525 Correo electrónico: cpsaavedra@uagro.mx Acapulco de Juárez, Guerrero, México



Rectorado 2017-2021

DEDICATORIA

Dedico esta tesis:

A mi Dios:

Por ayudarme a terminar este proyecto, por darme la habilidad, el conocimiento y las fuerzas necesarias para afrontar los obstáculos de la vida. Por regalarme momentos maravillosos con personas extraordinarias, jamás dejare de agradecerte el haberme transformado en una mejor persona. "Bendíceme siempre".

A mi madre Reina Navarro de Jesus:

Principalmente por darme la vida, por enseñarme a vivirla, por el amor que siempre me ha demostrado, por ser la única persona que nunca me ha dejado sola, por sus abrazos que siempre me llenan de paz, por las largas pláticas que hemos tenido donde me cuenta sus recuerdos y vivencias más preciados que me han dado la fuerza para superarme, eres un ejemplo de vida por la fortaleza que siempre me has demostrado, las palabras no pueden describir el amor y admiración que siento por ti. "Hoy te quiero decir, más que con palabras, con el corazón, que eres la razón por la cual llegue hasta aquí, TE AMO MAMI".

A mi padre Paulo Gallegos Villanueva:

Pocas veces me he detenido a agradecerte lo mucho que has hecho por mí y decirte lo importante que eres, debo agradecerte la comprensión que me has brindado, por las cosas que pasaste por alto y ahorrarme tantos regaños, por consentirme, he vivido a tu lado experiencias divertidas, otras asombrosas y algunas dolorosas. Le agradezco a Dios que seas mi padre, "TE AMO PABLO".

A mis hermanos Manuel Delfino Y Ángel Adolfo Gallegos Navarro:

Por los hermosos momentos que he pasado a su lado, por el cariño que siempre me han demostrado, por alegrarme los días, por las tantas tonterías con las cuales nos hemos divertido, por recordarme que yo soy su ejemplo a seguir, esperó que nuestra relación mejore día a día. Está por demás decir cuánto los amo, "GRACIAS ENANO Y FOFÓ".

Agradecimientos

Mi agradecimiento a mi alma mater la Universidad Autónoma de Guerrero y de manera reiterada al Centro de Ciencias en Desarrollo Regional por darme la oportunidad de ingresar a su posgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la ayuda económica brindada para la realización de este proyecto de Tesis.

Debo agradecer de manera especial y sincera al Dr. Juan Violante González por aceptarme para realizar este trabajo de tesis bajo su dirección, su gran apoyo y confianza en mí, ya son muchos años en los cuales me ha guiado para cada día ser un mejor profesionista.

A mi Co-director el Dr. Scott Monks y a mis asesores: Dr. Sergio García Ibáñez, Dr. Agustín A. Rojas Herrera, Dr. José Luis Rosas Acevedo por su colaboración para la realización de este proyecto.

Al Dr. Dr. José Legorreta Soberanis a quien tuve el privilegio de conocer, agradezco su punto de vista hacia mi trabajo pero sobre todo por sus consejos y sus interesantes conversaciones.

A los muchachos que son parte del laboratorio de Ecología por ayudarme a la revisión de mis muestras, sin su ayuda no hubiera sido posible terminar el proyecto a tiempo.

A mis amigos Carlos, Princessa, Nataly, Jesús, Mizraim, Uriel, Itzel, Adriana, Sarafí y Made por su apoyo, paciencia y todas las vivencias en estos últimos años.

A mis padres y familia por sus consejos y gran amor hacia mi persona.

ÍNDICE	No.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	5
2.1. Variaciones espaciales o temporales de las comunidades de parásitos	5
2.2. Efecto de los factores bióticos en la variación de las comunidades de parásitos en peces marinos	6
2.2.1. Dieta del hospedero	6
2.2.2. Tamaño del hospedero	7
2.2.3. Abundancia del hospedero	8
2.2.4. Formación de cardumen	8
2.3. Estudios sobre variación temporal o espacial de comunidades de parásitos marinos.	9
2.4. Importancia de los parásitos como marcadores biológicos	10
2.5. Criterios empleados para evaluar la utilización de parásitos como biomarcadores	11
2.6. Utilización de los parásitos en la separación de stocks de peces	12
2.7. Empleo de los parásitos como biomarcadores en el Continente Americano.	14
III. OBJETIVOS	16
IV. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	16
V. ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LOS HOSPEDEROS	17
5.1. Características generales de la familia Carangidae	17
5.2. Diagnósis de las especies de carángidos	18
5.2.1. <i>Caranx caballus</i>	18
5.2.2. <i>Caranx caninus</i>	19
5.2.3. <i>Selar crumenophthalmus</i>	20
5.2.4. <i>Decapterus muroadsi</i>	21
VI. METODOLOGÍA	22
6.1. Área de estudio	22
6.2. Colecta de los organismos	23
6.3. Datos biométricos	23

6.4. Examen helmintológico	23
6.5. Relación longitud-peso	23
6.6. Análisis del espectro alimenticio de los peces	24
6.7. Caracterización de las infecciones	24
6.8. Caracterización de las comunidades de parásitos	25
VII. RESULTADOS	27
7.1. Aspectos poblacionales de los hospederos	27
7.2. Relación longitud-peso	29
7.3. Alimentación	32
7.4. Composición de la parasitofauna	34
7.5. Composición de especies en <i>Caranx caballus</i>	40
7.6. Composición de especies en <i>Caranx caninus</i>	41
7.7. Composición de especies en <i>Selar crumenophthalmus</i> y <i>Decapterus muroadsi</i>	42
7.8. Valor de importancia de los grupos de parásitos	44
7.9. Especificidad hospedatoria de los monogéneos	45
7.10. Distribución espacial de las especies de parásitos	46
7.11. Comunidades componente	48
7.12. Similitud entre las comunidades componente	48
7.13. Infracomunidades	52
7.14. Relación entre la longitud total de los hospederos y los parámetros de infracomunidad	55
7.15. Influencia de los factores bióticos y abióticos, sobre la estructura de las infracomunidades	57
7.16. Diferenciación de poblaciones de hospederos en base a sus parásitos	60
7.16.1. <i>Caranx caballus</i>	60
7.16.2 <i>Caranx caninus</i>	62
7.17. Empleo de la parasitofauna para detectar cambios en la estructura de las comunidades de parásitos a lo largo del tiempo.	63
VIII. DISCUSION	66
8.1. Aspectos poblacionales de los hospederos	66
8.2. Relación longitud-peso	67

8.3. Alimentación	68
8.4. Registro parasitológico	70
8.5. Composición de especies de las comunidades de parásitos	70
8.6. Clasificación de los parásitos en base al sitio de infección	72
8.7. Especies comunes y raras	72
8.8. Variación en los niveles de infección entre hospederos, localidades y años de muestreo	73
8.9. Patrón de dispersión	73
8.10. Importancia de la dieta del hospedero	74
8.11. Comunidades componente	75
8.12. Infracomunidades	77
8.13. Parásitos como marcadores poblacionales	78
8.13.1. Importancia del tamaño de muestra	78
8.13.2. Variación en los niveles de infección	79
8.13.3. Utilización de los parásitos para detectar cambios en la estructura	79
8.13.4. Parásitos más frecuentemente utilizados como biomarcadores	80
8.13.5. Confiabilidad de la clasificación de stocks en base a los parásitos	84
8.13.6. Importancia de la distancia entre las localidades en los análisis discriminantes	84
IX. CONCLUSIONES	86
X. RECOMENDACIONES	88
XI. LITERATURA CITADA	89
Anexo 1. Parámetros de infección de los parásitos de <i>Caranx caballus</i> en 6 localidades del Pacífico mexicano.	100
Anexo 2. Parámetros de infección de <i>Caranx caninus</i> de las costas del Pacífico Mexicano (San Blas, Nayarit; Acapulco and Marquelia, Guerrero; and Zapotalito, Oaxaca).	106
Anexo 3. Parámetros de infección de los carángidos <i>Selar crumenophthalmus</i> y <i>Decapterus muroadsi</i> en costas del Pacífico mexicano.	110
Anexo 4. Factors linked to temporal and spatial variation in the metazoan parasite communities of Green jack <i>Caranx caballus</i> (Günther 1868) (Pisces: Carangidae) from the Pacific coast of Mexico.	113
Anexo 5. Metazoan parasite communities of <i>Selar crumenophthalmus</i> and <i>Decapterus muroadsi</i> (Pisces: Carangidae) from Mexican Pacific coasts.	114

No.	LISTA DE TABLAS	Pág.
1	Datos biométricos registrados para 4 especies de carángidos en algunas localidades del Pacífico mexicano.	28
2	Valores de los parámetros de crecimiento de la relación longitud-peso, para 4 especies de carángidos, en cada localidad y año de muestreo.	30
3	Distribución de la parasitofauna entre 4 especies de carángidos, de 7 localidades del Pacífico mexicano.	35
4	Dispersión espacial de parásitos, en 4 especies de carángidos de 7 localidades del Pacífico mexicano.	46
5	Características de las comunidades componente de parásitos, en 4 especies de carángidos de 7 localidades del Pacífico mexicano.	50
6	Características de las infracomunidades de parásitos en 4 especies de carángidos, de 7 localidades del Pacífico mexicano.	53
7	Valores del coeficiente de correlación por rangos de Spearman (<i>rs</i>), entre la longitud total de los hospederos y algunos parámetros a nivel infracomunidad.	56
8	Resumen del análisis de componentes principales (ACP) sobre los factores bióticos y abióticos que influyen en la riqueza y la diversidad de las infracomunidades de parásitos de 4 especies de carángidos.	59
9	Porcentajes de ejemplares de <i>Caranx caballus</i> correctamente clasificados en cada una de las 5 localidades.	61
10	Porcentajes de ejemplares de <i>Caranx caninus</i> correctamente clasificados en cada una de las 4 localidades.	63
11	Porcentajes de ejemplares de <i>Selar crumenophthamus</i> correctamente clasificados, en cada uno de los 4 años de muestreo.	65
12	Estudios sobre el empleo de parásitos como biomarcadores de stocks en el continente Americano	82

No.	LISTA DE FIGURAS	Pág.
1	Cocinero <i>Caranx caballus</i>	18
2	Registros de volúmenes de captura de <i>Caranx caballus</i> , en el estado de Guerrero	18
3	Jurel <i>Caranx caninus</i>	19
4	Registros de volúmenes de captura de <i>Caranx caninus</i> , en el estado de Guerrero	19
5	Ojotón <i>Selar crumenophthalmus</i>	20
6	Registros de volúmenes de captura de <i>Selar crumenophthalmus</i> , en el estado de Guerrero	20
7	Ojotón de roca <i>Decapterus muroadsi</i>	21
8	Registros de volúmenes de captura de <i>Decapterus muroadsi</i> , en el estado de Colima	21
9	Localidades muestreadas en las costas del Pacífico mexicano	22
10	Relaciones longitud-peso para 4 especies de carángidos, de algunas localidades del Pacífico mexicano.	31
11	Espectro trófico de 4 especies de carángidos.	33
12	Composición de la parasitofauna de 4 especies de carángidos, en localidades del Pacífico mexicano.	34
13	Parasitofauna de 4 especies de carángidos, en algunas localidades del Pacífico mexicano	38
14	Número de especies de ectoparásitos (monogéneos y crustáceos), y endoparásitos (larvas y adultos) registrados en <i>Caranx caninus</i> de 4 localidades del Pacífico mexicano.	41
15	Número de especies de ectoparásitos (monogéneos y crustáceos), y endoparásitos (larvas y adultos) recuperados en <i>Selar crumenophthalmus</i> y <i>Decapterus muroadsi</i> .	43
16	Valor de importancia de grupos de parásitos, en 4 especies de carángidos.	44
17	Porcentajes de infección de especies de monogéneos, en 4 especies de carángidos	45
18	Abundancia promedio de especies de monogéneos, en 4 especies de carángidos	45
19	Porcentajes de similitud entre las comunidades de parásitos de 4 especies de carángidos.	49
20	Variación de la riqueza de especies de parásitos en 4 especies de carángidos.	52

21	Variación del número promedio de parásitos en 4 especies de carángidos.	54
22	Variación de la diversidad promedio de parásitos, en 4 especies de carángidos.	55
23	Gráfico del ACP, indicando el nivel de asociación entre las diferentes variables consideradas.	57
24	Gráfico del análisis de funciones discriminantes, para la distinción de stocks de <i>Caranx caballus</i> .	61
25	Gráfico del análisis de funciones discriminantes para la distinción de stocks de <i>Caranx caninus</i> .	62
26	Gráfico del análisis de funciones discriminantes para la detección de cambios en la estructura de las comunidades de parásitos de <i>Selar crumenophthalmus</i> entre años de muestreo, en la localidad de Acapulco.	64

RESUMEN

Las comunidades de parásitos de peces marinos, están integradas principalmente por ectoparásitos (monogéneos, copépodos e isópodos) y endoparásitos (digéneos, cestodos, nematodos y acantocéfalos). Al igual que las comunidades de parásitos de peces dulceacuícolas, las comunidades de parásitos marinos pueden presentar cambios estructurales tanto espaciales como temporales, relacionados con variaciones estacionales y/o locales de algunos factores bióticos y abióticos. Las variaciones en los niveles de infección de algunas especies de parásitos entre diferentes localidades, pueden permitir su empleo como biomarcadores de stocks de peces marinos, constituyendo una herramienta importante para el manejo de las pesquerías. Sin embargo este importante método de evaluación de recursos marinos, no se ha utilizado en México.

Entre diciembre del 2009 y diciembre del 2018, se realizaron muestreos de 4 especies de carángidos: *Caranx caballus* ($n = 708$), *C. caninus* ($n = 492$), *Selar crumepthalmus* ($n = 402$) y *Decapterus muroadsi* ($n = 161$), en 7 localidades del Pacífico mexicano: Zapotalito, Oax.; Marquelia, Acapulco, Puerto Vicente, Gro., Zihuatanejo, Gro.; Lázaro Cárdenas, Mich.; y San Blas, Nay.). El objetivo del presente estudio fue determinar los principales factores bióticos y abióticos que influyen en la estructuración de las comunidades de parásitos de estos peces; así como determinar que especies podían ser propuestas como biomarcadores poblacionales, de cada especie de hospedero. La parasitofauna estuvo constituida por 57 especies de parásitos metazoarios: 9 monogéneos, 18 digéneos, 2 acantocéfalos, 4 cestodos, 7 nematodos, 14 copépodos y 3 isópodos. A nivel de comunidad componente, la riqueza de especies de parásitos varió significativamente de 4 (*D. muroadsi*: Acapulco 2016) a 22 especies (*C. caninus*: Acapulco 2018a). Cuatro especies de monogéneos (*Protomicrocotyle manteri*, *Pseudomazocraes selene*, *Pseudomazocraes monsivisae* y *Pseudempleurosoma* sp.), dominaron en la mayoría de las comunidades de las 4 especies de hospedero. La estructura y la composición de especies de estas comunidades de parásitos variaron entre hospederos, localidades, años de muestreo y temporada climática. Algunos factores abióticos (temperatura, salinidad, anomalías climáticas) y bióticos (características de los hospederos), fueron considerados como los principales factores responsables de estas variaciones. Al menos 8 especies de parásitos pueden ser propuestas para diferenciar poblaciones de *Caranx caballus* y *C. caninus*, en base a sus más altos niveles de infección registrados en algunas localidades.

ABSTRACT

The parasite communities of marine fish, are mainly composed of ectoparasites (monogeneans, copepods and isopods) and endoparasites (digeneans, cestodes, nematodes and acanthocephalans). As well as the freshwater fish parasite communities, marine parasite communities can present both spatial and temporal structural changes, related to seasonal and/or local variations of some biotic and abiotic factors. Variations in the infection levels of some parasite species between locations may allow their use as biological tags of marine fish stocks, constituting an important tool for fisheries management. However, this important evaluation method of marine resources, it has not been used in Mexico.

Between December 2009 and December 2018, samples of four carángidae fish species were taken: *Caranx caballus* ($n = 708$), *C. caninus* ($n = 492$), *Selar crumepthalmus* ($n = 402$) and *Decapterus muroadsi* ($n = 161$), from seven locations in the Mexican Pacific coasts: Zapotalito, Oax.; Marquelia, Acapulco, Puerto Vicente, Gro., Zihuatanejo, Gro. ; Lázaro Cárdenas, Mich. ; and San Blas, Nay.). The objective of the present study was to determine the main biotic and abiotic factors that influence the structuring of the parasite communities of these fish; as well as determining which species could be proposed as biological tags of each host species.

The parasite fauna consisted of 57 metazoan parasite species: 9 monogeneans, 18 digeneans, 2 acanthocephalans, 4 cestodes, 7 nematodes, 14 copepods and 3 isopods. At the component community level, the parasite species richness varied significantly from 4 (*D. muroadsi*: Acapulco 2016) to 22 species (*C. caninus*: Acapulco 2018a). Four species of monogeneans (*Protomicrocotyle manteri*, *Pseudomazocraes selene*, *Ps. monsvaisae* and *Pseudempleurosoma* sp.), dominated numerically in most of the parasite communities of all the hosts. The structure and species composition of these parasite communities varied between hosts, locations, sampling years and climatic season. Some abiotic factors (temperature, salinity, climatic anomalies) and biotic factors (traits of the hosts: body size, diet, school training), were considered as the main factors responsible for these variations. At least eight parasite species can be proposed to differentiate populations of *Caranx caballus* and *C. caninus*, based on their highest infection levels recorded in some locations.

I. INTRODUCCIÓN

Las comunidades de parásitos metazoarios son estudiadas principalmente a dos niveles jerárquicos distintos: nivel comunidad componente (entre localidades o poblaciones de hospederos) e infracomunidad (entre hospederos individuales). En los peces marinos, estas comunidades están integradas principalmente por ectoparásitos (monogéneos, copépodos e isópodos) y endoparásitos (digéneos, cestodos, nematodos y acantocéfalos) (Poulin y Rohde 1997, Rohde 2005). Ambos grupos de parásitos presentan diferentes estrategias de infección; por ejemplo, los ectoparásitos con frecuencia son transmitidos entre los hospederos a través de contacto físico, mientras que los endoparásitos emplean vías de transmisión trófica (Bush *et al.* 2001, Marcogliese 2002, Rohde 2005). Debido a las características generales de los ectoparásitos (transmisión por contacto físico y ciclo de vida directo), estos parásitos son utilizados más frecuentemente como marcadores biológicos para la diferenciación de stocks de peces, en las actividades de manejo y administración de las pesquerías (Williams *et al.* 1992).

La riqueza y la diversidad de especies registradas en cada uno de estos grupos de parásitos (ecto y endoparásitos) varían significativamente entre las diferentes especies de hospedero (Poulin y Rohde 1997, Rohde 2005, Gallegos-Navarro *et al.* 2018, Santos-Bustos *et al.* 2018, Villalba-Vásquez *et al.* 2018). Las poblaciones de ectoparásitos son generalmente más abundantes en peces que presentan un comportamiento gregario, en comparación con las especies que tienden a ser solitarias (Morand y Poulin 1998, Luque *et al.* 2004, Palacios-Fuentes 2015), debido a que la probabilidad de transmisión por contacto de un estadio infeccioso (por ejemplo huevos o larvas) se incrementa con la densidad del hospedero. Esto ha sido reportado en el caso de varias especies de copépodos del género *Caligus* (Palacios-Fuentes 2015).

De acuerdo con las características de su ciclo de vida y su capacidad de dispersión, los parásitos se clasifican además como autogénicos y alogénicos (Esch y Fernandez 1993). Los parásitos autogénicos maduran en hospederos acuáticos, y por lo tanto tienen una capacidad limitada para colonizar nuevas áreas; mientras que los alogénicos utilizan aves, mamíferos terrestres o reptiles como hospederos finales, por lo que tienen una mayor capacidad de dispersión. Las comunidades de helmintos parásitos de peces marinos están constituidas principalmente por especies autogénicas, las cuales se transmiten de forma pasiva a través de la ingestión de presas infectadas (Valtonen *et al.* 2001, Marcogliese 2005).

Los parásitos autogénicos marinos con frecuencia utilizan hospederos paraténicos o de transporte, los cuales no son necesarios pero permiten que los estadios infecciosos de los parásitos marinos persistan durante períodos más largos de tiempo en el medio marino incrementando su probabilidad de ingestión y en consecuencia su transmisión al siguiente hospedero durante su

ciclo de vida (Marcogliese 1995, 2005). Los parásitos marinos presentan también una muy baja especificidad hospedatoria (muchas especies son generalistas); esta capacidad de infectar una amplia variedad de hospederos les permite incrementar la probabilidad de completar con éxito su ciclo de vida (Marcogliese 1995, 2005). Los hospederos de parásitos marinos presentan también características particulares; por ejemplo, los peces pelágicos de la familia Carangidae forman grandes cardúmenes con fines de protección y alimentación (Robertson y Allen 2008, Mair *et al.* 2012). La alta densidad poblacional de los cardúmenes, puede facilitar el proceso de transmisión de algunos parásitos, principalmente de aquellos que tienen un ciclo de transmisión directa, como en el caso de los monogéneos y copépodos (Sasal y Morand 1998, Luque *et al.* 2004). Por lo tanto, el comportamiento gregario de estos peces puede originar la estructuración de comunidades más ricas y diversas, que aquellas que se registran en hospederos con una baja densidad poblacional, o de hábitos solitarios (Sasal y Morand 1998, Luque *et al.* 2004, Garrido-Olvera *et al.* 2012).

Por otra parte, las comunidades de parásitos marinos al igual que las dulceacuícolas o salobres, tienden a registrar cambios estructurales tanto temporales como espaciales, en respuesta a variaciones estacionales y locales en varios factores ambientales bióticos y abióticos. Estas variaciones en la estructura de las comunidades de parásitos pueden expresarse como cambios en la composición de las especies de parásitos, así como en sus niveles de infección a lo largo del tiempo (Balboa y George-Nascimento 1998, Garcias *et al.* 2001, Vidal-Martínez y Poulin 2003, Iannacone *et al.* 2010, Henríquez y González 2012, Soares *et al.* 2014, Villalba-Vásquez *et al.* 2018). En las regiones tropicales, los cambios en la estructura de las comunidades de parásitos marinos han sido relacionados con algunos factores bióticos asociados con las características de los hospederos, como la edad, el tamaño corporal, el tipo de alimentación, la densidad y la vagilidad o desplazamiento entre hábitats. Estos factores pueden promover altas tasas de exposición y colonización para nuevas especies de parásitos, los cuales se han asociado también con comunidades de parásitos de una mayor riqueza de especies (Sasal *et al.* 1997, Luque *et al.* 2004, Soares *et al.* 2014, Santos-Bustos *et al.* 2018, Villalba-Vásquez *et al.* 2018). Sin embargo, la influencia de los factores abióticos, tales como las fluctuaciones locales en la temperatura superficial del agua, la salinidad o en las concentraciones de oxígeno disuelto, no han sido considerados en muchos estudios que examinan la variación espacial o temporal de las comunidades de parásitos. Fluctuaciones climáticas a gran escala como la conocida oscilación del Sur-El Niño (ENSO: fase de calentamiento de la temperatura superficial del mar) y la Niña (fase de enfriamiento) pueden afectar muchos procesos ecológicos, incluidos los de transmisión de muchas especies de parásitos (Alvitres *et al.* 1999, Oliva *et al.* 2008). Por ejemplo, los parásitos

que son transmitidos mediante el consumo de presas infectadas (transmisión-trófica) presentan estadios de vida libre (miracidios o cercarias) los cuales pueden ser afectados por las mismas condiciones físicas oceanográficas (temperatura, salinidad, corrientes) que afectan a los estadios larvales de otros organismos marinos, incluidos aquellos de sus hospederos (Marcogliese 2005, Jacobson *et al.* 2012, Lohmus y Bjorklund 2015).

La existencia de variabilidad espacial o temporal en la composición y abundancia de ensamblajes de parásitos, constituyen las bases para el empleo de estos organismos como marcadores biológicos de stocks de peces marinos (MacKenzie 2002, MacKenzie y Abaunza 1998, Vales *et al.* 2011). En este sentido, el concepto de stock es fundamental en la práctica de la ciencia pesquera ya que constituye la unidad básica sobre la que se desarrollan los estudios de dinámica de poblaciones de organismos acuáticos explotados comercialmente y sobre la que se aplican las políticas de gestión pesquera (George-Nascimento y Arancibia 1992, Abaunza 2007, Abaunza *et al.* 2008, Luque *et al.* 2010). La diferenciación de stocks es importante para el manejo de las pesquerías, debido a que diferentes stocks pueden tener tamaños distintos y pueden presentar diferentes tasas de crecimiento a lo largo del tiempo. Por lo tanto, ellos pueden reaccionar de manera diferente a la explotación pesquera. La viabilidad para diferenciar stocks en base a su parasitofauna, refleja las variaciones en las condiciones ecológicas y ambientales de las regiones que los hospederos habitan, dando como resultado distribuciones y abundancias no uniformes de parásitos, así como de los hospederos intermediarios y finales empleados durante sus ciclos de vida (Brickle y Mackenzie 2007). Esto es posible debido a que mientras varias características biológicas de los parásitos, tales como su tamaño corporal, periodo de vida y rendimiento reproductivo, tienden a producir poblaciones similares, en cualquier sitio donde las especies llegan a establecerse (Poulin 2006), los factores ambientales locales pueden regular la supervivencia y el éxito de la transmisión de estadios infectivos, ocasionando variaciones inter-poblacionales de cargas de parásitos (Pietrock y Marcogliese 2003).

Existen 2 principales criterios para utilizar a los parásitos como marcadores biológicos (Mackenzie y Abaunza 2005). El primero involucra la selección de un pequeño número de especies de parásitos, las cuales son seleccionadas en base a una serie de criterios específicos (MacKenzie 1983, 2002, Williams *et al.* 1992) y el segundo, requiere de un número grande de hospederos, los cuales son examinados específicamente para estas especies de parásitos. En la segunda aproximación, los ensamblajes completos de parásitos son analizados empleando técnicas estadísticas más sofisticadas (Brickle y Mackenzie 2007). El empleo del método de la

parasitofauna para la identificación de stocks de peces marinos, ha ganado un gran reconocimiento al ser aplicable a los problemas de manejo de pesquerías y es cada vez más utilizado alrededor del mundo (MacKenzie 2002, MacKenzie y Abaunza 2005). Constituye también una herramienta prometedora para predecir sitios de captura, lo cual puede ayudar a combatir la pesca ilegal (Timi 2007). Sin embargo, a pesar de que el empleo de los parásitos como biomarcadores ha demostrado ser una herramienta útil para los investigadores que buscan establecer un ordenamiento adecuado de las pesquerías en muchas partes del mundo, en nuestro país casi no se tienen experiencias sobre el empleo de esta metodología científica.

En las costas del estado de Guerrero la familia Carangidae es una de las más diversas entre los peces marinos de esta área del Pacífico mexicano, e incluye unas 30 especies (Rojas-Herrera *et al.* 2011). Dentro de los carángidos destacan por su importancia económica y sus volúmenes de captura, el cocinero *Caranx caballus*, el ojetón *Selar crumenophthalmus* y el jurel *C. caballus*, los cuales son comercializados localmente de manera constante a lo largo de todo el año, esto garantiza la posibilidad de obtener muestras representativas de cada una de estas especies en cualquier momento. Algunas experiencias sobre la utilización de parásitos como biomarcadores para la diferenciación de stocks de poblaciones de carángidos en América del sur, del lado Atlántico, incluyen a las especies *Oligoplites palometa*, *O. saurus*, *O. sapiens* (Takemoto *et al.* 1996), *Caranx hippos* (Luque y Ramos 2001, Boada *et al.* 2012), *C. latus* (Luque y Ramos 2001) y *Trachurus lathami* (Braicovich *et al.* 2012). Mientras que en el Pacífico sur, la única especie de carángido estudiada ha sido *Trachurus murphyi* (George-Nascimento y Arancibia 1992, Oliva 1994, 1999; George-Nascimento 2000). Para el estado de Guerrero hasta antes de la presente investigación, solo se conocía el trabajo de Violante-González *et al.* (2016), sobre el empleo de los parásitos de *C. caballus* como biomarcadores poblacionales en las costas de Guerrero.

Por lo tanto en base a lo anteriormente expuesto, la presente investigación pretende determinar la composición de la parasitofauna y la variación espacio-temporal de los niveles de infección de sus parásitos, en poblaciones de 4 especies de carángidos: *Caranx caballus*, *C. caninus*, *Selar crumenophthalmus* y *Decapterus muroadsi*, con el objetivo de determinar los principales factores bióticos y abióticos que influyen en la estructuración de las comunidades de parásitos de estos peces; así como establecer los posibles grupos de parásitos que podrían ser utilizados como biomarcadores poblacionales, en futuros estudios sobre manejo pesquero en las costas del Pacífico mexicano.

II. ANTECEDENTES

2.1. Variaciones espaciales o temporales de las comunidades de parásitos.

La mayoría de los estudios que examinan variaciones en la composición de especies de las comunidades de parásitos, se han llevado a cabo en poblaciones de peces de agua dulce o salobre de regiones templadas (Simkova *et al.* 2005). Varios procesos han sido sugeridos como causantes de variaciones temporales y espaciales en las comunidades de parásitos en estas regiones, incluidas las fluctuaciones en algunos factores abióticos como: temperatura, salinidad y concentraciones de oxígeno disuelto (Miguez-Lozano *et al.* 2012). Factores bióticos relacionados con los hospederos, tales como variaciones en la abundancia de hospederos intermediarios (Zander 2004), o cambios en la abundancia, o en el comportamiento alimenticio y reproductivo de los hospederos finales (Simkova *et al.* 2005), pueden tener también un efecto importante en la composición y la variación en los niveles de infección de los parásitos entre localidades, así como a lo largo del tiempo.

Algunos estudios han determinado la relación existente entre la temperatura local promedio y la riqueza de especies de parásitos, a lo largo de gradientes latitudinales de riqueza de especies. Poulin y Rohde (1997) sugirieron que la relación existente entre la temperatura y la riqueza de comunidades de ectoparásitos de peces marinos, fue un claro indicador de la importancia de este parámetro ambiental, en la diversificación de los parásitos de peces en las regiones tropicales, en las cuales la riqueza de especies de ectoparásitos es más alta. Es señalado también que el área endémica de un parásito, es el área geográfica en la cual las condiciones ambientales son adecuadas para su transmisión. En este sentido, en el caso de los parásitos con ciclos de vida directos (como la mayoría de ectoparásitos), el área endémica es determinada principalmente por las condiciones ambientales existentes; mientras que para los parásitos con ciclos de vida indirectos (mayoría de endoparásitos), un requerimiento adicional es que deben estar presentes todos los hospederos adecuados para el desarrollo de todos sus estadios (Mackenzie y Abaunza 1998). Debido a esto, con frecuencia no se ha registrado una correlación positiva significativa entre la temperatura y la riqueza de especies de endoparásitos en peces marinos, como ha ocurrido en el caso de los ectoparásitos. Sin embargo, Poulin y Morand (2004) señalan que en el caso de las comunidades de parásitos de peces marinos, la temperatura influye no únicamente en el incremento del número de especies de parásitos, sino también en el incremento de su complejidad taxonómica a lo largo del tiempo evolutivo, por medio de grandes tasas de especiación y colonización de parásitos.

Esch y Fernández (1993) indican también que los patrones de distribución de los parásitos marinos, son determinados principalmente por perfiles de temperatura-salinidad y su asociación con masas de agua específicas. Señalan que debido a esto, el tamaño del pool de especies disponibles puede diferir de un área geográfica a otra, limitando el número de especies de parásitos que un hospedero puede adquirir a lo largo del tiempo, independientemente de las características de la especie de hospedero. Además su abundancia puede ser influenciada por las características del ecosistema local y su cadena trófica (Marcogliese 2002, Luque y Poulin 2004). 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 ensamblajes de especies que las conforman (Oliva y Luque 2010).

En las regiones tropicales se han realizado muy pocos estudios sobre las variaciones en la estructura y la composición de las especies de las comunidades de parásitos de peces marinos. En estas regiones, los cambios en la temperatura del agua no son tan extremos como en las regiones templadas, por lo que los procesos que pueden generar variaciones en estas comunidades de parásitos aún no son claros (Balboa y George-Nascimento 1998, Garcías *et al.* 2001, Vidal-Martínez y Poulin 2003, Iannacone y Alvaríño 2008, Iannacone *et al.* 2010, Sellers *et al.* 2015, Reverter *et al.* 2017).

2.2. Efecto de los factores bióticos en la variación de las comunidades de parásitos en peces marinos.

2.2.1. Dieta del hospedero.

Los peces predadores más ampliamente dispersos, presentan 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. Gran parte del traslapamiento de la dieta resulta de similitudes en la morfología de boca y el tamaño de la misma, incluso entre especies no relacionadas. 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). Las dietas de los peces pueden además variar de manera estacional, geográficamente y con la profundidad.

Los hábitos alimenticios de los peces pueden por lo tanto influir también en la riqueza de especies de parásitos de sus comunidades 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 como Guégan y Kennedy (1993), no comparten este punto de vista, ya que según ellos los predadores tope no acumulan parásitos en una forma comparable a la bioacumulación. 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 tasas de parásitos a partir de su dieta, en comparación con aquellos de niveles tróficos más bajos, a lo largo del tiempo evolutivo.

2.2.2. Tamaño del hospedero.

Algunos estudios establecen que algunas características del hospedero pueden tener una gran influencia en la variación de la composición de especies de parásitos en peces marinos (Morand *et al.* 2000). 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 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, que 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

2.2.3. Abundancia del hospedero.

Estudios realizados sobre modelación epidemiológica, indican que la densidad poblacional del hospedero, la cual regula la tasa de contacto entre éstos y los estadios infectivos, es el factor clave que determina si una especie de parásito puede invadir y persistir en una población de hospedero. En comparaciones entre diferentes especies de hospedero, aquellos que presentan densidades poblacionales más altas, pueden albergar más especies de parásitos, debido a que exceden el umbral de persistencia de la mayoría de especies de parásitos, en comparación con aquellos que presentan una densidad poblacional más baja. En los peces el comportamiento social, determina la densidad del hospedero (Morand *et al.* 2000, Luque *et al.* 2004). En este sentido, la abundancia del hospedero ha sido también positivamente correlacionada con la diversidad de parásitos, debido a que hospederos con grandes poblaciones, mantendrán más fácilmente poblaciones de parásitos adultos (Morand *et al.* 2000, Luque *et al.* 2004).

2.2.4. 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 y Poulin (2004, 2008) encontraron una relación entre el comportamiento de formación de cardumen en peces marinos de la costa de Brasil y la diversidad taxonómica de las especies de parásitos en ensamblajes de endoparásitos marinos, en comparación con aquellos que no formaban cardumen. Asimismo mencionan, que en el caso de los hospederos que presentan este comportamiento social, la densidad es un determinante muy importante de su diversidad de parásitos.

2.3. Estudios sobre variación temporal o espacial de comunidades de parásitos marinos.

Dentro de los estudios realizados sobre la variación espacial o temporal de las comunidades de parásitos de peces marinos en el continente americano, se incluyen los siguientes. Balboa y George-Nascimento (1998) analizaron la persistencia entre años de muestreo, de la relación existente entre la ontogenia del hospedero y los descriptores infracomunitarios en dos especies de peces marinos (*Sebastes capensis* y *Helicolenus lengerichi*) en la costa de Chile. Ellos reportaron variaciones ontogenéticas en la composición y en los descriptores cuantitativos de las infracomunidades de parásitos de *H. lengerichi*, pero no en las de *S. capensis*. De manera general, concluyeron que la composición de las infracomunidades de parásitos, varió entre los años de muestreo en ambas especies de hospedero. Garcías *et al.* (2001) examinaron la variación inter-anual de las infracomunidades de parásitos de la corvina *Cilus gilberti* en Chile, con el objetivo de determinar si las características infracomunitarias (composición, riqueza, diversidad, abundancia y dominancia), se modificaban o no sustantivamente entre años de muestreo. Ellos registraron variaciones significativas en la composición de las infracomunidades, aunque no en la riqueza, abundancia, diversidad y dominancia de las mismas.

Por su parte Vidal-Martínez y Poulin (2003) examinaron la estabilidad espacial y temporal en la estructura de la comunidad de parásitos de dos especies de peces (*Epinephelus morio* y *Cichlasoma urophthalmus*) en las costas de Yucatán. Señalaron que la estructura de las comunidades de parásitos no fue estable tanto espacial como temporalmente, en ninguno de los dos hospederos. La distancia entre las localidades fue un determinante importante de la predictibilidad en la estructura de las comunidades de parásitos de acuerdo con estos autores.

Iannacone *et al.* (2010) evaluaron la estructura comunitaria de los parásitos de *Sciaena deliciosa*, a partir de muestras tomadas con 20 años de diferencia en Lima, Perú (1987, 1988 y 2008) en peces de similar longitud corporal. Los autores registraron una variación significativa en los niveles de infección de algunos parásitos, la cual fue atribuida a la variación en los tipos de presas disponibles entre los años de muestreo, en el caso de los endoparásitos; así como a las posibles fluctuaciones estacionales de estos mismos hospederos intermediarios. Otro factor de variación sugerido fue la posible influencia de diferencias en la temperatura superficial asociadas con un evento moderado de El Niño, ocurrido durante los primeros muestreos, así como por la amplitud del periodo de muestreo.

Braicovich y Timi (2010) realizaron un estudio sobre la estabilidad estacional de ensamblajes de parásitos de *Percophis brasiliensis* entre estaciones durante un año, en la costa de Argentina. Ellos indicaron que las muestras estacionales mostraron un alto grado de homogeneidad en la composición taxonómica, así como en los niveles de infección de los parásitos, por lo que concluyen que tanto la composición como la estructura de la comunidad fue estacionalmente repetible.

Santana-Piñeiros *et al.* (2012) examinaron la estructura espacial de las comunidades de helmintos de *Symhurus plagiusa* de la costa de Campeche, en el sureste de México. Sus resultados indicaron que las comunidades de parásitos en *S. plagiusa* fueron espacialmente estructuradas, aunque la estructura varió en su forma, intensidad y extensión a lo largo del tiempo. Los factores que generaron cambios en la estructura de las comunidades, fueron variaciones en los niveles de infección de las especies numéricamente dominantes, la heterogeneidad ambiental entre las localidades, así como la dinámica temporal de las variables ambientales (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, etc.).

2.4. Importancia de los parásitos como marcadores biológicos.

Los parásitos han sido utilizados por casi un siglo como indicadores, o marcadores biológicos, con el objetivo de proporcionar información importante sobre varios aspectos de la biología del hospedero, como su dieta, comportamiento alimenticio, migraciones, filogenia y sistemática (Williams *et al.* 1992). Además, los parásitos pueden ser utilizados también para la diferenciación de stocks de peces de diferentes localidades geográficas, requisito indispensable para el manejo sustentable de las pesquerías (MacKenzie 1983, 2002; Mosquera *et al.* 2003, Oliva y González 2004, MacKenzie y Abaunza 2005, Timi 2007).

De manera general, el método utilizado en los estudios de dinámica poblacional o de migraciones, es el de marcaje y recaptura. Sin embargo, los procedimientos de etiquetado requieren de una gran manipulación de los peces, lo cual estresa e influye en la supervivencia de los mismos. Por lo tanto, los marcadores biológicos o biomarcadores, pueden proporcionar una mejor alternativa que el empleo de marcas artificiales, principalmente en el caso de poblaciones de especies delicadas o de aguas profundas, así como para poblaciones de crustáceos, los cuales pueden eliminar sus marcas artificiales cuando mudan. Además, los muestreos rutinarios y los exámenes parasitológicos son más baratos, que los sofisticados estudios que utilizan la aplicación de etiquetas artificiales las cuales pueden dañar a los peces, o influir en su comportamiento (Williams *et al.* 1992). Los parásitos pueden ser utilizados como marcadores biológicos, debido a que no obstante que varias de sus características biológicas, como su

tamaño corporal, periodo de vida y rendimiento reproductivo, tienden a producir poblaciones muy similares, en cualquier sitio donde llegan a establecerse (Poulin 2006), los factores ambientales locales pueden regular la supervivencia y el éxito de la transmisión de los estadios infectivos, ocasionando variaciones inter-poblacionales de las cargas de parásitos (Timi 2007).

Uno de los primeros intentos para emplear a los parásitos como indicadores biológicos fue el de Dogiel y Bychovsky (1939) quienes los utilizaron para diferenciar stocks de esturiones (*Acipenser spp.*) en el mar Caspio (Williams *et al.* 1992). La mayoría de estudios que tratan sobre el empleo de los parásitos para la diferenciación de stocks, se han realizado en poblaciones de peces de importancia comercial.

2.5. Criterios empleados para evaluar la utilización de parásitos como biomarcadores.

De acuerdo con MacKenzie (1983, 2002) y Williams *et al.* (1992), los parásitos deben reunir una serie de requisitos, antes de que puedan ser propuestos como biomarcadores de poblaciones de peces.

1. Los parásitos deben tener niveles de infección significativamente diferentes en el hospedero estudiado en distintos sitios de su área de estudio; es decir, diferencias en su prevalencia y/o en su intensidad de infección promedio entre muestras o localidades.

2. Kabata (1963) consideró que un parásito que sea utilizado como biomarcador debe incluir solo un hospedero en su ciclo de vida; en tanto que Sindermann (1983) sugiere el empleo de parásitos con ciclos de vida complejos, aunque señaló que ellos involucran más trabajo en estudios extensos. Sin embargo, los parásitos que presentan un solo hospedero en su ciclo de vida son los más fáciles para utilizar. No obstante, muchos estudios exitosos incluyeron parásitos con más de un hospedero en su ciclo de vida, y la información generada con frecuencia ha sido una contribución más importante sobre las relaciones hospedero-parásito.

3. El parásito debe tener un tiempo de vida largo, o permanecer como una forma identificable en el hospedero investigado, durante un tiempo suficiente para cubrir el periodo completo de la investigación. El tiempo de vida mínimo aceptable del parásito, varía dependiendo del tipo de población estudiada. Se considera que este es el criterio más importante para valorar la conveniencia de un parásito como biomarcador (Williams *et al.* 1992).

4. La prevalencia de un parásito biomarcador debe permanecer relativamente estable de una estación a otra, así como de un año a otro. Sin embargo, las variaciones estacionales pueden servir para determinar migraciones estacionales de los hospederos estudiados. Además, existe suficiente evidencia de que muchas poblaciones de parásitos acuáticos son básicamente

inestables a lo largo del tiempo (Kennedy 1985). Los problemas planteados por las fluctuaciones anuales pueden ser superados por las siguientes infecciones en una sola clase anual del hospedero y evitando las comparaciones de datos de clases de años combinadas.

5. Las condiciones ambientales a lo largo de las áreas estudiadas deben de encontrarse (de preferencia) dentro del rango fisiológico del parásito utilizado como biomarcador. Esta condición es aplicable a los ectoparásitos, los cuales se encuentran directamente expuestos durante todo el tiempo al medioambiente externo. Por otra parte, un estudio de marcadores biológicos depende generalmente del hecho, de que la distribución del parásito se encuentra limitada directa o indirectamente por las condiciones ambientales. Las condiciones ambientales desfavorables, actúan directamente sobre los estadios de vida libre de helmintos endoparásitos y/o sobre la dispersión de estadios de protozoarios. Estas condiciones adversas pueden también actuar de manera indirecta, a partir de la limitación en la distribución de otros hospederos, los cuales son esenciales para completar el ciclo de vida de los parásitos. Se considera que es importante tener un buen conocimiento del rango de tolerancia a varios factores ambientales, de cada uno de los diferentes estadios de un parásito propuesto como biomarcador, así como de sus hospederos, cuando esto es posible.

6. El parásito debe ser fácilmente detectado e identificado, por ejemplo parásitos metazoarios muy pequeños los cuales no producen lesiones obvias u otros signos de infección, deben ser evitados en lo posible. Si un parásito es fácilmente confundido con otras especies, el tiempo que toma confirmar la identidad de cada espécimen puede llegar a constituir un factor limitante.

7. El examen del hospedero para ubicar a un parásito marcador debe involucrar una disección mínima, la existencia de un alto grado de especificidad en un sitio por parte de un parásito se considera como una ventaja.

8. Aunque los parásitos patogénicos pueden ser algunas veces buenos marcadores, aquellos que afectan el comportamiento del hospedero no deben ser utilizados.

2.6. Utilización de los parásitos en la separación de stocks de peces.

El objetivo de estos estudios ha sido identificar grupos intraespecíficos (stocks), los cuales son distinguidos por diferentes patrones de comportamiento, en ciertos estadios de su historia de vida. Los stocks pueden diferir en cuanto a la utilización de diferentes áreas de protección (guarderías), alimentación, o áreas de desove, o posiblemente en algunas otras formas de comportamiento. Varios grupos de diferentes especies de parásitos son apropiados para ser empleados como marcadores en la separación de stocks, dado que no es generalmente

necesario seleccionar solo parásitos con periodos de vida largos en el hospedero (MacKenzie 1983, 2002; Williams *et al.* 1992).

MacKenzie (1983, 2002) señaló que los parásitos más comúnmente utilizados para diferenciar stocks en poblaciones de peces marinos, han sido las larvas de nemátodos anisáquidos, probablemente debido a que son algunos de los helmintos más comunes que se encuentran en los teleósteos marinos. Las larvas de nemátodos anisáquidos, han sido utilizadas como marcadores biológicos en varias especies de peces del Atlántico norte como *Sebastes* spp., *Clupea harengus* y *Scomber scombrus*. Por el contrario, los estudios que emplean nemátodos adultos como biomarcadores son raros. Por ejemplo, se han empleado adultos de *Hysterothylacium aduncum* como marcador para separar stocks de bacalao (Williams *et al.* 1992).

Algunos investigadores sugieren que los digéneos tienen más ventajas como marcadores que otros tipos de parásitos, dado que ellos tienden a ser altamente específicos para el primer hospedero, el cual es generalmente un molusco. La distribución geográfica de los moluscos determina en gran medida el área dentro de la cual un pez, segundo intermediario puede llegar a ser infectado, y también sobre la naturaleza sedentaria o migratoria del pez que actúa como hospedero intermediario. Varias especies de digéneos, principalmente de las familias Acanthocolpidae, Acanthostomatidae, Bucephalidae, Diplostomatidae y Heterophyidae, emplean peces como hospederos intermediarios. Las metacercarias de estos digéneos han sido empleadas en un gran número de estudios como biomarcadores. Por ejemplo el digéneo *Hemiurus levinseni* se utilizó para discriminar stocks del bacalao en aguas de Groenlandia, junto con el nemátodo *Hysterothylacium aduncum*. El stock del bacalao costero estuvo caracterizado por altos niveles de *H. levinseni* y baja abundancia de *H. aduncum*, en tanto que el stock del bacalao localizado lejos de la costa, pudo ser diferenciado por sus altos niveles de *H. aduncum* y bajos niveles de *H. levinseni* (Williams *et al.* 1992).

Metacéstodos (larvas) principalmente aquellos del orden Trypanorhyncha, han sido utilizados también con éxito como biomarcadores en la separación de stocks de varias especies de peces óseos marinos. Los metacéstodos marinos han sido más frecuentemente utilizados como indicadores biológicos que los céstodos adultos, debido a que los céstodos marinos adultos, se encuentran más comúnmente en elasmobranquios, los cuales actúan como hospederos finales.

Los copépodos parásitos han sido utilizados también en estudios para la separación de stocks de peces marinos. Por ejemplo, los copépodos *Lernaecera branchialis* y *Sphyrion lumpi*

fueron empleados para la diferenciación de stocks de bacalaos (*Gadus morhua*) y redfish (*Sebastes* spp.), respectivamente. Hongos, protozoarios, monogéneos, acantocéfalos e isópodos han sido utilizados con un grado más variable de éxito, para la separación de stocks de peces marinos (MacKenzie 1983, 2002). En particular, los monogéneos han sido utilizados en un mayor número de estudios como indicadores para la separación de stocks.

2.7. Empleo de los parásitos como biomarcadores en el Continente Americano.

Entre los primeros estudios efectuados en el continente americano, es posible mencionar el efectuado por Jones (1991) quien empleó diferencias en la prevalencia y el patrón de distribución de los parásitos para estudiar el movimiento del atún (*Thunnus alalunga*) en el Pacífico sur. El concluyó que el movimiento estacional de la pesquería, junto con los datos del parásito, apoyaban la hipótesis de que los juveniles se movían hacia el sur de Nueva Zelanda desde los trópicos y no regresaban hasta que habían alcanzado la madurez sexual (Mosquera *et al.* 2003).

Por otra parte, el empleo de parásitos como marcadores biológicos en estudios poblacionales de peces marinos en el suroeste del Atlántico, ha demostrado ser una herramienta exitosa para la diferenciación de stocks de todas las especies, para las cuales ha sido aplicada: *Scomber japonicus*, *Engraulis anchoita*, *Merluccius hubbsi* y *Cynoscion guatucupa*, la última estudiada sobre una amplia escala geográfica (Brasil, Uruguay y Argentina, Timi 2007). Se ha sugerido que el éxito obtenido en esta región, se debe a que los patrones de distribución y abundancia de los parásitos, dependen a su vez de la abundancia y distribución geográfica de todos los hospederos involucrados en sus ciclos de vida, así como de la existencia de condiciones ambientales adecuadas para su transmisión, dado que sus patrones de distribución son determinados principalmente por perfiles de temperatura-salinidad y su asociación con masas de agua específicas (Esch y Fernández 1993, Sardella y Timi 2004, Timi 2007). En este sentido, el gradiente en la distribución de los parásitos, determina diferencias en la composición de sus comunidades a distintas latitudes, lo cual hace posible la identificación de diferentes stocks de peces que actúan como sus hospederos.

En la región de Pacífico sur, es posible mencionar los estudios de George-Nascimento y Arancibia (1992) quienes utilizaron los métodos de la parasitofauna y el de la morfometría para discriminar stocks ecológicos y migraciones del jurel *Trachurus symmetricus*, en tres zonas de pesca frente a Chile. Oliva (1999) estudio la parasitofauna de *Trachurus murphyi*, en 7 puertos, comprendidos entre Paita Perú, y el norte de Chile (Talcahuano). Otros estudios realizados

principalmente en las costas chilenas son los de Oliva (2001) (*Macruronus magellanicus*), Oliva y Ballón (2002) (*Merluccius gayi gayi*), Oliva y González (2004) (*Sebastes capensis*), Oliva *et al.* (2004) (*Hippoglossina macrops*), Valdivia *et al.* (2007) (*Engraulis ringens*) y Oliva *et al.* (2008) (*Scomber japonicus*).

En México los integrantes de la familia Carangidae, son uno de los grupos de peces marinos que ha sido más intensamente estudiado, aunque desde un enfoque taxonómico (Pulido-Flores 1997). De unas 27 especies de la familia, se han reportado unas 48 especies de helmintos: dos aspidogástricos, 29 monogéneos, 15 tremátodos y dos acantocéfalos. En un estudio taxonómico de los platelmintos parásitos de 3 especies de carángidos (*Caranx caballus*, *C. hippos* y *Trachinotus rhodopus*) en la Bahía de Chamela, Jal., Pulido-Flores (1997) reportó un total de 19 especies para los 3 hospederos y de manera particular 9 especies para *C. caballus*. Sin embargo, no se han realizado estudios sobre las comunidades de parásitos de éstas y otras especies de carángidos en las costas del Pacífico mexicano; además de que casi no existen antecedentes sobre el empleo del método de la parasitofauna (a excepción de Violante-González *et al.* 2016), como una herramienta biológica para la discriminación de poblaciones de peces marinos.

III. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar los principales factores bióticos y abióticos que influyen en la estructuración de las comunidades de parásitos de cuatro especies de carángidos; así como determinar que especies pueden ser propuestas como biomarcadores poblacionales, de cada especie de hospedero.

Objetivos específicos

1. Determinar la composición y la estructura de la parasitofauna de los carángidos: *Caranx caballus*, *C. caninus*, *Selar crumenophthalmus* y *Decapterus muroadsi*, en algunas localidades del Pacífico mexicano.
2. Establecer cuáles son los principales factores bióticos y abióticos, que influyen en la variación espacial y temporal de las comunidades de parásitos.
3. Estimar el grado de similitud de las comunidades de parásitos entre las 4 especies de hospedero, así como entre localidades y años de muestreo.
4. Determinar las especies de parásitos que pueden ser propuestas como biomarcadores poblacionales, para cada especie de hospedero.

IV. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Debido a que los factores ambientales pueden ejercer un efecto importante sobre la estructura de las comunidades de parásitos, la parasitofauna de cada especie de carángido puede presentar cambios importantes en sus niveles de infección tanto entre localidades, como entre años de muestreo, permitiendo de esta manera su posible empleo como biomarcadores poblacionales.

V. ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LOS HOSPEDEROS

5.1. Características generales de la familia Carangidae.

La familia carangidae (carángidos) es una familia de peces marinos incluida en el orden Perciformes, los integrantes de esta familia se encuentran ampliamente distribuidos en todos los mares tropicales y subtropicales (Océanos Atlántico, Índico y Pacífico). 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., alcanzan tallas grandes y son de alta importancia económica (Saucedo-Lozano *et al.* 2012, Nelson *et al.* 2016).

Está conformada por cuatro subfamilias, 32 géneros y 140 especies, de las cuales la subfamilia Trachinotinae tiene dos géneros (*Llichia* y *Trachinotus*) y 21 especies; Scomberoidinae con tres géneros (*Oligoplites*, *Parona* y *Scomberoides*) y 10 especies; Naucratinae cinco géneros (*Campogramma*, *Elegatis*, *Naucrates*, *Seriola* y *Seriolina*) y 13 especies y la Caranginae, la cual se caracteriza por ser la más numerosa con 22 géneros (*Alectis*, *Carangoides*, *Caranx*, *Parastromateus*, *Decapterus*, *Gnathanodon*, *Hemicaranx*, *Megalaspis*, *Parastromateus*, *Selar*, *Selene*, *Trachurus* y *Uraspis*, entre otros) y cerca de 96 especies (Smith-Vaniz 1995, Nelson *et al.* 2016). En el Pacífico mexicano, la diversidad de los carángidos es muy alta, reportándose alrededor de 20 especies, destacando las especies: *Caranx caninus*, *C. caballus* y *C. sexfasciatus* (Rodríguez *et al.* 1992, Balart *et al.* 1995).

Los carángidos son peces marinos 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 (Robertson y Allen 2008).

5.2. Diagnósis de las especies de carángidos

5.2.1. *Caranx caballus*

Phylum: Chordata

Clase: Actinopterygii

Orden: Perciformes

Familia: Carangidae

Género: *Caranx*

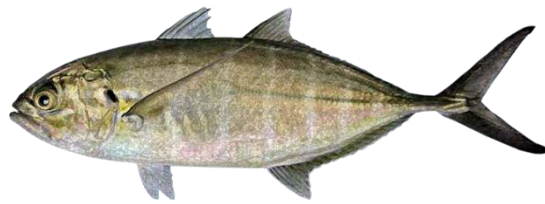


Figura 1. Cocinero *Caranx caballus*

Nombre Científico: ***Caranx caballus*** (Gunther, 1869).

El cocinero *Caranx caballus* (Fig. 1) es un pez pelágico marino que se encuentra ampliamente distribuido a lo largo de las costas del Pacífico, desde el sur de California, E. U., hasta Chile (Robertson y Allen 2008, Mair *et al.* 2012). Se localiza generalmente en la plataforma continental, por lo general cerca de la costa; aunque también en aguas más profundas de 100 m. Se estima que puede alcanzar una longitud de 55 cm como máximo (Smith-Vaniz 1995). Este pez se alimenta principalmente de crustáceos, moluscos, quetognatos, cnidarios y pequeños peces pelágicos como los engraulidos y clupeidos. No obstante, estos peces son también presas de grandes depredadores como tiburones y peces espada (Robertson y Allen 2008, Mair *et al.* 2012).

De acuerdo con datos de pesca en el estado de Guerrero, el cocinero alcanzó sus volúmenes de captura más altos, durante los años 2010 y 2014 (Fig. 2). No obstante, su captura ha sido baja en algunos años, como se observa durante el periodo 2006-2007.

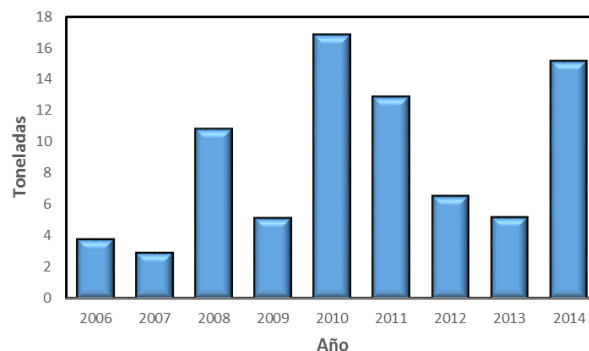


Figura 2. Registros de volúmenes de captura de *Caranx caballus*, en el estado de Guerrero.

El volumen promedio anual de captura de *C. caballus*, en las costas de Guerrero durante un periodo de 9 años, ha sido de 8.82 toneladas, el cual es el más alto para las especies de carángidos capturados en este estado.

5.2.2. *Caranx caninus*

Clasificación taxonómica

Phylum: Chordata

Clase: Actinopterygii

Orden: Perciformes

Familia: Carangidae

Género: *Caranx*



Figura 3. Jurel *Caranx caninus*

Nombre Científico: ***Caranx caninus*** (Gunther, 1867).

El jurel del Pacífico *Caranx caninus* (Fig. 3) es un pez pelágico oceanódromo de gran importancia económica el cual se distribuye ampliamente en el Océano Pacífico oriental desde California, EE. UU. hasta el norte de Perú (Allen y Robertson 1998, Espino-Barr *et al.* 2008). Se le encuentra generalmente en aguas oceánicas y costeras desde poco profundas, hasta unos 100 m de profundidad (Smith-Vaniz 1995). Presenta un comportamiento gregario, formando cardúmenes de tamaño mediano a grandes, aunque los adultos pueden ser solitarios. Su dieta consiste principalmente en especies de peces pequeños, pero también consume camarones y otros invertebrados (Allen y Robertson 1998).

A diferencia de *C. caballus*, los volúmenes de captura reportados para *C. caninus* en las costas del estado de Guerrero, han sido generalmente menores a las 6 toneladas (Fig. 4), a excepción de los años 2008 y 2012, en los cuales se registraron las capturas más altas (Fig. 5). El volumen promedio anual para esta especie, es de 4.37 toneladas, para un periodo de 9 años (2006-2014).

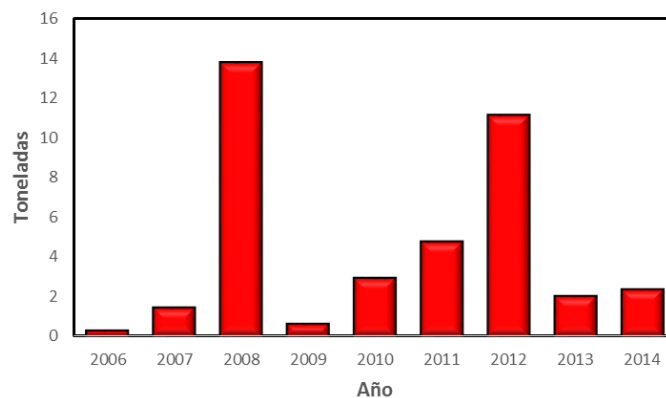


Figura 4. Registros de volúmenes de captura de *Caranx caninus*, en el estado de Guerrero.

5.2.3. *Selar crumenophthalmus*

Clasificación taxonómica

Phylum: Chordata

Clase: Actinopterygii

Orden: Perciformes

Familia: Carangidae

Género: *Selar*



Figura 5. Ojotón *Selar crumenophthalmus*

Nombre Científico: ***Selar crumenophthalmus*** (Bloch, 1793)

El ojotón *Selar crumenophthalmus* (Fig. 5) se distribuye desde el Pacífico oriental (desde México hasta el Perú, incluyendo las Islas Galápagos), del Atlántico occidental (desde Nueva Escocia, Bermuda, el Golfo de México y el Mar Caribe hasta São Paulo, Brasil) y del Atlántico oriental (desde Cabo Verde hasta el sur de Angola) (Welch *et al.* 2013, Argente *et al.* 2014). Son peces de talla pequeña (14 a 21 cm) de hábitos principalmente nocturnos, los cuales se dispersan durante la noche para alimentarse de pequeños camarones, invertebrados bentónicos, gasterópodos, huevos de peces pelágicos, pequeñas larvas de peces pelágicos que forman parte del zooplancton. Forman grupos compactos de unos cientos a miles de individuos (Siwat *et al.* 2016).

De acuerdo con los reportes de captura los volúmenes del ojotón en las costas de Guerrero, fueron cercanos a las 12 toneladas en el año 2011 (Fig. 6). El volumen promedio anual de captura de *S. crumenophthalmus* durante el periodo evaluado, se estimó en 6.33 tons, ubicándose en segundo lugar, después de la captura promedio del cocinero.

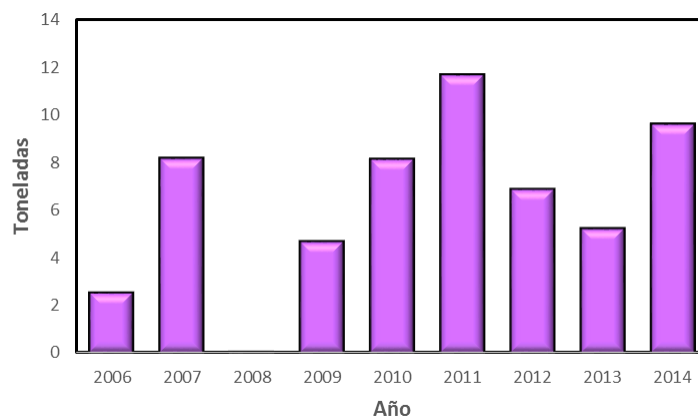


Figura 6. Registros de volúmenes de captura de *Selar crumenophthalmus*, en el estado de Guerrero.

5.2.4. *Decapterus muroadsi*

Clasificación taxonómica

Phylum: Chordata

Clase: Actinopterygii

Orden: Perciformes

Familia: Carangidae

Género: *Decapterus*



Figura 7. Ojotón de roca *Decapterus muroadsi*

Especie: ***Decapterus muroadsi*** (Rüppell, 1830).

El plátano u ojotón de roca *D. muroadsi* (Fig. 7) es una especie costera que habita en el Indo-Pacífico: Japón y el noroeste de las islas de Hawái, costa este y oeste de Australia, Rapa e islas de Pascua; y desde el Golfo de California hasta Perú. Este pez es considerado como desovador pelágico al igual que muchos carángidos. Los miembros de este género *Decapterus* pueden alcanzar los 46 cm de longitud total, como en el caso de *D. macarellus*, no obstante, las tallas máximas de captura reportadas en las costas de Colima son de 25.5 cm de longitud total en promedio (Espino-Bar *et al.* 2003). *Decapterus muroadsi* se alimenta principalmente de crustáceos (Ory *et al.* 2017), al igual que *S. crumenophthalmus* es un pez forrajero que sirve como presa para peces ictiófagos de gran tamaño (Welch *et al.* 2013). No se reportan capturas para el estado de Guerrero, dado que al parecer es una especie menos abundante que *S. crumenophthalmus*. Sin embargo Espino-Bar *et al.* (2003), han reportado algunos años de captura de *D. muroadsi* en las costas de Colima (Fig. 8). De acuerdo con estos autores, la captura más alta para este carángido se obtuvo durante el año de 1995, la cual sobrepasó las 25 toneladas; no obstante en la mayoría de los años las capturas han sido menores a las 10 toneladas.

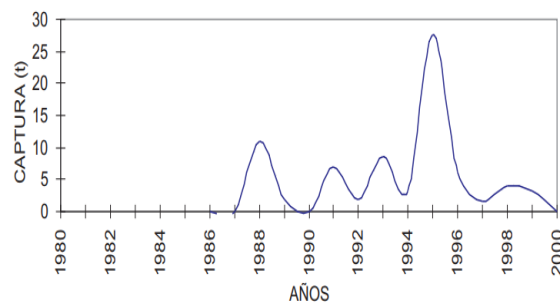


Figura 8. Registros de volúmenes de captura de *Decapterus muroadsi*, en el estado de Colima (Espino-Bar *et al.* 2003).

VI. METODOLOGÍA

6.1. Área de estudio

Durante la presente investigación, se examinaron peces de una o varias de las 7 localidades muestreadas (Fig. 9). En el estado de Oaxaca la localidad muestreada fue Zapotalito ($15^{\circ}58' N$, $97^{\circ}41' W$), en tanto que el estado de Guerrero, las localidades consideradas fueron Marquelia ($16^{\circ}35' N$, $98^{\circ}49' W$), Acapulco ($16^{\circ} 83' N$, $99^{\circ} 88' W$), Puerto Vicente ($17^{\circ}15' N$, $101^{\circ} 01' W$) y Zihuatanejo ($17^{\circ} 40' N$, $101^{\circ} 34' W$), en Michoacán la localidad de Lázaro Cárdenas ($17^{\circ}57' N$, $102^{\circ}11' W$), mientras que en Nayarit la única localidad muestreada fue San Blas ($21^{\circ}32' N$, $105^{\circ}17' W$).



Figura 9. Localidades muestreadas en las costas del Pacífico mexicano.

Las localidades muestreadas más distantes fueron Zapotalito Oax. y San Blas Nay. (distancia = 1,893 km), en tanto que las más cercanas Zapotalito y Marquelia (distancia = 85 km).

6.2. Colecta de los organismos

Las muestras de ejemplares de las 4 especies de carángidos: *Caranx caballus* ($n = 708$), *C. caninus* ($n = 492$), *Selar crumepthalmus* ($n = 402$) y *Decapterus muroadsi* ($n = 161$) de 7 localidades del Pacífico mexicano (Fig. 9), fueron obtenidas a partir de las capturas comerciales efectuadas regularmente en cada una de las localidades. Los peces fueron trasladados hasta el laboratorio de la Facultad de Ecología Marina y fueron procesados solo algunas horas después de su captura.

6.3. Datos biométricos

A cada uno de los peces les fueron tomadas las biometrías más importantes como la longitud total con un ictiómetro convencional con escala mínima de 1 mm. El peso total se determinó empleando una balanza digital OAHUS con una 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. El sexo se determinó solo en el caso de ejemplares adultos, cuando fue posible.

6.4. Examen helmintológico

El análisis helmintológico se basó principalmente en las técnicas propuestas por Vidal-Martínez *et al.* (2001). Los helmintos encontrados en cada uno de los diferentes órganos, fueron separados y fijados en frascos con alcohol al 70% para ser aclarados y teñidos con colorantes biológicos como el carmín clorhídrico o tricrómica de Gomori, siendo montados en resina sintética o bálsamo de Canadá para ser identificados con claves taxonómicas.

6.5. Relación longitud-peso

Para determinar la relación longitud-peso de los peces se empleó una ecuación potencial del tipo:

$$W_t = a L_t^b$$

Donde 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.

Donde el coeficiente de regresión b proporciona información sobre el tipo de crecimiento que exhibe la especie; si $b = 3$, el crecimiento es considerado isométrico y cuando $b \neq 3$, el crecimiento es de tipo alométrico.

Se empleó el coeficiente de variación (C.V) de cada medición (longitud y peso), en cada uno los muestreos de cada localidad y año de muestreo. 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, se expresa generalmente en porcentajes y considera que una población o muestra es mucho más variable cuando el porcentaje obtenido es mayor.

$$C. V = [\sigma/\mu] \times 100$$

Donde σ = desviación estándar y μ = media.

Se determinó el factor de condición (k) de los peces de cada especie de carángido, mediante la fórmula:

$$K = W_t/L_t^3$$

Donde 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. 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 año de muestreo, utilizando para ello el método cualitativo de frecuencia de ocurrencia (FO), el cual se expresa generalmente en porcentajes (Lima-Junior y Goitein 2001, Muñoz *et al.* 2006). El índice de FO, expresa la frecuencia de aparición de un tipo de componente alimenticio, con respecto a todos los estómagos analizados, mediante la siguiente formula:

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

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

6.7. Caracterización de las infecciones

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

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). El índice de

dispersion varianza/media (ID) fue utilizado para describir patrones de dispersion de las especies de parásitos, en cada hospedero, localidad y año de muestreo.

Intensidad promedio: Número total de parásitos dividida entre el número total de hospederos infectados.

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 en los porcentajes de infección de las especies, entre los años de muestreo. En tanto que para determinar diferencias entre las abundancias promedio de las especies de parásitos, se empleó una prueba de χ^2 o el modelo lineal general (MLG). Se aplicaron además pruebas de correlación por rangos de Spearman (r_s), para determinar si existía relación entre los valores de prevalencia y abundancia promedio de cada especie de parásito ($p \leq 0.05$).

6.8. Caracterización de las comunidades de parásitos

La descripción de las comunidades de parásitos se efectuó a dos niveles: comunidad componente (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 consideró el número total de especies, el número total de parásitos, el índice de diversidad para comunidades muestreadas de Shannon-Wiener (H), así como el índice de Berger-Parker (IBP) 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 y N_t : total de individuos en la muestra.

Se utilizó el índice de porcentaje de similitud de Bray-Curtis (PS), para determinar similitudes o diferencias en la composición de especies de las comunidades de parásitos, entre hospederos,

localidades y años de muestreo. Posibles diferencias entre los parámetros a nivel comunidad componente, se identificaron por medio de la utilización de pruebas *t*-Student, las correlaciones entre algunos parámetros se calcularon usando el coeficiente por rangos de Spearman (r_s).

Se emplearon análisis multivariados (MLG) para identificar diferencias en los parámetros de infracomunidad (variables dependientes) entre hospederos, localidades, años de muestreo, y estación climática; así como en respuesta a las anomalías climáticas (MEI) (variables predictoras). La longitud total de los peces fue utilizada como covariable para controlar la influencia de la longitud de los peces. Se aplicó además un análisis de componentes principales (ACP), para identificar los posibles factores bióticos o abióticos que pudieran influir en la riqueza y la diversidad de especies en las infracomunidades de parásitos. Las variables predictoras consideradas en este análisis fueron: la especie de hospedero, la longitud total, sexo, factor de condición (Kn, Froese 2006), dieta (calculada como la diversidad de items consumidos por los hospederos durante cada año de muestreo), número de especies de endoparásitos y de ectoparásitos, estación climática (secas/lluvias), temperatura superficial, salinidad, año de muestreo y los valores del índice de anomalías climáticas (MEI), registrados para cada fecha de muestreo.

Los valores de los parámetros ambientales (temperatura y salinidad), incluidos para cada localidad y año de muestreo, fueron obtenidos de estudios aún no publicados, realizados en las mismas localidades y fechas de muestreo.

Para determinar si el análisis fue o no adecuado, se emplearon la prueba de Kaiser-Meyer-Olkind (KMO), la cual determina si los tamaños de muestra utilizados fueron adecuados para el análisis; así como la prueba de esfericidad de Bartlett, que evalúa la posibilidad de que exista redundancia entre las variables utilizadas. Se utilizó el método de rotación de varianza máxima para trazar los ejes de ordenación (Clarke y Warwick 2001, Muñoz *et al.* 2006). Cada eje representa la posición de las variables en el nuevo espacio. Las variables que se encuentran más cercanas unas de otras, son las que presentan un mayor grado de asociación en el análisis.

Se emplearon funciones de análisis discriminantes (FAD), para determinar posibles diferencias en la estructura de las comunidades de parásitos de cada hospedero, entre localidades o años de muestreo, utilizando datos de frecuencia de ocurrencia y abundancia de especies componente (es decir especies con prevalencia $\geq 10\%$ en al menos un año de muestreo, Bush *et al.* 1990).

VII. RESULTADOS

7.1. Aspectos poblacionales de los hospederos.

Durante el presente estudio que abarcó un periodo de 9 años de muestreo en 7 localidades del Pacífico mexicano (Zapotalito, Oax.; Marquelia, Acapulco, Puerto Vicente, Zihuatanejo, Gro.; Lázaro Cárdenas Mich.; y San Blas, Nay.), se examinaron un total de 1,763 especímenes de 4 especies de carángidos: *Caranx caballus* ($n = 708$), *C. caninus* ($n = 492$), *Selar crumepthalmus* ($n = 402$) y *Decapterus muroadsi* ($n = 161$). La longitud total promedio de los peces (Tabla 1) varió significativamente entre especies de hospedero, localidades y años de muestreo ($t = 6.35$, $p < 0.01$).

De manera general, los peces de mayor longitud total promedio examinados correspondieron a la especie *C. caballus* (36.2 ± 2.6 y 39.7 ± 7.3), siendo colectados durante dos muestreos efectuados en la localidad de Marquelia, durante los años 2011 y 2016 (Tabla 1). Mientras que los de menor tamaño fueron de las especies *S. crumepthalmus* (18.2 ± 0.7 , Acapulco 2016) y *D. muroadsi* (18.4 ± 0.8 , Acapulco 2016).

De acuerdo con los valores del coeficiente de variación (C. V.), los carángidos *C. caballus* de las localidades de Puerto Vicente 2017 (C.V. = 2.82 %) y Lázaro Cárdenas 2009 (C.V. = 4.4 %), al igual que los de *D. muroadsi* de Acapulco (C.V. = 3.49 %), presentaron las tallas más homogéneas; mientras que la mayor heterogeneidad en los tamaños, se registró en los muestreos efectuados en Acapulco 2009 (C.V. = 18.64 %) y Marquelia 2016 (C.V. = 18.39 %) para *C. caballus* y Acapulco 2018 (C.V. = 18.26 %) para *C. caninus* (Tabla 1).

Con respecto a los valores del factor de condición (kn), el cual permitió conocer el estado de "bienestar o de salud" de las especies de carángidos, tanto entre localidades, como entre años de muestreo (Tabla 1), los porcentajes variaron significativamente de 0.0081 a 0.0135 ($t = 11.62$, $p < 0.01$), siendo más altos en los ejemplares de *C. caninus* (media = 0.0125) y más bajos en los de *D. muroadsi* (media = 0.0081).

Tabla 1. Datos biométricos registrados para 4 especies de carángidos en algunas localidades del Pacífico mexicano.

Especie	No.	Localidad	Fecha	N	Talla (cm)	C.V.	kn
<i>C. caballus</i>	1	Acapulco	Dic 2009	63	23.5 ± 4.3	18.64	0.0104
	2		Oct 2011	148	27.0 ± 3.6	13.24	0.0100
	3		Feb 2012	53	23.8 ± 1.4	6.05	0.0107
	4		Ago 2016	74	23.9 ± 1.7	7.32	0.0104
	5		Dic 2017	79	25 ± 1.7	6.77	0.0102
	6	Lázaro	Dic 2009	62	30.9 ± 1.3	4.40	0.0093
	7	Marquelia	Nov 2011	62	36.2 ± 2.6	7.29	0.0105
	8		Dic 2016	13	39.7 ± 7.3	18.39	0.0102
	9	P. Vicente	Oct 2017	62	23.8 ± 0.7	2.82	0.0107
	10	Zapotalito	Feb 2017	60	23.7 ± 1.1	4.85	0.0113
	11	Zihuatanejo	May 2016	32	24.4 ± 1.5	6.33	0.0110
<i>C. caninus</i>	12	Acapulco	Abr 2014 ^d	107	23.8±2.5	10.59	0.0121
	13		Ago 2016 ^f	71	26.1±1.8	6.79	0.0127
	14		Abr 2018 ^a	76	23.5±4.3	18.26	0.0123
	15		Dic 2018 ^b	51	25.6±3.8	13.99	0.0135
	16		Marquelia	Dic 2016 ^d	51	25.6±3.3	13.06
	17	Zapotalito	Nov 2017 ^f	72	31±4.1	13.29	0.0119
	18	San Blas	Nov 2017 ^f	64	23.7±1.62	6.80	0.0127
	<i>S. crumenophthalmus</i>	19	Acapulco	Abr 2014 ^a	83	19.3±0.8	4.11
20		Abr 2016 ^c		75	18.2±0.7	3.77	0.0108
21		Dic 2017 ^d		72	19.9±0.9	4.49	0.0117
22		Abr 2018 ^e		101	19.8±0.9	4.39	0.0103
23		P. Vicente	Feb 2018 ^e	30	20±1.1	5.35	0.0105
24		Zihuatanejo	May 2016 ^c	41	18.9±1.1	5.68	0.0117
<i>D. muroadsi</i>	25	Acapulco	May 2014 ^a	95	19.9±0.7	3.49	0.0087
	26		Ago 2016 ^c	30	18.4±0.8	4.34	0.0081
	27	Zihuatanejo	Oct 2015 ^b	36	25.5±2.1	8.09	0.0097

N = número de peces examinados, Lt min = Longitud total mínima, Lt max. = Longitud total máxima, C.V. = Coeficiente de variación, Wt min. = Peso total mínimo, Wt max. = Peso total máximo, Kn = Factor de condición.

7.2. Relación longitud-peso.

Los resultados de la relación existente entre la longitud total y peso total de los peces, sin considerar por sexo para cada una de las especies de carángidos (Tabla 2, Fig. 10), indicaron que el crecimiento en todas las especies puede ser considerado como muy variable tanto entre localidades, como a lo largo del tiempo. Por ejemplo, para *C. caballus*, en la mayoría de los muestreos se registró un crecimiento de tipo alométrico negativo ($b < 3$), mientras que para los ejemplares colectados de Zihuatanejo (2016), este fue alométrico positivo ($b > 3$); es decir, los peces crecieron más en peso que en longitud. Mientras que los *C. caballus* de Acapulco (2017) tendieron a presentar un crecimiento prácticamente isométrico ($b = 2.94$).

No obstante, los ejemplares de *C. caninus* presentaron un comportamiento distinto en su crecimiento corporal, ya que en la mayoría de los muestreos, los valores del coeficiente de regresión b fueron cercanos a 3 o igual a 3, como en el caso del muestreo de Acapulco (2018) ($b = 3.05$), lo cual sugiere que el crecimiento de estos peces tiende a ser de tipo isométrico, en la mayoría de las localidades examinadas (a excepción de San Blas, Tabla 2).

Los carángidos *S. crumenophthalmus* en cambio, presentaron un crecimiento totalmente opuesto al registrado por *C. caballus*, dado que a excepción de la localidad de Zihuatanejo (2016), en la cual se registró un crecimiento alométrico negativo ($b = 2.86$), en la mayoría de los muestreos fue de tipo alométrico positivo ($b > 3$), siendo isométrico en la localidad de Puerto Vicente (2018) ($b = 3.01$). Para los ejemplares de *D. muroadsi* el crecimiento fue considerado como alométrico negativo ($b < 3$), en los 3 muestreos efectuados de esta especie (Tabla 2).

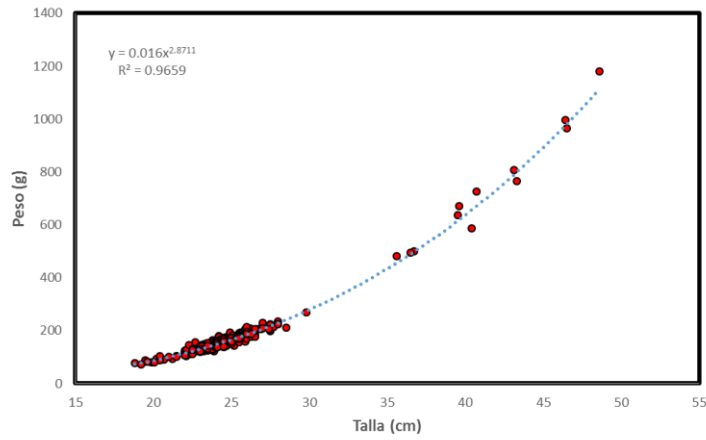
Finalmente, los valores de la constante de regresión (a) también variaron entre hospederos y localidades. Por ejemplo, el valor mínimo fue de $a = 0.0021$ (*S. crumenophthalmus*: Acapulco 2018) y el máximo $a = 0.099$ (*C. caballus*: Acapulco 2012); con un valor promedio para cada hospederero de: *C. caballus* = 0.0343 ± 0.0286 , *C. caninus* = 0.0140 ± 0.0024 , *S. crumenophthalmus* = 0.0077 ± 0.0055 y *D. muroadsi* = 0.0305 ± 0.0128 .

Por otra parte, Los valores del coeficiente de determinación (r^2), fueron cercanos a la unidad en la mayoría de las regresiones lineales efectuadas, indicando una buena asociación entre los valores de talla y peso de las 4 especies de carángidos (Tabla 2).

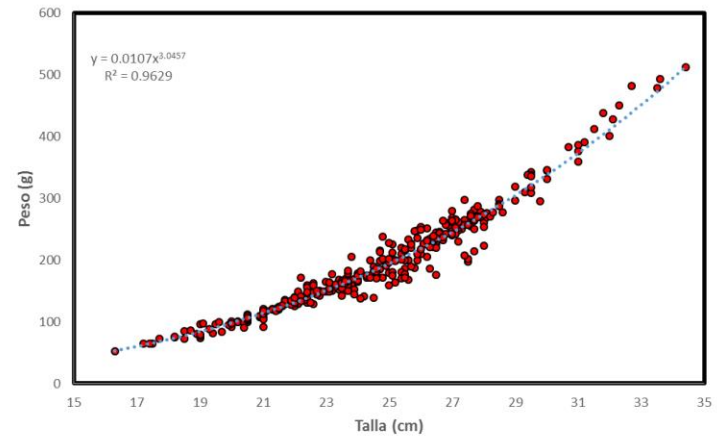
Tabla 1. Valores de los parámetros de crecimiento de la relación longitud-peso, para 4 especies de carángidos, en cada localidad y año de muestreo.

<i>Hospedero</i>	<i>Localidad</i>	<i>Fecha</i>	<i>N</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r²</i>
<i>C. caballus</i>	Acapulco	Dic 2009	63	0.0351	2.61	0.950
		Oct 2011	148	0.018	2.82	0.985
		Feb 2012	53	0.099	2.29	0.738
		Ago 2016	74	0.0172	2.84	0.939
		Dic 2017	79	0.0125	2.94	0.937
	Lázaro	Dic 2009	62	0.0719	2.40	0.862
	Marquelia	Nov 2011	62	0.0389	2.63	0.844
		Dic 2016	13	0.016	2.86	0.994
	P. Vicente	Oct 2017	62	0.0454	2.54	0.746
	Zapotalito	Feb 2017	60	0.0178	2.85	0.767
	Zihuatanejo	May 2016	32	0.006	3.18	0.944
	<i>C. caninus</i>	Acapulco	Abr 2014 ^d	107	0.0131	2.97
Ago 2016 ^f			71	0.0136	2.98	0.967
Abr 2018 ^{d_a}			76	0.0105	3.05	0.988
Dic 2018 ^{d_b}			51	0.0145	2.98	0.978
Marquelia		Dic 2016 ^d	51	0.013	2.98	0.961
Zapotalito		Nov 2017 ^f	72	0.0147	2.94	0.989
San Blas		Nov 2017 ^f	64	0.0185	2.86	0.946
<i>S. crumenophthalmus</i>	Acapulco	Abr 2014 ^a	83	0.0052	3.23	0.901
		Abr 2016 ^c	75	0.0055	3.23	0.901
		Dic 2017 ^d	72	0.0057	3.24	0.900
		Abr 2018 ^e	101	0.0021	3.53	0.908
	P. Vicente	Feb 2018 ^e	30	0.0101	3.01	0.872
	Zihuatanejo	May 2016 ^c	41	0.0177	2.86	0.930
<i>D. muroadsi</i>	Acapulco	May 2014 ^a	95	0.0299	2.58	0.699
		Ago 2016 ^c	30	0.0436	2.42	0.871
	Zihuatanejo	Oct 2015 ^b	36	0.018	2.81	0.951

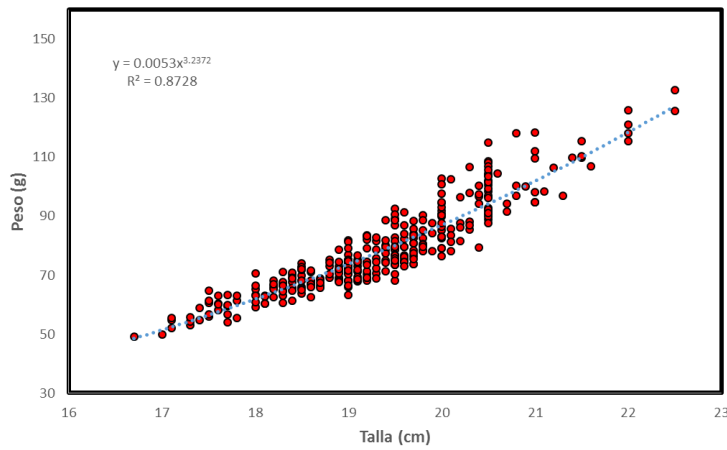
a = constante de regresión, *b* = coeficiente de regresión, *r²* = coeficiente de determinación.



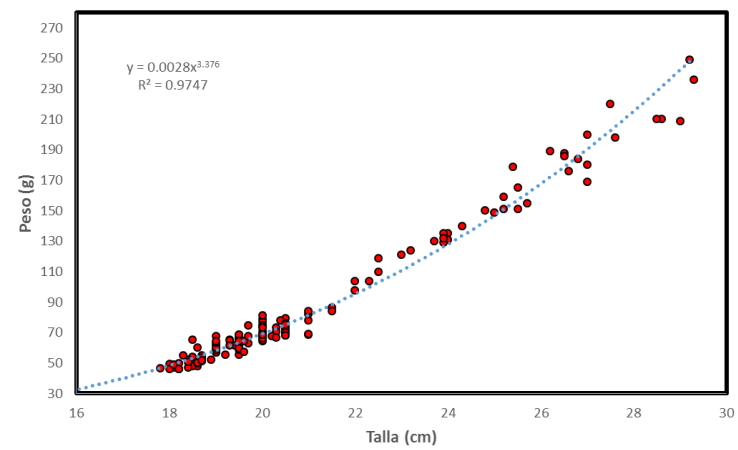
a). *Caranx caballus*



b). *Caranx caninus*



c). *Selar crumenophthalmus*



d). *Decapterus muroadsi*

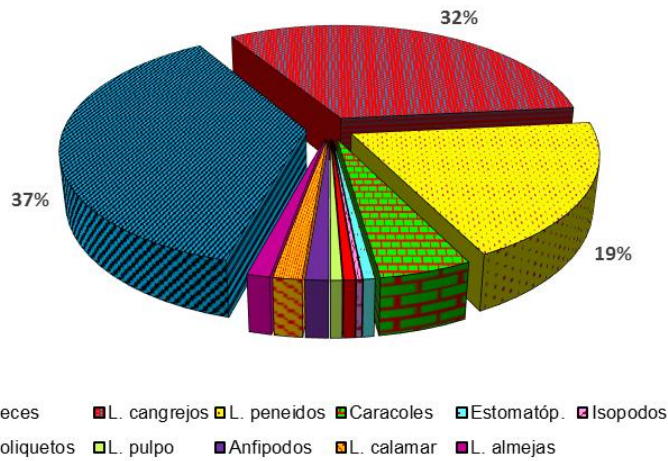
Figura 10. Relaciones longitud-peso para 4 especies de carángidos, de algunas localidades del Pacífico mexicano.

7.3. Alimentación.

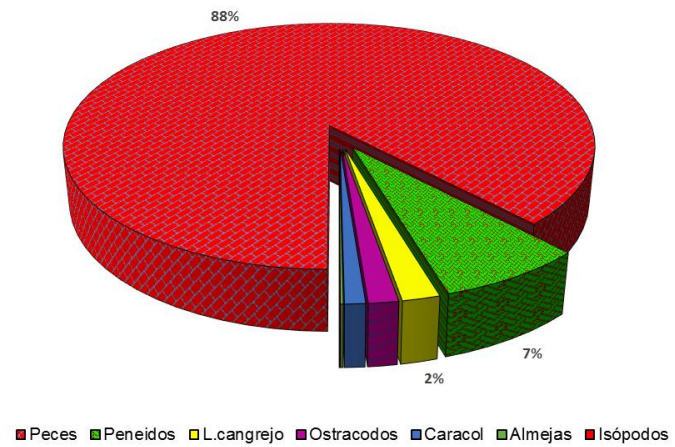
La composición de la dieta de cada una de las 4 especies de carángidos, varió tanto entre las diferentes localidades, como entre años de muestreo. Por ejemplo, el espectro trófico general de *C. caballus* incluyó un total de 12 items: principalmente peces (37%), larvas megalopas de cangrejos (32%) y larvas de peneidos (19%) (Fig. 11a). Los restantes componentes alimenticios representaron solo el (11.53%) de la dieta, e incluyeron en orden de importancia: caracoles, estomatópodos, isópodos, poliquetos, crías de cefalópodos (de pulpo y calamar), anfípodos y larvas de almejas. No obstante, en Marquelia y Lázaro Cárdenas la composición de la dieta fue menos variada y se registraron solo 5 componentes alimenticios (peces y cangrejos en un mayor porcentaje).

El espectro alimenticio global de *C. caninus* por su parte solo incluyó siete ítems, de los cuales los peces (88%), larvas de peneidos (7.49%) y larva de cangrejos (1.9%), representaron los mayores porcentajes (Fig. 11b). Las presas adicionales representaron únicamente el 2.73% de la dieta e incluyeron ostrácodos, caracoles, larvas de almejas, e isópodos. La composición de la dieta de *C. caninus* varió también entre las diferentes localidades de muestreo ($t = 3.44$, $p < 0.01$). Por ejemplo, aunque los peces fueron el principal componente alimenticio en todas las localidades, la composición de la dieta fue más variada en Acapulco 2016 ($H = 1.61$) y Marquelia 2016 ($H = 1.10$), en comparación con otras localidades como Zapotalito ($H = 0.65$) y San Blas ($H = 0.23$) (Tabla 5).

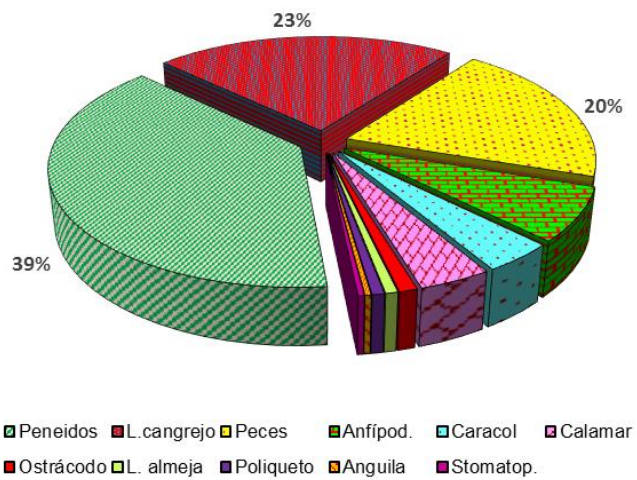
En los casos de los carángidos de menor tamaño (*S. crumenophthalmus* y *D. muroadsi*), se observó también el mismo patrón de variación en la dieta, tanto entre localidades como entre años de muestreo. Para *S. crumenophthalmus* el espectro alimenticio en Acapulco incluyó 11 items, principalmente larvas de peneidos (38.7%), larvas de cangrejos (23.2%) y peces pequeños (19.9%); los restantes componentes alimenticios representaron el 18.21%, e incluyeron anfípodos, caracoles, crías de calamar, ostrácodos, larvas de almejas, poliquetos y estomatópodos (Fig. 11c). No obstante, los ejemplares de *S. crumenophthalmus* de Puerto Vicente y Zihuatanejo, solo consumieron 5 tipos diferentes de presas en cada localidad, siendo las larvas de cangrejos y los moluscos las principales. En el caso de la composición de la dieta de *D. muroadsi*, ésta incluyó cinco grupos de presas en cada localidad; siendo las larvas de cangrejo (70.3%) y de peneidos (16.2%) los principales componentes alimenticios de este pez, seguidos por los anfípodos (8.11%), los peces (2.7%) y cangrejos anomuros (2.7%) (Fig. 11d).



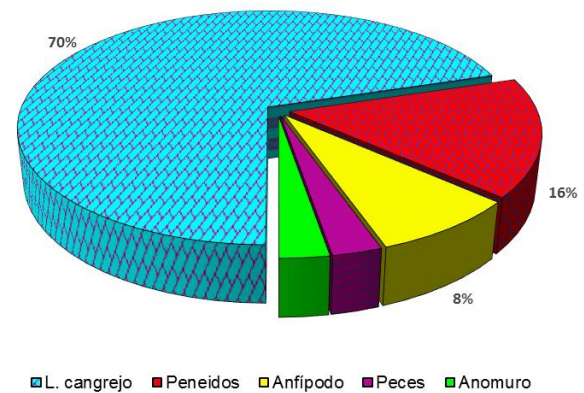
a). *Caranx caballus*



b). *Caranx caninus*



c). *Selar crumenophthalmus*



d). *Decapterus muroadsi*

Figura 11. Espectro trófico de 4 especies de carángidos

7.4. Composición de la parasitofauna.

La parasitofauna global de las 4 especies de carángidos, estuvo constituida por 57 especies de parásitos metazoarios. Del total de especies, 9 fueron monogéneos, 18 digéneos, 2 acantocéfalos, 4 cestodos, 7 nematodos, 14 copépodos y 3 isópodos (Tabla 3 y Figs. 12, 13). El grupo de los digéneos fue el que presentó una mayor riqueza de especies, la cual representó el 31.6% del total, seguido por el de los crustáceos con un 24.6%, ubicándose en tercer lugar los monogéneos con un 15.8% (Fig. 12).

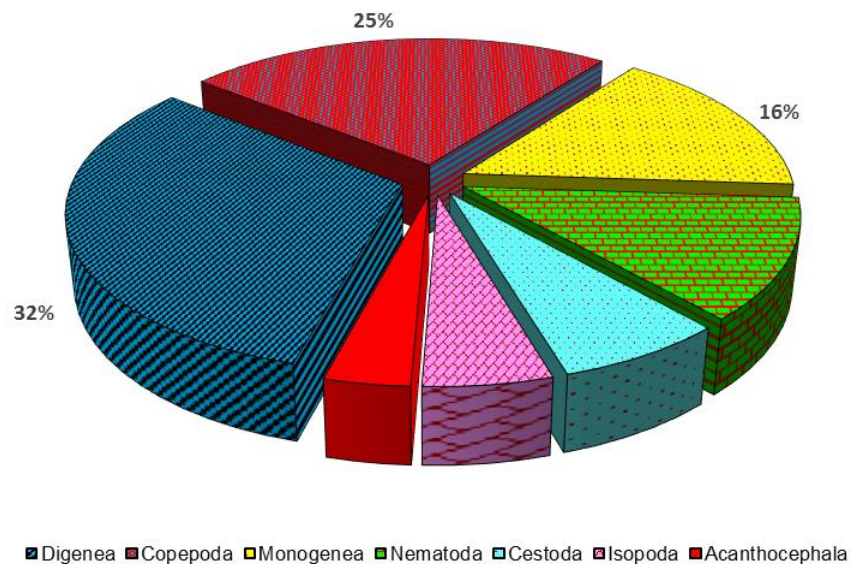


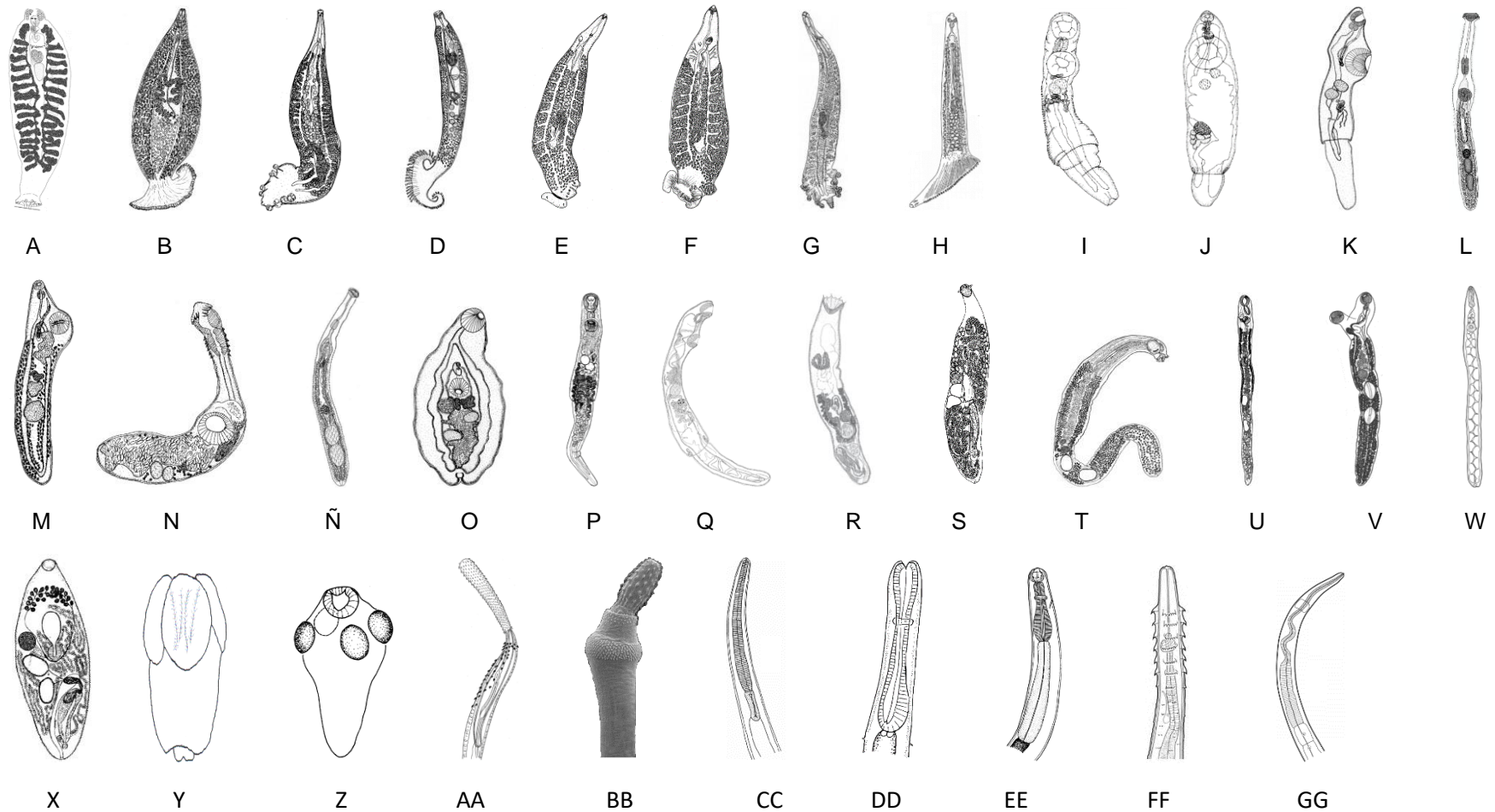
Figura 12. Composición de la parasitofauna de 4 especies de carángidos, en localidades del Pacífico mexicano.

Un total de 11 especies de parásitos presentaron una mayor distribución, registrándose en varios hospederos, localidades, o años de muestreo. Dentro del grupo de los monogéneos destacaron en orden de importancia: *Pseudomazocraes selene* (17 muestreos), *Allopyragraphorus caballeroi* (15) y *Pseudempleurosoma* sp. (13). En el caso de los digéneos, de las 18 especies identificadas, solo 2 especies registraron una alta distribución: *Ectenurus virgulus* (18 muestreos) y *Bucephalus varicus* (15); mientras que de las especies de acantocéfalos *Rhadinorhynchus* sp. fue la más ampliamente dispersa (7 muestreos). De las 7 especies de nematodos que integraron la parasitofauna, solo *Anisakis* sp. presentó una mayor distribución (26 de los 27 muestreos), la cual fue considerada como la más alta a nivel general. Tres especies de copépodos presentaron también una alta distribución: *Caligus alalongae* (16 muestreos), *C. mutabilis* y *C. robustus* (13 localidades cada especie).

Tabla 3. Distribución de la parasitofauna entre 4 especies de carángidos, de 7 localidades del Pacífico mexicano.

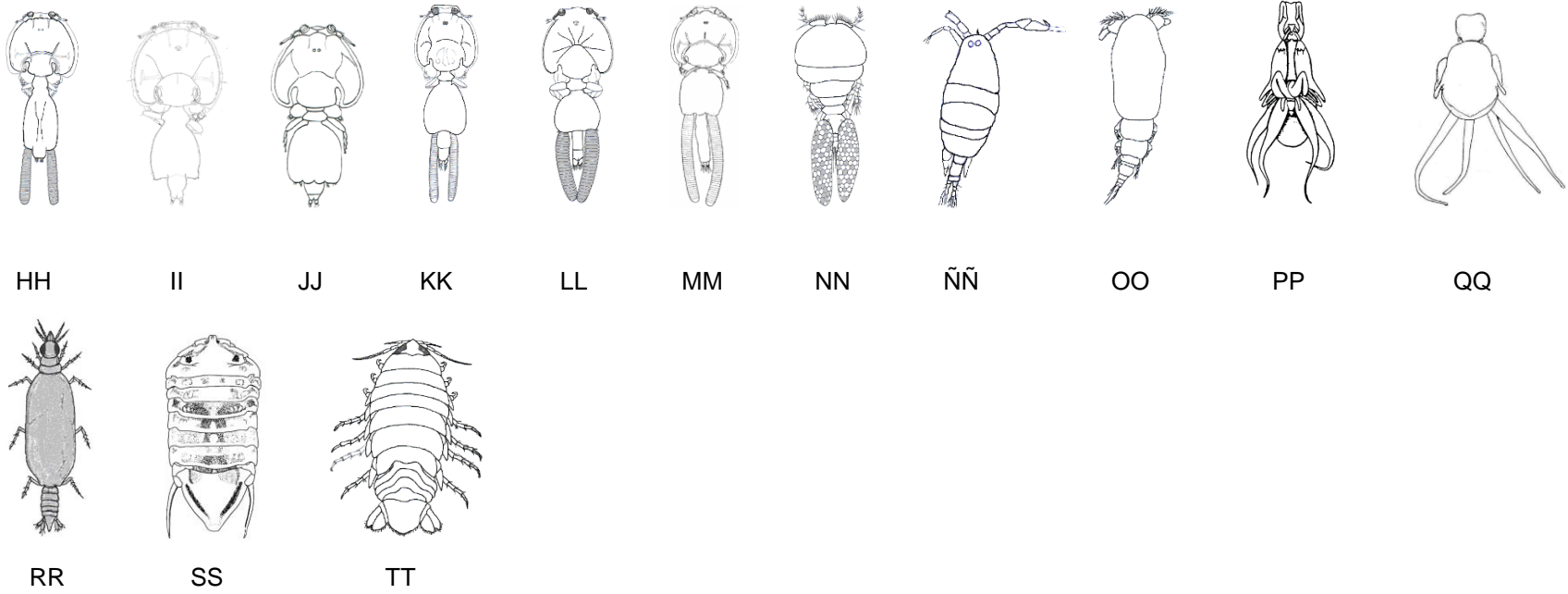
	<i>Caranx caballus</i>											<i>C. caninus</i>							<i>S. crumepthalmus</i>				<i>D. muradsi</i>			Frec.		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		26	27
Monogenea																												
<i>Pseudempleurosoma</i> sp.								*				*	*		*	*			*	*	*	*	*	*	*	*		13
<i>Allopyrgraphorus caballeroi</i>	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*		*	*		*										15
<i>Neomicrocotyle pacifica</i>												*			*													2
<i>Protomicrocotyle manteri</i>												*	*		*	*	*	*										6
<i>Pseudomazocraes selene</i>	*	*	*		*	*	*		*	*	*	*			*				*	*	*	*	*	*				17
<i>Pyrgraphorus hollisae</i>				*				*				*	*		*													5
<i>Pseudaxine trachuri</i>																											*	1
<i>Pseudaxine</i> sp.																											*	1
<i>Ps. monsvivisae</i>																											*	1
Digenea																												
<i>Bucephalus margaritae</i>													*		*			*										3
<i>Bucephalus varicus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*		*										15
<i>Dactylostomum winteri</i>	*	*	*	*			*		*	*																	7	
Larva didimozoide					*					*	*									*	*		*				6	
<i>Dinurus scombri</i>														*								*	*	*	*	*	*	6
<i>Ectenurus virgulus</i>				*	*			*		*	*	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	18
<i>Lecithocladium angustiovum</i>											*			*							*						3	
<i>Lecithocladium excisum</i>																										*	1	
<i>Manteria brachyderus</i>															*													1
<i>Monascus filiformis</i>																			*		*						2	
<i>Prosorhynchus</i> cf. <i>squamatus</i>												*															1	
<i>Phyllodistomum carangis</i>									*		*			*		*	*					*					6	
<i>Pseudopecoeloides carangis</i>	*			*	*					*																	4	
<i>Stephanostomum carangi</i>											*																1	

Figura 13. Parasitofauna de 4 especies de carángidos, en algunas localidades del Pacífico mexicano.



A = *Pseudempleurosoma* sp., B = *Allopyragraphorus caballeroi*, C = *Pseudomazocraes selene*, D = *Pyragraphorus hollisae*, E = *Protomicrocotyle manteri*, F = *Neomicrocotyle pacifica*, G = *Pseudomazocraes monsvivisae*, H = *Pseudaxine trachuri*, I = *Dinurus scombri*, J = *Synaptobothrium aphaei*, K = *Ectenurus virgulus*, L = *Stephanostomum carangis*, M = *Dactylostomum winteri*, N = *Tergestia laticollis*, Ñ = *Stephanostomum megacephalum*, O = *Phyllodistomum carangis*, P = *Lecithocladium excisum*, Q = *Lecithocladium angustiovum*, R = *Bucephalus varicus*, S = *Bucephalus margaritae*, T = *Manteria brachiderus*, U = *Monascus filiformis*, V = *Pseudopecoeloides carangis*, W = *Didymoizoide*, X = *Prosorhynchus* cf. *squamatus*, Y = *Nybelinia* sp., Z = Tetrafilido, AA = *Radiorhynchus* sp., BB = *Bolbosoma* sp., CC = *Anisakis* sp., DD = *Cucullanus* sp., EE = *Procamallanus* sp., FF = *Spinitectus* sp., GG = *Pseudocapillaria* sp.

Figura 13. Continuación.



HH = *Caligus alalongae*, II = *Caligus aesopus*, JJ = *Caligus chorinemi*, KK = *Caligus mutabilis*, LL = *Caligus robustus*, MM = *Caligus* cf. *quadratus*, NN = *Bomolochus exilipes*, ÑÑ = *Ergasilus* sp., OO = *Ergasilus* c.f. *gibbus*, PP = *Lernanthropus giganteus*, QQ = *Lernanthropus ilishae*, RR = *Gnathia* sp., SS = *Ancinus depressus*, TT = *Rocinella signata*.

7.5. Composición de especies en *Caranx caballus*.

En los 708 ejemplares de *C. caballus* colectados de seis localidades del Pacífico mexicano, se identificaron un total de 32 especies de parásitos: 3 especies de monogéneos, 9 digéneos, 2 cestodos (larvas), 5 nematodos (4 adultos y 1 larvas), 8 copépodos y 3 isópodos (Anexo 1). El grupo de los digéneos presentó la mayor riqueza de especies (28.3% del total de las especies), seguido por los copépodos (25%). La parasitofauna de este hospedero, representó el 60.4% de la parasitofauna global registrada en las 4 especies de carángidos (53 especies).

Ocho especies de parásitos (*Allopyragraphorus caballeroi* Yamaguti 1963, *Pseudomazocraes selene* Hargis 1957, *Bucephalus varicus* Manter 1940, *Dactylostomum winteri*, *Anisakis* sp., *Caligus alalongae* Krøyer 1863, *C. robustus* Bassett-Smith 1898 y *Lernanthropus giganteus* Krøyer 1863) se encontraron ampliamente distribuidas y se colectaron en todas o la mayoría de las localidades (Anexo 1).

La prevalencia de siete de estas especies a excepción de *L. giganteus*, varió significativamente entre las localidades y años de muestreo. Los porcentajes de infección para el monogéneo *A. caballeroi* fueron más altos en Lázaro Cárdenas (2009) y Marquelia (2016) ($G = 114.2$, $p < 0.05$); en tanto que para *Ps. selene* en Acapulco (2012), y Zapotalito (2017) ($G = 152.1$, $p < 0.05$). Los dos digéneos más ampliamente distribuidos, *B. varicus* y *D. winteri* presentaron sus valores de prevalencia más bajos en Lázaro Cárdenas (2009) ($G = 131.9$; 13.5 ; $p < 0.05$, respectivamente). Mientras que el nematodo *Anisakis* sp., registró sus porcentajes de infección más altos en Lázaro Cárdenas (2009) y Marquelia (2011) ($G = 198.7$, $p < 0.05$). En el caso de los copépodos, *C. alalongae* registró sus valores de prevalencia más altos en Lázaro Cárdenas y Zapotalito (2017) ($G = 107.9$, $p < 0.05$); en tanto que *C. robustus* fue más prevalente en los muestreos efectuados en Acapulco (2016) y Zihuatanejo (2016) ($G = 70.27$, $p < 0.05$) (Anexo 1).

A diferencia de los resultados de los porcentajes de infección, solo 3 especies de parásitos (*P. selene*, *B. varicus* y *Anisakis* sp.) registraron una variación significativa en su abundancia promedio entre localidades, o años de muestreo. El monogéneo *Ps. selene* fue significativamente más abundante en el muestreo de Acapulco (2012) ($\chi^2 = 48.39$, $p < 0.05$); el digéneo *B. varicus* en los de Acapulco (2017) y Marquelia (2011) ($\chi^2 = 48.85$, $p < 0.05$); mientras que *Anisakis* sp. presentó su mayor abundancia en Marquelia (2011) ($\chi^2 = 18.93$, $p < 0.05$) (Anexo 1). De manera general los valores de prevalencia correlacionaron positivamente con los valores promedio de las abundancias de cada especie de parásito, indicando que las especies más prevalentes fueron también las más abundantes en este hospedero ($r_s = 0.973$, $p < 0.01$).

7.6. Composición de especies en *Caranx caninus*.

Se identificaron un total de 35 especies de parásitos metazoarios (23 especies de helmintos y 12 de crustáceos), y se recuperaron 8,798 parásitos, de los 492 ejemplares de *C. caninus* colectados de 4 localidades (Anexo 2). La parasitofauna de este segundo hospedero, representó el 66% de la parasitofauna global. Seis especies fueron de monogéneos (adultos), 12 de digéneos (11 adultos y 1 metacercaria), un acantocéfalo (adulto), 4 nematodos (2 adultos y 2 larvas), 10 copépodos y 2 isópodos (Tabla 1). Se observó también el mismo patrón de composición de especies registrado en *C. caballus*. El grupo de los digéneos presentó la riqueza más alta de especies, la cual representó el 34.3% del total de especies recuperadas, seguido por los copépodos (28.6%).

De acuerdo con el sitio de infección, 18 especies de parásitos fueron clasificadas como ectoparásitos y 17 como endoparásitos. El número de especies de ectoparásitos (Fig. 14) varió de 1.65 ± 0.71 en los hospederos Zapotalito a 2.06 ± 0.99 en los de Marquelia (Anova $F= 3.10$, $p<0.01$). Unas 9 especies de parásitos *Allopyrgraphorus caballeroi*, *Protomicrocotyle manteri* Bravo-Hollis 1966, *Bucephalus margaritae* Ozaqui e Ishibashi 1934, *B. varicus*, *Ectenurus virgulus* Looss 1910, *Stephanostomum megacephalum* Manter 1940, *Anisakis* sp., *Caligus alalongae* y *C. robustus*, presentaron una amplia distribución ocurriendo en todas o la mayoría de las comunidades de parásitos de *C. caninus* (Anexo 2).

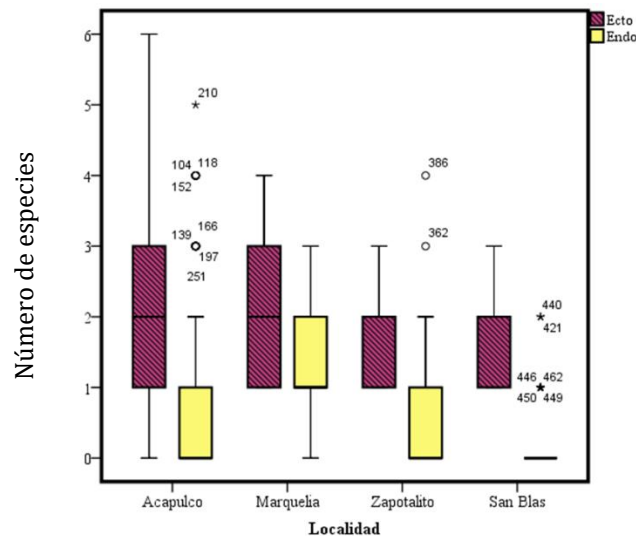


Figura 14. Número de especies de ectoparásitos (monogéneos y crustáceos), y endoparásitos (larvas y adultos) registrados en *Caranx caninus* de 4 localidades del Pacífico mexicano.

La prevalencia de siete de las 9 especies ampliamente distribuidas (a excepción de *P. manteri* y *C. robustus*) varió significativamente entre localidades y/o años de muestreo. Los porcentajes de infección más altos fueron registrados para los parásitos *A. caballeroi* ($G = 12.6$, $p < 0.05$), *S. megacephalum* ($G = 13.7$, $p < 0.05$), *B. margaritae* ($G = 24.9$, $p < 0.05$), *B. varicus* ($G = 105.4$, $p < 0.05$) y *Anisakis* sp. ($G = 27.7$, $p < 0.05$) en la localidad Marquelia (2016). En tanto que *E. virgulus* ($G = 72.6$, $p < 0.05$) registró su prevalencia más alta durante el muestreo efectuado en Acapulco (2016), mientras que *C. alalongae* ($G = 23.3$, $p < 0.05$) lo hizo en el de Zapotalito (2017) (Anexo 2).

A diferencia de los resultados de la prevalencia de infección, la abundancia promedio solo varió para 4 especies de parásitos entre las localidades muestreadas, siendo estas: *B. margaritae* (MLG: $F = 8.15$, $p < 0.05$), *B. varicus* (MLG: $F = 6.24$, $p < 0.05$), *E. virgulus* (MLG: $F = 23.28$, $p < 0.05$) y *Anisakis* sp. (MLG: $F = 4.31$, $p < 0.05$). La abundancia de *E. virgulus* fue más alta en Acapulco 2016, mientras que las tres especies restantes fueron más abundantes en la localidad de Marquelia (2016). También en este segundo hospedero, los valores de prevalencia correlacionaron positivamente con los valores de abundancia promedio ($r_s = 0.969$, $p < 0.01$).

7.7. Composición de especies en *Selar crumenophthalmus* y *Decapterus muroadsi*.

En los dos carángidos de menor tamaño *Selar crumenophthalmus* ($n = 402$) y *Decapterus muroadsi* ($n = 161$), se identificaron un total de 24 especies de parásitos metazoarios (19 helmintos y 5 crustáceos) y se recuperaron un total de 2,900 parásitos. La parasitofauna de estos dos hospederos estuvo constituida por 5 especies de monogéneos (adultos), 8 digéneos (7 adultos y 1 metacercaria), 2 cestodos (larvas), 2 nematodos (1 adulto y 1 larva), dos acantocéfalos (adultos) y 5 copépodos (Anexo 3).

Los digéneos presentaron la mayor riqueza de especies, la cual representó el 33% del total de especies recuperadas, seguidos por los monogéneos y los copépodos (21% cada uno). De acuerdo con el sitio de infección, 10 especies de parásitos fueron clasificadas como ectoparásitos y 14 como endoparásitos. Del total de endoparásitos (1,262 individuos), el 81% (1,024) fueron helmintos en estadio larvario, en ambas especies de hospedero (Fig. 15). Seis especies de parásitos (*Pseudempleurosoma* sp., *Dinurus scombri* Yamaguti 1934, *Ectenurus virgulus* Looss 1910, *Synaptobothrium aphareii* Yamaguti 1870, el cestodo rinebótrido y *Anisakis* sp.), se encontraron ampliamente distribuidas y se recuperaron de ambas especies de hospedero examinadas (Anexo 3).

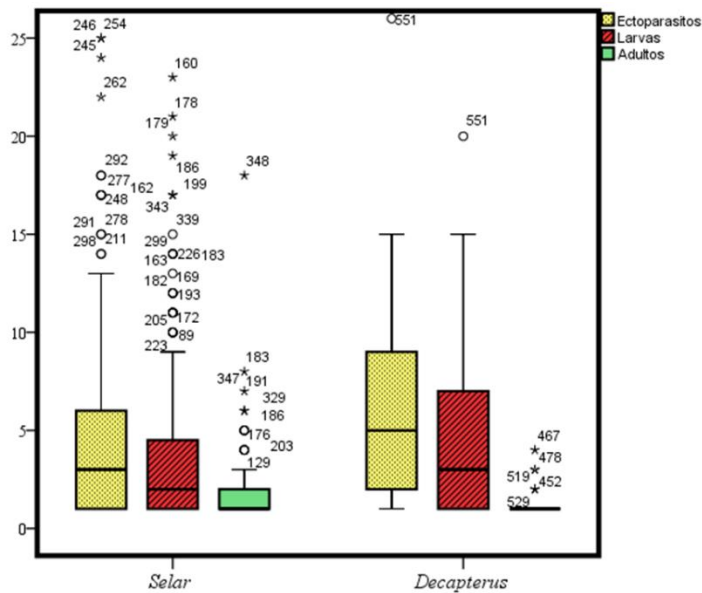
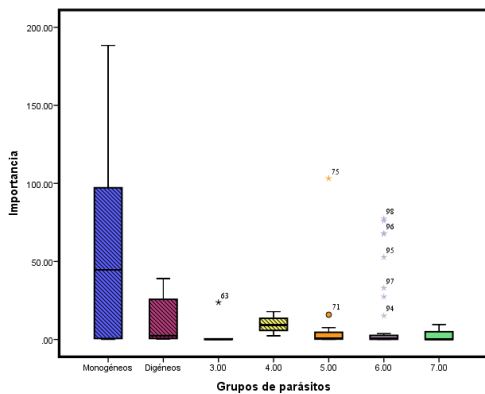


Figura 15. Número de especies de ectoparásitos (monogéneos y crustáceos), y endoparásitos (larvas y adultos) recuperados en *Selar crumenophthalmus* y *Decapterus muroadsi*.

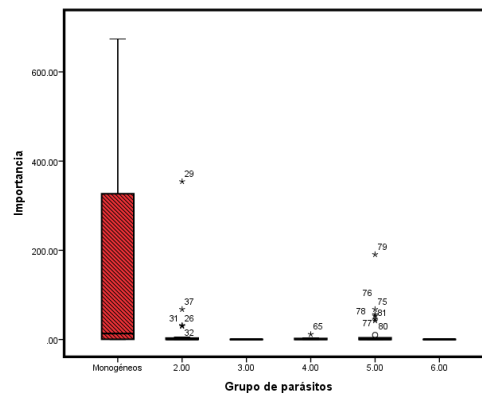
La prevalencia de 5 de las especies de parásitos más ampliamente distribuidas, varió significativamente entre las especies de hospedero, las localidades y los años de muestreo (Anexo 3). El monogéneo *Pseudempleurosoma* sp. presentó una prevalencia más alta en los ejemplares de *S. crumenophthalmus* de Puerto Vicente (2018) y Zihuatanejo (2015) ($G = 77.2$, $p < 0.05$). Mientras que los digéneos *E. virgulus* y *S. apharei* fueron más frecuentes en *S. crumenophthalmus* de Acapulco (2017) ($G = 20.9$; 78.5 , $p < 0.05$, respectivamente). El cestodo rineobótrido registró porcentajes de infección más altos en *D. muroadsi* de Zihuatanejo (2015) ($G = 10.3$, $p < 0.05$). Finalmente, el nematodo *Anisakis* sp. presentó prevalencias más altas en *S. crumenophthalmus* de Acapulco (2017), y Puerto Vicente (2018) ($G = 217.2$, $p < 0.05$). Sin embargo, la abundancia promedio de estas especies de parásitos no varió ampliamente entre los hospederos y las localidades. Sólo *Anisakis* sp. registró una variación significativa en su abundancia promedio entre las especies de hospedero y los años de muestreo (MLG: $F = 22.31$, $p < 0.05$), y fue más abundante en los ejemplares de *S. crumenophthalmus* de Acapulco (2017) (Anexo 3).

7.8. Valor de importancia de los grupos de parásitos

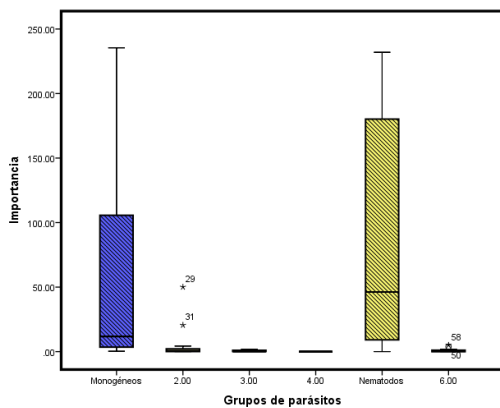
Los valores del índice de importancia específica (I. E.) utilizado con el objetivo de tener un valor integrado de los valores de prevalencia y abundancia de cada especie de parásito, indicaron que a nivel de grupos de parásitos, existieron diferencias en su importancia entre los diferentes hospederos. En las comunidades de *C. caballus*, los grupos de parásitos más importantes fueron los monogéneos y los digéneos (Fig. 16a). Mientras que en las de *C. caninus*, solo los monogéneos presentaron una mayor importancia de acuerdo a sus valores de prevalencia y abundancia (Fig. 16b).



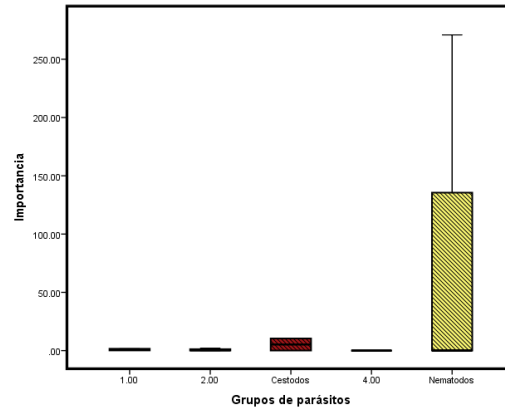
a). *Caranx caballus*



b). *Caranx caninus*



c). *Selar crumepthalmus*



d). *Decapterus muroadsi*

Figura 16. Valor de importancia de grupos de parásitos, en 4 especies de carángidos.

En las comunidades de parásitos de *S. crumepthalmus* y *D. muroadsi*, se observaron también diferencias. En el primer hospedero, los monogéneos y los nematodos fueron los grupos más importantes (Fig. 16c); en tanto que el segundo los nematodos y en menor grado los cestodos en estadio larvario, sobresalieron por sus más altos niveles de infección (Fig. 16d).

7.9. Especificidad hospedatoria de los monogéneos

De las 9 especies de monogéneos identificadas (Tabla 3), algunas de ellas presentaron una alta especificidad hospedatoria; por ejemplo, *Ps. monsvaisae*, *Pseudaxine trachuri* y *Pseudaxine* sp., solo se registraron en *D. muroadsi*, aunque solo las dos primeras presentaron prevalencias altas (Anexo 3). Mientras que *Pr. manteri* presentó un prevalencia media = 89 en *C. caninus*, registrándose también solo en este hospedero, al igual que *N. pacifica* (Fig. 17). El monogéneo *Ps. selene* a su vez, registró prevalencias más altas en *S. crumenophthalmus* y *C. caballus*, presentando porcentajes de infección más bajos en *C. caninus* (Fig. 17). Finalmente, *Allopyrgraphorus caballeroi* fue más específico de los carangidos más grandes (*C. caballus* y *C. caninus*).

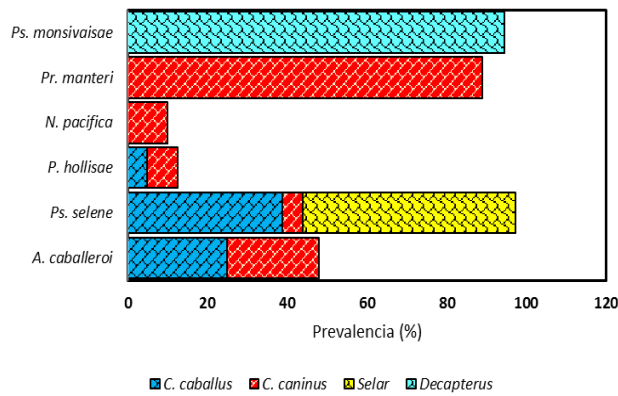


Figura 17. Porcentajes de infección de especies de monogéneos, en 4 especies de carángidos.

Los valores de abundancia promedio de las especies de monogéneos, presentaron el mismo patrón de distribución que en el caso de los valores de prevalencia (Fig. 18).

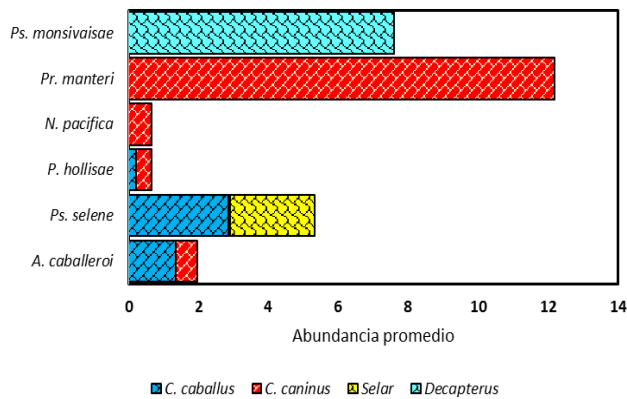


Figura 18. Abundancia promedio de especies de monogéneos, en 4 especies de carángidos.

7.10. Distribución espacial de las especies de parásitos.

Los valores del índice de dispersión varianza/media (*ID*) indicaron que el patrón de dispersión que predominó entre las especies de parásitos de los 4 hospederos, fue el agregado (Tabla 4), seguido del regular o uniforme, en tanto que una sola especie registro un patrón de dispersión al azar (Tabla 4).

Tabla 4. Dispersión espacial de parásitos, en 4 especies de carángidos de 7 localidades del Pacífico mexicano.

Especie	No.	Localidad	Año	Dispersión		
				Agregada	Regular	Al azar
<i>C. caballus</i>	1	Acapulco	2009	5	4	
	2		2011	4	5	
	3		2012	3	3	
	4		2016	6	2	
	5		2017	5	4	
	6	Lázaro	2009	2	8	
	7	Marquelia	2011	4	6	
	8		2016	2	2	
	9	P. Vicente	2017	2	4	
	10	Zapotalito	2017	2	5	
	11	Zihuatanejo	2016	3	2	
<i>C. caninus</i>	12	Acapulco	2014	5	5	1
	13		2016	6	4	
	14		2018	4	3	
	15		2018	4	3	
	16	Marquelia	2016	6	2	
	17	Zapotalito	2017	5	2	
	18	San Blas	2017	2	3	
	<i>S. crumenophthalmus</i>	19	Acapulco	2014	1	3
20		2016		3	3	
21		2017		3	3	
22			2018	5	3	
23		P. Vicente	2018	4	3	
24		Zihuatanejo	2016	1	3	
<i>D. muroadsi</i>		25	Acapulco	2014	2	
	26	2016		1	1	
	27	Zihuatanejo	2015	2	2	

En *Caranx caballus* los valores del *ID* indicaron que al menos unas 13 especies de parásitos (41%), presentaron agregación en una o más localidades o años de muestreo (Anexo 1). Las especies que registraron los valores de agregación más altos fueron el monogéneo *Ps. selene* (*ID* media = 8.64) y el digéneo *B. varicus* (*ID* media = 23.3).

Para *C. caninus* 10 especies de parásitos (29%) presentaron un patrón de dispersión agregado, en una o más localidades y/o años de muestreo (Anexo 2). Los valores más altos de agregación promedio (*ID* > 5) se observaron para 4 especies de parásitos (los monogéneos *Neomicrocotyle pacifica* Yamaguti 1968, *P. manteri* Bravo-Hollis 1966 y *Pyragraphorus hollisae* Euzet y Ktari 1970, y el digéneo *B. varicus*), en varias localidades de muestreo (Anexo 2).

Mientras que en los hospederos *S. crumenophthalmus* y *D. muroadsi* un 33% de las especies de parásitos presentaron una dispersión agregada, en una o ambas especies de hospedero, localidades o año de muestreo. Seis especies de parásitos *Pseudomazocraes monsilvae* Caballero y Bravo-Hollis 1955, *Ps. selene*, *S. aphareii*, el cestodo rinebótrido, el nematodo *Anisakis* sp. y el copépodo *Lernanthropus giganteus*, registraron los niveles más altos de agregación (*ID* > 3, Anexo 3).

7.11. Comunidades componente.

La riqueza de especies de parásitos registrada para cada hospedero, en cada localidad y año de muestreo (Tabla 5) varió significativamente de 4 (*D. muroadsi*: Acapulco 2016) a 22 especies (*C. caninus*: Acapulco 2018a) ($t = 9.57, p < 0.01$). No se registró correlación entre el tamaño de muestra y la riqueza de especies en este nivel ($r_s = 0.342, p > 0.05$), lo cual indicó que los diferentes tamaños de muestra utilizados en los análisis, no tuvieron ningún efecto sobre los resultados obtenidos. El número total de parásitos (carga parasitaria) varió de 28 (*D. muroadsi*: Acapulco 2014) a 2,862 (*C. caninus*: Acapulco 2016) ($t = 6.27, p < 0.01$). A excepción de *C. caninus* para el cual la única especie de parásito numéricamente dominante en todas las localidades fue el monogéneo *Protomicrocotyle manteri* (Tabla 5), en los otros 3 hospederos la especie dominante varió, tanto entre localidades, como entre años de muestreo (Tabla 5).

En *C. caballus* unas 4 especies de parásitos (*Pseudomazocraes selene*, *Bucephalus varicus*, *Anisakis* sp. y *Gnathia* sp.) dominaron numéricamente las comunidades de parásitos de este hospedero (Tabla 5). No obstante, el digéneo *B. varicus* fue la única especie que dominó hasta en 5 comunidades y con una alta intensidad de infección ($IBP > 0.60$, Tabla 5). Diferentes especies de parásitos dominaron también las comunidades de parásitos de las otras 2 especies de hospedero (Tabla 5). Por ejemplo, el monogéneo *Ps. selene* presentó una mayor dominancia en las comunidades de *S. crumenophthalmus*, mientras que en *D. muroadsi* las especies dominantes (*Pseudomazocraes monsvaisae*, *Ectenurus virgulus* y *Anisakis* sp.) cambiaron a lo largo del tiempo, así como entre las localidades de muestreo (Tabla 5).

De manera general 4 especies de monogéneos (*Protomicrocotyle manteri*, *Pseudomazocraes selene*, *Pseudomazocraes monsvaisae* y *Pseudempleurosoma* sp.), dominaron en la mayoría de las comunidades de las 4 especies de hospedero (Tabla 5). Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener fueron generalmente más altos, para las comunidades componente de *C. caballus* y *C. caninus* (H media = 1.08 y 1.16, respectivamente), en tanto que en *D. muroadsi* la diversidad a nivel componente fue significativamente más baja (H media = 0.78) ($t = 13.70, p < 0.01$)

7.12. Similitud entre las comunidades componente.

La similitud entre las comunidades componente de los carángidos varió de manera significativa entre las 4 especies, las localidades y los años de muestreo ($p < 0.01$) (Fig. 19). El porcentaje más bajo de similitud (0.10%) se registró entre las comunidades de *D. muroadsi* Zihuatanejo 2015 y

C. caninus Marquelia 2016; mientras que el más alto (93.19%), entre las comunidades de *C. caninus* San Blas 2017-Acapulco 2018b.

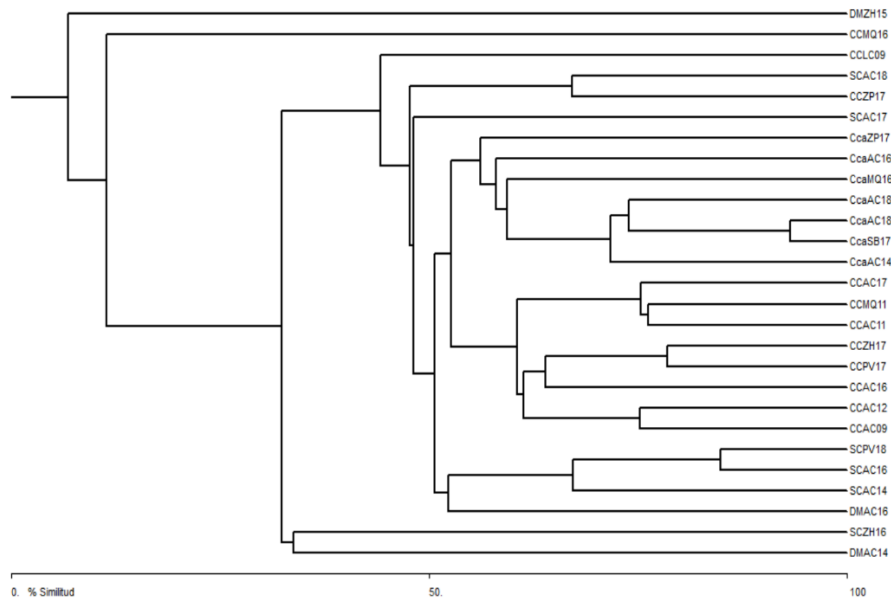


Figura 19. Porcentajes de similitud entre las comunidades de parásitos de 4 especies de carángidos. CC = *Caranx caballus*, Cca = *Caranx caninus*, SC = *Selar crumenophthalmus*, DM = *Decapterus muroadsi*.

A nivel de hospedero, en *C. caballus* la similitud entre las comunidades de diferentes localidades y años de muestreo, varió ampliamente desde 3.8% (Lázaro Cárdenas 2009-Marquelia 2016; distancia = 406 km) a 78.5% (Puerto Vicente 2017-Zihuatanejo 2016; distancia = 66.2 km). De manera general, los porcentajes de similitud fueron más bajos entre las localidades ubicadas a una mayor distancia.

Para *C. caninus* la similitud entre las comunidades componente fue considerada como generalmente baja (37.8% a 93.19%) y muy similar a los dos niveles considerados (cualitativa: media = 56.1% y cuantitativa: media = 55.5%). En tanto que para *S. crumenophthalmus* y *D. muroadsi*, los valores de similitud entre las comunidades componente de ambos hospederos, en la misma o en diferente localidad y año de muestreo, variaron entre 0.71% (*S. crumenophthalmus* Acapulco 2014–*D. muroadsi* Zihuatanejo 2015) y 84.9% (*S. crumenophthalmus* Acapulco 2014–Puerto Vicente 2018). Los porcentajes de similitud fueron generalmente más bajos entre las comunidades de *D. muroadsi* (media = 6.72%), que entre las de *S. crumenophthalmus* (media = 40.80%).

Tabla 5. Características de las comunidades componente de parásitos, en 4 especies de carángidos de 7 localidades del Pacífico mexicano. MEI = índice Enso multivariado, IBP = índice de Berger-Parker, H = índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Hospedero	Localidad	Mes	Año	T°C	Salin. (ups)	MEI	No. Hosp.	Dieta	No. de espec.	No. de parásit.	IBP	sp. domin.	H
<i>C. caballus</i>	Acapulco	Dic.	2009	27.85	33.07	-1	63	0.78	16	537	0.361	Psse	1.20
		Oct.	2011	29.99	31.41	-1.4	148	0.85	18	1983	0.61	Buce	1.25
		Feb.	2012	28.01	33.7	-0.6	53	0.78	9	741	0.359	Psse	0.95
		Ago.	2016	30.	33.9	-0.3	74	0.78	14	1117	0.64	Buce	1.15
		Dic.	2017	29.4	33.4	-0.7	79	0.70	12	1996	0.78	Buce	1.04
	L. Cárdenas	Dic.	2009	27.85	33.07	1	62	0.70	14	355	0.287	Anis	1.14
	Marquelia	Nov.	2011	29.99	31.41	-1.2	62	0.70	14	1567	0.668	Buce	1.15
		Dic.	2016	28.5	33.6	-0.3	13	0.30	12	1751	0.92	Gnat	1.04
	P. Vicente	Oct.	2017	29	33.5	-0.6	62	0.78	11	551	0.68	Buce	1.04
Zapotalito	Feb.	2017	28.6	33.5	-0.4	60	0.90	13	1029	0.76	Psse	1.11	
Zihuatanejo	May.	2016	29.8	35.87	1.3	32	0.78	7	377	0.93	Buce	0.84	
<i>C. caninus</i>	Acapulco	Abr.	2014	26.7	36.8	-0.2	107	0.80	17	1010	0.524	Proto	1.23
		Ago.	2016	29.7	34.25	-0.3	71	1.61	16	2862	0.735	Proto	1.20
		Abr.	2018	29.1	33.6	-0.9	76	0.65	22	930	0.634	Proto	1.34
		Dic.	2018	30	34.2	0.1	51	0.58	20	798	0.830	Proto	1.30
	Marquelia	Dic.	2016	28.5	33.6	-0.3	51	1.10	12	1765	0.452	Proto	1.08
	Zapotalito	Nov.	2017	29	33.5	-0.6	72	0.65	14	645	0.406	Proto	1.15
San Blas	Nov.	2017	29	25	-0.6	64	0.23	7	788	0.882	Proto	0.84	
<i>S. crumenophthalmus</i>	Acapulco	Abr.	2014	26.72	33.78	-0.2	83	0.78	8	237	0.662	Psse	0.90
		Abr.	2016	29	33.7	1.3	75	0.78	9	236	0.377	Psse	0.95
		Dic.	2017	29.1	33.6	-0.7	72	0.95	11	713	0.62	Anis	1.04
		Abr.	2018	29.5	33.8	-1.3	101	0.85	12	941	0.679	Psse	1.08
	P. Vicente	Feb.	2018	29.2	33.6	-0.7	30	0.92	9	242	0.38	Psse	0.95

	Zihuatanejo	May.	2016	29.8	35.87	1.3	41	0.70	8	55	0.545	Pseu	0.90
<i>D. muroadsi</i>	Acapulco	May.	2014	29.4	36.5	-0.2	95	0.70	7	28	0.464	Ecte	0.84
		Ago.	2016	29.5	34.8	-0.3	30	0.48	4	125	0.928	Anis	0.60
	Zihuatanejo	Oct.	2015	30.1	35.99	2.1	36	0.50	8	323	0.848	Psmo	0.90

Psse = *Pseudomazocraes selene*, Buce = *Bucephalus varicus*, Anis = *Anisakis* sp., Gnat = *Gnathia* sp., Proto = *Protomicrocotyle manteri*, Ecte = *Ectenurus virgulus*, Psmo = *Pseudomazocraes monsvaisae*, Pseu = *Pseudempleurosoma* sp.

7.13. Infracomunidades

El tamaño corporal (longitud total) de los peces varió significativamente entre hospederos (Anova $F = 504.29$, $p < 0.01$), localidades (Anova $F = 182.20$, $p < 0.01$) y años de muestreo (Anova $F = 228.76$, $p < 0.01$). Los ejemplares más grandes examinados fueron de la especie *C. caballus* (36.2 ± 2.6 y 39.7 ± 7.3) y fueron colectados en Marquelia (2011 y 2016, respectivamente) y los más pequeños de la especie *S. crumenophthalmus* (18.2 ± 0.7 y 23.5 ± 4.3 cm) en Acapulco (2016) (Tabla 6).

La riqueza promedio de especies de parásitos registrada entre los 4 hospederos, varió significativamente entre 1.5 ± 0.62 en las infracomunidades de *D. muroadsi* (Zihuatanejo 2015) y 4.1 ± 1.6 en las de *C. caballus* (Marquelia 2011) (MLG: $F = 58.34$, $p < 0.001$) (Tabla 6). A nivel de hospedero la riqueza promedio fue más alta, pero también más variable entre las infracomunidades de *C. caballus* (Fig. 20); en tanto que *C. caninus* registró infracomunidades con una riqueza promedio más uniforme en 3 de las 4 localidades muestreadas, a excepción de San Blas (Tabla 6).

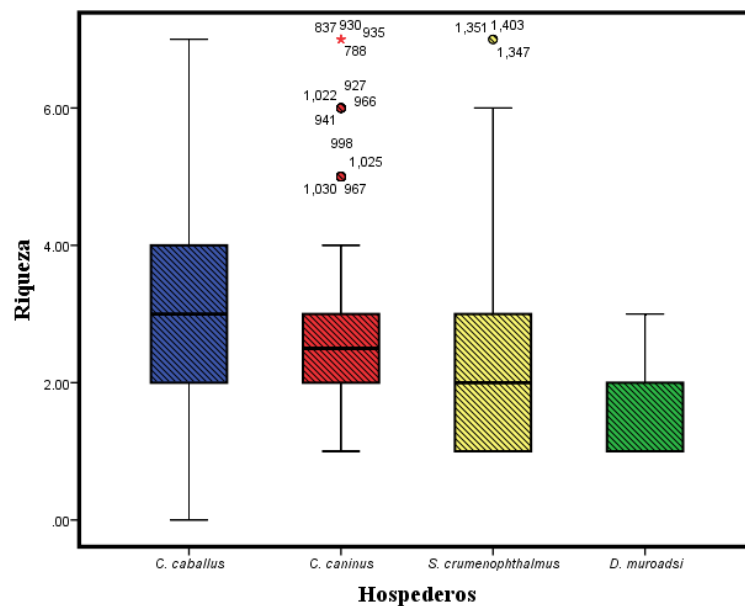


Figura 20. Variación de la riqueza de especies de parásitos en 4 especies de carángidos. En el centro de cada una de las cajas se presenta la mediana.

Tabla 6. Características de las infracomunidades de parásitos en 4 especies de carángidos, de 7 localidades del Pacífico mexicano. H' = valores del índice de diversidad de Brillouin.

Hospedero	Localidad	Mes	Año	Talla cm	No. de espec.	No. de parásit.	H'	
<i>C. caballus</i>	Acapulco	Dic.	2009	23.5 ± 4.3	2.7 ± 1.4	12.2 ± 12.3	0.90 ± 0.34	
		Oct.	2011	27.0 ± 3.6	2.8 ± 1.3	14.1 ± 19.0	0.81 ± 0.42	
		Feb.	2012	23.8 ± 1.4	2.6 ± 1.1	14.2 ± 23.8	0.86 ± 0.40	
		Ago.	2016	23.9 ± 1.7	2.60 ± 1.25	16.43 ± 12.8	0.69 ± 0.40	
		Dic.	2017	25 ± 1.7	2.9 ± 1.43	27.7 ± 42.8	0.71 ± 0.40	
	L. Cárdenas	Dic.	2009	30.9 ± 1.3	3.0 ± 1.2	6.5 ± 3.6	1.00 ± 0.35	
		Marquelia	Nov.	2011	36.2 ± 2.6	4.1 ± 1.6	26.1 ± 41.8	1.06 ± 0.45
			Dic.	2016	39.7 ± 7.3	3.6 ± 1.38	134.7 ± 165.3	0.62 ± 0.54
		P. Vicente	Oct.	2017	23.8 ± 0.7	2.31 ± 1.07	9.34 ± 14.43	0.53 ± 0.37
		Zapotalito	Feb.	2017	23.7 ± 1.1	2.79 ± 1.32	18.38 ± 18.71	0.62 ± 0.43
Zihuatanejo	May.	2016	24.4 ± 1.5	1.64 ± 0.91	13.46 ± 11.0	1.64 ± 0.91		
<i>C. caninus</i>	Acapulco	Abr.	2014	23.8 ± 2.5	2.6 ± 1.3	9.9 ± 9.68	0.67 ± 0.48	
		Ago.	2016	26.1 ± 1.8	3.57 ± 1.56	41.48 ± 25.48	0.81 ± 0.52	
		Abr.	2018	23.5 ± 4.3	2.44 ± 1.52	13.1 ± 16.37	0.52 ± 0.47	
		Dic.	2018	25.6 ± 3.8	2.35 ± 1.15	15.67 ± 10.87	0.47 ± 0.43	
	Marquelia	Dic.	2016	25.6 ± 3.3	3.52 ± 1.43	36.02 ± 46.55	0.90 ± 0.44	
	Zapotalito	Nov.	2017	31 ± 4.1	2.49 ± 1.15	9.63 ± 8.96	0.65 ± 0.43	
	San Blas	Nov.	2017	23.7 ± 1.62	1.88 ± 0.92	13.13 ± 11.45	0.34 ± 0.36	
<i>S. crumenophthalmus</i>	Acapulco	Abr.	2014	19.3 ± 0.8	1.70 ± 0.82	3.76 ± 2.84	0.33 ± 0.36	
		Abr.	2016	18.2 ± 0.7	1.81 ± 0.83	3.81 ± 2.64	0.40 ± 0.39	
		Dic.	2017	19.9 ± 0.9	2.58 ± 1.13	10.64 ± 7.35	0.67 ± 0.43	
		Abr.	2018	19.8 ± 0.9	2.34 ± 1.13	9.93 ± 9.48	0.58 ± 0.43	
	P. Vicente	Feb.	2018	20 ± 1.1	2.71 ± 1.33	8.64 ± 6.35	0.75 ± 0.42	
Zihuatanejo	May.	2016	18.9 ± 1.1	1.42 ± 0.58	2.25 ± 1.65	0.20 ± 0.27		
<i>D. muroadsi</i>	Acapulco	May.	2014	19.9 ± 0.7	1.28 ± 0.57	1.56 ± 1.04	0.13 ± 0.27	
		Ago.	2016	18.4 ± 0.8	1.26 ± 0.45	5.43 ± 4.60	0.12 ± 0.20	
	Zihuatanejo	Oct.	2015	25.5 ± 2.1	1.5 ± 0.62	9.5 ± 7.98	0.22 ± 0.29	

El número promedio de parásitos fue también muy variable (MLG: $F = 20.74$, $p < 0.001$), registrándose valores desde 1.56 ± 1.04 parásitos por hospedero infectado en *D. muroadsi* de Acapulco (2014) a 134.5 ± 165.3 en hospederos de *C. caballus* de Marquelia (2016) (Tabla 6). Este parámetro presentó también una mayor variación en las infracomunidades de *C. caballus* (Fig. 21), además de las de *C. caninus*; siendo más uniforme en los ejemplares de *D. muroadsi* (Fig. 21). A nivel de localidad, en Marquelia los ejemplares de *C. caballus* y *C. caninus* presentaron infracomunidades con altos números promedio de parásitos, en comparación con otras localidades (Tabla 6).

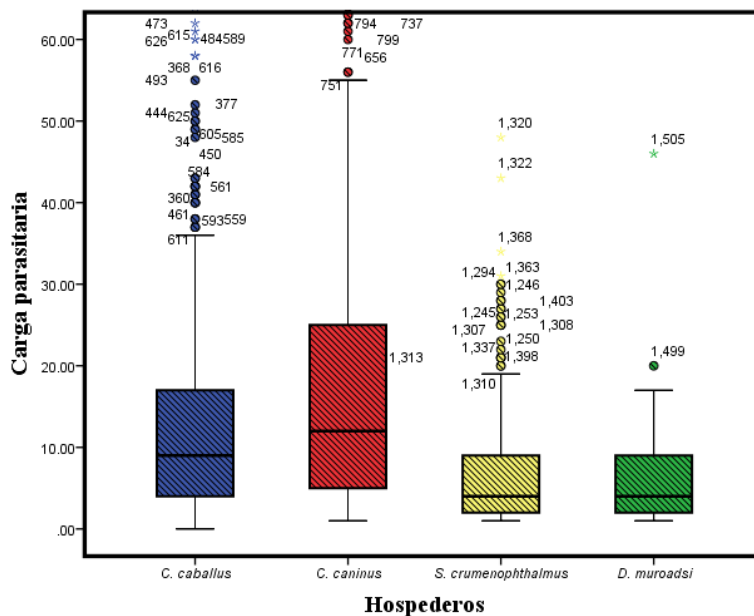


Figura 21. Variación del número promedio de parásitos en 4 especies de carángidos. En el centro de cada una de las cajas se presenta la mediana.

Los valores del índice de diversidad de Brillouin (H') variaron de 0.12 ± 0.20 en las infracomunidades de *D. muroadsi* (Acapulco 2016), a 1.64 ± 0.91 en aquellas de *C. caballus* (Zihuatanejo 2016) (MLG: $F = 43.69$, $p < 0.001$).

Al igual que los dos parámetros anteriores, la diversidad promedio de especies presentó una mayor variación entre las infracomunidades de *C. caballus* (Fig. 22); los valores del índice de diversidad en este hospedero, fueron más bajos en la localidad de Puerto Vicente 2017 (0.53 ± 0.37), y más altos en Zihuatanejo 2016 (1.64 ± 0.9 , Tabla 6).

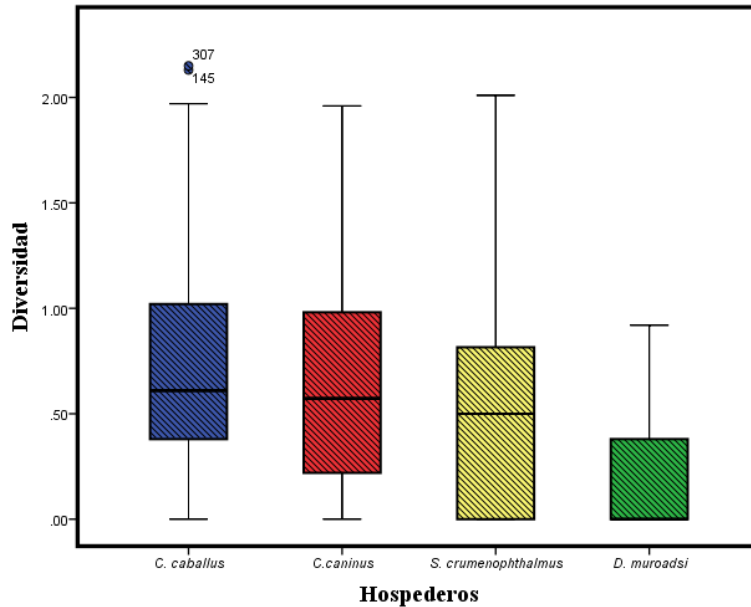


Figura 22. Variación de la diversidad promedio de parásitos, en 4 especies de carángidos. En el centro de cada una de las cajas se presenta la mediana.

Las dos especies de carángidos de menor tamaño, *S. crumenophthalmus* y *D. muroadsi* presentaron los valores más bajos de diversidad promedio (Fig. 22), como ocurrió con los dos parámetros infracomunitarios anteriores (Figs. 20, 21).

7.14. Relación entre la longitud total de los hospederos y los parámetros de infracomunidad.

Considerando el total de infracomunidades de cada hospedero, se determinó la existencia de correlaciones positivas y negativas significativas, entre la longitud total de los peces y algunos parámetros a nivel infracomunidad. De manera general, el número de correlaciones positivas fue mayor al de las negativas (Tabla 7).

El factor de condición (*Kn*) solo presento correlación (aunque negativa) con la longitud de los ejemplares de *C. caballus* (Tabla 7). En este hospedero la longitud total registró una correlación positiva con los parámetros de riqueza promedio ($r_s = 0.286$, $p < 0.001$) y diversidad promedio ($r_s = 0.229$, $p < 0.001$), a excepción del número promedio de parásitos. A nivel de grupos de parásitos, en *C. caballus* la riqueza y el número promedio de ectoparásitos presentaron correlaciones negativas con la longitud de estos hospederos, a diferencia de los endoparásitos, los cuales presentaron correlaciones positivas (Tabla 7).

Todos los parámetros a nivel infracomunidad de *C. caninus* (a excepción del *Kn*), fueron correlacionados positivamente con la longitud total (Tabla 7). Mientras que en *S. crumenophthalmus*, solo el número promedio de parásitos, y la diversidad promedio; así como la riqueza y el número promedio de endoparásitos, presentaron correlación positiva con la longitud de los hospederos.

Finalmente, en *D. muroadsi* solo el número promedio de parásitos presentó algún tipo de correlación. En este último hospedero los dos grupos de parásitos examinados, presentaron relaciones distintas con la longitud, ya que los ectoparásitos presentaron correlaciones positivas, mientras que los endoparásitos registraron correlaciones negativas con la longitud de este hospedero (Tabla 7).

Tabla 7. Valores del coeficiente de correlación por rangos de Spearman (r_s), entre la longitud total de los hospederos y algunos parámetros a nivel infracomunidad. ** = valor significativo a $p < 0.001$.

Parámetro	<i>C. caballus</i>	<i>C. caninus</i>	<i>Selar</i>	<i>D. muroadsi</i>
<i>Kn</i>	-0.339**	0.006	0.031	0.164
Riqueza	0.286**	0.190**	0.234	0.164
No. prom.	.044	0.139**	0.248**	0.390**
H'	0.229**	0.199**	0.216**	0.133
REcto	-0.128**	0.162**	0.080	0.746**
TEcto	-0.180**	0.140**	0.088	0.791**
Rendo	0.369**	0.110**	0.261**	-0.525**
Tendo	0.236**	0.109**	0.266**	-0.602**

Kn = factor de condición, H' = índice de diversidad de Brillouin, REcto = riqueza de especies de ectoparásitos, TEcto = número de ectoparásitos, Rendo = riqueza de especies de endoparásitos, Tendo = número de endoparásitos.

7.15. Influencia de los factores bióticos y abióticos, sobre la estructura de las infracomunidades

En el ACP utilizado para identificar la posible influencia de algunos factores bióticos y abióticos en la estructura de las infracomunidades de parásitos (Fig. 24), la prueba KMO (0.61), así como la de Bartlett ($\chi^2 = 40,595.6$; $gl = 152$, $p < 0.001$) indicaron que existió suficiente relación entre el número de variables consideradas y los tamaños de muestra utilizados, por lo que el análisis fue considerado como adecuado.

Las variables del sexo de los hospederos y de la dominancia (*IBP*), fueron excluidas de un primer análisis, debido a su bajo porcentaje de varianza total explicada ($< 2\%$, en cada caso). Las dos primeras variables componentes generadas por el modelo final, explicaron el 51.74% de la varianza total: estas contribuyeron con el 33.02% (autovalor = 5.94) y el 18.72% (autovalor = 3.37), respectivamente.

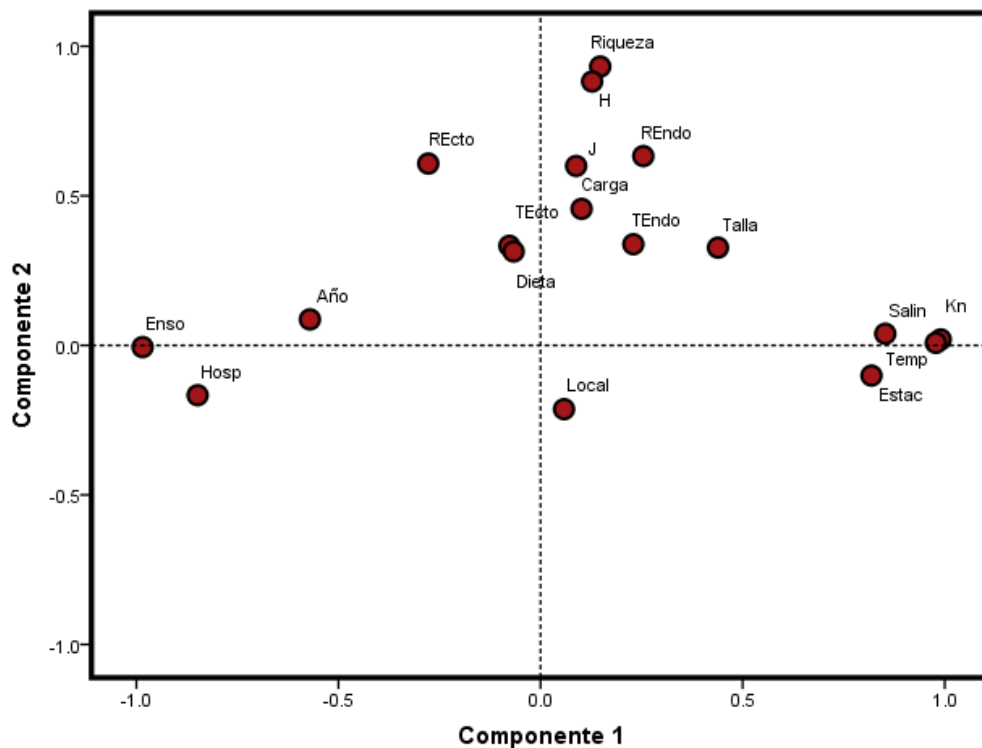


Figura 23. Gráfico del ACP, indicando el nivel de asociación entre las diferentes variables consideradas. La mayor o menor cercanía entre las variables, refleja su grado de asociación.

La primera variable componente sugiere la influencia de los factores ambientes abióticos como la temperatura, anomalías climáticas (Enso), salinidad y temporadas climáticas (secas/lluvias) sobre el estado de salud de los hospederos. De acuerdo con esta primera variable, los hospederos de mejor condición física (más robustos), se colectaron durante la fase fría del Enso, en la temporada de lluvias, durante los primeros años de muestreo y fueron principalmente de las especies *C. caballus* y *C. caninus*. La segunda variable componente asoció a la talla de los hospederos con los parámetros infracomunitarios y algunas características de los parásitos (Tabla 8).

Esta variable sugirió que los hospederos de mayor tamaño de cualquier especie y con una dieta más variada, presentaron infracomunidades con una mayor riqueza y diversidad de especies. Estas infracomunidades se caracterizaron además por una mayor riqueza de especies de endo y ectoparásitos, así como de una mayor carga total de parásitos de ambos grupos. No obstante, estas infracomunidades más ricas y diversas se presentaron solo en algunas localidades como Acapulco, de acuerdo con la correlación negativa ($r = -0.213$) registrada para esta variable, dado que se asignó el rango a 1 a esta localidad (Tabla 8).

Tabla 8. Resumen del análisis de componentes principales (ACP) sobre los factores bióticos y abióticos que influyen en la riqueza y la diversidad de las infracomunidades de parásitos de 4 especies de carángidos. El primer y segundo ejes componentes son indicados por CP1 y CP2, respectivamente.

Variables	CP1	CP2	MAM	Comunalidad	% no
				R ²	explicado
Temperatura	0.990*	0.020	0.773	0.980	0.020
Enso	-0.985*	-0.006	0.804	0.970	0.030
Kn	0.978*	0.008	0.912	0.957	0.043
Salinidad	0.853*	0.039	0.943	0.729	0.271
Hospedero	-0.849*	-0.167	0.875	0.748	0.252
Estación (secas/lluvias)	0.819*	-0.101	0.866	0.680	0.320
Año	-0.571*	0.087	0.683	0.333	0.667
Talla	0.439*	0.326*	0.702	0.299	0.701
Riqueza	0.148	0.932*	0.491	0.891	0.109
H	0.127	0.882*	0.727	0.794	0.206
REndo	0.254	0.632*	0.371	0.465	0.535
Recto	-0.278	0.607*	0.302	0.446	0.554
J	0.088	0.600*	0.644	0.368	0.632
Carga	0.102	0.456*	0.727	0.218	0.782
TEndo	0.229	0.338*	0.225	0.167	0.833
Dieta	-0.077	0.332*	0.393	0.116	0.884
TEcto	-0.067	0.314*	0.209	0.103	0.897
Localidad	0.058	-0.213*	0.521	0.049	0.951
Autovalor	5.94	3.37			
% de varianza total	33.02	18.72			
Varianza acumulada	33.02	51.74			

Las variables que contribuyen en un mayor grado a la explicación de la varianza total en cada CP, son marcados en negrita*. Los autovalores, porcentajes de varianza y varianza acumulada, son presentados al final de la tabla. Comunalidades = Influencia total de la variable con respecto a las demás variables asociadas. Unicidad = porcentaje de la varianza no explicado por el modelo. MAM = Medida de adecuación muestral.

7.16. Diferenciación de poblaciones de hospederos en base a sus parásitos.

7.16.1. *Caranx caballus*

Los resultados del modelo de funciones discriminantes, construido para diferenciar localidades muestreadas a partir de variaciones significativas en las abundancias o las frecuencias de ocurrencia (prevalencia) de especies componente en *C. caballus*, indicaron que las dos primeras variables discriminantes del modelo explicaron el 77% de la varianza total, contribuyendo con un 46.5% (autovalor = 0.902) y un 30.5% (autovalor = 0.591), respectivamente. Se observó un significativo efecto de agrupamiento de los peces hacia cada una de las localidades examinadas (lambda de Wilks = 0.224, F_{722} , $p < 0.001$).

Cada uno de los peces fue distribuido individualmente a lo largo del primer eje en un mayor grado. Las pruebas de dimensionalidad indicaron que las 5 localidades evaluadas para este carángido fueron separadas significativamente en ambas dimensiones ($\chi^2 = 327.2$, $gl = 32$, $p < 0.001$) (Fig. 24). Cada pez fue correctamente clasificado a una de las 5 localidades con una exactitud del 63.7%; en tanto que el porcentaje de clasificaciones positivas debido solo al azar, se estimó en un 11.31%. De las 15 especies componente consideradas (es decir, especies con prevalencia > 10%), el modelo solo aceptó a 8, en base a sus menores valores de lambda de Wilks. Con excepción de la localidad de Puerto Vicente, en las 4 localidades restantes, 2 especies de parásitos fueron consideradas como más importantes, para la asignación positiva de peces a cada una de éstas (Tabla 9).

Los más altos niveles de infección del dígeneo *Dactylostomum winteri* y el copépodo *Caligus robustus*, permitieron separar hospederos de Zihuatanejo. Este último copépodo también permitió diferenciar peces de la localidad de Puerto Vicente. En tanto que los dígeneos *Bucephalus varicus* y *Pseudopecoeloides carangi* fueron las especies más importantes para poder asignar peces a la localidad de Acapulco. El monogéneo *Allopyragraphorus caballeroi* y el isópodo *Gnathia* sp. permitieron separar peces de Marquelia. Mientras que el también monogéneo *Pseudomazocraes selene* y el copépodo *C. alalongae* permitieron la identificación de un mayor número de hospederos de la localidad de Zapotalito.

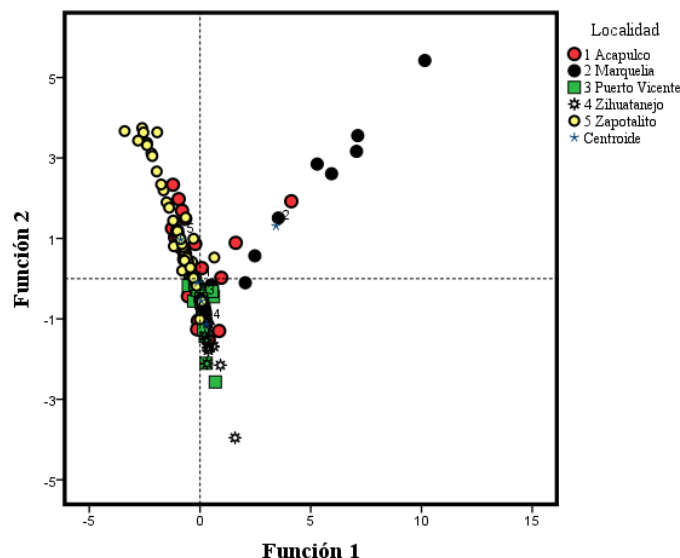


Figura 24. Gráfico del análisis de funciones discriminantes, para la distinción de stocks de *Caranx caballus*. Cada símbolo representa uno de los peces examinados en cada una de las 5 localidades.

Tabla 9. Porcentajes de ejemplares de *Caranx caballus* correctamente clasificados en cada una de las 5 localidades. Matriz de valores de coeficientes de clasificación de los parásitos que permitieron diferenciar entre las localidades muestreadas en la parte inferior. En negrita* se indica la importancia de cada especie de parásito en la distinción entre localidades.

Localidad	Acapulco	Marquelia	P. Vicente	Zihuatanejo	Zapotalito	(%)
Acapulco	41	1	23	0	5	58.6
Marquelia	0	7	5	1	0	53.8
P. Vicente	2	0	52	4	1	88.1
Zihuatanejo	0	0	18	10	0	35.7
Zapotalito	9	0	12	1	34	60.7

Parásito	Coeficientes de clasificación				
<i>A. caballeroi</i>	0.297	2.148*	0.078	0.026	0.058
<i>Ps. selene</i>	0.015	0.004	0.025	-0.011	0.164*
<i>D. winteri</i>	0.138	0.763	-0.044	2.501*	-0.026
<i>B. varicus</i>	0.031*	0.012	0.011	0.026	-0.013
<i>C. robustus</i>	-0.751	-0.079	1.090*	2.198*	0.039
<i>C. alalongae</i>	0.922	-0.050	-0.117	-0.255	1.308*
<i>Gnathia</i> sp.	0.001	0.095*	0.001	0.001	0.001
<i>P. carangi</i>	1.122*	0.014	-0.070	-0.170	0.192

7.16.2. *Caranx caninus*

En el modelo de funciones discriminantes construido para diferenciar poblaciones de *C. caninus* entre localidades de muestreo, las dos primeras variables explicaron el 81.6% de la varianza total, contribuyendo respectivamente con el 44.1% (autovalor = 0.377) y el 37.5% (autovalor = 0.321). Al igual que en el hospedero anterior, la mayoría de los ejemplares de *C. caninus* se distribuyeron principalmente a lo largo del primer eje discriminante (Fig. 25). Las pruebas de dimensionalidad indicaron que las 4 localidades comparadas para este hospedero, fueron significativamente separadas en ambas dimensiones ($\chi^2 = 190.5$, $gl = 24$, $p < 0.001$) (Fig. 25).

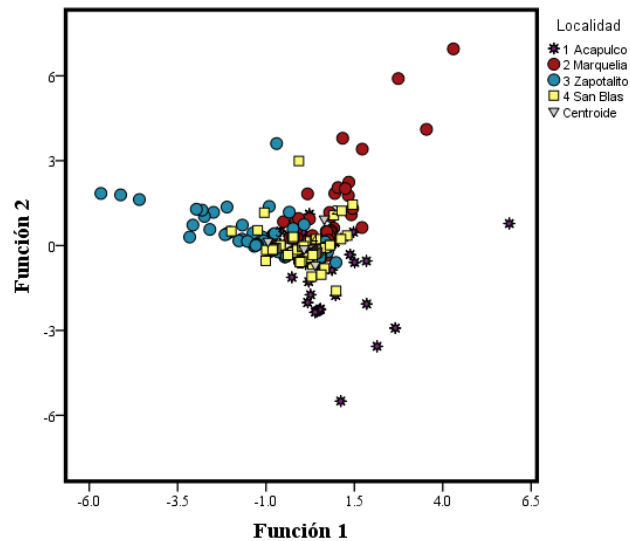


Figura 25. Gráfico del análisis de funciones discriminantes para la distinción de stocks de *Caranx caninus*. Cada símbolo representa uno de los peces examinados en cada una de las 4 localidades.

Cada uno de los peces fue correctamente clasificado a una de las cuatro localidades con una exactitud del 56.7%; mientras que el porcentaje global de clasificaciones positivas debido solo al azar para este hospedero fue del 15.18%. De las doce especies componente seleccionadas (prevalencia > 10%, Anexo 2), solo ocho fueron aceptadas por el modelo, en base a sus más bajos valores de lambda de Wilks. El monógeno *A. caballeroi* y el copépodo *Lernanthropus giganteus* Krøyer, 1863 permitieron asignar peces a la localidad de Acapulco.

Una mayor abundancia de los monogéneos *P. manteri* y *Pseudempleurosoma* sp., del digenéo *B. varicus*, así como del nematodo *Anisakis* sp. fue la característica principal que permitió la separación de hospederos de Marquelia. Mientras que la mayor abundancia del copépodo *C. alalongae* permitió la asignación de un mayor número de hospederos a la localidad de Zapotalito

(56.9%); en tanto que el digéneo *E. virgulus* cumplió esta misma función en el caso de hospederos de San Blas (60.9%) (Tabla 10).

Tabla 10. Porcentajes de ejemplares de *Caranx caninus* correctamente clasificados en cada una de las 4 localidades. En la parte inferior de la tabla, se presenta la matriz de valores de coeficientes de clasificación de los parásitos que permitieron diferenciar entre las localidades muestreadas. En negrita* se indica la importancia de cada especie de parásito en la distinción entre localidades.

Localidad	Acapulco	Marquelia	Zapotalito	San Blas	(%)
Acapulco	46	3	9	18	60.5
Marquelia	6	23	8	16	45.1
Zapotalito	15	2	41	14	56.9
San Blas	9	4	12	39	60.9

Parásito	Coeficientes de clasificación			
<i>Allopyrgraphorus caballeroi</i>	0.431*	0.284	0.094	-0.201
<i>Protomicrocotyle manteri</i>	0.046	0.113*	0.018	0.088
<i>Pseudempleurosoma</i> sp.	-0.624	3.098*	0.049	-0.749
<i>Bucephalus varicus</i>	0.005	0.046*	0.007	0.001
<i>Ectenurus virgulus</i>	0.314	-0.591	-0.312	1.710*
<i>Anisakis</i> sp.	0.007	1.011*	0.364	0.274
<i>Caligus alalongae</i>	0.090	0.269	0.810*	0.222
<i>Lernanthropus giganteus</i>	2.109*	-0.810	-0.093	-0.258

7.17. Empleo de la parasitofauna para detectar cambios en la estructura de las comunidades de parásitos a lo largo del tiempo.

Los resultados del análisis discriminante (AFD) empleado para identificar posibles diferencias en la estructura de las comunidades de parásitos de *S. crumenophthalmus*, entre los años de muestreo en la localidad de Acapulco ($n = 331$), indicaron que el modelo resultante consideró la inclusión de 3 variables discriminantes. Las dos primeras variables explicaron el 97.2% de la varianza total, contribuyendo con el 74.1% (autovalor = 0.582) y el 23.1% (autovalor = 0.182), respectivamente.

Se observó un efecto de agrupamiento de los peces de esta especie, a cada uno de los años de muestreo altamente significativo (λ de Wilks = 0.523, F_{327} , $p < 0.001$). La mayoría de los peces considerados en el análisis se distribuyeron nuevamente a lo largo del primer eje en una mayor proporción (Fig. 26). Las pruebas de dimensionalidad indicaron que las 4 comunidades componente (años de muestreo), fueron significativamente separadas en ambas dimensiones ($\chi^2 = 211.14$, $gl = 12$, $p < 0.001$) (Fig. 26).

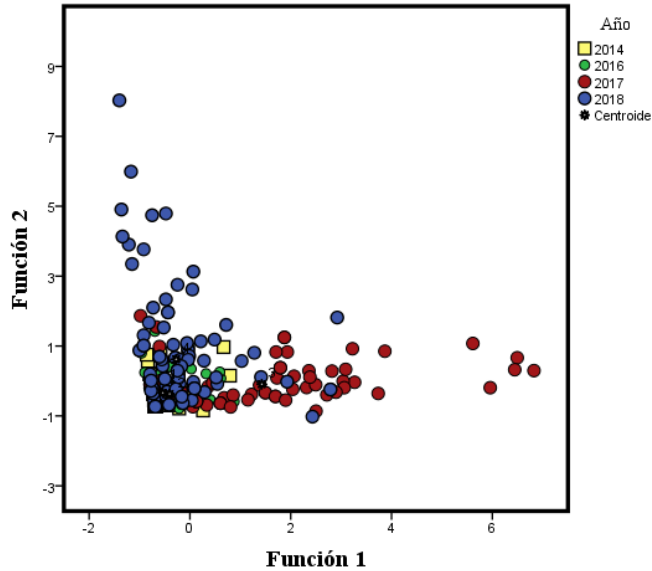


Figura 26. Gráfico del análisis de funciones discriminantes para la detección de cambios en la estructura de las comunidades de parásitos de *Selar crumenophthalmus* entre años de muestreo, en la localidad de Acapulco. Cada símbolo representa uno de los peces examinados, en cada uno de los 4 años de muestreo.

Cada uno de los ejemplares de *S. crumenophthalmus* fueron correctamente asignados a una de las 4 comunidades componente (años de muestreo), con una exactitud del 54.1%; el porcentaje global de clasificaciones positivas debido solo al azar en este caso, fue del 18.86%. De acuerdo con los resultados obtenidos, catorce peces de la muestra de 2014 fueron asignados de manera incorrecta (asignación negativa) a uno de los otros 3 años de muestreo (Tabla 11).

El mayor número de asignaciones incorrectas, se registró para la muestra colectada en 2016 (solo 36% de asignaciones positivas), para la cual hasta 48 peces fueron asignados a otros años de muestreo, principalmente al de 2014 (Tabla 11).

Tabla 11. Porcentajes de ejemplares de *Selar crumenophthamus* correctamente clasificados, en cada uno de los 4 años de muestreo. En la parte inferior de la tabla, se presenta la matriz de valores de coeficientes de clasificación de los parásitos, que permitieron diferenciar entre los 4 años de muestreo. En negrita* se indica la importancia de cada especie de parásito, en la distinción entre años de muestreo, en la localidad de Acapulco.

Año	2014	2016	2017	2018	(%)
2014	69	6	1	7	83.1
2016	42	27	3	3	36.0
2017	12	12	44	4	61.1
2018	36	17	9	39	38.6

Parásito	Coeficientes de clasificación			
<i>Pseudomazocraes selene</i>	0.070	0.039	0.065	0.232*
<i>Pseudempleurosoma</i> sp.	0.084	0.574*	0.241	0.566
<i>Synaptobothrium aphaei</i>	0.089	-0.015	0.935*	0.079
<i>Anisakis</i> sp.	0.052	0.125	0.617*	0.191

De las 7 especies componente (es decir, aquellas con prevalencia $\geq 10\%$) consideradas en el análisis discriminante, solo 4 fueron aceptadas por el modelo resultante debido a sus valores más bajos de lambda de Wilks. Los monogéneos *Ps. selene* y *Pseudempleurosoma* sp. fueron importantes en la asignación del hospederos a las muestras de 2018 y 2016, respectivamente (Tabla 11). Mientras que el digéneo *Synaptobothrium aphaei* y el nematodo *Anisakis* sp. permitieron asignar un mayor número de hospederos (61.1%) a la muestra de 2017.

VIII. DISCUSION

8.1. Aspectos poblacionales de los hospederos.

La longitud total promedio de cada una las 4 especies de carángidos examinados varió significativamente entre las localidades estudiadas, así como entre los años de muestreo. Los peces de mayor longitud promedio examinados correspondieron a la especie *C. caballus* (36.2 ± 2.6 y 39.7 ± 7.3 , Tabla 1), siendo colectados durante dos muestreos efectuados en la localidad de Marquelia. En el estado de Guerrero, las tallas máximas de captura registradas, han sido de 37 y 38 cm de longitud total, en las costas Chica y Grande (Flores-Garza *et al.* 2009); sin embargo algunos *C. caballus* examinados midieron hasta 45 cm de longitud total en la región de la costa Chica (Marquelia, Tabla 1), lo cual indica que *C. caballus* puede alcanzar tallas mayores a las reportadas en estas zonas. En este sentido, Espino-Barr (2000) señala que el cocinero puede alcanzar una longitud máxima (L_{∞}) de 68.0 cm en las costas de Colima; aunque la talla promedio de captura es de 22.8 cm y la talla máxima de 44 cm (Espino-Barr *et al.* 2003). En tanto que para las costas de Oaxaca, se ha reportado una talla de captura promedio de 34.6 cm (Anislado *et al.* 2007). Por otra parte, se estima que a los 30.3 cm, el 50 % de la población de *C. caballus* se encuentra ya madura (Anislado *et al.* 2016); en este sentido, es posible considerar que la mayoría de los peces examinados de esta especie (a excepción de la localidad de Marquelia), fueron organismos inmaduros. Estudios efectuados sobre el crecimiento de *C. caballus* en las costas del Pacífico indican, que los peces de unos 45 cm de longitud total tienen aproximadamente unos 5 años de edad (Gallardo-Cabello *et al.* 2007). Es posible por lo tanto estimar que la edad de los peces examinados en el presente estudio fluctuó entre los 1.8 (23 cm) y los 3 años (36 cm) aproximadamente (Gallardo-Cabello *et al.* 2007).

La talla de los ejemplares *C. caninus* (máxima = 31 ± 4.1 , Tabla 1) fue menor a la de *C. caballus*. Para este segundo carángido Espino-Barr *et al.* (2008) señalan que *C. caninus* en las costas de Colima alcanza una talla de 30 cm a los dos años de vida, llegando a medir unos 68 cm a los 9 años de vida, mientras que la longitud promedio a la cual se captura generalmente este pez, es de 33.7 cm. En el estado de Oaxaca, se reportan tallas máximas de 64.7 cm para *C. caninus*. La madurez gonadal reportada para esta especie es de 67.9 cm (50% de la población) (Anislado *et al.* 2016), por lo que todos los peces examinados fueron inmaduros.

La información existente para *S. crumenophthalmus* indica que esta especie presenta tallas de captura de 14.7 a 21 cm de longitud furcal, en la región de Acapulco (Sandoval-Ramírez *et al.* 2013). Mientras que en las costas de Colima se reporta una talla promedio de 16.74, y una

máxima =19.40 cm (Espino-Barr *et al.* 2003). Las tallas examinadas para esta especie fueron de 18.2 ± 0.7 a 19.9 ± 0.9 cm (Tabla 1), por lo que el tamaño de los ejemplares examinados, se encuentra dentro del rango de captura en ésta y otras localidades.

Decapterus muroadsi presentó mayores tallas (18.4 ± 0.8 a 25.5 ± 2.1) que *S. crumenophthalmus* (Tabla 1); para esta especie, se reporta una talla promedio = 20.08, y una máxima = 26.50 cm en las costas de Colima (Espino-Bar *et al.* 2003). Para la localidad de Acapulco, las tallas fueron más homogéneas, en tanto que los ejemplares más grandes se colectaron en la localidad de Zihuatanejo (Tabla 1).

8.2. Relación longitud-peso.

El crecimiento individual de los peces, es considerado un proceso biológicamente complejo, que depende de múltiples factores limitantes tanto internos (genéticos, bioquímicos, endócrinos) como externos a los organismos (temperatura, salinidad, alimentación) (Ricker 1975, Velásquez 2017). En los estudios de biología pesquera, se emplea comúnmente el modelo potencial para describir el crecimiento relativo de los peces, asumiendo que cualquier especie presenta una relación de este tipo entre sus dimensiones corporales como longitud y peso total (Ricker 1975, Velásquez 2017). Se considera que el crecimiento puede ser de tipo isométrico (aumento corporal proporcionado) o alométrico (aumento corporal desproporcionado) y comúnmente es determinado mediante la comparación del exponente de la función potencial, con un valor teórico de 3 (Ricker 1975, Velásquez 2017).

Los resultados de la relación existente entre la longitud total y peso total de las 4 especies de carángidos sin considerar por sexo (Tabla 2), indicaron que el crecimiento en todas las especies puede ser muy variable tanto entre localidades, como a lo largo del tiempo. Muchos estudios indican que las relaciones longitud-peso no son constantes a lo largo del tiempo, dado que pueden variar de acuerdo a factores tales como la disponibilidad de alimento, tasas de alimentación, desarrollo gonádico y el periodo de desove (Bagenal y Tesch 1978, Al-Rasady *et al.* 2012).

Para *C caballus* los resultados indicaron que no obstante que en la mayoría de los muestreos se registró un crecimiento de tipo alométrico negativo ($b < 3$, Tabla 2), este pez puede también presentar un crecimiento alométrico positivo en algunas localidades como en Zihuatanejo (2016), o bien un crecimiento prácticamente isométrico como se observó en el muestreo de Acapulco

(2017) (Tabla 2). Estos resultados coinciden con los valores obtenidos para el coeficiente de regresión b obtenidos por otros autores para *C. caballus*; por ejemplo, Anislado *et al.* (2016) en Oaxaca reportan un valor de $b = 2.87$, Gallardo-Cabello *et al.* (2007) en Colima estiman $b = 2.97$, en tanto que Mair *et al.* (2012) reportan un valor de $b = 2.77$ para *C. caballus* en Panamá.

El crecimiento registrado para *C. caninus* en las diferentes localidades y años de muestreo en cambio fue más uniforme, ya que en la mayoría de los muestreos los valores de b fueron cercanos o igual a 3 (Tabla 2). Esto sugiere que el crecimiento de estos peces tiende a ser de tipo isométrico en la mayoría de las localidades examinadas (Tabla 2). Espino-Barr *et al.* (2008) también reportaron un crecimiento isométrico para *C. caninus* ($b = 2.954$) en las costas de Colima; aunque mencionan que se registraron variaciones intra-anales en los valores de b , los cuales dependieron en gran medida de la relación de pez con su medio ambiente.

Varios estudios también reportan diferencias en el crecimiento de *S. crumenophthalmus*, los cuales van desde un crecimiento isométrico para hembras ($b = 2.77$) o de de tipo alométrico negativo para machos ($b = 2.86$, Fadzly *et al.* 2017), o para ambos sexos $b = 2.86$ (Siwat *et al.* 2016), $b = 2.06$ (Espino-Bar *et al.* 2003). No obstante, los ejemplares estudiados presentaron principalmente un crecimiento de tipo alométrico positivo ($b > 3$), en la mayoría de las localidades o años de muestreo (Tabla 2), lo cual sugiere que estos peces crecieron más en peso que en longitud.

Solo en el carángido *D. muroadsi* el crecimiento no presentó diferencias durante los 3 muestreos realizados, siendo de tipo alométrico negativo ($b < 3$) en todos los casos (Tabla 2). Sin embargo, para las costas de Colima se reporta un crecimiento isométrico para *D. muroadsi* ($b = 2.90$, Espino-Barr *et al.* 2003). De manera general, las diferencias registradas en los parámetros de crecimiento de las 4 especies de carángidos estudiadas, pueden estar asociadas al año y estación de muestreo, o al volumen de alimento que presentaban los peces durante la colecta, así como a diferencias en las tasas de alimentación, y el estado de salud general de los peces (Bagenal y Tesch 1978, Al-Rasady *et al.* 2012).

8.3. Alimentación.

Los estudios sobre alimentación proporcionan información relevante para la comprensión de la dinámica de las interacciones ecológicas entre las especies. De acuerdo a sus hábitos alimenticios, los carángidos han sido divididos en 3 grupos principales: a). piscívoros, representados por los géneros *Caranx* y *Seriola*, b). planctófagos que incluyen a los géneros

Selar y *Decapterus* y c). consumidores de moluscos tales como las especies del género *Trachinotus* (Cruz-Escalona y Abitia-Cárdenas 2004, Saucedo-Lozano *et al.* 2012). No obstante que tanto *C. caballus* como *C. caninus* son considerados como peces piscívoros de acuerdo a esta clasificación, la dieta de *C. caballus* fue más variada en algunas localidades como Acapulco, en la cual el espectro alimenticio de este pez incluyó hasta 12 componentes alimenticios (Fig. 11a).

Saucedo-Lozano *et al.* (2012) señalan que *C. caballus* puede ser considerado como un especialista con preferencia por el consumo de peces a lo largo de todo el año, independientemente de su tamaño y sexo. No obstante, en el presente estudio se observó que los peces de mayor tamaño, por ejemplo aquellos mayores a 30 cm (Marquelia y Lázaro Cárdenas, Tabla 1), fueron los que mostraron una mayor preferencia por el consumo de peces; en tanto que los menores a esta talla incluyeron mayores porcentajes de otros ítems, como peneidos y crustáceos.

La dieta de *C. caninus* en cambio, fue más especializada ya que su espectro alimenticio incluyó solo 7 ítems, de los cuales los peces representaron el porcentaje más alto (83.7%, Fig. 11b). Sánchez (2016) menciona que el espectro trófico de esta especie en Sinaloa, incluye solo 10 tipos de presas correspondientes a 7 familias; caracterizándola por lo tanto como un predador especialista. Indica además que su alimentación no presenta variación con respecto a las estaciones del año (cálida y fría). Sin embargo, no obstante que nuestros resultados coinciden en que casi no se observan diferencias significativas en la dieta de *C. caninus* entre años de muestreo dentro de una misma localidad (por ejemplo Acapulco); entre las localidades si es posible registrar diferencias significativas en la dieta de este pez, lo cual puede ser atribuido a diferencias en la disponibilidad de presas entre las localidades, o en las características del hábitat de forrajeo.

Los peces de los géneros *Selar* y *Decapterus* son clasificados generalmente como planctófagos de acuerdo a sus preferencias alimenticias; sin embargo, *S. crumenophthalmus* incluyó también un porcentaje significativo de peces en su dieta (19.9%, Fig. 11c). Roux y Conand (2000) señalan que los ejemplares jóvenes de *S. crumenophthalmus* se alimentan principalmente de crustáceos (eufausiáceos y decápodos), pero que los adultos tienden a ser predadores activos de larvas y estadios de peces, de otras especies de tamaño pequeño.

Miembros del género *Decapterus* en estado adulto, se alimentan principalmente de varias especies del zooplancton, tales como anfípodos hipéridos pelágicos, larvas megalopas de

cangrejos y varias larvas de peces, en aguas de Hawái (McNaughton 2008). No obstante, en las localidades de Acapulco y Zihuatanejo, *D. muroadsi* se alimentó de 5 tipos de grupos de presas en cada localidad, no registrándose larvas de otras especies de peces en su dieta.

8.4. Registro parasitológico

En México los integrantes de la familia Carangidae, son uno de los grupos de peces marinos que ha sido más intensamente estudiado, aunque principalmente desde un punto de vista taxonómico (Lamothe-Argumedo *et al.* 1997, Pulido-Flores 1997, León-Regágnon *et al.* 1997, Perez-Ponce de León *et al.* 1999, Violante-González *et al.* 2016). De unas 27 especies de esta familia, se han reportado 48 especies de helmintos: dos aspidogastréos, 29 monogéneos, 15 tremátodos y dos acantocéfalos. En un estudio taxonómico de los platelmintos parásitos de 3 especies de carángidos (*Caranx caballus*, *C. hippos* y *Trachinotus rhodopus*) en la Bahía de Chamela, Jal., Pulido-Flores (1997) reportó un total de 19 especies para los 3 hospederos y de manera particular, 9 especies para *C. caballus* y 8 para *C. caninus* (reportado como *C. hippos*). No obstante, es claro que la diversidad de parásitos en este grupo de peces debe ser mucho mayor hasta la ahora reportada, dado que la parasitofauna global registrada en el presente estudio para las 4 especies de carángidos, fue de 57 especies de parásitos.

Para *C. caballus* unas 6 especies de parásitos (4 helmintos, 1 acantocéfalo y 1 crustáceo) de las 32 identificadas, representan nuevos registros geográficos para este hospedero en las costas del Pacífico mexicano (Anexo1). En tanto que para *C. caninus* 27 de las especies de parásitos registradas (15 helmintos y 12 crustáceos), son consideradas nuevos registros geográficos de esta segunda especie de carángido en México (Anexo 2). Mientras que todas las especies registradas en el presente estudio en *D. muroadsi* y 14 de las 17 especies de parásitos identificados en *S. crumenophthalmus*, (a excepción de *Dinurus scombri*, *Synaptobothrium aphaei* y *Anisakis* sp.) constituyen también nuevos registros para este hospedero (Anexo 3).

8.5. Composición de especies de las comunidades de parásitos.

En todas las comunidades de parásitos, el grupo de los digéneos presentó la mayor riqueza de especies; en *C. caballus* representó el 28.3% (9 especies) del total de las especies recuperadas; en *C. caninus* se recuperaron 12 especies de digéneos (11 adultos y 1 metacercaria), los cuales representaron el 34.3% del total de especies. Mientras que en *S. crumenophthalmus* y *D.*

muroadsi, este grupo estuvo representado por 8 especies (7 adultos y 1 metacercaria), representando también la mayor riqueza de especies en estos hospederos (33% del total de especies recuperadas). En las regiones tropicales, los digéneos constituyen el grupo más abundante y diverso de helmintos parásitos en peces de todos los ambientes acuáticos (dulceacuícola, marino y salobre) (Takemoto *et al.* 1996, Pérez-Ponce de Leon *et al.* 1999, 2007; Luque y Poulin 2007, Violante-González *et al.* 2007, Iannacone y Alvaríño 2008, Garcia-Prieto *et al.* 2014). Al parecer, este es también un patrón común en la composición de especies de comunidades de parásitos en peces marinos de las costas del Pacífico mexicano (Violante-González *et al.* 2016, Santos-Bustos *et al.* 2018, Villalba-Vásquez *et al.* 2018), aunque todavía han sido estudiadas muy pocas comunidades de parásitos en esta región tropical, para poder establecer una conclusión definitiva.

Dentro del grupo de los digéneos, la familia Hemiuridae fue la mejor representada con 6 especies (*Dactylostomum winteri*, *Dinurus scombri*, *Ectenurus virgulus*, *Lecithocladium angustiovum*, *L. excisum* y *Synaptobothrium aphareti*); esta es considerada una de las familias de digéneos de mayor diversidad en peces marinos a nivel mundial. En México, se han registrado unas 27 especies de hemiúridos en peces marinos de otras localidades (León-Regagnon *et al.* 1997), incluidas las 6 identificadas en el presente estudio.

Los crustáceos constituyeron también un grupo importante de parásitos en los carángidos estudiados. En la región neo-tropical, los copépodos representan el segundo grupo más grande de ectoparásitos de peces marinos, y el tercero en peces de agua dulce (Luque y Tavares 2007). No obstante, este grupo de ectoparásitos ha recibido muy poca atención en México (Morales-Serna *et al.* 2012, 2014). En *C. caballus* estos crustáceos representaron el 34% (8 especies) del total de especies recuperadas. Los copépodos fueron también el segundo grupo de parásitos más importante en las comunidades de *C. caninus*, en las cuales representaron el 28.6% (10 especies). En tanto que en *S. crumenophthalmus* y *D. muroadsi*, los copépodos compartieron el segundo lugar en riqueza de especies junto con los monogéneos (21% cada uno, Anexo 3). Por otra parte, el género *Caligus* fue el mejor representado dentro del grupo de los copépodos (Anexos 1-3). En un estudio realizado en la Bahía de Chamela, Jalisco, Morales-Serna *et al.* (2012) reportaron 20 especies de *Caligus* parasitando a unas 32 especies de peces marinos, incluidas las especies *Caligus robustus* y *C. mutabilis*, las cuales fueron también colectadas en el presente estudio.

8.6. Clasificación de los parásitos en base al sitio de infección.

Los resultados de la clasificación de los parásitos en cuanto a su hábitat, es decir ecto y endoparásitos, arrojaron resultados distintos a la clasificación por grupos de parásitos. Por ejemplo, no obstante que el grupo de los digéneos fue el más diverso en las comunidades de *C. caninus*, los ectoparásitos (6 monogéneos, 10 copépodos y 2 isópodos) dominaron numéricamente las comunidades de este hospedero, representando el 78.7% del número total de parásitos recuperados. En *C. caballus* los ectoparásitos (4 monogéneos, 8 copépodos y 3 isópodos) representaron el 43% del total de parásitos; en tanto que en *S. crumenophthalmus* (2 monogéneos y 5 copépodos) comprendieron el 56.5%. Los monogéneos son un grupo de helmintos que se caracteriza por presentar una alta especificidad hospedatoria, una alta diversidad morfológica y riqueza de especies; tienen además un ciclo de vida directo y pueden reproducirse dentro de un amplio rango de temperaturas (Sasal *et al.* 1999; Mendlová y Šimková 2014).

La dominancia numérica de varias especies de monogéneos en las comunidades de todas las especies de carángidos examinadas (Tabla 5), puede ser atribuido a que ellos tienen ciclos de vida de corta duración, lo que probablemente contribuye a sus altas prevalencias; además su forma de transmisión por contacto, también facilita la infección de un hospedero a otro.

8.7. Especies comunes y raras

Algunos estudios en ecología de parásitos señalan que las especies 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 el presente estudio, el número de especies comunes (o especies componente) en las parasitofaunas de los hospederos, fue de 18 en *C. caballus*, 12 en *C. caninus*, 8 en *S. crumenophthalmus* y solo 7 en *D. muroadsi*, siendo considerablemente mayor el número de especies raras (Anexos 1-3). Por lo tanto, se puede establecer que las comunidades de estos hospederos pueden ser consideradas como poco predecibles, en cuanto a su composición de especies. Por otra parte dentro del grupo de las especies raras, unas 35 especies (61.7% de la parasitofauna global) fueron recuperadas de un solo hospedero, por lo que deben ser consideradas como especies accidentales en sus respectivos hospederos.

8.8. Variación en los niveles de infección entre hospederos, localidades y años de muestreo.

Muchas comunidades de parásitos experimentan cambios temporales o espaciales en su estructura, relacionados con variaciones estacionales en factores ambientales bióticos y abióticos. Estas variaciones pueden verse reflejadas como cambios en la composición y la abundancia de algunas especies de parásitos a lo largo del tiempo (Zander *et al.* 1999, Zander 2005, Violante-González *et al.* 2008).

Algunas especies intestinales ampliamente distribuidas, registraron variaciones significativas en sus niveles de infección tanto entre especies de hospedero, localidades y años de muestreo (Anexos 1-3). La variación en los parámetros de infección estándar (es decir, prevalencia, intensidad y abundancia), es considerada como un patrón común en cualquier especie de parásito (Poulin 2006). Los cambios en la dieta de los hospederos, así como la posible variación en la disponibilidad de presas infectadas con estadios infecciosos, entre localidades y años de muestreo (Garcias *et al.* 2001, Luque *et al.* 2004, Iannacone *et al.* 2010, Santana-Pineiros *et al.* 2012), pueden explicar las variaciones registradas en los niveles de infección de los digéneos *B. margaritae*, *B. varicus*, *D. winteri*, *E. virgulus*, *S. aphareii*, *S. megacephalum*, una larva de cestodo y el nematodo *Anisakis* sp., en uno o varios de los hospederos examinados. Todas estas especies, son transmitidas a sus hospederos a partir del consumo accidental de presas infectadas. Sin embargo, la densidad poblacional y el comportamiento gregario (formación de cardumen) que presentan las 4 especies de carángidos (Allen y Robertson 1998), pueden ser una mejor explicación de la variación temporal y espacial observada en varias especies de ectoparásitos como los monogéneos *A. caballeroi*, *Ps. selene*, *N. pacifica*, *P. manteri*, *Pseudempleurosoma* sp., y *P. hollisae*, así como los copépodos *C. alalongae* y *C. robustus*. Los peces que forman grandes cardúmenes, pueden facilitar la transmisión de algunos de sus parásitos, particularmente de aquellos que tienen un ciclo de transmisión directa como los monogéneos y los copépodos (Sasal y Morand 1998, Luque *et al.* 2004).

8.9. Patrón de dispersión.

Muchos estudios realizados para determinar patrones de dispersión de parásitos en sus hospederos finales o intermediarios, indican que de manera general los parásitos se encuentran distribuidos en forma agregada entre los hospederos disponibles (Poulin 1998), de tal manera que la mayoría de los individuos no presenta o alberga pocos individuos, en tanto que unos pocos

albergan muchos parásitos (Poulin 1998). La agregación es también considerada como un patrón típico de dispersión de los parásitos de peces marinos (Iannaccone 2004, Rohde 2005, Iannaccone y Alvarino 2008, Amarante *et al.* 2015). Los valores del ID indicaron, que entre un 30 y un 40 % de las especies de parásitos identificados en cada uno de las especies de hospederos examinados, presentaron una dispersión agregada, en una o más localidades y años de muestreo (Tabla 4). Sin embargo, la variación observada en los niveles de agregación de varias especies de helmintos, como en los casos de los monogéneos *Ps. selene*, *N. pacifica*, *Pr. manteri* y *P. hollisiae*, el digéneo *B. varicus*, el nematodo *Anisakis* sp. y el copépodo *Lernanthropus ilishae* (Anexos 1-3), sugieren la existencia de diferencias en las tasas de exposición a los parásitos por parte de los hospederos. Esto posiblemente sea debido a la influencia de factores ambientales locales (Poulin 2013), así como a diferencias en el comportamiento alimenticio de los hospederos, como lo indicaron los resultados de los respectivos análisis alimenticios.

Por otra parte, el nivel de agregación fue mayor entre las especies de ectoparásitos como los monogéneos. Algunos estudios indican que el comportamiento gregario exhibido por muchas especies de peces pelágicos (como en el caso de los 4 carángidos examinados), incrementa el grado de contacto físico entre los hospederos, lo cual puede ocasionar altos niveles de agregación por parte de algunas especies de ectoparásitos (Sasal *et al.* 1997). Además, la alta especificidad hospedatoria que presentan muchas especies de monogéneos (Bagge *et al.* 2004, Cordeiro y Luque 2004, Violante-González *et al.* 2016), como los aquí identificados, puede incrementar aún más su grado de agregación en sus respectivos hospederos.

8.10. 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, Luque *et al.* 2004). En este sentido, el 53% (17 especies) del total de especies identificadas en *C. caballus*, así como el 48% de *C. caninus* y hasta el 58% de las identificadas en *S. crumenophthalmus* y *D. muroadsi*, fueron recuperadas del estómago, intestino o el mesenterio (Anexos 1-3), lo cual indica que la dieta fue un factor de gran importancia en la estructuración de las comunidades de helmintos parásitos de estos carángidos (Sasal *et al.* 1997, Garcias *et al.* 2001, Luque *et al.* 2004, Tavares y Luque 2004, Iannaccone *et al.* 2010, Santana-Pineiros *et al.* 2012).

Por otra parte, en cada uno de los 2 carángidos de mayor tamaño (*Caranx caballus* y *C. caninus*), fueron colectadas 4 y 3 especies (respectivamente) de parásitos gastrointestinales, en forma larvaria: una especie de didimozoide, 2 cestodos (*Nybelinia* sp. y un tripanorínquido), y 2 nemátodos (*Anisakis* sp. y *Contracaecum* sp., Anexos 1, 2). Las larvas de didimozoide maduran en atunes y peces espada (Vidal y Haimovici 1999), en tanto que los 2 cestodos (*Nybelinia* sp. y un tripanorínquido), utilizan peces elasmobranquios como hospederos finales (Khalil *et al.* 1994, Palm *et al.* 1994), mientras que los nematodos *Anisakis* sp. y *Contracaecum* sp., pueden completar su ciclo de vida en mamíferos marinos (Moravec 1998). La presencia de estos estadios larvarios sugiere por lo tanto que estos carángidos, pueden ser también especies presa para estos hospederos finales.

En el caso particular de *S. crumenophthalmus* y *D. muroadsi*, las 4 especies de parásitos recuperadas en forma larvaria en estos hospederos (1 digéneo, 2 cestodos y 1 nematodo, Anexo 3), representaron el 81% del número total de endoparásitos colectados en ambos hospederos. Muchas especies de peces que sirven como hospederos intermediarios o paraténicos, son generalmente de tamaño corporal pequeño (George-Nascimento 1987, Marcogliese 2002, Luque y Poulin 2004); *S. crumenophthalmus* y *D. muroadsi* son dos de las especies más pequeñas de la familia Carangidae (Allen y Robertson 1998, Argente *et al.* 2014). Ambas especies son consideradas como importantes peces forrajeros para predadores de alto nivel trófico. Debido a esto, los pescadores deportivos y comerciales los utilizan generalmente como carnada (Welch *et al.* 2013). Las larvas de cestodo rinebótrido y *Acanthobothrium* sp. identificados en estos hospederos, maduran también en elasmobranquios (Khalil *et al.* 1994), en tanto que el digéneo didimozoide alcanza su madurez en grandes escómbridos pelágicos (Lester 1980, Rodríguez-Ibarra *et al.* 2011). Los resultados para estos otros dos carángidos sugieren por lo tanto, que estos pueden ser presas comunes de estos hospederos finales.

8.11. Comunidades componente.

Algunos estudios señalan que los hospederos más grandes pueden albergar una riqueza más alta de especies (Sasal *et al.* 1997), debido a que un incremento en el tamaño corporal está vinculado con un incremento en los nichos disponibles para la colonización (Sasal *et al.* 1997, Luque *et al.* 2004) y de esta manera con una mayor riqueza de especies. De los 4 carángidos estudiados, *C. caninus* es la especie que llega a alcanzar un mayor tamaño en estado adulto (68 cm a los 9 años de vida, Espino-Barr *et al.* 2008). No obstante que la mayor talla (39.7 ± 7.3 cm,

Tabla 1), fue registrada para ejemplares adultos de *C. caballus*, los *C. caninus* fueron considerados aún como organismos inmaduros. A nivel componente *C. caninus* registró la mayor riqueza de especies (20 y 22 especies en la localidad de Acapulco), la cual puede ser considerada como similar a la reportada para otras especies de *Caranx* en el continente americano; como en los casos de *C. hippos* (19 especies), *C. latus* (17 especies) y *C. caballus* (18 especies) (Luque y Ramos 2001, Gallegos-Navarro *et al.* 2018). Generalmente los hospederos que presentan una amplia distribución geográfica, se encuentran más expuestos a ser infectados por un mayor número de especies de parásitos, debido a que interactúan con un mayor número de posibles hospederos intermediarios de parásitos, a lo largo de su rango de distribución (Sasal *et al.* 1997). Los resultados obtenidos apoyan esta hipótesis, debido a que la parasitofauna global registrada en las 4 localidades para *C. caninus* fue de 35 especies de parásitos, no obstante de que la riqueza máxima observada a nivel componente fue de solo 22 especies (Tabla 5). Esta misma observación puede ser considerada también en el caso de la parasitofauna global de *C. caballus* y *S. crumenophthalmus*, aunque no así en el caso de *D. muroadsi*, el cual presentó la menor riqueza a nivel componente (4 a 8 especies, Tabla 5).

La similitud entre las comunidades componente de los carángidos fue muy variable; los porcentajes más bajos se registraron entre las comunidades de *D. muroadsi* y *C. caninus* (Fig. 19). Mientras que la similitud de las comunidades de una misma especie de hospedero, entre localidades distintas llegó a ser muy alta, como en el caso de las comunidades de *C. caninus* San Blas 2017-Acapulco 2018b (93.19%). La baja similitud en la composición de especies entre algunas especies de carángidos como *D. muroadsi* y *C. caninus*, puede ser atribuida a las marcadas diferencias en tamaño corporal, hábitos alimenticios, así como a la presencia de algunos parásitos especialistas en cada uno de los hospedero, las cuales no fueron compartidas. Otros factores de tipo ambiental (Valtonen *et al.* 2001, Luque *et al.* 2004, Timi *et al.* 2010, Gallegos-Navarro *et al.* 2018, Santos-Bustos *et al.* 2018, Villalba-Vásquez *et al.* 2018) pueden estar también involucrados, además de una posible variación en la disponibilidad de presas infectadas con larvas, entre las localidades o años de muestreo.

Por otra parte, la similitud entre las comunidades componente decayó con la distancia entre las localidades; por ejemplo en el caso de *C. caballus*, las localidades de Marquelia y Lázaro Cárdenas (distancia = 406 km) compartieron solo el 3.8% de su composición de especies. La distancia entre los sitios de muestreo, es uno de los mejores predictores de la similitud entre las comunidades de parásitos, ya que los hospederos que se encuentran en sitios más cercanos, se encuentran más expuestos a un mayor número de especies de parásitos geográficamente

relacionadas, las cuales son más similares que aquellas de localidades más alejadas (Poulin y Morand 1999, Poulin 2003, Pérez-del-Olmo *et al.* 2009).

8.12. Infracomunidades.

Varios factores bióticos y abióticos pueden tener una gran influencia en la variación de la riqueza y la diversidad de especies en las comunidades de parásitos de peces marinos (Poulin 1995, Timi y Poulin 2003, Luque *et al.* 2004, Gallegos-Navarro *et al.* 2018, Santos-Bustos *et al.* 2018, Villalba-Vásquez *et al.* 2018).

Los resultados del ACP (Fig. 23) indicaron que la riqueza y la diversidad de especies de las infracomunidades de parásitos en los 4 carángidos, así como el estado de salud de los hospederos, pueden ser altamente influenciados por la variación de los factores ambientales abióticos, como la temperatura, salinidad y anomalías climáticas; además del efecto local de las temporadas de secas y lluvias. Algunos estudios indican que los incrementos anormales en la temperatura superficial del mar (como ocurre durante la fase caliente del Enso), pueden ocasionar una disminución importante en la productividad de las redes alimenticias. Estas anomalías climáticas pueden afectar los procesos de transmisión de muchas especies de parásitos de transmisión trófica, debido a la reducción del número de hospederos intermediarios o finales (Oliva *et al.* 2008, Jacobson *et al.* 2012, Lamb *et al.* 2018). En la Bahía de Acapulco, ligeros cambios en la temperatura superficial del agua y la salinidad, pueden ser suficientes para ocasionar cambios importantes en la composición de especies de las comunidades de copépodos a lo largo del año (Rojas-Herrera *et al.* 2016). Por ejemplo, la disminución en la temperatura del agua en la Bahía de Acapulco durante los primeros meses de año, ha sido asociada con el incremento de poblaciones de copépodos ciclopoideos y harpacticoideos (Rojas-Herrera *et al.* 2016), los cuales actúan como hospederos intermediarios de muchas especies de helmintos intestinales (Marcogliese 1995, Rohde 2005).

La talla de los hospederos fue también considerada en el ACP, como un factor de estructuración importante de las infracomunidades de parásitos estudiadas (Fig. 23, Tabla 8). En peces marinos, el tamaño corporal ha demostrado ser uno de los principales predictores de la abundancia total y la riqueza de especies de parásitos (Sasal *et al.* 1997, Vidal-Martínez y Poulin 2003, Iannacone 2004, Luque *et al.* 2004, Iannacone y Alvarino 2008, Luque y Poulin 2008, Iannacone *et al.* 2010). Un gran tamaño corporal puede facilitar la colonización de parásitos, ya que los individuos más

grandes tienden a ingerir cantidades mayores de alimento y son generalmente de una mayor edad, por lo que han tenido más tiempo para acumular parásitos que los individuos más pequeños (Poulin 1998, Sasal *et al.* 1997, Bush *et al.* 2001, Tavares y Luque 2008). En todas las especies de carángidos se registraron correlaciones positivas entre la longitud total y los 3 parámetros de infracomunidad considerados como en *C. caninus* (Tabla 7), o con 2 de ellos (*C. caballus* y *S. crumenophthalmus*), o al menos con uno de los parámetros (*D. muroadsi*), lo cual confirma los resultados del ACP, sobre la importancia del tamaño corporal de los carángidos, en la estructuración de sus infracomunidades de parásitos. Los resultados del ACP también confirmaron la importancia de la dieta del hospedero, como un factor de gran importancia en la estructuración de las comunidades de endoparásitos (intestinales), como se indicó anteriormente. Por otra parte, la riqueza y diversidad de las infracomunidades de parásitos de los carángidos, varió significativamente entre las localidades (Tabla 6). Varios estudios indican que las variaciones en la composición y riqueza de especies de las infracomunidades de parásitos, pueden ser atribuidas a variaciones en la prevalencia o la abundancia de taxas dominantes (Balboa y George-Nascimento 1998, Garcias *et al.* 2001, Vidal-Martínez y Poulin 2003, Pérez-del-Olmo *et al.* 2009, Santana-Pineiros *et al.* 2012).

8.13. Parásitos como marcadores poblacionales

8.13.1. Importancia del tamaño de muestra. De acuerdo con los requisitos del análisis discriminante multivariado, el tamaño de la muestra de cada grupo, es decir, de cada localidad muestreada o población de peces, debe exceder el número de especies de parásitos incluidos en el análisis de esa muestra o localidad. Por lo tanto, se considera que es necesario utilizar tamaños de muestra de entre 50 y 60 peces por localidad, para poder garantizar la presencia en la muestra, de cualquier parásito metazoario que esté presente en al menos un 5% de la población (Poulin y Kamiya 2015). No obstante que en algunas localidades los tamaño de muestra utilizados fueron de menos de 50 peces (Tabla 5), los resultados de la prueba KMO y la de Bartlett de los análisis discriminantes, indicaron que existió suficiente relación entre el número de variables consideradas y los tamaños de muestra utilizados, por lo que los análisis fueron considerados adecuados. Por lo tanto, se considera que no obstante que en algunos casos los tamaños de muestra fueron pequeños (13 a 41 peces, Tabla 5), el número de especies de parásitos presentes en esos muestreos, no fue nunca mayor al número de peces examinados.

8.13.2. Variación en los niveles de infección.

El razonamiento sobre el uso de los parásitos como marcadores poblacionales, es que los peces pueden albergar una determinada especie de parásito que proviene del área geográfica (o al menos los peces han pasado algún tiempo) donde este parásito es endémico. La mayoría de las especies de parásitos con diferentes áreas endémicas, son consideradas de manera simultánea, por lo que se puede obtener información sobre el área de origen del parásito o sobre los movimientos de los hospederos (MacKenzie y Abaunza 1998, Poulin y Kamiya 2015).

Los resultados de los análisis discriminantes indicaron que debido a las altas variaciones registradas en los niveles de infección de algunas especies de parásitos componentes de los hospederos *C. caballus* y *C. caninus* entre las localidades muestreadas, algunas especies seleccionadas por los modelos resultantes, pueden ser consideradas para diferenciar poblaciones de estas especies de peces, a lo largo de las costas del Pacífico mexicano. El uso de parásitos como marcadores biológicos para la identificación de stocks de peces marinos de la misma especie, es ampliamente aceptado actualmente debido a su gran utilidad en los estudios de administración de pesquerías (MacKenzie 2002, MacKenzie y Abaunza 2005, Timi 2007, Violante-González *et al.* 2016).

En este sentido, unas 8 especies componente pueden ser utilizadas para diferenciar poblaciones de *C. caballus* (*A. caballeroi*, *Ps. selene*, *D. winteri*, *B. varicus*, *P. priacanthi*, *C. alalongae*, *C. robustus* y *Gnathia* sp.) y de *C. caninus* (*A. caballeroi*, *P. manteri*, *Pseudempleurosoma* sp., *B. varicus*, *E. virgulus*, *Anisakis* sp., *C. alalongae* y *L. giganteus*), en base a sus más altos niveles de infección registrados en algunas localidades. Por otra parte, las variaciones observadas en los niveles de infección de estas especies componente, pueden ser atribuidas a cambios en el comportamiento alimenticio, o de su hábitat de forrajeo, en el caso de las especies intestinales; así como a posibles diferencias en la densidad poblacional o el comportamiento gregario de estas especies de carángidos, tanto a lo largo del tiempo, como entre localidades como fue sugerido anteriormente.

8.13.3. Utilización de los parásitos para detectar cambios en la estructura.

Los análisis discriminantes han sido utilizados generalmente para diferenciar poblaciones de una especie de hospedero, en base a diferencias en los niveles de infección de algunos de sus parásitos comunes entre localidades muestreadas (Violante-González *et al.* 2016, Santos-Bustos *et al.* 2018, Villalba-Vásquez *et al.* 2018), pero no para determinar posibles cambios en la

estructura de las comunidades a lo largo del tiempo. En este sentido, los resultados del análisis discriminante utilizado para identificar posibles diferencias en la composición y la estructura de las comunidades de parásitos de *S. crumenophthalmus* entre años de muestreo, indican que los parásitos también pueden ser utilizados con este objetivo. En *S. crumenophthalmus*, los parásitos *Ps. selene*, *Pseudempleurosoma* sp., *Synaptobothrium aphaei* y *Anisakis* sp., registraron cambios importantes en sus niveles de infección a lo largo del tiempo (entre años), generando cambios importantes en la estructura de la comunidad de parásitos. Uno de los patrones más comunes en ecología de parásitos, es la gran variabilidad registrada en los niveles de infección que exhiben muchas especies de parásitos entre poblaciones de la misma especie de hospedero (Marcogliese 2002, Bagee *et al.* 2004). Cambios en los factores ambientales locales, ya sean físicos (temperatura, corrientes marinas, anomalías climáticas) o químicos (salinidad, pH, oxígeno disuelto), pueden facilitar el establecimiento y la proliferación de ciertos parásitos, tanto entre localidades como a lo largo del tiempo (Bagee *et al.* 2004).

8.13.4. Parásitos más frecuentemente utilizados como biomarcadores.

De acuerdo con algunos autores, taxones de parásitos con limitado potencial de dispersión y por tanto mayor endemidad (como monogéneos y copépodos), pueden ser mejores candidatos como biomarcadores de stocks de peces, debido a que no tienen una mayor capacidad de dispersión que la que les es proporcionada por los movimientos de sus hospederos (MacKenzie y Abaunza 1998, Poulin y Kamiya 2015). Por lo tanto, la similitud en los ensamblajes de estos parásitos debe decaer rápidamente en función de la distancia entre localidades; aún en el medio marino el cual es considerado un ambiente continuo, a diferencia de los dulceacuícolas separados por barreras físicas. En las comunidades de parásitos de los 3 hospederos, para los cuales se utilizaron los parásitos como biomarcadores, fueron seleccionadas varias especies de ectoparásitos por los modelos resultantes. Por ejemplo, *C. caballus* 5/8 (2 monogéneos, 3 copépodos), *C. caninus* 5/8 (3 monogéneos, 2 copépodos), *S. crumenophthalmus* 2/4 (2 monogéneos). También en 13 de los 27 estudios documentados sobre parásitos como biomarcadores en el continente americano, son reportadas especies de ectoparásitos como biomarcadores confiables de stocks de peces marinos (Tabla 12).

No obstante, MacKenzie y Abaunza (1998) también señalan que los parásitos más ampliamente utilizados como biomarcadores poblacionales son las larvas de nematodos anisákidos. Estas larvas de nematodos son también reportadas en la mayoría de estudios efectuados en el continente americano, al igual que larvas de cestodos (Tabla 12). En nuestro estudio, las larvas

de *Anisakis* sp. solo fueron consideradas como biomarcadores adecuados, en los casos de las comunidades de *C. caninus* y *S. crumenophthalmus*. Estos resultados fueron atribuidos posiblemente, a que la mayoría de los ejemplares de *C. caninus* examinados fueron organismos juveniles, los cuales pueden actuar como presas para otros predadores ictiófagos de mayor tamaño. Mientras que *S. crumenophthalmus* es generalmente reconocido como un pez forrajero. Muchas especies de peces que sirven como hospederos intermedios o paraténicos son generalmente de tamaño corporal pequeño (George-Nascimento 1987, Marcogliese 2002, Luque y Poulin 2004); en este sentido, *S. crumenophthalmus* al igual que *D. muroadsi* son dos de las especies más pequeñas de la familia Carangidae (Allen y Robertson 1998, Argente *et al.* 2014). Ambas especies son importantes peces forrajeros para predadores de alto nivel trófico.

Tabla 12. Estudios sobre el empleo de parásitos como biomarcadores de stocks en el continente Americano.

Población	Parásitos marcadores	Región	Fuente
<i>Clupea harengus</i>	<i>Anisakis simplex</i>	Atlántico norte	Chenoweth <i>et al.</i> 1986
<i>Macruronus magellanicus</i>	Larvas de nematodos	Chile	Oliva 2001
<i>Merluccius gayi gayi</i>	Cestodos, monogéneos, copépodos	Chile	Oliva y Ballón 2002
<i>Engraulis anchoita</i>	Monogéneos, digéneos, cestodos, nematodos y acantocéfalos	Argentina	Timi 2003
<i>Sebastes capensis</i>	Monogéneos, digéneos, acantocéfalos, nematodos, copépodos, isópodos	Chile	Oliva y González 2004
<i>Hippoglossina macrops</i>	Monogéneos, acantocéfalos	Chile	Oliva <i>et al.</i> 2004
<i>Merluccius hubbsi</i>	Acantocéfalos, nematodos, cestodos	Suroeste Atlántico	Sardella y Timi 2004
<i>Cynoscion guatucupa</i>	Monogéneos, digéneos, cestodos, acantocéfalos, nematodos	Suroeste Atlántico	Timi <i>et al.</i> 2005
<i>Cynoscion guatucupa</i>	Digéneos, cestodos, nematodos, copépodos	Brasil Uruguay, Argentina	Timi <i>et al.</i> 2005
<i>Eleginops maclovinus</i>	Nematodos, acantocéfalos, digéneos	Atlántico	Brickle y MacKenzie 2007
<i>Engraulis ringens</i>	Monogéneos, digéneos, copépodos.	Chile	Valdivia <i>et al.</i> 2007
<i>Percophis brasiliensis</i>	Larvas de nemátodos, acantocéfalos, cestodos	Argentina y Uruguay	Braicovich y Timi 2008
<i>Scomber japonicus</i>	Monogéneos, didymozoides	Chile	Oliva <i>et al.</i> 2008
<i>Pinguipes brasilianus</i>	Cestodos, acantocéfalos, digéneos, copépodos	Argentina	Timi <i>et al.</i> 2008
<i>Pseudopercis semifasciata</i>	Larvas de cestodo, acantocéfalos y nematodos	Argentina	Timi y Lanfranchi 2009
<i>Pinguipes brasilianus</i>	Cestodos, acantocéfalos	Suroeste Atlántico	Timi <i>et al.</i> 2009

<i>Percophis brasiliensis</i>	Larvas de nematodos y digéneos	Argentina	Braicovich y Timi 2010
<i>Micropogonias furnieri</i>	Monogéneos, digéneos, acantocéfalos, cestodos, nematodos, copépodos, isópodos	Brasil	Luque <i>et al.</i> 2010
<i>Pinguipes brasilianus</i>	Monogéneos, digéneos, nematodos, acantocéfalos, copépodos.	Sureste Atlántico	Timi <i>et al.</i> 2010
<i>Micromesistius australis</i>	Nematodos, cestodos, acantocéfalos.	Sudamérica, Chile	George-Nascimento <i>et al.</i> 2011
<i>Raneya brasiliensis</i>	Digéneos, acantocéfalos, cestodos, nematodos.	Argentina	Vales <i>et al.</i> 2011
<i>Trachurus lathami</i>	Cestodos, digéneos, nematodos	Argentina	Braicovich <i>et al.</i> 2012
<i>Odontesthes smitti</i>	Digéneos, acantocéfalos, nematodos	Atlántico sur, Argentina	Carballo <i>et al.</i> 2012
<i>Percophis brasiliensis</i>	Larvas de nematodos y cestodos	Argentina	Braicovich <i>et al.</i> 2016
<i>Caranx caballus</i>	Monogéneos, digéneos, cestodos, nematodos, copépodos	Pacífico mexicano	Violante-González <i>et al.</i> 2016
<i>Oligoplites</i> spp.	Digéneos, nematodos, copépodos	Pacífico mexicano	Santos-Bustos <i>et al.</i> 2018
<i>Parapsettus panamensis</i>	Monogéneos, digéneos, copépodos	Pacífico mexicano	Villalba-Vásquez <i>et al.</i> 2018

En el caso de *D. muroadsi*, no obstante que debido al menor número de ejemplares examinados, esta especie no fue incluida en los análisis discriminantes, las larvas de *Anisakis* sp. infectaron a este carángido en todos los muestreos realizados, confirmando de esta manera su importancia como hospedero intermediario

8.13.5. Confiabilidad de la clasificación de stocks en base a los parásitos.

Es señalado que en un análisis discriminante multivariado, la proporción observada de clasificación correcta de peces a una cierta localidad, debe ser evaluada por medio de su comparación con el porcentaje de clasificación esperado solo por casualidad; dado que la probabilidad de correcta asignación de peces a sus grupos originales solo por el azar, nunca es cero (Poulin y Kamiya 2015). En todas las pruebas de clasificación de peces a alguna localidad o año de muestreo, en base a los niveles de infección de sus especies de parásitos, los porcentajes de asignación positiva a la localidad correcta, fueron significativamente más altos, que los porcentajes de asignación positiva alcanzados solo por el azar. En el caso de *C. caballus* la efectividad de la clasificación en base a los niveles de infección de las especies componente seleccionadas por el modelo de funciones discriminantes, fue unas 5 veces más alta que la conseguida solo por el azar (63.7% vs 11.31%), en tanto que en *C. caninus* (51.1% vs 18.86%) y *S. crumenophthalmus* (54.1% vs 18.86%), la efectividad de la clasificación positiva de peces a las localidades correctas, fue de casi el triple que la que se alcanzaría solo por el azar.

8.13.6. Importancia de la distancia entre las localidades en los análisis discriminantes.

El empleo de los parásitos como marcadores biológicos se fundamenta en el decaimiento de la similitud en la composición de especies de la comunidad, como una función del incremento en la distancia entre ellas (Poulin y Kamiya 2015). Por lo tanto en un análisis discriminante, la efectividad de los parásitos para distinguir con precisión entre los peces de diferentes poblaciones, debería mejorar con el incremento en la distancias entre esas poblaciones (Poulin y Kamiya 2015). De esta manera, se ha sugerido que los parásitos pueden ser de poca utilidad como biomarcadores, en el caso de estudios que consideran escalas espaciales pequeñas de unos pocos kms. La mayor distancia entre las 7 localidades muestreadas en el presente estudio, fue la existente entre Zapotalito Oax. y San Blas Nay. (1,893 km), en tanto que la menor se registró entre las localidades de Zapotalito y Marquelia (solo 85 km de distancia). De acuerdo con Poulin y Kamiya (2015) es importante considerar distancias mayores a 100 km (10^2 km) en los estudios de parásitos como biomarcadores de stocks de peces marinos, dado que sobre escalas geográficas pequeñas o intermedias (10^2 - 10^3 km), puede ocurrir una baja frecuencia de dispersión de muchas especies de peces adultos, lo cual

es suficiente para permitir una homogenización genética de diferentes poblaciones. No obstante, desde una perspectiva ecológica (como se indica para el caso de los parásitos) estas poblaciones de peces pueden considerarse como stocks diferentes, no obstante su afinidad genética.

Sin embargo, a pesar de que la distancia entre las localidades de Zapotalito y Marquelia (85 km), se encuentra fuera del rango recomendado en los estudios sobre el empleo de parásitos como biomarcadores (≥ 100 km); en la clasificación de ejemplares de *C. caballus*, ningún pez de zapotalito fue asignado a la localidad de Marquelia, no obstante la poca distancia entre ambas localidades (Tabla 9). Por lo tanto, es posible considerar que aún a distancias cortas (< 100 km), las condiciones ambientales locales, puedan ya ejercer efectos importantes sobre la estructura de las comunidades de parásitos, así como en sus hospederos, permitiendo de esta manera el empleo de este método de diferenciación de stocks de peces marinos, por medio de sus parásitos. Por lo tanto los parásitos pueden ser mejores para discriminar stocks de peces entre localidades cercanas, en comparación con los marcadores genéticos (Poulin y Kamiya 2015).

IX. CONCLUSIONES

1. La longitud total promedio de cada una de las 4 especies de carángidos examinados varió significativamente entre las localidades estudiadas, así como entre los años de muestreo.
2. De acuerdo con los resultados de la relación longitud-peso sin considerar por sexo, el crecimiento en todas las especies de carángidos puede ser muy variable tanto entre localidades, como a lo largo del tiempo.
3. De las 4 especies de carángidos examinadas, la dieta de *Caranx caballus* fue más variada e incluyó 12 componentes alimenticios.
4. La parasitofauna global registrada para las 4 especies de carángidos, fue de 57 especies de parásitos.
5. En todas las comunidades de parásitos el grupo de los digéneos presentó la mayor riqueza de especies.
6. Dentro del grupo de los digéneos, la familia Hemiuridae fue la mejor representada con 6 especies.
7. El grupo de los copépodos fue el segundo mejor representado en las comunidades de 3 de los hospederos, a excepción de *D. muroadsi*.
8. No obstante su menor diversidad, los monogéneos dominaron numéricamente en la mayoría de las comunidades de parásitos de los 4 hospederos.
9. Las comunidades de estos hospederos, pueden ser consideradas poco predecibles en cuanto a su composición de especies, debido al mayor número de especies raras.
10. Algunas especies intestinales ampliamente distribuidas, registraron variaciones significativas en sus niveles de infección tanto entre especies de hospedero, localidades y años de muestreo.
11. La dieta fue un factor de gran importancia en la estructuración de las comunidades de helmintos parásitos de estos carángidos.
12. Entre un 30 y un 40 % de las especies de parásitos identificados en cada uno de las especies de hospederos examinados, presentaron una dispersión agregada, en una o más localidades y años de muestreo.

13. La presencia de un alto porcentaje de parásitos en forma larvaria en los hospederos *S. crumenophthalmus* y *D. muroadsi*, indicó que estos juegan un papel importante como presas de predadores de un mayor nivel trófico.

14. A nivel componente *Caranx caninus* registró la mayor riqueza de especies (20 a 22 especies), la cual fue similar a la reportada para otras especies de *Caranx* en el continente americano.

15. La similitud entre las comunidades componente de los carángidos fue muy variable, los porcentajes más bajos se registraron entre las comunidades de *D. muroadsi* y *C. caninus*.

16. La similitud entre las comunidades de una misma especie de hospedero, decayó generalmente con la distancia entre las localidades muestreadas.

17. Algunos factores abióticos (temperatura, salinidad y anomalías climáticas, estación climática), tuvieron un efecto importante sobre la riqueza y la diversidad de especies de las infracomunidades de parásitos, en los 4 carángidos.

18. Ciertas características de los hospederos y los parásitos (factores bióticos), como la talla, la dieta, y la especificidad de algunos parásitos, contribuyeron también en la generación de infracomunidades de una mayor riqueza y diversidad de especies.

19. Al menos unas 8 especies de parásitos pueden ser propuestas como biomarcadores poblacionales de los carángidos *Caranx caballus* y *C. caninus*, en base a sus más altos niveles de infección registrados en algunas localidades.

20. Las variaciones en los niveles de infección de algunos parásitos, permitieron también su utilización para detectar cambios en la composición y la estructura de las comunidades de parásitos de *S. crumenophthalmus* entre años de muestreo.

X. RECOMENDACIONES

De acuerdo con la información recabada y analizada, es posible sugerir las siguientes recomendaciones, con el objetivo de contribuir en el mejoramiento de la actividad pesquera en las costas del estado de Guerrero.

1. El creciente aumento de la población demanda mayores volúmenes de captura de las diferentes especies de peces marinos que son explotadas de manera constante. Sin embargo, los datos de captura examinados de al menos 3 de las especies de carángidos: el cocinero, el jurel y el ojetón, indican que la captura de estas especies presenta un marcado descenso en los últimos años. Por lo que es necesario la implementación de medidas que garanticen la recuperación de una parte de la población de cada especie, dado que no existe una regulación pesquera para las especies de escama, como en el caso de los elasmobranquios (tiburones y rayas), o especies de molusco como el ostión.
2. Debido a que todos los ejemplares del jurel *Caranx caninus* capturados en la Bahía de Acapulco fueron organismos juveniles, lo cual confirma la hipótesis de que la Bahía actúa como una guardería para muchas especies de peces marinos, es necesario proponer medidas para evitar en lo posible, el empleo de artes de pesca no selectivos como el chinchorro playero, el cual captura un gran número de peces juveniles, los cuales no han tenido la oportunidad de reproducirse por una sola vez en su vida.
3. Es necesario que las dependencias responsables implementen reuniones con las cooperativas pesqueras, para poder implementar algunas acciones para evitar la captura de peces de talla pequeña, las cuales no tienen un gran valor económico para el pescador debido a su bajo costo y poca demanda, y que en cambio generan un daño importante a las poblaciones de peces que ingresan en la bahía para protegerse y alimentarse temporalmente.
4. Continuar desarrollando esta importante línea de investigación sobre el empleo de los parásitos como marcadores biológicos, ya que ofrece una alternativa viable para el investigador, pues constituye un método de bajo costo y no afecta a las poblaciones naturales, dado que se utilizan peces provenientes de las capturas comerciales.
5. Examinar otras especies de carángidos que son también explotadas comercialmente, dado que los resultados obtenidos solo pueden ser válidos para las especies estudiadas.
6. No obstante que solo una de las especies identificadas (el nematodo *Anisakis* sp.) reviste actualmente importancia médica, es necesario ampliar las revisiones de los ejemplares, incluyendo el músculo de los peces, dado que es la estructura en la cual se pueden enquistar estos nematodos.

7. En complemento con la recomendación anterior, es necesario evitar en lo posible platillos no preparados con calor, como el ceviche o las tiritas de pescado dado la posibilidad de que algunos parásitos principalmente nematodos, no sean eliminados durante su preparación.

XI. LITERATURA CITADA.

- Abauza P., Murta A. G., Campbell N., Cimmaruta R., Comesaña A. S., Dahle G., Garcia-Santamaría M. T., Gordo L. S., Iversen S. A., MacKenzie K., Magoulas A., Mattiucci S., Molloy J., Nascetti G., Pinto A. L., Quinta R., Ramos P., Sanjuan A., Santos A. T., Stransky C. y Zimmermann C. 2008. Stock identity of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Northeast Atlantic and Mediterranean Sea: integrating the results from different stock identification approaches. *Fish. Res.* 89: 196–209.
- Amarante C. F., Tassinari W. S., Luque J. L. y Pereira M. J. S. 2015. Factors associated with parasite aggregation levels in fishes from Brazil. *Braz. J. Vet. Parasitol.* 24: 174–182.
- Anislado V., Ortíz T., González G., Ramos S., Cerdaneres G. 2016. Dinámica pesquera de las poblaciones de peces demersales en la costa chica de Oaxaca, México. Reporte, Promep 2010.
- Allen G. R. y Robertson D. R. 1998. Peces del Pacífico oriental tropical. University of Hawaii Press. USA. 327 p.
- Al-Rasady I., Govender A. y Al-Jufaili S. M. 2012. Reproductive biology of longnose trevally (*Carangoides chrysophrys*) in the Arabian Sea, Oman. *Environ. Biol. Fish.* 93: 177–184.
- Alvitres V., Chaname J., Fupuy J., Chambergo A. y Cortez M. 1999. Cambios en la prevalencia de los helmintos parásitos de *Emerita analoga* por efecto de "EL Niño 1997–98". *Rev. Peru. Biol.* 1: 77–84.
- Argente F. A. T., Narido C. I., Palla H. P., Celedonio M. A. 2014: A review on the biology and parasites of the big-eye scad, *Selar crumenophthalmus* (Bloch, 1793). *J. Multidiscip. Sci. Res.* 2: 03–08.
- Bagenal T. B. y 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.
- Bagge A. M., Poulin R. y Valtonen E. T. 2004. Fish population size, and not density, as the determining factor of parasite infection: a case study. *Parasitol.* 128: 305–313.
- Balart E., Castro-Aguirre J., Aurióles-Gamboa D., García-Rodríguez F. y Villavicencio-Garayzar C. 1995. Adiciones a la ictiofauna de Bahía de la Paz, Baja California Sur, México. *Hidrobiológica.* 5: 79–85.
- Balboa L. y George-Nascimento M. 1998. Ontogenetic and between-year variations in the infracommunities of metazoan parasites of two marine fish host species from Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 71: 27–37.
- Braicovich P. E. y Timi J. T. 2008. Parasites as biological tags for stock discrimination of the Brazilian flathead *Percophis brasiliensis* in the south-west Atlantic. *J. Fish Biol.* 73: 557–571.
- Braicovich P. E. y Timi J. T. 2010. Seasonal stability in parasite assemblages of the Brazilian flathead, *Percophis brasiliensis* (Perciformes: Percophidae): predictable tools for stock identification. *Folia Parasitol.* 57: 206–212.

- Braicovich P. E., Luque J. L. y Timi J. T. 2012. Geographical patterns of parasite infracommunities in the Rough Scad, *Trachurus lathami* Nichols, in the Southwestern Atlantic Ocean. *J. Parasitol.* 98: 768–777.
- Braicovich P. E., Pantoja C., Pereira A. N., Luque J. L. y Timi J. T. 2016. Parasites of the Brazilian flathead *Percophis brasiliensis* reflect West Atlantic biogeographic regions. *Parasitol.* 1: 1–10.
- Brickle P. y MacKenzie K. 2007. Parasites as biological tags for *Eleginops maclovinus* (Teleostei: Elegendinopidae) around the Falkland Islands. *J. Helminthol.* 81: 147–153.
- Bush A. O., Aho J. M. y Kennedy C. R. 1990. Ecological versus phylogenetic determinants of helminth parasite community richness. *Evol. Ecol.* 4: 1–20.
- Bush A. O., Fernandez J., Esch G. y Seed J. R. 2001. Parasitism: The diversity and ecology of animal parasites. Cambridge University Press, 566 p.
- Bush A. O., Lafferty K. D., Lotz J. M. y Shostak A. W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *J. Parasitol.* 83: 575–583.
- Bush A. O., Fernández J. C., Esch G. W. y Seed J. R. 2001. Parasitism: the diversity and ecology of animal parasites. Cambridge University Press.
- Carballo M. C., Cremonte F., Navone G. T. y Timi J. T. 2012. Similarity in parasite community structure may be used to trace latitudinal migrations of *Odontesthes smitti* along Argentinean coasts. *J. Fish Biol.* 80: 15–28.
- Chenoweth J. F., McGladdery S. E, Sindermann C. J., Sawyer T. K. y Bier J. W. 1986. An investigation into the Usefulness of Parasites as Tags for Herring (*Clupea harengus*) Stocks in the Western North Atlantic, with Emphasis on use of the larval nematode *Anisakis simplex*. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 7: 25–33.
- Clarke K. R. y Warwick R. M. 2001. Change in Marine Communities: An approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, Bournemouth, UK.
- Cordeiro A. S. y 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, Brazilian. *J. Biol.* 64: 399–406.
- Cruz-Escalona V. H. y Abitia-Cárdenas L. A. 2004. General characteristics of the diet of *Trachinotus paitensis* (Teleostei: Carangidae) from San Ignacio Lagoon, Baja California Sur, Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 52: 139–141.
- Dogiel V. A. y Bychovsky B. E. 1939. Parasites of the fishes of the Caspian sea. *Trudy kompleksnoi izucheniya Kaspiikogo moray.* 7: 1–150.
- Esch G. W. y Fernández J. C. 1993. A functional biology of parasitism. 1st edn. London, Chapman & Hall. 337 p.
- Espino-Barr E. 2000. Criterios biológicos para la administración de la pesca multiespecífica artesanal en la costa de Colima, México. Tesis de Doctorado, Universidad de Colima, Colima, México.
- Espino-Barr E., Cruz M. y Garcia A. 2003. Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México. Conabio, INP, México, 106 p.

- Espino-Barr E., Gallardo-Cabello M., Cabral-Solis E. G., García-Boa A. y Puente-Gomez M. 2008. Growth of the Pacific jack *Caranx caninus* (Pisces: Carangidae) from the coast of Colima, México. *Int. J. Trop.* 56: 171–179.
- Fadzly N., Adeeb S. y Sah A. S. R. M. 2017. Some biological aspects of bigeye scad, *Selar crumenophthalmus* from Bangaa Faru, Maldives. *J. Trop. Life Sci. Res.* 28: 127–141
- Flores-Garza R., Flores P. y García S. 2009. Implementación de las acciones de ordenamiento de la pesca en aguas marinas del estado de Guerrero. Informe Final. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica de Ecología Marina. 178 p.
- Froese R. 2006. Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *J. Appl. Ichthyol.* 22: 241–253.
- Gallardo-Cabello M., Espino-Barr E., García-Boa A., Cabral-Solís E. G. y Puente-Gómez M. 2007. Study of the Growth of the Green Jack *Caranx caballus* Günther 1868, in the coast of Colima, Mexico. *J. Fish. Aquat. Sci.* 2: 131–139.
- Gallegos-Navarro Y., Violante-Gonzalez J., Monks S., Garcia-Ibañez S., Rojas-Herrera A. A., Pulido-Flores G. y Rosas-Acevedo J. L. 2018. Factors linked to temporal and spatial variation in the metazoan parasite communities of green jack *Caranx caballus* (Günther 1868) (Pisces: Carangidae) from the Pacific coast of Mexico. *J. Nat. Hist.* 52: 2573–2590.
- García-Prieto L., Mendoza-Garfias B. y Perez-Ponce de Leon G. 2014. Biodiversity of parasitic Platyhelminthes in Mexico. *Rev. Mex. Biodiv. Supl.* 85: S164–S170.
- Garcías F., Mendoza R. y George-Nascimento M. 2001. Between-years variation in infracommunities of metazoan parasites of the croaker *Cilus gilberti* (Pisces: Sciaenidae) from Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 74: 833–840.
- Garrido-Olvera L., Arita H. T. y Perez-Ponce de Leon G. 2012. The influence of host ecology and biogeography on the helminth species richness of freshwater fishes in Mexico. *Parasitol.* 139:1652–1665.
- George-Nascimento M. 1987: Ecological helminthology of wildlife animal hosts from South America: a literature review and a search for patterns in marine food webs. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 60: 181–202.
- George-Nascimento M. 2000. Geographical variations in the jack mackerel *Trachurus symmetricus* Murphyi populations in the southeastern Pacific Ocean as evidenced from the associated parasite communities. *J. Parasitol.*, 86: 929–932.
- George-Nascimento N. y 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. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 65: 453–470.
- George-Nascimento M., Moscoso D., Niklitschek E. y González K. 2011. Variación geográfica de las comunidades de parásitos de la merluza de tres aletas *Micromesistius australis* al sur de Sudamérica. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 46: 53–58.
- Guégan J. F. y Kennedy C. R. 1993. Maximum local helminth parasite community richness in British freshwater fish: a test of the colonization time hypothesis. *Parasitol.* 106: 61–100.

- Guidelli G. M., Isaac A., Takemoto R. M. y 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. *Braz. J. Biol.* 63: 261–268.
- Henriquez V. y 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.
- Iannaccone J. 2004. Metazoan parasites of the minor star drum, *Stellifer minor* (Tschudi) (Osteichthyes, Sciaenidae), caught by artisanal fishery on Chorrillos, Lima, Peru. *Rev. Bras. Zool.* 21: 815–820.
- Iannaccone J. y Alvariano L. 2008. Influence of length and sex of *Peprilus medius* (Peters) (Stromateidae: Perciformes), caught on Chorrillos, Lima, Peru on its parasitic community. *Neotrop. Helminthol.* 2: 62–70.
- Iannaccone J., Morón L. y Guizado S. 2010. Variación entre años de la fauna de parásitos metazoos de *Sciaena deliciosa* (Tschudi, 1846) (Perciformes: Sciaenidae) en Lima, Perú. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 38: 218–226.
- Jacobson K. C., Baldwin R. y Reese D. C. 2012. Parasite communities indicate effects of cross-shelf distribution, but not mesoscale oceanographic features on northern California current mid-tropic food web. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 454: 19–36.
- Jones J. B. 1991. Movements of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) in the South Pacific: Evidence from parasites. *Mar. Biol.* 111: 1–9.
- Kabata Z. 1963. Parasites as biological tags. *Spec. Publ. Int. Comm. North Atlantic Fish.* 4: 31–37.
- Khalil L. F., Jones A. y Bray R. A. 1994. Keys to the cestode parasites of vertebrates. International Institute of Parasitology. Cambridge, UK: CAB International, University Press; p. 751.
- Kennedy C. R. 1985. Interactions of fish and parasite populations: to perpetuate or pioneer?. In Rollins, D. and Anderson, R. M., eds. *Ecology and genetics of host parasite interactions* (Linnean Society Symp. Ser. No. 11). London: Academic Press. 1–20 p.
- Kennedy C. R. y 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. *Parasitol.* 121: 55–64.
- Klimpel S., Seehagen A. y Palm H. W. 2003. Metazoan parasites and feeding behaviour of four small-sized fish species from the central North Sea. *Parasitol. Res.* 91: 290–297.
- Lamb R. W., Smith F., Aued A. W., Salinas-de-Leon P., Suarez J., Gomez-Chiarri M., Smolowitz R., Giray C. y Witman J. D. 2018. El Niño drives a widespread ulcerative skin disease outbreak in Galapagos marine fishes. *Sci. Rep.* 1: 1–11.
- Lamothe-Argumedo R., García-Prieto L., Osorio-Sarabia D. y Pérez-Ponce de León G. 1997. Catálogo de la Colección Nacional de Helmintos. UNAM, Instituto de Biología, CONABIO 211 p.
- León-Règagnon V., Pérez-Ponce de León G. y Lamothe-Argumedo R. 1997. Hemiuriformes de peces marinos de la Bahía de Chamela, México, con la descripción de una nueva especie del género *Hysterolecitha* (Digenea: Hemiuridae: Lecithasterinae). *Anal. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Serie Zool.* 68: 1–34.
- Lester R. J. G. 1980. Host-parasite relations in some didymozoid trematodes. *J. Parasitol.* 66: 527-531.

- Lima-Junior S. E. y Goitein R. 2001. A new method for the analysis of fish stomach contents. *Acta Sci.* 23: 421–424.
- Lohmus M. y Björklund M. 2015. Climate change: what will it do to fish–parasite interactions? *Biol. J. Linn. Soc.* 116: 397–411.
- Luque J. L. y Ramos D. 2001. Ecologia das comunidades de metazoários parasitos, do xaréu, *Caranx hippos* (Linnaeus) e do xerelete, *Caranx latus* Agassiz (Osteichthyes, Carangidae) do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revta Bras. Zool.* 18: 399–410.
- Luque J. L., Cordeiro A. S. y Oliva M. E. 2010. Metazoan parasites as biological tags for stock discrimination of whitemouth croaker *Micropogonias furnieri*. *Journal of Fish Biology*, 76: 591–600.
- Luque J. L., Mouillot D. y Poulin R. 2004. Parasite biodiversity and its determinants in coastal marine teleost fishes of Brazil. *Parasitol.* 128: 671–682.
- Luque J. L. y Poulin R. 2004. Use of fish as intermediate hosts by helminth parasites: a comparative analysis. *Acta Parasitol.* 49: 353–361
- Luque J. L. y Poulin R. 2007. Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: hotspots and the geography of biodiversity. *Parasitol.* 134: 865–878.
- Luque J. L. y Poulin R. 2008. Linking ecology with parasite diversity in Neotropical fishes. *J. Fish Biol.* 72: 189–204.
- Luque J. L y Tavares L. E. 2007. Checklist of Copepoda associated with fishes from Brazil. *Zootaxa* 1579: 1–39.
- MacKenzie K. 1983. Parasites as biological tags in fish population studies. *Adv. Appl. Biol.* 7: 251–331.
- MacKenzie K. 2002. Parasites as biological tags in population studies of marine organisms: an update. *Parasitol.* 124: 153–163.
- MacKenzie K. y Abaunza P. 1998. Parasites as biological tags for stock discrimination of marine fish: a guide to procedures and methods. *Fish. Res.* 38: 45–46.
- MacKenzie K. y 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.
- Mair J. M., Cipriani R., Guzman H. M. y Usan D. 2012. Fishery of the Green Jack *Caranx caballus* (Osteichytes: Carangidae) in Las Perlas Archipelago, Pacific Panama. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol.)* 60: 1271–1288.
- Marcogliese D. J. 1995. The role of zooplankton in the transmission of helminth parasites to fish. *Rev. Fish Biol. Fisher.* 5: 336–371.
- Marcogliese D. J. 2001. Pursuing parasites up the food chain: Implications of food web structure and function on parasite communities in aquatic systems. *Acta Parasitol.* 46: 82–93.
- Marcogliese J. 2002. Food webs and the transmission of parasites to marine fish. *Parasitol.* 124: 83–99.
- Marcogliese D. J. 2005. Parasites of the superorganism: Are they indicators of ecosystem health? *Int. J. Parasitol.* 35: 705–716.

- McNaughton B. 2008. A biological and social examination of opelu (*Decapterus* spp.) fisheries in west Hawaii, Hawaii Island. Thesis submitted to the Tropical Conservation Biology and Environmental Science Graduate Program at the University of Hawaii at Hilo.
- Mendlová M. y Šimková A. 2014. Evolution of host specificity in monogeneans parasitizing African cichlid fish. *Parasit Vectors*. 7: 1–14.
- Miguez-Lozano R., Pardo-Carranza T. V., Blasco-Costa I. y Balbuena J. A. 2012. Spatial Structure of Helminth Communities in the Golden Grey Mullet, *Liza aurata* (Actinopterygii: Mugilidae), from the Western Mediterranean. *J. Parasitol.* 98: 904–912.
- Morales-Serna F. N., Gomez S., y Perez-Ponce de Leon G. 2012. Parasitic copepods reported from Mexico. *Zootaxa*. 3234: 43–68.
- Morales-Serna F. N., Pinacho-Pinacho C. D., Gomez S. y Perez-Ponce de Leon G. 2014. Diversity of sea lice (Copepoda: Caligidae) parasitic on marine fishes with commercial and aquaculture importance in Chamela Bay, Pacific coast of Mexico by using morphology and DNA barcoding, with description of a new species of *Caligus*. *Parasitol. Int.* 63: 69–79.
- Morand S. y Poulin R. 1998. Density, body mass and parasite species richness of terrestrial mammals. *Evol Ecol.* 12: 717–727.
- Morand S., Cribb T. H., Kulbicki M., Rigby M. C., Chauvet C., Dufour V. y Pichelin S. 2000. Endoparasite species richness of New Caledonian butterfly fishes: host density and diet matter. *Parasitol.* 121: 65–73.
- Mosquera J., Castro M. y Gómez-Gesteira M. 2003. Parasites as Biological Tags of Fish Populations: Advantages and Limitations. *Comment. Theor. Biol.* 8: 69–91.
- Moravec F. 1998: Nematodes of freshwater fishes of the neotropical region. Academia, Praha, 464 p.
- Muñoz G., Grutter A. S. y 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? *Parasitol.* 132: 363–374.
- Nelson J. S., Grande T. C. y Wilson M.V. H. 2016. *Fishes of the world*. Fifth ed. John Wiley & sons, Inc. New York. 752 p.
- Oliva M. E. 1994. Parasites of the Chilean Jack Mackerel *Trachurus symmetricus murphyi* (Pisces: Carangidae). *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* 89: 363–364.
- 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. 2001. Metazoan parasites of *Macruronus magellanicus* from southern Chile as biological tags. *J. Fish Biol.* 58: 1617–1622.
- Oliva M. E. y Ballón I. 2002. Metazoan parasites of the Chilean hake *Merluccius gayi gayi* as a tool for stock discrimination. *Fish. Res.* 56: 313–320.
- Oliva M. E. y González M. T. 2004. Metazoan parasites of *Sebastes capensis* from two localities in northern Chile as tools for stock identification. *J. Fish Biol.* 64: 170–175.
- Oliva M. E., González M. T. y Acuña E. 2004. Metazoan parasite fauna as a biological tag for the habitat of the flounder *Hippoglossina macrops* from northern Chile, in a depth gradient. *J. Parasitol.* 90: 1374–1377.

- Oliva M. E., Valdivia I. M., Costa G., Freitas N., Pinheiro de Carvalho M. A., Sánchez L. y Luque J. L. 2008. What can metazoan parasites reveal about the taxonomy of *Scomber japonicus* Houttuyn in the coast of South America and Madeira Islands?. *J. Fish Biol.* 72: 545–554.
- Oliva M. E. y Luque J. L. 2010. Ictioparasitología marina en el sistema de afloramiento de la Corriente de Humboldt: desafíos para Neotropical Helminthology. *Neotrop. Helminthol.* 4: 99–103.
- Ory N. C., Sobral P., Ferreira J. L. y Thiel M. 2017: Amberstripe scad *Decapterus muroadsi* (Carangidae) fish ingest blue microplastics resembling their copepod prey along the coast of Rapa Nui (Easter Island) in the South Pacific subtropical gyre. *Sci. Total Environ.* 586: 430–437.
- Palacios-Fuentes P., Landaeta M. F., González M. T., Plaza G., Ojeda F. P. y Muñoz G. 2015. Is ectoparasite burden related to host density? Evidence from nearshore fish larvae off the coast of central Chile. *Aquat. Ecol.* 49: 91–98.
- Palm H., Obiekezie A. y Möller H. 1994. Trypanorhynchid cestodes of commercial inshore fishes of the West African coast. *Aquat. Living Resour.* 7: 153–164.
- Pérez-del-Olmo A., Fernandez M., Raga J. A., Kostadinova A. y Morand S. 2009. Not everything is everywhere: the distance decay of similarity in a marine host–parasite system. *J. Biogeogr.* 36: 200–209.
- Pérez-Ponce de Leon G., Garcia-Prieto L., Mendoza-Garfias B., Leon-Regagnon V., Pulido-Flores G., Aranda-Cruz C. y Garcia-Vargas F. 1999: IX. Biodiversidad de helmintos parásitos de peces marinos y estuarinos de la Bahía de Chamela, Jalisco. *Listados Faunísticos de México.* Universidad Nacional Autónoma de México. 51 p.
- Pérez-Ponce de Leon G., Garcia-Prieto L. y Mendoza-Garfias B. 2007. Trematode parasites (Platyhelminthes) of wildlife vertebrates in Mexico. *Zootaxa.* 1534, 247 p.
- Pietroock M. y Marcogliese D. J. 2003. Free-living endohelminth stages: at the mercy of environmental conditions. *Trends Parasitol.* 19: 293–299.
- Poulin R. y Rohde K. 1997. Comparing the richness of metazoan ectoparasite communities of marine fishes: controlling for host phylogeny. *Oecologia*, 110: 278–283.
- 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. 2003. The decay of similarity with geographical distance in parasite communities of vertebrate hosts. *J. Biogeogr.* 30: 1609–1615.
- Poulin R. 2006. Variation in infection parameters among populations within parasite species: Intrinsic properties versus local factors. *Int. J. Parasitol.* 36: 877–885.
- Poulin R. y Morand S. 1999. Geographical distances and the similarity among parasite communities of conspecific host population. *Parasitol.* 119: 369–374.
- Poulin R. y Morand S. 2004. Parasite biodiversity. *Smithsonian books*, Washington, 216 p.
- Poulin R. 2013. Explaining variability in parasite aggregation levels among host samples. *Parasitol.* 140: 541–546.

- Poulin R. y Kamiya T. 2015. Parasites as biological tags of fish stocks: a meta-analysis of their discriminatory power. *Parasitol.* 142: 145–155.
- Pulido-Flores G. 1997. Estudio taxonómico de los platelmintos parásitos de algunos carángidos (Osteichthyes: Carangidae) de la bahía de Chamela, Jalisco, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Reverter M., Cribb T. H., Cutmore S. C., Bray R. A., Parravicini V. y Sasal P. 2017. Did biogeographical processes shape the monogenean community of butterflyfishes in the tropical Indo-west Pacific region?. *Int. J. Parasitol.* 47: 447–455.
- Ricker W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.* 191: 1–382.
- Robertson D. R. y Allen G. R. 2008. Shore fishes of the Tropical Eastern Pacific. Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá. (<http://www.neotropicalfishes.org/sfstep>, www.stri.org/sfstep).
- Rodríguez-Ibarra A. E., Monks S. y Pulido-Flores G. 2011: Metacercarias del tipo *Paramonilicaecum* (Digenea: Didymozoidae), parásitos accidentales de elasmobranchios (Elasmobranchii) del Golfo de México e identificación de metacercarias (Didymozoidae) de la Colección Nacional de Helmintos. *Rev. Mex. Biodiv.* 82: 705–708.
- Rodríguez-Romero J., Abitia-Cárdenas L.A., Cruz-Agüero J. y Galván-Magaña F. 1992. Lista sistemática de los peces marinos de Bahía Concepción, Baja California Sur, México. *Cienc. Mar.* 18: 85–95.
- Rohde K. 2005. Ecology of marine parasites. CABI Publishing, United Kingdom. 590 p.
- Rojas-Herrera A. A., Violante-González J., García-Ibañez S., Villerias-Salinas S. y Moreno-Díaz, G. 2016. Temporal Variation of the Pelagic Copepod Community in Acapulco Bay, México. *OJMS.* 6: 40–48.
- Roux O. y Conand F. 2000. Feeding habits of the bigeye scad *Selar crumenophthalmus* (Carngidae) in la reunion islan waters (South-wester Indian ocean). *Cybiurn* 24: 173–179.
- Sánchez A. C. 2016. Hábitos alimenticios del torito *Caranx caninus* (Günther, 1867) capturados en Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. Tesis de licenciatura. Facultad de ciencias del mar, Sinaloa Mex. 46 p.
- Sandoval-Ramírez A., Rojas-Herrera A. A., Violante-González J. y Cerdaneres-Ladrón de Guevara G. 2013. Madurez sexual y temporada reproductiva del ojetón *Selar crumenophthalmus* (Bloch, 1793) en el área de Acapulco, Guerrero. *Foro de estudios sobre Guerrero.* 1: 378–382.
- Santana-Piñeros A. M., Pech D. y Vidal-Martinez V. M. 2012. Spatial structure of the helminth parasite communities of the tonguefish, *Symphurus plagiusa*, from the Campeche coast, southern Mexico. *International. J. Parasitol.* 42: 911–920.
- Santos-Bustos N. G., Violante-Gonzalez J., Monks S., Rojas-Herrera A. A., Garcia-Ibañez S., Flores-Rodriguez P., Almazan-Nuñez R. C. y Moreno-Diaz G. 2018. Species richness and similarity of metazoan parasite communities in three species of leatherjacket (*Oligoplites*: Pisces: Carangidae) from the Pacific coast of Mexico. *Inverteb. Biol.* 137: 205–220.

- Saucedo-Lozano M., Bernal-Ornelas I. H., Espino-Barr E., García-Boa A., Cabral-Solís E. G. y Puente-Gómez M. 2012. Feeding Habits of the Green Jack (*Caranx caballus* Günther, 1868) on the Coast of Manzanillo, Colima, México. OMBJ. 6: 28–37.
- Sardella N. H y Timi J. T. 2004. Parasites of Argentine hake in the Argentine Sea: population and infracommunity structure as evidence for host stock discrimination. J. Fish Biol. 65: 1472–1488.
- Sasal P., Morand S. y Guégan J. F. 1997. Determinants of parasite species richness in Mediterranean marine fishes. Mar. Ecol. Progr. Ser. 149: 61–71.
- Sasal P. y Morand S. 1998. Comparative analysis: a tool for studying monogenean ecology and evolution. Int. J. Parasitol. 28: 1637–1644.
- Sasal P., Trouvé S., Müller-Graf C. y Morand S. 1999. Specificity and host predictability: a comparative analysis among monogenean parasites of fish. J Anim. Ecol. 68: 437–444.
- Sellers A. J., Ruiz G. M., Leung B. y Torchin M. E. 2015. Regional variation in parasite species richness and abundance in the introduced range of the invasive lionfish, *Pterois volitans*. PLoS One, 10: e0131075.
- Simkova A., Jarkovsky J., Koubkova B., Barus V. y Prokes M. 2005. Associations between fish reproductive cycle and the dynamics of metazoan parasite infection. Parasitol. Res. 95: 65–72.
- Sindermann C. J. 1983. Parasites as natural tags for marine fish: a review. NAFO Science Council Studies, 6: 63–71.
- Siwat V., Ambariyanto A. y Widowati I. 2016. Biometrics of bigeye scad, *Selar crumenophthalmus* and shrimp scad, *Alepes djedaba* from Semarang waters, Indonesia. AACL Bioflux, Volume 9, Issue 4
- Smith-Vaniz W.F. 1995. Carangidae. En: Fisher, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V.H. Niem (ed). Guia FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacifico centro-oriental, vol. II. Vertebrados- Parte 1. FAO: Roma. 940–986 p.
- Soares I. A., Vieira F. M. y Luque J. L. (2014). Parasite community of *Pagrus pagrus* (Sparidae) from Rio de Janeiro, Brazil: evidence of temporal stability. Braz. J. Vet. Parasitol. 23: 216–223.
- Takemoto R. M., Amato J. F. y Luque J. L. 1996. 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. Rev. Bras. Biol. 56: 639–650.
- Tavares L. E. R. y 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. y Luque J. L. 2008. Similarity between metazoan parasite communities of two sympatric brackish fish species from Brazil. J. Parasitol. 94: 985–989.
- Timi J. T. 2003. Parasites of Argentine anchovy in the south-west Atlantic: latitudinal patterns and their use for discrimination of host populations. J. Fish Biol. 63: 90–107.
- Timi J. T. y Poulin R. 2003. Parasite community structure within and across host populations of a marine pelagic fish: how repeatable is it?. Int. J. Parasitol. 33: 1353–1362.
- Timi J. T., Luque J. L. y Sardella N. H. 2005. Parasites of *Cynoscion guatucupa* along South American Atlantic coasts: evidence for stock discrimination. J. Fish Biol. 67: 1603–1618.

- Timi J. T. 2007. Parasites as biological tags for stock discrimination in marine fish from South American Atlantic Waters. *J. Helminthol.* 81: 107–111.
- Timi J. T. y Lanfranchi A. L. 2009. The metazoan parasite communities of the Argentinean sandperch *Pseudoperca semifasciata* (Pisces: Perciformes) and their use to elucidate the stock structure of the host. *Parasitol.* 136: 1209–1219.
- Timi J. T., Lanfranchi A. L. y Etchegoin J. A. 2009. Seasonal stability and spatial variability of parasites in Brazilian sandperch *Pinguipes brasiliensis* from the Northern Argentine Sea: evidence for stock discrimination. *J. Fish Biol.* 74: 1206–1225.
- Timi J. T., Lanfranchi A. L., Etchegoin J. A. y Cremonte F. 2008. Parasites of the Brazilian sandperch *Pinguipes brasiliensis*: a tool for stock discrimination in the Argentine Sea. *J. Fish Biol.* 72: 1332–1342.
- Timi J. T., Lanfranchi A. L. y Luque J. L. 2010. Similarity in parasite communities of the teleost fish *Pinguipes brasiliensis* in the southwestern Atlantic: Infracommunities as a tool to detect geographical patterns. *Int. J. Parasitol.* 40: 243–254.
- Valdivia I. M., Chávez R. A. y Oliva M. E. 2007. Metazoan parasites of *Engraulis ringens* as tools for stock discrimination along the Chilean coast. *J. Fish Biol.* 70: 1504–1511.
- Vales D. G., García N. A., Crespo E. A. y Timi J. T. 2011. Parasites of a marine benthic fish in the Southwestern Atlantic: searching for geographical recurrent patterns of community structure. *Parasitol. Res.* 108: 261–272.
- Valtonen E. T., Pulkinen K., Poulin R. y Julkunen M. 2001. The structure of parasite component communities in brackish water fishes of the northeastern Baltic Sea. *Parasitol.* 122: 471–481.
- Velásquez R. I. 2017. Edad y crecimiento del barrilete negro (*Euthynnus lineatus*) bajo el enfoque de la teoría de la información. Tesis de licenciatura, UMAR, Puerto Angel, Oaxaca. 137 p.
- Vidal E. A. G. y Haimovici M. 1999. Digestive tract parasites in rhynchoteuthion squid paralarvae, particularly in *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Fish Bull.* 97: 402–405.
- Vidal-Martínez V. M., Aguirre-Macedo L., Scholz T., González-Solís D. y Mendoza-Franco E. F. 2001. Atlas of helminth parasites of Cichlid fish of Mexico. Academy of Sciences of the Czech Republic. 165 p.
- Vidal-Martínez V. M. y Poulin R. 2003. Spatial and temporal repeatability in parasite community structure of tropical fish hosts. *Parasitol.* 127: 387–398.
- Villalba-Vasquez P. J., Violante-Gonzalez J., Monks S., Marino-Romero J. U., Garcia-Ibañez S., Rojas-Herrera A. A., Flores-Garza R. y Rosas-Guerrero V. 2018. Temporal and spatial variations in the metazoan parasite communities of the Panama spadefish, *Parapsettus panamensis* (Pisces: Ehippidae), from the Pacific coast of Mexico. *Inverteb. Biol.* 137: 339–354.
- Violante-González J., Aguirre-Macedo M. L. y 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. y Vidal-Martínez V. M. 2008. The temporal variation in the helminth parasite communities of pacific fat sleeper *Dormitator latifrons* from Tres Palos lagoon, Guerrero, Mexico. *J. Parasitol.* 94: 326–334.

- Violante-González J., Gallegos-Navarro Y., Monks S., García-Ibáñez S., Rojas-Herrera A. A., Pulido-Flores G., Villerías-Salinas S. y Larumbe-Morán E. 2016. Parasites of the green jack *Caranx caballus* (Pisces: Carangidae) in three locations from Pacific coasts of Mexico, and their utility as biological tags. *Rev. Mex. Biodiv.* 87: 1015–1022.
- Welch A., Hoenig R., Stieglitz J., Daugherty Z., Sardenberg B., Miralao S., Farkas D. y Benetti. D. 2013: Growth rates of larval and juvenile bigeye scad *Selar crumenophthalmus* in captivity. *Springer Plus* 2: 634.
- Williams H. H., MacKenzie K. y McCarthy A. M. 1992. Parasites as biological indicators of the population biology, migrations, diet, and phylogenetics of fish. *Rev. Fish Biol. Fish.* 2: 144–176.
- Zander C. D., Reimer L. W. y 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.
- Zander C. D. 2004. Four-year monitoring of parasite communities in gobiid fishes of the south-western Baltic. II. Infracommunity. *Parasitol. Res.* 93: 17–29.
- 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.

Anexo 1. Parámetros de infección de los parásitos de *Caranx caballus* en 6 localidades del Pacífico mexicano.

Parásito	Hábitat	N	Local.	Año	P(%)	Total	Abundan.	Rango	ID
Monogenea									
<i>Pseudempleurosoma</i> sp.	Branquias	62	P. Vicente	2017	1.6	1	0.02	0–1	
<i>Allopyrgraphorus caballeroi</i> ^a	Branquias	63	Acapulco	2009	42.7	117	1.9 ± 4.0	1–16	3.6
		148	Acapulco	2011	34.5	270	1.8 ± 12.6	1–89	30.2
		53	Acapulco	2012	32.1	146	2.7 ± 23.6	1–100	64.9
		74	Acapulco	2016	1.3	1	0.01	0–1	
		80	Acapulco	2017	13.8	23	0.3 ± 2.5	1–9	2.9
		62	L. Cárden.	2009	53.2	88	1.4 ± 1.90	1–9	1.3
		62	Marquel.	2011	41.9	66	1.06 ± 2.4	1–9	2.4
		13	Marquel.	2016	46.1	20	1.5 ± 4.1	1–11	5
		62	P. Vicente	2017	6.4	4	0.06	0–1	
		60	Zapotat.	2017	8.3	6	0.1 ± 0.4	1–2	0.2
<i>Pseudomazocraes selene</i> ^a	Branquias	63	Acapulco	2009	39.7	194	3.1 ± 12.1	1–44	18.7
		148	Acapulco	2011	34.5	199	1.3 ± 6.4	1–37	10.5
		53	Acapulco	2012	58.5	266	5.0 ± 12.3	1–65	17.7
		74	Acapulco	2016	55.4	250	3.4	1–20	3.9
		80	Acapulco	2017	50	177	2.2	1–14	3
		62	L. Cárden.	2009	3.23	3	0.05 ± 0.7	1–2	0.3
		62	Marquel.	2011	45.2	47	0.8 ± 0.8	1–4	0.4
		13	Marquel.	2016	7.7	2	0.15	0–2	
		62	P. Vicente	2017	46.8	142	2.3 ± 5.1	1–18	5.2
		60	Zapotat.	2017	80	778	13.0 ± 17.1	1–58	
		32	Zihuat.	2016	6.2	2	0.06	0–1	18.1
<i>Pyragrphorus hollisae</i> ^{nr}	Branquias	74	Acapulco	2016	8.1	31	0.4 ± 4.5	1–13	4
		62	P. Vicente	2017	1.6	1	0.02	0–1	

Digenea									
<i>Bucephalus varicus</i> ^a	Intestino	63	Acapulco	2009	14.3	112	1.8 ± 10.5	4–32	8.8
		148	Acapulco	2011	70.9	1209	8.2 ± 18.0	1–124	28.3
		53	Acapulco	2012	73.6	242	4.6 ± 6.5	1–31	6.7
		74	Acapulco	2016	82.4	717	9.7 ± 10.9	1–52	10.1
		80	Acapulco	2017	66.2	1565	19.6 ± 42.5	1–206	60.4
		62	L. Cárden.	2009	8.1	9	0.1 ± 1.1	1–3	0.7
		62	Marquel.	2011	83.9	1046	16.9 ± 40.7	1–205	82.5
		13	Marquel.	2016	69.2	98	7.5 ± 8.7	1–25	7
		62	P. Vicente	2017	54.8	375	6.1 ± 15.9	1–93	22.9
		60	Zapotal.	2017	30	78	1.3 ± 9.3	1–41	8.9
		32	Zihuat.	2016	81.2	350	10.9 ± 10.9	1–41	20
<i>Dactylostomum winterti</i> ^a	Intestino	63	Acapulco	2009	12.7	12	0.2 ± 0.8	1–3	0.4
		148	Acapulco	2011	12.2	32	0.2 ± 1.4	1–6	1.1
		53	Acapulco	2012	7.5	6	0.1 ± 1.0	1–3	0.7
		74	Acapulco	2016	8.1	6	0.08	0–1	
		62	L. Cárden.	2009	1.6	2	0.03	0–1	
		62	Marquel.	2011	11.3	11	0.2 ± 1.1	1–4	0.8
		13	Marquel.	2016	7.7	1	0.08	0–1	
		32	Zihuat.	2016	15.6	11	0.3 ± 1.8	0–5	1.4
<i>Didimyoidea</i> ^{nr}	Intestino	80	Acapulco	2017	3.7	3	0.04	0–1	
		60	Zapotal.	2017	8.3	10	0.2 ± 1.0	1–3	0.5
<i>Ectenurus virgulus</i> ^{a, nr}	Intestino	74	Acapulco	2016	14.9	32	0.4 ± 5.7	1–20	11.1
		80	Acapulco	2017	11.2	10	0.1 ± 0.3	1–2	0.1
		13	Acapulco	2016	7.7	1	0.08	0–1	
		62	P. Vicente	2017	3.2	3	0.1 ± 0.7	1–2	0.3
		60	Zapotal.	2017	25	54	0.9 ± 4.9	1–21	6.8

<i>Phyllodistomum carangis</i>	Intestino	62	Marquel.	2011	1.6	1	0.02	0–1	
<i>Pseudopecoeloides carangis</i> ^{a, nr}	Intestino	74	Acapulco	2016	14.9	17	0.2 ± 0.7	1–3	0.3
		80	Acapulco	2017	21.2	34	0.4 ± 1.5	1–6	1.1
		60	Zapotal.	2017	1.7	1	0.02	0–1	
<i>Stephanostomum megacephalum</i> ^a	Intestino	63	Acapulco	2009	7.9	18	0.3 ± 2.8	1–7	2.2
		74	Acapulco	2016	4.1	6	0.1 ± 1.7	1–4	1.5
		13	Marquel.	2016	23.1	5	0.4 ± 1.1	1–3	0.8
		62	L. Cárden.	2009	19.3	18	0.3 ± 0.8	1–3	0.4
<i>Stomachicola</i> sp.	Intestino	62	Marquel.	2011	1.6	1	0.02	0–1	
<i>Tergestia laticollis</i>	Intestino	63	Acapulco	2009	1.6	1	0.02	0–1	
		148	Acapulco	2011	2.7	4	0.03	0–1	
Cestoda									
<i>Nybelinia</i> sp. ^a	Intestino	148	Acapulco	2011	2	3	0.02	0–1	
		62	Marquel.	2011	33.9	44	0.7 ± 1.1	1–5	0.6
		60	Zapotal.	2017	3.3	2	0.03	0–1	
Tetrafilideo	Intestino	74	Acapulco	2016	1.3	1	0.01	0–1	
		80	Acapulco	2017	3.7	7	0.1 ± 0.6	2–3	0.1
Acanthocephala									
<i>Radiorhynchus</i> sp. ^{a, nr}	Intestino	80	Acapulco	2017	16.2	85	1.1 ± 14.5	1–54	32.1
		13	Marquel.	2016	23.1	5	0.4 ± 1.1	1–3	0.8
		60	Zapotal.	2017	11.7	10	0.2 ± 0.8	1–3	0.4
Nematoda									
<i>Anisakis</i> sp. ^a	Intestino	63	Acapulco	2009	19	26	0.4 ± 1.1	1–4	0.6
		148	Acapulco	2011	31.7	73	0.5 ± 1.0	1–5	0.7
		53	Acapulco	2012	17	13	0.2 ± 0.7	1–3	0.4
		74	Acapulco	2016	5.4	4	0.05	0–1	
		80	Acapulco	2017	20	23	0.3 ± 0.6	1–3	0.3

		62	L. Cárden.	2009	64.5	102	1.6 ± 1.7	1–7	1.2
		62	Marquel.	2011	66.1	233	3.8 ± 18.8	1–122	62.3
		13	Marquel.	2016	15.4	2	0.15	0–1	
		62	P. Vicente	2017	6.45	4	0.06	0–1	
		60	Zapotal.	2017	11.7	9	0.1 ± 0.5	1–2	
		32	Zihuat.	2016	6.2	2	0.06	0–1	0.2
<i>Cucullanus</i> sp.	Intestino	63	Acapulco	2009	3.2	4	0.06	0–2	
<i>Procamallanus</i> sp.	Intestino	63	Acapulco	2009	1.6	1	0.01	0–1	
		148	Acapulco	2011	1.3	2	0.01	0–1	
		62	L. Cárden.	2009	3.2	2	0.03	0–1	
<i>Philometra</i> sp.	Intestino	148	Acapulco	2011	2	5	0.1 ± 1.1	1–3	0.8
		62	L. Cárden.	2009	14.5	26	0.4 ± 1.4	1–6	0.7
		62	Marquel.	2011	14.5	15	0.2 ± 0.7	1–3	0.3
<i>Spinitectus</i> sp.	Intestino	63	Acapulco	2009	3.2	3	0.1 ± 0.7	1–2	0.3
		148	Acapulco	2011	5.4	14	0.1 ± 1.2	1–4	0.8
		62	L. Cárden.	2009	3.2	5	0.1 ± 0.7	2–3	0.2
		62	Marquel.	2011	12.9	11	0.2 ± 0.5	1–2	0.19
		60	Zapotal.	2017	1.7	1	0.02	0–1	
<i>Pseudocapillaria</i> sp.		13	Marquel.	2016	7.7	2	0.15	0–2	
Copepoda									
<i>Caligus alalongae</i> ^a	Branquias	63	Acapulco	2009	25.4	36	0.6 ± 1.3	1–6	0.8
		148	Acapulco	2011	52.7	145	1.0 ± 1.2	1–6	0.8
		53	Acapulco	2012	56.6	63	1.2 ± 1.4	1–6	0.9
		80	Acapulco	2017	41.2	61	0.8 ± 1.1	1–4	0.6
		62	L. Cárden.	2009	64.5	77	1.2 ± 1.1	1–5	0.6
		62	Marquel.	2011	56.4	73	1.2 ± 1.8	1–9	1.6
		13	Marquel.	2016	7.7	1	0.08	0–1	

		62	P. Vicente	2017	3.2	2	0.03	0–1	
		60	Zapotal.	2017	63.3	70	1.2 ± 1.2	1–7	0.78
<i>Caligus mutabilis</i> ^a	Branquias	63	Acapulco	2009	4.8	3	0.05	0–1	
		148	Acapulco	2011	3.4	5	0.03	0–1	
		53	Acapulco	2012	1.89	2	0.04	0–2	
		80	Acapulco	2017	8.7	7	0.09	0–1	
		62	L. Cárden.	2009	8.1	6	0.1 ± 0.4	1–2	0.2
		62	Marquel.	2011	9.7	6	0.1	0–1	
		62	P. Vicente	2017	11.3	8	0.1 ± 0.4	1–2	0.1
<i>Caligus robustus</i> ^a		63	Acapulco	2009	3.2	5	0.1 ± 2.1	1–4	1.8
		148	Acapulco	2011	6.1	10	0.1 ± 0.3	1–2	0.1
	Branquias	74	Acapulco	2016	39.2	49	0.7 ± 1.1	1–6	0.8
		62	L. Cárden.	2009	9.7	6	0.1	0–1	
		62	Marquel.	2011	8.1	8	0.1 ± 0.5	1–2	0.2
		62	P. Vicente	2017	9.7	7	0.1 ± 0.4	1–2	0.1
		60	Zapotal.	2017	10	7	0.1 ± 0.4	1–2	0.1
		32	Zihuat.	2016	18.7	7	0.2 ± 0.4	1–2	0.1
<i>Bomolochus exilipes</i>	Branquias	148	Acapulco	2011	0.7	1	0.01	0–1	
<i>Ergasilus</i> sp.	Branquias	53	Acapulco	2012	3.8	2	0.04	0–1	
		74	Acapulco	2016	1.3	1	0.01	0–1	
<i>Ergasilus</i> c.f. <i>gibbus</i>		63	Acapulco	2009	1.6	1	0.02	0–1	
		148	Acapulco	2011	0.7	1	0.01	0–1	
		53	Acapulco	2012	1.9	1	0.02	0–1	
<i>Lernanthropus giganteus</i> ^a	Branquias	63	Acapulco	2009	4.8	3	0.05	0–1	
		148	Acapulco	2011	5.4	8	0.05	0–1	
		62	L. Cárden.	2009	12.9	10	0.2 ± 0.5	1–2	0.2
		62	Marquel.	2011	8.1	5	0.08	0–1	

		62	P. Vicente	2017	4.8	4	0.1 ± 0.6	1–2	0.2
		32	Zihuat.	2016	9.4	3	0.09	0–1	
<i>Taeniacanthodes gracilis</i>	Branquias	148	Acapulco	2011	0.7	1	0.01	0–1	
		62	L. Cárden.	2009	1.6	1	0.02	0–1	
Isopoda									
<i>Ancinus depressus</i> ^{nr}	Branquias		Acapulco	2016	1.3	1	0.01	0–1	
<i>Gnathia</i> sp.			Acapulco	2011	0.68	1	0.01	0–1	
			Acapulco	2016	1.3	1	0.01	0–1	
			Acapulco	2016	84.6	1610	123.8 ± 169.5	1–477	196.3
<i>Rocinella signata</i>	Branquias		Acapulco	2009	1.6	1	0.02	0–1	
			Marquel.	2016	30.8	4	0.31	0–1	
			Zapotal.	2017	5	3	0.05	0–1	
			Zihuat.	2016	6.2	2	0.06	0–1	

a = especie componente, *nr* = nuevo registro. P(%) = prevalencia de infección, total = número total de parásitos colectados, abundan. = número promedio de parásitos por hospedero examinado ± desviación estándar, Rango = intensidad de infección (número mínimo y máximo de parásitos presentes), ID = índice de dispersion varianza/media. Valores significativamente diferentes de prevalencia (*G*-test) y abundancia (χ^2 -test) son presentados en negrita ($p < 0.05$).

Anexo 2. Parámetros de infección de *Caranx caninus* de las costas del Pacífico Mexicano (San Blas, Nayarit; Acapulco y Marquelia, Guerrero; y Zapotalito, Oaxaca).

Parásitos	Habitat	CNHE ^a	Localidad	Año	N ^b	Prevalencia (%)	Total ^c	Abundancia ^d	Rango ^e	ID ^f
Monogenea										
<i>Allopyrgraphorus caballeroi</i> ^a	Branquias		Acapulco	2014	107	28.04	85	0.79±1.7	1–7	1.00
		10970	Acapulco	2016	71	23.94	61	0.86±3.1	1–10	2.65
		10971	Marquelia	2016	51	29.41	33	0.65±1.7	1–7	1.31
			Zapotalito	2017	72	8.33	12	0.17±1.5	1–4	1.20
			Acapulco	2018 _a	76	26.32	55	0.72±1.9	1–7	1.30
<i>Neomicrocotyle pacifica</i> ^a	Branquias	10972	Acapulco	2014	107	16.82	150	1.40±9.3	1–34	10.38
		10973	Acapulco	2018 _a	76	1.32	1	0.01	0–1	
			Acapulco	2018 _b	51	11.76	30	0.59±3.9	1–11	3.12
<i>Protomicrocotyle manteri</i> ^a	Branquias		Acapulco	2014	107	72.90	529	4.94±8.1	1–48	9.71
		10974	Acapulco	2016	71	97.18	2103	15.63±13.3	6–92	12.02
			Marquelia	2016	51	100	797	29.6±19.1	2–66	10.45
		10975	San Blas	2017	64	93.75	695	10.86±10.8	1–53	10.15
			Zapotalito	2017	72	80.56	262	3.64±4.3	1–23	4.12
			Acapulco	2018 _a	76	86.84	590	7.76±14.9	1–110	24.71
			Acapulco	2018 _b	51	92.16	662	12.98±9.4	1–43	6.88
<i>Pseudempleurosoma</i> sp. ^{nr}	Branquias		Acapulco	2014	107	2.80	4	0.04±0.6	1–2	0.25
		10976	Acapulco	2016	71	1.41	1	0.01	0–1	
		10977	Marquelia	2016	51	9.80	6	0.12±0.4	1–2	0.17
			Acapulco	2018 _a	76	1.32	1	0.01	0–1	
<i>Pseudomazocraes selene</i>	Branquias	10978	Acapulco	2014	107	7.48	12	0.11±0.8	1–3	0.38
		10979	Acapulco	2018 _a	76	2.63	2	0.03	0–1	
<i>Pyragrphorus hollisae</i> ^{a, nr}	Branquias	10980	Acapulco	2014	107	2.80	3	0.03	0–1	
			Acapulco	2016	71	12.68	21	0.30±1	1–4	0.43
			Acapulco	2018 _a	76	7.89	75	0.99±16.1	1–39	20.63
Digenea										
<i>Bucephalus margaritae</i> ^{a, nr}	Intestino	10981	Acapulco	2016	71	11.27	30	0.42±2.4	1–8	1.50

			Marquelia	2016	51	25.49	60	1.18±3.5	1–15	2.62
			Zapotalito	2017	72	5.56	6	0.08±0.6	1–2	0.22
			Acapulco	2018 _a	76	3.95	5	0.07±0.6	1–2	0.20
<i>Bucephalus varicus</i>	Intestino		Acapulco	2016	71	60.56	415	5.85±11.7	1–54	14.16
			Marquelia	2016	51	70.59	767	15.04±49	1–290	112.84
			Zapotalito	2017	72	16.67	130	1.81±10.6	1–30	10.44
			Acapulco	2018 _a	76	19.74	122	1.61±9.9	1–32	12.08
			Acapulco	2018 _b	51	1.96	1	0.02	0–1	
<i>Dinurus scomбри</i> ^{nr}	Intestino	10982	Acapulco	2018 _a	76	2.63	2	0.03±	0–1	
<i>Didymozoides</i> ^{nr} (larva)	Intestino		Acapulco	2016	71	4.23	3	0.04	0–1	
<i>Ectenurus virgulus</i> ^a	Intestino		Acapulco	2014	107	9.35	31	0.29±3.2	1–11	3.33
			Acapulco	2016	71	43.66	110	1.55±3.2	1–16	2.97
			San Blas	2017	64	10.94	11	0.17±0.5	1–2	0.18
			Zapotalito	2017	72	2.78	2	0.03	0–1	
			Acapulco	2018 _a	76	5.26	4	0.05	0–1	
	Acapulco	2018 _b	51	15.69	10	0.20±0.5	1–2	0.17		
<i>Lecithocladium angustiovum</i> ^{nr}	Intestino		Acapulco	2014	107	0.93	1	0.01	0–1	
			Acapulco	2018 _a	76	1.32	1	0.01	0–1	
<i>Manteria brachyderus</i> ^{nr}	Intestino		Marquelia	2016	51	5.88	3	0.06	0–1	
<i>Phyllodistomum carangis</i> ^{nr}	Intestino	10985	Acapulco	2014	107	5.61	9	0.08±0.8	1–3	0.47
		10986	San Blas	2017	64	3.13	2	0.03	0–1	
			Zapotalito	2017	72	4.17	3	0.04	0–1	
			Acapulco	2018 _b	51	3.92	2	0.04	0–1	
<i>Prosorhynchus cf. squamatus</i> ^{nr}	Intestino		Acapulco	2016	71	5.63	5	0.07±0.5	1–2	0.20
<i>Stephanostomum carangi</i> ^{nr}	Intestino		Acapulco	2014	107	1.87	2	0.02	0–1	
<i>Stephanostomum megagephalum</i> ^a	Intestino		Acapulco	2014	107	11.21	30	0.28±2.6	1–8	2.73
			Acapulco	2016	71	4.23	6	0.08±1.7	1–4	1.50
		10988	Marquelia	2016	51	13.73	18	0.35±1.9	1–6	1.41
			Zapotalito	2017	72	6.94	9	0.13±1.3	1–4	0.94
			Acapulco	2018 _a	76	5.26	4	0.05	0–1	

			Acapulco	2018 _b	51	1.96	1	0.02	0–1	
<i>Synaptobothrium aphaei</i> ^{nr}	Intestino	10989	Acapulco	2018 _a	76	2.63	9	0.12±0.7	4–5	0.11
		10990	Acapulco	2018 _b	51	3.92	2	0.04	0–1	
Acanthocephala										
<i>Rhadinorhynchus</i> sp. ^{nr}	Intestino	10991	Acapulco	2016	71	1.41	4	0.06	0–4	
			Zapotalito	2017	72	1.39	1	0.01	0–1	
			Acapulco	2018 _a	76	2.63	2	0.03	0–1	
			Acapulco	2018 _b	51	3.92	2	0.04	0–1	
Nematoda										
<i>Anisakis</i> sp. ^{a, nr} (larva)	Mesenterio		Acapulco	2014	107	13.08	20	0.19±0.8	1–4	0.51
			Acapulco	2016	71	9.86	7	0.10	0–1	
			Marquelia	2016	51	25.49	23	0.45±1.7	1–7	1.62
			San Blas	2017	64	7.81	8	0.13±1.3	1–4	1.13
			Zapotalito	2017	72	11.11	14	0.19±1.7	1–6	1.76
			Acapulco	2018 _a	76	1.32	1	0.01	0–1	
			Acapulco	2018 _b	51	11.76	17	0.33±4.5	0–1	7.12
<i>Contracecum</i> sp. ^{nr} (larva)	Mesenterio		Zapotalito	2017	72	1.39	1	0.01	0–1	
			Acapulco	2018 _b	51	1.96	1	0.02	0–1	
<i>Cuculanus</i> sp.	Intestino		Acapulco	2018 _a	76	1.32	1	0.01	0–1	
			Acapulco	2018 _b	51	3.92	2	0.04	0–1	
<i>Pseudocapillaria</i> sp. ^{nr}	Intestino		Acapulco	2014	107	2.80	3	0.03	0–1	
Copepoda										
<i>Caligus alalongae</i> ^{a, nr}	Branquias	117	Acapulco	2014	107	51.40	117	1.09±1.7	1–10	1.39
			Acapulco	2016	71	56.34	85	1.20±1.3	1–6	0.85
			Marquelia	2016	51	52.94	51	1.00±0.8	1–4	0.38
			San Blas	2017	64	46.88	62	0.97±1.3	1–5	0.80
			Zapotalito	2017	72	72.22	190	2.64±2.9	1–13	2.30
			Acapulco	2018 _a	76	26.32	29	0.38±0.6	1–3	0.25
			Acapulco	2018 _b	51	43.14	50	0.98±2.3	1–9	2.31
<i>Caligus aesopus</i> ^{nr}	Branquias		Acapulco	2018 _a	76	1.32	1	0.01	0–1	

			Acapulco	2018 _b	51	1.96	1	0.02	0-1	
<i>Caligus chorinemi</i> ^{nr}	Branquias	118	Marquelia	2016	51	1.96	1	0.02	0-1	
			Zapotalito	2017	72	6.94	5	0.07	0-1	
<i>Caligus hoplognathi</i> ^{nr}	Branquias		Marquelia	2016	51	5.88	3	0.06	0-1	
			Acapulco	2018 _a	76	1.32	1	0.01	0-1	
			Acapulco	2018 _b	51	3.92	2	0.04	0-1	
<i>Caligus mutabilis</i> ^{nr}	Branquias		Acapulco	2018 _b	51	3.92	2	0.04	0-1	
<i>Caligus robustus</i> ^{a, nr}	Branquias	119	Acapulco	2014	107	7.48	10	0.09±0.5	1-2	0.17
			Acapulco	2016	71	8.45	7	0.10±0.4	1-2	0.14
			Marquelia	2016	51	5.88	3	0.06	0-1	
			San Blas	2017	64	9.38	7	0.11±0.4	1-2	0.14
			Zapotalito	2017	72	9.72	7	0.10	0-1	
			Acapulco	2018 _a	76	5.26	4	0.05	0-1	
			Acapulco	2018 _b	51	11.76	8	0.16±0.8	1-3	0.50
<i>Bomolochus</i> sp. ^g	Branquias		Zapotalito	2017	72	4.17	3	0.04	0-1	
			Acapulco	2018 _b	51	1.96	1	0.02	0-1	
<i>Parabomolochus</i> sp. ^{nr}	Branquias		Acapulco	2018 _b	51	3.92	2	0.04	0-1	
<i>Lernanthropus giganteus</i> ^{a, nr}	Branquias		Acapulco	2014	107	2.80	3	0.03	0-1	
			Acapulco	2018 _a	76	17.11	17	0.22±0.6	1-3	0.30
			Acapulco	2018 _b	51	1.96	1	0.02	0-1	
<i>Lernanthropus ilishae</i> ^{nr}	Branquias		Acapulco	2018 _b	51	1.96	1	0.02	0-1	
Isopoda										
<i>Ancinus depressus</i> ^{nr}	Branquias		Acapulco	2016	71	1.41	1	0.01	0-1	
<i>Rocinella signata</i> ^{nr}	Branquias		Acapulco	2014	107	0.93	1	0.01	0-1	
			Acapulco	2016	71	4.23	3	0.04	0-1	
			San Blas	2017	64	4.69	3	0.05	0-1	
			Acapulco	2018 _a	76	5.26	4	0.05	0-1	

a = especie componente, nr = nuevo registro. N = número de hospederos examinados, total = número total de parásitos colectados, abundan. = número promedio de parásitos por hospedero examinado ± desviación estándar, Rango = intensidad de infección (número mínimo y máximo de parásitos presentes),

ID = índice de dispersion varianza/media. Valores significativamente diferentes de prevalencia (G-test) y abundancia (χ^2 -test) son presentados en negrita ($p < 0.05$).

Anexo 3. Parámetros de infección de los carángidos *Selar crumenophthalmus* y *Decapterus muroadsi* en costas del Pacífico mexicano.

Parásito	Hábitat	Hosp.	N	Local/año	P(%)	Total	Abundan.	Rango	ID
Monogenea									
<i>Pseudaxine trachuri</i>	Branquias	<i>Decapterus</i>	36	Zih-2015	11.11	5	0.14±0.5	1–2	0.2
<i>Pseudaxine</i> sp.	Branquias	<i>Decapterus</i>	36	Zih-2015	2.78	1	0.03	0–1	
<i>Pseudomazocraes monsvaisae</i>	Branquias	<i>Decapterus</i>	36	Zih-2015	94.44	274	7.61±5.3	1–26	3.51
<i>Pseudomazocraes selene</i>	Branquias	<i>Selar</i>	83	Aca-2014	59.04	157	1.89±2.1	1–8	1.34
		<i>Selar</i>	75	Aca-2016	54.67	89	1.19±1.3	1–5	0.78
		<i>Selar</i>	72	Aca-2017	51.39	140	1.94±3.3	1–14	2.95
		<i>Selar</i>	101	Aca-2018	74.26	639	6.33±9.1	1–47	9.64
		<i>Selar</i>	30	PVic-2018	76.67	92	3.07±3.4	1–13	2.89
<i>Pseudempleurosoma</i> sp.	Branquias	<i>Selar</i>	41	Zih-2016	4.17	4	0.1±.58	1–2	0.25
		<i>Selar</i>	83	Aca-2014	4.82	5	0.06±0.5	1–2	0.2
		<i>Selar</i>	75	Aca-2016	16	27	0.36±1.7	1–7	1.3
		<i>Selar</i>	72	Aca-2017	9.72	9	0.13±0.49	1–2	0.19
		<i>Selar</i>	101	Aca-2018	17.82	38	0.38±1.6	1–6	1.16
<i>Dinurus scombri</i>	Intestino	<i>Selar</i>	30	PVic-2018	20	14	0.47±2.0	1–6	1.66
		<i>Selar</i>	41	Zih-2016	19.44	30	0.73±1.7	1–7	1.43
		<i>Decapterus</i>	95	Aca-2014	4.21	5	0.05±0.5	1–2	0.2
		<i>Decapterus</i>	30	Aca-2016	10	3	0.1	0–1	
		<i>Decapterus</i>	30	Aca-2016	10	3	0.1	0–1	
Digenea									
<i>Dinurus scombri</i>	Intestino	<i>Selar</i>	30	PVic-2018	6.67	2	0.07	0–1	
		<i>Selar</i>	41	Zih-2016	2.78	2	0.05	0–1	
		<i>Decapterus</i>	95	Aca-2014	3.16	3	0.03	0–1	0
		<i>Decapterus</i>	30	Aca-2016	3.33	1	0.03	0–1	
		<i>Decapterus</i>	36	Zih-2015	5.56	3	0.08±0.7	1–2	0.33
<i>Ectenurus virgulus</i>	Intestino	<i>Selar</i>	83	Aca-2014	3.61	3	0.04	0–1	

		<i>Selar</i>	75	Aca-2016	5.33	7	0.09±1.5	1–4	1.29
		<i>Selar</i>	72	Aca-2017	19.44	16	0.22±0.4	1–2	0.12
		<i>Selar</i>	101	Aca-2018	8.91	10	0.10±0.3	1–2	0.1
		<i>Selar</i>	30	PVic-2018	10	11	0.37±2.9	1–7	2.27
		<i>Selar</i>	41	Zih-2016	4.17	3	0.07	0–1	
		<i>Decapterus</i>	95	Aca-2014	9.47	13	0.14±0.7	1–3	0.37
		<i>Decapterus</i>	30	Aca-2016	13.33	5	0.17±0.5	1–2	0.2
<i>Lecithocladium angustiovum</i>	Intestino	<i>Selar</i>	101	Aca-2018	0.99	1	0.01	0–1	
<i>Lecithocladium excisum</i>	Intestino	<i>Decapterus</i>	95	Aca-2014	1.05	1	0.01	0–1	
<i>Monascus filiformis</i>	Intestino	<i>Selar</i>	75	Aca-2016	1.33	1	0.01	0–1	
		<i>Selar</i>	101	Aca-2018	1.98	2	0.02	0–1	
Larva didimozoide	Intestino	<i>Selar</i>	72	Aca-2017	2.78	2	0.03	0–1	
		<i>Selar</i>	101	Aca-2018	2.97	3	0.03	0–1	
		<i>Selar</i>	30	PVic-2018	13.33	5	0.17±0.2	1–2	0.2
<i>Phyllodistomum carangis</i>	Intestino	<i>Selar</i>	101	Aca-2018	0.99	1	0.01	0–1	
<i>Synaptobothrium aphaerei</i>	Intestino	<i>Selar</i>	83	Aca-2014	7.23	7	0.08±0.4	1–2	0.14
		<i>Selar</i>	75	Aca-2016	9.33	7	0.09	0–1	
		<i>Selar</i>	72	Aca-2017	48.61	74	1.03±1.3	1–6	0.83
		<i>Selar</i>	101	Aca-2018	11.88	17	0.17±1.4	1–6	1.47
		<i>Selar</i>	30	PVic-2018	26.67	23	0.77±4.9	1–15	8.39
		<i>Selar</i>	41	Zih-2016	8.33	8	0.20±0.8	1–3	0.5
		<i>Decapterus</i>	36	Zih-2015	11.11	4	0.11±	0–1	
Cestoda									
<i>Rinebótrido larva</i>	Intestino	<i>Selar</i>	75	Aca-2016	8	17	0.23±3.0	1–8	3.16
		<i>Selar</i>	72	Aca-2017	1.39	3	0.04	0–3	
		<i>Selar</i>	101	Aca-2018	2.97	6	0.06±1.0	1–3	0.5
		<i>Decapterus</i>	36	Zih-2015	11.11	34	0.94±8.1	1–20	7.73
<i>Acanthobothrium</i> sp.	Intestino	<i>Decapterus</i>	36	Zih-2015	2.78	1	0.03	0–1	
Acanthocephala									
<i>Rhadinorhynchus</i> sp.	Intestino	<i>Selar</i>	72	Aca-2017	1.39	1	0.01	0–1	
<i>Bolbosoma</i> sp.	Intestino	<i>Decapterus</i>	95	Aca-2014	1.05	1	0.01	0–1	
Nematoda									

<i>Anisakis</i> sp.	Mesenterio	<i>Selar</i>	83	Aca-2014	31.33	46	0.55±1.0	1–4	0.56
		<i>Selar</i>	75	Aca-2016	44	79	1.05±1.2	1–5	0.57
		<i>Selar</i>	72	Aca-2017	90.28	442	6.14±5.3	1–23	4.22
		<i>Selar</i>	101	Aca-2018	71.29	182	1.80±2.3	1–14	2.16
		<i>Selar</i>	30	PVic-2018	80	87	2.90±4.3	1–17	5.08
		<i>Selar</i>	41	Zih-2016	6.94	6	0.15±0.4	1–2	0.17
		<i>Decapterus</i>	95	Aca-2014	4.21	4	0.04	0–1	
		<i>Decapterus</i>	30	Aca-2016	70	116	3.87±4.7	1–15	3.96
		<i>Decapterus</i>	36	Zih-2015	2.78	1	0.03	0–1	
<i>Spinitectus</i> sp.	Intestino	<i>Decapterus</i>	95	Aca-2014	1.05	1	0.01	0–1	
Copepoda									
<i>Caligus alalongae</i>	Branquias	<i>Selar</i>	41	Zih-2016	1.39	1	0.02	0–1	
<i>Caligus mutabilis</i>	Branquias	<i>Selar</i>	83	Aca-2014	10.84	9	0.11	0–1	
		<i>Selar</i>	75	Aca-2016	6.67	6	0.08±0.4	1–2	0.17
		<i>Selar</i>	72	Aca-2017	6.94	5	0.07	0–1	
		<i>Selar</i>	101	Aca-2018	7.92	10	0.10±0.5	1–2	0.17
		<i>Selar</i>	30	PVic-2018	16.67	7	0.23±0.5	1–2	0.21
<i>Caligus robustus</i>	Branquias	<i>Selar</i>	41	Zih-2016	1.39	1	0.02	0–1	
<i>Caligus</i> cf. <i>quadratus</i>	Branquias	<i>Selar</i>	83	Aca-2014	2.41	2	0.02	0–1	
		<i>Selar</i>	72	Aca-2017	1.39	1	0.01	0–1	
		<i>Selar</i>	101	Aca-2018	0.99	1	0.01	0–1	
<i>Lernanthropus ilishae</i>	Branquias	<i>Selar</i>	83	Aca-2014	9.64	8	0.1	0–1	
		<i>Selar</i>	75	Aca-2016	4	3	0.04	0–1	
		<i>Selar</i>	72	Aca-2017	6.94	20	0.28±6.2	1–15	9.5
		<i>Selar</i>	101	Aca-2018	15.84	32	0.32±1.3	1–5	0.87
		<i>Selar</i>	30	PVic-2018	3.33	1	0.03	0–1	

N = número de hospederos examinados, $P(\%)$ = prevalencia de infección, total = número total de parásitos colectados, abundan. = número promedio de parásitos por hospedero examinado ± desviación estándar, Rango = intensidad de infección (número mínimo y máximo de parásitos presentes), ID = índice de dispersion varianza/media. Valores significativamente diferentes de prevalencia (G -test) y abundancia (χ^2 -test) son presentados en negrita ($p < 0.05$).

Anexo 4. Artículo publicado. Factors linked to temporal and spatial variation in the metazoan parasite communities of Green jack *Caranx caballus* (Günther 1868) (Pisces: Carangidae) from the Pacific coast of Mexico.

JOURNAL OF NATURAL HISTORY
2018, VOL. 52, NOS. 39-40, 2573-2590
<https://doi.org/10.1080/00222933.2018.1546914>



Factors linked to temporal and spatial variation in the metazoan parasite communities of green jack *Caranx caballus* (Günther 1868) (Pisces: Carangidae) from the Pacific coast of Mexico

Yesenia Gallegos-Navarro^a, Juan Violante-González^{a,b}, Scott Monks^c, Sergio García-Ibáñez^{a,b}, Agustín A. Rojas-Herrera^{a,b}, Griselda Pulido-Flores^c and José Luis Rosas-Acevedo^a

^aCentro de Ciencias de Desarrollo Regional, Universidad Autónoma de Guerrero, Acapulco, Mexico; ^bFacultad de Ecología Marina, Universidad Autónoma de Guerrero, Acapulco, Mexico; ^cCentro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Mexico

ABSTRACT

Biotic or abiotic factors responsible for temporal or spatial variation in metazoan parasite communities of the green jack *Caranx caballus* were studied over a nine-year period using samples collected at locations along the south-central Pacific coast of Mexico. A total of 708 fish were collected from six locations between December 2009 and October 2017. Thirty-two parasite species were identified: three Monogenea, nine Digenea, two Cestoda, five Nematoda, eight Copepoda, and three Isopoda. At the component community level, parasite species richness varied significantly from seven (Zihuatanejo 2016) to 18 (Acapulco Bay 2011). The component communities and infracommunities of *C. caballus* exhibited a similar pattern: low species numbers, low diversity, and dominance by a single species (mainly the monogenean *Pseudomazocraes selene* or the digenean *Bucephalus varicus*). Parasite community structure and species composition varied between locations and/or sampling years. The main factors responsible for these variations were host traits such as feeding behaviour and body size, the occurrence of a set of distinctive parasite species, and possible variations in the availability of infected prey between locations.

ARTICLE HISTORY

Received 25 June 2018
Accepted 29 October 2018

KEYWORDS

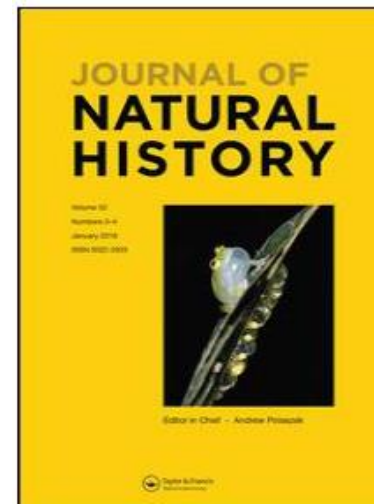
Parasites; marine fish;
Caranx caballus; Pacific
coast; Mexico

Introduction

Very few studies in tropical regions have focused on the main factors causing temporal and spatial variations in the metazoan parasite communities of marine fish species (Vidal-Martinez and Poulin 2003; Iannacone and Alvaríño 2008; Iannacone et al. 2010; Sellers et al. 2015). Changes in parasite community structure and species composition in freshwater or brackish water tropical fish species have been linked to alterations generated by the seasonal dry/rain cycle, which affects the parasite species recruitment process (Salgado-Maldonado 1993; Vidal-Martinez and Poulin 2003; Violante-Gonzalez

CONTACT Juan Violante-González violuang@yahoo.com.mx
© 2018 Informa UK Limited, trading as Taylor & Francis Group

Published online 23 Nov 2018



Anexo 5. Artículo publicado. Metazoan parasite communities of *Selar crumenophthalmus* and *Decapterus muroadsi* (Pisces: Carangidae) from Mexican Pacific coasts.

New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research



Metazoan parasite communities of *Selar crumenophthalmus* and *Decapterus muroadsi* (Pisces: Carangidae) from Mexican Pacific coasts.

Journal:	New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research
Manuscript ID:	Draft
Manuscript Type:	Research Paper
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	Gallegos-Navarro, Yesenia; Universidad Autónoma de Guerrero Violante-González, Juan; Universidad Autónoma de Guerrero, Ecology Laboratory: UAGro Monks, Scott; Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo García-Ibañez, Sergio; Universidad Autónoma de Guerrero Rojas-Herrera, Agustín A.; Universidad Autónoma de Guerrero Rosas-Acevedo, José Luis; Universidad Autónoma de Guerrero
Keywords:	Metazoan parasites, Marine fish, Carangids, Pacific coast, Mexico



SCHOLARONE™
Manuscripts

URL: <http://mc.manuscriptcentral.com/nzjm>