UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR

ÁREA DE CONOCIMIENTO DE CIENCIAS DEL MAR

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE BIOLOGÍA MARINA

TESIS

HELMINTOS Y CRUSTÁCEOS PARÁSITOS DE *Lutjanus peru* (NICHOLS Y MURPHY, 1922) DE SAN EVARISTO Y EL SARGENTO, B. C. S., MÉXICO.

QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO MARINO

PRESENTA:

SANDRA VANESSA PAZ RAMOS

DIRECTORA:

Dra. MARÍA DEL CARMEN GÓMEZ DEL PRADO ROSAS

LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, AGOSTO 2013

A mi familia y, de manera especial,

a mis padres José y Martina por su cariñoso apoyo.

Agradecimientos

Antes que nada, agradezco, a dios por permitirme llegar hasta donde ahora me encuentro, por darme el valioso regalo de la vida y mi hermosa familia.

A la Dra. Mary Carmen Gómez del Prado Rosas por el tiempo y dedicación que empleó para guiarme y concretar este esfuerzo, pero sobre todo por su cariño, comprensión y apoyo para seguir adelante. Al igual que su madre María Luisa por su compañía y alegría.

A el Dr. Juan Carlos Pérez Urbiola y M. en C. Roxana Inohuye Rivera por su disposición y valiosos comentarios.

A PRONATURA Noroeste AC por el apoyo del proyecto "Recuperación y Conservación de los Recursos Pesqueros en el Golfo de California" del cual provienen las muestras de El Sargento, utilizadas en mi proyecto de tesis; en especial al M en C. Pablo Noé Castro Moreno por su apoyo y comentarios en la revisión de esta tesis.

A la Dra. Eleonora Puente Carreón y Lic. Marco Antonio Díaz Serna por su apoyo y sus comentarios alentadores.

A mis amigas del laboratorio de Parasitología, Magui y Viry por llenar de alegría aquellos largos días de trabajo y hacerlos amenos con sus bromas y sonrisas.

A mis mejores amigos incondicionales, Germán, Benigno, America, Rosy, Conchis, Laura, Yazmin, Darío, Pamela, Pilar, Tasha y a todos los que recorrieron a mi lado parte del camino universitario con su alegría y entusiasmo.

A mis hermanos (Jesús Alexis y Jorge Augusto) por su gran apoyo y mis tíos, abuelitos y primos, porque a pesar de estar tan lejos, confiaron en mí y me mostraron su constante apoyo. Sin ellos no sería lo que soy.

Esta tesis, además, de dedicársela a toda mi familia tiene una dedicatoria muy especial, a mi angelito guardián mi abuelita Rosa que me cuida desde el cielo.

GRACIAS A TODOS

ÍNDICE

Lista de Figuras…….. ii

Lista de Tablas…… iii

RESUMEN……..…… iv

INTRODUCCIÓN……... 1

ANTECEDENTES…….…. 16

JUSTIFICACIÓN…….…… 20

OBJETIVO GENERAL Y PARTICULARES…….….. 21

ÁREA DE ESTUDIO…….……. 22

METODOLOGÍA…….…. 24

Material biológico…….…. 24

Procesamiento del material biológico de la primera temporada (San Evaristo B. C. S., México)……..……..…….. 24

Procesamiento del material biológico de la segunda temporada (El Sargento B. C. S., México)……..……..... 27

Parámetros ecológicos en parasitología…….. 30

RESULTADOS……... 32

Datos morfométricos y número de parásitos por localidad y especie…… 32

Identificación taxonómica de los parásitos…….…. 36

Identificación taxonómica de *Polymicrocotyle manteri*…….…….. 36

Identificación taxonómica de *Prodistomum* sp……... 42

Identificación taxonómica de *Anisakis* sp…… 48

Identificación taxonómica de *Lernanthropus* sp……. 54

Parámetros ecológicos en parasitología……. 61

DISCUSIÓN…….. 63

Datos morfométricos…….. 63

Variación de los grupos de parásitos por localidades (San Evaristo y El Sargento)……..… 65

Parámetros ecológicos, órganos y sitios de infección por especie de parásito……..……..……... 67

CONCLUSIONES……..... 74

RECOMENDACIONES……... 76

LITERATURA CITADA……..... 78

Lista de Figuras

1. Áreas de estudio: San Evaristo y El Sargento…….……. 23
2. Promedio de los datos morfométricos: longitud total (L. T), longitud patrón (L. P) y altura (A) de los *L. peru* de las localidades de San Evaristo y El Sargento…… 33
3. *Polymicrocotyle manteri* en *L. peru*…….…….…. 40
4. *Prodistomum* sp. en *L. peru*……..….. 45

5. Larva L3 de *Anisakis* sp. en *L. peru*……..... 50

6. Copépodo hembra parásito, *Lernanthropus* sp. en *L. peru*…… 57

7. Copépodo macho parásito, *Lernanthropus* sp. en *L. peru*……..... 58

Lista de Tablas

1. Número de parásitos encontrados en *L. peru* por localidad y especie……..... 34

2. Número de parásitos encontrados por órgano o sitio de infección de los peces *L. peru* de la localidad de San Evaristo…….….. 34

3. Número de parásitos encontrados por órgano o sitio de infección de los peces *L. peru* de la localidad de El Sargento…..... 35

4. Parámetros ecológicos en parasitología por especie de parásito……..... 62

RESUMEN

El huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* pertenece a la familia Lutjanidae, orden Perciformes; se distribuye en zonas marinas tropicales y subtropicales, teniendo preferencia por arrecifes costeros con fondos rocosos y arenosos. Las localidades de San Evaristo y El Sargento, La Paz, Baja California Sur., son hábitats de esta especie. En ellas de manera natural el pez puede adquirir ciertos grupos de helmintos y crustáceos parásitos que pueden afectar su fisiología, retraso en el crecimiento, desarrollo gonadal e incluso la mortalidad de los organismos (generalmente cuando son sometidos a acuicultura). Para conocer la fauna parasitaria de *L. peru*, durante dos temporadas Febrero a Abril del 2011 (invierno-primavera) y Junio a Julio del 2012 (verano) se revisaron 60 peces. En la primera 17 peces en etapa juvenil provenientes de la localidad de San Evaristo y en la segunda 43 peces en etapa de adulto provenientes de la localidad de El Sargento. Se tomaron los datos morfométricos de éstos, se disectaron y se procedió a la búsqueda de los parásitos tanto en sus órganos como en los sitios de infección (H_2O filtrada). Para el procesamiento del material biológico se aplicó la técnica parasitológica acorde al grupo de parásito encontrado. Se realizó la identificación y descripción taxonómica de los parásitos y se calcularon los parámetros ecológicos en parasitología: prevalencia (P), intensidad promedio de infección (I) y abundancia (A). Los helmintos y copépodos parásitos encontrados en San Evaristo fueron: seis *Polymicrocotyle manteri* (en branquias), 18 *Anisakis* sp. (en

branquias, intestino y estómago) y un *Lernanthropus* sp. (en branquias). En El Sargento se encontraron 13 *Polymicrocotyle manteri* (en branquias y H_2O filtrada), 11 *Prodistomum* sp. (en H_2O filtrada, intestino y estómago), siete *Anisakis* sp. (en branquias, intestino y estómago) y dos *Lernanthropus* sp. (en branquias). En la primera localidad *Anisakis* sp. presentó una mayor prevalencia, intensidad promedio de infección y abundancia seguido por *Polymicrocotyle manteri.* En la segunda, los helmintos presentaron la mayor prevalencia, sin embargo, *Polymicrocotyle manteri* fue el que sostuvo una mayor intensidad promedio de infección y abundancia, seguido por *Prodistomum* sp. En ambas localidades se presentaron las mismas especies de parásitos, excepto por *Prodistomum* sp. que solo se presentó en peces provenientes de El Sargento. Esta diferencia se puede atribuir a cambios alimenticios en la dieta del pez. En general, los *L. peru* provenientes de las dos localidades de estudio presentaron una baja prevalencia y abundancia de parásitos lo cual puede ser consecuencia de que este pez presenta una amplia distribución espacial, comportamiento (por su preferencia a permanecer a grandes profundidades con bajas temperaturas) y su tipo de alimentación la cual se basa generalmente en crustáceos.

Palabras claves: *Lutjanus peru,* parásitos, helmintos, crustáceos, hospedero.

INTRODUCCIÓN

Lutjanus peru (Nichols y Murphy, 1922) también conocido como huachinango del Pacífico es un pez perteneciente a la familia Lutjanidae, se caracteriza por presentar una coloración rosa y aletas de color rosa intenso. Se distribuye desde Bahía Magdalena, Baja California Sur (B. C. S.) hasta las Costas del norte de Perú, es una especie demersal que habita en aguas costeras asociadas a arrecifes (con fondos rocosos y arenosos). Se alimenta de peces e invertebrados (principalmente crustáceos). Es capturado por el hombre, con líneas de mano (piola y anzuelo), palangres y redes de arrastre, en áreas costeras, entre 10 y 80m de profundidad (Allen, 1985 y Saucedo, 2000). En B. C. S es capturada con líneas de mano (piola y anzuelo) y palangre, entre los 40 y 100m de profundidad.

De los recursos de escama que desembarcan las flotas artesanales en el Pacífico Mexicano, *L. peru* es una de las especies más importantes tanto por su volumen de capturas como por su valor comercial (INP, 2001). Rocha-Olivares y Sandoval-Castillo (2003) mencionan que de acuerdo con las estadísticas oficiales, la producción pesquera de *L. peru* en el Pacífico Mexicano ha oscilado entre 1, 739 y 4, 917 t anuales durante los últimos 30 años (1968-1998). Por otra parte, en el Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca (2009) se señala que por su volumen este pez se encuentra posicionado en el lugar 23 de la producción de especies marinas en México; sin embargo, por su valor, lo encontramos en el lugar 10,

siendo positiva (0.89%) la tasa media de crecimiento anual de la producción en los últimos 10 años, con una producción en el año 2009 de 6, 701 t (peso vivo) para México y 612 t para B. C. S (Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca, 2009). No obstante, en la Carta Nacional Pesquera (2010) se indica que la captura anual mínima para el Huachinango y Pargo en el Pacífico Mexicano es de: 800 t en B. C. S; 400 t en Nayarit y Sinaloa; 100 t en Sonora; 500 t en Jalisco; 200 t en Colima y Michoacán y 500 t en Guerrero.

En la Bahía de La Paz y La Ventana (B. C. S.) *L. peru* es la especie más capturada durante todo el año, presentando una gran demanda en los mercados locales, regionales, nacionales e internacionales (Díaz-Uribe *et al*., 2004). Las localidades de San Evaristo y El Sargento están situadas en el Municipio de La Paz (B. C. S.). Son localidades pesqueras ubicadas al noroeste (frente a isla San José) y al suroeste (frente a isla Cerralvo) del Golfo de California. En ellas se forma una gran diversidad de hábitats utilizados por *L. peru* (Sánchez-Brito, 2003).

Dentro de los múltiples factores adversos para el desarrollo de *L. peru* está la presencia de parásitos, citándose entre los principales grupos que pueden desarrollar estados patológicos los helmintos (monogéneos, digéneos, céstodos, acantocéfalos y nemátodos) y los crustáceos (copépodos e isópodos). El daño de estos parásitos en poblaciones naturales de peces pueden pasar desapercibidos. Sin embargo, cuando los organismos son sometidos a situaciones de

confinamiento (acuicultura), la parasitosis suele presentarse con mayor frecuencia, al favorecer el ciclo de vida de los parásitos. Se considera que en los climas cálidos los parásitos especialmente los externos, son el principal grupo de patógenos que causan mortalidad en los peces sometidos a cautiverio, encontrándose, en muchos casos, como causa importante de pérdidas económicas ya que en ellos pueden conducir a la existencia de procesos patológicos, entre los cuales están los daños o destrucción de los tejidos, producidos durante el proceso de sujeción en los tejidos del hospedador. Un ejemplo lo constituyen los monogéneos y crustáceos, ectoparásitos localizados generalmente sobre la piel o las branquias y provistos de órganos de sujeción que contribuyen a producir lesiones (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1999).

Por otra parte, algunos helmintos parásitos pueden irritar las células del tracto intestinal con sus órganos de sujeción al producir heridas si están armados (como ocurre con los acantocéfalos o ciertos céstodos) o con la producción de toxinas, venenos o secreciones. Entre los crustáceos, directamente *Argulus* produce secreciones tóxicas que causan alteraciones patológicas a sus peces hospedadores. Otros parásitos pueden secretar enzimas proteolíticas que producen lisis en los tejidos; efectos sobre el sistema reproductor, como inversión del sexo o castración parasitaria. En algunos casos se produce una destrucción del tejido de la gónada invadida (cambios histopatológicos) (Castelló, 1993).

Los tejidos afectados por los parásitos pueden presentar distintas alteraciones, a veces acompañando a los procesos descritos anteriormente. Entre ellas se pueden citar las degeneraciones parenquimatosa o grasa, la necrosis tisular (cuando persiste cualquier tipo de degeneración) o bien cambios en el patrón de crecimiento de los tejidos afectados como hiperplasia e hipertrofia. A veces se produce una reacción inflamatoria que puede ir seguida de formación de granulomas con fuerte reacción fibrótica y forma parte de las alteraciones inmunopatológicas debidas a la respuesta inmunitaria celular a la presencia del parásito. En otras ocasiones se pueden producir modificaciones del patrón hemático, como anemia o alteraciones de la fórmula leucocitaria; efectos sobre el metabolismo del hospedador y sobre la fisiología de la nutrición. Además de la competencia por los nutrientes, se puede producir alteraciones fisiológicas que disminuyen la eficacia de la conversión alimentaria. Cabe destacar que además de los efectos y daños que los parásitos causan en los peces, éstos pueden favorecer la aparición de otras infecciones por diversas causas: facilitando las invasiones bacterianas a través de las heridas causadas, disminuyendo la resistencia del hospedador, a veces incluso a consecuencia de una inmunodepresión, facilitando así la aparición de infecciones secundarias, bacterianas o víricas (Pérez-Iñigo, 1976 y Castelló, 1993).

La parasitología es la ciencia encargada del estudio de los parásitos y las relaciones existentes entre los parásitos y sus hospedadores. Dentro de la

parasitología, la Helmintología estudia los gusanos parásitos de los peces; incluyendo los miembros de tres Phyla: Platyhelminthes, Nematoda y Acantocephala (Cheng, 1964).

El Phylum Platyhelminthes incluye a organismos pluricelulares caracterizados por tener el cuerpo aplanado dorso ventralmente con simetría bilateral. La mayoría son hermafroditas y simbiontes que viven sobre o dentro de sus hospedadores. Las clases Trematoda (Subclase Digenea y Aspidogastrea) Monogenea y Cestoda incluyen sólo organismos parásitos (Padilla y Cuesta, 2003).

La Subclase Digenea la constituyen parásitos caracterizados por presentar órganos de sujeción representados por dos ventosas, una anterior u oral, situada en el extremo anterior del cuerpo y una ventosa ventral (acetábulo), situada por lo general, en el tercio anterior de la región ventral del parásito. La cutícula o tegumento puede ser lisa o tener espinas, son monoicos o hermafroditas ya que tienen un aparato reproductor masculino y femenino. El aparato digestivo consiste en una boca rodeada por la ventosa oral, continúa con una faringe musculosa y luego con el esófago que se conecta directamente al intestino, formado, generalmente, por dos ciegos que pueden ser lisos o presentar ramificaciones laterales. La pared del intestino es permeable y a través de ésta se realiza la absorción de nutrientes (Quiroz, 1984; Margolis y Kabata, 1996).

En los adultos podemos distinguir por lo menos seis tipos de morfologías diferentes:

1.- Tipo distoma: es la más frecuente. El cuerpo es ovalado, el tamaño es variable, desde unas décimas de milímetro hasta unos tres centímetros de longitud, o más. La boca se encuentra en el centro de la ventosa oral y la ventosa ventral está bien desarrollada (Pérez-Iñigo, 1976).

2.-Tipo anfistoma: Se caracteriza porque la ventosa ventral se encuentra desplazada al extremo posterior del cuerpo soliendo alcanzar gran tamaño (Pérez-Iñigo, 1976).

3.-Tipo monostoma: poco frecuente, se caracteriza por la ausencia de la ventosa ventral, solamente existe la oral (Pérez-Iñigo, 1976).

4.- Tipo gasterostoma: es muy poco frecuente, propio sólo de algunos parásitos de peces. La boca se abre en el centro de la ventosa ventral, encontrándose la oral imperforada (Pérez-Iñigo, 1976).

5.-Tipo holostoma: cuerpo de forma peculiar, alargado y dividido en una parte anterior más ancha, donde se encuentran las ventosas oral y ventral (la oral generalmente acompañada de ventosas accesorias), y una parte posterior, más estrecha, donde se encuentran las gónadas. Por lo general, detrás de la ventosa ventral se halla un órgano adhesivo especial que se conoce como *órgano tribocítico* (Pérez-Iñigo, 1976).

6-.Tipo equinostoma: es una forma derivada del tipo distoma pues las ventosas se encuentran en la misma posición que en éste. Lo característico es la presencia de un collar de grandes espinas alrededor de la ventosa oral (Pérez-Iñigo, 1976).

El ciclo biológico es muy complicado utilizando varios hospederos y tomando en cada uno de ellos una o varias formas diferentes. En el hospedero definitivo se desarrolla la reproducción sexual. Además de ésta, también se puede presentar la reproducción asexual. Todos los tremátodos digenéticos, con la excepción de los *Schistosomidae*, son hermafroditas, pudiendo existir auto-fecundación o fecundación cruzada. Su ciclo biológico consiste en varias fases: huevo, miracidio, esporoquiste, redia, cercaria, metacercaria y adulto. Los adultos son parásitos de vertebrados, alojándose bien en el intestino, en vesícula biliar, vejiga urinaria, pulmón u otra cavidad. Los huevos salen al exterior a través de la heces de su hospedero, y es ahí en donde eclosionan y salen unas larvas nadadoras llamadas miracidio las cuales penetran a su hospedador intermediario, generalmente un molusco, caracol o bivalvo dentro del cual se van a transformar en esporoquiste. Las células del esporoquiste se dividen para formar redias que por gemación originan cercarias las cuales salen de su hospedero intermediario para ser libres y nadadoras y encontrar a su próximo hospedador intermediario, generalmente peces en los cuales se van a enquistar y desarrollar a metacercaria para

finalmente llegar a su estado adulto en el mismo pez, aves marinas o bien mamíferos (Pérez-Iñigo, 1976 y Quiroz, 1984).

La Clase Monogenea son ectoparásitos de peces marinos y dulceacuícolas. Son generalmente delgados, aplanados dorso ventralmente, con un rango de tamaño de 0.3 a 20mm. Son monoicos, con fecundación cruzada en muchos casos. Tienen un sistema digestivo incompleto. En la superficie anterior del cuerpo puede haber hasta cuatro manchas ocelares pigmentadas y un conjunto organizado de papilas externas y terminaciones nerviosas que funcionan como mecanorreceptores (Bush *et al*., 2001; Padilla y Cuesta, 2003).

La terminación anterior del cuerpo es llamada prohaptor y la posterior opisthohaptor. En algunas especies, el prohaptor puede tener glándulas cefálicas que secretan una substancia adhesiva y ventosas en la musculatura superficial que son usadas como un accesorio de sujeción. El opisthohaptor es una estructura principalmente responsable de la sujeción del monogéneo en el hospedero (Bush *et al*., 2001).

La morfología del opisthohaptor es altamente variable pero en general, podemos reducir a dos las formas fundamentales que presenta esta estructura y que corresponden a los dos Subórdenes en que puede ser dividido este grupo: *Monopisthocotylea* y *Polyopisthocotylea*. En el primer caso, el opisthohaptor suele

tener forma redondeada con el centro más o menos deprimido, funcionando todo como una ventosa. Con frecuencia este disco adhesivo se encuentra dividido por medio de tabiques, que aumentan de este modo su eficacia. En algunos organismos éste es sencillo, no constando más que de estos elementos, pero es más frecuente que existan piezas accesorias duras como espinas o garfios (ganchos). Por otra parte, en los *Polyopisthocotylea* el opisthohaptor se encuentra más modificado y especializado, desarrollándose ventosas, que en muchas ocasiones presentan elementos esclerificados y en cierto número de especies se han transformado en pinzas. Las ventosas y pinzas pueden estar pedunculadas y funcionan independientemente unas de otras, permitiendo el lento movimiento del parásito por la superficie del hospedador. En este grupo los garfios (ganchos) larvarios no se conservan en el adulto que por lo general carece de estructuras de este tipo (Pérez-Iñigo, 1976; Padilla y Cuesta, 2003).

Su ciclo de vida es directo, con desarrollo desde el huevo hasta el adulto. En algunos casos los huevos salen al exterior por un poro genital y en el agua permiten la salida de una larva ciliada que recibe el nombre de *oncomiracidio,* que se parece al adulto, ya que posee un opisthohaptor plegado. El *oncomiracidio* nada activamente en busca de un hospedador adecuado, al que se fija por medio de las glándulas adhesivas cefálicas y del opisthohaptor larvario que despliega. Esta larva suele poseer numerosas manchas ocelares en la región anterior. Progresivamente la larva se va transformando en adulto, aumentando de tamaño,

perdiendo las manchas ocelares y desarrollando el opisthohaptor definitivo (Bush *et al*., 2001).

A diferencia de la Clase Trematoda, la Clase Cestoda se caracteriza por carecer de boca y de tubo digestivo en todas las fases de su ciclo biológico, sólo presentando órganos reproductores y de sujeción. Todos los céstodos son parásitos intestinales en el estado adulto. Los céstodos constituyen el grupo animal que muestra una mayor adaptación a la vida parásita. Su ciclo biológico es: huevo, oncósfera o larva hexacanta y metacéstodo por penetración de la oncósfera con un desarrollo posterior en uno o varios hospedadores y finalmente adultos por desarrollo del metacéstodo con diferenciación de escólex, proglotización y segmentación, fenómenos que se presentan en el hospedador definitivo. El cuerpo de los céstodos se divide en tres regiones: escólex u órgano de sujeción, cuello situado detrás del escólex y el estróbilo que constituye la mayor parte del cuerpo y que muestra una sucesión de surcos paralelos que le dividen en segmentos más o menos cuadrangulares llamados proglótidos. Su sistema osmorregulador es de tipo protonefridial, como en los tremátodos. Por lo común existen cuatro canales longitudinales que recorren todo el cuerpo del céstodo, dos de ellos son ventrolaterales y dos son dorsolaterales, situados en la zona periférica del parénquima. A lo largo de los canales ventrales existen tubos secundarios, de los que pueden salir terciarios y en cuyos extremos se encuentran

células flamígeras, generalmente dispuestas en grupos de cuatro (Pérez-Iñigo, 1976).

El Phylum Nematoda constituye un gran grupo de organismos vermiformes dentro de los cuales podemos encontrar nemátodos parásitos, su morfología generalmente es cilíndrica, alargada y con simetría bilateral. Tienen un sistema digestivo completo, con la boca en el extremo anterior y el ano cerca del extremo posterior. La pared corporal está constituida por una cutícula, una epidermis y una capa muscular. La cutícula es de tipo acelular secretada por la hipodermis y es eliminada cuatro veces durante el desarrollo ontogénico. Por otra parte, el sistema excretor consiste en glándulas ventrales, canales laterales, o ambas, abriendo cerca del extremo anterior por un poro excretor ventral (Cruz-Reyes y Camargo-Camargo, 2001).

El ciclo biológico en los nemátodos de vida libre suelen ser cuatro, el paso de una forma a la siguiente se efectúa mediante mudas. Si llamamos “L” a la fase larvaria, “M” a la muda y “A” al adulto, el ciclo biológico puede ser expresado abreviadamente de la siguiente manera:

$$\text{Huevo-}L_1 + M_1 \rightarrow L_2 + M_2 \rightarrow L_3 + M_3 \rightarrow L_4 + M_4 \rightarrow A$$

En este ciclo la fase L_3 cuando todavía está encerrada en la cutícula M_2 de la fase anterior es especialmente resistente al medio ambiente, sobre todo a la

desecación. En comparación con los nemátodos de vida libre, en los nemátodos parásitos los ciclos biológicos son muy variados, en ocasiones con cambios de hospedador, pero por lo general es L_3 la forma infestante, mediante la cual el nemátodo accede a su hospedador definitivo (Pérez-Iñigo, 1976).

En nemátodos del género *Anisakis,* principalmente *A. simplex* de la familia Anisakidae la larva L_3 es de gran interés sanitario para el hombre ya que se considera que causa Anisakidosis, la cual es una enfermedad originada cuando la larva invade la pared del tracto digestivo del hombre causando inflamación, ulceración y la formación de granulomas. En el ciclo biológico de estos parásitos, los hospedadores definitivos son mamíferos marinos (ballenas, delfines y lobos marinos) los cuales por medio de sus heces depositan en el mar los huevos embrionados del primer estadio larvario L_1. Posteriormente se realiza la muda al segundo estadio L_2, esta larva eclosiona en el agua y es ingerida por un invertebrado crustáceo que actúa como el primer hospedero intermediario, generalmente copépodos. Los peces que se alimentan de copépodos parasitados, actúan como segundos hospederos intermediarios, donde se desarrolla al tercer estadio L_3. Cuando el hospedero definitivo ingiere a los peces parasitados con la larva L_3, los parásitos completan su desarrollo a la forma adulta. El hombre actúa como un hospedero accidental, cuando consume la larva L_3 que se encuentra libre o enquistada en los tejidos de los peces. En el hombre el parásito, no se logra

desarrollar hasta la forma adulta y solo muda hasta el estadio L_4 (Cabrera y Trillo-Altamirano, 2004).

Otro grupo de parásitos lo constituye la Subclase Copepoda (Phylum: Arthropoda) la cual cuenta con más de 7,500 especies conocidas de las que un cierto número de especies son ectoparásitas de vertebrados e invertebrados marinos. Además tienen interés parasitológico porque algunas de las especies libres son hospederos intermediarios de céstodos y nemátodos. Los copépodos de vida parasitaria están ligera o profundamente modificados en su morfología y fisiología, en algunos casos el grado de transformación morfológica es tanta que no es fácil decir a qué grupo pertenecen. De los ocho órdenes de la Subclase Copepoda, cinco tienen especies parásitas: Cyclopoida, Harpacticoida, Poecilostomatoidea, Siphonostomatoida y Monstrilstomatoidea o Monstrilloida (Cruz-Reyes y Camargo-Camargo, 2001).

Morfológicamente son pequeños, de cuerpo alargado subcilíndrico, dividido en cabeza, tórax y abdomen. El tórax se encuentra formado por seis segmentos de los cuales el primero o los dos primeros se encuentran fusionados a la cabeza. El abdomen consta de cinco segmentos de los cuales el último soporta dos cercópodos. Las aberturas genitales se encuentran en el primer segmento abdominal, el ano en el último, entre los dos cercópodos (Cruz-Reyes y Camargo-Camargo, 2001).

En su ciclo biológico los copépodos tienen los sexos separados (dioicos). En los parásitos es frecuente un notable dimorfismo sexual, los machos suelen ser más pequeños que las hembras. Algunas especies abandonan los huevos en el agua, pero otras los aglomeran en uno o dos ovisacos, mediante una secreción producida en el oviducto, la cual desciende del segmento genital de la hembra. Del huevo sale una larva *nauplius* generalmente con cinco mudas con seis estadios de *nauplius* que son designados como: *nauplius I, nauplius II, nauplius III, nauplius IV*, *nauplius V, nauplius VI*. *Metanauplius* es un término que algunos autores asignan al estadio después de *nauplius I*. En las especies de parásitos el número de mudas es generalmente reducido. A medida que el *nauplius* muda y se metamorfosea en el siguiente estadio, el cuerpo se alarga y el número de apéndices incrementa. La alimentación activa se produce entre las mudas. Después de la alimentación, la última generación de *nauplius*, es la que posee los apéndices completos (11 a 12 en formas de vida libre, reducidas en especies parasitas). Por lo general, la sexta muda determina el paso a una larva llamada *copepodito* de forma alargada y grande que tiene ya diferenciados cuatro somitos torácicos, con tres pares de toracópodos nadadores y un abdomen insegmentado. En las formas libres existen cinco estadios de *copepoditos* designados como *copepodito I, copepodito II, copepodito III, copepodito IV, copepodito V*, en los cuales se van diferenciando progresivamente nuevos segmentos, hasta que el *copepodito V* muda y se convierte en el adulto. En las especies parásitas el número de estadios en el desarrollo ontogénico suele estar reducido, e incluso

pueden carecer de la fase *nauplius,* saliendo del huevo como *copepodito*. Los *nauplios* transformados en el estadio de *chalimus*, se caracterizan por un largo filamento frontal que se proyecta desde la cabeza (Cheng, 1964 y Pérez-Iñigo, 1976).

Debido a la gran importancia que tiene *L. peru* en las pesquerías, en este estudio se pretende aportar conocimiento de su fauna de helmintos y crustáceos parásitos e identificar a las especies de parásitos que ocasionen enfermedades al ser humano a través del consumo del pescado crudo o semi-cocido (ictiozoonosis).

ANTECEDENTES

L. peru es una especie que presenta pocos estudios de su fauna parasitaria, sin embargo, desde muchos años atrás diversas especies pertenecientes a este género presentan una gran variedad de estudios con el mismo enfoque, lo cual nos da un acercamiento al tipo de fauna parasitaria que puede presentar *L. peru*, la cual va desde helmintos parásitos hasta copépodos e isópodos. Por ejemplo:

Álvarez y Flores (1997) realizaron un análisis en *L. peru* de Manzanillo, Colima., México y encontraron al parásito *Cymothoa exigua* (Isopoda: Cymothoidae).

Lamothe-Argumedo *et al*. (1997) compilaron los siguientes parásitos registrados en diferentes especies de *Lutjanus* en México: *Lecithophylum pyriformis* (Linton, 1910) y *Opecoelus lutjani* (Bravo y Manter, 1957) en *L. aratus* de La Paz, B. C. S., México; *Macrovalvitrema sinaloense* (Caballero y Bravo, 1995), *Microcotyloides incisa* (Linton, 1910) y *Pterinotrematoides mexicanum* en *L. argentiventris* de La Paz, Cabo San Lucas y La Paz, B. C. S., México*; Hamacreadium mutabile* (Linton, 1910) en *L. campechanus* y *L. griseus* de Isla Mujeres y Puerto Morelos, Quintana Roo respectivamente; *Polymicrocotyle manteri* (Lamothe-Argumedo, 1967) en *L. colorado* de Puerto Angelillo, Oaxaca, Bahía de Banderas, Nayarit y Golfo de Nicoya, Costa Rica, aunque también se presentó en *Lutjanus* sp. de Baja California; *Neochasmus magnus* (Winter, 1957) en *L. colorado* de Isla María

Magdalena, Nayarit; *Metadena adglobosa* (Manter, 1947) y *Gorgorhynchoides bullocki* (Cable y Mafarachisi, 1970) en *L. griseus* de Puerto Morelos, Quintana Roo y Laguna de Términos, Campeche. Respecto a *L. guttatus* se han registrado a *Microcotyloides incisa* (Linton, 1910) en Acapulco Guerrero, *Hamacreadium lariosi* (Caballero, 1946) en Manzanillo Colima, *Polycryptocylix leonilae* (Lamothe, 1970) en Puerto Escondido Oaxaca y *Siphodera vinaledwardesii* (Linton, 1901) en La Paz B. C. S y *Helicometrina nimia* (Linton, 1910), *Lecithochirium microstomun* (Chandler, 1935) y *Maculifer japonicus* (Layman, 1930) en Zihuatanejo Guerrero. *Paracryptogonimus americanus* (Manter, 1940) y *Opecoelus mexicanus* (Manter, 1940) en *L. jordani* y *L. viridis* de Panamá e Isla Clarión, Colima; *Microcotyloides incisa* (Linton, 1910) en *L. colorado* y *L. cyanopterus* de Bahía Banderas, Nayarit e Isla Mujeres, Quintana Roo respectivamente.

Mendoza-Garfias y Pérez-Ponce de León (1998) realizaron un estudio de Microcotílidos parásitos de peces marinos de la Bahía Chamela, Jalisco., México en el cual mencionan a *L. guttatus*, *L. jordani* y *Opisthonema libertate,* como nuevos registros de hospederos de *Polymicrocotyle manteri*, así como la Bahía de Chamela de Localidad. También se registró en *L. colorado* de Bahía Banderas, Jalisco., México.

Fuentes *et al*. (2003) estudiaron la fauna parasitaria en 70 juveniles de “pargo dientón”, *L. griseus*, capturados en la laguna de la Restinga, Isla de Margarita.,

Venezuela y encontraron un total de ocho especies en branquias, entre las cuales los copépodos *Lernanthropus rathbuni* y *Caligus bonito*. También Contabilizaron los parásitos para determinar: prevalencia (P), intensidad (I) e intensidad media (IM) parasitarias y grado de infección (GI).

Torres-Ayala *et al.* (2005) estudiaron la fauna parasitaria de 158 ejemplares de *L. peru* de La Cruz de Huanacaxtle, Nayarit, México, encontrando larvas de nemátodos pertenecientes a los géneros *Anisakis., Pseudoterranova., Hysterothylacium* y C*ontracaecum* (Anisakidae) en mesenterio, hígado, ciegos intestinales e intestino; *Philometra* sp. (Philometridae) y *Spinitectus* sp. (Cystidicolidae) en cavidad del cuerpo e intestino, respectivamente; y un representante de la familia Capillaridae en estadio adulto en el estómago e intestino. Todos los nemátodos enlistados constituyeron nuevos registros de hospedero y de localidad geográfica.

Cortés *et al*. (2009) describieron los nemátodos encontrados en el sistema digestivo de *L. synagris* y *L. analis.* Esta investigación se realizó en las zonas de Santa Marta y Neguanje, Caribe, Colombia. Se orientó principalmente a la clasificación taxonómica de los parásitos y no a los efectos o patologías que puedan ocasionar en los peces.

Argáez-García *et al*. (2010) realizaron un análisis helmintológico en los tractos digestivos de *L. griseus* recolectados en la laguna costera de Celestún y en la zona marina frente a las localidades de Chelem y Progreso (Yucatán, México). Encontrando 12 especies de helmintos como nuevos registros para *L. griseus*, incrementando así a 44 el número de especies para este hospedero en la región.

Por último, Morales-Serna y Pérez-Ponce de León (2012) mencionan la presencia del copépodo parásito *Lernanthropus* sp, *Caligus sclerotinosus* y *Hatschekia* sp. en *L. peru* de la Bahía de Chamela, Jalisco.

JUSTIFICACIÓN

Como ya se mencionó anteriormente, las enfermedades parasitarias que afectan a los peces pueden presentar un problema muy severo desde los puntos de vista biológico, económico y sanitario.

Dado que *L. peru* es una especie altamente comercial y con un alto valor en el mercado y que actualmente está siendo sometida a cultivo en La Paz, B. C. S en el Centro interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C (CIBNOR), el conocimiento de los parásitos que puedan presentar es de suma importancia ya que pueden generar consecuencias como: retraso en el crecimiento, desarrollo gonadal e incluso la mortalidad de los peces, lo que ocasionaría una disminución de ingresos monetarios en su acuicultura. Por otro lado, también es importante conocer si este pez puede presentar parásitos que ocasionen enfermedades al ser humano a través de su consumo crudo o semi-cocido (ictiozoonosis) así como a la enfermedad conocida como Anisakidosis.

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la fauna parasitaria presente en peces *L. peru* provenientes de las localidades de San Evaristo y El Sargento B. C. S., México.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Identificar las especies de parásitos presentes en *L. peru* y las que puedan presentar un riesgo potencial de ictiozoonosis al ser humano.
2. Describir las especies de parásitos.
3. Identificar los órganos más vulnerables para ciertos grupos de parásitos.
4. Evaluar la infección de *L. peru* de acuerdo con los parámetros ecológicos de prevalencia, intensidad promedio de infección y abundancia.

ÁREA DE ESTUDIO

El área geográfica conocida como San Evaristo (Fig. 1) abarca las comunidades pesqueras de El Pardito (Isla Coyote), Ensenada de Cortés (Los Burros), Las Cuevas, Punta Nopoló (Punta Prieta), Palma Sola (Isla San José), Punta Alta y propiamente San Evaristo (Ramírez-Aguirre, 2001, 2002; Sánchez-Brito, 2003). El área de San Evaristo se encuentra ubicada a los 24°54´58” latitud Norte y 110°42´40” longitud Oeste en el estado de B. C. S, a 90 km al norte de la ciudad de La Paz. Se llega por la carretera que va hacia San Juan de la Costa, posteriormente por camino de terracería en regulares condiciones. Su acceso es complicado pues la vía terrestre es muy accidentada, además de que a algunas comunidades sólo se puede llegar por vía marítima (Nopoló, Palma Sola y El Pardito) (Sánchez-Brito, 2003). En el campo pesquero de San Evaristo y poblados aledaños el recurso de “escama” es aprovechado por el sector artesanal. Los peces que destacan son el Huachinango, Cochito, Pargo, Jurel, Cabrilla, Sierra, Mantarraya, Mero, Atún, Dorado, Pez espada, Marlín, Pez vela, y diferentes especies de Tiburón (Ruiz, 2005). La localidad de El Sargento se encuentra en Bahía La Ventana, a los 24°04´58” latitud Norte, y 109°59´32” longitud Oeste. En la parte suroeste del Golfo de California, frente a la isla Cerralvo, ésta se separa 11 km del lado este de la península de B. C. S, por el canal de Cerralvo, que tiene una profundidad de hasta 500m, considerada como una zona de transición con una complicada estructura oceanográfica (De la Lanza, 1991).

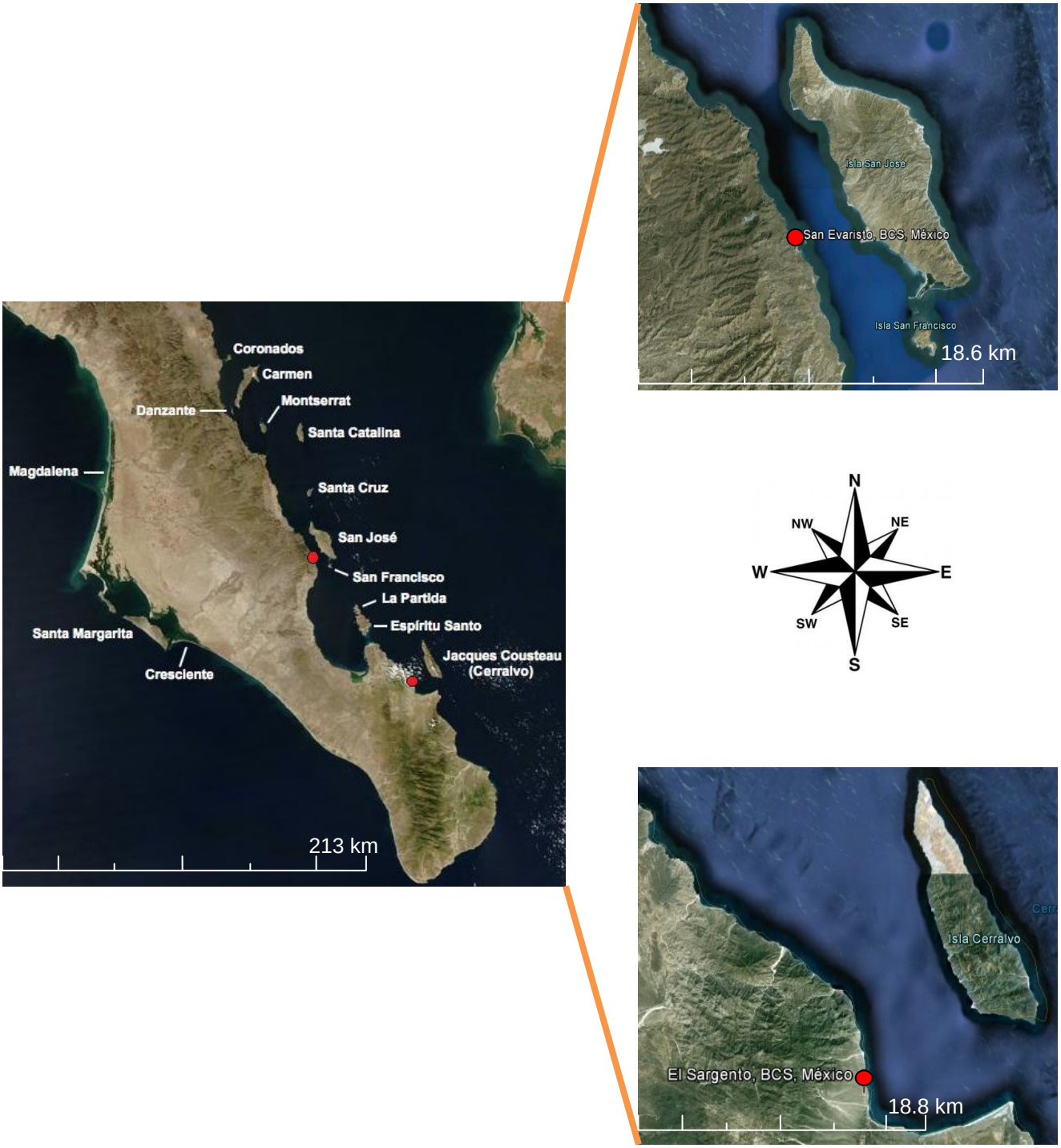

Figura 1. Áreas de estudio: San Evaristo y El Sargento B. C. S., México (Google earth, 2013).

METODOLOGÍA

Material biológico

Las muestras fueron obtenidas durante dos temporadas: Febrero-Abril-2011 y Junio-Julio-2012. En la primera se revisaron 17 peces en fresco de *L. peru* de la localidad de San Evaristo, La Paz, B. C. S., México, comprados en el Mercado Bravo de La Paz y en la segunda se revisaron 43 peces fijados (con formol al 10%) de la localidad de El Sargento, La Paz, B. C. S., México, donados por PRONATURA Noroeste, A. C.

Procesamiento del material biológico de la primera temporada

En la primera temporada los peces se transportaron en hielera al laboratorio de Parasitología de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) en donde se colocaron sobre charolas y se tomaron los parámetros morfométricos: altura (longitud vertical medida desde las aletas pélvicas, pasando sobre la base de la aleta pectoral, hasta la base inicial de la aleta dorsal del pez), longitud patrón (es la distancia desde la región inicial de la cabeza hasta el inicio de la aleta caudal) y longitud total (la cual abarca desde la región inicial de la cabeza hasta la región terminal de la aleta caudal). Luego se procedió a la disección de los órganos colocándolos por separado en cajas de Petri con 3ml de solución salina al 0.9% y se procedió a su revisión para la búsqueda de parásitos. Los monogéneos

encontrados se aplanaron colocándolos entre un portaobjeto y un cubreobjeto y se fijaron colocándolos en solución Bouin durante un día. Al siguiente día se procedió a colocarlos en viales con agua y se realizaron recambios continuos para eliminar el exceso de fijador, una vez que el agua se tornó transparente, se retiró el agua y se agregó alcohol etílico anhidro en varias concentraciones (30%, 50% y finalmente 70%) para su preservación y posterior tratamiento. Durante cada recambio de alcohol etílico se dejó transcurrir un tiempo intermedio de 20 minutos. En el caso de los nemátodos y copépodos se fijaron colocándolos en viales con alcohol etílico 70% (Lamothe-Argumedo, R. 1997).

Posteriormente, los monogéneos se tiñeron en colorante Tricrómico de Gomori, si el parásito quedó sobre-teñido, se introdujo en alcohol etílico 70% y luego en alcohol acidulado con ácido clorhídrico (HCL) 2% durante el tiempo necesario para lograr una diferenciación adecuada de los órganos internos. Después se lavó el exceso del alcohol acidulado en otro recambio en alcohol etílico 70%, se continuó su deshidratación en alcohol etílico 96% y 100% para su posterior transparentación en aceite de clavo. Cada recambio se realizó a los 15 minutos. Por último se colocaron en portaobjetos y se añadieron los cubreobjetos con una gota de resina sintética y se pasaron a una plancha caliente para su secado (Lamothe-Argumedo, R. 1997). Su respectiva identificación se realizó con ayuda de un microscopio compuesto Zeiss con cámara clara, claves e información especializada (Yamaguti, 1963 y Lamothe-Argumedo, 1967). En cada laminilla se colocó una etiqueta con los

datos correspondientes a su recolecta: número y nombre científico del hospedero, lugar y fecha de recolecta, nombre científico del parásito y sitio de infección.

Los nemátodos (luego de su fijación) se deshidrataron en alcohol etílico 96% y 100%. Por último se aclararon con Salicilato de metilo y se colocaron entre un portaobjeto excavado y cubreobjeto para finalmente realizar su identificación. En el caso de los copépodos, éstos se colocaron en viales con glicerina durante un día, posteriormente se colocaron entre un portaobjeto excavado y cubreobjeto para finalmente identificarlos (Lamothe-Argumedo, R. 1997). En los nemátodos y copépodos se realizó la identificación con ayuda de un microscopio compuesto Zeiss con cámara clara, claves e información especializada, en el primero se utilizó Yamaguti (1961) y en el segundo Yamaguti (1963), Kabata (1979) y Pillai (1985).

Para la descripción de los parásitos, éstos se midieron con un ocular micrométrico adaptado a un microscopio compuesto Zeiss con cámara clara y se anotaron en milímetros (mm) sus medidas mínimas, máximas y promedio entre paréntesis y se realizaron los esquemas de los parásitos.

Procesamiento del material biológico de la segunda temporada

En la segunda temporada se tomaron los parámetros morfométricos de los peces en la zona de “donación” y se realizó la disección *in situ*, luego los órganos de los peces se fijaron por separado colocándolos en bolsas (con formol al 10%) etiquetadas con número y nombre de hospedero, localidad y fecha de recolección. Luego se transportaron al laboratorio de Parasitología en donde se refrigeraron.

Posteriormente, se procedió a filtrar el agua con formol 10% de la bolsa en la cual venían los órganos y con la ayuda de un estereoscopio, pinzas, agujas y pinceles se procedió a la búsqueda de los parásitos tanto en los órganos como en el agua filtrada.

Los monogéneos y tremátodos encontrados se fijaron en AFA (mezcla de 85ml de alcohol etílico anhidro 85%, 25ml de formol al 10% y 5ml de ácido acético puro). Posteriormente, se hicieron recambios continuos en alcohol etílico 70% hasta eliminar el exceso de fijador y se colocaron en viales para su posterior tratamiento. Después las muestras se teñieron en colorante Tricrómico de Gomori y si el parásito quedó sobre-teñido, se introdujo en alcohol etílico 70% y luego en alcohol acidulado con ácido clorhídrico (HCL) 2% durante el tiempo necesario para lograr una diferenciación adecuada de los órganos internos. Posteriormente, se lavó el exceso del alcohol acidulado en otro recambio en alcohol etílico 70% y se continuó

su deshidratación en alcohol etílico 96% y 100% para su posterior transparentación en aceite de clavo. Cada recambio se realizó a los 15 minutos. Por último se colocaron en los portaobjetos y se añadió el cubreobjetos con una gota de resina sintética y se pasaron a una plancha caliente para su secado y su respectiva identificación (Lamothe-Argumedo, R. 1997). Su identificación se realizó con ayuda de un microscopio compuesto Zeiss con cámara clara, claves e información especializada. En los monogéneos se utilizó Yamaguti (1963) y Lamothe-Argumedo (1967), en tremátodos Schell (1970), Yamaguti (1971) y Bray y Gibson (2002 y 2005). En cada laminilla se colocó una etiqueta con los datos correspondientes a su recolecta: número y nombre científico del hospedero, lugar y fecha de recolección, nombre científico del parásito y sitio de infección.

En el caso de los nemátodos, éstos se colocaron directamente en viales con alcohol etílico 70%, luego se deshidrataron en alcohol etílico 96% y 100% y por último se aclararon con Salicilato de metilo para finalmente realizar su identificación. En el caso de los copépodos también se fijaron colocándolos directamente en viales con alcohol etílico 70%, luego se colocaron en viales con glicerina durante un día, posteriormente se colocaron entre un portaobjeto excavado y cubreobjeto para finalmente ser identificados (Lamothe-Argumedo, R. 1997). Al igual que en los demás grupos de parásitos se identificaron con ayuda de un microscopio compuesto Zeiss con cámara clara, claves e información

especializada. En los nemátodos se utilizó Yamaguti (1961) y en copépodos Yamaguti (1963), Kabata (1979) y Pillai (1985).

Para las descripciones de los parásitos, éstos se midieron con un ocular micrométrico adaptado a un microscopio compuesto Zeiss con cámara clara y se anotaron en milímetros (mm) sus medidas mínimas, máximas y promedio entre paréntesis y se realizaron esquemas de los parásitos.

Parámetros ecológicos en parasitología

En una bitácora se registró la cantidad de parásitos encontrados en cada uno de los órganos de los peces para el análisis de los parámetros ecológicos de prevalencia parasitaria, intensidad promedio de infección y abundancia, en base a las fórmulas propuestas por Bush *et al*. (1997) en donde:

La prevalencia es el porcentaje de hospederos parasitados, respecto a la cantidad de hospederos revisados:

$$\textbf{Prevalencia (P)=} \frac{\text{Número de hospederos parasitados}}{\text{Número de hospederos revisados}} \times 100$$

La intensidad promedio de infección es la cantidad de parásitos de una especie encontrados en cada hospedero parasitado:

$$\textbf{Intensidad promedio de infección (I) =} \frac{\text{Número de parásitos}}{\text{Número de hospederos parasitados}}$$

La abundancia es la cantidad de parásitos encontrados, con respecto a la cantidad de hospederos revisados:

$$\textbf{Abundancia (A)} = \frac{\text{Número de parásitos}}{\text{Número de hospederos revisados}}$$

RESULTADOS

Datos morfométricos y número de parásitos por localidad y especie.

De los 60 peces revisados durante las dos temporadas, los *L. peru* de San Evaristo presentaron una longitud total promedio de 26.85 cm, una longitud patrón promedio de 21.89 cm y una altura promedio de 5.65 cm. Por otra parte, Los *L. peru* de la localidad de El Sargento presentaron una longitud total promedio de 30.73 cm, una longitud patrón promedio de 25.09 cm y una altura promedio de 8.52 cm (Fig. 2). Se obtuvieron en total 58 parásitos constituidos por 55 helmintos (en San Evaristo: 24 y El Sargento: 31) y tres copépodos (en San Evaristo: una hembra y El Sargento: dos machos). En la Tabla 1 se muestra el número total de parásitos encontrados en *L. peru* por localidad y especie de parásito. Así mismo, se contabilizó el número de parásitos encontrados por órgano o sitio de infección de los peces de la localidad de San Evaristo (Tab. 2) y El Sargento (Tab. 3). En ambas localidades de estudio se presentó similitud en cuanto a las especies de parásitos encontradas en *L. peru*, excepto por *Prodistomum* sp. que sólo se presentó en los peces provenientes de El Sargento. Un dato muy curioso que se observó en tres peces fue la presencia de aproximadamente 20 larvas de camarón pre-digeridas en las branquias las cuales llegaron por regurgitación de los peces, desplazándose este alimento desde el estómago hasta las branquias.

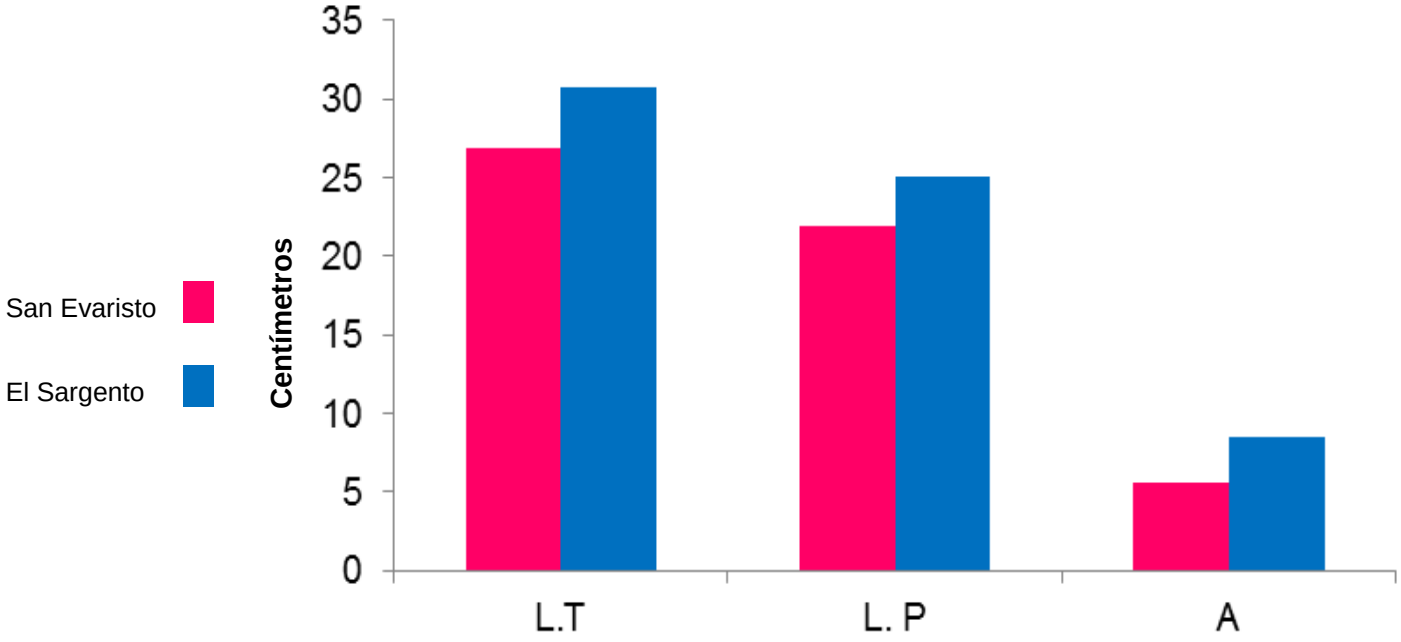

Figura 2. Promedio de los datos morfométricos: longitud total (L. T), longitud patrón (L. P) y altura (A) de los *L. peru* de ambas localidades: San Evaristo y El Sargento, La Paz, B. C. S., México.

Tabla 1. Número de parásitos encontrados en *L. peru* por localidad y especie.

	San Evaristo	**El Sargento**	**Total**
Polymicrocotyle manteri	6	13	19
***Prodistomum* sp.**	0	11	11
***Anisakis* sp.**	18	7	25
***Lernanthropus* sp.**	1	2	3
Total	25	33	58

Tabla 2. Número de parásitos encontrados por órgano o sitio de infección de los peces *L. peru* de la localidad de San Evaristo, La Paz, B. C. S., México.

	Branquias	**Intestino**	**Estómago**	**Total**
Polymicrocotyle manteri	6	0	0	6
***Anisakis* sp.**	12	5	1	18
***Lernanthropus* sp. (Hembra)**	1	0	0	1
Total	19	5	1	25

Tabla 3. Número de parásitos encontrados por órgano o sitio de infección de los peces *L. peru* de la localidad de El Sargento, La Paz, B. C. S., México.

	Branquias	**H_2O filtrada**	**Intestino**	**Estómago**	**Total**
Polymicrocotyle manteri	7	6	0	0	13
***Prodistomum* sp.**	0	7	2	2	11
***Anisakis* sp.**	1	0	5	1	7
***Lernanthropus* sp. (Macho)**	2	0	0	0	2
Total	10	13	7	3	33

H_2O= Agua

Identificación taxonómica de los parásitos

Phylum Platelminthes

Clase Monogenea (van Beneden, 1858) Carus, 1863

Orden Mazocraeidea Caballero y Bravo, 1962

Familia Microcotylidae Taschenberg, 1879

Subfamilia Microcotylinae Monticelli, 1892

Género *Polymicrocotyle* Lamothe-Argumedo, 1967

Polymicrocotyle manteri Lamothe-Argumedo, 1967

Descripción y medidas basadas en 11 especímenes. Cuerpo alargado y fusiforme, miden de 2.37 a 3.16 de largo (2.81) por 0.53 a 2.70 (1.66) de ancho. En el prohaptor (región cefálica del cuerpo) se encuentra un par de ventosas laterales muy musculosas y en posición oblicua, la de la izquierda mide entre 0.32 a 0.71 (0.50) de largo por 0.67 a 1.14 (0.90) de ancho y la de la derecha mide entre 0.30 a 0.67 (0.55) de largo por 0.65 a 1.18 (0.88) de ancho; con tres a cuatro septos en cada una, en sus bordes presentan dos hileras de numerosas espinas, las cuales son muy pequeñas siendo más anchas que largas.

El opisthohaptor presenta forma de flecha, ligeramente asimétrico con el margen izquierdo un poco mayor que el margen derecho. El número de escleritas oscila entre 97 a 138 en total, posicionadas marginalmente en el opisthohaptor, sus

tamaños varían según su posición en el opisthohaptor, siendo pequeñas las que se encuentran situadas al inicio del opisthohaptor y miden de 0.04 a 0.15 (0.09) de largo por 0.08 a 0.15 (0.11) de ancho; a partir de ahí aumentan progresivamente su tamaño hasta llegar a la región media donde miden de 0.17 a 0.23 (0.20) de largo por 0.16 a 0.44 (0.23) de ancho; posteriormente empiezan a disminuir su tamaño hasta llegar a la región final de opisthohaptor donde miden de 0.04 a 0.13 (0.08) de largo por 0.07 a 0.13 (0.10) de ancho. No presentan macroganchos ni ganchos larvarios (Figs. 3a y 3c).

La boca del espécimen se encuentra situada ventralmente anterior a las ventosas (del prohaptor), la cual es subterminal. En los extremos laterales de ésta se observan un grupo de células glandulares las cuales se tiñen intensamente. Entre ambas ventosas de la región cefálica se encuentra la faringe la cual es musculosa de forma redonda y mide de 0.24 a 0.46 (0.35) de diámetro transversal. Posteriormente, el esófago mide de 0.07 a 0.16 (0.12) de largo; la bifurcación cecal es anterior a la desembocadura del poro genital común, a una distancia de la extremidad anterior que varía de 0.35 a 0.90 (0.69); las ramas cecales corren paralelamente a las paredes del cuerpo del organismo y penetran separadamente al opisthohaptor, donde terminan aproximadamente en su región media, a una distancia del extremo posterior que oscila entre 1.91 a 3.37 (2.57) (Fig. 3a).

El aparato reproductor masculino está formado por 22 a 35 testículos postováricos ocupando el área intercecal, más o menos esféricos, situados en la región postecuatorial del organismo. Miden de 0.17 a 0.63 (0.29) de largo por 0.15 a 0.99 (0.34) de ancho (Fig. 3a). El conducto deferente es sinuoso, al inicio de su trayecto es ascendente, posteriormente entre el ovario y el útero se insinúa y continúa su camino ascendente en posición paralela al útero y se hace más sinuoso hasta desembocar en la extremidad posterior del bulbo genital; este órgano es grande con paredes gruesas y una gran musculatura, tiene forma de clava y mide su región basal de 0.97 a 1.25 (1.08) de largo por 0.55 a 0.67 (0.60) de ancho. Se caracteriza por presentar un par de espinas esclerosadas que están situadas en la región anterior-proximal siendo un poco más grande la de la derecha que la izquierda y mide la derecha de 0.10 a 0.96 (0.63) de largo por 0.08 a 0.94 (0.36) de ancho y la izquierda de 0.02 a 0.91 (0.58) de largo por 0.04 a 0.89 (0.34) de ancho. El bulbo genital desemboca en el atrio genital y posteriormente finaliza en un poro genital (Fig. 3b).

El aparato reproductor femenino está constituido por un ovario tubular en forma de signo de interrogación; situado en la región preecuatorial del cuerpo. El cual inicia en la derecha con una masa compacta de ovocitos inmaduros, que asciende hacia la izquierda del cuerpo y se incurva cruzando a la derecha y finalmente se vuelve a incurvar en una rama descendente en la que los ovocitos son más maduros. Durante todo su trayecto los ovocitos van incrementando de tamaño hasta llegar a

la región terminal donde son grandes por poseer mucho vitelo y estar listos para su ovulación y posterior fecundación. No se observó oviducto, receptáculo seminal y glándula de Mehlis (ootipo). El útero desemboca en el atrio genital. En éste se encontraron varios huevos romboidales los cuales miden de 0.46 a 0.68 (0.56) de largo por 0.15 a 0.37 (0.27) de ancho. Son operculados con un filamento polar muy largo en cada extremo. Presentan una vagina. Receptáculo vitelino postecuatorial a nivel del ovario (Fig. 3a).

Las glándulas vitelógenas son de tipo folicular, se inician a la altura de la vagina; rodean a los ciegos intestinales y se introducen al opisthohaptor; terminan ligeramente detrás de los testículos.

Resumen taxonómico

Hospedero: *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922).

Localidades: San Evaristo y El Sargento, La Paz, B. C. S., México.

Sitio de infección: Branquias.

Especímenes depositados: En la CPMHN-UABCS con el número 0668 (San Evaristo) y 0669 (El Sargento).

Prevalencia: 23.52% (San Evaristo) y 13.95% (El Sargento).

Intensidad: 1.5 (San Evaristo) y 2.16 (El Sargento).

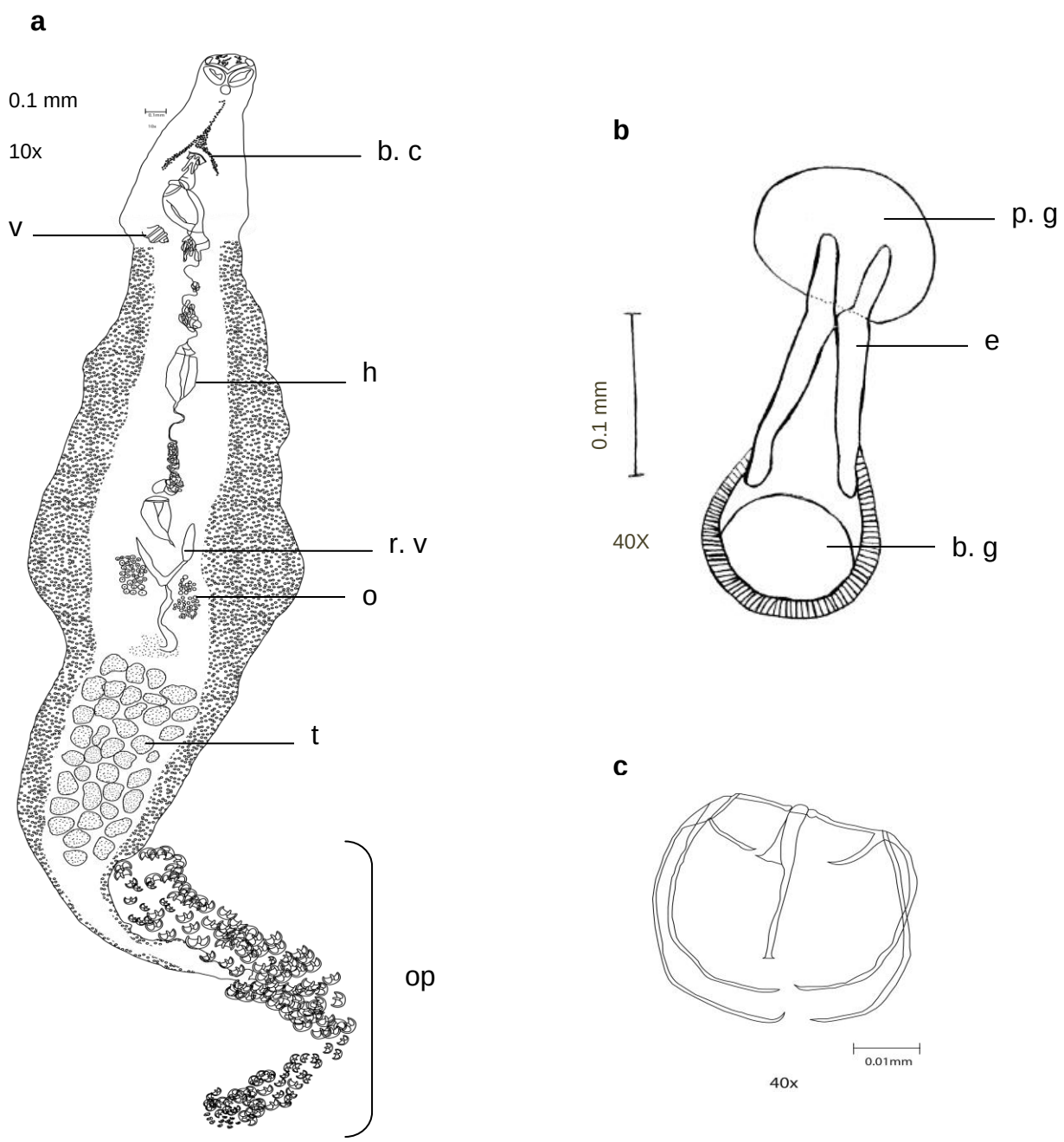

Figura 3. *Polymicrocotyle manteri* en *L. peru*. **a**. Vista ventral que muestra sus estructuras corporales como bifurcación cecal (b. c), huevo (h), opisthohaptor (op), ovario (o), receptáculo vitelino (r. v), testículo (t) y vagina (v) (10X). **b**. Vista del complejo copulador que muestra el bulbo genital (b. g), espina (e) y poro genital (p. g) (40X). **c**. Forma de las escleritas que constituyen el opisthohaptor (40X).

Comentarios

De acuerdo con Lamothe-Argumedo (1967) el género *Polymicrocotyle* comprende una sola especie *Polymicrocotyle manteri.* Ésta se ha registrado en *L. colorado* de Puerto Angelillo, Oaxaca; Bahía Banderas, Nayarit y Golfo de Nicoya, Costa Rica. También en *L. guttatus*, *L. jordani* y *Opisthonema libertate* de Bahía de Chamela, Jalisco y en *Lutjanus* sp. de Baja California. El parásito de este trabajo se identificó como *Polymicrocotyle manteri* por las siguientes características: no presenta cirro sino un bulbo genital musculoso, en forma de clava, cuya porción más estrecha tiene dos espinas gruesas esclerosadas y un poro genital inerme. Lamothe-Argumedo (1967) menciona que este género es similar a *Tripathia* Yamaguti 1963, *Microcotyloides* Sandars 1944, *Microcotyle* Van Beneden y Hesse 1863 y *Aspinatrium* Yamaguti 1963, por presentar un solo poro vaginal pero difiere de ellos por el sitio del poro ya que en *Tripathia* es medio dorsal y en *Microcotyloides* es lateral; en *Microcotyle* es medio dorsal y en *Aspinatrium* que también es medio dorsal, el bulbo es inerme. En cambio en *Polymicrocotyle* se presenta un poro vaginal en posición dorso lateral.

L. peru es nuevo registro de hospedero para *Polymicrocotyle manteri*, así como San Evaristo y El Sargento son nuevas localidades en el ámbito de distribución geográfica de la especie.

Phylum Platelminthes

Clase Trematoda Rudolphi, 1808

Superfamilia Lepocreadioidea Odhner, 1905 (R.A. Bray)

Familia Lepocreadiidae Odhner, 1905 (R.A. Bray)

Subfamilia Lepocreadiinae Odhner, 1905

Género *Prodistomum* Linton, 1910

Prodistomum sp.

Descripción basada en seis ejemplares. Son organismos con cuerpo oval y alargado, miden de 1.55 a 2.01 (1.78) de largo por 0.18 a 0.44 (0.33) de ancho. Tegumento espinoso. Manchas ocelares a nivel de la pre-faringe. Presentan una ventosa oral (en la cual se encuentra la boca que es terminal) y ventral (acetábulo) muy muscular. La relación entre ambas ventosas es de 1:2. La ventosa oral es de forma oval y alargada, mide de 0.11 a 0.17 (0.13) de largo por 0.14 a 0.22 (0.17) de ancho, no presenta papilas ni espinas. El acetábulo es de forma redonda, ligeramente pedunculado y mide de 0.15 a 0.34 (0.26) de largo por 0.12 a 0.36 (0.30) de ancho. No presenta papilas. La pre-faringe es muy larga, mide de 0.25 a 0.56 (0.42), terminando en una faringe musculosa, de forma piriforme y que mide de 0.12 a 0.20 (0.16) de largo por 0.12 a 0.19 (0.14) de ancho, a una distancia del extremo anterior de 0.39 a 0.76 (0.57). Posteriormente, continúa el esófago el cual es largo y mide de 0.09 a 0.51 (0.28). La bifurcación cecal es anterior al acetábulo

a una distancia de 0.13 a 0.29 (0.20) y termina en dos ciegos independientes (Fig. 4a).

El aparato reproductor masculino está constituido por dos testículos postováricos posicionados en hilera, alargados y de forma oval que miden de 0.35 a 0.61 (0.51) de largo. El ancho no se midió debido a que presentaban muchas glándulas vitelógenas que impidieron su correcta observación. El último testículo a una distancia del extremo posterior de 0.08 a 0.28 (0.17) (Fig. 4a). El conducto deferente es sinuoso y se encuentra rodeado por una bolsa del cirro. Presenta una vesícula seminal externa ensanchada y con forma de saco y una vesícula seminal interna ligeramente estrecha, con forma subglobular y rodeada por células prostáticas (Fig. 4b). Luego va a desembocar al cirro y poro genital el cual es antero-lateral al acetábulo.

El aparato reproductor femenino está constituido por un ovario entero y pre-testicular. El útero es pre-ovárico y corre por la línea media del cuerpo del organismo. No se observó el oviducto ni el ootipo. El útero, ligeramente sinuoso, sube a la región antero-lateral del acetábulo en donde al igual que el conducto deferente desemboca en el poro genital. No se forma conducto hermafrodítico. Presenta muchos huevos los cuales son cilíndricos y alargados, miden de 0.02 a 0.06 (0.04) de largo por 0.03 a 0.04 (0.03) de ancho. Las glándulas vitelógenas inician posterior al acetábulo a una distancia del extremo posterior de 2.34 a 3.26

(3.10) (Fig. 4a). Vesícula excretora en forma de “I” corre detrás de las gónadas, útero y ventosa ventral hasta llegar a nivel de la bifurcación intestinal. Se abre al exterior por un poro excretor terminal en la región posterior del cuerpo.

Resumen taxonómico

Hospedero: *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922).

Localidad: El Sargento, La Paz, B. C. S., México.

Sitio de infección: Agua filtrada, intestino y estómago.

Especímenes depositados: En la CPMHN-UABCS con el número 0670.

Prevalencia: 13.95%.

Intensidad: 1.83.

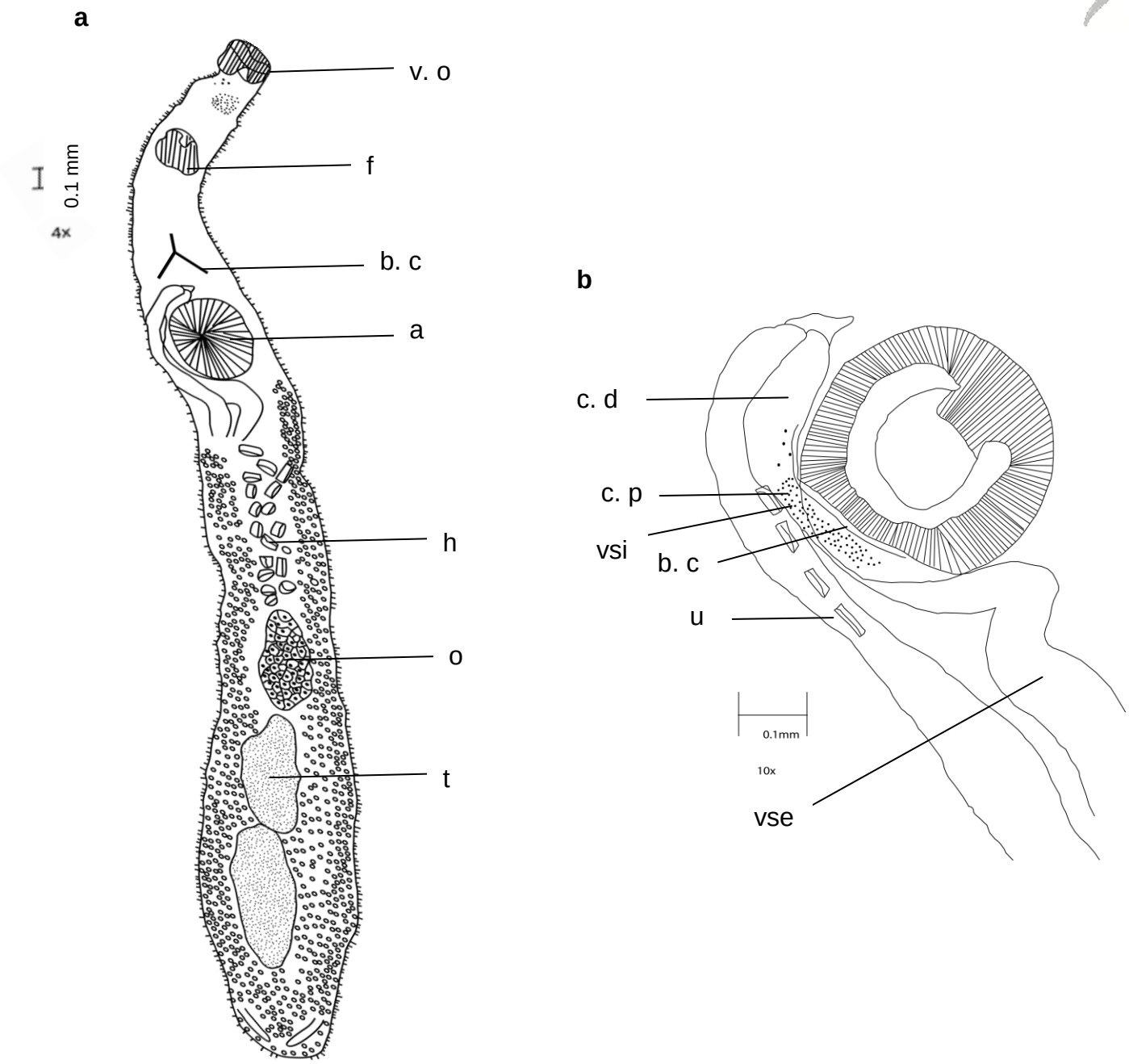

Figura 4. *Prodistomum* sp. en *L. peru*. **a.** Vista ventral que muestra el acetábulo (a), bifurcación cecal (b. c), faringe (f), huevo (h), ovario (o), testículo (t) y ventosa oral (v. o) (4X). **b.** Aparatos reproductores femenino y masculino que muestran bolsa del cirro (b. c), células prostáticas (c. p), conducto deferente (c. d), útero (u), vesícula seminal externa (vse) y vesícula seminal interna (vsi) (10X).

Comentarios

Prodistomum sp. pertenece a la familia Lepocreadiidae Odhner, 1905, la cual se divide en tres subfamilias: Aephnidiogeninae (con saco del cirro ausente), Lepocreadiinae y Lepidapedinae. Las dos últimas son similares por presentar saco del cirro pero difieren porque en Lepocreadiinae el saco del cirro es de tipo *Opechona* debido a que las células protáticas solo rodean a la vesícula seminal interna como en *Prodistomum* sp. (Bray y Gibson, 2005), el cual se reconoce como un miembro de esta subfamilia, que a diferencia de ella, Lepidapedinae posee un saco del cirro tipo *Lepidapedon* por presentar células prostáticas rodeando tanto a la vesícula seminal interna como externa.

El género *Prodistomum* Linton (1910) durante muchos años fue considerado como sinónimo de *Opechona* Looss (1907). Ambos géneros se pensaba que era el mismo por presentar como característica común un pseudoesófago pero posteriormente, Bray y Gibson (1990) señalaron que éstos diferían por la presencia de un uroprocto en *Opechona* y ciegos intestinales en *Prodistomum*. Kostadinova y Dimitrov (1994) también reconocieron la validez de *Prodistomum*. Este género fue de nuevo discutido por Bray y Cribb (1996) que además actualizaron las claves para las especies. Hasta ese entonces se tenían registradas nueve especies para el género *Prodistomum*, sin embargo, Bray y

Merrett (1998) describen dos nuevas especies con lo que el número de especies para este género aumentó a 11.

El género *Prodistomum* fue creado por Linton, 1910 y actualmente comprende seis especies (Appeltans *et al*., 2012), de las cuales se tiene un solo registro para México en *Hemanthias leptus* Ginsburg, 1952 (Familia: Serranidae) de la Bahía de Campeche, Golfo de México (Raychard *et al.*, 2008). Existen otros registros en *Monodactylus argenteus* Linnaeus, 1758 (Familia: Monodactylidae) de Nueva Caledonia, Francia; *Epigonus telescopus* Risso, 1810 (Familia: Epigonidae) del Océano Atlántico y en *Monodactylus argenteus* Linnaeus, 1758 (Familia: Monodactylidae) de Australia. El organismo de este trabajo se identificó como *Prodistomum* sp. por presentar un cuerpo espinoso, pre-faringe larga, dos testículos de forma oval posicionados en hilera, células prostáticas rodeando solo la vesícula seminal interna, útero pre-ovárico, conducto eyaculador largo, ancho y ondulado y una vesícula excretora en forma de “I”. Este género podría confundirse fácilmente con *Stephanostomum* Looss, 1899 (el cual pertenece a la familia Acanthocolpidae Lühe 1906) puesto que morfológicamente son muy similares, pero difiere de él porque *Stephanostomum* presenta uno o dos collares de espinas largas alrededor de la ventosa oral y un conducto hermafrodítico.

L. peru es nuevo registro de hospedero de *Prodistomum* sp. y El Sargento de nueva localidad en el ámbito de distribución geográfica del parásito.

Phylum Nematoda (Rudolphi, 1808) Lankester, 1877

Clase Secernentea Von Linstow, 1905

Orden Ascaridida Skrjabin y Schulz, 1938

Superfamilia Ascaridoidea Railliet y Henry, 1915

Familia Anisakidae (Railliet y Henry, 1912) Skrjabin y Karokhin, 1945

Género Anisakis Dujardin, 1845

Anisakis sp. (Larvas)

Descripción basada en 10 ejemplares en fase larvaria (L3). Son organismos alargados con cutícula notoria. Miden de 1.55 a 5.59 (3.02) de largo por 0.08 a 0.56 (0.24) de ancho. Presentan diente cuticular sobre uno de los labios ventrales en el extremo anterior. Boca rodeada por tres labios, los cuales están dispuestos uno dorsal y dos ventrales. El poro excretor se encuentra ubicado en la base de los labios ventrales (Fig. 5b). La distancia del anillo nervioso al extremo anterior varía de 0.13 a 0.33 (0.22). El esófago es largo, mide de 0.46 a 1.46 (0.72) de largo por 0.02 a 0.23 (0.10) de ancho. Con musculatura en sus dos terceras partes, la última parte es glandular para constituir el ventrículo, el cual mide de 0.14 a 0.41 (0.32) de largo por 0.06 a 0.34 (0.15) de ancho. Su forma es alargada y gruesa con ausencia de apéndice ventricular. La unión ventrículo-intestino es oblicua, posteriormente, continúa el intestino el cual tampoco presenta apéndice intestinal, es largo y ocupa el resto de la longitud del cuerpo (Fig. 5a), terminando en el recto con tres glándulas rectales de forma piriforme y ano. La distancia del ano al extremo

posterior varía de 0.06 a 0.14 (0.08) el cual termina en forma de punta con un pequeño apéndice agudo denominado mucrón (Fig. 5c).

Resumen taxonómico

Hospedero: *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922).

Localidad: San Evaristo y El Sargento, La Paz, B. C. S., México.

Sitio de infección: Branquias, intestino y estómago.

Especímenes depositados: En la CPMHN-UABCS con el número 0673 (San Evaristo) y 0674 (El Sargento).

Prevalencia: 29.41% (San Evaristo) y 13.95% (El Sargento).

Intensidad: 3.6 (San Evaristo) y 1.16 (El Sargento).

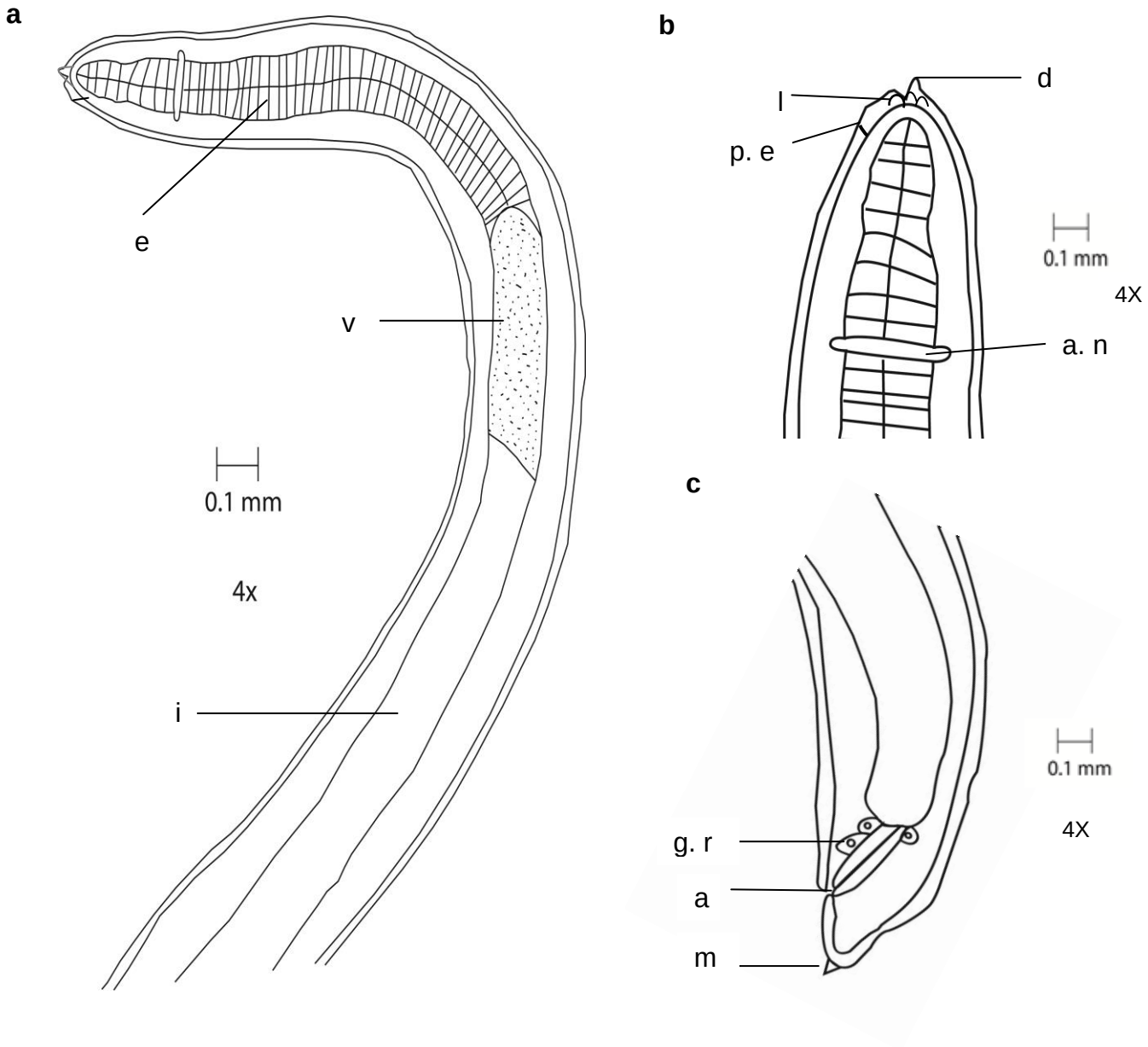

Figura 5. Larva L3 de *Anisakis* sp. en *L. peru*. **a.** Región anterior del nemátodo que muestra el esòfago (e), intestino (i) y ventrículo (v) (4X). **b.** Detalle del extremo anterior que muestra el anillo nervioso (a. n), diente (d), labios (l) y poro excretor (p. e) (4X). **c.** Extremo posterior que muestra el ano (a), glándulas rectales (g. r) y mucrón (m) (4X).

Comentarios

Los nemátodos del género *Anisakis* Dujardin, 1845 encontrados en *L. peru* pertenecen a formas larvarias del estadio L3. La mayoría de los nemátodos se encontraron rodeados de una cápsula translúcida con tonalidad café, la cual está formada de tejido conjuntivo sobre la serosa de diversos órganos. Por la presencia del diente y de los tres labios en el extremo anterior, así como la presencia de un ventrículo sin ciegos ventricular o intestinal con unión oblicua, se les identificó como larvas L3 pertenecientes al género *Anisakis*.

Las larvas de *Anisakis* sp. en los peces, indican que éstos desempeñan el papel de hospederos paraténicos en el ciclo biológico de los nemátodos, los cuales alcanzan su estado de madurez en el estómago e intestino de los mamíferos marinos, sus hospederos definitivos. Años atrás, las formas larvarias encontradas se describían bajo distintos nombres lo que hacía imprecisa la determinación específica de la larva. Punt (1941), Baylis (1944), Johnston y Mawson (1945) y Dollfus (1953) *in*: Kent (1976) son algunos de los autores que hicieron estudios para clarificar la taxonomía de las larvas.

Finalmente, Graigner (1959) fue quien las identificó como *Anisakis in:* Kent (1976). Posteriormente, Berland (1961) *in:* Kent (1976) identificó los tipos de larvas

basándose en longitudes ventriculares y las llamó larva *Anisakis* tipo I y *Anisakis* tipo II, distinguiéndolas por las siguientes características:

Larva tipo I. Posee un mucrón en el extremo posterior. Ventrículo alargado y unión oblicua ventrículo-intestinal.

Larva tipo II. Carece de mucrón en el extremo posterior. Ventrículo corto y unión horizontal ventrículo-intestinal.

Posteriormente, Otsuru *et al.* (1968) *in:* Kent (1976) describieron un tercer tipo de larva que denominaron larva *Anisakis* tipo III. Por otra parte, Pippy y Van Banning (1975) *in:* Kent (1976) describieron la forma adulta cultivada de *Anisakis simplex*, a partir de una larva obtenida de sardinas, por lo que todos los registros de la larva tipo I de *Anisaki*s en peces anádromos y marinos del Mar del Norte pueden corresponder a *A. simplex* la cual es considerada como la especie más común en el Mar del Norte y Atlántico Sur.

Davey (1971) *in:* Anderson (2000) solamente reconoce a tres especies: *A. simplex* Rudolphi (1809), *A. typica* Diesing (1860) y *A. physeteris* Baylis (1923), pero en Appeltans *et al.* (2012) se mencionan 10 en fase adulta (*Anisakis kuekenthalii* Cobb, 1889; *Anisakis paggiae* Mattiucci, Nascetti, Dailey, Webb, Barros, Cianchi y Bullini, 2005; *Anisakis pegreffii* Campana-Rouget y Biocca, 1955 sinónimos de: *Anisakis similis* Baird, 1853 y *Anisakis simplex A* Rudolphi, 1802; *Anisakis*

physeteris Baylis, 1923; *Anisakis rosmari* Baylis, 1916; *Anisakis schupakovi* Mosgovoi, 1951; *Anisakis simplex* Rudolphi, 1809; *Anisakis simplex C* Nascetti, Paggi, Orecchia, Smith, Mattiucci y Bullini, 1986; *Anisakis typica* Diesing, 1860 y *Anisakis ziphidarum* Paggi, Nascetti, Webb, Mattiucci, Cianchi y Bullini, 1988).

Las larvas de *Anisakis* (pertenecientes a la familia Anisakidae) son consideradas como causantes de la enfermedad denominada Anisakiasis o Anisakidosis en el ser humano, ya que se han registrado casos en Japón, regiones costeras de Europa y Estados Unidos de América (Hochberg y Hamer, 2010). Sin embargo, es importante mencionar que solo las larvas de tres especies pertenecientes a esta familia son consideradas como las causantes de esta enfermedad.

San Evaristo y El Sargento son nuevos registros de localidades en el ámbito de distribución geográfica del género *Anisakis.*

Phylum Arthropoda

Subphylum Crustacea Brünnich, 1772

Clase Maxillopoda Dahl, 1956

Subclase Copepoda Milne-Edwards, 1840

Infraclase Neocopepoda Huys y Boxshall, 1991

Superorden Podoplea Giesbrecht, 1882

Orden Siphonostomatoida Thorell, 1859

Familia Lernanthropidae Kabata, 1979

Género *Lernanthropus* Blainville, 1822

Lernanthropus sp.

Descripción basada en dos organismos una hembra y un macho. Hembra con cuerpo alargado y mide 7.74 de largo por 2.18 de ancho. Sin trazos de segmentación en la pared dorsal del cuerpo. Antenas fuertemente prensiles, lobuladas y demarcadas (Fig. 6a). Anténulas con quetas (Fig. 6b). Segundo y tercer segmentos fusionados en la parte anterior del cuerpo. Placa dorsal superpuesta en el segmento de la cuarta pata cubriendo la parte posterior del cuerpo, la cual está compuesta de un cuarto y quinto segmento, segmento genital y abdomen. La distancia de la terminación de la placa al término de la cuarta pata es de 1.72 (Fig. 6b). Abdomen pequeño. Ramificación caudal larga. Maxilipedos prensil, más pequeños que la antena. Primer y segundo par de patas birrámeas con corta ramificación armada con espinas y dientes. Segundo par de patas más grandes

que el primer par pero ambos similares en forma. Tercer par de patas birrámeas, lamelares modificadas en forma de pliegues con el exópodo fusionado con el tronco del cuerpo. Cuarto par de patas largas, birrámeas y lameliformes. Miden de 2.54 a 2.96 (2.70) de largo por 0.62 a 0.66 (0.60) de ancho. Márgenes del cuerpo y del cuarto par de patas con escasas quetas, poco visibles (Fig. 6a).

Macho: más pequeño que la hembra, mide 3.45 de largo por 0.61 de ancho. Cuerpo con segmentación evidente y sin placa dorsal en el tronco. Antenas grandes. Anténulas provistas de quetas. Cabeza, primer y segundo apéndices torácicos como en las hembras. Tercer par de patas unirrámeas y cortas, miden 0.45 de largo por 0.10 de ancho. Cuarto par de patas más largos que el tercer par y unirrámeas, miden 1.25 de largo por 0.20 de ancho. Ramificación caudal larga, mide 0.17 de largo por 0.06 de ancho. Márgenes del cuerpo con quetas pequeñas (Figs. 7a y 7b).

Resumen taxonómico

Hospedero: *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922).

Localidad: San Evaristo y El Sargento, La Paz, B. C. S., México.

Sitio de infección: Branquias.

Especímenes depositados: En la CPMHN-UABCS con el número 0671 (San Evaristo) y 0672 (El Sargento).

Prevalencia: 5.88% (San Evaristo) y 2.32% (El Sargento).

Intensidad: 1 (San Evaristo) y 2 (El Sargento).

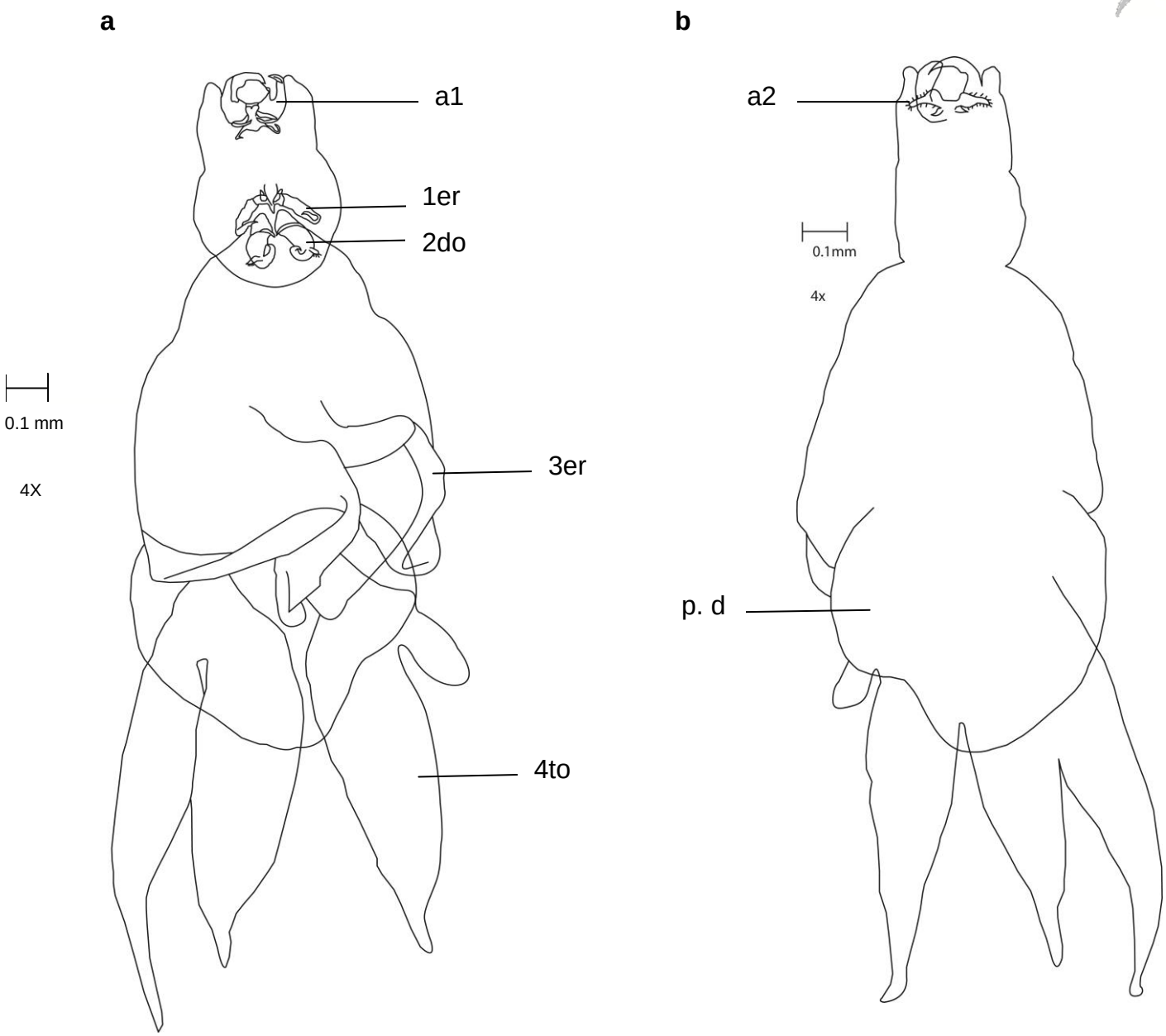

Figura 6. Copépodo hembra parásito, *Lernanthropus* sp. en *L. peru*. **a**. Vista ventral que muestra antenas (a1), primer par de patas (1er), segundo par de patas (2do), tercer par de patas (3er) y cuarto par de patas (4to) (4X). **b**. Vista dorsal que muestra anténulas (a2) y placa dorsal (p. d) (4X).

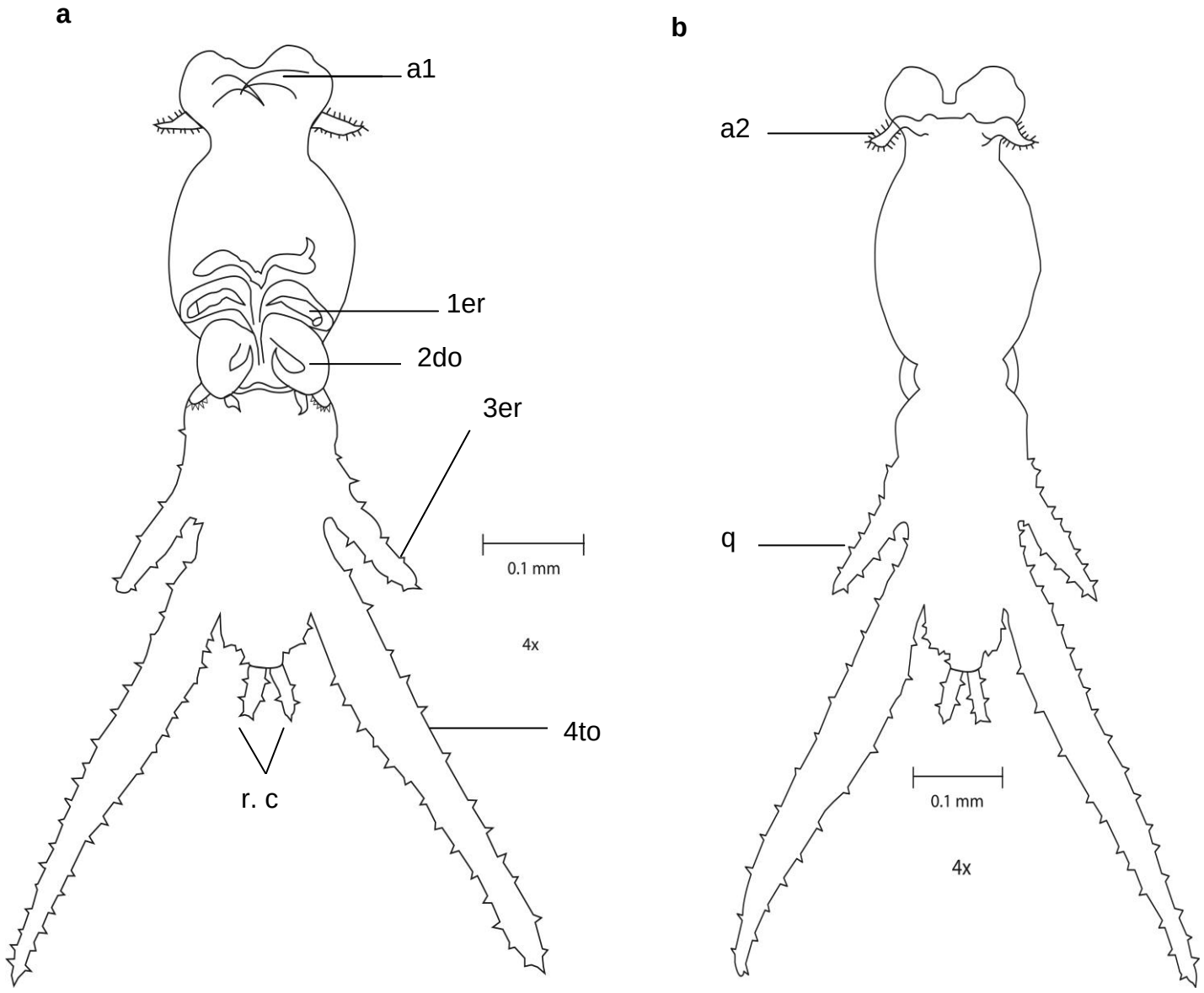

Figura 7. Copépodo macho parásito, *Lernanthropus* sp. en *L. peru*. **a**. Vista ventral que muestra antenas (a1), primer par de patas (1er), segundo par de patas (2do), tercer par de patas (3er), cuarto par de patas (4to) y ramificación caudal (r. c) (4X). **b**. Vista dorsal que muestra anténulas (a2) y quetas en los márgenes del cuerpo (q) (4X).

Comentarios

Los copépodos del género *Lernanthropus* Blainville, 1822 encontrados en *L. peru* pertenecen a la familia Lernanthropidae, de acuerdo con Kabata (1979) ésta comprende cinco géneros *Lernanthropus, Lernanthropodes, Norion, Aethon* y *Sagum.* Por su parte, Yamaguti (1963) maneja a *Lernanthropus* como sinónimo de *Aethon* y lo clasifica dentro de la familia Anthosomatidae con los géneros *Epachthes*, *Anthosoma*, *Norion, Caetrodes*, *Sagum*, *Lernanthropus*, *Pseudolernanthropus* y *Lernanthropodes*. Kabata (1979) reconoce a más de 136 especies en el género *Lernanthropus* de las cuales actualmente se tienen registradas a sólo 107 especies en este género (Appeltans *et al*., 2012). Los copépodos hembra de este trabajo se identificaron como *Lernanthropus* sp. por presentar el tercer par de patas no fusionadas, birrámeas, con formas lamelares en pliegues y una placa dorsal presente en el segmento de la cuarta pata cubriendo el segmento genital y abdomen. Se conoce que los sacos de huevos son largos y rectos aunque en nuestros especímenes no se observaron. Por otra parte, los copépodos machos se identificaron por presentar el primer y segundo par de patas como en las hembras, tercer y cuarto par de patas unirrámeas y carecen de placa dorsal.

Lernanthropus es similar a los otros géneros que constituyen la familia Lernanthropidae por las siguientes características:

Lernanthropodes Bere, 1936 presenta un cefalotórax, sacos de huevos largos y rectos y apéndices cefálicos y torácicos como *Lernanthropus* pero difiere por presentar el tercer par de patas fusionadas en un tubo que encierra el cuerpo posterior y apéndices, además de carecer de una placa dorsal. Presenta una placa ventral en el cuarto segmento.

Sagum Wilson, 1913 tiene una placa dorsal larga y forma general del cuerpo como *Lernanthropus* pero difiere por presentar un cuerpo mucho más amplio y robusto y sacos de huevos largos y enrollados debajo de la placa dorsal.

Aethon Kroyer, 1837 presenta una placa dorsal, primer y segundo par de patas y apéndices cefálicos como *Lernanthropus* pero difiere en los sacos de huevos, los cuales son largos y enrollados y el tercer par de patas son muy largas.

Norion Nordmann, 1864 presenta una placa dorsal y tercer par de patas no fusionadas en un tubo como *Lernanthropus* pero difiere por presentar sacos de huevos enrollados debajo de la placa dorsal y segundo par de patas ausente.

Actualmente, en el mundo existen escasos registros de *Lernanthropus* sp. en especies del género *Lutjanus*. Fuentes *et al*. (2003) registraron la presencia de *Lernanthropus* sp. en juveniles de *L. griseus*, capturados en la laguna de la Restinga, Isla de Margarita, Venezuela y Kabata (2005) encuentra a *Lernanthropus*

lativentis Heller (1865) en *L. vitta* de Java, Indonesia. En México se tienen pocos registros de *Lernanthropus* sp. en especies del género *Lutjanus.* Quispe (2005) registró la presencia de *Lernanthropus* sp. en las branquias de adultos de *L. guttatus* de Nayarit y Sinaloa y en juveniles de jaulas de cultivo y Morales-Serna y Pérez-Ponce de León (2012) lo hacen en *L. peru* de Punta Pérula, Jalisco.

San Evaristo y El Sargento son nuevos registros de localidades en el ámbito de distribución geográfica del género *Lernanthropus* sp.

Parámetros ecológicos en parasitología

De los 17 peces *L. peru* revisados de San Evaristo se obtuvo una prevalencia de parasitación de 47.05%, una intensidad promedio de infección de 3.12 parásitos y una abundancia de 1.47 parásitos. De los 43 peces *L. peru* revisados de El Sargento se obtuvo una prevalencia de parasitación de 39.53%, una intensidad promedio de infección de 1.94 parásitos y una abundancia de 0.76 parásitos.

Además de calcular los parámetros ecológicos por temporada, también se calcularon por especie de parásito (Tab. 4).

Tabla 4. Parámetros ecológicos en parasitología por especie de parásito.

PARÁSITO	LOCALIDAD	HR	HP	NP	P	I	A	CPMHNUABCS
Polymicrocotyle manteri.	San Evaristo	17	4	6	23.52	1.5	0.35	0668
	El Sargento	43	6	13	13.95	2.16	0.30	0669
Prodistomum sp.	El Sargento	43	6	11	13.95	1.83	0.25	0670
Anisakis sp.	San Evaristo	17	5	18	29.41	3.6	1.05	0673
	El Sargento	43	6	7	13.95	1.16	0.16	0674
Lernanthropus sp.	San Evaristo	17	1	1	5.88	1	0.05	0671
	El Sargento	43	1	2	2.32	2	0.04	0672

HR= Hospedero revisado
HP= Hospedero parasitado
NP= Número de parásitos
P= Prevalencia
I= Intensidad promedio de infección
A= Abundancia

CPMHNUABCS: Colección Parasitológica del Museo de Historia Natural de la Universidad Autónoma de Baja California Sur.

DISCUSIÓN

Datos morfométricos

Cruz-Romero *et al*. (1996) mencionan que la talla de primera madurez de *L. peru* es de 29 a 30 cm como longitud total. De los 17 peces *L. peru* revisados en la localidad de San Evaristo en los meses de Febrero a Abril del 2011 (invierno-primavera)**,** sólo dos sobrepasaron esta talla y el resto se mantuvo inferior con un promedio total de 26.85 cm. Contrario a la localidad de San Evaristo, en El Sargento de los 43 peces revisados, el número de peces que sobrepasaron esta medida fue de 29 ejemplares con un promedio total de 30.73 cm. Cabe destacar que esto puede ser atribuido al mayor número de peces analizados para esta localidad y que se encontraban en verano, en sus meses de reproducción (de Junio a Septiembre) como menciona Reyna-Trujillo (1994) quien encontró que el desarrollo gonádico y periodo reproductivo de *L. peru* en la Bahía de La Paz, B. C. S., se presenta en verano al igual que Vázquez-Hurtado *et al.* (2010) en un estudio para la pesquería artesanal en la Bahía de La Paz y su área oceánica adyacente (Golfo de California, México). Por otra parte, el arte de pesca utilizado en ambas localidades fue “pesca con línea de mano”. Saucedo (2000) menciona que los *L. peru* adultos son capturados principalmente con línea de mano o palangre contrario a los juveniles los cuales se capturan principalmente con redes de

arrastre. Por lo anterior, podemos inferir que el arte de pesca utilizado no influyó en la obtención peces con un estrecho rango de tallas (juveniles).

Hanek (1978) señala que existen tres tipos de comportamiento en relación al número de parásitos con la talla del hospedero: parásitos independientes de la talla del hospedero, parásitos que decrecen en número con la talla y parásitos que incrementan en número con la talla del hospedero. En nuestro caso, esperaríamos encontrar diferencias en cuanto al número de parásitos en El Sargento por poseer un mayor número de peces adultos, sin embargo, no observamos diferencias que marquen un mayor grado de infectividad en relación a la talla de *L. peru*. No obstante, el rango de tallas aún sigue siendo estrecho si consideramos que este pez puede llegar a medir hasta 99 cm de longitud total (Santamaria, 1998), por lo que el tiempo de exposición en el ambiente como estado adulto fue muy pequeño. Por ello, hubiera sido muy factible hacer revisiones en peces de mucho mayor y menor tamaño para corroborar si existen diferencias significativas como lo marcan Karnoven *et al.* (2004) quienes consideran que generalmente la baja adquisición de parásitos en los peces juveniles puede ser debido a que un cuerpo pequeño ofrece pocos recursos de espacio, o simplemente el hospedador no está en condiciones morfológicas adecuadas para la fijación de los parásitos; por otro lado, también señala que los peces jóvenes tardan en adquirir su defensa inmunológica frente a parásitos, lo que dependerá del tiempo de exposición y de la carga parasitaria a la cual estén expuestos.

Variación de los grupos de parásitos por localidades

En ambas localidades se encontraron las mismas especies de parásitos: *P. manteri*, larvas L3 de *Anisakis* sp. y *Lernanthropus* sp. excepto *Prodistomum* sp. que sólo se presentó en la localidad de El Sargento. Santos y Eiras (1995) mencionan que la ausencia de los endoparásitos aún en localidades cercanas con características ecológicas similares, puede estar influenciada principalmente por los cambios en la dieta del pez, debido a la disponibilidad de estados infectivos de estos tremátodos, que dependen principalmente de la presencia de hospederos intermediarios apropiados para ellos. Por otra parte, otro factor que pudiera explicar los resultados obtenidos es el número de peces y periodo de muestreo ya que la evaluación que realizamos de la fauna parasitaria en San Evaristo incluyó sólo 17 peces analizados para los meses de Febrero a Abril del 2011 (invierno-primavera), comparado con El Sargento que su estudio incluyó 43 peces analizados para los meses de Junio a Julio del 2012 (verano).

Cabe destacar, que a pesar de ser diferentes las localidades, el número de peces y las temporadas durante las cuales se realizó la recolección de peces, ésto no afectó al resto de las especies de parásitos presentes, siendo las mismas en ambas localidades. En el caso de la abundancia total de los helmintos ésta si varió por localidad siendo: 24 helmintos en San Evaristo y 31 helmintos en El Sargento. Esta diferencia en la segunda localidad, se atribuye a que el tamaño de muestra fue mayor (43 peces) a diferencia de San Evaristo la cual fue de 17 peces. Otro

grupo son los copépodos parásitos *Lernanthropus* sp. de los cuales se encontraron sólo uno en San Evaristo y dos en El Sargento, por su baja abundancia podríamos inferir que se pudieron haber transmitido por el contacto accidental con otras especies, pero Morales-Serna y Pérez-Ponce de León (2012) registran la presencia de este copépodo en *L. peru* de Punta Pérula, Jalisco. Por lo anterior, se requerirían realizar más muestreos con un mayor número de muestras para descartar las posibilidades de su baja abundancia.

En general, en ambas localidades *L. peru* presentó una baja prevalencia y abundancia de parásitos, lo cual podemos atribuir a su amplia distribución espacial, comportamiento (por su preferencia a permanecer a grandes profundidades con bajas temperaturas) y su tipo de alimentación la cual se basa generalmente en crustáceos. Como menciona Iannacone *et al*. (2010) durante un estudio de la variación entre años de la fauna de parásitos en peces de Lima, Perú, estos factores de distribución, comportamiento y alimentación no son favorables para el desarrollo de los parásitos logrando repercutir en los ciclos de vida, la infectividad o la sobrevivencia de los mismos. De todos los parásitos encontrados en las localidades de este estudio, las larvas L3 de *Anisakis* son las únicas que pudieran presentar un riesgo potencial de ictiozoonosis para el ser humano debido a la enfermedad conocida como anisakidosis, lo cual es muy relevante dado que *L. peru* es una de las especies más importantes por su volumen de capturas y demanda en el mercado local, regional, nacional e internacional.

Parámetros ecológicos, órganos y sitios de infección por especie de parásito

Los parámetros ecológicos nos dan un acercamiento del índice de parasitación de los parásitos sobre las especies de hospederos. En nuestro trabajo se aplicaron estos parámetros en los helmintos y crustáceos parásitos de *L. peru*. Cabe destacar que Bush y Holmes (1986a) realizaron una categorización de las especies con respecto al porcentaje de sus prevalencias clasificándolas en especies núcleo aquellas que presentan una prevalencia mayor al 70%, especies satélites menores al 40% y especies secundarias a las que presentan un porcentaje intermedio entre éstas. Con lo que en base a esta clasificación pudimos clasificar a todas nuestras especies de parásitos en especies satélites, ya que sus prevalencias fueron menores al 40%.

En lo referente a la especie de monogéneo *P. manteri* en los peces *L. peru* de San Evaristo y El Sargento se encontró una prevalencia de 23.52% y 13.95%, intensidad promedio de infección de 1.5 y 2.16 y abundancia de 0.35 y 0.30 respectivamente. Mendoza-Garfias y Pérez-Ponce de León (1998) registraron a esta especie en branquias de *L. guttatus*, *L. jordani* y *Ophistonema libertate* de Bahía Chamela, Jalisco. En el primer hospedero encontraron una prevalencia de 3% y abundancia de 12; en el segundo una prevalencia de 12% y abundancia de 8.3 y en el último una prevalencia de 3% y abundancia de 23, lo cual coincide con nuestros resultados, ya que en comparación con otras especies de parásitos ellos también encontraron un bajo índice de prevalencia de *P. manteri* en sus

hospederos. Sin embargo, Pérez-Ponce de León *et al.* (2000) enfatizan que en el caso de la especie de sardina *Ophistonema libertate* infectada con *P. manteri* pudo deberse a que ésta interactúa con especies de Lutjanidos, lo cual facilita su infección por monogéneos, cuya transmisión puede ser directa puesto que *P. manteri* solo se había registrado en especies de la familia Lutjanidae. De los *L. peru* revisados los órganos y sitios de infección parasitados por *P. manteri* en San Evaristo fueron branquias y en El Sargento branquias y agua filtrada. En el agua filtrada no podemos atribuir con exactitud a que región de cuerpo pertenezcan, sin embargo, a los monogéneos se les encuentra principalmente como ectoparásitos del tegumento y branquias de los peces, como mencionan Flores y Flores (2003) que además, señalan que las enfermedades ocasionadas por monogéneos en peces es variable, dependiendo de la intensidad de la infección. Por ejemplo, cuando las cargas parasitarias son reducidas no producen signos clínicos aparentes en los peces afectados; sin embargo, el efecto de los monogéneos en el pez se puede traducir en una disminución de la tasa de fertilidad, así como un retardo en el crecimiento; y en los peces con cargas parasitarias elevadas se produce una marcada pérdida de peso y mortalidades elevadas.

En cuanto a *Prodistomum* sp. en *L. peru* se presentó una prevalencia de 13.95%, intensidad promedio de infección de 1.83 y abundancia de 0.25, reflejando un bajo poder de colonización en *L. peru*. Contrario a nuestro trabajo Bray y Justine (2012) encontraron una prevalencia del 100% de *Prodistomum* sp. en *Monodactylus argenteus* de Nueva Caledonia, Francia. En nuestro trabajo *Prodistomum* sp.

estuvo ausente en la localidad de San Evaristo de Febrero a Abril del 2011 (invierno-primavera) y sólo se presentó en El Sargento en los meses de Junio a Julio del 2012 correspondientes al verano. Muñoz *et al.* (2001, 2002) mencionan la existencia de registros en peces juveniles como *L. peru* que han presentado distinta composición parasitaria aún cuando provienen de localidades cercanas, lo cual indica que las comunidades parasitarias pueden ser altamente variables. En nuestro caso la ausencia de *Prodistomum* sp. en San Evaristo podría ser atribuido a cambios en los hábitos alimenticios de *L. peru*, debido a la ausencia de estados infectivos de estos tremátodos que dependen principalmente de la presencia de sus hospederos intermediarios apropiados. Sus primeros hospederos intermediarios son generalmente gasterópodos, por lo que podemos inferir que la fauna de gasterópodos para San Evaristo y El Sargento debe ser distinta al igual que su fauna parasitaria.

Los órganos y sitios de infección parasitados fueron intestino, estómago y agua filtrada. Jiménez *et al.* (1986) mencionan que los tremátodos se pueden encontrar en estómago, intestino, sistema urinario y vesícula biliar. Por lo tanto, aunque en el agua filtrada se desconoce el órgano infección se puede inferir que pertenezcan a algunos de estos órganos.

El daño provocado por las formas metacercariales del tremátodo en el pez es muy importante y se debe primeramente a su migración y encapsulamiento en distintos órganos como músculo o córnea y retina, provocando en el pez hemorragias

internas. Por lo anterior, en escasas ocasiones el ser humano puede afectarse al consumir músculo de peces infectados causándoles una infección que puede causarle molestias abdominales y diarrea.

Respecto a las larvas L3 de *Anisakis* sp. encontradas en *L. peru* se tienen registros en peces del litoral del Pacífico Mexicano y aguas adyacentes. En nuestro trabajo estas larvas se presentaron en las branquias, intestino y estómago de los peces de San Evaristo y El Sargento con una prevalencia de 29.41% y 13.95%, intensidad promedio de infección de 3.6 y 1.16 y abundancia de 1.05 y 0.16 respectivamente, reflejando un bajo poder de colonización de este nemátodo. Estos resultados coinciden con las bajas prevalencias encontradas por Hernández *et al.* (2011) en *L. guttatus* donde registraron una prevalencia del 5% para *Anisakis* sp. en los meses de marzo a octubre.

Por otra parte, Torres-Ayala *et al.* (2005) registraron larvas de *Anisakis* sp. en *L. peru* de La Cruz de Huanacaxtle, Nayarit por lo que ellos destacan la importancia de continuar realizando investigaciones para esclarecer el potencial zoonótico que puedan tener estos parásitos durante la comercialización de *L. peru.* Sin embargo, la preferencia del parásito por los órganos viscerales, es hacia el mesenterio intestinal lo que podría limitar su potencial zoonótico. No obstante, en el caso de los nemátodos encontrados en las branquias de los peces de este estudio, pueden ser considerados como parásitos erráticos que como huida estratégica, al morir el pez, pueden encontrárseles en un microhábitat que no es el común o también se pudo

deber a que el pez expulso su contenido estomacal y los nematodos quedaron en las branquias. En la gran mayoría de los nemátodos encontrados en el estómago e intestino de los *L. peru* se les observó encapsulados. Varios autores han descrito la presencia de larvas encapsuladas en la musculatura del pescado, en especial en la musculatura ventral, por lo que proponen la posibilidad de migración de estas larvas hacia la musculatura del pescado tras su captura (Osanz-Mur, 2001). En estudios respecto a la migración de las larvas de Anisákidos en los músculos del Arenque del Pacífico, han observado que el tiempo entre la captura y el procesado así como la exposición de las larvas a las temperaturas del ahumado y a las salmueras, podrían estimular las migraciones de dichas larvas hacia los músculos en busca de un lugar más adecuado Hauck (1977) y Smith (1984) *in*: Osanz-Mur (2001), por lo que si los peces no son propiamente congelados y eviscerados después de la captura, los nemátodos pueden migrar al músculo y representar un riesgo de parasitosis para los humanos.

Hochberg y Hamer (2010) destacan que las posibles causas del incremento de las infecciones por *Anisakis* sp. en peces es el aumento de las poblaciones de los hospederos definitivos, como resultado del reglamento sobre la explotación de los mamíferos marinos además de la evisceración del pescado en alta mar, dentro de los buques pesqueros y que conlleva la devolución de las vísceras al agua, proceso que realimenta el mar con larvas de *Anisakis* sp. pudiéndose dispersar en un área mucho mayor.

En lo que respecta a los copépodos *Lernanthropus* sp. encontrados en las branquias de los *L. peru* de San Evaristo y El Sargento se presentó una prevalencia de 5.88% y 2.32%, intensidad promedio de infección de 1 y 2 y abundancia de 0.05 y 0.04 respectivamente. De todas las especies de parásitos encontradas ésta fue la que presentó la menor abundancia en ambas localidades. Fuentes *et al*. (2003) encontraron al copépodo *Lernanthropus rathbuni* en las branquias de *L. griseus* con una prevalencia de 25.71% y una intensidad promedio de infección de 2. Cabe destacar que sus valores son mayores a los encontrados en nuestra especie de estudio *L. peru* en la cual sólo encontramos a tres copépodos *Lernanthropus* sp. de 60 peces revisados. Roberts (1981) señala que bajo condiciones naturales los copépodos ectoparásitos están raramente en número suficiente para causar daño al hospedador. Sin embargo, en cautiverio la posibilidad de lesiones patológicas aumenta debido al ciclo de vida directo de la mayoría de los copépodos y al limitado espacio donde crecen los peces, creando una mayor oportunidad de fijación y mayor número de parásitos. Por lo que el primero podría ser el caso de *Lernanthropus* sp. en *L. peru.*

Morales-Serna y Pérez-Ponce de León (2012) señalan que los copépodos parásitos usualmente se alimentan de células epiteliales y fluidos de su hospedero. Lo cual naturalmente le causa daños, ya que cuando la infección es en la piel, el tejido del hospedero se desgasta, produciendo hinchazón. Por otra parte, mencionan que si el sitio de infección es en las branquias como el caso de *Lernanthropus* sp. en *L. peru* (de San Evaristo y El Sargento) el hospedero puede

sufrir pérdida de su capacidad respiratoria, mientras que aquellos que se alojan en ojos llegan a producir ceguera, lo cual provoca que los hospederos alteren su comportamiento, desarrollen enfermedades bacterianas y disminuyan su crecimiento y reproducción.

CONCLUSIONES

Los *L. peru* de la localidad de San Evaristo estaban en etapa juvenil (época no reproductiva) en los meses de Febrero a Abril del 2011, a diferencia de los peces de El Sargento los cuales estaban en etapa de adulto (época reproductiva) en los meses de Junio a Julio del 2012. Para ambas localidades no observamos diferencias que marquen un mayor grado de infectividad de parásitos en relación a la talla de *L. peru*. Por otra parte, los *L. peru* de estas localidades presentaron las mismas especies de parásitos, excepto por *Prodistomum* sp. que sólo se presentó en los peces provenientes de El Sargento. Al ser éste un endoparásito su ausencia en los peces se atribuye principalmente a cambios alimenticios en la dieta del pez, posiblemente debido a que la fauna de gasterópodos (generalmente primer hospedero intermediario de los tremátodos) puede ser distinta en ambas localidades, provocando que no existan estados infectivos apropiados para *Prodistomum* sp. en San Evaristo.

El número total de parásitos por localidad varió, en San Evaristo fue de 24 helmintos y un copépodo y 31 helmintos y 2 copépodos en El Sargento. Estas diferencias se pueden atribuir al tamaño de muestra analizada ya que en la primer localidad fue de 17 peces y en la segunda de 43 peces. Por la baja abundancia de los copépodos *Lernanthropus* sp. encontrados, podemos inferir que se pudieron haber transmitido por el contacto accidental con otras especies, sin embargo, ya se

ha registrado este copépodo para *L. peru* de Punta Pérula, Jalisco por lo que se requerirán de más estudios.

Los helmintos y copépodos parásitos encontrados en San Evaristo fueron: seis *Polymicrocotyle manteri* (en branquias), 18 *Anisakis* sp. (en branquias, intestino y estómago) y un *Lernanthropus* sp. (en branquias). En El Sargento se encontraron 13 *Polymicrocotyle manteri* (en branquias y H_2O filtrada), 11 *Prodistomum* sp. (en H_2O filtrada, intestino y estómago), siete *Anisakis* sp. (en branquias, intestino y estómago) y dos *Lernanthropus* sp. (en branquias). En la primera localidad *Anisakis* sp. fue el que presentó una mayor prevalencia, intensidad promedio de infección y abundancia seguido por *Polymicrocotyle manteri.* En la segunda los helmintos en conjunto presentaron la mayor prevalencia, sin embargo, *Polymicrocotyle manteri* fue el que sostuvo una mayor intensidad promedio de infección y abundancia, seguido por *Prodistomum* sp. Cabe destacar que por el alto volumen de captura que presenta *L. peru* en la pesquería, los *Anisakis* sp. encontrados en estos peces pueden presentar un riesgo potencial de ictiozoonosis para el ser humano debido a la enfermedad conocida como anisakidosis transmitida por la ingesta de larvas del género *Anisakis.*

En ambas localidades *L. peru* presentó una baja prevalencia y abundancia de parásitos lo cual se atribuye a que este pez presenta una amplia distribución espacial, comportamiento (a permanecer a grandes profundidades) y su tipo de alimentación, la cual se basa generalmente en crustáceos.

RECOMENDACIONES

- Realizar nuevos estudios que además de los órganos revisados hagan la búsqueda de parásitos en el músculo y piel de *L. peru* con el fin de esclarecer si también en estos sitios existe la infección por invasión de parásitos.
- Es necesario realizar más estudios que demuestren si en México ya existen infecciones de *Anisakis* sp. por consumir *L. peru* debido a que sus síntomas son confundidos con otras enfermedades gastrointestinales.
- Efectuar más estudios en ambas localidades durante una misma temporada para confirmar si la ausencia de *Prodistomum* sp. en San Evaristo es debido a los cambios alimenticios en la dieta del pez y determinar las posibles causas de la baja abundancia de *Lernanthropus* sp. en ambas localidades.
- Se recomienda alertar a las autoridades de salud pública para difundir a las comunidades de La Paz B. C. S las medidas preventivas como: consumir el pescado bien cocido o crudo pero con previa congelación a -20°C por una semana, para evitar la infección accidental por especies del género *Anisakis* que posiblemente se encuentren en los productos de consumo humano.
- Realizar estudios de los ciclos de vida de los parásitos y de su interrelación con la alimentación y dinámica poblacional de *L. peru.*

- Ampliar el intervalo de tallas analizadas de *L. peru* ya que muchos autores mencionan que la longitud y sexo del pez hospedero son consideradas como variables ecológicas que se relacionan con la variación de las comunidades parasitarias.
- Similitud en cuanto al número de muestras utilizadas por localidad para sus respectivas comparaciones.

LITERATURA CITADA

Allen, G. 1985. Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of Lutjanid species known to date. FAO Species Catalogue 6:208.

Álvarez, F., y M. Flores. 1997. *Cymothoa exigua* (Isopoda: Cymothoidae) parasitando al pargo *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) en Manzanillo, Colima, México. Revista de Biología Tropical 45:397-394.

Anderson, R. C. 2000. Nematodes parasites of vertebrates: Their development and transmission. 2nd ed. CABI Publishing, Wallingford UK. 650 pp.

Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca. 2009. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, México. 311 pp.

Appeltans, W., P. Bouchet, G. Boxshall, C. de Broyer, N. de Voogd, D. Gordon, B. Hoeksema, T. Horton, M. Kennedy, J. Mees, G. Poore, G. Read, S. Stöhr, T. Walter, y M. Costello. 2012. World Register of Marine Species. Consultado el 07-05-2013.

Disponible en: http://www.marinespecies.org.

Argáez-García, N., S. Guillén-Hernández y M. L. Aguirre-Macedo. 2010. Intestinal helminths of *Lutjanus griseus* (Perciformes: Lutjanidae) from three environments in Yucatán (México), with a checklist of its parasites in the Gulf of Mexico and Caribbean region. Revista Mexicana de Biodiversidad 81:903-912.

Bray, R. A., y D. I. Gibson. 1990. The Lepocreadiidae (Digenea) of fishes of the north-east Atlantic: review of the genera *Opechona* Looss, 1907 and *Prodistomum* Linton, 1910. Systematic Parasitology 15:159-202.

Bray, R. A., y T. Cribb. 1996. Two species of *Prodistomum* Linton, 1910 (Digenea: Lepocreadiidae) from marine fishes of Australia. Systematic Parasitology 35: 59-67.

Bray, R. A., y N. Merrett. 1998. *Prodistomum priedei* n. sp. (Digenea: Lepocreadiidae) from the deep water cardinal fish *Epigonus telescopus* (Perciformes: Epigonidae) in the northern Atlantic Ocean. Systematic Parasitology 41:71-77.

Bray, R. A., y D. Gibson. 2002. Keys to the Trematoda. Vol I. CABI Publishing and The Natural History Museum, London. 521 pp.

Bray, R. A., y D. Gibson. 2005. Keys to the Trematoda. Vol II. CABI Publishing, London. 745 pp.

Bray, R. A., y J. Justine. 2012. A review of the Lepocreadiidae (Digenea, Lepocreadioidea) from fishes of the waters around New Caledonia. Acta Parasitologica 57(3):247-272.

Bush, A., y J. Holmes. 1986a. Intestinal helminths of lesser scaup ducks: patterns of association. Canadian Journal of Zoology 64:132-141.

Bush, A., K. Lafferty, J. Lotz, y A. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al*. revisited. Journal of Parasitology 83:575–583.

Bush, A., J. Fernández, G. Esch, y J. Seed. 2001. Parasitism: the diversity and ecology of animal parasites. Cambridge University Press, Inglaterra. 566 pp.

Cabrera, R., y M. Trillo-Altamirano. 2004. Anisakidosis: ¿una zoonosis parasitaria marina desconocida o emergente en el Perú?. Gastroenterología 24:335-342.

Carta Nacional Pesquera. 2010. Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. Diario Oficial, México. 93 pp.

Castelló, O. 1993. Acuicultura marina: fundamentos biológicos y tecnología de la producción. Edicions Universitat, Barcelona. 739 pp.

Cheng, T. C. 1964. The biology of animal parasites. W. B. Saunders Company, London. 727 pp.

Cortés, J., J. Valbuena y G. Manrique. 2009. Nemátodos parásitos de *Lutjanus synagris* (Linneaus, 1758) y *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828) (Perciformes, Lutjanidae) en las zonas de Santa Marta y Neguanje, Caribe Colombiano. Revista de Medicina Veterinaria y de Zootecnia 1:23-31.

Cruz-Reyes, A., y B. Camargo-Camargo. 2001. Glosario de términos en parasitología y ciencias afines. Plaza y Valdés, México. 347 pp.

Cruz-Romero, M., E. Chávez, B. Espino, y A. García. 1996. Stock assessment of a snapper complex (*Lutjanus* spp.) of the eastern tropical Pacific *in* Arreguín-Sánchez, F., J. L. Munro, M. C. Balgos, and D. Pauly (eds). Biology fisheries and culture of tropical groupers and snappers. ICLARM Conference Proceedings 48:330-336.

De la Lanza, G. E. 1991. Oceanografía de mares mexicanos. AGT Editor, México. 525 pp.

Díaz-Uribe, J., E. Chávez y J. Elorduy-Garay. 2004. Assessment of the Pacific red snapper (*Lutjanus peru*) fishery in the southwestern Gulf of California. Ciencias del Mar 30:561-574.

Flores, J., y R. Flores. 2003. Monogéneos parásitos de peces en México: Estudio recapitulativo. Técnica Pecuaria en México 41(2):175-192.

Fuentes Z., S. Rojas y R. León. 2003. Parásitos en juveniles de *Lutjanus griseus* (Pisces: Lutjanidae) de la Laguna de la Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal 28:463-468.

Google earth. 2013. Foto de las localidades San Evaristo y El Sargento, B. C. S., México. Fecha de compilación 15-02-2013.

Hanek, G. 1978. Spatial distribution of gills parasites of *Lepomis gibbosus* (L) and *Amboplites rupestri* (Raf). Canadian Journal of Zoology 56:1235-1240.

Hauck, A. K. 1977. Occurrence and survival of the larval nematode *Anisakis* sp. in the flesh of fresh frozen brined and smoked pacific herring *Clupea harengus pallasi*. Journal of Parasitology 63:515-9 *in* Osanz-Mur, 2001. Presencia de larvas de Anisakidos (Nematoda: Ascaridoidea) en pescado de consumo capturado en la zona pesquera de Tarragona. Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Veterinaria, España. 142 pp.

Hernández, M., M. Avilés, P. Pérez, y A. Olmedo. 2011. Parásitos en Lutjanidos y Haemulidos silvestres de la costa de Michoacán y Jalisco. Reunión Nacional de Innovación Acuícola y Pesquera, León Guanajuato 5:7-109.

Hochberg, N., y D. Hamer. 2010. Anisakidosis: perils of the deep. Emerging Infections 51(7):806-812.

INP. 2001. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México: Evaluación y Manejo. Instituto Nacional de la Pesca (INP). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. 1111 pp.

Jiménez, F., L. Galviz, F. Segovia, H. Garza, y P. Weche. 1986. Parásitos y enfermedades del Bagre. Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 239 pp.

Kabata, Z. 1979. Parasitic copepoda of British Fishes. Ray Society, London. 468 pp.

Kabata, Z. 2005. *Lernanthropus lativentris* Heller, 1865 (Copepoda, Lernanthropidae) of Pillai (1985) recognised as a new species. Acta Parasitologica, Canada. 50(4):352-354.

Karnoven A., P. Hudson, O. Seppälä, y T. Valtonen. 2004. Transmission dynamics of a trematode parasite: exposure, acquired resistance and parasite aggregation. Parasitology Research 92:183-188.

Kent, A. 1976. Infection, histopathology and migration of *Anisakis* sp (Nematoda: Heterocheiloidea) in Pacific Herring (*Clupea harengus pallasi*) from Yaquina Bay, Oregon. Tesis de Maestría en Ciencias, Oregon. 63 pp.

Kostadinova, A., y G. Dimitrov. 1994. Seasonal variation in helminth communities of *Trachurus mediterraneus ponticus* (Pisces: Carangidae) in the Black Sea *in* Bray, R. A., y T. Cribb. 1996. Two species of *Prodistomum*

Linton, 1910 (Digenea: Lepocreadiidae) from marine fishes of Australia. Systematic Parasitology 35:59-67.

Lamothe-Argumedo, R. 1967. Monogéneos de peces. III. *Polymicrocotyle manteri*, gen. nov., sp. nov., (Microcotylinae), parásito de peces de la Costa del Pacífico de México. Bulletin of Marine Science 17(4):935-948.

Lamothe-Argumedo, R. 1997. Manual de técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres. AGT Editor S. A: 1, 4-6, 8-9, 18-29, 36-38.

Lamothe-Argumedo, R., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia, y G. Pérez-Ponce de León. 1997. Catálogo de la Colección Nacional de Helmintos. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología, México. 211 pp.

Iannacone, J., L. Morón y S. Guizado. 2010. Variación entre años de la fauna de parásitos metazoos de *Sciaena deliciosa* (Tschudi, 1846) (Perciformes: Sciaenidae) en Lima, Perú. Latin American Journal of Aquatic Research 38(2):218-226.

Margolis., L y Z. Kabata. 1996. Guide to the parasites of fishes of Canada: Trematoda. NRC Research Press, Canada. 373 pp.

Mendoza-Garfias, B., y G. Pérez-Ponce de León. 1998. Microcotílidos (Monogenea: Microcotylidae) parásitos de peces marinos de la Bahía de Chamela, Jalisco, México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología 69(2):139-153.

Morales-Serna, F. N., y G. Pérez-Ponce de León. 2012. Los copépodos parásitos: componentes importantes de la biodiversidad. CONABIO. Biodiversitas 104:1-5.

Muñoz, G., F. Garcías, V. Valdebenito, y M. George-Nascimento. 2001. Parasitofauna y alimentación de *Notothenia c.f. angustata* Hutton, 1875 (Pisces: Nototheniidae) en el intermareal de dos localidades del Golfo de Arauco, Chile. Boletín Chileno de Parasitología 56:29-33.

Muñoz G., V. Valdebenito y M. George-Nascimento. 2002. La dieta y la fauna de parásitos metazoos del torito *Bovichthys chilensis* Regan 1914 (Pisces: Bovichthydae) en la costa de Chile centro-sur: variaciones geográficas y ontogenéticas. Revista Chilena de Historia Natural 75:661-671.

Osanz-Mur, A. C. 2001. Presencia de larvas de Anisakidos (Nematoda: Ascaridoidea) en pescado de consumo capturado en la zona pesquera de Tarragona. Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Veterinaria, España. 142 pp.

Padilla, F., y A. Cuesta. 2003. Zoología aplicada. Eds. Díaz de Santos, España. 488 pp.

Pérez-Iñigo, C. 1976. Parasitología. Ed. Blume, Madrid. 422 pp.

Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, B. Mendoza-Garfias, V. León-Régagnon, G. Pulido-Flores, C. Aranda-Cruz, y F. García-Vargas. 1999. Listados faunísticos de México, IX. Biodiversidad de helmintos parásitos de peces marinos y estuarinos de la Bahía de Chamela, Jalisco. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología, México. 51 pp.

Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto y C. Rosas. 2000. Helmintofauna de *Opisthonema libertate* y *Harengula thrissina* (Osteichthyes: Clupeidae) de la Bahía de Chamela, Jalisco, México. Revista de Biología Tropical 48(4):750-764.

Pillai, N. 1985. The fauna of India. Department of Aquatic Biology and Fisheries University of Kerala, Trivandrum, India. 900 pp.

Quiroz, H. 1984. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. Ed. Limusa, México. 876 pp.

Quispe, M, P. R. 2005. Estudio de las comunidades de metazoarios parásitos del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) silvestres y en jaulas flotantes en el estado de Nayarit. Universidad Autónoma de Nayarit, México. 43 pp.

Ramírez-Aguirre, H. O. 2001. Informe final proyecto: Diseño de propuestas de co-manejo para pesquerías ribereñas del Golfo de California, en condiciones de sustentabilidad. El caso de la UFM San Evaristo-El Pardito (Isla Coyote) en B. C. S. Universidad Autónoma de Baja California Sur, WWF-Programa México *in* Ruiz, A. 2005. Pesca ribereña multiespecífica y comanejo: el caso de San Evaristo, B. C. S., México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, B. C. S. 79 pp.

Ramírez-Aguirre, H. O. 2002. Informe final proyecto: administración pesquera responsable de gestión compartida en el Golfo de California: El caso de las comunidades pesqueras del área de San Evaristo, B .C. S. Universidad Autónoma de Baja California Sur *in* Ruiz, A. 2005. Pesca ribereña

multiespecífica y comanejo: el caso de San Evaristo, B. C. S., México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B. C. S. 79 pp.

Raychard, K., C. Blend y N. Dronen. 2008. New species of *Prodistomum* Linton 1910 (Digenea: Lepocreadiidae) from the longtail bass, *Hemanthias leptus* (Ginsburg, 1952) in the bay of Campeche, Gulf of Mexico. The Journal of Parasitology 94(4):905-908.

Reyna-Trujillo, M. M. 1994. Desarrollo gonádico y época de desove del "huachinango" *(Lutjanus peru*) Nichols y Murphy 1922 (Pisces: Lutjanidae) en la Bahía de La Paz, B. C. S., México *in* Santamaría-Miranda, A., J. Elorduy-Garay, M. Villalejo-Fuerte, y A. Rojas-Herrera. 2003. Desarrollo gonadal y ciclo reproductivo de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) en Guerrero, México. Revista de Biología Tropical 51(2):489-502.

Roberts, L. 1981. Patología de peces. Mundi Prensa. Madrid, España. 142 pp.

Rocha-Olivares, A., y J. Sandoval-Castillo. 2003. Diversidad mitocondrial y estructura genética en poblaciones alopátricas del huachinango del Pacífico *Lutjanus peru*. Ciencias Marinas 29(2):197-209.

Ruiz, A, E. 2005. Pesca ribereña multiespecífica y comanejo: El caso de San Evaristo, B. C. S., México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 79 pp.

Sánchez-Brito, I. 2003. Bienestar y ambiente en la pesca ribereña artesanal en el Golfo de California, B. C. S. Caso de área de San Evaristo 1990-2000.Tesis

de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B. C. S. 98 pp.

Santos, M. J. y J. C. Eiras. 1995. A seasonal study on the parasitization of *Lipophrys pholis* (Pisces: Bleniidae) by *Helicometra fasciata* (Digenea: Opecoelidae) and *Lecithochirium furcolabiatum* (Digenea: Hemiuridae) in Portugal. Aquaculture 132:175-181.

Santamaria, A. M. 1998. Hábitos alimenticios y ciclo reproductivo del huachinango (*Lutjanus peru*) en Guerrero, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, B. C. S. 64 pp.

Saucedo, L, M. 2000. Alimentación natural de juveniles de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1992) y *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) (Lutjanidae: Perciformes) en la costa de Jalisco y Colima, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad de Colima, Colima., México. 68 pp.

Schell, S. C. 1970. The Trematodes. Wm. C. Brown Company Publishers, USA. 355 pp.

Smith, J. W. 1984. The abundance of *Anisakis simplex* L3 in the body cavity and flesh marine teleosts. International Journal for Parasitology. 14:491-495 *in* Osanz-Mur. 2001. Presencia de larvas de Anisakidos (Nematoda: Ascaridoidea) en pescado de consumo capturado en la zona pesquera de Tarragona. Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Veterinaria, España. 142 pp.

Torres-Ayala, M., F. García-Vargas, R. Medina-Guerrero, P. Quispe-Maica, y E. Fajer-Ávila. 2005. Nemátodos parásitos del pargo huachinango, *Lutjanus*

peru (Pisces: Lutjanidae) de La Cruz de Huanacaxtle, Nayarit, México. Congreso Nacional de Zoología 92:Res0089.

Vázquez-Hurtado, M., M. Maldonado-García, CH. Lechuga-Devéze, H. Acosta-Salmón, y A. Ortega-Rubio. 2010. La pesquería artesanal en la Bahía de La Paz y su área oceánica adyacente (Golfo de California, México). Ciencias Marinas 36(4):433–444.

Yamaguti, S. 1961. Sistema helminthum. Vol III. part I, The nematodes of vertebrates. Interscience Publishers, New York. 1261 pp.

Yamaguti, S. 1963. Parasitic copepoda and branchura of fishes. Interscience Publishers, New York. 1104 pp.

Yamaguti, S. 1963. Systema helminthum, Vol IV. Monogenea and Aspidocotylea. Interscience Publishers, New York. 699 pp.

Yamaguti, S. 1971. Synopsis of digenetic Trematodes of Vertebrates, Vol II. Keigaku Publishing, Japan. Plate 1-156.