

La investigación reportada en esta tesis es parte de los programas de investigación del CICESE (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California).

La investigación fue financiada por el CONAHCYT (Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías).

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México). El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo o titular de los Derechos de Autor.

CICESE@ 2024. Todos los derechos reservados, CICESE.

**Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada, Baja California**



**Maestría en Ciencias
en Ecología Marina**

**Ecología ectoparasitaria del lenguado de California
(*Paralichthys californicus*) y el lenguado diamante
(*Pleuronichthys guttulatus*) en el Pacífico Norte de Baja
California, México**

Tesis

para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
Maestro en Ciencias

Presenta:

Grecia Daniela del Carmen Esquivel Mondragón

Ensenada, Baja California, México
2024

Tesis defendida por
Grecia Daniela del Carmen Esquivel Mondragón

y aprobada por el siguiente Comité

Dr. Jorge Adrián Rosales Casián
Director de tesis

Dra. Lydia Betty Ladah

Dr. Diego Luis Delgado Álvarez



Dr. Rafael Andrés Cabral Tena
Coordinador del Posgrado en Ecología Marina

Dra. Ana Denise Re Araujo
Directora de Estudios de Posgrado

Resumen de la tesis que presenta **Grecia Daniela del Carmen Esquivel Mondragón** como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ciencias en Ecología Marina.

Ecología ectoparasitaria del lenguado de California (*Paralichthys californicus*) y el lenguado diamante (*Pleuronichthys guttulatus*) en el Pacífico Norte de Baja California, México

Resumen aprobado por:

Dr. Jorge Adrián Rosales Casián
Director de tesis

El lenguado de California (*Paralichthys californicus*) ocupa el primer lugar según el índice de importancia de la comunidad (ICI) en el Estero Punta Banda (EPB), Baja California (México), y el segundo lugar en Bahía San Quintín (BSQ), mientras que el lenguado diamante (*Pleuronichthys guttulatus*) se ubica en tercer lugar de importancia en BSQ. Sin embargo, se conoce poco acerca de su parasitismo, lo que puede afectar su ecología. Se recolectaron 122 lenguados de *P. californicus* y 59 de *P. guttulatus* en EPB, BSQ y Laguna Manuela (LM), B.C., desde verano 2022 a primavera 2023, se identificaron once especies de ectoparásitos en ambos hospederos y se evaluó su prevalencia (p), abundancia (ap), intensidad (i) y frecuencia de ocurrencia (fo) por hospedero, localidades y estaciones del año (t), y las ap se correlacionaron con temperatura superficial del agua, surgencias, t y localidades. El lenguado de California, *P. californicus*, presentó diez especies de ectoparásitos y aquellas con mayores índices fueron *Lepeophteirus* sp. (p: 100%, ap: 16.5, i: 65, fo: 81.4%) en LM durante invierno 2023, *Pontogeneia* sp. (p: 50%, a: 2.3, i: 10, fo: 25.4%) en LM durante otoño 2022, y tanto *Entobdella hippoglossi* (p: 44.4%, a: 1.1, i: 6, fo: 15.3%) y *Acanthochondria* sp. (p: 22.2%, ap: 0.7, i: 5, fo: 6.8%) en LM durante invierno 2023. *P. californicus* mostró cambios significativos de ap contra las localidades, aunque sin cambios para t, y todas sus correlaciones (longitud total (lt), peso y ap versus t, surgencias, temperatura del agua y sitios) fueron significativas a excepción de ap contra t. Para el lenguado *P. guttulatus* se identificaron cinco especies de parásitos destacando con mayores índices al copépodo *Lepeophteirus* sp. (p: 100%, ap: 1, i: 1, fo: 19.1%) en EPB durante primavera 2023. Se presentaron diferencias significativas de ap con respecto al t, mientras que lt contra t, surgencias y temperatura del agua presentaron únicamente correlaciones positivas. Los parásitos de peces son importantes componentes naturales de sistemas ecológicos marinos, y debido a la sensibilidad de la relación huésped-parásito a cambios ambientales, su estudio permitiría generalizar respuestas en hospederos con el aumento o disminución de parásitos.

Palabras clave: Lenguado de California y diamante, ectoparásitos, prevalencia, abundancia, intensidad.

Abstract of the thesis presented by **Grecia Daniela del Carmen Esquivel Mondragón** as a partial requirement to obtain the Master of Science degree in Marine Ecology.

Ectoparasite ecology of the California halibut (*Paralichthys californicus*) and the diamond turbot (*Pleuronichthys guttulatus*) in the North Pacific of Baja California, Mexico

Abstract approved by:

Dr. Jorge Adrián Rosales Casián
Thesis Director

The California halibut (*Paralichthys californicus*) has the highest community importance index (ICI) in Estero Punta Banda (EPB), Baja California (Mexico), and the second highest in Bahía San Quintín (BSQ), and the diamond turbot (*Pleuronichthys guttulatus*) holds the third highest ICI in BSQ. A total of 122 individuals of *P. californicus* and 59 of *P. guttulatus* were collected in EPB, BSQ and Laguna Manuela (LM), B.C., from summer 2022 to spring 2023. However, very little is known about fish parasitism, which can affect host ecology in these sites. Eleven ectoparasite species were identified in both hosts and the parasite prevalence (p), abundance (pa), intensity (i), and frequency of occurrence (fo) were determined for each host, collection sites and seasons (t), the pa was related to water temperature, upwelling condition, t and sites. *P. californicus* presented ten species, and those with the highest indices were *Lepeophteirus* sp. (p: 100%, pa: 16.5, i: 65, fo: 81.4%) in LM during winter 2023, *Pontogeneia* sp. (p: 50%, a: 2.3, i: 10, fo: 25.4%) in LM during autumn 2022, and both *Entobdella hippoglossi* (p: 44.4%, pa: 1.1, i: 6, fo: 15.3%) and *Acanthochondria* sp. (p: 22.2%, pa: 0.7, i: 5, fo: 6.8%) in LM during winter 2023. The halibut *P. californicus* showed significance in pa regarding the sites, although with no change across t, and its correlations (total length (tl), mean weight, and pa versus t, upwellings, temperature and sites) showed significance, except for ap against t. Five parasites were identified in *P. guttulatus*, with the copepod *Lepeophteirus* sp. showing the highest indices (p: 100%, pa: 1, i: 1, fo: 19.1%) in EPB during spring 2023; the turbot *P. guttulatus* presented differences in pa regarding t, and its tl was correlated significantly with t, upwelling conditions and water temperature. Fish parasites are an important natural component of marine ecological systems and because the host-parasite relationship is sensitive to environmental changes, studying this relationship can allow for generalizing responses in hosts with an increased or decreased levels of parasites.

Keywords: California halibut and diamond turbot, ectoparasites, prevalence, abundance, intensity.

Dedicatoria

A mis padres, Carmen y Oscar, sin ustedes no hubiera podido llegar aquí.

Agradecimientos

Al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE), por darme la oportunidad de aprender y crecer académicamente.

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por el apoyo económico durante mis estudios en Ensenada.

Al Laboratorio Nacional de Microscopía Avanzada de CICESE por brindarme el equipo y espacio necesario para el procesamiento de mis muestras.

A mi director, el Dr. Jorge Rosales por siempre preocuparse por mí y brindarme su ayuda en cualquier ámbito posible, además de este trabajo de investigación que disfruté mucho, por las increíbles salidas de campo que siempre voy a recordar, y por compartirme su amor y sabiduría sobre los peces marinos, cervezas artesanales y vinos Bajacalifornianos.

A mi comité de tesis, el Dr. Diego Delgado y la Dra. Lydia Ladah por aceptar ser parte de este proyecto, brindarme retroalimentación continua y ayudarme a mejorar tras cada revisión.

Al Dr. Kevin Lafferty de la Universidad de California, Santa Bárbara, E.U.A. y el Dr. Danny Tang del Distrito de Saneamiento del condado de Orange por su apoyo ante las dificultades que se presentaron en algunas identificaciones parasitarias y sus consejos sobre un mejor manejo, preservación y disección de especímenes.

A mis padres y a mis hermanos, quienes siempre me apoyaron, se emocionaron al escuchar acerca de mis salidas, y me animaron a seguir adelante a pesar de las dificultades.

A mi tía Luz María que me ayudó a cumplir una de mis metas personales durante mi estadía y siempre estuvo pendiente de mí para cualquier cosa, siempre estaré agradecida.

A mis amigos en la distancia con los que siempre pude contar para todo y sentirme como en casa nuevamente, Evelyn, Julieta, Alfredo, Marlyn, Edmundo, Lili y Federico. A mis amigos de Ensenada con quienes nunca me faltó el apoyo, consejos, pláticas largas, ni idas a la playa, Rodrigo, Andrés, Lili y Male; y a los que nunca faltaron a ninguna salida de campo.

Tabla de contenido

	Página
Resumen en español.....	ii
Resumen en inglés.....	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos.....	v
Lista de figuras.....	ix
Lista de tablas	xii
Capítulo 1. Introducción.....	1
1.1 Antecedentes	3
1.1.1 Parasitismo.....	3
1.1.2 Ecología de parásitos.....	4
1.2 Hipótesis.....	5
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	6
Capítulo 2. Metodología.....	7
2.1 Salidas de campo y recolección de datos.....	7
2.1.1 Chinchorro playero.....	7
2.1.2 Caña y anzuelo	7
2.1.3 Pesca deportiva.....	8
2.1.4 Red de prueba camaronera (chango o chinchorro camaronero)	8
2.1.5 Red agallera comercial	8
2.1.6 Atarraya.....	9
2.2 Obtención de información ambiental	9
2.2.1 Temperatura superficial del agua	9

2.2.2	Índice de surgencia	9
2.3	Identificación de organismos y mediciones	10
2.3.1	Identificación taxonómica.....	10
2.3.2	Longitudes y pesos	10
2.3.3	Análisis de muestras parasitarias.....	10
2.4	Determinación de información parasitaria	11
2.4.1	Prevalencia	11
2.4.2	Intensidad e intervalo de infección.....	11
2.4.3	Frecuencia parasitaria	11
2.4.4	Abundancia	12
2.4.5	Análisis estadísticos.....	12
Capítulo 3.	Resultados	14
3.1	Temperatura superficial e índices de surgencia.....	14
3.2	Lenguados de California, <i>Paralichthys californicus</i> y diamante, <i>Pleuronichthys guttulatus</i>	15
3.3	Identificación parasitaria.....	17
3.3.1.1	Familia Capsalidae.....	17
3.3.2	Filo: Annelida.....	18
3.3.2.1	Familia: Piscicolidae	18
3.3.3	Filo: Arthropoda	20
3.3.3.1	Familia: Caligidae	20
3.3.3.2	Familia Cymothoidae.....	24
3.3.3.3	Familia Chondracanthidae	27
3.3.3.4	Familia Pontogeneiidae.....	30
3.3.3.5	Familia Cirolanidae.....	33
3.3.3.6	Familia Lernaepodidae.....	36
3.3.3.7	Familia Corophiidae	37
3.4	Índices parasitarios (prevalencia, abundancia, intensidad y frecuencia)	38

3.4.1	Paralichthys californicus.....	38
3.4.2	Pleuronichthys guttulatus	43
3.5	Correlaciones de <i>P. californicus</i> y <i>P. guttulatus</i>	46
Capítulo 4.	Discusión.....	48
4.1	Patrones de peso y tallas de <i>P. californicus</i> y <i>P. guttulatus</i>	49
4.1.1	Paralichthys californicus.....	49
4.1.2	Pleuronichthys guttulatus	50
4.2	Asociación de los lenguados de California y diamante con la temperatura del agua de mar y surgencias	51
4.3	Parasitismo	52
4.3.1	Entobdella hippoglossi	55
4.3.2	Zeylanicobdella arugamensis	58
4.3.3	Lepeophteirus sp.....	61
4.3.4	Nerocila acuminata	62
4.3.5	Elthusa vulgaris	64
4.3.6	Acanthochondria hoi y Acanthochondria sp.....	65
4.3.7	Pontogeneia sp.....	67
4.3.8	Excirokana chiltoni	68
4.3.9	Parabrachiella sp.	69
4.3.10	Monocorphium uenoi	70
Capítulo 5.	Conclusiones	71
	Literatura citada	73
	Anexos	84

Lista de figuras

Figura	Página
1. Lenguado de California, <i>Paralichthys californicus</i> (INAPESCA, 2018).....	2
2. Zonas de muestreo, Baja California Norte y Sur, México.	6
3. Red de prueba camaronera y anzuelo y caña.....	8
4. Variación del promedio de temperatura (°C) superficial del agua de mar e índices de surgencia para cada sitio de monitoreo y estaciones de verano (julio) 2022, otoño (octubre-noviembre) 2022, invierno (marzo-abril) 2023 y primavera (junio) 2023. *Línea punteada equivale al índice de surgencia y barras a las temperaturas registradas.	14
5. Número total de lenguados recolectados para EPB (Estero Punta Banda), SQ (Bahía San Quintín) y LM (Laguna Manuela) durante la totalidad del presente estudio.....	15
6. A) Fotografía ventral y B) dorsal de un espécimen de <i>Entobdella hippoglossi</i> recolectado en la zona de Laguna Manuela en el 2022.	17
7. Organismo de <i>Entobdella hippoglossi</i> de 9.67 mm recolectado en Laguna Manuela, escala de 3 mm.	18
8. Individuo de <i>Zeylanicobdella arugamensis</i> extraída de hospederos en Laguna Manuela durante verano (julio) 2022, previamente aplanada para su observación y con una longitud total de 12.8 mm y una coloración café grisácea. Vista dorsal (A) y ventral (B).	19
9. Individuo de <i>Z. arugamensis</i> de 10.8 mm de longitud con escala de 3 mm junto al órgano superior de adhesión.	19
10. Individuo de <i>Lepeophteirus</i> sp. en su vista dorsal (A) y ventral (B) con escala de 2 mm. ..	21
11. A) Vista ventral de <i>Lepeophteirus</i> sp. hembra con escala de 3 mm y B) capsulas ovígeras de hembras adultas parasitadas.	22
12. Individuo de <i>Lepeophteirus</i> sp. de 5.3 mm de longitud total, escala de 3 mm.	22
13. Individuos de <i>Nerocila acuminata</i> A) 1.5 cm de longitud reportado en Newport Beach, Orange Country, California (Bryant, 2008), y B) hembra de 1.7 cm de longitud extraída de la boca de <i>P. guttulatus</i> en el Estero Punta Banda en verano (julio) 2022.	24
14. A) y B) Pleon y urópodos de <i>Nerocila acuminata</i> en su vista ventral y dorsal C) vista lateral de zona del pereón.	25
15. Pleon de <i>Nerocila acuminata</i> , escala de 3mm.	25
16. Especimen hembra de <i>Elthusia vulgaris</i> en su vista dorsal A) y ventral B) recolectado en la Bahía San Quintín durante el invierno (marzo-abril) 2023 con escala de 3 mm.	26

17. A) <i>Elthusa vulgaris</i> en su vista dorsal con énfasis en su cefalotórax, B) vista ventral y C) vista del céfalon y pereón.	26
18. A) Vista ventral del pleon y B) vista dorsal del pleon y pleotélson de <i>Elthusa vulgaris</i>	27
19. Individuo de <i>Acanthochondria hoi</i> de 8.3 mm de longitud, escala de 3 mm	28
20. Hembra ovígera de <i>Acanthochondria hoi</i> extraída de la cavidad branquial de un espécimen de <i>P. californicus</i> en Laguna Manuela durante otoño (octubre-noviembre) 2022, con una longitud de 8.3 mm. A) Zona ventral del tórax junto con cápsulas ovígeras con escala de 3 mm, B) vista dorsal, C) vista ventral del cefalotórax y D) vista ventral del tórax.	28
21. A) Vista del céfalon de espécimen hembra ovígera de <i>Acanthochondria sp.</i> , B) cápsulas ovígeras, C) <i>Acanthochondria sp.</i> con cápsulas ovígeras color rojo y vista dorsal D) y ventral E) de <i>Acanthochondria sp.</i>	29
22. Individuo de <i>Acanthochondria sp.</i> con una longitud de 8.35 mm, escala de 3 mm.....	30
23. <i>Acanthochondria sp.</i> recolectado en primavera (junio) 2023, en el Estero Punta Banda con cápsulas ovígeras rojas.	30
24. A) Especimen de <i>Pontogeneia sp.</i> de 5.07 mm extraído de la Bahía de San Quintín durante verano (julio) 2022 con escala de 3 mm, B) y C) fotografías laterales de espécimen de <i>Pontogeneia sp.</i> obtenido en Laguna Manuela en el periodo de verano (julio) 2022.	31
25. Individuos de <i>Excirolana chiltoni</i> encontrado en la Bahía San Quintín durante otoño (octubre-noviembre) 2022, con una longitud de 8.3 mm, recolectado de <i>P. californicus</i> . A) y B) Vista dorsal y ventral de espécimen uno, C) y D) vista dorsal y ventral del espécimen número dos.....	34
26. Especimen de <i>Excirolana chiltoni</i> con una longitud total de 6.9 mm, escala de 3 mm.....	34
27. A) y B) Vista dorsal y ventral de <i>Cirolana sp.</i> con una longitud de 4.6 mm, C) vista del pereón, pleón y D) vista lateral.	35
28. <i>Cirolana sp.</i> , escala de 3 mm.	35
29. Vista dorsal de <i>Parabrachiella sp.</i> , longitud total de 7.3 mm con escala de 3 mm.....	36
30. Vista ventral <i>Parabrachiella sp.</i>	36
31. Individuos de <i>Parabrachiella sp.</i> en A) vista total del cuerpo ventral, B) vista dorsal con capsulas ovígeras, C) vista dorsal y D) vista dorsal y ventral de individuos de <i>Parabrachiella sp.</i>	37
32. A) Vista dorsal superior y B) vista lateral de <i>M. uenoi</i> , escala de 3 mm.....	38
33. Árbol filogenético para todas las especies de parásitos identificadas en el presente estudio.	54
34. Dibujo de <i>Entobdella sp.</i> en su vista ventral. Modificado de: Beneden (1858).	56

35. Zonas corporales de adherencia de <i>Zeylanicobdella arugamensis</i> en <i>Paralichthys californicus</i> (CDFW, 2022).....	58
36. Locomoción de <i>Piscicola geometra</i> (Kearn, 2005).	58
37. Fotografía de <i>Zeylanicobdella arugamensis</i> tomada por un microscopio electrónico (Ravi & Shariman Yahaya, 2017).	59
38. Reportes de <i>Lepeophtheirus</i> sp. en México (WoRMS, 2022a).	61
39. Vista dorsal de la estructura general de un isópodo malacostráceo.	63
40. Distribución de <i>Elthusa vulgaris</i> en el Pacífico Oriental (Brusca, 1978).	64
41. Dibujo de <i>Acanthochondria hoi</i> en su vista dorsal A) y lateral B) (Kalman, 2003), e Ilustración de <i>A. hoi</i> recolectado de Laguna Manuela durante el muestreo de otoño (octubre-noviembre) 2022 en su vista ventral C) y dorsal D).	66
42. Dibujo de A) <i>Acanthochondria</i> sp. y B) <i>Acanthochondria hippoglossi</i> (Kabata, 1987).....	67
43. A) Dibujo de <i>E. chiltoni</i> macho en su vista dorsal junto con su apéndice masculino que se encuentra en la zona ventral. Modificado de: (Bruce N. y Jones D., 1981).	69

Lista de tablas

Tablas	Página
1. Descripción de términos ecológicos utilizados en parasitología (Bautista-Hernández et al., 2015).	5
2. Promedios de longitud total (LT, cm), peso (g) y error estándar (\pm SE) para <i>P. californicus</i> y <i>P. guttulatus</i> por sitio de recolecta y para cada estación del año desde verano 2022 a primavera 2023. (EPB: Estero Punta Banda, SQ: Bahía San Quintín y LM: Laguna Manuela).	16
3. Longitudes totales obtenidas en Laguna Manuela durante la segunda salida de campo en otoño (oct-nov) 2022, en <i>P. californicus</i> (\pm SE). (LM: Laguna Manuela).	20
4. Número total de individuos de <i>Lepeophteirus</i> sp. y su longitud total promedio (mm) (+SE), recolectados en los hospederos <i>P. californicus</i> y <i>P. guttulatus</i> * durante verano (julio 2022). (SQ: Bahía San Quintín y LM: Laguna Manuela).	21
5. Número total de individuos de <i>Lepeophteirus</i> sp. y su longitud total promedio (mm) (+SE), recolectados en los hospederos <i>P. californicus</i> , y <i>P. guttulatus</i> * durante otoño (octubre-noviembre) 2022. (SQ: Bahía San Quintín y LM: Laguna Manuela).	23
6. Número total de individuos de <i>Lepeophteirus</i> sp. y su longitud total promedio (mm) (+ SE), recolectados en los hospederos <i>P. californicus</i> y <i>P. guttulatus</i> * durante invierno (marzo-abril) 2023. (EPB: Estero de Punta Banda, SQ: Bahía San Quintín y LM: Laguna Manuela).	23
7. Número total de individuos de <i>Lepeophteirus</i> sp. y su longitud total promedio (mm) (+SE), recolectados en los hospederos <i>P. californicus</i> y <i>P. guttulatus</i> * durante primavera (junio) 2022. (EPB: Estero Punta Banda y LM: Laguna Manuela).	23
8. Medidas morfológicas para el parásito <i>Eithusa vulgaris</i> recolectado en Bahía San Quintín durante invierno (marzo-abril) 2023.	27
9. Número de individuos y longitud total promedio (mm) (\pm SE) de <i>Pontogeneia</i> sp. recolectados en verano (julio) 2022 en <i>P. californicus</i> y <i>P. guttulatus</i> * (EPB: Estero Punta Banda y LM: Laguna Manuela).	31
10. Número y longitud total promedio (mm) (\pm SE) de <i>Pontogeneia</i> sp. recolectados en otoño (octubre-noviembre) 2022 en los hospederos <i>P. californicus</i> en Laguna Manuela.	32
11. Número y longitud total promedio (mm) (\pm SE) de <i>Pontogeneia</i> sp. recolectados en invierno (marzo-abril) 2023 en Laguna Manuela para <i>P. californicus</i>	33
12. Índices de prevalencia (%), abundancia e intensidad de infección parasitaria para <i>Paralichthys californicus</i> en la Bahía San Quintín durante verano (julio) 2022.	39
13. Índices de prevalencia (%), abundancia e intensidad de infección parasitaria para <i>Paralichthys californicus</i> en Laguna Manuela durante el verano (julio) 2022.	39
14. Índices de prevalencia (%), abundancia e intensidad parasitaria para <i>Paralichthys californicus</i> en Laguna Manuela durante otoño (octubre-noviembre) 2022.	40

15. Índices de prevalencia (%), abundancia e intensidad parasitaria para *Paralichthys californicus* en el Estero Punta Banda y Bahía de San Quintín durante invierno (marzo-abril) 2023. 41
16. Índices de prevalencia (%), abundancia e intensidad parasitaria para *Paralichthys californicus* en Laguna Manuela durante invierno (marzo-abril) 2023. 41
17. Índices de prevalencia (%), abundancia, intensidad parasitaria para *Paralichthys californicus* en el Estero Punta Banda, Bahía San Quintín y Laguna Manuela durante primavera (junio) 2023. 42
18. Frecuencias de ocurrencia parasitarias (%) para *P. californicus* en las localidades (EPB, SQ y LM), estaciones del año y para el total de monitoreos. (Negritas representan los valores más altos para cada sitio, estación y total)..... 43
19. Índices de prevalencia (%), abundancia e intensidad parasitaria para *Pleuronichthys guttulatus* en el Estero Punta Banda durante verano (julio) 2022. 44
20. Índices de prevalencia (%), abundancia e intensidad parasitaria para *Pleuronichthys guttulatus* en Laguna Manuela durante verano (julio) 2022..... 44
21. Índices de prevalencia (%), abundancia e intensidad parasitaria para *Pleuronichthys guttulatus* en la Bahía de San Quintín durante el periodo de otoño (octubre-noviembre) 2022..... 44
22. Índices de prevalencia (%), abundancia e intensidad parasitaria para *Pleuronichthys guttulatus* en el Estero Punta Banda y la Bahía San Quintín y durante invierno (marzo-abril) 2023..... 45
23. Índices de prevalencia (%), abundancia e intensidad parasitaria para *Pleuronichthys guttulatus* en el Estero Punta Banda durante primavera (junio) 2023. 45
24. Frecuencias parasitarias (%) para *P. guttulatus* para localidades (EPB, SQ y LM), estaciones del año y total de muestreos. 46
25. Resultados del coeficiente de correlación de rangos de Spearman y valor p (<0.05) para las variables dependientes e independientes de *P. californicus* (Resaltado en rojo representa correlaciones significativas). 47
26. Resultados del coeficiente de correlación de rangos de Spearman y valor p (<0.05) para las variables dependientes e independientes de *P. guttulatus* (Resaltadas en rojo representa correlaciones significativas). 47
27. Longitud y ancho (\pm SE, mm) de *E. hippoglossi*, y el diámetro del haptor para *P. californicus* y *P. guttulatus** durante verano y otoño del 2022, y lo reportado por Klassen et al., (1989). (EPB: Estero Punta Banda, SQ: Bahía San Quintín y LM: Laguna Manuela). 57
28. Comparación de longitudes (mm) obtenidas en la primera salida de campo durante verano (julio) 2022, para *P. californicus* y *P. guttulatus** junto con las reportadas en el trabajo realizado por Kua et al., (2010). (EPB: Estero Punta Banda, SQ: Bahía San Quintín y LM: Laguna Manuela). 60
29. Número total de individuos de *P. californicus* y *P. guttulatus* capturados por sitio y fecha de recolecta junto con intervalo de tallas (cm) e intervalo de pesos (g) durante 2022 y 2023. (EPB: Estero Punta Banda, SQ: Bahía San Quintín y LM: Laguna Manuela). 84

30. Longitudes promedio (\pm SE) de *Entobdella hippoglossi* recolectadas en Bahía San Quintín y Laguna Manuela durante el periodo de verano (julio) 2022 en *P. californicus* y *P. guttulatus**. (SQ: Bahía San Quintín y LM: Laguna Manuela)..... 85

Capítulo 1. Introducción

Los organismos pertenecientes al orden de los Pleuronectiformes (peces planos) son los únicos organismos vertebrados que poseen una característica asimetría corporal debido a adaptaciones morfológicas para poder soportar altas presiones en la columna de agua (ILCE, 2023; IPHC, 2017). Tienen un papel importante en la trama trófica al ser alimento de otros peces de mayor tamaño (Rosales-Casián, 2004a) como elasmobranquios, además de ciertas especies de aves como los cormoranes; como adultos consumen principalmente moluscos, almejas, cangrejos, gusanos arenosos y otros peces de menor tamaño (CDFW, 2021). Los lenguados son importantes consumidores secundarios y terciarios, además de que cumplen un papel importante al ser indicadores de las condiciones ecológicas de las bahías y estuarios donde habitan (Emmett, 1991).

El estado de California (EUA) es la segunda área más concurrida para la pesca deportiva después del estado de Florida, destacando al lenguado de California, *P. californicus* como uno de los más buscados por su gran tamaño y carne blanca (CDFW, 2011). Según el Departamento de Pesca y Vida Silvestre de California, en 2010 se capturó un total de 239.5 toneladas métricas del lenguado de California con un aporte económico de \$ 2.3 millones de dólares para Estados Unidos (CDFW, 2011). Para 2019 se reportaron 324 toneladas métricas contribuyendo con \$3.3 millones de dólares, lo cual lo convierte en una especie con un alto aporte económico (Stuart et al., 2021).

El lenguado de California (*Paralichthys californicus*) (Figura 1) también es la especie de mayor importancia dentro del Estero Punta Banda, Baja California, México y es la segunda especie de mayor importancia en Bahía San Quintín, B.C. de acuerdo con el Índice de Importancia de la Comunidad (ICI) que incluye a la Abundancia Relativa (AR) y la Frecuencia de Ocurrencia (FO) (Rosales-Casián, 1997). Este organismo es altamente capturado de forma comercial y recreativa en la costa oeste de Estados Unidos y el noroeste de Baja California desde principios del siglo XX (Haugen, 1990) al ser uno de los peces con mayor demanda para su venta (Fodrie, 2006).

Durante los meses de julio, agosto y septiembre presentan su temporada de desove relacionado a cambios en la temperatura del agua, lo que hace que se redistribuya de manera temporal a una menor profundidad y una mayor cercanía a las costas donde regularmente se registran temperaturas superficiales más altas, esto para el correcto desarrollo larval hasta alcanzar sus tallas adultas que se ven altamente influenciadas

por las condiciones climáticas, las cuales incluyen las temperaturas oceánicas y los índices de surgencia (Bruns, 2012b; INAPESCA, 2018).

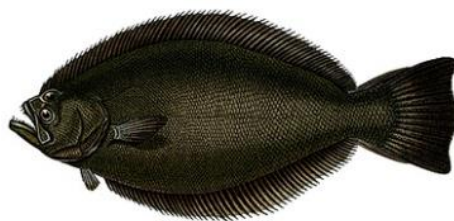


Figura 1. Lengudo de California, *Paralichthys californicus* (INAPESCA, 2018).

El lenguado diamante (*Pleuronichthys guttulatus*) es principalmente exportado a China y Japón en pequeñas cantidades ya que no cuenta con un tamaño atractivo para el mercado en comparación al lenguado de California y otras especies con una exportación activa (Emmett, 1991), por lo cual generalmente se transporta junto con otras especies de lenguados (Emmett, 1991). En Baja California se captura para el consumo local, y considerando que ocupa el tercer lugar ICI con un 51.8% de ocurrencia dentro de la Bahía San Quintín, donde posiblemente juega un papel ecológico importante (Rosales-Casián, 2004a) y generalmente se encuentran en aguas someras menores a los 10 m (Emmett, 1991) y con temperaturas entre los 12.7 y 22.9°C, rango que se ha definido como el preferido de este organismo (Froese, 2020) .

En México se encuentran un total de 127 especies de peces planos los cuales representan el 18.4% de lenguados alrededor del mundo, mientras que la costa del Pacífico mexicano alberga el mayor número de estos con 74 especies. La pesquería de peces planos en México representa el 1.8% de la captura a nivel mundial debido a la alta demanda por su calidad de carne, específicamente de las familias Paralichthyidae y Pleuronectidae (Negrete et al., 2015). Sin embargo, a pesar de su importancia comercial y ecológica, no existen los suficientes estudios que aporten información contundente para su manejo y conservación adecuada, particularmente con respecto a sus cargas parasitarias.

Los parásitos son organismos con la capacidad y necesidad de vivir externa o internamente de un hospedero para obtener los nutrientes necesarios para estadios específicos o su ciclo de vida completo (Bautista-Hernández et al., 2015). El estudio del parasitismo, o sea la relación entre ambos organismos y su medio ambiente natural, es importante para entender la ecología integral de cualquier sistema (Bautista-Hernández et al., 2015). El parasitismo es indicador de interacciones tróficas dentro de los

ecosistemas ya que actúa como mediador conductual de sus hospederos, reguladores poblacionales y ayudan en el mantenimiento de la estabilidad e integridad ecosistémica como agentes clave en la etología de los organismos, incluyendo el ser humano y la vida silvestre (Brooks, 2000). Además, se tiene documentación de que los parásitos son altamente sensibles a los cambios en su medio ambiente (Amaya et al., 2023), incluyendo a sus hospederos y condiciones climáticas (como salinidad y temperatura), los cuales podrían provocar cambios en sus abundancias, patrones alimenticios y distribuciones, desencadenando un desbalance ecológico en sus hábitats (Wood et al., 2023).

Debido a la importancia de la ecología, biología y los aspectos económicos de estas especies de lenguados, el objetivo principal de este estudio es determinar la abundancia, prevalencia e intensidad de las especies de ectoparásitos hospedados en el lenguado de California y el lenguado diamante, así como sus relaciones con aspectos ambientales y biológicos en el Pacífico Norte de Baja California, México. También es importante el estudio de sus especies de parásitos y los posibles efectos en su salud, ya que pueden provocar un detrimento para su comercialización y altas tasas de mortalidad en sus hábitats silvestres (Fajer-Avila et al., 2012), teniendo en cuenta que la costa noroeste de Baja California alberga una alta diversidad de peces y muchos de ellos son recursos económicos valiosos, por lo que es estratégico ampliar el estudio de los parásitos a otras especies de peces y sus espectros alimentarios y conductuales.

1.1 Antecedentes

1.1.1 Parasitismo

El estudio de las interacciones parasitarias con sus hospederos tomó una alta relevancia en años anteriores por la posibilidad de que algunas de estas especies sean transmitidas y dañen la salud de los seres humanos. Debido a que los humanos somos consumidores de productos marinos y estamos constantemente expuestos a diversos parásitos (CECOPESCA, 2012). Esta realidad genera una necesidad de conocimiento actualizado no solo de los riesgos que presentan para la salud humana, sino también para el papel ecológico que estos juegan en los ecosistemas marinos.

Existen diferentes tipos de interacciones entre parásito-hospedero que han evolucionado en torno a la naturaleza del ambiente y de la disponibilidad de hospederos. Estas se clasifican como parasitismo obligado, facultativo, endo y ectoparasitismo, mesoparasitismo, epiparasitismo, parasitismo social y de

crianza (Sapkota, 2022). Los ectoparásitos son especies que como lo dice el mismo nombre, están situados en la zona externa del hospedero.

Estos poseen dos maneras primordiales de alimentación: la primera consta de alimentarse lo más que puedan de un hospedero para después desprenderse y repetir el mismo ciclo dentro de su hábitat, y la segunda se basa en la alimentación continua de un único hospedero abandonándolo rara vez por voluntad propia, o por factores externos como otros depredadores, movimientos bruscos, mal estado de salud del hospedero o cambios en el medio ambiente (Pearse, 1926).

1.1.2 Ecología de parásitos

Desde el año 1982 existió una utilización incorrecta en tanto a los conceptos y estadística descriptiva para las comunidades parásitas. Esto llevo a diversos grupos de científicos a realizar un mayor énfasis en los estudios de estas comunidades a nivel mundial, dando como resultado la publicación de “The Use of Ecological Terms in Parasitology (“Report of an Ad Hoc Committee of The American Society of Parasitologists”) escrito por Margolis et al., (1982). A este se le sumaron aportes de Bush et al., (1997), los cuales brindaron mayor claridad y unificación ante la comunidad de investigadores.

Conforme fueron pasando los años, comenzaron a surgir discrepancias entre términos descriptivos del mismo ámbito. Por eso Zander (2001) integró dos nuevos términos que complementaron los trabajos realizados por Margolis et al., (1982) y Bush et al., (1997) del estado actual de la ecología parasitaria (Bautista-Hernández et al., 2015), algunos de los términos más relevantes en este campo de investigación se encuentran en la tabla 1.

Se ha descrito que los parásitos tienden a ser más abundantes en latitudes tropicales y subtropicales debido a la alta cantidad de especies marinas. Además se ha teorizado que este tipo de climas favorece la transmisión entre hospederos (Wal, 2018).

Actualmente se busca tener un enfoque para la utilización de los parásitos como indicadores biológicos en peces de alta importancia comercial, además de como indicadores de la salud ecosistémica con respecto a la contaminación antropogénica (Wal, 2018). Esto proveerá información acerca del aumento o descenso de la biodiversidad de los huéspedes, brindándonos información valiosa sobre los desplazamientos de organismos y especies invasoras.

Tabla 1. Descripción de términos ecológicos utilizados en parasitología (Bautista-Hernández et al., 2015).

Término	Significado
Infrapoblación	Todos los individuos de una especie parasitaria que habitan en un hospedero por un tiempo determinado.
Infracomunidad	Especies totales de parásitos en un solo hospedero.
Sitio	Hospederos u hospedero donde se recolectan las muestras de parásitos.
Especies núcleo	Especies recurrentes con alta densidad poblacional.
Especie alogénica	Especies que tienen su desarrollo de vida completo en un medio acuático.
Prevalencia	Número de individuos de una población específica de hospederos infectados por una especie de parásito entre el número de hospederos totales a manera de porcentaje.
Incidencia	Número total de hospederos que están infectados con un parásito en particular en un tiempo determinado entre el número de hospederos sin parásitos en un intervalo de tiempo.
Intensidad	Total de individuos de una especie de parásitos en un solo hospedero de la especie estudiada.
Abundancia	Total de individuos de una especie de parásitos en una muestra de hospederos dividido entre el número de hospederos analizados con y sin infección.

1.2 Hipótesis

Las especies de parásitos presentan distintas abundancias, prevalencias e intensidades en el lenguado de California y el lenguado diamante con respecto a las estaciones del año, temperatura superficial del agua e índices de surgencia y en las áreas del Estero Punta Banda, Bahía San Quintín y Laguna Manuela, Baja California.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Describir la estructura los ectoparásitos del lenguado de California (*Paralichthys californicus*) y el lenguado diamante (*Pleuronichthys guttulatus*) en las áreas de Estero Punta Banda, Bahía San Quintín y Laguna Manuela (Figura 2) en el Pacífico Norte de Baja California, y sus posibles relaciones con variables ambientales y biológicas.



Figura 2. Zonas de muestreo, Baja California Norte y Sur, México.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar las especies de ectoparásitos en el lenguado de California y el lenguado diamante en áreas del Estero Punta Banda, la Bahía San Quintín y Laguna Manuela, Baja California.
- Determinar la distribución estacional y espacial de los ectoparásitos en el lenguado de California, *Paralichthys californicus* y el lenguado diamante, *Pleuronichthys guttulatus*.
- Determinar la abundancia, prevalencia y la intensidad de los ectoparásitos en el lenguado de California, *Paralichthys californicus* y el lenguado diamante, *Pleuronichthys guttulatus*.
- Determinar la relación entre las abundancias de los diferentes ectoparásitos, tallas y pesos del lenguado de California y el lenguado diamante con respecto a la estacionalidad, localidades, temperatura superficial del agua de mar y la intensidad de las surgencias.

Capítulo 2. Metodología

2.1 Salidas de campo y recolección de datos

Se realizaron salidas de campo durante las estaciones de verano y otoño del 2022, e invierno y primavera del 2023 a los sitios del Estero de Punta Banda, Bahía San Quintín y Laguna Manuela, Baja California. En todas las recolectas de los lenguados para la revisión de los parásitos se recibió apoyo de pescadores de cooperativas con sus embarcaciones, así como de pescadores recreativos de orilla. Los lenguados y otros peces recolectados con artes de pesca fueron mantenidos vivos en recipientes con agua de mar y después de su identificación, revisión y la obtención de medidas y pesos fueron liberados vivos. Para la captura de los peces se utilizaron diferentes artes de recolecta.

2.1.1 *Chinchorro playero*

Se utilizaron dos redes tipo chinchorro playero, una de 20 m y otra de 30 m de longitud. La red presenta un cabo en la parte inferior y un cabo con flotadores en la superior, así como dos extremos con cabos que ayudaron a lograr un encierro y recolecta de organismos desde la playa. El uso de esta red se realizó con el apoyo de una embarcación tipo panga para ampliar el área de arrastre hacia la orilla por medio de los cabos, recolectando organismos de fondo y de la columna de agua (Montañez-Rivera, 2013). Esta red se utilizó en todos los monitoreos de campo.

2.1.2 *Caña y anzuelo*

La caña y anzuelo fue utilizada desde la orilla o en el bote con carnadas como la anchoveta o sardina, así como señuelos llamativos o curricanes (Figura 3). Los peces capturados fueron revisados para extraer los ectoparásitos y su posterior identificación en el laboratorio. Este método fue efectivo en el Estero Punta Banda utilizando diversos tipos de anzuelo, curricanes y peces vivos como *Fundulus parvipinnis*.

2.1.3 Pesca deportiva

La pesca recreativa como deporte no busca una pesca masiva de peces, sino que dedica el tiempo y esfuerzo en capturar ciertas especies o un número límite según lo dicta la NOM-003-SAG/PESC-2018 y la NOM-017-PESC-DOF. La caña es el arte utilizado con carnada viva como macarelas, carnada muerta como calamar y una variedad de formas y colores de curricanes (ILCE, 2022). Esta actividad se monitoreó al arribo de las embarcaciones al finalizar sus horas de pesca principalmente en la costa de San Quintín, la cual es una zona altamente productiva para la pesca deportiva.

2.1.4 Red de prueba camaronera (chango o chinchorro camaronero)

Esta técnica consta de un arrastre sobre el fondo marino desde un bote y se compone de una red y dos portones conectados por cabos (Figura 3), la red mide 12 m de largo por 7.5 m de boca y la luz de malla es de 0.5 cm, la velocidad máxima de arrastre es dos nudos (INAPESCA, 2022).

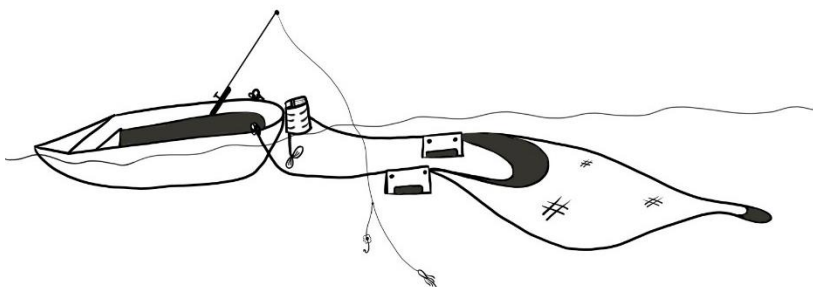


Figura 3. Red de prueba camaronera y anzuelo y caña.

2.1.5 Red agallera comercial

Es una red rectangular de 600 m de longitud con un cabo horizontal inferior con plomos para su hundimiento y un cabo superior con flotadores para abrir la red, y de luz de malla de 3-5 pulgadas (SEMARNAT, 2009); se colocó al atardecer sobre fondo arenoso y se recuperó al amanecer capturando a peces grandes y rápidos de los opérculos. Este arte se utilizó en la costa de Laguna Manuela.

2.1.6 Atarraya

Esta red es de forma cónica con un cabo en la parte superior y plomos en la parte inferior de la malla, y fue lanzada por pescadores locales desde la orilla y a baja profundidad (SEMARNAT, 2009). La atarraya se utilizó en Estero de Punta Banda para la captura de peces y carnada viva.

2.2 Obtención de información ambiental

2.2.1 Temperatura superficial del agua

Las temperaturas superficiales del agua (SST) fueron obtenidas de las ecosondas en las embarcaciones y proporcionadas por los capitanes tomadas con tres repeticiones con un intervalo de cinco minutos entre cada una de estas, y algunas fueron complementadas con los registros publicados en la página de SeaTemperature (<https://seatemperature.info/es/>), la cual presenta los datos obtenidos vía satélite por la NOAA.

2.2.2 Índice de surgencia

El índice de surgencias se determina considerando la intensidad de los vientos sobre la superficie del mar y que en el hemisferio norte se desplaza el agua hacia fuera de la costa a 90° a la derecha de la dirección del viento, resultando en que emerjan aguas que están por debajo de la termoclina hacia la superficie, siendo aguas frías y ricas en nutrientes (NOAA, 2022). Esto se conoce como transporte de masa de Ekman, y se calcula considerando la tensión del viento dividida entre el parámetro de Coriolis (una función de la rotación y latitud de la tierra). Este transporte de agua tiene una profundidad entre 50 a 100 metros (Bakun, 1967).

Para este trabajo se utilizaron los índices de surgencia (IS) de Bakun (con 1° de presión aire/océano) obtenidos de los registros por día de muestreo y algunos promedios mensuales de Pacific Fisheries Environmental Laboratory (NOAA) de Pacific Grove, California (<https://oceanview.pfeg.noaa.gov/products/upwelling/dnld>). El índice de Bakun utiliza promedios de presiones atmosféricas a nivel del mar, estima la fuerza de los vientos sobre la superficie del mar y

determina el volumen de agua que asciende desde el fondo en una distancia de costa de 100 m, un proceso conocido como surgencias (Bakun, 1967; NOAA, 2022).

Para el presente estudio se seleccionaron los puntos más cercanas a los sitios de recolecta del lenguado de California y el lenguado diamante, siendo de 27°00'00.0"N 116°00'00.0"W para Laguna Manuela y 30°00'00.0"N 119°00'00.0"W para Bahía San Quintín y el Estero Punta Banda B.C.

2.3 Identificación de organismos y mediciones

2.3.1 Identificación taxonómica

Las especies de peces recolectadas se identificaron con la guía para peces de Baja California (México) y California (EUA) propuesta por Miller y Lea, (1972), así como con el catálogo de peces en línea de Eschmeyer (2022). Los ectoparásitos se identificaron de acuerdo con los trabajos de Brusca (1978), Müller (1776, 1785), Kearns, (2014), Beneden (1858), Schiödte & Meinert (1881), Murwantoko et al., (2018), WoRMS (2022, 2023), Klassen et al., (1989), Kabata (1987), Kalman (2003), Brusca (2005), Suárez-Morales & Gasca, (2012), Stimpson (1857), Richardson (1912), Piasecki et al., (2010), Brunce & Jones (1981) y Boeck (1870).

2.3.2 Longitudes y pesos

Los peces se midieron en su longitud total y longitud estándar (cm) por medio de una cinta métrica de 1.5 m de longitud. Los pesos de los peces se obtuvieron con dos básculas digitales con capacidad de hasta 6 y 10 kg, y para especies más grandes se utilizó una balanza de mano digital con capacidad de 25 kg.

2.3.3 Análisis de muestras parasitarias

Los ectoparásitos se contabilizaron en su totalidad por cada lenguado y se midieron sus respectivas longitudes totales (mm), además también se identificaron y midieron estructuras clave que fueron de ayuda para su identificación taxonómica mediante la toma de fotografías digitales con la cámara OPTIKA

C-HP4 de 8 megapíxeles de gran sensor SONY CMOS 4K de 2160 píxeles. La cámara estuvo conectada al estereoscopio Olympus SZX12 trinocular con intervalo de aumentos de 7 a 90X. El programa que se utilizó para el tratamiento de las fotografías fue OPTIKA PROview de OPTIKA ® S.r.l. Todo este equipo fue facilitado y utilizado en el Laboratorio Nacional de Microscopia Avanzada de CICESE.

Las especies de ectoparásitos hospedados en *Paralichthys californicus* y *Pleuronichthys guttulatus* durante el estudio completo, fueron identificados al mínimo taxón posible y se presentan con sus promedios de longitudes totales (\pm SE, error estándar), así como en sus estructuras morfológicas distintivas

2.4 Determinación de información parasitaria

2.4.1 Prevalencia

Para calcular la prevalencia se utilizarán las fórmulas descritas por Bautista-Hernández et al., (2015) y Bush et al., (1997). Este índice se calcula dividiendo el total de hospederos infectados con una especie de parásito entre el número total de hospederos examinados en el muestreo multiplicado por cien para obtener un porcentaje.

$$\frac{\text{Total de hospederos infectados con una especie de parásito}}{\text{Total de hospederos examinados}} * 100 \quad (1)$$

2.4.2 Intensidad e intervalo de infección

Para calcular la intensidad e intervalo de infección se toma en cuenta el total de individuos de una especie parasitando un solo hospedero infectado, considerando el mínimo y el máximo de una especie de parásito en un grupo de hospederos, para así poder definir un rango por cada muestreo o en su totalidad (Bautista-Hernández et al., 2015).

2.4.3 Frecuencia parasitaria

La frecuencia de ocurrencia se estimó como el número de repeticiones de encuentros con una especie de

parásito durante el total de los periodos y zonas de estudio a manera de porcentaje(UCR, 2022).

2.4.4 Abundancia

La abundancia parasitaria se calcula para poder determinar si es que las especies parásitas cuentan con altas o bajas poblaciones dentro de los hospederos muestreos y en las zonas de investigación, lo cual se puede interpretar como el número de parásitos que podrían habitar a un hospedero. Se utilizó la formula descrita por Bautista-Hernández et al., (2015).

$$\frac{\text{Total de individuos de una especie de parásito en una muestra de hospederos}}{\text{Total de hospederos infectados y no infectados}} \quad (2)$$

2.4.5 Análisis estadísticos

Se utilizó el programa Statistica™ 10.0 de StatSoft para conocer las distribuciones de abundancia de los ectoparásitos respecto a los sitios de recolecta y las estaciones del año (tiempo), así como las diferencias de los promedios de abundancia por medio de la prueba ANOVA no paramétrica de Kruskal-Wallis. Se evaluó la relación entre las longitudes y pesos del lenguado de California y el lenguado diamante, así como los atributos parasitarios, como prevalencia, intensidad y abundancia con respecto a los cambios de temperatura, valores de índice de surgencia, los sitios latitudinales seleccionados, así como la estacionalidad. Los datos obtenidos para el *P. californicus* y *P. guttulatus* se analizaron por separado, conservando el orden las zonas de monitoreo, estacionalidad, Índice de Surgencia (IS) y temperatura superficial del agua.

- Para evaluar la normalidad de los datos y la homocedasticidad de las varianzas, se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov ($n > 50$) y la prueba de Levene para las longitudes totales, pesos y abundancias de ambas especies de hospederos, respectivamente. Se utilizó la transformación de $\text{Log}_{10}(X + 1)$ (Alonso & Montenegro, 2015) para los datos de abundancias parasitarias de ambas especies de lenguado por su no normalidad ($p > 0.05$) y no homocedasticidad ($p=0.1$), las cuales no cumplieron los supuesto, por lo cual se utilizaron análisis no paramétricos.
- Se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para evaluar diferencias significativas entre promedios de abundancia de los parásitos con respecto a las estaciones del año y los sitios de muestreo (IBM, 2021).

- Se utilizó la correlación de Spearman para evaluar la relación entre las variables de longitud y peso de los lenguados y la abundancia de los parásitos con respecto a la temperatura superficial del agua, índice de surgencias, sitios de monitoreo y estaciones del año (Martínez Ortega et al., 2009).

Capítulo 3. Resultados

3.1 Temperatura superficial e índices de surgencia

Para los tres sitios de monitoreo y las respectivas estaciones del año, la temperatura promedio del agua de mar durante verano (julio) 2022 y su respectivo promedio mensual de índice de surgencia (IS, $\text{m}^3/\text{seg} \cdot 100 \text{ m de costa}$) fueron: Estero Punta Banda: 22.8 °C, 83.7 IS; Bahía San Quintín: 16.7°C, 72.2 IS; y Laguna Manuela: 18.6 °C, 85.36 IS (Figura 4). Para otoño (octubre-noviembre) 2022, en el Estero Punta Banda: 18.1°C y 36.2 IS, Bahía San Quintín: 17.5 °C y 49.7 IS y Laguna Manuela :19.2 °C y 56.3 IS (Figura 4). Durante invierno (marzo-abril) 2023 para el Estero Punta Banda: 15.2 °C y 99.3 IS, Bahía San Quintín: 13.8 °C y 18.1 IS y Laguna Manuela: 17.8 °C y 32.2 IS (Figura 4) y para la primavera (junio) 2023, para el Estero Punta Banda: 14.7°C y 16.8 IS, Bahía San Quintín 14.8°C y 16.8 IS y Laguna Manuela 19.7°C y 81.2 IS (Figura 4).

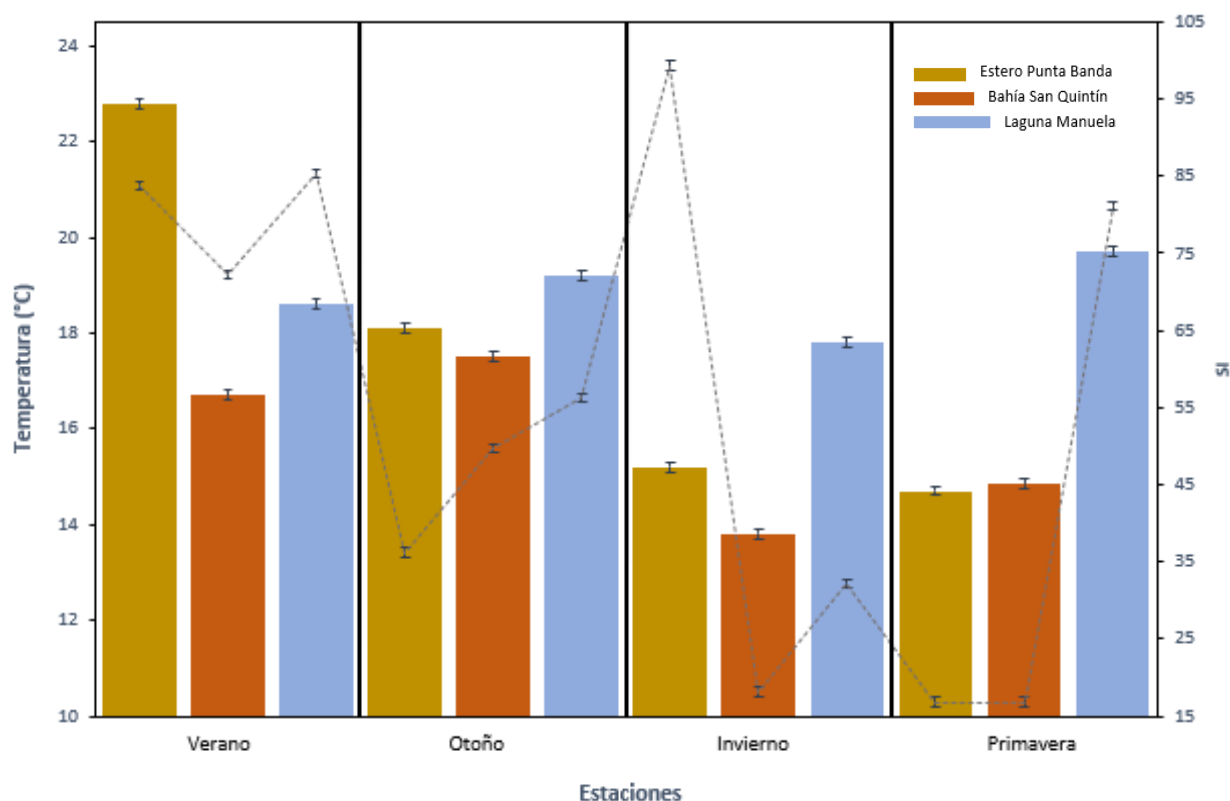


Figura 4. Variación del promedio de temperatura (°C) superficial del agua de mar e índices de surgencia para cada sitio de monitoreo y estaciones de verano (julio) 2022, otoño (octubre-noviembre) 2022, invierno (marzo-abril) 2023 y primavera (junio) 2023. *Línea punteada equivale al índice de surgencia y barras a las temperaturas registradas.

La variación del promedio de temperaturas estacionales por sitio de monitoreo durante verano y otoño del 2022 e invierno y primavera 2023, fueron mayores en Estero Punta Banda con un intervalo de 8.1°C (22.8, 18.1, 15.2 y 14.7 °C), la menor variación se presentó en Laguna Manuela con un intervalo de 1.9°C (18.6, 19.2, 17.8 y 19.7°C), mientras que Bahía San Quintín presentó temperaturas de 16.7, 17.5, 13.8 y 14.8°C con un intervalo de 3.7°C.

3.2 Lenguados de California, *Paralichthys californicus* y diamante, *Pleuronichthys guttulatus*

El sitio donde se recolectó el mayor número de individuos de *P. californicus* (n= 59) fue en Laguna Manuela con intervalos de longitud entre 7.5 a 119 cm y 54 a 41,800 g de peso, y el sitio con el menor número fue en el Estero Punta Banda (n=21,20 a 77 cm y 170 a 6750 g), mientras que para *P. guttulatus* el mayor número capturado fue en Bahía San Quintín (n= 28) con intervalos de longitud y peso de 6.5 a 34 cm y 55, a 505.3 g, respectivamente, y el sitio con menor cantidad de individuos fue en Laguna Manuela (n=10, 4 a 15 cm y 46 a 109.3 g) (Figura 5, ver anexos).

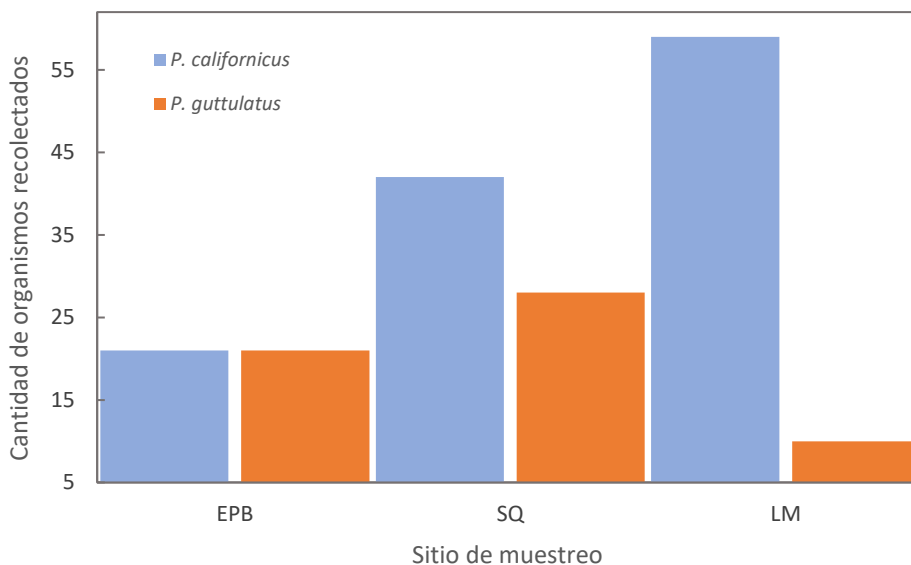


Figura 5. Número total de lenguados recolectados para EPB (Estero Punta Banda), SQ (Bahía San Quintín) y LM (Laguna Manuela) durante la totalidad del presente estudio.

Para *P. californicus*, se encontró la menor longitud promedio (5.8 ± 0.6 cm, invierno 2023) como la mayor longitud promedio (75.2 ± 5.9 cm, verano 2022) en el área de la Bahía San Quintín, con el peso promedio

más bajo (101.7 ± 5.1 g) en San Quintín durante otoño 2022 y el peso promedio más alto ($12,650.3 \pm 3657.3$ g) en Laguna Manuela durante verano 2022 (Tabla 2, ver anexos).

Se encontraron diferencias significativas entre las estaciones del año con la longitud total promedio de *P. californicus* (KW, $p = 0.021$) y el peso promedio (KW, $p < 0.05$) (verano, otoño, invierno y primavera), y también entre los tres sitios de monitoreo (Estero Punta Banda, Bahía San Quintín y Laguna Manuela) con la longitud total promedio (KW, $p < 0.05$) y el peso promedio (KW, $p < 0.05$).

El lenguado diamante, *P. guttulatus*, presentó longitudes promedio desde 8.3 ± 0.8 cm (Laguna Manuela, verano 2022) hasta 24 ± 0.7 cm durante invierno 2023 en San Quintín; el peso promedio más bajo de este lenguado fue de 63.7 ± 5.4 en Laguna Manuela durante verano 2022, aunque estuvo ausente desde otoño 2022 hasta primavera 2023 en esta laguna; el peso promedio más alto (318.9 ± 24.3) se registró en San Quintín durante otoño 2022 (Tabla 2, ver anexos). Se encontraron diferencias significativas entre las estaciones del año (KW, $p < 0.05$) y también entre los sitios de muestreo (KW, $p < 0.05$) con respecto a los promedios de longitudes totales y pesos.

Tabla 2. Promedios de longitud total (LT, cm), peso (g) y error estándar (\pm SE) para *P. californicus* y *P. guttulatus* por sitio de recolecta y para cada estación del año desde verano 2022 a primavera 2023. (EPB: Estero Punta Banda, SQ: Bahía San Quintín y LM: Laguna Manuela).

Localidad y estación	<i>P. californicus</i>		<i>P. guttulatus</i>	
	LT (cm)	Peso (g)	LT (cm)	Peso (g)
EPB verano (jul) 2022	34.8 ± 8.7	563.7 ± 345.9	17.4 ± 0.9	256.6 ± 47.4
EPB otoño (oct-nov) 2022	26.3 ± 1.7	296.2 ± 19.8	16.7 ± 0.3	217.5 ± 5.3
EPB invierno (mar-abr) 2023	66.3 ± 6.3	1523.2 ± 145.4	15.2 ± 3.7	76.3 ± 19.5
EPB primavera (jun) 2023	53 ± 3	1849.5 ± 519.2	22	145
SQ verano (jul) 2022	75.2 ± 5.9	4556 ± 1254.9	-	-
SQ otoño (oct-nov) 2022	14.1 ± 0.7	101.7 ± 5.1	18.1 ± 1.4	318.9 ± 24.3
SQ invierno (mar-abr) 2023	5.8 ± 0.6	134.4 ± 14.1	24 ± 0.7	176.4 ± 12.5
SQ primavera (jun) 2023	9.03 ± 1	207.3 ± 23	12.1 ± 2	89 ± 15.3
LM verano (jul) 2022	67.41 ± 11	12650.3 ± 3657.3	8.3 ± 0.8	63.7 ± 5.4
LM otoño (oct-nov) 2022	53.5 ± 5.1	2240.1 ± 533.4	-	-
LM invierno (mar-abr) 2023	69.3 ± 2.7	3835.5 ± 587.6	-	-
LM primavera (jun) 2023	62.7 ± 1.6	2171.2 ± 193.4	-	-

3.3 Identificación parasitaria

Se recolectaron un total de once especies de parásitos diferente en ambos lenguados. Para *P. californicus* se identificaron diez especies: *Acanthochondria hoi*, *Acanthochondria* sp., *Cirolana* sp., *Exciorlana chiltoni*, *Entobdella hippoglossi*, *Elthusa vulgaris*, *Lepeophteirus* sp., *Parabrachiella* sp., *Pontogeneia* sp. y *Zeylanicobdella arugamensis*. Para *P. guttulatus* fueron un total de cinco especies: *E. hippoglossi*, *Nerocila acuminata*, *Pontogeneia* sp., *Z. arugamensis*, y *Lepeophteirus* sp. Estos parásitos pertenecen a tres filos (Platelmintos, Annelida y Arthropoda), cuatro clases (Platelmintos: Monogenea, Annelida: Clitellata, Arthropoda: Copepoda y Malacostraca) y ocho familias (Monogenea: Capsalidae, Clitellata: Piscicolidae, Copepoda: Caligidae, Chondracanthidae, Lernaeopodidae y Malacostraca: Pontogeneiidae, Cirolanidae y Cymothoidae).

3.3.1.1 Familia Capsalidae

- Clase: Monogenea
 - Género: *Entobdella*

El monogéneo *Entobdella hippoglossi* se extrajo de la piel de *P. californicus* y *P. guttulatus* con un total de 14 individuos extraídos en Bahía San Quintín y Laguna Manuela durante el verano (julio) 2022. Estos parásitos estuvieron situados principalmente en la zona ventral y dorsal sin desplazamiento corporal (Figura 6).

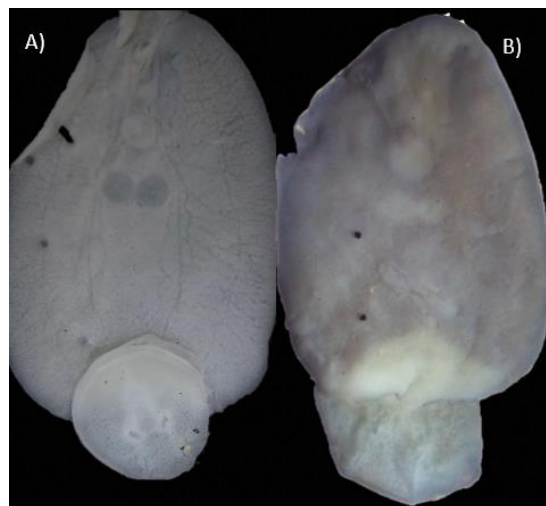


Figura 6. A) Fotografía ventral y B) dorsal de un espécimen de *Entobdella hippoglossi* recolectado en la zona de Laguna Manuela en el 2022.

El mayor promedio de longitud total durante el verano del 2022 fue para Bahía San Quintín (Figura 7) con 13 ± 0.6 mm, diámetro de haptor de 3.4 ± 0.3 y ancho de 5 ± 0.1 mm, mientras que para Laguna Manuela se obtuvo un promedio de longitud de 8.4 ± 0.7 mm, diámetro de haptor de 1.7 ± 0.2 mm y ancho de 2.4 ± 0.3 mm. Los datos a detalle de las longitudes morfológicas de *E. hippoglossi* se pueden encontrar en “Anexos”.



Figura 7. Organismo de *Entobdella hippoglossi* de 9.67 mm recolectado en Laguna Manuela, escala de 3 mm.

Durante otoño (octubre-noviembre) 2022, se extrajo un espécimen de *E. hippoglossi* en la parte ventral de *P. guttulatus* en Bahía San Quintín, la longitud de este individuo fue menor al promedio de adultos obtenido anteriormente (3.6 mm) por lo que se consideró como un parasito en estadio oncomiracidia (estadio larval de este monogéneo donde aún no desarrolla su órgano haptor). En invierno (marzo-abril) 2023, se recolectaron 20 individuos solo en la parte ventral de *P. californicus* en Laguna Manuela, el promedio de longitud de fue de 5.9 ± 0.3 mm, diámetro del haptor de 2.4 ± 0.1 mm y un ancho total de 1.6 ± 0.1 mm. Durante primavera (junio) 2023, no se recolectó ningún individuo de *E. hippoglossi*.

3.3.2 Filo: Annelida

3.3.2.1 Familia: Piscicolidae

- Clase: Clitellata

- Género: *Zeylanicobdella*

Durante verano (julio) 2022, se extrajeron 12 individuos de *Zeylanicobdella arugamensis* de *P. californicus* y *P. guttulatus* en Estero Punta Banda, Bahía San Quintín y Laguna Manuela. Para El Estero Punta Banda y Bahía San Quintín solo se extrajo un individuo por localidad con longitudes totales de 14.3 y 17 mm, mientras que para Laguna Manuela se recolectaron un total de 10 parásitos con un promedio de longitud total de 11.4 ± 0.6 mm (Figura 8 y 9).



Figura 8. Individuo de *Zeylanicobdella arugamensis* extraída de hospederos en Laguna Manuela durante verano (julio) 2022, previamente aplanada para su observación y con una longitud total de 12.8 mm y una coloración café grisácea. Vista dorsal (A) y ventral (B).



Figura 9. Individuo de *Z. arugamensis* de 10.8 mm de longitud con escala de 3 mm junto al órgano superior de adhesión.

En la recolecta durante otoño (octubre-noviembre 2022) solo se extrajeron ocho individuos de *Z. arugamensis* en la localidad de Laguna Manuela (Figura 9) y en *P. californicus*, el promedio de longitud de *Z. arugamensis* fue 12.8 ± 0.9 mm (Tabla 3).

Tabla 3. Longitudes totales obtenidas en Laguna Manuela durante la segunda salida de campo en otoño (oct-nov) 2022, en *P. californicus* (\pm SE). (LM: Laguna Manuela).

<i>Z. arugamensis</i>	Número de parásito	Longitud (mm)
LM otoño (oct-nov) 2022	1	8.8
	2	16.5
	3	12.3
	4	12.5
	5	10.9
	6	10.8
	7	14.0
	8	16.5
Promedio de longitud		12.8 ± 0.9

Durante invierno (marzo-abril) 2023, solo se recolectó un individuo de *Z. arugamensis* localizado en la aleta caudal de un hospedero distinto, el lenguado “cola de abanico” (*Xystreurus liolepis*) en Laguna Manuela con una longitud de 9.4 mm; esta especie de parásito no se presentó en el Estero Punta Banda ni Bahía San Quintín. Para primavera (junio) 2023, solo se recolectaron dos organismos de *Z. arugamensis* en el vientre de dos individuos de lenguado de California con una longitud total de 5.6 mm en el Estero Punta Banda y 10.7 mm en Laguna Manuela.

3.3.3 Filo: Arthropoda

3.3.3.1 Familia: Caligidae

- Clase: Copepoda
 - Género: *Lepeophteirus*

Los individuos recolectados en ambos lenguados se identificaron como *Lepeophteirus* sp. y se diferenciaron de la especie *Caligus* sp. (con quien comparten un gran cantidad de características morfológicas) por a la ausencia de lúnulas y un exópodo con tres segmentos en su cuarta pata (Figura 10) (Suárez-Morales & Gasca, 2012).

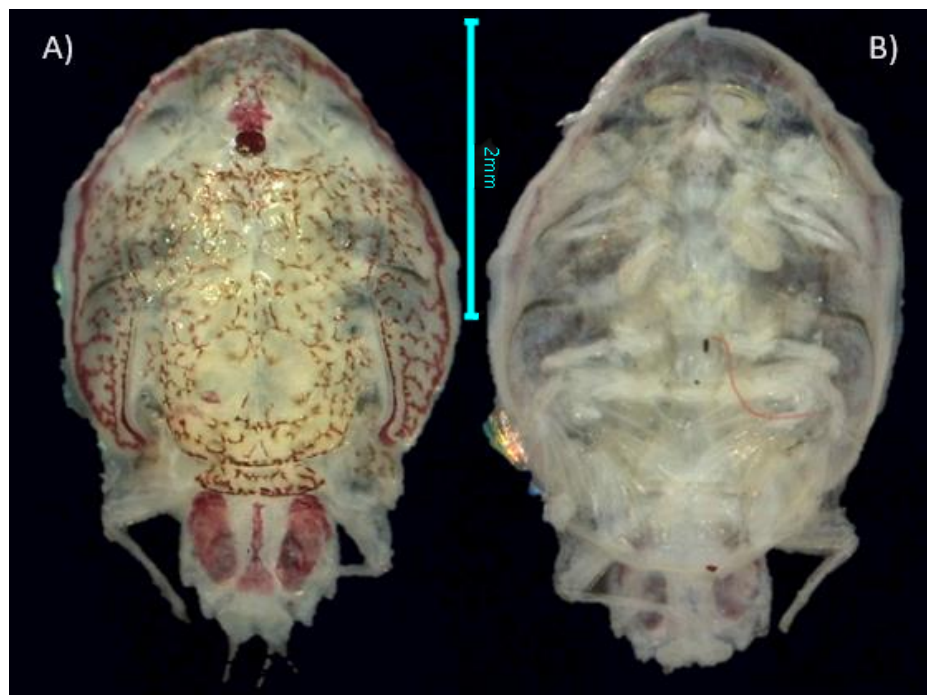


Figura 10. Individuo de *Lepeophteirus* sp. en su vista dorsal (A) y ventral (B) con escala de 2 mm.

Los copépodos de *Lepeophteirus* sp. recolectados en Bahía San Quintín y Laguna Manuela durante verano (julio) 2022 se conformaron por hembras y machos en estadios preadultos y adultos (Figuras 11 y 12), y al extraerse de las zonas ventrales y dorsales de los lenguados dejaron notorias heridas color rojo en la epidermis. Un individuo de *Lepeophteirus* sp. presentó otros parásitos adheridos a sus cápsulas ovígeras, posiblemente una especie de sanguijuela (Figura 11 B). Se recolectaron un total de 48 individuos, de los cuales uno se ubicó en Bahía San Quintín con una longitud total de 3.6 mm, mientras que el promedio de aquellos extraídos de *P. californicus* en Laguna Manuela fue de 5.2 ± 0.2 mm (Tabla 4).

Tabla 4. Número total de individuos de *Lepeophteirus* sp. y su longitud total promedio (mm) (+SE), recolectados en los hospederos *P. californicus* y *P. guttulatus** durante verano (julio 2022). (SQ: Bahía San Quintín y LM: Laguna Manuela).

<i>Lepeophteirus</i> sp.	Número de parásitos	Longitud (mm)
SQ verano (jul) 2022	*1	3.6
LM verano (jul) 2022	47	5.2 ± 0.2

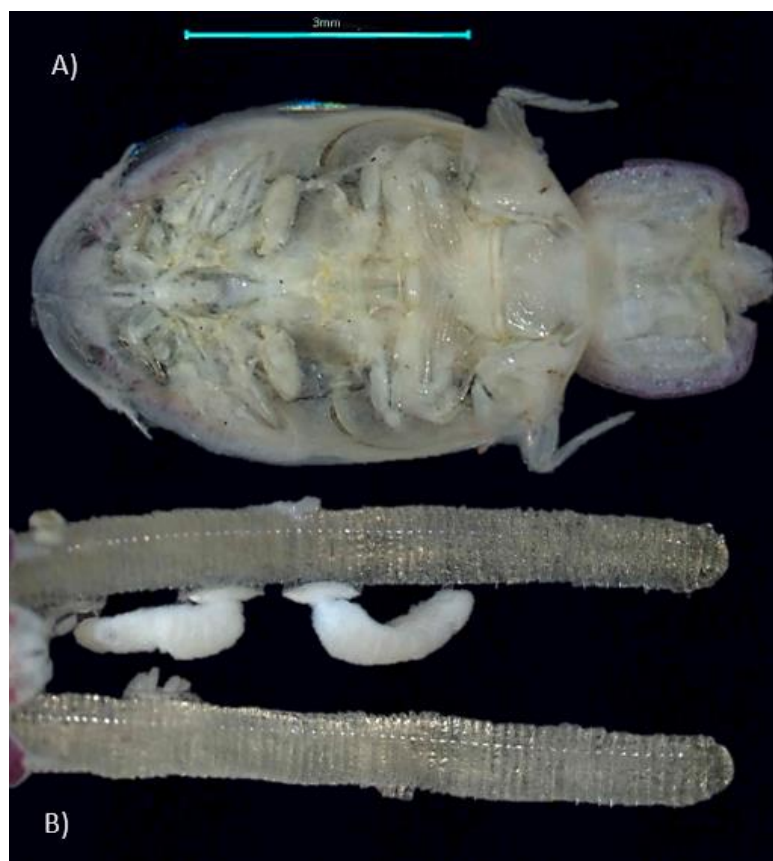


Figura 11 A) Vista ventral de *Lepeophteirus* sp. hembra con escala de 3 mm y B) capsulas ovígeras de hembras adultas parasitadas.

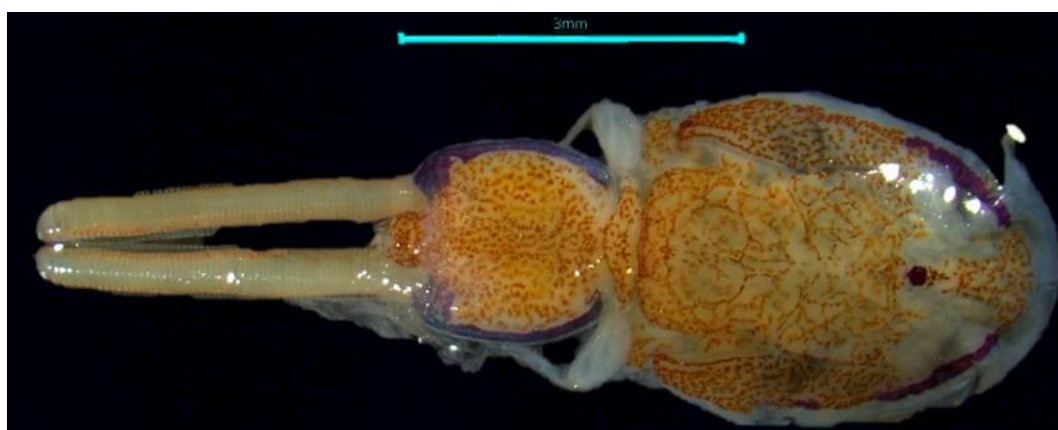


Figura 12. Individuo de *Lepeophteirus* sp. de 5.3 mm de longitud total, escala de 3 mm.

Durante otoño (octubre-noviembre) 2022, se recolectaron 35 individuos de *Lepeophteirus* sp. en Bahía San Quintín extraídos de *P. guttulatus* y 19 en individuos de *P. californicus* de Laguna Manuela; los promedios de longitud de *Lepeophteirus* sp. recolectados en San Quintín fue de 4.8 ± 0.2 mm y para Laguna Manuela fue de 4.2 ± 0.4 mm (Tabla 5).

Tabla 5. Número total de individuos de *Lepeophteirus* sp. y su longitud total promedio (mm) (+SE), recolectados en los hospederos *P. californicus*, y *P. guttulatus** durante otoño (octubre-noviembre) 2022. (SQ: Bahía San Quintín y LM: Laguna Manuela).

<i>Lepeophteirus</i> sp.	Número de parásitos	Longitud (mm)
SQ otoño (oct-nov) 2022	*35	4.8 ± 0.2
LM otoño (oct-nov) 2022	19	4.2 ± 0.4

En invierno (marzo-abril) 2023, se recolectó un total de cuatro individuos de *Lepeophteirus* sp. en el Estero Punta Banda, seis para Bahía San Quintín y 298 individuos solo en *P. californicus* para Laguna Manuela. El mayor promedio de longitud se registró en Laguna Manuela para *P. californicus* (3.9 ± 0.1 mm) y la menor longitud en el Estero Punta Banda con 2.7 ± 0.2 mm para *P. guttulatus* (Tabla 6).

Para la primavera (junio) 2023, se recolectó un total de 14 individuos en el Estero Punta Banda para *P. californicus* y uno en *P. guttulatus*, ningún individuo en Bahía San Quintín y 81 para Laguna Manuela; la longitud promedio de *Lepeophteirus* sp. presentó un intervalo de 4.3 ± 0.3 a 4.6 ± 0.1 mm extraídos de *P. californicus* (Tabla 7).

Tabla 6. Número total de individuos de *Lepeophteirus* sp. y su longitud total promedio (mm) (+ SE), recolectados en los hospederos *P. californicus* y *P. guttulatus** durante invierno (marzo-abril) 2023. (EPB: Estero de Punta Banda, SQ: Bahía San Quintín y LM: Laguna Manuela).

<i>Lepeophteirus</i> sp.	Número de parásitos	Longitud (mm)
EPB invierno (mar-abril) 2023	1 y *3	2.7 ± 0.2
SQ invierno (mar-abril) 2023	2 y *4	3.5 ± 0.9 y 2.7 ± 0.4
LM invierno (mar-abril) 2023	298	3.9 ± 0.1

Tabla 7. Número total de individuos de *Lepeophteirus* sp. y su longitud total promedio (mm) (+SE), recolectados en los hospederos *P. californicus* y *P. guttulatus** durante primavera (junio) 2023. (EPB: Estero Punta Banda y LM: Laguna Manuela).

<i>Lepeophteirus</i> sp.	Número de parásitos	Longitud (mm)
EPB primavera (jun) 2023	14 y 1*	4.3 ± 0.3, 2.5
LM primavera (jun) 2023	81	4.6 ± 0.1

3.3.3.2 Familia Cymothoidae

- Clase: Malacostraca
 - Género: *Nerocila*

En el presente estudio se recolectó un solo individuo de la especie identificada como *Nerocila acuminata* en el Estero Punta Banda durante verano (julio) 2022, la cual fue clasificada de acuerdo con Schiödte & Meinert, (1881).

El solitario individuo de *N. acuminata* se extrajo de la zona externa de la boca de un juvenil de *P. guttulatus*, este isópodo presentó una longitud de 17 mm hasta el margen distal del pleotelson, un ancho de 6.3 mm en el quinto pereonito (el más ancho) y céfalon de 2.5 x 2.4 mm, coincidiendo con la descripción de Brusca R., (1978) para un espécimen hembra (Figuras 13, 14 y 15).



Figura 13. Individuos de *Nerocila acuminata* A) 1.5 cm de longitud reportado en Newport Beach, Orange Country, California (Bryant, 2008), y B) hembra de 1.7 cm de longitud extraída de la boca de *P. guttulatus* en el Estero Punta Banda en verano (julio) 2022.

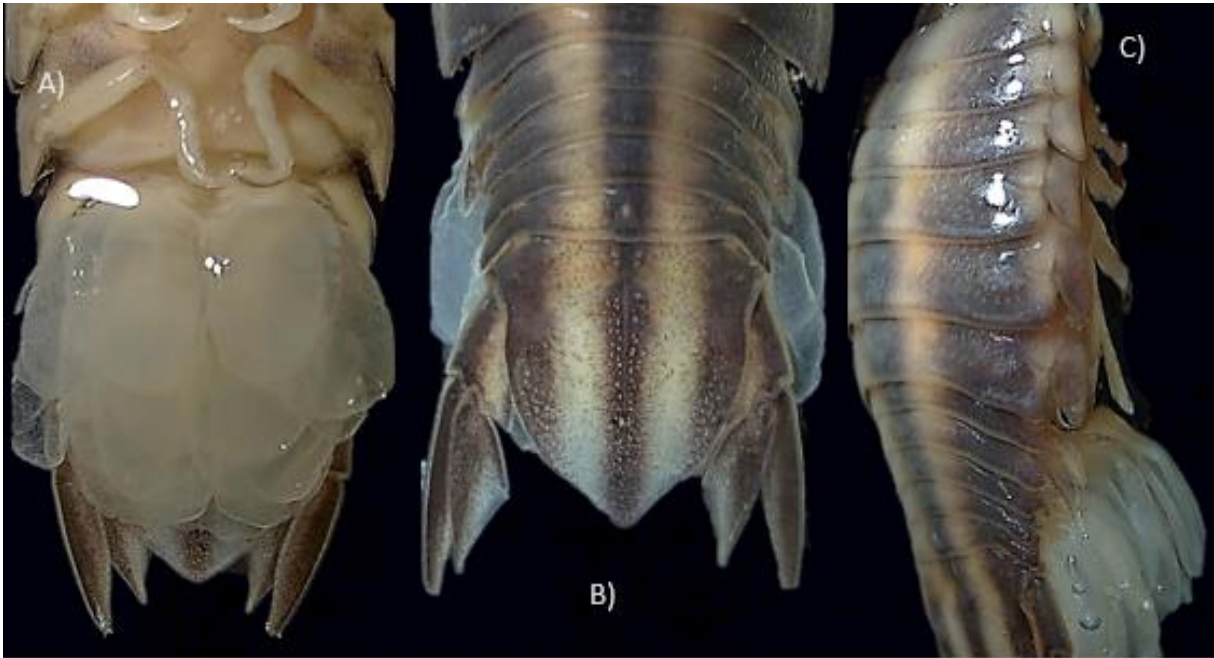


Figura 14. A) y B) Pleon y urópodos de *Nerocila acuminata* en su vista ventral y dorsal C) vista lateral de zona del pereón.



Figura 15. Pleon de *Nerocila acuminata*, escala de 3mm.

- Clase: Malacostraca
 - Género: *Ethusa*

Durante invierno (marzo-abril) 2023 en Bahía San Quintín se recolectó el isópodo identificado como *Elthusa vulgaris*, este se extrajo de la cavidad branquial de *P. californicus* y presentó un peso y longitud de 284.7 g y 12.4 cm, respectivamente. Este se clasificó como una hembra adulta (Figuras 16, 17 y 18) gracias a las medidas y características morfológicas descritas por Stimpson W., (1857). Las medidas de las estructuras clave (mm) del individuo de *E. vulgaris* recolectado del presente estudio se muestran en la tabla 8.



Figura 16. Especimen hembra de *Elthusa vulgaris* en su vista dorsal A) y ventral B) recolectado en la Bahía San Quintín durante el invierno (marzo-abril) 2023 con escala de 3 mm.



Figura 17. A) *Elthusa vulgaris* en su vista dorsal con énfasis en su cefalotórax, B) vista ventral y C) vista del céfalon y pereón.

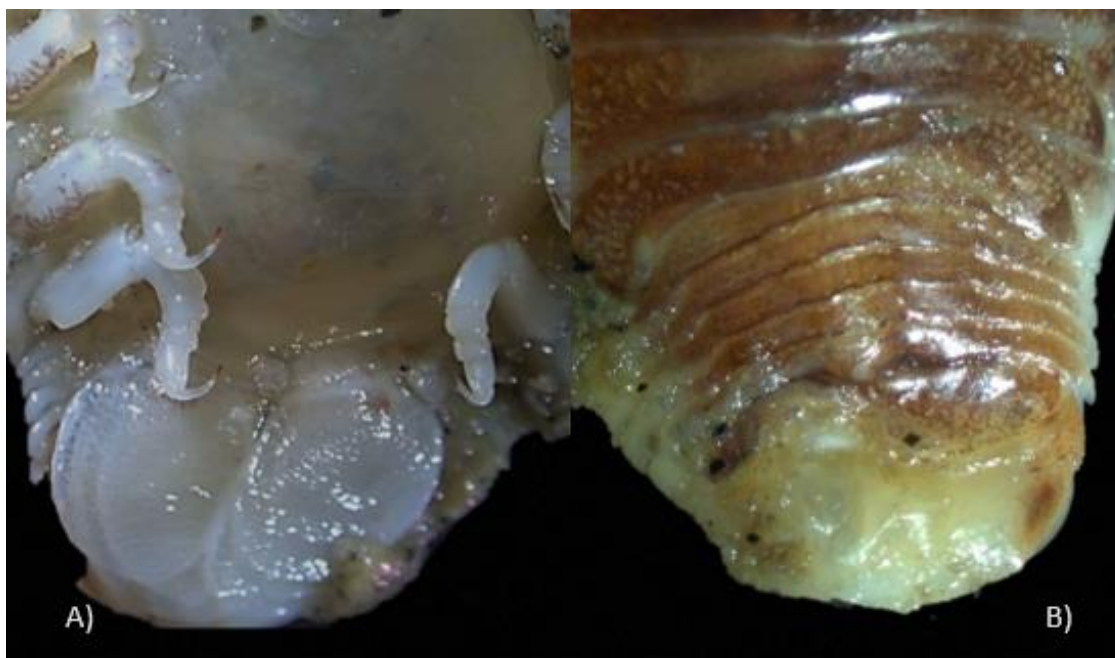


Figura 18. A) Vista ventral del pleon y B) vista dorsal del pleon y pleotélson de *Elthusa vulgaris*.

Tabla 8. Medidas morfológicas para el parásito *Elthusa vulgaris* recolectado en Bahía San Quintín durante invierno (marzo-abril) 2023.

Estructuras morfológicas	Medidas morfológicas (mm)
Longitud total	13
Distancia entre ojos	0.7
Ancho y largo de ojos	0.1 y 0.3
Largo y ancho del céfalon	0. y 1.5
Longitud antena 1 y 2	0.8 y 0.7
Largo y ancho de pleon	1.4 y 2.2

3.3.3.3 Familia Chondracanthidae

- Clase: Copepoda

- Género: *Acanthochondria*

B)

En el presente estudio se recolectaron dos individuos adheridos a las branquias de *P. californicus* en Laguna Manuela durante otoño (octubre-noviembre) 2022, los cuales se identificaron como *Acanthochondria hoi*. Sus longitudes totales sin contar sus cápsulas ovígeras fueron de 6.9 y 8.3 mm con un promedio de $7.6 \pm$

0.7 mm, ambos organismos fueron identificados como hembras debido a sus capsulas ovígeras y la distintiva forma de su cefalotórax (Figuras 19 y 20)

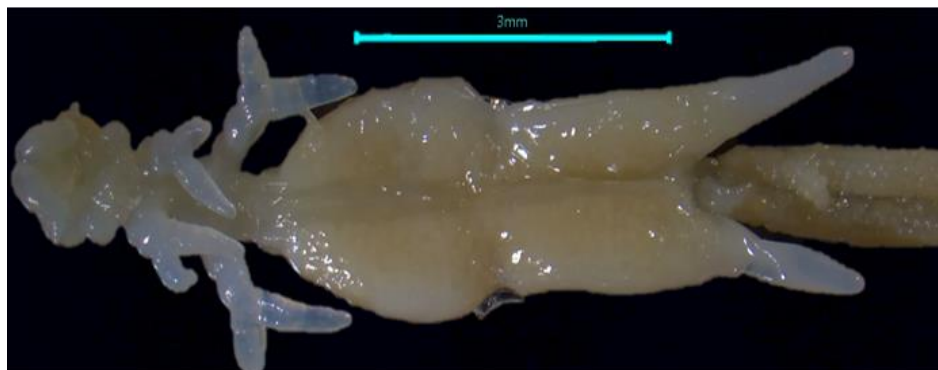


Figura 19. Individuo de *Acanthochondria hoi* de 8.3 mm de longitud, escala de 3 mm

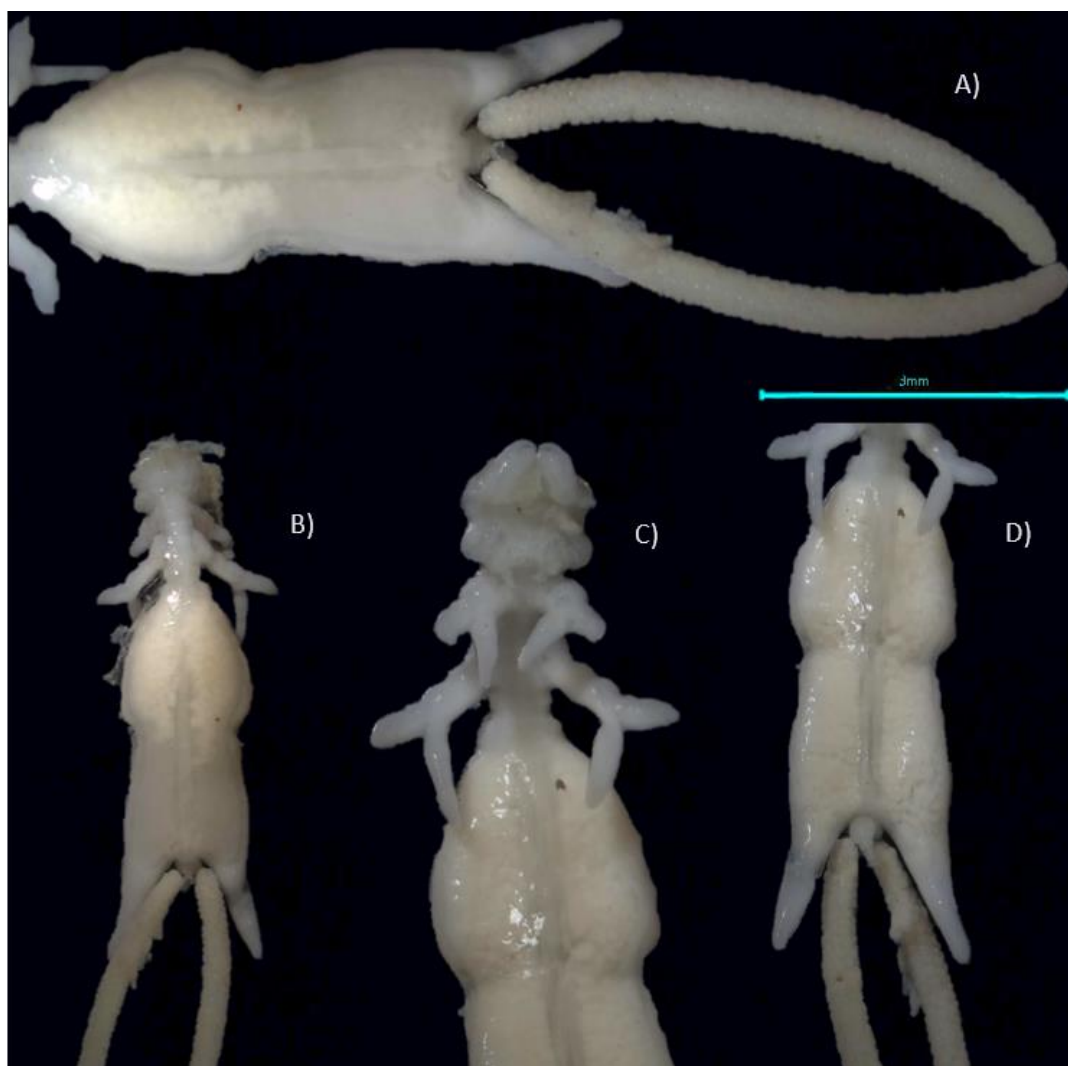


Figura 20. Hembra ovígera de *Acanthochondria hoi* extraída de la cavidad branquial de un espécimen de *P. californicus* en Laguna Manuela durante otoño (octubre-noviembre) 2022, con una longitud de 8.3 mm. A) Zona ventral del tórax junto con cápsulas ovígeras con escala de 3 mm, B) vista dorsal, C) vista ventral del cefalotórax y D) vista ventral del tórax.

Durante invierno (marzo-abril) 2023 en Laguna Manuela, se recolectaron 14 parásitos de una especie diferente de *Acanthochondria*, la cual se referirá en este trabajo como *Acanthochondria* sp. (Figura 21). Los individuos se encontraron adheridos a la cavidad bucal de los lenguados *P. californicus* y un individuo de *Acanthochondria* sp. presentó cápsulas ovíferas pigmentadas de color rojo (Figura 22). El promedio de longitud para estas especies fue de 7.3 ± 0.3 mm, siendo mayor que el de la especie de *A. hoi*.

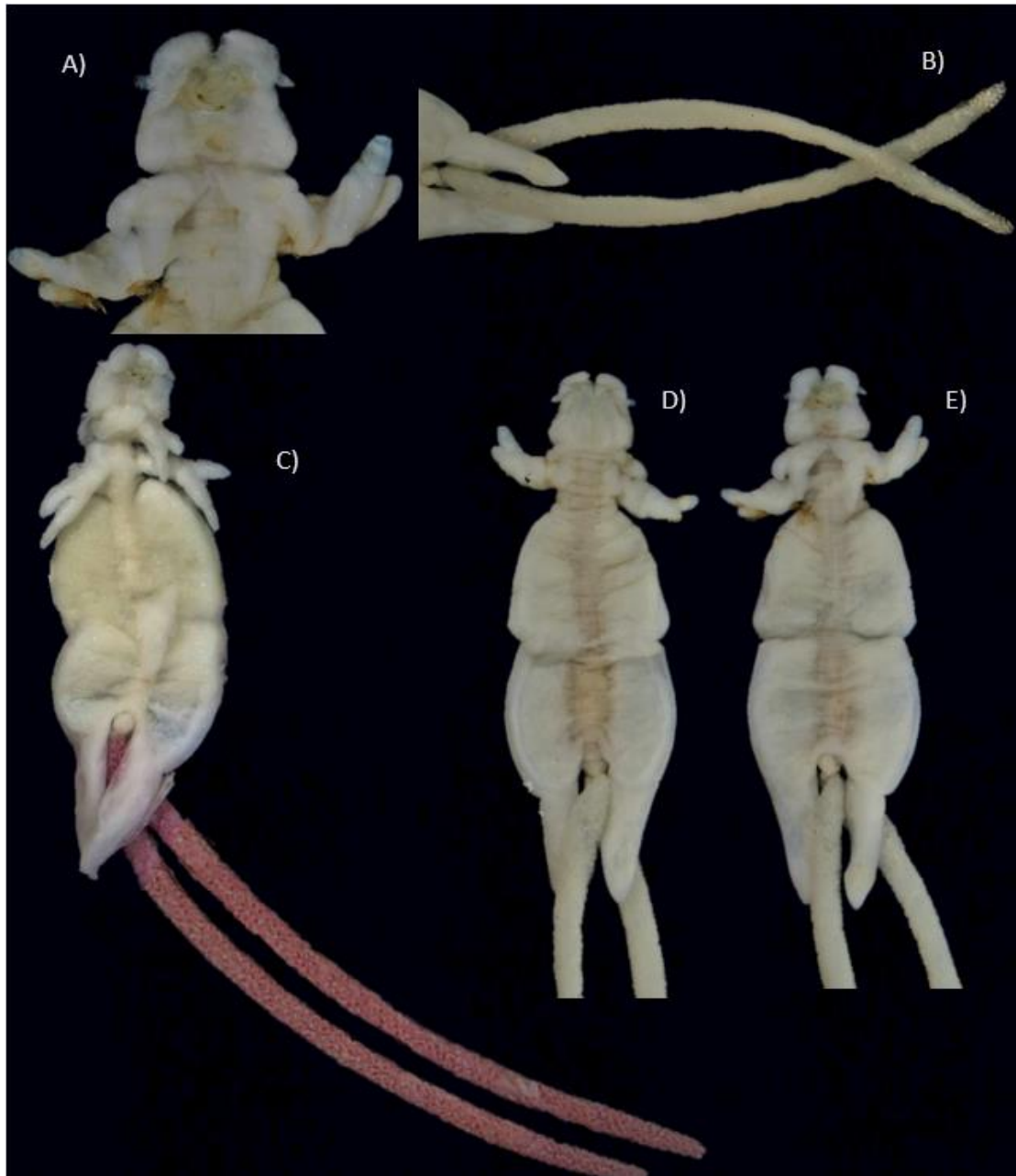


Figura 21. A) Vista del céfalon de espécimen hembra ovígera de *Acanthochondria* sp., B) cápsulas ovíferas, C) *Acanthochondria* sp. con cápsulas ovíferas color rojo y vista dorsal D) y ventral E) de *Acanthochondria* sp.



Figura 22. Individuo de *Acanthochondria* sp. con una longitud de 8.35 mm, escala de 3 mm.

Para la última recolecta de primavera (junio) 2023, en el Estero Punta Banda se encontró un espécimen de *Acanthochondria* sp. en un organismo de *P. californicus* que también presentó sus capsulas ovígeras de color rojo; obtuvo una longitud total de 5.8 mm y fue identificado como hembra (Figura 23).



Figura 23. *Acanthochondria* sp. recolectado en primavera (junio) 2023, en el Estero Punta Banda con cápsulas ovígeras rojas.

3.3.3.4 Familia Pontogeneiidae

- Clase: Malacostraca
 - Género: *Pontogeneia*

Los organismos encontrados en el presente estudio se identificaron como *Pontogeneia* sp. (Figura 24), descritos por Boeck A. (1870). Los individuos que se recolectaron en los muestreos son especies diferentes,

pero pertenecientes al mismo género, por lo cual se han analizado como un solo tipo de organismo en este trabajo.

Durante el primer muestreo en verano (julio) 2022 se recolectó un total de cinco individuos en el Estero Punta Banda y Laguna Manuela infectando a *P. californicus* y *P. guttulatus* en la cavidad branquial y zona ventral, sus longitudes totales se presentan en la tabla 9.

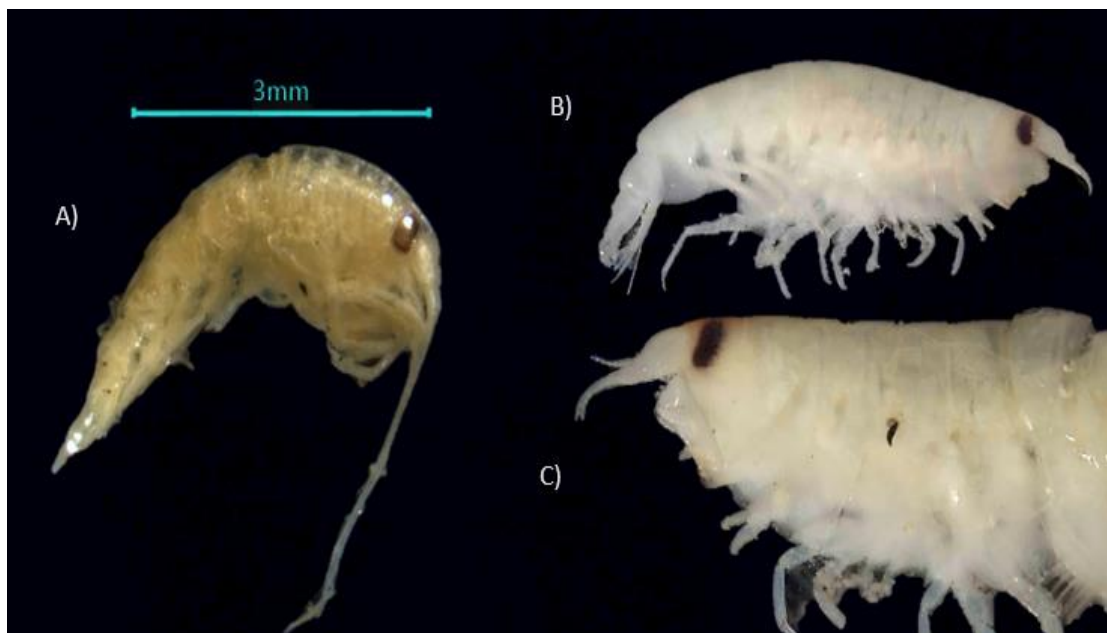


Figura 24. A) Especimen de *Pontogeneia* sp. de 5.07 mm extraído de la Bahía de San Quintín durante verano (julio) 2022 con escala de 3 mm, B) y C) fotografías laterales de espécimen de *Pontogeneia* sp. obtenido en Laguna Manuela en el periodo de verano (julio) 2022.

Tabla 9. Número de individuos y longitud total promedio (mm) (\pm SE) de *Pontogeneia* sp. recolectados en verano (julio) 2022 en *P. californicus* y *P. guttulatus**(EPB: Estero Punta Banda y LM: Laguna Manuela).

<i>Pontogeneia</i> sp.	Número de parásito	Longitud (mm)
EPB verano (jul) 2022	*1	6.5
LM verano (jul) 2022	2	3.7
	3	3.8
	4	3.2
	5	6.2
Promedio total LM	4.2 \pm 0.6	

Durante otoño (octubre-noviembre) 2022, aumentó a 23 individuos de *Pontogeneia* sp recolectados de las branquias de lenguados de California en Laguna Manuela, los cuales fueron descartes después del fileteado (Tabla 10) y la longitud total promedio fue de 4.8 ± 0.5 mm

Tabla 10. Número y longitud total promedio (mm) (\pm SE) de *Pontogeneia* sp. recolectados en otoño (octubre-noviembre) 2022 en los hospederos *P. californicus* en Laguna Manuela.

<i>Pontogeneia</i> sp.	Número de parásito	Longitud (mm)
LM otoño (oct-nov) 2022	1	5.4
	2	5.3
	3	2.7
	4	1.4
	5	4.3
	6	1.9
	7	3.4
	8	2.5
	9	3.4
	10	1.9
	11	2.5
	12	4.2
	13	4.5
	14	6.0
	15	11.3
	16	4.9
	17	5.7
	18	4.7
	19	7.3
	20	7.8
	21	4.1
	22	5.5
	23	10.1
Promedio de longitud total		4.8 ± 0.5

Para invierno (marzo-abril) 2023, se recolectó un solo individuo de *Pontogeneia* sp. en un hospedero de *P. guttulatus* en Bahía San Quintín con una longitud de 9.4 mm, mientras que en Laguna Manuela se extrajeron 14 organismos con un promedio de longitud de 4.8 ± 0.4 mm; estos se extrajeron únicamente

en lenguados *P. californicus* (Tabla 11); y para el último muestreo durante primavera (junio) 2023 se recolectó un individuo en la localidad de Laguna Manuela con una longitud de 5.8 mm en un organismo de *P. californicus*.

Tabla 11. Número y longitud total promedio (mm) (\pm SE) de *Pontogeneia* sp. recolectados en invierno (marzo-abril) 2023 en Laguna Manuela para *P. californicus*.

<i>Pontogeneia</i> sp.	Número de parásito	Longitud (mm)
LM invierno (marzo-abril) 2023	1	4.8
	2	5.
	3	5.39
	4	5.5
	5	2.9
	6	3.6
	7	5.7
	8	3.1
	9	2.1
	10	6.5
	11	5.1
	12	8.6
	13	3.6
	14	3.9
Promedio de longitud total		4.8 \pm 0.4

3.3.3.5 Familia Cirolanidae

- Clase: Malacostraca
 - Género: *Excirolana*

Se identificaron dos individuos conocidos como *Excirolana chiltoni* en el lenguado *P. californicus*, este fue capturado con red chinchorro playero en Bahía San Quintín durante otoño (octubre-noviembre) 2022. Esta especie parásita fue descubierta por Richardson (1912) y su morfología descrita por Bruce y Jones (1981). Las longitud total de los individuos de *E. chiltoni* fueron 8.3 y 6.9 mm (Figuras 25 y 26) con un promedio de 7.6 ± 0.5 mm, correspondiendo a longitudes de individuos machos. Un individuo de *E. chiltoni* (longitud

total 7.2 mm) se recolectó también en primavera (junio) 2023 en el lenguado *P. californicus* de Bahía San Quintín.



Figura 25. Individuos de *Exciorolana chiltoni* encontrado en la Bahía San Quintín durante otoño (octubre-noviembre) 2022, con una longitud de 8.3 mm, recolectado de *P. californicus*. A) y B) Vista dorsal y ventral de espécimen uno, C) y D) vista dorsal y ventral del espécimen número dos.



Figura 26. Especimen de *Exciorolana chiltoni* con una longitud total de 6.9 mm, escala de 3 mm.

- Clase: Malacostraca
 - Género: Cirolana

El único individuo extraído de *Cirolana* sp. fue recolectado en el Estero Punta Banda durante otoño (octubre-noviembre) 2022 en el pez *Fundulus parvipinnis*, este fue capturado con atarraya para la captura de lenguados. Se ubicó en la aleta caudal y este también podría actuar como parásito de otras especies ya que podría migrar hacia el lenguado de California por ser parte de sus presas regulares.

Este organismo fue clasificado como *Cirolana* sp. y no como *Excorallana* sp. debido a las diferencias en los pereópodos 1 a 7 que son prensiles, los pleópodos son asetosos y su forma ovoide corporal y la forma de los ojos son características clave para especímenes pertenecientes al género *Cirolana*, por su longitud total fue identificado como un individuo juvenil (Figuras 27 y 28).



Figura 27. A) y B) Vista dorsal y ventral de *Cirolana* sp. con una longitud de 4.6 mm, C) vista del pereón, pleón y D) vista lateral.



Figura 28. *Cirolana* sp., escala de 3 mm.

3.3.3.6 Familia Lernaepodidae

- Clase: Copepoda
 - Género: *Parabrachiella*

Un individuo identificado como *Parabrachiella* sp. fue extraído de la cavidad bucal del lenguado *P. californicus* en Laguna Manuela en verano (junio-julio) 2022 y midió 7.3 mm de longitud del cefalotórax y 6.6 mm de su tórax (Figura 29). Otros dos y cuatro organismos de *Parabrachiella* sp. se ubicaron en la boca de *P. californicus* en Laguna Manuela durante invierno (longitud total promedio 13.1 ± 1.4 mm), y primavera 2023 (longitud total promedio 6.1 ± 0.8 mm), respectivamente. El promedio de longitud total de las capsulas ovígeras de *Parabrachiella* sp. durante invierno (los únicos completos) fue 8.4 ± 2.7 mm, una equivalencia de 0.6 veces del tamaño de su tórax (Figuras 30 y 31).

Estos parásitos presentaron una bulla pequeña casi indetectable al final de su maxila, con tórax más largo que ancho y con tres divisiones en su parte media, dos procesos posteriores ventrales cónicos en forma de gancho y capsulas ovígeras en los individuos recolectados durante invierno 2022.

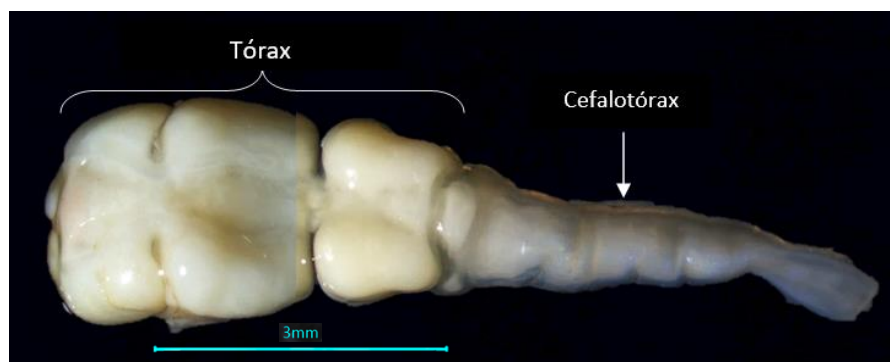


Figura 29. Vista dorsal de *Parabrachiella* sp., longitud total de 7.3 mm con escala de 3 mm.

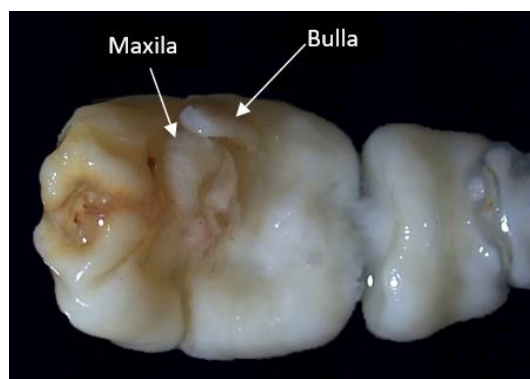


Figura 30. Vista ventral *Parabrachiella* sp.

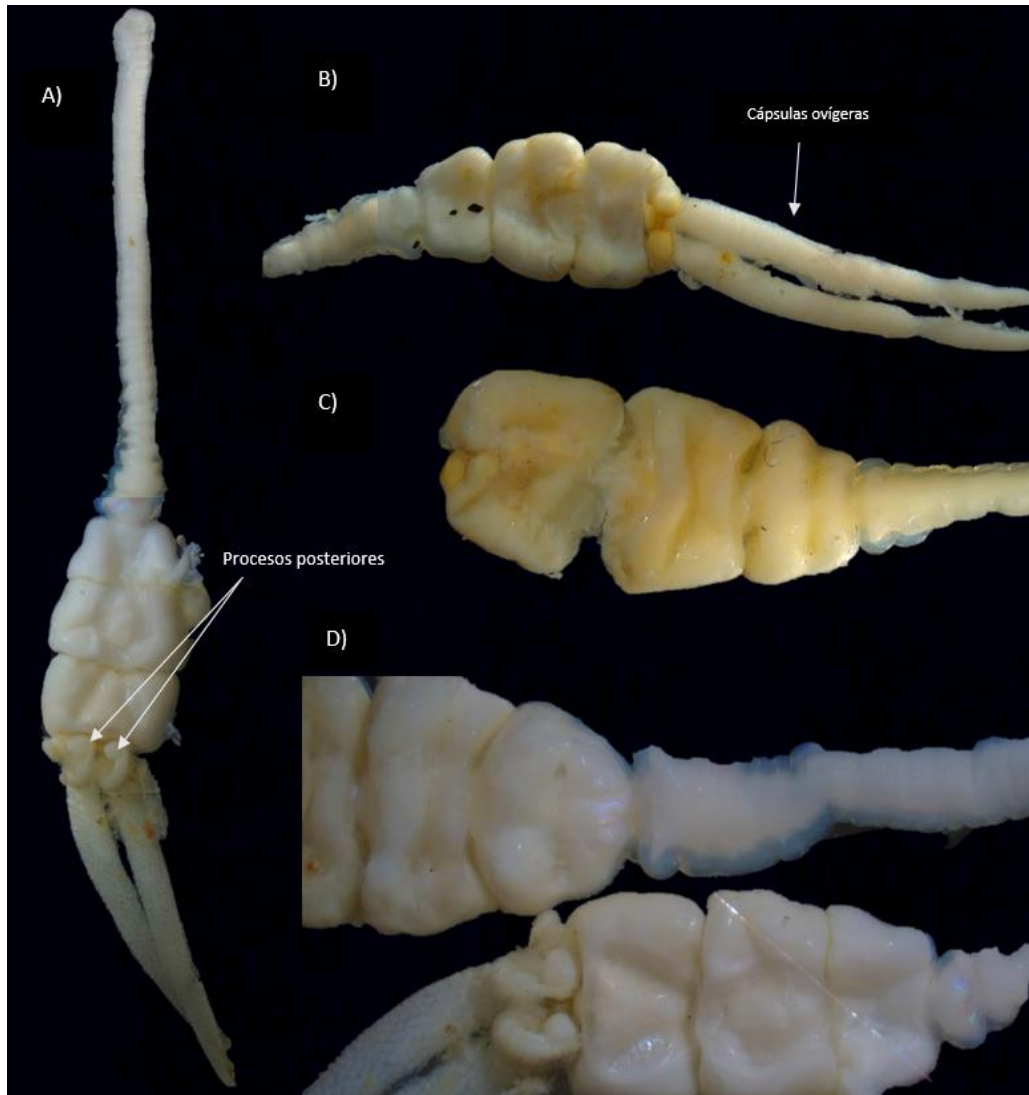


Figura 31. Individuos de *Parabrachiella* sp. en A) vista total del cuerpo ventral, B) vista dorsal con capsulas ovíferas, C) vista dorsal y D) vista dorsal y ventral de individuos de *Parabrachiella* sp.

3.3.3.7 Familia Corophiidae

- Clase: Malacostraca
 - Género: *Monocorophium*

El organismo presente se identificó como *Monocorophium uenoi* (Figura 32) con base a su morfología anterior y a su distribución latitudinal en todo el océano Pacífico (WoRMS, 2022), este no es considerado como un parásito, pero se decidió tomarlo en cuenta ya que este estaba en presencia de otros parásitos como *Lepeophtheirus* sp. El individuo de *M. uenoi* fue recolectado en Estero Punta Banda durante primavera

(junio) 2023 sobre un lenguado *P. californicus*, y presentó 5.4 mm de longitud total (desde el céfalon hasta los urópodos), antena 1 con 2.6 mm, antena 2 con 3.4 mm y ojos de 0.2 por 0.1mm



Figura 32. A) Vista dorsal superior y B) vista lateral de *M. uenoi*, escala de 3 mm.

3.4 Índices parasitarios (prevalencia, abundancia, intensidad y frecuencia)

3.4.1 *Paralichthys californicus*

Para el lenguado de California, se recolectaron seis especies de parásitos en Bahía San Quintín y Laguna Manuela durante verano (julio) 2022, mientras que en el Estero Punta Banda no se encontró ningún ectoparásito en los hospederos analizados.

En Bahía San Quintín se identificaron tres especies de parásitos (*Lepeophteirus* sp., *Entobdella hippoglossi* y *Zeylanicobdella arugamensis*), con la misma prevalencia (16.7%), mientras que en abundancia (parásitos por hospedero) e intensidad de infección, la especie con mayores índices fue *E. hippoglossi* con 0.3 y 2

respectivamente. La intensidad de infección se clasificó como leve para las tres especies considerando el intervalo mínimo y máximo de parásitos encontrados por hospedero y estación de recolecta (1-15 infección leve, 15-30 infección moderada y 31-60+ infección grave) (Tabla 12).

Tabla 12. Índices de prevalencia (%), abundancia e intensidad de infección parasitaria para *Paralichthys californicus* en la Bahía San Quintín durante verano (julio) 2022.

Bahía San Quintín verano (julio) 2022			
Especie	Prevalencia (%)	Abundancia	Intensidad de infección
<i>E. hippoglossi</i>	16.7	0.3	2
<i>Z. arugamensis</i>	16.7	0.1	1
<i>Lepeophteirus</i> sp.	16.7	0.1	1

Para Laguna Manuela se identificaron cinco especies (*E. hippoglossi*, *Z. arugamensis*, *Lepeophteirus* sp., *Parabrachiella* sp. y *Pontogeneia* sp.), y *Lepeophteirus* sp. presentó la prevalencia más alta con 54.5%, y la más baja fue de 9.1% tanto para *Z. arugamensis* como para *Parabrachiella* sp. (Tabla 13).

La especie *Lepeophteirus* sp. presentó la abundancia más alta (4.2), mientras que el más bajo fue para *Parabrachiella* sp. con un valor de 0.1. *Lepeophteirus* sp. obtuvo la intensidad de infección más alta (25), indicando una infección moderada en verano (Tabla 13).

Tabla 13. Índices de prevalencia (%), abundancia e intensidad de infección parasitaria para *Paralichthys californicus* en Laguna Manuela durante el verano (julio) 2022.

Laguna Manuela verano (julio) 2022			
Especie	Prevalencia (%)	Abundancia	Intensidad de infección
<i>E. hippoglossi</i>	18.1	0.5	5
<i>Z. arugamensis</i>	9.1	0.4	5
<i>Lepeophteirus</i> sp.	54.5	4.2	25
<i>Pontogeneia</i> sp.	18.1	0.3	3
<i>Parabrachiella</i> sp.	9.1	0.1	1

Durante otoño (octubre-noviembre) 2022, en Estero Punta Banda y Bahía San Quintín se capturaron tres y cuatro lenguados de *P. californicus*, respectivamente, sin ningún ectoparásito, aunque se recolectaron dos individuos de *E. chiltoni* en Bahía San Quintín separados de los lenguados en el chinchorro playero (prevalencia 25%, abundancia 0.5).

Para Laguna Manuela en otoño (octubre-noviembre) 2022, se identificaron a *Z. arugamensis*, *Lepeophteirus* sp., *Pontogeneia* sp., y destacó *Acanthochondria hoi* como nueva especie en lenguados de California en los sitios de estudio (Tabla 14); el mayor índice de prevalencia (50%) fue para *Pontogeneia* sp., y el más bajo para *A. hoi* (10%); la mayor abundancia la registró *Lepeophteirus* sp. (2.9), junto con la mayor intensidad de infección (23), representando una infestación moderada.

Tabla 14. Índices de prevalencia (%), abundancia e intensidad parasitaria para *Paralichthys californicus* en Laguna Manuela durante otoño (octubre-noviembre) 2022.

Laguna Manuela otoño (octubre-noviembre) 2022			
Especie	Prevalencia (%)	Abundancia	Intensidad de infección
<i>Z. arugamensis</i>	20	0.8	7
<i>A. hoi</i>	10	0.2	2
<i>Lepeophteirus</i> sp.	40	2.9	23
<i>Pontogeneia</i> sp.	50	2.3	10

Para invierno (marzo-abril) 2023, se identificaron siete especies de parásitos para la totalidad de zonas de muestreo: *Lepeophteirus* sp., *Elthusa vulgaris*, *E. hippoglossi*, *Pontogeneia* sp., *Acanthochondria* sp., *Z. arugamensis* y *Parabrachiella* sp.

En el Estero Punta Banda solo se identificó a *Lepeophteirus* sp., y en Bahía San Quintín a *Lepeophteirus* sp. y un individuo de *Elthusa vulgaris*.; en Bahía San Quintín, *Lepeophteirus* sp. presentó la mayor prevalencia (13.3%), abundancia (0.1) e intensidad de 4, la cual se considera una infección leve (Tabla 15). En Laguna Manuela durante invierno 2023, se identificó a *Lepeophteirus* sp., *E. hippoglossi*, *Pontogeneia* sp., *Z. arugamensis*, *Acanthochondria* sp. y *Parabrachiella* sp.; *Lepeophteirus* sp. presentó la mayor prevalencia (100%), la mayor abundancia (16.5) y la mayor intensidad de infección (65), mientras que los menores

índices (prevalencia: 5.5, abundancia: 0.06, intensidad de infección: 1) fueron para *Z. arugamensis* (Tabla 16).

Tabla 15. Índices de prevalencia (%), abundancia e intensidad parasitaria para *Paralichthys californicus* en el Estero Punta Banda y Bahía de San Quintín durante invierno (marzo-abril) 2023.

Especie	Prevalencia (%)	Abundancia	Intensidad de infección
Estero Punta Banda invierno (marzo-abril) 2023			
<i>Lepeophteirus sp.</i>	6.6	0.06	1
Bahía San Quintín invierno (marzo-abril) 2023			
<i>Lepeophteirus sp.</i>	13.3	0.1	4
<i>E. vulgaris</i>	6.6	0.06	1

Tabla 16. Índices de prevalencia (%), abundancia e intensidad parasitaria para *Paralichthys californicus* en Laguna Manuela durante invierno (marzo-abril) 2023.

Laguna Manuela invierno (marzo-abril) 2023			
Especie	Prevalencia (%)	Abundancia	Intensidad de infección
<i>Lepeophteirus sp.</i>	100	16.5	65
<i>E. hippoglossi</i>	44.4	1.1	6
<i>Pontogeneia sp.</i>	38.9	0.7	3
<i>Z. arugamensis</i>	5.5	0.06	1
<i>Acanthochondria sp.</i>	22.2	0.7	5
<i>Parabrachiella sp.</i>	11.11	0.1	2

Durante primavera (junio) 2023, se identificaron las especies *Lepeophteirus sp.*, *Acanthochondria sp.*, *Z. arugamensis*, *E. chiltoni*, *Parabrachiella sp.* y *Pontogeneia sp.* (Tabla 17). Tanto en Laguna Manuela como

en Estero Punta Banda, *Lepeophtheirus* sp. presentó altas prevalencias (95 y 45.5), y las mayores intensidades de infección (10 y 8), respectivamente, mientras que *Acanthochondria* sp. y *Z. arugamensis* mostraron las mayores abundancias, ambas con 9.1 (Tabla 17).

Tabla 17. Índices de prevalencia (%), abundancia, intensidad parasitaria para *Paralichthys californicus* en el Estero Punta Banda, Bahía San Quintín y Laguna Manuela durante primavera (junio) 2023.

Estero Punta Banda primavera (junio) 2023			
Especie	Prevalencia (%)	Abundancia	Intensidad de infección
<i>Lepeophtheirus</i> sp.	45.5	1.3	8
<i>Acanthochondria</i> sp.	1	9.1	1
<i>Z. arugamensis</i>	1	9.1	1
Bahía San Quintín primavera (junio) 2023			
<i>E. chiltoni</i>	5.8	0.06	1
Laguna Manuela primavera (junio) 2023			
<i>Lepeophtheirus</i> sp.	95	4.1	10
<i>Parabrachiella</i> sp.	15	0.2	2
<i>Z. arugamensis</i>	5	0.05	1
<i>Pontogeneia</i> sp.	5	0.05	1

La especie de copépodo *Lepeophtheirus* sp. presentó las frecuencias de ocurrencia más altas para las tres localidades de muestreo (EPB: 28.5%, SQ: 7.1% y LM: 81.4), al igual que por estaciones del año (verano: 33.3%, invierno: 58.3 y primavera: 47.9%), solo *Pontogeneia* sp. igualó a *Lepeophtheirus* sp. durante otoño 2022, ambas con frecuencia de ocurrencia de 29.41% (Tabla 18).

Con respecto a la prueba KW, se demostró que las abundancias parasitarias no reflejaron diferencias significativas (KW, $p = 0.307$) con respecto a las estaciones del año, mientras que para los sitios de muestreo (EPB, SQ y LM) sí se presentaron diferencias significativas (KW, $p < 0.05$).

Tabla 18. Frecuencias de ocurrencia parasitarias (%) para *P. californicus* en las localidades (EPB, SQ y LM), estaciones del año y para el total de monitoreos. (Negritas representan los valores más altos para cada sitio, estación y total).

Especie	EPB	SQ	LM	Verano (jul) 2022	Otoño (oct-nov) 2022	Invierno (mar- abr) 2023	Primavera (jun) 2023	Total
<i>Lepeophtheirus</i> sp.	28.5	7.1	81.4	33.3	29.4	58.3	47.9	36.9
<i>Z. arugamensis</i>	4.7	2.3	10.2	9.5	11.7	5.5	4.17	6.6
<i>E. hippoglossi</i>	0	2.3	15.3	9.52	0	19.44	2.08	8.2
<i>E. vulgaris</i>	0	2.3	0	0	0	2.78	0	0.8
<i>E. chiltoni</i>	0	4.7	0	0	5.8	0	2.08	1.6
<i>A.hoi</i>	0	0	1.7	0	5.8	0	0	0.8
<i>Acanthochondria</i> sp.	4.7	0	6.8	0	0	11.1	2.08	4.1
<i>Pontogeneia</i> sp.	0	0	25.4	9.5	29.4	19.4	2.08	12.3
<i>Parabrachiella</i> sp.	0	0	10.2	4.7	0	5.5	6.25	4.9

3.4.2 *Pleuronichthys guttulatus*

Para el lenguado diamante en Estero Punta Banda durante verano (julio) 2022, se identificaron tres especies de ectoparásitos: *Z. arugamensis*, *Pontogeneia* sp. y *Nerocila acuminata*; debido a que se encontró una especie diferente para cada lenguado diamante revisado, los índices parasitarios fueron iguales para las tres especies (prevalencia: 0.1 %, abundancia: 0.1, intensidad: 1) (Tabla 19).

En Bahía San Quintín no encontraron individuos de *P. guttulatus*, mientras que para Laguna Manuela durante verano 2022 se identificaron las especies *E. hippoglossi* y *Z. arugamensis* y presentaron la misma prevalencia (18.2%), mientras que la abundancia *E. hippoglossi* fue 0.6 y una intensidad de 5 (Tabla 20), ambas especies de parásitos fueron clasificadas como infección leve (intensidad de infección 1-5: infección leve, 6-10: infección moderada y 10-20+: infección grave) (Tabla 20).

Tabla 19. Índices de prevalencia (%), abundancia e intensidad parasitaria para *Pleuronichthys guttulatus* en el Estero Punta Banda durante verano (julio) 2022.

Estero Punta Banda verano (julio) 2022			
Especie	Prevalencia (%)	Abundancia	Intensidad de infección
<i>N. acuminata</i>	0.1	0.1	1
<i>Z. arugamensis</i>	0.1	0.1	1
<i>Pontogeneia sp.</i>	0.1	0.1	1

Tabla 20. Índices de prevalencia (%), abundancia e intensidad parasitaria para *Pleuronichthys guttulatus* en Laguna Manuela durante verano (julio) 2022.

Laguna Manuela verano (julio) 2022			
Especie	Prevalencia (%)	Abundancia	Intensidad de infección
<i>E. hippoglossi</i>	18.2	0.6	5
<i>Z. arugamensis</i>	18.18	0.4	4

Durante otoño (octubre-noviembre) 2022, se identificó a *Lepeophteirus sp.* y *E. hippoglossi* solo en Bahía San Quintín, y el copépodo *Lepeophteirus sp.* obtuvo la mayor prevalencia (92.9%), la mayor abundancia (2.5) y una intensidad de infección de 9 (Tabla 21), clasificándola como una infección moderada; en Estero Punta Banda se capturaron cinco lenguados diamante sin ectoparásitos y para Laguna Manuela no se capturaron individuos de *P. guttulatus*.

Tabla 21. Índices de prevalencia (%), abundancia e intensidad parasitaria para *Pleuronichthys guttulatus* en la Bahía de San Quintín durante el periodo de otoño (octubre-noviembre) 2022.

Bahía San Quintín otoño (octubre- noviembre) 2022			
Especie	Prevalencia (%)	Abundancia	Intensidad de infección
<i>Lepeophteirus sp.</i>	92.9	2.5	9
<i>E. hippoglossi</i>	7.1	0.007	1

Durante invierno (marzo-abril) 2023, únicamente se encontraron individuos de *Lepeophteirus sp.* en Estero Punta Banda y Bahía San Quintín; *Lepeophteirus sp.* obtuvo una prevalencia del 66.6% en Estero Punta

Banda, y en Bahía San Quintín presentó mayor abundancia (0.7) e intensidad de infección con valor de 4 (Tabla 22), mientras que en Laguna Manuela no se capturaron individuos de *P. guttulatus*.

Tabla 22. Índices de prevalencia (%), abundancia e intensidad parasitaria para *Pleuronichthys guttulatus* en el Estero Punta Banda y la Bahía San Quintín y durante invierno (marzo-abril) 2023.

Especie	Prevalencia (%)	Abundancia	Intensidad de infección
Estero Punta Banda invierno (marzo-abril) 2023			
<i>Lepeophteirus sp.</i>	66.6	0.6	1
Bahía San Quintín invierno (marzo-abril) 2023			
<i>Lepeophteirus sp.</i>	42.8	0.7	4

Durante primavera (junio) 2023, solo se encontraron individuos de *Lepeophteirus sp.* en el Estero Punta Banda con 100% de prevalencia y abundancia 1 (Tabla 23); mientras que para Bahía San Quintín se capturaron seis lenguados diamante sin ectoparásitos y en Laguna Manuela no se capturo a este hospedero por tercera ocasión.

Tabla 23. Índices de prevalencia (%), abundancia e intensidad parasitaria para *Pleuronichthys guttulatus* en el Estero Punta Banda durante primavera (junio) 2023.

Estero Punta Banda primavera(junio) 2023			
Especie	Prevalencia (%)	Abundancia	Intensidad de infección
<i>Lepeophteirus sp.</i>	100	1	1

Con respecto a las frecuencias de ocurrencia parasitarias por sitios, en Bahía San Quintín el copépodo *Lepeophteirus sp.* obtuvo la frecuencia más alta (50%), seguida de *Z. arugamensis* y *E. hippoglossi*, ambos con 20% en Laguna Manuela (Tabla 24). Al considerar las estaciones del año, *Lepeophteirus sp.* presentó la frecuencia más alta (65) durante otoño 2022 e invierno 2023 (30.8%), y *Z. arugamensis* destacó en verano 2022 con 15.8%, y las demás especies presentaron una frecuencia menor a 10.5% para sitios y estaciones del año (Tabla 24).

Tabla 24. Frecuencias parasitarias (%) para *P. guttulatus* para localidades (EPB, SQ y LM), estaciones del año y total de muestreos.

Especie	EPB	SQ	LM	Verano (jul) 2022	Otoño (oct-nov) 2022	Invierno (mar-abr) 2023	Primavera (jun) 2023	Total
<i>Lepeophtheirus</i> sp.	19.1	50	0	0	65	30.8	14.2	30.5
<i>Z. arugamensis</i>	4.7	0	20	15.8	0	0	0	5.1
<i>E. hippoglossi</i>	0	3.5	20	10.5	5	0	0	5.1
<i>Pontogeneia</i> sp.	4.7	3.5	0	5.2	0	7.6	0	3.3
<i>N. acuminata</i>	4.7	0	0	5.2	0	0	0	1.6

Con respecto a la prueba de KW, se demostró que hubo diferencias significativas de las abundancias parasitarias con respecto a la estaciones del año (KW, $p=0.001$), mientras que para los sitios analizados (EPB, SQ y LM) no se presentaron diferencias significativas (KW, $p=0.26$).

3.5 Correlaciones de *P. californicus* y *P. guttulatus*

Para *P. californicus*, se encontraron correlaciones significativas ($p < 0.05$) en once de los 12 pares de variables (mostrando correlaciones bajas negativas (Longitud total y estaciones del año: $p=0.02$), hasta correlaciones medias positivas (abundancia y localidades, $p < 0.0001$)), excepto entre abundancias y las estaciones del año ($p = 0.1$, $p = 0.1$) (Tabla 25).

Con respecto al lenguado diamante, *P. guttulatus*, solo la longitud total y las estaciones del año presentaron una correlación positiva significativa ($p = 0.4$, $p = 0.001$), y las correlaciones negativas entre longitud total e índice de surgencia ($p = -0.32$, $p = 0.013$), y longitud total y temperatura del agua ($p = -0.2$, $p = 0.03$), las otras nueve relaciones no fueron significativas (Tabla 26).

Tabla 25. Resultados del coeficiente de correlación de rangos de Spearman y valor p (<0.05) para las variables dependientes e independientes de *P. californicus* (Resaltado en rojo representa correlaciones significativas).

<i>Paralichthys californicus</i>		
Pares de variables	Spearman (ρ)	Valor (p)
Longitud total y estaciones del año	-0.2	0.02
Longitud total e Índice de Surgencia (IS)	0.5	0.001
Longitud total y temperatura del agua	0.5	0.01
Longitud total y localidades	0.4	0.01
Peso y estaciones del año	-0.2	0.003
Peso e Índice de Surgencia (IS)	0.4	0.001
Peso y temperatura del agua	0.4	0.01
Peso y localidades	0.5	0.001
Abundancia y estaciones del año	0.1	0.1
Abundancia e Índice de Surgencia (IS)	0.2	0.02
Abundancia y temperatura del agua	0.3	0.001
Abundancia y localidades	0.5	0.001

Tabla 26. Resultados del coeficiente de correlación de rangos de Spearman y valor p (<0.05) para las variables dependientes e independientes de *P. guttulatus* (Resaltadas en rojo representa correlaciones significativas).

<i>Pleuronichthys guttulatus</i>		
Pares de variables	Spearman (ρ)	Valor (p)
Longitud total y estaciones del año	0.4	0.001
Longitud total e Índice de Surgencia (IS)	-0.3	0.01
Longitud total y temperatura del agua	-0.2	0.03
Longitud total y localidades	-0.2	0.06
Peso y estaciones del año	-0.07	0.5
Peso e Índice de Surgencia (IS)	-0.09	0.4
Peso y temperatura del agua	0.1	0.2
Peso y localidades	-0.2	0.1
Abundancia y estaciones del año	-0.05	0.6
Abundancia e Índice de Surgencia (IS)	-0.02	0.8
Abundancia y temperatura del agua	-0.06	0.6
Abundancia y localidades	-0.05	0.6

Capítulo 4. Discusión

Las especies de parásitos identificadas en los lenguados de California (*P. californicus*) y diamante (*P. guttulatus*) recolectados en el Pacífico norte de Baja California exhibieron variaciones en sus abundancias tanto entre los sitios de recolecta como entre las estaciones del año, lo que evidencia su distribución espacial y temporal. Cabe destacar que las abundancias de las especies parásitas no manifestaron cambios significativos en respuesta a las diversas condiciones climáticas. Sin embargo, las abundancias de los lenguados mostraron ser susceptibles a las condiciones climáticas prevalentes durante el estudio. Estos cambios y sus distribuciones temporales y espaciales posiblemente condicionen la estructura de las comunidades parásitas identificadas en el presente estudio (Bommarito et al., 2022; Lafferty, 2013).

Laguna Manuela se identificó como el entorno con las mayores abundancias de *P. californicus*, caracterizándose por tener condiciones ambientales con variaciones mínimas que favorecen la captura de organismos de mayor talla y con cargas parasitarias elevadas en comparación a las zonas del Estero Punta Banda y la Bahía San Quintín. Estas diferencias se atribuyen, en parte, a la baja incidencia de contaminación antropogénica en las aguas de Laguna Manuela, y a la mayor temperatura registrada en esta laguna ya que se encuentra en una zona de transición entre dos provincias biogeográficas y con convergencia de masas subtropical y templada, principalmente (Cívico-Collados & Rosales-Casián, 2021; Jiménez-Rosenberg et al., 2007); su adyacente Bahía de Sebastián Vizcaíno es considerada como un centro de actividad biológica, por sus altas concentraciones de pigmentos, macrozooplancton, y de estadios iniciales de especies de peces, lo que atrae a mayores abundancias de depredadores (Lluch Belda, 2000; Moser & Watson, 1990), y a su vez, los hospederos vertebrados de mayor tamaño albergan a una mayor abundancia de parásitos (Costello, 2016).

Los parásitos han sido señalados como indicadores de salud en los ecosistemas marinos relacionadas a las actividades antropogénicas (Sures et al., 2017), y ante la nula presión en Laguna Manuela y factores ambientales relativamente constantes a lo largo del año, posiblemente los cambios parasitarios se deban a la disponibilidad y buena condición de los lenguados como hospederos. Investigaciones previas sobre estadios iniciales de peces en Bahía de Sebastián Vizcaíno, adyacente a laguna Manuela, han destacado la alta presencia de larvas del lenguado de California, clasificándola como su principal zona de reproducción en su distribución latitudinal de Baja California (México) y California, EUA (Moser & Watson, 1990). En el presente estudio, Laguna Manuela destacó por mayores abundancias del lenguado (*P. californicus*), el cual como organismo bentónico y depredador emboscador, es eficiente en la captura del alimento que se

encuentra abundante (Allen, 1990), y a su vez, ha sido registrado como una de las especies de peces más importantes tanto en Estero Punta Banda como en Bahía San Quintín (Rosales-Casián, 1997, 2004a).

El lenguado diamante, *P. guttulatus*, es una especie que habita en lagunas costeras y costas someras adyacentes con fondos blandos (Eldridge, 1975). A pesar de su preferencia por estos entornos, sus menores abundancias lo han situado en séptimo lugar en el Estero de Punta Banda y en octavo lugar en Bahía San Quintín (Rosales-Casián, 1997). En el contexto de California, este lenguado ha sido catalogado en el lugar número 25 en términos de abundancia en la Bahía de San Diego, California (Allen et al., 2002), indicando una inclinación por este entorno caracterizado por una rica disponibilidad de nutrientes y extensas áreas de refugio propicias para su crecimiento y reproducción. Estos hallazgos subrayan la influencia crítica de las condiciones ambientales locales en la distribución y abundancia de estas especies de lenguados, así como sus comunidades parasitarias.

4.1 Patrones de peso y tallas de *P. californicus* y *P. guttulatus*

4.1.1 *Paralichthys californicus*

Las larvas del lenguado de California inician con un ojo en cada lado de la cabeza, y entre los 8 y 12 mm de longitud se asientan en el fondo de la boca de lagunas e inician su metamorfosis como pez plano con la migración de un ojo hacia (Allen et al 1990), posteriormente ingresan a las lagunas con la corriente de marea protegiéndose con la turbidez y los pastos marinos, y con la mayor temperatura y abundancia de alimento obtienen crecimiento rápido, para emigrar posteriormente hacia la costa adyacente (Hammann & Rosales-Casián, 1990; Rosales-Casián, 1997; Rosales-Casián & Hammann, 1993), como se observó con las tallas y cantidad de organismos en Laguna Manuela. La composición de tallas del lenguado de California registradas en Estero Punta Banda y Bahía San Quintín posiblemente se deba a que encuentra condiciones adecuadas para protección, alimentación y crecimiento, similar a la función de vivero encontrado en un estudio anterior (Rosales-Casián, 1997). Tanto en Estero de Punta Banda como en Bahía San Quintín se han capturado lenguados juveniles, pre adultos y adultos de longitudes desde 6.4 cm a 58 cm (Hernández-León, 2001; Rosales-Casián, 1997), mientras que las tallas en el presente estudio registraron un intervalo mayor (2.8-93 cm), demostrando que estas zonas semi protegidas albergan a organismos en desarrollo y adultos que ingresan para alimentarse (López, 2006; Rosales-Casián, 2004a). El lenguado de California es un pez desovador múltiple (Moser & Watson, 1990) y en la Bahía de Todos Santos, adyacente al Estero de

Punta Banda, en el estero mismo y en Bahía San Quintín se han registrado estadios en metamorfosis en distintos meses del año dependiendo de las condiciones ambientales, con tasas de crecimiento similares y con un crecimiento general para juveniles del año de 14.8 mm/mes (Rosales-Casián, 2004), mientras que en California, EUA, se han encontrado crecimientos variables desde 3.8 hasta 29.4 mm/mes (Allen, 1988; Sears-Hartley, 1994).

En Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, del complejo lagunar que incluye a Laguna Guerrero Negro y Laguna Manuela, se reportan tallas del lenguado de California desde 11 cm de longitud (Cívico-Collados & Rosales-Casián, 2021; Haugen, 1990), mientras que en el presente estudio se recolectaron organismos con un intervalo entre 7.5 a 119 cm, la diferencia puede deberse a las distintas técnicas de recolecta utilizadas. Laguna Manuela es una zona productiva, con buena calidad de agua y con una función de refugio para alcanzar tallas y pesos mayores de los lenguados (SAGARPA et al., 2014).

4.1.2 *Pleuronichthys guttulatus*

El lenguado diamante (*P. guttulatus*) es otra especie abundante en el Estero Punta Banda y Bahía San Quintín debido a que se desarrolla y realiza sus periodos de desove desde junio hasta octubre (Osuna, 1992), por lo cual fue común capturar organismos adultos hasta de 26.5 cm. Este lenguado ocupó el séptimo y octavo lugar en abundancia a 5 m de profundidad tanto en Estero de Punta Banda y en Bahía San Quintín, respectivamente, denotando la importancia de este organismo para los ecosistemas donde habita (Rosales-Casián, 1997).

En otros estudios las tallas recolectadas de *P. guttulatus* en el Estero Punta Banda fueron de 4 a 23 cm y el 86% de las capturas entre los 10 y 20 cm de longitud (Herzka et al., 2009), lo que concuerda con las tallas encontradas en el presente estudio (4 a 23 cm), aunque su intervalo fue mayor para Bahía San Quintín (2.4 a 28.5 cm) (Rosales-Casián, 1996). En Laguna Ojo de Liebre, se registró una talla mínima de 10 cm (Cívico-Collados & Rosales-Casián, 2021), mientras que los lenguados diamante capturados en el presente estudio presentaron una talla mínima de 4 cm. Las lagunas costeras del Pacífico bajacaliforniano son escasas, con bajo impacto antropogénico y son esenciales para el reclutamiento, asentamiento y metamorfosis de larvas, a diferencia de California, EUA, que ha disminuido un hasta 90 % de su capacidad de protección para estos lenguados (S. H. Kramer, 1990).

4.2 Asociación de aspectos de los lenguados de California y diamante con la temperatura del agua de mar y surgencias

Los cambios en la longitud total, peso y abundancia parasitaria de *P. californicus* durante el tiempo de estudio fueron asociados a los cambios de temperatura superficial del agua y a los valores del índice de surgencias, mientras que en *P. guttulatus* solo su longitud total fue correlacionada. Las tallas, pesos y abundancias parasitaria de *P. californicus*, se relacionaron con los cambios de temperatura superficial del agua y los índices de surgencia, y en *P. guttulatus* solo su longitud fue correlacionada. Las condiciones climáticas durante 2021, 2022 y hasta marzo 2023 fueron caracterizadas por un prolongado evento de “La Niña” (OMM, 2022), lo anterior mantuvo condiciones estables de temperaturas baja y posiblemente fue la causa que hospederos como *P. californicus* presentaran abundancias parasitarias similares respecto al tiempo en el Estero Punta Banda y Bahía San Quintín. Lo anterior se manifiesta en sentido contrario cuando se presentan mayores cambios de temperatura y los peces responden con mayor carga parasitaria al habitar zonas someras (Byers, 2020).

Las longitudes y pesos de *P. californicus* presentaron cambios en el tiempo, un indicador de que los sitios estudiados reúnen las condiciones para la supervivencia y crecimiento de juveniles y pre adultos (López-Rasgado & Herzka, 2009; Rosales-Casián, 2004) así como alimentación adecuada para adultos que visitan las lagunas. Los posibles beneficios del uso de estas áreas de crianza incluyen el crecimiento rápido por la alta producción de alimentos, temperaturas cálidas y disminución de la depredación (Kramer, 1991). Los juveniles y preadultos de *P. californicus* prefieren temperaturas de 16 a 22°C, con promedio de 18.4°C (Esquer-Méndez, 2006; ITBR, 2023). En laboratorio, *P. californicus* mostró mayores tasas de crecimiento a 20°C que a 25°C, posiblemente porque en temperaturas bajas (< 14°C) y altas (25°C) pueden reducir el crecimiento, la reproducción y la supervivencia debido a una mayor utilización de energía y una disminución en sus tasas metabólicas (Galaviz, 2007), un fenómeno que también podría manifestarse en el lenguado diamante.

El lenguado diamante *P. guttulatus* presenta preferencia de temperaturas entre los 12.7 a 22.9°C con una media de 20.9°C (Froese, 2020), y cambios extremos en las condiciones climáticas posiblemente afecte su distribución en sus nichos o en la región (Byers, 2021). La mayor abundancia del lenguado diamante se presentó en Bahía San Quintín durante otoño y en una temperatura de 17.5 °C, la cual está dentro del intervalo de preferencia (Froese, 2020), a su vez mostró cambios estacionales en sus tallas y abundancias

parasitarias, posiblemente derivado de los cambios en las condiciones climáticas estacionales (Byers, 2020).

El desplazamiento de lenguados de tallas reducidas hacia el interior de estas lagunas se ha vinculado a la calidad del sistema como hábitat de crianza (Rosales-Casián, 1997), sus tallas y pesos de lenguados de California y diamante se han relacionado con la temperatura, posiblemente en su búsqueda de zonas cálidas y propicias para su desarrollo (Herzka et al., 2009). Sin embargo, la laguna costera de San Quintín que es influenciada por bajas temperaturas derivadas de surgencias presenta altas abundancias de peces cuando la temperatura disminuye y una baja abundancia cuando la temperatura aumenta (Rosales-Casián, 1997).

4.3 Parasitismo

En el presente estudio se recolectó un mayor número de individuos de *P. californicus*, así como mayor número de especies de ectoparásitos y sus abundancias en Laguna Manuela, y por el contrario menores valores en Estero Punta Banda y Bahía San Quintín; estos cambios fueron relacionados con la variación de condiciones ambientales. Los cambios en la salud y disponibilidad de los hospederos, así como en aspectos poblacionales y desarrollo de los parásitos, se refleja en cambios en la abundancia, prevalencia e intensidad de las infecciones (Klimpel et al., 2017).

La relación parásito-hospedero durante condiciones neutrales y eventos anómalos como El Niño y La Niña puede verse modificada principalmente por cambios de temperatura del agua (Wood et al., 2023). Con estos eventos, se han registrado especies de peces tropicales en Bahía San Quintín (Rosales-Casián, 2004b), así como especies de zonas frías (Rosales-Casián & Almeda-Jauregui, 2009; Rosales-Casián & Ruz-Cruz, 2005), lo cual posiblemente cambie la composición de las comunidades parasitarias al consumir presas diferentes.

El cambio en abundancia o distribución de lenguados por condiciones ambientales también ha ocasionado disminución de sus parásitos, esto se han relacionado con el aumento de temperaturas en el mar, ya que muchos de estos son muy sensibles a cambios en su ambiente (Amaya et al., 2023). Estos cambios ambientales dificultan la adaptación en poco tiempo de los parásitos, aunque a largo plazo se ha documentado en el comportamiento y distribución de los ectoparásitos (Klimpel et al., 2017), provocando

un posible desplazamiento de especies. Sus abundancias han disminuido en décadas, atribuidas al cambio climático, modificación de sus hábitats y sobreexplotación de sus hospederos (Wood et al., 2023).

En el presente trabajo, las tallas de *P. californicus* y *P. guttulatus* se relacionaron con cambios de temperatura y las surgencias, mientras que las abundancias parasitarias solo mostraron una respuesta con longitudes de *P. californicus*. Se ha estudiado el vínculo y efectos entre las abundancias parasitarias y el clima, aunque también otros factores como el florecimiento de microalgas, zonas de hipoxia, y la acidificación del agua de mar puede afectar significativamente (Wood et al., 2023). La evaluación de la temperatura del mar sobre el comportamiento de los parásitos es importante aunque los cambios ambientales dificultan las predicciones (Carlson et al., 2017; Groner et al., 2014).

Durante esta investigación, la ausencia del isópodo *Elthusa vulgaris* fue notoria ya que se recolectó en un solo individuo del lenguado *P. californicus*, y anteriormente fue un ectoparásito reportado recurrentemente (Allen, 1990), su drástica disminución podría indicar un deterioro de la calidad del agua. Resultados de un estudio con 450 especies de parásitos menciona que hasta el 10% tienen un riesgo de extinción para el año 2070 por la pérdida de sus nichos ecológicos, y los ectoparásitos tienen mayor riesgo de desaparecer (Carlson et al., 2017). Los eventos climáticos pueden ocasionar invasión de especies parásitas a nuevos hospederos, pueden reemplazar a especies nativas, con riesgos para los hospederos y a la trama trófica por posible efecto cascada negativo hasta actividades como la pesca (Carlson et al., 2017). Los parásitos son indicadores biológicos para determinar la salud ecosistémica, y aunque su identificación no es sencilla, es importante estudiar su ciclo completo, su variación latitudinal, sus hospederos y sus efectos a futuro (Castillo-Sánchez, 1996; Castillo-Sánchez et al., 1998).

A lo largo de esta investigación *Lepeophteirus* sp. reflejó una variación latitudinal con altas frecuencias (81.5%) para Laguna Manuela (*P. californicus*) y 50% en Bahía San Quintín (*P. guttulatus*). Esta especie pasa su vida adulta en ambos lenguados, y los revisados no presentaron una salud deteriorada a pesar de haber tenido intensidades de infección graves (>41, *P. californicus*), por lo que este parásito sería útil para predecir la salud del ecosistema. Según la clasificación reportada por Castillo-Sánchez (1996), las especies de parásitos se pueden clasificar en “aislacionistas”, las cuales destacan por tener una habilidad pobre de colonización, estar agrupadas en pequeñas infrapoblaciones y tener bajas interacciones con otros parásitos, e “interactivas” por sus altas relaciones hacia especies parásitas cohabitantes y una fuerte habilidad de colonización.

La clasificación filogenética de las especies de ectoparásitos identificados en la presente investigación muestra su origen desde el reino Metazoa para ramificarse en los distintos filos (Platelmintos, Annelida y Arthropoda) hasta llegar a nivel especie, de las cuales se observa que en su mayoría se agrupan en la clase Malacostraca, con un total de cinco especies parásitas de las once identificadas (Figura 33).

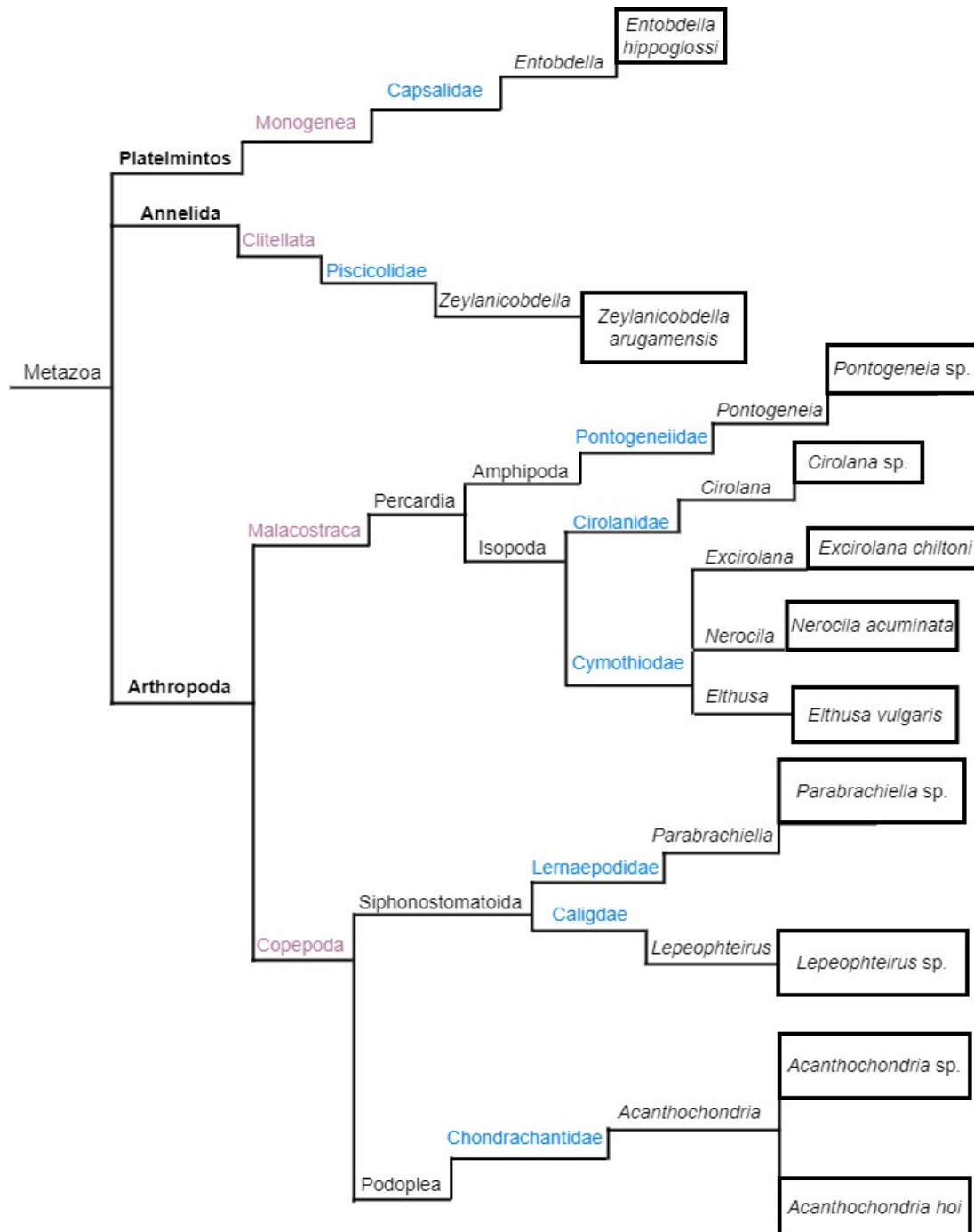


Figura 33. Árbol filogenético para todas las especies de parásitos identificadas en el presente estudio.

También se describen dos componentes de comunidad: “especies satélites” (bajas densidades y frecuencias) y las “principales” con altas densidades y frecuencias (Castillo-Sánchez, 1996). De acuerdo con la clasificación mencionada, las especies aislacionistas en este trabajo fueron *E. chiltoni*, *E. vulgaris*, *A. hoi*, *Acanthochondria* sp., *Parabrachiella* sp. y *N. acuminata* al ubicarse en zonas aisladas del cuerpo y encontrando hasta dos individuos por hospedero, mientras que las interactivas fueron *Lepeophtheirus* sp., *E. hippoglossi*, *Z. arugamensis* y *Pontogeneia* sp. por sus grupos abundantes ubicados principalmente en la zona ventral y aletas caudales de los lenguados.

El individuo solitario de *Elthusa vulgaris* se puede considerar como una especie satélite actualmente a pesar de su alta abundancia en el pasado. Las especies de parásitos se clasifican como aislacionistas cuando se agrupan en pequeñas infrapoblaciones, presentan una pobre habilidad de colonización, y bajas interacciones con otros parásitos, e interactivas por sus altas relaciones con especies parásitas cohabitantes y una fuerte habilidad de colonización (Castillo-Sánchez, 1996). También se describen dos componentes de comunidad: especies satélites (bajas densidades y frecuencias) y las principales con altas densidades y frecuencias (Castillo-Sánchez, 1996).

De acuerdo con esta clasificación, en el presente trabajo las especies aislacionistas fueron *E. chiltoni*, *E. vulgaris*, *A. hoi*, *Acanthochondria* sp., *Parabrachiella* sp. y *N. acuminata* al ubicarse en zonas distintas del cuerpo y hasta con dos individuos por hospedero, mientras que las interactivas fueron *Lepeophtheirus* sp., *E. hippoglossi*, *Z. arugamensis* y *Pontogeneia* sp. por mayor abundancia ubicados principalmente en la zona ventral y aletas caudales de los lenguados. El individuo solitario de *Elthusa vulgaris* se puede considerar actualmente como una especie satélite a pesar de su alta abundancia en el pasado.

4.3.1 *Entobdella hippoglossi*

Los platelmintos poseen simetría bilateral, un cuerpo aplanado y en su mayoría son hermafroditas, están conformados por alrededor de 20,000 especies (Almón et al., 2018) y pueden ser ecto o endoparásitos, (García-Prieto et al., 2014), y este filo no posee esqueleto ni sistema sanguíneo y se consideran organismos “simples”(Kearn, 2014).

Los monogéneos son reconocidos como parásitos recurrentes de diversas especies de cefalópodos, peces y crustáceos y son característicos por poseer dos órganos de adhesión y ventosas (ULPGC, 2022). *Entobdella hippoglossi* fue descrito por Müller O.F., (1776) y se distribuye en los océanos Atlántico y

Pacífico, y se reporta como parásito de las especies de lenguados del género *Hippoglossus* (Margolis & Kabata, 1984) y *Paralichthys californicus*. Su identificación se realizó con la descripción de Kearn G., (2014), Beneden P., (1858) y Müller O.F., (1776).

Entobdella squamula y *Entobdella hippoglossi* son consideradas la misma especie ya que morfológicamente no presentan una clara distinción excepto en las longitudes totales, *E. squamula* mide hasta 10.5 mm, mientras que *E. hippoglossi* puede medir hasta los 20 mm, aunque se especula que esta diferencia entre tamaños puede relacionarse al tamaño de los hospederos; otra diferencia morfológica es la longitud del esclerito (placa endurecida de proteínas), accesorio de sus hamulus (serie de ganchos) situados en su haptor superior; la validez de que sean diferentes es cuestionada por falta de claves, por lo cual se considera a *E. squamula* como un sinónimo de *E. hippoglossi* (Figura 34) (Klassen et al., 1989).

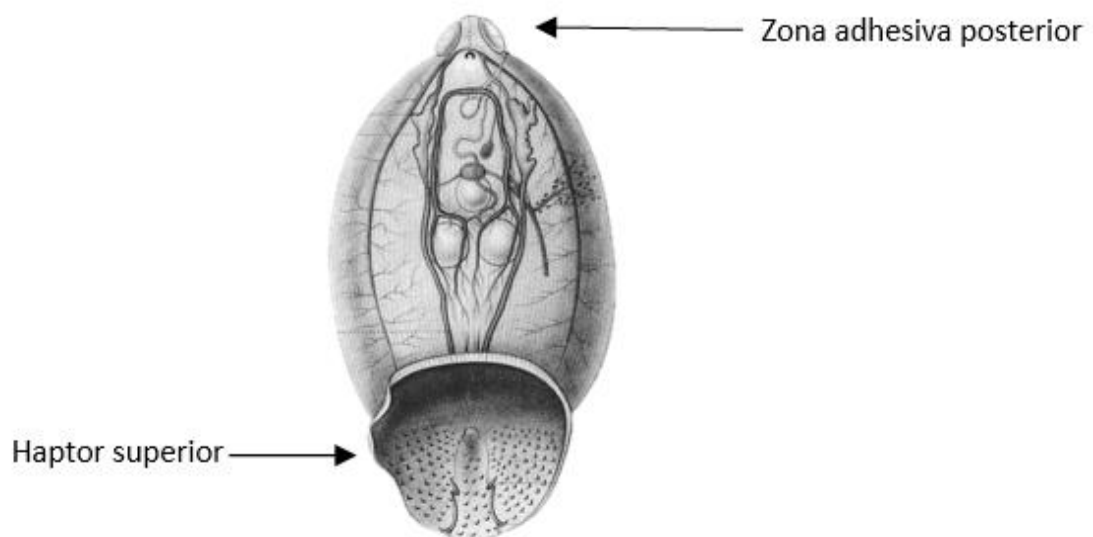


Figura 34. Dibujo de *Entobdella* sp. en su vista ventral. Modificado de: Beneden (1858).

E. hippoglossi se adhiere a la superficie del hospedero mediante el haptor principal de la parte anterior de su cuerpo y con dos órganos de adhesión en la zona posterior, estos proveen una mejor movilidad y estabilidad para su alimentación del epitelio del huésped (Margolis & Kabata, 1984). De acuerdo con los promedios de longitud, ancho y diámetro del haptor superior para organismos de *E. hippoglossi* comparados con lo reportado por Klassen et al., (1989) (Tabla 27), se demostró que únicamente se presentaron organismos adultos de este monogeneo para Bahía San Quintín durante el verano del 2022.

Tabla 27. Longitud y ancho (\pm SE, mm) de *E. hippoglossi*, y el diámetro del haptor para *P. californicus* y *P. guttulatus** durante verano y otoño del 2022, y lo reportado por Klassen et al., (1989). (EPB: Estero Punta Banda, SQ: Bahía San Quintín y LM: Laguna Manuela).

Literatura y datos empíricos	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Diámetro de haptor superior (mm)
SQ verano (jul) 2022	13.1 \pm 0.6	5 \pm 0.3	3.4 \pm 0.1
SQ otoño (oct-nov) 2022	*3.6	0.8	-
LM verano (jul) 2022	*8.5 \pm 0.7	2.4 \pm 0.2	1.7 \pm 0.3
Klassen et al., (1989)	13.03 a 18	3.6 a 11	3.6 a 4.8

E. hippoglossi, se encontró en el lenguado *Hippoglossus hippoglossus* del Atlántico Norte con un intervalo de intensidad de infección de 4 -9 y prevalencia máxima del 60%, (Schram & Haug, 1988), concordando con la intensidad en *P. californicus* y *P. guttulatus*, así como la prevalencia de 44% para *P. californicus* en Laguna Manuela.

E. hippoglossi presentó una longitud promedio de 10.6 \pm 3.3 mm en *H. hippoglossus* y se relacionó directamente la longitud del hospedero con una mayor intensidad del parásito (Yoon, 1998), lo cual con respecto al presente estudio no mostró mayores intensidades en organismos de mayor talla, de modo que posiblemente esté más relacionado a las condiciones de las zonas de recolecta.

Para verano en Laguna Manuela, *E. hippoglossi* presentó una talla promedio (13.03 a 18 mm) inferior a lo reportado para adultos (Klassen et al., 1989), por lo que esta especie se conformó por individuos juveniles y pre adultos, posiblemente porque Laguna Manuela presenta condiciones óptimas para su desarrollo en comparación a los otros sitios de muestreo.

4.3.2 *Zeylanicobdella arugamensis*

Los organismos de la familia Piscicolidae presentan cuerpo aplanado, cilíndrico y simétrico, además poseen dos órganos de succión ubicados en cada extremo corporal (Ravi & Shariman, 2017). Lo anterior les permite alimentarse y moverse por el cuerpo sin riesgo de desprendimiento, estos se encuentran principalmente en la zona dorsal (Figura 35), aletas, interior de las branquias, ojos y zonas cercanas al ano (CDFW, 2022). Los organismos de la clase Clitellata se diferencian por no contar con un estadio larval y morfológicamente presentan un collar nombrado citelo, lo cual los hace fácilmente distinguibles (Galan, 2022a).

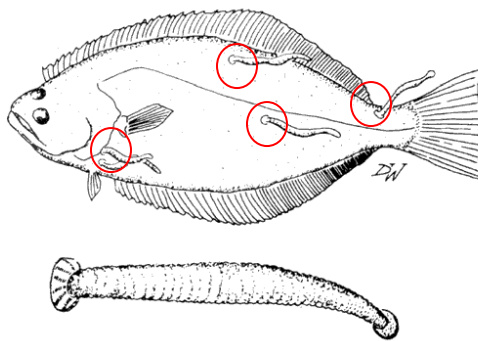


Figura 35. Zonas corporales de adherencia de *Zeylanicobdella arugamensis* en *Paralichthys californicus* (CDFW, 2022).

Se mueven por la piel con dos órganos de adhesión (Figura 36), y liberando uno a la vez para extender su cuerpo y sujetarse con el otro extremo de adhesión (Kearn, 2005). *Z. arugamensis*, se conoce como “sanguijuela marina”, fue descrita por Silva P., (1963) y se identificó con lo con lo establecido por Shah et al., (2020), Murwantoko et al., (2018) y WoRMS (2022) (Figura 37).

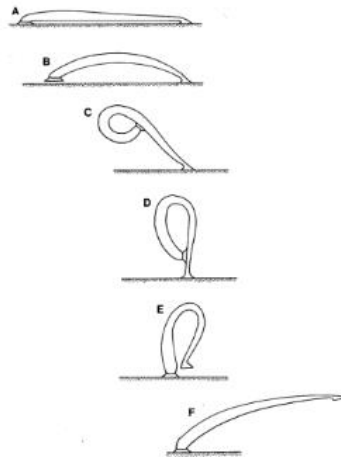


Figura 36. Locomoción de *Piscicola geometra* (Kearn, 2005).

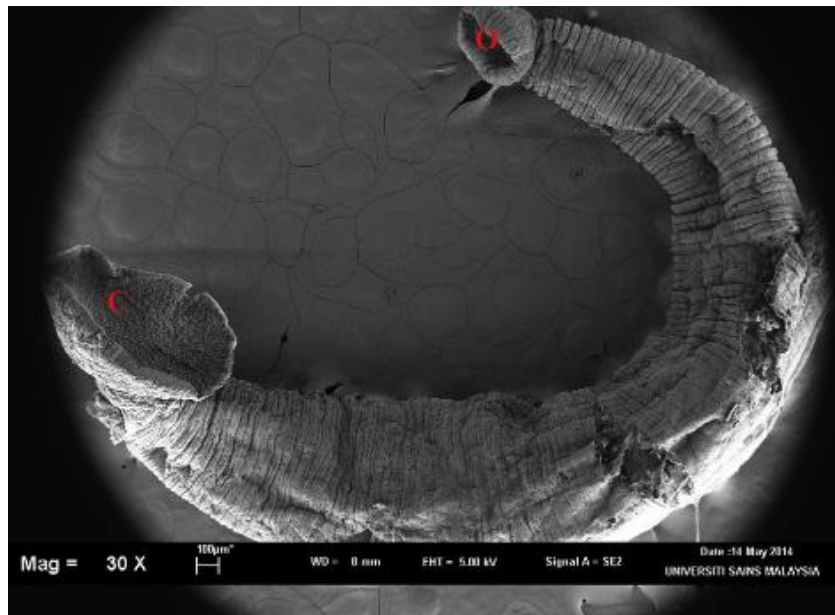


Figura 37. Fotografía de *Zeylanicobdella arugamensis* tomada por un microscopio electrónico (Ravi & Shariman Yahaya, 2017).

Los adultos miden de 4 a 14 mm de longitud (Murwantoko et al., 2018) y parasitan a un amplio número de hospederos residentes del fondo marino, principalmente los pertenecientes a la familia Serranidae (Shah et al., 2020). Se distribuye en el Indo-pacífico y son muy adaptables a diferentes temperaturas oceánicas (WoRMS, 2023b).

Al adherirse a la piel inyectan una sustancia anticoagulante e histamínica como vasodilatador para un suministro continuo de alimento (CDFW, 2022), ocasionando coloraciones corporales distintas como tonos negros y cafés (Murwantoko et al., 2018), como en individuos recolectados en el presente estudio. Todas las tallas de *Z. arugamensis* recolectadas en *P. californicus* y en *P. guttulatus* en los tres sitios de estudio, presentaron valores que correspondieron a organismos parásitos adultos (Tabla 28) (Kua et al., 2014).

Las longitudes (8-12 mm) de *Z. arugamensis* utilizadas en experimentos para controlar su infestación en el mero *Epinephelus coioides* (Cruz-Lacierda et al., 2000), coincide dentro de las longitudes (8.8-16.5 mm) registradas en los tres sitios del presente estudio. El experimento anterior reporta prevalencias de sanguijuelas hasta de 83% con grupos numerosos en todo el cuerpo del mero, y presentó aletas caudales deshinchadas (Cruz-Lacierda et al., 2000), esto fue observada en algunas aletas caudales de *P. californicus*, y en grupos de hasta cuatro individuos por lenguado. La sanguijuela *Z. arugamensis*, infesta peces en

cultivo con menor movilidad (Kua et al., 2010), y posiblemente la movilidad de *P. californicus* y *P. guttulatus* dificulta una infección mayor por *Z. arugamensis*.

Tabla 28. Comparación de longitudes (mm) obtenidas en la primera salida de campo durante verano (julio) 2022, para *P. californicus* y *P. guttulatus** junto con las reportadas en el trabajo realizado por Kua et al., (2010). (EPB: Estero Punta Banda, SQ: Bahía San Quintín y LM: Laguna Manuela).

<i>Z. arugamensis</i>	Número de parásito	Longitud (mm)	Longitud promedio (mm) (Kua, et al., 2010)
EPB verano (jul) 2022	1	14.3	4.5 ± 1 a 12.5 ±0.1
SQ verano (jul) 2022	2	17	
LM verano (jul) 2022	*3	12.8	
	*4	10.8	
	*5	12.8	
	*6	11.9	
	*7	13.5	
	8	10.8	
	9	10.6	
	10	9.7	
	11	11.9	
	12	9	
Promedio de longitud total de LM		11.4 ± 0.6	

Otros estudios sobre el cultivo del mero *Epinephelus* sp. reportan prevalencias de hasta el 100% de *Z. arugamensis* ,y con una intensidad de infección de 21.2 y prevalencia del 62%, índices que fueron más elevados conforme aumentó la talla de los hospederos (Murwantoko et al., 2018)., esto se observó en *P. californicus* recolectados en Laguna Manuela, los cuales presentaron tallas grandes y con mayores prevalencias.

La salinidad es el principal factor que afecta el parasitismo de *Z. argumanensis* en el pez Barramundi (*Lates calcarifer*), que presentó una prevalencia del 100% en un intervalo de salinidad de 10 a 40 ppt y a temperaturas de 25 a 35°C, esto influyó en la capacidad de adherencia al hospedero y en aumento de la infección, mostrando que a mayor salinidad, mayor prevalencia e infección de *Z. arugamensis* (Kua et al., 2014). La salinidad promedio registrada en Laguna Ojo de Liebre ue de 33 ppt, perteneciente al complejo donde se encuentra Laguna Manuela (Danemann et al., 2002), lo cual respalda la idea de que la salinidad

junto con otros factores como la temperatura del agua inciden directamente en la capacidad de infección de *Z. arugamensis*.

4.3.3 *Lepeophteirus* sp.

Las especies de la familia Caligidae fueron descritos por Müller O.F. (1785), actualmente son 430 especies reportadas y en su mayoría son parásitas (Kauak-Martabid, 2016). La clase Copepoda presenta articulaciones características, son los metazoarios más abundantes dentro de los océanos y son clave en la cadena trófica al funcionar como indicadores ecológicos ante distintas corrientes de agua y sus temperaturas (Navarro-Rodríguez et al., 2005).

El género *Lepeophteirus* presenta una amplia distribución latitudinal (Figura 38) en zonas frías y templadas (Suárez-Morales & Gasca, 2012), este género fue descrito por Nordmann A. von, (1832) y cuentan con 158 especies (WoRMS, 2023a). La especie de *L. cuneifer* ha sido reportada como parásito recurrente de *P. guttulatus* (Love & Moser, 1983) y *L. bufidis* para *P. californicus* (Haugen, 1990). *Lepeophteirus* sp. provoca heridas cutáneas al alimentarse y al moverse, provocando infecciones secundarias, pérdida y decoloración de tejido, depresión del sistema inmune, aumento de glucosa, cortisol y anemia severa causando altas tasas de mortalidad (González-Poblete & Carvajal, 2003; Meza Escatel, 2015).



Figura 38. Reportes de *Lepeophteirus* sp. en México (WoRMS, 2022a).

Las hembras juveniles se distinguen por su complejo genital formado por una estructura cuadrada con longitud promedio de 4 mm, y las adultas pueden presentar capsulas ovígeras alargadas para el acomodo de huevos, las cuales pueden medir hasta 2 cm de longitud con promedio entre 8-18 mm. Los machos jóvenes y adultos presentan el segmento genital en forma de barril redondeado con una longitud

promedio de 3.2 mm; además presentan un cefalotórax de forma ovalada semicircular con un ancho menor a su longitud (González-Poblete & Carvajal, 2003; Meza, 2015; Schiødte & Meinert, 1879).

En dos especies de salmón del mar de Japón se registró al parásito *Lepeoptherius salmonis*, en el salmón masu (*Oncorhynchus masou*) con una baja prevalencia, abundancia de infección y con menos del 4% de la población de parásitos estimada, y el salmón rosado (*O. gorbuscha*) que registró 96% de los parásitos encontrados en las dos poblaciones de salmón (Nagasawa & Takami, 1993), *L. salmonis* se asocia a su aumento rápido en intensidad y ocurrencia de infección con el incremento de temperatura del agua (Groner et al., 2014). Lo anterior concuerda con los resultados en Laguna Manuela por ser el sitio con las temperaturas más altas y prolongadas durante el año donde *Lepeophteirus* sp. parasita a *P. californicus* con una prevalencia de hasta 100%, así como altas abundancias y frecuencias parasitarias. Esta especie puede ser un indicador de cambios ambientales y un posible desequilibrio ecológico por su aumento poblacional en los tres sitios de estudio relacionados al cambio de temperatura del agua. La infestación parasitaria de *Lepeophteirus* sp. aumenta con la edad y talla del hospedero, y en zonas con baja influencia antropogénica presentan menores tasas de infección (Bruns, 2012a). Esto concuerda con los lenguados de California más grandes y con mayores índices parasitarios de Laguna Manuela, aunque es un sitio sin contaminación debido a que se encuentra lejos de poblados cercanos.

4.3.4 *Nerocila acuminata*

Los isópodos de la familia Cymothoidae presentan un céfalon con cinco segmentos, dos antenas y dos anténulas (Galan, 2022b), agrupan a 250 especies y solo siete se ubican en el Pacífico Norte ((Carrillo-Colín et al., 2016). Estas especies son ectoparásitos obligados (desarrollo completo en un hospedero adecuado) principalmente de peces marinos, y se distribuyen a nivel mundial excepto en aguas polares (Samuthirapandian et al., 2019). Los juveniles de *N. acuminata* son de vida libre y los adultos son parásitos que al encontrar su hospedero pelágico o demersal, se adhieren a sus branquias o boca como el lenguado de California y el lenguado diamante. Es común en el océano Atlántico y existen pocos reportes en el océano Pacífico, en el que se distribuye desde San Diego, California, (EUA) hasta las costas de Panamá con dos nombres diferentes para el mismo parásito: *N. acuminata* y *N. californica* (Carrillo-Colín et al., 2016).

Las costas de la península de Baja California presentan menos estudios sobre *N. acuminata*, aunque es un parásito abundante en rayas y algunos tiburones (Brusca, 1981). Las hembras presentan mayor longitud (14-24 mm) y ancho (10-12 mm) que los machos (6-12 mm y 3-10 mm, respectivamente). Las hembras

presentan un color café claro o amarillento, su céfalon tiene un ancho de 3.2 mm por 3.5 mm de largo en promedio, ojos ovalados y antenas con hasta ocho articulaciones, su quinto y sexto pereonito son más anchos (Brusca, 1978). Los machos tienen un largo y ancho de 6 a 12 mm y 3 a 10 mm, respectivamente, presentan color más oscuro y ojos de casi el doble del tamaño de la hembra, su quinto pereon es el más largo de todos y sus exópodos y urópodos presentan forma triangular (Brusca, 1978). La morfología general para los parásitos malacostráceos se observa en la figura 39.

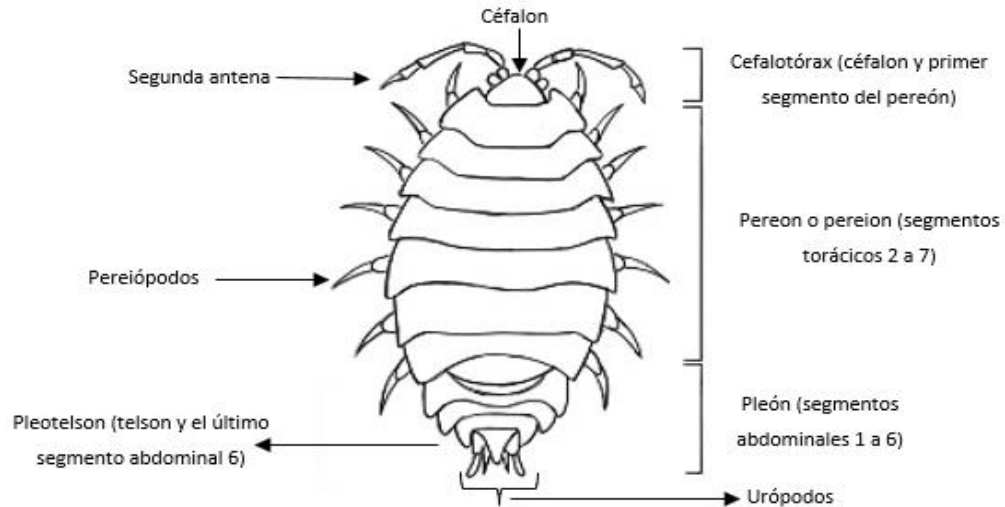


Figura 39. Vista dorsal de la estructura general de un isópodo malacostráceo.

El isópodo *N. acuminata* parasita al menos 40 diferentes especies de peces en el Pacífico, demostrando baja especificidad de hospederos (Brusca, 1985) y una gran agilidad para movilizarse entre estos provocando daños localizados (Martin, 2015). Su infección se presenta entre los 10 y 30°C, y en esta última temperatura registra el mayor número de avistamientos (OBIS, 2023).

La prevalencia de *N. acuminata* en especies que forman cardúmenes se reporta hasta en 90% (Brusca, 1985), mientras que en el presente estudio se obtuvo una baja prevalencia (0.1%) en el lenguado diamante (*P. guttulatus*) recolectado en Estero Punta Banda donde se registró la temperatura más alta; esta temperatura está dentro del intervalo para su infección, sin embargo los lenguados no forman cardúmenes lo que hace difícil la infestación por *N. acuminata* (OBIS, 2023), por lo que posiblemente se puede considerar que el éxito de su infección depende de la cercanía con otros peces.

4.3.5 *Elthusia vulgaris*

E. vulgaris se distribuye desde latitudes templadas de las costas del estado de Washington hasta las tropicales en las costas de Panamá (Figura 40), y con mayor abundancia en la península de Baja California, México (Brusca, 1978), habita profundidades desde un metro hasta los 311 m (Bennett, 1993), y sus primeros registros fueron entre los 29 y 37 m de profundidad (NMNH, 2022). Es un isópodo con un engrosamiento en el quinto segmento del tórax, coloración amarillosa grisácea y patas falsas posteriores de color negro (Stimpson, 1857). Poseen una zona ventral aplanada, no cuentan con caparazón y presentan un pereón (el total del tórax del organismo) de siete segmentos con sus siete pares de pereópodos; las hembras presentan una cavidad denominada marsupio donde guardan sus huevos, y al ser hermafroditas protándicos, cuando el macho llega al hospedero se transforman en hembra para continuar su ciclo de vida (Fajer-Avila et al., 2012). *E. vulgaris* presenta baja especificidad de hospederos pero generalmente prefiere a peces planos de fondos blandos y algunas otras especies de peces de zonas rocosas (Bennett, 1993), presentan un intervalo de longitud entre los 11.4 a 43 mm para sus estadios adultos como hembras (Schultz, 1969).

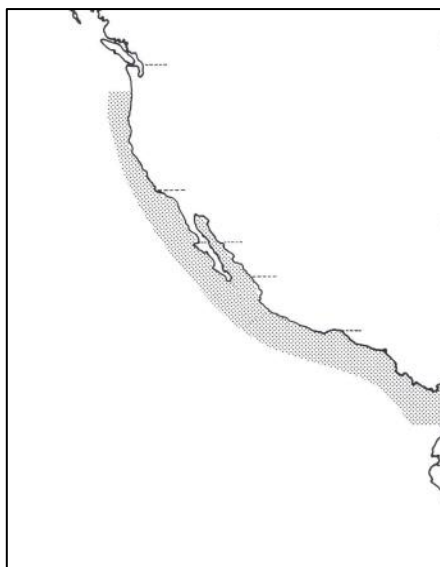


Figura 40. Distribución de *Elthusia vulgaris* en el Pacífico Oriental (Brusca, 1978).

La relación entre el isópodo *E. vulgaris* (*Lironeca vulgaris*) ubicado en *P. californicus* es reportada como comensalismo, al transferir energía por solo uno de los dos organismos, y al no causar un daño que induzca directamente la muerte de pez (Bautista-Hernández et al., 2015). En el presente estudio el individuo de *P. californicus* que se capturó presentó necrosis en las branquias, lo cual indica que *E. vulgaris* actúa más

como un parásito que como un comensal donde no se presentaría daño directo al hospedero. Según la Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF), hasta el año 2018 *E. vulgaris* se registró en nuevos países como Chile, Filipinas y el Noroeste de Estados Unidos (GBIF, 2022). Esto puede indicar una posible migración a zonas más templadas y frías por las temperaturas prevalecientes, obligando a *E. vulgaris* a nuevas adaptaciones para su supervivencia contrastando negativamente con su previa abundancia en *P. californicus* (Bennett, 1993).

4.3.6 *Acanthochondria hoi* y *Acanthochondria* sp.

Los copépodos parásitos del género *Acanthochondria* se conforman de 52 especies dentro de la familia Chondracanthidae, (Aneesh et al., 2020); habitan las branquias de un amplio número de hospederos marinos residentes del fondo y se alimentan del tejido y sangre, provocando infecciones secundarias e inmunodepresión en el hospedero. Hay pocas descripciones morfológicas acertadas, aunque es común encontrar especies con cefalotórax con púas cefálicas distintivas (Oakley, 1930).

Acanthochondria hoi presenta un tronco delgado y largo, la zona del céfalon es más largo que ancho, su segmento genital es más largo que ancho, su abdomen es más corto que su segmento genital, y además posee dos sétulas dorsales que distinguen su morfología (Kalman, 2003). Su longitud total promedio es de 6.8 mm, el ancho del tórax es de 0.4 mm, el céfalon de 0.4 x 0.3 mm y su segmento genital de 0.4 mm x 0.4 mm, las cuales concuerdan parcialmente (longitud total: 7.6 ± 0.7 mm) con los especímenes que se recolectaron durante el presente estudio, ya que las tallas reportadas se encuentran ligeramente por debajo de los valores obtenidos, además, se pueden observar notorias diferencias en el céfalon, la forma de sus púas cefálicas, pares de brazos y tórax (Figura 41).

El parásito *Acanthochondria hoi* ha sido recolectado en *P. californicus* en sitios con descargas de aguas residuales tratadas (Kalman, 2003) en Santa Mónica, California (E.U.A.) de julio (19°C) a noviembre (17.2°C), coincidiendo con las temperaturas de recolecta de *A. hoi* en el lenguado de California para el presente trabajo.

Anteriormente *A. hoi* fue identificado solo a género y su descripción morfológica nunca fue publicada Dojiri (1977), también se ha confundido a *A. soleae* (especie exclusiva del lenguado *Solea solea*) con *A. hoi*, aunque esta última presenta una mayor longitud de exópodos y endópodos (Kalman, 2003). Esta especie fue reportada previamente por Dorjiri (1977) como *Acanthochondria* sp. C. (Kabata, 1987) , sin embargo,

A. hoi nunca había sido descrita y con errores en su identificación, confundiéndola con las especies: *A. soleae*, *A. cornutta* y *A. hippoglossi*.

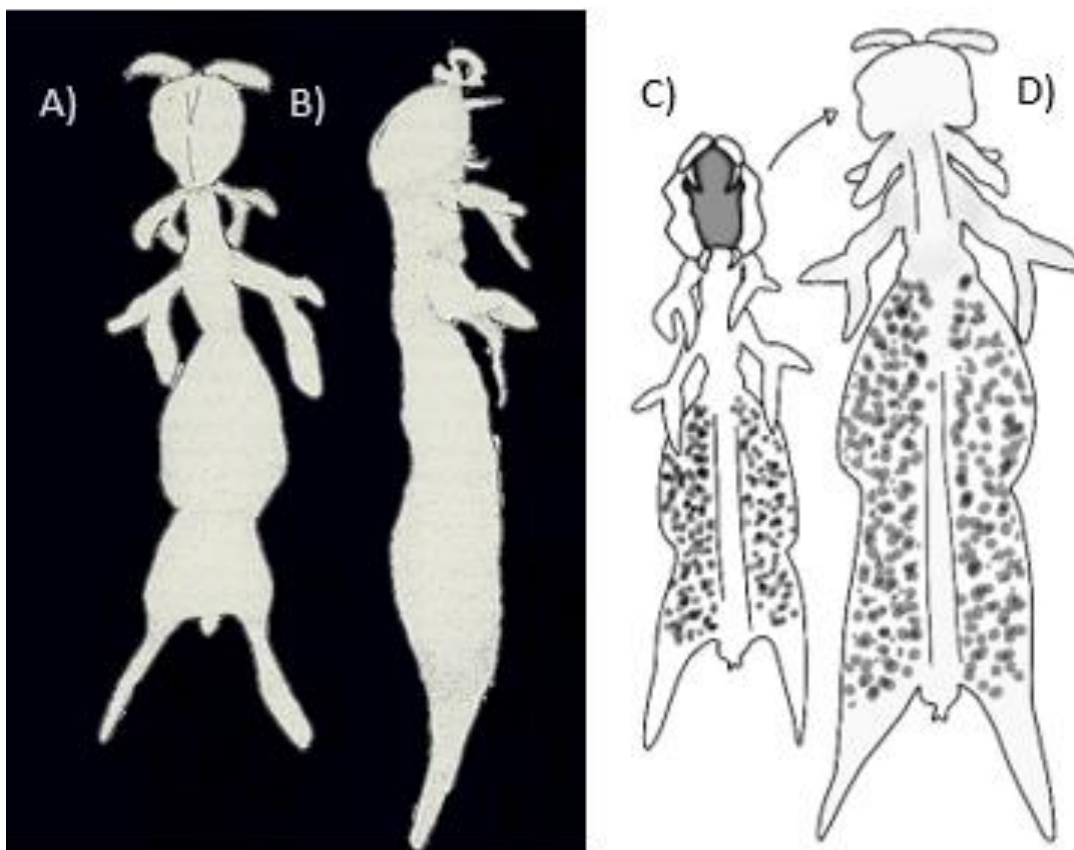


Figura 41. Dibujo de *Acanthochondria hoi* en su vista dorsal A) y lateral B) (Kalman, 2003), e Ilustración de *A. hoi* recolectado de Laguna Manuela durante el muestreo de otoño (octubre-noviembre) 2022 en su vista ventral C) y dorsal D).

Con respecto a la otra especie de *Acanthochondria* (*Acanthochondria* sp.), las diferencias morfológicas contra *A. hoi* son la forma de las púas cefálicas, más gruesas y redondeadas, el tórax más robusto y redondeado, sus pares de brazos más anchos y cercanos al céfalon, y presentaron una distancia reducida entre sus pares de brazos y el céfalon, estas características son comparables con la especie *Acanthochondria hippoglossi*, principalmente por el grosor de su tórax, más sin embargo, el céfalon cuenta con la diferencia más notoria al presentar una forma completamente distinta (Figura 42).

Una nueva especie de *Acanthochondria* fue descrita para el lenguado *Xystreurys rasile*, un pez capturado en Argentina y Brasil, y se menciona que existen más especies no descritas de este género (Alarcos & Timi, 2013); los copépodos parásitos pertenecientes a este género son los más abundantes dentro de la familia

Chondracanthidae, aunque se siguen descubriendo nuevas especies principalmente por su alta diversidad y falta de descripciones taxonómicas acertadas (Aneesh et al., 2020). Para los especímenes de *Acanthochondria* sp. encontrados en *P. californicus* en el presente estudio, no se encontró una descripción morfológica contundente para su separación y posiblemente sea una nueva especie aun no reportada.

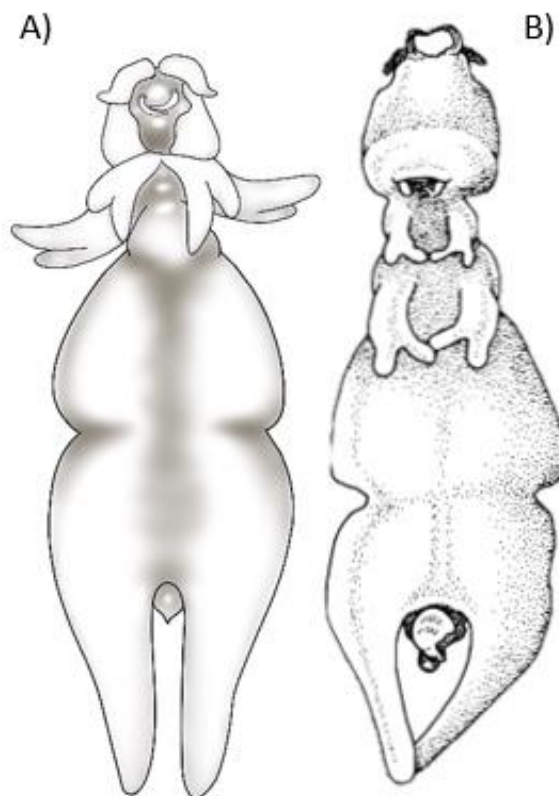


Figura 42. Dibujo de A) *Acanthochondria* sp. y B) *Acanthochondria hippoglossi* (Kabata, 1987).

4.3.7 *Pontogeneia* sp.

Las especies de la familia Pontogeneiidae presentan un cuerpo comprimido lateralmente, ojos que ocupan la mayor parte de la zona del céfalon, además de estar completamente desarrollados y con forma ovoide, poseen su primera antena más corta o larga que la segunda antena, presentan branquias coxales en los pereópodos 2-6 sin pedúnculo y su pereópodo siete es más largo que el pereópodo cinco (Cadien, 2015).

El 77% de los anfípodos conocidos habitan en ecosistemas marinos, aunque la gran mayoría no son parásitos, actualmente han se registrado algunas especies que se han convertido en parásitos de tortugas y peces (Chiesa & Alonso, 2014); cuentan con una amplia distribución que abarca desde las regiones

boreales del Pacífico y Atlántico Norte hasta Costa Rica (Cadien, 2015). Los especímenes de *Pontogeneia* sp. se identificaron por sus características morfológicas, en específico sus ojos, antenas, y pereópodos.

Pontogeneia sp. fue registrada en Bahía San Quintín por Barnard (1964), y en el presente estudio se registró con una distribución latitudinal más amplia al ser recolectado en el Estero Punta Banda y Laguna Manuela. En el presente trabajo se observó que *Pontogeneia* sp. actúa como carroñero de peces muertos y como comensalista en hospederos con heridas cutáneas de las cuales se alimentan. En los hospederos revisados estuvo presente junto con *Lepeoptheirus* sp. y *E. hippoglossi*, posiblemente como relación interactiva para aprovechar zonas del cuerpo con lesiones.

4.3.8 *Excirolana chiltoni*

La familia Cirolanidae está conformada por 6,250 especies marinas de isópodos con diferentes formas de vida incluidos parásitos, simbioses, detritívoros y algunas especies actúan como micro depredadores atacando a peces moribundos o enfermos. Es común encontrarlos en redes de pesca en grandes números o en la zona intermareal (Gonzales-Fernández et al., 2019).

Los machos poseen un cuerpo mucho más largo que ancho, ojos dos veces más anchos que largos, sus segmentos cinco y seis del pereón son los más largos y presentan la misma longitud (Figura 43), además cuentan un flagelo que se extiende desde el céfalon hasta el pereonito número cinco y presentan una longitud máxima de 8 mm (Bruce & Jones, 1981).

Las hembras comparten casi toda la descripción morfológica de los machos y se distinguen por poseer órganos de reproducción distintos, ubicados en la zona ventral en la terminación del pereópodo siete, su pereópodo número siete presenta el mayor ancho, exópodos muy redondeados y ligeramente más largos que los endópodos y su longitud total puede llegar a ser de 14 mm (Bruce & Jones, 1981).

Recientemente se reportó el ataque de *E. chiltoni* a bañistas en las costas de San Diego, California, estos emergen en aguas poco profundas durante marea baja y forman conglomeraciones de miles de individuos con riesgos para peces como lo lenguados y personas (Baker, 2022). *E. chiltoni* es un parásito de las especies de peces *Cheilinus chlorourus*, *Scolopsis monogramma*, *Plectorhinchus pictus* y *Plectropomus areolatus*. Estos peces habitan fondos rocosos y arenosos principalmente, donde *E. chiltoni* al ser un depredador activo y un parásito se puede adherir con facilidad a su superficie corporal para alimentarse

(Purivirojkul & Songsuk, 2020; Takahashi et al., 1999), representando un peligro para peces como los lenguados que presenten otras afecciones parasitarias. Los lenguados de California que se recolectaron en el presente estudio mostraron heridas cutáneas características de estos organismos que posiblemente se desprendieron al capturarlos junto con otras especies parásitas.

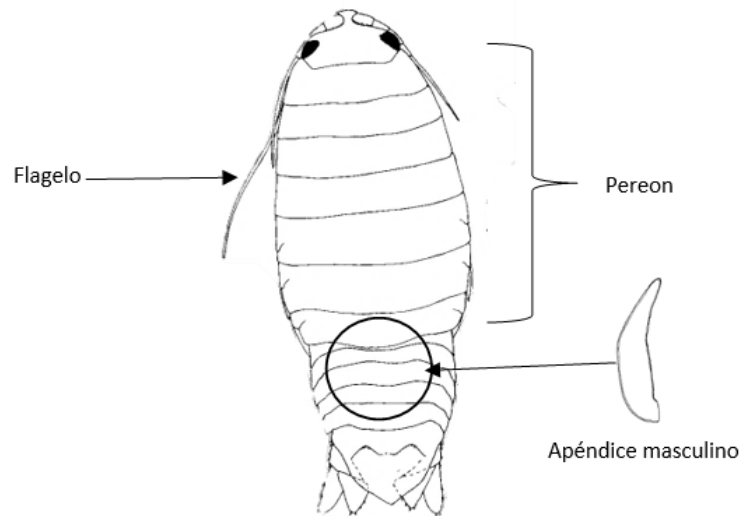


Figura 43. A) Dibujo de *E. chiltoni* macho en su vista dorsal junto con su apéndice masculino que se encuentra en la zona ventral. Modificado de: (Bruce N. y Jones D., 1981).

4.3.9 *Parabrachiella* sp.

La familia Lernaepodidae alberga 250 especies, de las cuales 67 pertenecen al género *Parabrachiella* conocido anteriormente como *Neobrachiella*. El género *Parabrachiella* presenta una estructura de adherencia llamada bulla, la cual está fusionada a su segunda maxila saliendo de su cefalotórax, una vez que el organismo ingresa a su hospedero, la bulla actúa como un órgano de adhesión permanente que va insertado en la piel del pez; las hembras de este género son las únicas que actúan de manera parasitaria (Plaul et al., 2013). Existen reportes de *Parabrachiella* sp. en *P. californicus*, sin embargo ninguno de los especímenes reportados (Piasecki, 1993) concuerda completamente con la morfología de los organismos extraídos en el presente estudio. Posiblemente sea una especie nueva ya que su morfología aún no se ha descrito, aunque hay dos especies que comparten sus prolongaciones tubulares del extremo posterior del tórax (procesos posteriores), *Parabrachiella gracilis* y *P. hostilis* (Piasecki et al., 2010). Los individuos hembra de *Parabrachiella* sp. recolectados en *P. californicus* presentan un cuerpo compacto, cefalotórax compreso y dos procesos posteriores sub cónicos, no obstante, su identificación a especie es incierta ya

que no existen ilustraciones de la morfología de estas especies de parásitos ni de los efectos a su hospedero al adherirse permanentemente (Plaul et al., 2013).

4.3.10 *Monocorophium uenoi*

El género *Monocorophium*, anteriormente llamado *Corophium* (Latreille, 1806) fue renombrado y descrito por Bousfield y Hoover (1997). Este género presenta un lóbulo cefálico ligeramente extendido, pereópodo 7 más largo que el 6, pereópodos 5 a 7 sin espinas accesorias en su margen posterior, ojos proximales a su lóbulo y telson con dentículos y ganchos ausentes (Amaya et al., 2023). No son considerados parásitos, aunque es común ubicarlos sobre peces y otros organismos residentes de fondos arenosos o lodosos de zonas estuarinas poco profundas, y se alimentan de partículas suspendidas en la columna de agua que capturan con sus extremidades (Crawford, 1937); se especula que pueden tener relación con el lenguado de California o de los ectoparásitos que se identificaron.

En el presente estudio, algunas especies de parásitos presentaron una adaptación a los cambios de las condiciones ambientales estacionales en los tres diferentes sitios, otras especies cambiaron en sus abundancias, y la especie de isópodo parásito (*E. vulgaris*) casi estuvo ausente cuando en el pasado fue un huésped frecuente en el lenguado de California; esta especie de isópodo quizás busca hospederos más norteños a nuestra región y podría considerarse un organismo indicador que ha respondido a las nuevas condiciones del cambio climático.

Capítulo 5. Conclusiones

En esta investigación permitió la identificación de once especies de parásitos a lo largo de los tres sitios de monitoreo en la costa de Baja California, pertenecientes a tres filos (Platelmintos, Annelida y Arthropoda), cuatro clases (Platelmintos: Monogenea, Annelida: Clitellata, Arthropoda: Copepoda y Malacostraca) y ocho familias (Monogenea: Capsalidae, Clitellata: Piscicolidae, Copepoda: Caligidae, Chondracanthidae, Lernaepodidae y Malacostraca: Pontogeneiidae, Cirolanidae y Cymothoidae), destacando la notable adaptabilidad y presencia extensa de *Lepeophtheirus* sp. en diversas zonas, ambos lenguados y todas las estaciones del año.

El lenguado de California, *P. californicus*, hospedó a parásitos exclusivas como *Elthusa vulgaris*, *E. chiltoni*, *Acanthochondria* sp., *A. hoi* y *Parabrachiella* sp. El lenguado diamante, *P. guttulatus*, hospedó al isópodo *N. acuminata* el cual no había sido reportado anteriormente para este hospedero ni para la zona del Estero Punta Banda.

Se propone la continuación sobre los organismos *Acanthochondria* sp. y *A. hoi*, al considerar la posibilidad de que sean dos especies distintas. También es importante continuar con la descripción del copépodo parásito *Parabrachiella* sp. Para todas las especies de parásitos es importante estudiar sus relaciones ecológicas en la región de estudio por la escasa información disponible.

Las abundancias parasitarias en *P. californicus* no presentaron cambios respecto el tiempo, aunque entre los sitios de estudio (EPB, SQ y LM) sí se presentaron diferencias significativas. En contraste las abundancias parasitarias en *P. guttulatus* presentaron cambios respecto a las estaciones del año pero sin cambio entre los sitios EPB, SQ y LM.

Las abundancias parasitarias en *P. californicus*, se asociaron con los cambios ambientales y con los sitios de estudio, así como las tallas y pesos del lenguado respondieron a los cambios ambientales, a los sitios y las estaciones del año. Solo las abundancias parasitarias no se correlacionaron con las estaciones del año. Con respecto al lenguado diamante, *P. guttulatus*, solo la variación de la longitud total presentó una asociación significativa con las estaciones del año.

Para el Lenguado de California, la zona de Laguna Manuela destacó por sus condiciones ambientales estables durante el estudio, y en donde se recolectó la mayor cantidad de hospederos y parásitos en el

presente estudio. El lenguado diamante encontró las condiciones óptimas en Bahía San Quintín, donde se capturó su mayor número como hospedero, y las mayores cargas parasitarias.

Es factible que estos parásitos aún no muestren impacto ante los futuros cambios ambientales proyectados para intensificarse en las próximas décadas, evidenciando así una marcada resistencia y adaptabilidad. No obstante, es importante destacar que el isópodo *E. vulgaris* ya ha iniciado con alteraciones en su distribución espacial, acompañadas de una disminución poblacional, o posiblemente la búsqueda de nuevos hospederos para asegurar su supervivencia, ya que en el presente estudio solo se recolectó un individuo en ambos hospederos.

Aún faltan descripciones e ilustraciones morfológicas detalladas sobre las estructuras clave para la identificación de la mayoría de estos parásitos; incluso optar por el uso de la genética para corregir especies existentes o establecer especies nuevas para la ciencia. Se recomienda que futuros estudios se enfoquen en parásitos de otras especies de hospederos, sitios distintos, y en condiciones ambientales como en evento El Niño. Esto respaldará el conocimiento sobre la relación parásito-hospedero, en un contexto histórico y predictivo valioso para su preservación.

Literatura citada

- Alarcos, A. J., & Timi, J. T. (2013). A new species of *Acanthochondria* (Copepoda: Chondracanthidae) parasitizing the flounder *Xystreurus rasile* (Pleuronectiformes: Paralichthyidae) from Argentina. *Folia Parasitologica*, 58(2). <https://doi.org/10.14411/fp.2011.016>
- Allen, L., Findlay, A. & Phalen, C. (2002). Structure and Standing Stock of the Fish Assemblages of San Diego Bay, California from 1994 to 1999. *Bulletin Southern California Academy of Sciences*, (101). https://www.researchgate.net/publication/239730466_Structure_and_Standing_Stock_of_the_Fish_Assemblages_of_San_Diego_Bay_California_from_1994_to_1999
- Allen, L. (1988). Recruitment, Distribution, and Feeding Habits of Young-of-the-Year California Halibut (*Paralichthys californicus*) in the Vicinity of Alamitos Bay-Long Beach Harbor, California, 1983-1985. *Bulletin Southern California Academy of Sciences*, (87). https://www.researchgate.net/profile/Larry-Allen-3/publication/236999541_Recruitment_Distribution_and_Feeding_Habits_of_Young-of-the-Year_California_Halibut_Paralichthys_californicus_in_the_Vicinity_of_Alamitos_Bay-Long_Beach_Harbor_California_1983-1985/links/02e7e51ad1ff6b9068000000/Recruitment-Distribution-and-Feeding-Habits-of-Young-of-the-Year-California-Halibut-Paralichthys-californicus-in-the-Vicinity-of-Alamitos-Bay-Long-Beach-Harbor-California-1983-1985.pdf
- Allen, M. (1990). The Biological Environment of The California Halibut *Paralichthys californicus* (Resources and Fisheries, Vol II. Fish Bulletin 174.). Resources Agency, Dept of Fish and Game. <https://escholarship.org/content/qt4867s6f4/qt4867s6f4.pdf>
- Almón, B., Pérez, J., & Noreña, C. (2018). Filo Platyhelminthes. En *Inventario de la Biodiversidad Marina de Galicia* (p. 570). Consellería do Mar.
- Alonso, J. C., & Montenegro, S. (2015). Estudio de Monte Carlo para comparar 8 pruebas de normalidad sobre residuos de mínimos cuadrados ordinarios en presencia de procesos autorregresivos de primer orden. *Estudios Gerenciales*, 31(136). <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.12.003>
- Amaya, D. J., Jacox, M. G., Alexander, M. A., Scott, J. D., Deser, C., Capotondi, A., & Phillips, A. S. (2023). Bottom marine heatwaves along the continental shelves of North America. *Nature Communications*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-36567-0>
- Aneesh, P. T., Helna, A. K., & Kumar, A. B. (2020). New species of *Acanthochondria* Oakley, 1930 and *Chondracanthus* Delaroche, 1811 (Copepoda: Cyclopoida: Chondracanthidae) parasitizing marine fishes from Indian waters. *Nauplius*, (28). <https://doi.org/10.1590/2358-2936e2020014>
- Baker, H. (2022). Swarms of «mini-shark» beach bugs are on a foot-biting rampage in California. *Livescience.Com*. <https://www.livescience.com/mini-shark-beach-bugs-biting-feet>
- Bakun, A. (1967). Daily and weekly upwelling indices, west coast of North America, 1967-73. <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/15387>
- Bautista-Hernández, C. E., Monks, S., Pulido-Flores, G., & Rodríguez-Ibarra, A. E. (2015). Revisión bibliográfica de algunos términos ecológicos usados en parasitología, y su aplicación en estudios de caso. *Estudios en Biodiversidad*, (2). <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=biodiversidad>

- Bennett, T. (1993). Resource partitioning of two fish ectoparasites, *Lironeca vulgaris* and *Lironeca californica* (class isopoda, family cymothoidae) [Thesis for Master of Science]. San Jose State University. https://scholarworks.sjsu.edu/etd_theses/610
- Bommarito, C., Wahl, M., Thieltges, D. W., Pansch, C., Zucchetta, M., & Pranovi, F. (2022). Biotic and abiotic drivers affect parasite richness, prevalence and abundance in *Mytilus galloprovincialis* along the Northern Adriatic Sea. *Parasitology*, (149). <https://doi.org/10.1017/S0031182021001438>
- Brooks, D. R. (2000). Parasite Systematics in the 21st Century: Opportunities and Obstacles. *SciELO Brazil*, (95). <https://doi.org/10.1590/S0074-0276200000700018>
- Bruns, N. (2012). The morphological and genetic similarity among three species of halibut (*Paralichthys* spp.) in Baja California, Mexico [Thesis for Master of Science in Biology]. California State University, Northridge. <https://scholarworks.calstate.edu/downloads/f4752k80x>
- Brusca, R. C. (1978). Studies on the Cymothoid Fish: Symbionts of the Eastern Pacific (Crustacea: Isopoda: Cymothoidae). II. Systematics and Biology of *Lironeca vulgaris*, Stimpson 1857. *Crustaceana*, 34(2). <http://www.jstor.org/stable/20103266>
- Brusca, R. C. (1981). A monograph on the Isopoda Cymothoidae (Crustacea) of the eastern Pacific. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 73(2). <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1981.tb01592.x>
- Brusca, R. C. (1985). A Guide to the Marine Isopod Crustacea of Pacific Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 3(1). https://www.researchgate.net/publication/305469261_A_Guide_to_the_Marine_Isopod_Crustacea_of_Pacific_Costa_Rica
- Bryant, P. J. (2008). Parasitic Isopod; *Nerocila acuminata*. <https://nathistoc.bio.uci.edu/crustacea/Isopoda/Nerocila%20acuminata.htm>
- Byers, J. E. (2020). Effects of climate change on parasites and disease in estuarine and nearshore environments. *PLoS Biology*, 18(11: e3000743). <https://doi.org/10.1371/journal.Pbio.3000743>
- Byers, J. E. (2021). Marine Parasites and Disease in the era of global climate change. *Annual review of Marine Science*, 13(397). <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-031920-100429>
- Cadien, D. B. (2015). Amphipoda of the Northeast Pacific (Equator to Aleutians, intertidal to abyss): XI. Calliopoidea. <https://www.scamit.org/tools/toolbox-new/ARTHROPODA/Subphylum%20Crustacea/Class%20Malacostraca/Subclass%20Eumalacostraca/Superorder%20Peracarida/Order%20Amphipoda/-OTHER%20USEFUL%20TOOLS/NEP%20Amphipod%20Reviews/Amphipoda%20of%20the%20NEP%20Calliopoidea.pdf>
- Carlson, C. J., Burgio, K. R., Dougherty, E. R., Phillips, A. J., Bueno, V. M., Clements, C. F., Castaldo, G., Dallas, T. A., Cizauskas, C. A., Cumming, G. S., Doña, J., Harris, N. C., Jovani, R., Mironov, S., Muellerklein, O. C., Proctor, H. C., & Getz, W. M. (2017). Parasite biodiversity faces extinction and redistribution in a changing climate. *Science Advances*, 3(9). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1602422>
- Carrillo-Colín, L. D., Lara-Mendoza, R. E., & Márquez-Farías, F. (2016). *Nerocila acuminata* (Crustacea: Isopoda: Cymothoidae), ectoparasite of speckled guitarfish *Pseudobatos glaucostigma*

- (Elasmobranchii) from southeastern Gulf of California, Mexico. *Ciencia Pesquera*, (24). <https://doi.org/10.15359/revmar.12-1.5>
- Castillo-Sánchez, E. (1996). Estructura de la Comunidad de Helmintos Parásitos de *Paralichthys californicus* en el Estero Punta Banda, Bahía de Todos Santos y Bahía de San Quintín, Baja California, México. [Tesis de Maestría en Ecología Marina] Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/2033>
- Castillo-Sánchez, E., Rosales-Casián, J. A., & Pérez-Ponce de León, G. (1998). Helmintos parásitos de *Paralichthys californicus* (OSTEICHTHYES: PARALICHTHYDAE) en el Estero de Punta Banda, Bahía de Todos Santos y Bahía de San Quintín, Baja California, México. *Ciencias Marinas*, 24(4). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4706172>
- CDFW, (California Department of Fish and Wildlife). (2011). Status of the fisheries report 2011 [Report to the California Fish and Game Commission]. <https://doi.org/10.31979/etd.48v9-dspr>
- CDFW, (California Department of Fish and Wildlife). (2021). CA Marine Species Portal, Diamond Turbot. California Department of Fish and Wildlife. <https://marinespecies.wildlife.ca.gov/diamond-turbot/>
- CDFW, (California Department of Fish and Wildlife). (2022). Common Parasites of California Marine Fishes. California Department of Fish and Wildlife. <https://wildlife.ca.gov/Conservation/Marine/Parasites>
- CECOPESCA, (Centro Técnico Nacional de Conservación de Productos de la Pesca y la Acuicultura). (2012). Guía sobre los principales parásitos presentes en productos pesqueros: Técnicas de estudio e identificación [Guía]. Gobierno de España. https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/calidad-seguridad-alimentaria/07-Guia_Parasitos_tcm7-248621_tcm30-285792.pdf
- Chiesa, I. L., & Alonso, G. M. (2014). Anfípodos Gammaridea y Corophiidea. En *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos*:4(1). Sociedad Entomológica Argentina. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/134668>
- Cívico-Collados, L., & Rosales-Casián, J. A. (2021). New fish species added to the ichthyofauna of Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, México. *Aquatic Research*, 4(4). <https://doi.org/10.3153/AR21029>
- Costello, M. J. (2016). Parasite Rates of Discovery, Global Species Richness and Host Specificity. *Integrative and Comparative Biology*, 56. <https://doi.org/10.1093/icb/icw084>
- Crawford, G. I. (1937). A Review of the Amphipod Genus *Corophium*, with Notes on the British Species. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 21(2). <https://doi.org/10.1017/S0025315400053753>
- Cruz-Lacierda, E. R., Toledo, J. D., Tan-Fermin, J. D., & Burreson, E. M. (2000). Marine leech (*Zeylanicobdella arugamensis*) infestation in cultured orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides*. *Aquaculture*, 185(3). [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00356-7](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00356-7)
- Danemann, G. D., Carmona, R., & Fern, G. (2002). Migratory shorebirds in the Guerrero Negro Saltworks, Baja California Sur, Mexico. (97). https://www.researchgate.net/publication/286335762_Migratory_shorebirds_in_the_Guerrero_Negro_Saltworks_Baja_California_Sur_Mexico

- Eldridge, M. B. (1975). Early larvae of diamond turbot, *Hypsopsetta guttulatus*. California Fish and Game, (61). <https://swfsc-publications.fisheries.noaa.gov/publications/CR/1975/7505.PDF>
- Emmett, R. L. (1991). Distribution and abundance of fishes and invertebrates in West Coast estuaries. Volume II, Species life history summaries (National Ocean Service). NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/2871>
- Esquer-Méndez, J. L. (2006). Comportamiento termoregulador del lenguado de California *Paralichthys californicus* (Ayres, 1859) [Tesis de Maestría en Acuicultura]. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/2211>
- Fajer-Avila, E. J., Del Rio-Zaragoza, O. B., & Betancourt-Lozano, M. (2012). Parasitic Diseases in Cultured Marine Fish in Northwest Mexico. En E. Carvalho (Ed.), Health and Environment in Aquaculture (p. 430). InTech. <https://doi.org/10.5772/29168>
- Fodrie, F. J. (2006). Quantifying nursery habitat value for the California halibut, *Paralichthys californicus*: Distribution, elemental fingerprinting and demographic approaches [Thesis for Doctor of Philosophy in Oceanography, University of California, San Diego]. <https://escholarship.org/uc/item/6ws521pk>
- Froese, R. (2020). *Pleuronichthys guttulatus*, Diamond turbot. *Pleuronichthys guttulatus* Girard, 1856. <https://www.fishbase.se/summary/4241>
- García-Prieto, L., Mendoza-Garfias, B., & Pérez-Ponce de León, G. (2014). Biodiversidad de Platyhelminthes parásitos en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, (85). <https://doi.org/10.7550/rmb.31756>
- Galan, C. (2022). Clase: Malacostraca. <https://taxateca.com/clasemalacostraca.html>
- Galan, C. (2022). Clase: Clitellata. <https://taxateca.com/claseclitellata.html>
- Galaviz, M. A. (2007). Efecto del nivel de energía en la dieta sobre el crecimiento, sobrevivencia y utilización del alimento en juveniles del lenguado de California (*Paralichthys californicus*) cultivado a diferentes temperaturas [Tesis de Maestría en Oceanografía Física]. Universidad Autónoma de Baja California. <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/server/api/core/bitstreams/1be9702e-6299-44f1-9c31-58bfe3967794/content>
- GBIF, (Global Biodiversity of Information Facility). (2022). *Elthusa vulgaris* (Stimpson, 1857). <https://www.gbif.org/es/species/2210442>
- Gonzales-Fernández, J., Icochea-Salas, L., & Rosales-Quintana, G. (2019). Marine isopod of long-fingered icefish (*Cryodraco antarcticus* Dollo, 1900) tissue muscle, originating from the Antarctic. The Biologist (Lima), 17(2). <https://doi.org/10.24039/rtb2019172357>
- González-Poblete, L., & Carvajal, J. (2003). Life cycle of *Caligus rogercresseyi*, (Copepoda: Caligidae) parasite of Chilean reared salmonids. Aquaculture, (220). [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00512-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00512-4)
- Groner, M. L., Gettinby, G., Stormoen, M., Revie, C. W., & Cox, R. (2014). Modelling the Impact of Temperature-Induced Life History Plasticity and Mate Limitation on the Epidemic Potential of a Marine Ectoparasite. PLoS ONE, 9(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088465>

- Hammann, M. G., & Rosales-Casián, J. A. (1990). Taxonomía y Estructura de la Comunidad de Peces del Estero de Punta Banda y Bahía de Todos Santos, Baja California, México. En *Temas de Oceanografía Biológica en México* (153-192). UABC. <https://proesteros.org/inventarios/humedales/PuntaBanda/anexpece.htm>
- Haugen, C. W. (1990). Fish Bulletin 174. The California Halibut, *Paralichthys californicus*, Resource and Fisheries. 174.
- Herzka, S., Griffiths, R., Fodrie, F., & McCarthy, I. (2009). Short-term size-specific distribution and movement patterns of juvenile flatfish in a Pacific estuary derived through length-frequency and mark-recapture data. *Ciencias Marinas*, 35(1). <https://doi.org/10.7773/cm.v35i1.1436>
- Hernández-León, J. C. (2001). Ecología alimentaria del lenguado de California *Paralichthys californicus* (Ayres 1859) en la bahía de San Quintín, Ensenada, Baja California, México [Tesis de Maestría en Ecología Marina, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California]. <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/2368>
- IBM, (International Business Machines Corporation). (2021). Prueba de Kruskal-Wallis. <https://www.ibm.com/docs/es/spss-statistics/beta?topic=tests-kruskal-wallis-test>
- ILCE, (Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa). (2022). X. Pesca deportiva. Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa. http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/087/htm/sec_28.htm
- ILCE, (Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa). (2023). Pesquería de guachinangos y lenguados. http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/087/htm/sec_24.htm
- INAPESCA, (Instituto Nacional de Pesca). (2018). Acuicultura, Lenguado de California. Acuicultura del fomento. <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-lenguado-de-california>
- INAPESCA, (Instituto Nacional de Pesca). (2022). Capítulo I. Redes de arrastre. https://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/CATALOGO%20DE%20SISTEMAS%20DE%20CAPTURA/CapI_Arrastre.pdf
- IPHC, (International Pacific Halibut Commission). (2017). Pacific Halibut: Stock Status and Biology. Pacific Halibut (*Hippoglossus stenolepis*): Stock Status and Biology. <https://iphc.int/management/research-and-monitoring/pacific-halibut-stock-status-and-biology>
- ITBR, (Instituto Tecnológico de Boca del Río). (2023). Protocolo de método de cultivo de *Paralichthys californicus*. Instituto Tecnológico de Boca del Río. <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-de-boca-del-rio/biologia-del-desarrollo-animal/protocolo/61640123>
- Jiménez-Rosenberg, S., Aceves-Medina, G., Saldierna-Martínez, R., & Cota-Gómez, V. (2007). Fish larvae in Bahía Sebastián Vizcaíno and the adjacent oceanic region, Baja California, México. *Check List*, (3). <https://doi.org/10.15560/3.3.204>

- Kabata, Z. (1987). *Acanthochondria hippoglossi* sp.nov. (Copepoda, Chondracanthidae), a crustacean parasite of some flatfishes off the Pacific coast of North America. *Canadian Journal of Zoology*, 65(1). <https://doi.org/10.1139/z87-033>
- Kalman, J. E. (2003). *Acanthochondria hoi*, a new species of parasitic copepod (Poecilostomatoida: Chondracanthidae) on the California halibut, *Paralichthys californicus*, from Santa Monica Bay, California, with an amended key to the genus *Acanthochondria*. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 116(3). https://www.researchgate.net/publication/289688639_Acanthochondria_hoi_a_new_species_of_parasitic_copepod_Poecilostomatoida_Chondracanthidae_on_the_California_halibut_Paralichthys_californicus_from_Santa_Monica_Bay_California_with_an_amended_key_to_th
- Kauak-Martabid, F. N. (2016). Análisis comparativo de la eficacia de los tratamientos aplicados por baño para el control de *Caligus rogercresseyi* (Boxshall & Bravo, 2000) en cuatro centros de cultivo de la X Región [Tesis de Licenciatura en Ingeniería en Acuicultura]. Universidad Austral de Chile. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/bpmfpk.21a/doc/bpmfpk.21a.pdf>
- Kearn, G. C. (2005). Leeches, Lice and Lampreys: A Natural History of Skin and Gill Parasites of Fishes. En *Fish and Fisheries*, 6, 277-279. Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2005.00192.x>
- Kearn, G. C. (2014). Some Aspects of the Biology of Monogenean (Platyhelminth) Parasites of Marine and Freshwater Fishes. *Oceanography: Open Access*, 2(1). <https://doi.org/10.4172/2332-2632.1000117>
- Klassen, G. J., Beverley-Burton, M., & Locke, A. (1989). A revision of *Entobdella* Blainville (Monogenea: Capsalidae) with particular reference to *E. hippoglossi* and *E. squamula*: the use of ratios in taxonomy and key to species. *Canadian Journal of Zoology*, 67(8). <https://doi.org/10.1139/z89-267>
- Klimpel, S., Kuhn, T., & Mehlhorn, H. (Eds.). (2017). *Biodiversity and Evolution of Parasitic Life in the Southern Ocean*, 9(1) Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-46343-8>
- Kramer, S. (1991). Growth, Mortality, and Movements of Juvenile California Halibut *Paralichthys californicus* in Shallow Coastal and Bay Habitats of San Diego County, California. *Fish. Bull.*, 89. https://www.researchgate.net/publication/242223985_Growth_Mortality_and_Movements_of_Juvenile_California_Halibut_Paralichthys_californicus_in_Shallow_Coastal_and_Bay_Habitats_of_San_Diego_County_California
- Kramer, S. H. (1990). Distribution and Abundance of juvenile California halibut, *Paralichthys californicus*, in shallow waters of San Diego County (UC. San Diego Fish Bulletin 174). *Resource and Fisheries*. <https://escholarship.org/content/qt4867s6f4/qt4867s6f4.pdf>
- Kua, B. C., Azmi, M. A., & Hamid, N. K. A. (2010). Life cycle of the marine leech (*Zeylanicobdella arugamensis*) isolated from sea bass (*Lates calcarifer*) under laboratory conditions. *Aquaculture*, 302(3). <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.02.029>
- Kua, B. C., Choong, F. C., & Leaw, Y. Y. (2014). Effect of salinity and temperature on marine leech, *Zeylanicobdella arugamensis* (De Silva) under laboratory conditions. *Journal of Fish Diseases*, 37(3). <https://doi.org/10.1111/jfd.12087>

- Lafferty, K. (2013). Parasites in Marine Food Webs. *Bulletin of Marine Science*, (89). <https://doi.org/10.5343/bms.2011.1124>
- Lluch Belda, D. (Ed.). (2000). BAC: Centros de actividad biológica del Pacífico mexicano. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste: Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- López, J. (2006). Evaluación del hábitat de crianza estuarino de juveniles de lenguado de California (*Paralichthys californicus*) con base en el crecimiento y la abundancia relativa. *Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria en Nanociencia y Nanotecnología*, 9(16). <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2016.16.56907>
- López-Rasgado, F. J., & Herzka, S. Z. (2009). Assessment of habitat quality for juvenile California halibut (*Paralichthys californicus*) in a seasonally arid estuary. *Fishery Bulletin*, (107). https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/25440/lopez_Fish_Bull_2009.pdf?sequence=1
- Love, M. S., & Moser, M. (1983). A Checklist of Parasites of California, Oregon, and Washington Marine and Estuarine Fishes. U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service. <https://spo.nmfs.noaa.gov/sites/default/files/legacy-pdfs/SSRF777.pdf>
- Margolis, L., & Kabata, Z. (1984). Guide to the parasites of fishes of Canada (Vol. 101). Dept. of Fisheries and Oceans. <https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/library-bibliotheque/82800.pdf>
- Martin, M. B. (2015). Taxonomy and phylogeny of the buccal-attaching Cymothoidae (Crustacea: Isopoda) of Australia [Tesis de Doctorado en Filosofía]. Universidad de Tasmania. <https://eprints.utas.edu.au/23117/>
- Martínez Ortega, R. M., Tuya Pendás, L. C., Martínez Ortega, M., Pérez Abreu, A., & Cánovas, A. M. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8(2). <https://revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/1531>
- Meza, L. F. (2015). Carga parasitaria e índices biológicos y hematológicos en híbridos de tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis mossambicus*) cultivada en agua de mar. [Tesis de Maestría en Acuicultura]. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/78/1/242651.pdf>
- Montañez-Rivera, G. J. (2013). Características clave de un arte de pesca: El chinchorro de línea | Gulf of California Marine Program. <https://gocmarineprogram.org/blog/fisheries/caracteristicas-clave-de-un-arte-de-pesca-el-chinchorro-de-linea/>
- Moser, H. G. & Watson, W. (1990). Distribution and abundance of the early life history stages of the California halibut, *Paralichthys californicus*, and comparison with the fantail sole, *Xystoteus liopepis*. En C. W. Haugen (Ed.), *The California halibut, Paralichthys californicus, Resource and Fisheries*. *Fish. Bull. Cal. Dep. Fish Game*. (174). <https://escholarship.org/content/qt4867s6f4/qt4867s6f4.pdf>
- Murwantoko, M., Negoro, S. L. C., Isnansetyo, A., & Zafran, Z. (2018). Short Communication: Identification of marine leech and assessment of its prevalence and intensity on cultured hybrid groupers (*Epinephelus* sp.). *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 19(5). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190529>

- Nagasawa, K., & Takami, T. (1993). Host Utilization by the Salmon Louse *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae) in the Sea of Japan. *The Journal of Parasitology*, 79(1). <https://doi.org/10.2307/3283292>
- Navarro-Rodríguez, M. C., Gonzáles, M. E., Gonzáles, L. F. (2005). Copepodos: Criaturas Maravillosas del Zooplankton Marino. Centro Universitario de la Costa Sur, Departamento De Estudios Para El Desarrollo, Sustentable De Zonas, Costeras, Universidad De Guadalajara, 38. <https://www.comprendamos.org/alephzero/38/copepodoscriaturas.html>
- Negrete, J. M., del Moral, L. F., & Pérez, G. (2015). Diversidad de peces planos en México. *Conabio Biodiversitas*, 121. https://www.researchgate.net/publication/287699431_Diversidad_de_peces_planos_en_Mexico
- NMNH, (National Museum of Natural History). (2022). Invertebrate Zoology Collections Search. National Museum of Natural History. <https://collections.nmnh.si.edu/search/iz/>
- NOAA, (National Oceanic and Atmospheric Administration). (2022). Upwelling indices. <https://oceanview.pfeg.noaa.gov/products/upwelling/cutibeuti>
- Oakley, C. L. (1930). The Chondracanthidae (Crustacea: Copepoda); with a Description of Five New Genera and One New Species. *Parasitology*, 22(2). <https://doi.org/10.1017/S0031182000011057>
- OBIS, (Ocean Biodiversity Information System). (2023). *Nerocila acuminata* Schiödte & Meinert, 1881. <https://obis.org/taxon/118906>
- OMM, (Organización Meteorológica Mundial). (2022). El episodio triple de La Niña continúa y prolonga la sequía y las inundaciones. Organización Meteorológica Mundial. <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/el-episodio-triple-de-la-ni%C3%B1a-contin%C3%BAa-y-prolonga-la-sequ%C3%ADa-y-las>
- Osuna, A. C. (1992). Estructura Poblacional del lenguado diamante *Hysopsetta guttulata* (GIRARD), en la laguna costera «Estero de Punta Banda» [Tesis de Licenciatura en Oceanología, Universidad Autónoma de Baja California]. <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/bitstreams/5219d042-d5d7-4086-87dd-f137eb52a64f/download>
- Pearse, A. S. (1926). The Ecology of Parasities. *Ecology*, 7(2). <https://doi.org/10.2307/1928939>
- Piasecki, W. (1993). Description of *Neobrachiella* sp. (Copepoda, Siphonostomatoida, Lernaeopodidae) parasitic in the buccal cavity of California halibut (*Paralichthys californicus*). *Wiadomości Parazytologiczne*, 2(39). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8237004/>
- Piasecki, W., Młynarczyk, M., & Hayward, C. J. (2010). *Parabrachiella jarai* sp. Nov. (Crustacea: Copepoda: Siphonostomatoida) parasitic on *Sillago sihama* (Actinopterygii: Perciformes: Sillaginidae). *Experimental Parasitology*, 125(1). <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2009.10.001>
- Plaul, S. E., Montes, M. M., Barbeito, C. G., & Martorelli, S. R. (2013). Morphological aspects and histological effects of the attachment organ of *Parabrachiella* sp. (Copepoda: Lernaeopodidae) on the grey mullet, *Mugil liza* Valenciennes. *Journal of Fish Diseases*, 36(10). <https://doi.org/10.1111/jfd.12083>

- Purivirojkul, W., & Songsuk, A. (2020). New Records of Fish Parasitic Isopods (Crustacea: Isopoda) from the Gulf of Thailand. *Animals*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/ani10122298>
- Ravi, R., & Shariman, Z. (2017). *Zeylanicobdella arugamensis*, the marine leech from cultured crimson snapper (*Lutjanus erythropterus*), Jerejak Island, Penang, Malaysia. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(5). <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2017.01.018>
- Rosales-Casián, J. A. (1996). Ichthyofauna of Bahía de San Quintín, Baja California, México, and its adjacent coast. 22(4). <https://doi.org/10.7773/cm.v22i4.875>
- Rosales-Casián, J. A. (1997). Inshore soft-bottom fishes of two coastal lagoons on the northern Pacific coast of Baja California. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*, 38. https://www.researchgate.net/publication/287691156_Inshore_soft-bottom_fishes_of_two_coastal_lagoons_on_the_northern_Pacific_coast_of_Baja_California
- Rosales-Casián, J. A. (2004). Age and Growth of Young-Of-The-Year (YOY) California Halibut (*Paralichthys californicus*), from Northwestern Baja California. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*, (103). <https://doi.org/10.3160/0038-3872-103.3.137>
- Rosales-Casián, J. A. (2004a). Composition, importance and movement of fishes from San Quintín Bay, Baja California, Mexico. *Ciencias Marinas*, 30(1A). <https://doi.org/10.7773/cm.v30i11.116>
- Rosales-Casián, J. A. (2004b). Tropical fish species as indicator of 1997-1998 El Niño in Bahía de San Quintín, Baja California, México. 103(1). <https://doi.org/10.3160/0038-3872-103.1.20>
- Rosales-Casián, J. A., & Almeda-Jauregui, C. (2009). Unusual occurrence of a green sturgeon *Acipenser medirostris*, at El Socorro, Baja California, México. *CalCOFI Reports*, (50). https://www.researchgate.net/publication/227854967_Unusual_occurrence_of_a_green_sturgeon_on_acipenser_medirostris_at_el_socorro_Baja_California_Mexico
- Rosales-Casián, J. A., & Hammann, M. G. (1993). The Bahía de Todos Santos and Estero de Punta Banda, Baja California, México: A BENES Project for the Study of Coastal Fishes. Report of Activities and Preliminary Results (Allen, L.G. 1993. BENES: Bay, Estuarine and Nearshore Ecosystem Studies. Annual Progress Report for 1992-93. Attachment «C»). <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/1805/1/11451.pdf>
- Rosales-Casián, J. A., & Ruz-Cruz, R. (2005). Record of a white sturgeon, *Acipenser transmontanus* from Bahía de Todos Santos, Baja California, México, found at the Ensenada seafood Market. *Bull. Southern California Acad. Sci.*, 104(3). <https://www.biodiversitylibrary.org/partpdf/292005>
- Samuthirapandian, R., Vigneshwaran, P., & Rameshkumar, G. (2019). A taxonomic review of the fish parasitic isopod family Cymothoidae Leach, 1818 (Crustacea: Isopoda: Cymothoidea) of India. *Zootaxa*, (4622). <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4622.1.1>
- Sapkota, A. (2022). Parasitism Interaction- Definition and Types with Examples. *The Biology Notes*. <https://thebiologynotes.com/parasitism/>
- Schiødte, J. C., & Meinert, Fr. (1879). *Symbolæ ad monographiam Cymotharum Crustaceorum Isopodum familiae*, 7,1-690. Typis H. H. Thiele. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.10300>

- Schram, T., & Haug, T. (1988). Ectoparasites of the Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* (L.) from northern Norway—Potential pests in halibut aquaculture. *Sarsia*, (73). <https://doi.org/10.1080/00364827.1988.10413408>
- Schultz, G. A. (1969). *How to know: The marine isopod crustaceans*. WM. C. Brown Company Publishers. <https://isopods.nhm.org/pdfs/2161/2161-001.pdf>
- Sears-Hartley, L. G. (1994). Age, growth and early life history of *Paralichthys californicus* derived from otolith microstructure. [Tesis de Maestría en Ciencias]. California State University, Northridge.
- SEMARNAT, (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2009). Compendio de estadísticas ambientales 2009. Descripción de artes de pesca usuales. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2009/compendio_2009/10.100.8.236.8080/ibi_apps/WFServlet64f6.html
- Shah, M. D., Venmathi Maran, B. A., Haron, F. K., Ransangan, J., Ching, F. F., Shaleh, S. R. M., Shapawi, R., Yong, Y. S., & Ohtsuka, S. (2020). Antiparasitic potential of *Nephrolepis biserrata* methanol extract against the parasitic leech *Zeylanicobdella arugamensis* (Hirudinea) and LC-QTOF analysis. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79094-4>
- Stuart, K., Silbernagel, C., & Drawbridge, M. (2021). The status of California halibut, *Paralichthys californicus*, as a technologically feasible species for marine U.S. aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*, 52(3). <https://doi.org/10.1111/jwas.12768>
- Suárez-Morales, E., & Gasca, R. (2012). A new *Lepeophtheirus* (Copepoda: Siphonostomatoida: Caligidae) from Isla del Coco National Park, Costa Rica, Eastern Tropical Pacific. *Revista de Biología Tropical*, 60(3). http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-77442012000800014&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- Sures, B., Nachev, M., Selbach, C., & Marcogliese, D. J. (2017). Parasite responses to pollution: What we know and where we go in 'Environmental Parasitology'. *Parasites & Vectors*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2001-3>
- UCR, (Universidad de Costa Rica). (2022). Medidas de frecuencia. https://ccp.ucr.ac.cr/cursos/epidistancia/contenido/2_epidemiologia.htm
- ULPGC, (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria). (2022). Tema 7. Phylum Platyhelminthes. Generalidades. Clase Monogenea. Generalidades. Subclase Monopisthocotylea. *Gyrodactylus*, *Dactylogyrus* y *Benedenia*,. Subclase Polyopisthocotylea. Microcotyle. https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/35/35876/tema_7.pdf
- Wal, S. van der. (2018). Biodiversity and systematics of branchial cavity inhabiting fish parasitic isopods (Cymothoidae) from sub-Saharan Africa [Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales]. Unirversidad North-West. orcid.org/0000-0002-7416-8777
- Wood, C. L., Welicky, R. L., Preisser, W. C., Leslie, K. L., Mastick, N., Greene, C., Maslenikov, K. P., Tornabene, L., Kinsella, J. M., & Essington, T. E. (2023). A reconstruction of parasite burden reveals one century of climate-associated parasite decline. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(3). <https://doi.org/10.1073/pnas.2211903120>

- WoRMS Editorial Board, (World Register of Marine Species). (2022). *Monocorophium* Bousfield & Hoover, 1997. World Register of Marine Species. <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=148591>
- WoRMS Editorial Board, (World Register of Marine Species). (2023a). *Lepeophtheirus* von Nordmann, 1832. World Register of Marine Species. <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=135568#distributions>
- WoRMS Editorial Board, (World Register of Marine Species). (2023b). *Zeylanicobdella arugamensis* de Silva, 1963. World Register of Marine Species. <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=370700>
- Yoon, G. H. (1998). Studies on the monogenean, *Entobdella hippoglossi* Muller, 1776, parasitising a commercially important cultured fish, the Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* Linnaeus, 1758 [Thesis for Doctor of Philosophy, University of Stirling]. <https://core.ac.uk/download/pdf/288394054.pdf>

Anexos

A continuación se muestran los datos obtenidos para *P. californicus* y *P. guttulatus* durante la totalidad de muestreos y estaciones del año junto con sus respectivos intervalos de peso, longitudes totales y cantidad de organismos recolectados por periodo.

Tabla 29. Número total de individuos de *P. californicus* y *P. guttulatus* capturados por sitio y fecha de recolecta junto con intervalo de tallas (cm) e intervalo de pesos (g) durante 2022 y 2023. (EPB: Estero Punta Banda, SQ: Bahía San Quintín y LM: Laguna Manuela).

Sitio y fecha	Individuos capturados de <i>P. californicus</i>	Intervalo de longitud total (cm)	Intervalo de peso (g)	Individuos capturados de <i>P. guttulatus</i>	Intervalo de longitud total (cm)	Intervalo de peso (g)
EPB verano (jul) 2022	4	20-60	170-1600	9	15-23	155-570
EPB otoño (oct-nov) 2022	3	23-29	258-326.5	5	20-22	287.5-316.2
EPB invierno (mar-abr) 2023	3	54-75	1240-1722	6	3-22	14-130
EPB primavera (jun) 2023	11	35-66	640-6750	1	18	145
SQ verano (jul) 2022	6	54-93	1520-7580	0	-	-
SQ otoño (oct-nov) 2022	4	12 - 15	86.4-108	15	9.5-34	150-505.3
SQ invierno (mar-abr) 2023	15	2.8-12.4	64-284.7	7	22-26.5	155-245
SQ primavera (jun) 2023	17	3.5-19	80.4-436.3	6	6.5-19	55-161.8
LM verano (jul) 2022	11	7.5-119	54-41800	10	4-8.8	46-109.3
LM otoño (oct-nov) 2022	10	31-73	420-5680	0	-	-
LM invierno (mar-abr) 2023	18	51-91.5	1200-10170	0	-	-
LM primavera (jun) 2023	20	46-67	1260-4000	0	-	-
Total de individuos		122			59	

Para *P. californicus* en el Estero Punta Banda se obtuvieron las medianas (valor que divide la mitad superior e inferior de los datos, MLong y MPeso) de 50 cm y 1240 g, respectivamente, y con modas (valor que se repite más en nuestros datos, MoLong y MoPeso) de 54 cm y 1600 g. Para Bahía San Quintín las MLong y

MPeso fueron de 8.25 cm y 149.26 g y MoLong y MoPeso de: 6.50 cm y 149.26 g y para Laguna Manuela los valores de MLong y MPeso fueron de 64 cm y 2697.85 g, y MoLong y Mopeso de 63 cm y 2400 g.

Para *P. guttulatus* en el Estero Punta Banda las medianas fueron MLong: 20 cm, MPeso: 195 g, y con modas MoLong: 21 cm y MoPeso :316 g. Para la Bahía San Quintín las medias calculadas fueron MLong: 19.25 cm y MPeso: 220 g, y con modas MoLong: 22 cm y MoPeso: 160 g. Por último, las medianas MLong y MPeso para Laguna Manuela fueron de 8.15 cm y 61.23 g, respectivamente con modas MoLong y MPeso de 7.50 cm y 60 g.

La siguiente tabla presentan las medidas morfológicas del parásito *E. hippoglossi* durante la estación de verano (jul) 2022 en las localidades de Bahía San Quintín y Laguna Manuela: longitudes, diámetros del haptor superior (D) y anchos corporales (mm).

Tabla 30. Longitudes promedio (\pm SE) de *Entobdella hippoglossi* recolectadas en Bahía San Quintín y Laguna Manuela durante el periodo de verano (julio) 2022 en *P. californicus* y *P. guttulatus**. (SQ: Bahía San Quintín y LM: Laguna Manuela).

<i>E. hippoglossi</i>	Número de parásito	Longitud (mm)	Diámetro de haptor superior (mm)	Ancho (mm)	Sitio corporal
SQ verano (jul) 2022	1	12.4	3.1	4.8	Zona ventral
	2	13.7	3.8	5.1	
Promedios SQ		13 \pm 0.6	3.4 \pm 0.3	5 \pm 0.1	
LM verano (jul) 2022	*3	9.0	0.6	2.08	
	*4	12.5	1.5	1.7	
	*5	13.2	1.6	1.6	
	*6	6.8	1.06	1.61	
	*7	7.7	0.8	1.6	
	*8	7.8	1.3	1.7	
	*9	10.2	1.3	1.8	
	10	5.6	2.1	2.5	
	11	10.8	3.2	5.3	
	12	6.6	2.7	3.6	
	13	5.6	2.1	2.6	
14	5.2	2.2	2.4		
Promedios LM		8.4 \pm 0.7	1.7 \pm 0.2	2.4 \pm 0.3	