



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

FACULTAD DE CIENCIAS

Isópodos parásitos asociados con pargos (Lutjanidae) en la costa noroeste de la península de Yucatán, México

TESIS

PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

PRESENTA:

CELIA CARIDAD BORGES CASAS

TUTOR PRINCIPAL:

Dr. Alfonso Aguilar Perera

Universidad Autónoma de Yucatán

COMITÉ TUTOR:

Dr. Edlin Guerra Castro

Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Mérida, UNAM

Dr. Nuno Simões

UMDI-Sisal, Facultad de Ciencias, UNAM

Dr. Daniel Arceo Carranza

UMDI-Sisal, Facultad de Ciencias, UNAM

Dr. Fernando Álvarez Noguera

Instituto de Biología, UNAM

Ciudad de México, agosto, 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Extiendo mi gratitud a la Universidad Nacional Autónoma de México, al Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología y a la Facultad de Ciencias, por brindarme la oportunidad y los recursos necesarios para llevar a cabo mis estudios de posgrado. Agradezco al personal administrativo y académico, quienes siempre estuvieron dispuestos a ayudarme en cada paso del camino.

Al Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías por el apoyo económico ofrecido para la realización de este proyecto.

Agradezco también a mi tutor, Dr. Alfonso Aguilar Perera, y a los miembros del comité académico, Dr. Nuno Simões, Dr. Edlin Guerra Castro, Dr. Daniel Arceo Carranza, Dr. Fernando Álvarez Noguera, por sus valiosas observaciones, sugerencias y comentarios que han enriquecido significativamente este proyecto. A la Dra. Maite Mascaró Miquelajauregui por sus orientaciones y consejos.

Aquellos que de una u otra forma hicieron realidad la culminación de este proyecto. A todos mi más sincera gratitud

Tabla de contenido

Agradecimientos	II
Tabla de contenido	III
Resumen	IV
Abstract	IV
1. Antecedentes	2
1.1. Generalidades sobre interacciones parasitarias en ecosistemas	2
1.2. Características Taxonómicas y Ecologías de organismos del Orden Isopoda asociados con peces	3
1.3. Ciclo de Vida de organismos parásitos del Orden Isopoda asociados con peces	5
1.4. Características taxonómicas y ecológicas de los peces de la familia Lutjanidae	8
1.1. Interacciones entre Isópodos Parásitos y Peces Hospederos. Implicaciones en la salud de los peces hospederos, en la dinámica poblacional y a nivel de ecosistema.	11
1.2. Investigaciones realizadas sobre interacciones entre Isópodos Parásitos y Peces Hospederos con enfoque ecológico y de indicadores parasitarios	15
1.3. Investigaciones realizadas sobre interacciones entre Isópodos Parásitos y Peces Hospederos en México.	16
2. Justificación	18
3. Preguntas de investigación y objetivos	18
3.1. Preguntas de investigación	18
3.2. Objetivo general:	19
3.3. Objetivos específicos:	19
.....	20
.....	20
.....	20
4. Materiales y métodos	21
4.1. Área de estudio	21
4.2. Metodología	21
5. Resultados	28
5.1. Resultados generales	28
5.2. Parasitismo en <i>O.chrysurus</i>	33
5.2.1. Parasitismo en <i>O.chrysurus</i> por <i>C. excisa</i>	33

5.2.2. Parasitismo en <i>O.chrysurus</i> por <i>R. signata</i>	37
5.3. Cálculos de índices parasitarios en general y para diferentes sexos de hospederos.....	39
5.3.1. Índices parasitarios para <i>C. excisa</i>	39
6. Discusión.....	44
6.1. Resultados Generales.....	44
6.2. Parasitismo de <i>C. excisa</i> y <i>R. signata</i> en <i>O. chrysurus</i>	47
6.2.1. Longitudes corporales de peces parasitados y no parasitados.....	47
6.2.2. Distribución espacial de los isópodos parásitos en los hospederos.....	48
6.2.3. Relación entre las tallas de <i>R. signata</i> y <i>C. excisa</i> con la del hospedero <i>O. chrysurus</i>	49
6.2.4. Variaciones estacionales del parasitismo en <i>O. chrysurus</i>	50
6.2.5. Índices parasitarios de <i>Rocinela signata</i> y <i>Cymothoa excisa</i>	51
6.2.6. Discusión sobre el desarrollo de una base de datos en GitHub.....	53
7. Conclusiones.....	54
8. Referencias.....	55

Resumen

El parasitismo es una interacción ecológica muy generalizada, constituyendo una de las estrategias de vida más exitosas. Los isópodos de las familias Gnathiidae, Corallanidae y Aegidae mantienen una asociación temporal con peces marinos; mientras que los isópodos de la familia Cymothoidae son parásitos obligados de peces marinos. El objetivo del presente trabajo es identificar patrones temporales de parasitismo de isópodos (Orden: Isopoda; Superfamilia: Cymothooidea) en *Lutjanus synagris*, *Ocyurus chrysurus* y *Lutjanus griseus*, en Celestún, Yucatán, México. De septiembre de 2022 a septiembre de 2023, se examinaron 449 peces comerciales en el puerto de Celestún, Yucatán, México. Las especies fueron el pargo mulato (*Lutjanus griseus*, N = 146), el pargo rubia (*Lutjanus synagris*, N = 155) y el pargo canané (*Ocyurus chrysurus*, N = 148). En el caso de *O. chrysurus* parasitado por *C. excisa*, no se encontraron diferencias de tallas entre peces parasitados y no parasitados, ni una correlación positiva entre el tamaño de los isópodos machos y hembras y el tamaño de los peces. No se registraron variaciones estacionales significativas en la abundancia de *C. excisa*. Para *R. signata* en *O. chrysurus*, tampoco hubo diferencias de tallas entre peces parasitados y no parasitados, y se encontró una correlación positiva entre tamaños de hospederos y parásitos. Los índices parasitarios mostraron que la prevalencia de *O. chrysurus* por *C. excisa* fue 11.5%, con diferencias entre sexos, y la prevalencia de *R. signata* en *O. chrysurus* fue 5.4%, mientras que en *L. synagris* fue solo 0.6%.

Palabras clave: Isópodos parásitos, peces marinos, *Cymothoa excisa*, *Rocinela signata*, índices parasitarios, *Lutjanus griseus*, *Lutjanus synagris*, *Ocyurus chrysurus*, Celestún

Abstract

Parasitism is a highly widespread ecological interaction, constituting one of the most successful life strategies. The isopods of the Gnathiidae, Corallanidae and Aegidae families maintain a temporary association with marine fishes; while the isopods of the Cymothoidae family are obligate parasites of marine fishes. The objective of this study was to identify temporal patterns of isopod (Order: Isopoda; Superfamily: Cymothooidea) parasitism in *Lutjanus synagris*, *Ocyurus*

chrysurus and *Lutjanus griseus*, in Celestún, Yucatán, Mexico. From September 2022 to September 2023, 449 commercial fishes were examined at the Celestún port, Yucatán, Mexico. The species were gray snapper (*Lutjanus griseus*, N =146), lane snapper (*Lutjanus synagris*, N = 155) and yellowtail snapper (*Ocyurus chrysurus*, N = 148). In the case of *O. chrysurus* parasitized by *C. excisa*, no differences in size were found between parasitized and non-parasitized fishes, but a positive correlation was found between the size of male and female isopods and the size of the fishes. No significant seasonal variations were recorded in the abundance of *C. excisa*. For *R. signata* in *O. chrysurus*, there were also no size differences between parasitized and non-parasitized fishes, and a positive correlation was found between host and parasite sizes. The parasitic indices showed that the prevalence of *O. chrysurus* by *C. excisa* was 11.5%, with differences between sexes, and the prevalence of *R. signata* in *O. chrysurus* was 5.4%, while in *L. synagris* it was only 0.6%.

Keywords: Parasitic isopods, marine fish, *Cymothoa excisa*, *Rocinela signata*, parasitic indices, *Lutjanus griseus*, *Lutjanus synagris*, *Ocyurus chrysurus*, Celestún



Sección – Introductoria

1. Antecedentes

1.1. Generalidades sobre interacciones parasitarias en ecosistemas

Las relaciones ecológicas en el ecosistema se sustentan de las interacciones entre los seres vivos dentro de su hábitat y se clasifican conforme a los efectos que tienen en cada uno de los involucrados (resultados beneficiosos, perjudiciales o neutrales) (Schoener, 1988). Estas interacciones contribuyen a la evolución de los organismos a través de las adaptaciones y que a su vez son moldeadas por las condiciones ambientales (Alexander et al., 2022). El parasitismo es una relación con gran importancia desde el punto de vista ecológico, evolutivo y adaptativo y está muy generalizado en ambientes marinos y terrestres, constituyendo una de las estrategias de vida más exitosas y expandidas, llegando a tener marcados efectos en la funcionalidad del ecosistema (Nicholson *et al.*, 2019; Van As y Van As, 2019).

Existen diferentes definiciones de parasitismo, y se basan fundamentalmente en el daño ocasionado al hospedero, dependencia total o parcial metabólica del parásito con relación a su hospedero, y tiempo de residencia del parásito. Combes (2001) define el parasitismo como una relación simbiótica entre dos organismos, donde el parásito es nutricionalmente dependiente del hospedero para completar su ciclo de vida, y resulta en un impacto negativo en él. Olano et al., (2005) lo definen como una relación simbiótica interespecífica en la que una especie se beneficia, el parásito, a expensas del hospedero.

Existen dos tipos de parásitos según la ubicación corporal que parasitan: los endoparásitos, que se encuentran alojados dentro de los tejidos y órganos del huésped y los ectoparásitos, que se alojan en la parte externa del huésped (Sikkel y Welicky, 2019). Los parásitos se mueven en las redes tróficas, generan demandas energéticas, alteran el metabolismo, influyen en la reproducción, crecimiento, mortalidad, natalidad y patrones de dispersión de los organismos hospederos, regulando sus poblaciones (Ebert, Lipsitch y Mangin, 2000; Li et al., 2007; Goutte y Molbert, 2022), también pueden ocasionar daños directos o indirectos a especies de interés comercial (Rameshkumar y Ravichandran, 2014; Meza-Escatel, 2015; Alves *et al.*, 2019). A pesar de los daños ocasionados, en algunos casos pueden tener efectos beneficiosos en el ecosistema y en la salud de sus hospederos. Por ejemplo, pueden acumular metales pesados y

contaminantes orgánicos en sus propios tejidos, lo que reduce la carga de estos contaminantes en los músculos, órganos y fluidos corporales de sus hospederos. Esto puede mejorar la salud general de los organismos hospederos al disminuir la exposición a sustancias tóxicas. De esta manera, los parásitos pueden influir positivamente en la estructura y el funcionamiento del ecosistema al actuar como sumideros de contaminantes, mejorando indirectamente el estado de salud de sus hospederos. Esto demuestra que las interacciones parasitarias pueden tener efectos más complejos y matizados de lo que normalmente se considera (Goutte y Molbert, 2022).

En ambientes marinos, los organismos del filo Arthropoda, especialmente del orden Isopoda, han desarrollado numerosas adaptaciones para adoptar un estilo de vida parasitario. Su notable radiación evolutiva y las adaptaciones especializadas para el parasitismo resaltan su importancia en la dinámica ecológica (Poore y Bruce, 2012).

1.2. Características Taxonómicas y Ecologías de organismos del Orden Isopoda asociados con peces

Los isópodos pertenecen al (Phylum Arthropoda, Subphylum Crustacea, Clase Malacostraca, Orden Isopoda) son un grupo altamente diverso con más de 10,300 especies conocidas hasta la fecha, de las cuales aproximadamente 6,250 son marinas o estuarinas (Williams y Boyko, 2012). Se agrupan en 11 subórdenes (Asellota Latreille, 1802, Calabozoida Van Lieshout, 1814, Cymothoida Wägele, 1989, Limnoriidea Poore, 2002, Microcerberidea Lang, 1961, Oniscidea Latreille, 1802, Phoratopidea Brand y Poore, 2003, Phreatoicidea Stebbing, 1893, Sphaeromatidea Wägele, 1989, Tainisopidea Brand y Poore, 2003, Valvifera Sars, 1882), casi 100 familias y más de 500 géneros (Brandt y Poore, 2003; Ahyong *et al.*, 2011).

Son morfológicamente diversos, con modificaciones en las formas parasitarias, pero con una generalización de un cuerpo aplanado dorsoventralmente. Su patrón corporal general se divide en cabeza corta o cefalón, pereion con siete segmentos, pleon y telson. La cabeza se encuentra fusionada con el primer segmento del pereion que lleva los maxilípedos, en el resto de los

segmentos del pereion se observan los pares de pereópodos similares, y una bolsa ventral de cría en las hembras maduras, en el pleon con generalidad se fusionan sus últimos segmentos y el telson. Los pleópodos funcionan como branquias para el intercambio gaseoso, son birrámeos y aplanados. La cabeza no tiene caparazón, presenta ojos compuestos sésiles y anténulas unirrámeas típicamente reducidas (Brusca, 1981).

Los isópodos parásitos pertenecen a las familias Cymothoidae, Bopyridae, Gnathiidae, Tridentellidae, Corallanidae (se incluyen dentro del suborden Cymothoidea), Cryptoniscidae, Dajidae, Entoniscidae (se incluyen dentro del suborden Epicaridea) (Lester, 2005). Las familias Gnathiidae, Corallanidae y Aegidae son asociadas con peces marinos como parásitos temporales, mientras que la familia Cymothoidae, que incluye alrededor de 500 especies, comprende parásitos obligados, es decir organismos que dependen nutricionalmente del hospedero para desarrollar todas las etapas de su ciclo de vida (Poore y Bruce, 2012; Smit, Bruce y Hadfield, 2019). Todas estas familias pertenecen a la Superfamilia Cymothoidea Wägele, 1989.

La familia Gnathiidae son parásitos hematófagos en ciertos peces marinos solo en su etapa juvenil. Su ciclo de vida incluye una fase larval parasitaria en peces y una fase adulta no alimentaria (Tanaka, 2007). Habitan en sustratos del bentos desde la zona intermareal hasta las profundidades abisales. Se consideran parásitos generalistas de peces (Nicholson *et al.*, 2019). La familia Cymothoidae está formada por parásitos obligados de peces marinos y dulceacuícolas. Se caracteriza por presentar isópodos grandes (10-50 mm de longitud). La característica principal de la familia es el mayor tamaño de las hembras en comparación con los machos, esta diferencia se expresa con mayor evidencia en los géneros bucales y branquiales (Smit, Bruce y Hadfield, 2014). Actualmente existen 40 géneros y más de 380 especies reconocidas en todo el mundo (Ahyong *et al.*, 2011). Están ampliamente distribuidas, encontrándose en muchos hábitats diferentes, pero principalmente en aguas tropicales o subtropicales poco profundas (Smit, Bruce y Hadfield, 2014). La familia Aegidae se caracteriza por presentar especies de vida libre y hematófagos temporales de peces y humanos (Brusca, 1983).

Los isópodos presentan diversas adaptaciones morfológicas para la vida ectoparásita. Los sitios de unión al hospedero son branquias, boca, superficies externas. Por ejemplo, en la familia Cymothoidae, la forma del cuerpo está influenciada por el lugar de unión en el huésped, generalmente muestran un cuerpo alargado y delgado, estrecho hacia los extremos, con un contorno eficiente que brinda una resistencia mínima al flujo de agua y soporta las fuerzas de este hábitat en particular. También es apreciable, la reducción de antenas; presencia de ojos sensoriales, cutículas engrosadas y calcificadas para la protección, ganchos curvados en los extremos de los pereópodos para adherirse al hospedero (Cardoso et al., 2017).

1.3. Ciclo de Vida de organismos parásitos del Orden Isopoda asociados con peces

El conocimiento sobre el ciclo de vida de la mayoría de las especies de la familia Cymothoidae es limitado, principalmente debido a las dificultades para mantener estos parásitos en laboratorio y estudiar cada etapa de su desarrollo. Por lo general, las hembras adultas de los cimótidos llevan a los embriones en desarrollo en una estructura llamada marsupio, que protege a los jóvenes y les proporciona aireación a través de oostégitos. Los huevos eclosionan en el marsupio y pasan por su primera muda, convirtiéndose en un estado conocido como pullus, en el cual no hay diferenciación sexual. El primer pullus, llamado pullus I, permanece en el marsupio hasta mudar al segundo pullus, conocido como pullus II, que tiene seis pares de pereiópodos con dácilos y una cutícula fuertemente pigmentada (Brusca, 1978).

La diferenciación sexual ocurre después de que los jóvenes abandonan el marsupio en busca de un huésped. Estos jóvenes isópodos, ahora denominados manca, están adaptados para nadar con largas setas en los márgenes de sus apéndices y ojos bien desarrollados. Pueden permanecer nadando libremente durante varios días, alimentándose de reservas de vitelo, y tienen la capacidad de abandonar un huésped siempre que no hayan mudado al siguiente estado. Una vez que las mancas encuentran un huésped adecuado, mudan y pierden sus setas de natación, volviéndose inmóviles. Después de completar la fijación permanente, experimentan otra muda en la cual aparece un séptimo segmento y par de pereiópodos, alcanzando así la etapa preadulta (Williams y Bunkley-Williams, 2019).

En esta etapa, el isópodo se denomina juvenil, y funcionará como macho hasta que circunstancias específicas lo requieran transformarse en hembra. La transformación de macho a hembra es un proceso complejo y depende de diversos factores, incluyendo la presencia de otros individuos, especialmente hembras que podrían impedir la transformación. Durante este proceso, los órganos masculinos retroceden mientras que los órganos reproductivos femeninos se desarrollan y se vuelven dominantes. Una vez que el isópodo se transforma completamente en hembra, se le considera adulto (Smit, Bruce y Hadfield, 2014).

Con relación al momento de unión del isópodo parásito al hospedero existen varias teorías. Una de ellas plantea que una manca juvenil nada boca arriba (dorsal hacia arriba), deja de nadar, cae al fondo aterrizando boca abajo y no se mueve. Cuando un pez pequeño se acerca para investigar o comerlo, la manca se adhiere al pez. El isópodo ahora tiene un hospedero en reposo para alimentarse o un hospedador final en el que madurar. Este comportamiento de "insecto muerto" o "juego de zarigüeya", se llama ataque de zarigüeya. De manera general estos estadios juveniles descienden por la columna de agua durante de la noche y pasan el día en el plancton superficial hasta encontrar sus huéspedes, los cuales pueden ser de transferencia o definitivos (Williams y Bunkley-Williams, 2019).

También se plantea la teoría sobre el ataque de un depredador, una vez que los isópodos están adheridos a sus hospederos y estos son atacados por un depredador, esta acción puede desalojar al isópodo de huésped y ser transferido al depredador. En este caso ocurre una liberación explosiva de juveniles del marsupio. Estos juveniles se adhieren inmediatamente a cualquier cosa, incluidos los humanos (Smit, Bruce y Hadfield, 2014).

En experimentos de campo se ha demostrado que los isópodos juveniles primero se adhieren por todas partes de los huéspedes y luego se arrastran a sus posiciones de adultos. Los juveniles transferidos podrían adherirse en cualquier lugar de la boca o garganta de los depredadores y luego arrastrarse a su posición de adulto. En contraste, las transferencias de adultos se adhieren donde pueden y no migran (Williams y Bunkley-Williams 1994; Williams et al. 2010; Aguilar-Perera et al. 2018).

En muchos casos, se plantea que es más factible infectar a peces pequeños, de natación lenta que infectar a peces pelágicos de natación rápida; por ello se plantea que los isópodos de la mayoría de los peces depredadores infectan a los hospedadores juveniles y maduran con ellos. Solo unos pocos especímenes de hospederos mayores están infectados. Estos podrían haber sido parasitados por la transferencia de presa a depredador (Williams, Bunkley-Williams y Sanner, 1994).

Thatcher (2000) observó que las etapas de mancas mostraban la capacidad de alimentarse y eliminar hasta cuatro peces pequeños en un período de 24 horas. Este comportamiento fue observado específicamente en isópodos de agua dulce. Se observó que las mancas se adhieren a lo largo de todo el cuerpo del hospedador antes de trasladarse a su sitio de adhesión habitual. Legrand (1952) propuso que las larvas (mancas) del isópodo parásito *Anilocra physodes* (Linnaeus, 1758) se sienten atraídas por los movimientos de las aletas de los peces. Esta atracción a los movimientos de los peces hospederos podría facilitar que las mancas localicen y se adhieran a sus futuros hospederos, lo que les permitiría iniciar su ciclo de vida parasitario, constituyendo una adaptación clave para el éxito del parasitismo en esta especie de isópodo.

Cook y Munguía (2015) demostraron que las mancas de *Cymothoa excisa* utilizan señales visuales y químicas para localizar hospedadores adecuados. El número preciso de mudas juveniles permanece indeterminado para la mayoría de las especies; sin embargo, Williams, Bunkley-Williams y Sanner, (1994) documentaron el descubrimiento de seis juveniles.

Existe muy poca información sobre la duración de los ciclos de vida de los isópodos de la Superfamilia Cymothoidea. Adlard y Lester, (1995) plantean que en *Anilocra pomacentri* puede variar 62 días; mientras que Bakenhaster, McBride y Price (2006) documentan un ciclo de vida de un año para *Glossobius hemiramphi*.

Adlard y Lester (1995) observaron que *Anilocra pomacentri* tenía una esperanza de vida máxima de 13,5 meses. Por otro lado, Bakenhaster et al. (2006) detectaron una tasa de prevalencia mensual que oscilaba entre el 4,6% y el 18,2% (con un promedio del 10,1%) a lo largo de un año, analizando 2928 ejemplares de *Hemiramphus brasiliensis*. Se encontró que las prevalencias más

altas se registraban en verano y en huéspedes pequeños y jóvenes del año. Sin embargo, la prevalencia disminuía de manera exponencial en huéspedes de mayor tamaño.

1.4. Características taxonómicas y ecológicas de los peces de la familia Lutjanidae

Los pargos (Familia Lutjanidae) son peces cosmopolitas de alta importancia comercial y recreativa en los en la zona sur de las Ecorregiones Marinas de Norteamérica, el Caribe y el Golfo de México (Allen, 1985; Moura y Lindeman, 2007). Se encuentran con mayor frecuencia en áreas tropicales y subtropicales (Alves et al., 2019). Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), varias especies del Océano Atlántico occidental, específicamente en las regiones comprendidas por el Mar Caribe y Golfo de México se encuentran en alguna de las categorías de extinción (Linardich et al., 2019). Estos peces exhiben un comportamiento migratorio que puede provocar ataques de isópodos parásitos (Párraga, Cubillos y Correa-Ramirez, 2010; Fakoya et al., 2015). *Lutjanus griseus*, *Lutjanus synagris* (Linnaeus) y *Ocyurus chrysurus* son de gran importancia comercial en las costas mexicanas, en específico en el Golfo de México. Estas tres especies están catalogadas según la UICN como especies amenazadas.

El pargo prieto, *Lutjanus griseus* (Linnaeus, 1758), tiene gran importancia económica y ecológica en el sur de Florida, en el Golfo de México y Mar Caribe (Faunce y Serafy, 2007). Es conocido como pargo mulato en México (Allen, 1985). Se encuentra distribuido en el Océano Atlántico occidental desde las aguas subtropicales de Bermuda en el norte, hasta el sur de Brasil, con rango de profundidad hasta 180 m. Es raro en el norte de Florida, pero común en el sureste de Florida y alrededor Antillas (Allen, 1985; Claro y Lindeman, 2008). Ocupa una gran variedad de hábitats que van desde arrecifes de coral, zonas rocosas, estuarios, manglares hasta aguas fangosas salobres, se han registrado juveniles de la especie en el curso bajo de los ríos. En cuanto al rango de salinidad, generalmente se distribuyen entre 0 y 60 partes por mil) (Montague y Ley, 1993), son descritos como habitantes temporales de estuarios, aunque está catalogada como una especie con adultos marinos y larvas y juveniles eurihalinos (Rutherford *et al.*, 1989). Con respecto a sus hábitos alimenticios, los adultos cazan principalmente peces pequeños,

camarones, cangrejos, caracoles, calamares y algo de plancton durante la noche, en muchas ocasiones migran a estuarios y hábitats costeros para alimentarse (Serrano, Serafy y Grosell, 2011). La etapa reproductiva se asocia a épocas cálidas del año. Alcanzan la madurez sexual a los dos años con un tamaño de 18 a 33 cm. La longitud máxima que puede alcanzar es de unos 89 cm, aunque son muy frecuentes longitudes de 40 cm.

La rubia, *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758), es de gran importancia en la región del Gran Caribe (Allen, 1985), considerada con frecuencia un componente significativo de las capturas de las pesquerías demersales dirigidas. Se distribuye en el Atlántico Occidental desde Carolina del Norte y del Sur hasta Bahía, Brasil, incluyendo Bermuda, las Bahamas, el Caribe y el Golfo de México (Claro y Lindeman, 2008). Es conocido como rubia, biajaiba en México (Allen, 1985). Tiene una alta tendencia al gregarismo, generalmente se encuentran formando cardúmenes muy densos. Alcanzan longitudes máximas de 50 cm, siendo 25 cm la longitud más común. Maduran sexualmente entre 10 y 23 cm de longitud (Allen, 1985).

Exhiben hábitos nocturnos, donde durante el día presentan pocos movimientos y permanecen cerca de los refugios. En la noche, se dispersan y van a alimentarse en los pastos marinos, para luego formar nuevamente cardúmenes al amanecer (Lindeman *et al.*, 1998; Claro y Lindeman, 2008). En cuanto a los hábitats que ocupan, varía según la etapa del ciclo de vida. Los juveniles más pequeños (11-18 mm LE) habitan tanto en fondos con vegetación como en fondos duros en el sureste de Florida y Golfo de México. Estos juveniles soportan amplios rangos de salinidad y temperatura (Constante-Pérez, Castillo-Rivera y Serrato-Díaz, 2022). Los juveniles de mayor talla (50-100 mm longitud furcal) son abundantes en los pastos marinos y fondos rocosos cercanos a la costa, en ensenadas y estuarios de baja salinidad. También se les ha observado asociados a estructuras duras como corales y refugios artificiales, especialmente en lagunas costeras y ecosistemas de pastos marinos. Por su parte, los adultos ocupan una gran variedad de hábitats, distribuyéndose alrededor de arrecifes de coral, fondos arenosos con vegetación, e incluso en zonas estuarinas de fondos blandos y aguas turbias, tanto en la plataforma como en aguas oceánicas someras, a temperaturas promedio de 24°C (Claro y Lindeman, 2008).

En cuanto a los hábitos alimenticios, los juveniles se alimentan principalmente en las praderas marinas y fondos fangosos. Por ejemplo, en la laguna de Celestún, en la península de Yucatán, los alevines de menos de 90 mm de longitud consumen pequeños crustáceos, anfípodos y misidáceos (Sámano-Zapata, Vega-Cendejas y Hernández de Santillana, 1998). A medida que aumenta su tamaño, van incorporando presas más grandes como camarones, cangrejos y otros peces. Los peces con longitud superior a 90 mm tienden a alimentarse de presas de mayor tamaño, lo que indica que la proporción de peces en su dieta aumenta conforme crecen (Claro y Lindeman, 2008).

El canané, *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1790), es una especie de gran interés para las pesquerías comerciales en las islas del Caribe y Golfo de México. Se le conoce comúnmente como rabirrubia en México, (Duarte-Bello, 1959). Su distribución se extiende desde Massachussets hasta el Archipiélago Los Abrolhos, Brasil, incluyendo Bermuda, las Bahamas, y toda la región del Caribe; teniendo gran abundancia en las Antillas Mayores, Campeche, Venezuela, Cayos de la Florida (Allen, 1985). En comparación con el resto de los lutjánidos es una especie con gran plasticidad en cuanto a hábitat y hábitos alimenticios, lo cual se debe en gran parte a las alteraciones producto de las actividades turísticas (Claro y Lindeman, 2008). Con relación a sus hábitos alimenticios, *O. chrysurus* se caracteriza por una gama de alimentación extremadamente amplia. Consumen una gran variedad de organismos de zooplancton en estadio larval y adulto, algas, hongos, poliquetos, crustáceos, peces e insectos; durante el día como en la noche, en la superficie, en la columna de agua y sobre el fondo a diferencia del resto de los lutjánidos (Rincón Sandoval *et al.*, 2010). Con respecto a la conducta social y gregarismo, los juveniles toleran a sus conespecíficos de igual talla, cuando superan los 35 mm de longitud se han mostrado conductas de agresividad con los de su misma talla. Se han observado formando grandes cardúmenes, nadando separados del fondo y en ocasiones en solitario (Claro y Lindeman, 2008)

Los juveniles habitan en fondos duros, pastos marinos dominados por *Thalassia testudinum*, ubicados en zonas internas y externas de las islas; aunque se han registrado en praderas dominadas por el género *Halimeda*, orificios en el sustrato, remanentes de arrecifes de coral (Allen, 1985; Cummings, 2004; Claro y Lindeman, 2008). La primera etapa del ciclo de vida se caracteriza por hábitos sedentarios, se asientan en los fondos de praderas marinas, luego migran

hacia arrecifes poco profundos. Los juveniles habitan aguas con temperaturas de 24°C a 30°C (Wallace, 1977). La etapa adulta se caracteriza por tener hábitos semipelágicos o demersales, se observan agregaciones sobre sustratos rocosos irregulares, muy separadas del fondo, se encuentran en aguas claras de zonas costeras y arrecifes coralinos, hasta una profundidad de 70 m (Moe, 1972). Alcanzan la madurez sexual a partir de 14 cm de Longitud furcal (Trejo-Martínez *et al.*, 2011).

1.1. Interacciones entre Isópodos Parásitos y Peces Hospederos. Implicaciones en la salud de los peces hospederos, en la dinámica poblacional y a nivel de ecosistema.

La relación entre los isópodos parásitos y sus peces hospederos está determinada en gran medida por la capacidad de defensa del pez y la capacidad del parásito para modular, evadir o restringir la respuesta del pez hospedero. Esta relación se basa en una serie de interacciones altamente complejas entre el parásito, el hospedero y el entorno en el que tienen lugar. Se plantea que estas varían de un grupo a otro de crustáceos parásitos y que se pueden afectar por los patrones de distribución de los hospederos, cambios en los métodos de fijación o alimentación de los parásitos, número de parásitos presentes en el hospedero, así como grado de invasividad de la fijación, estado de madurez del hospedero, estado de salud y condiciones ambientales (Sala-Bozano, Van Oosterhout y Mariani, 2012; Johnson, Kabata y Nowak, 2019). El parasitismo por isópodos es un fenómeno común en los peces marinos y puede inducir efectos negativos, especialmente en las etapas juveniles (Shah Esmaeili *et al.*, 2021).

Se han registrado algunas especies que parasitan el mismo hospedero durante más de 100 años, lo que demuestra una alta especificidad al hospedero y sitio de unión; otros estudios plantean que existe una baja especificidad. Los sitios de unión en el huésped son las branquias, la boca, superficies externas o dentro del tejido muscular del huésped; estos también pueden ser específicos de un género o especie (Cardoso *et al.*, 2017). Han sido escasos los estudios relacionados con las afectaciones provocadas al hospedero desde el punto de vista de dinámica

poblacional y de ecosistemas. Muchas investigaciones están enmarcadas en el estudio de las implicaciones a la salud y a la actividad pesquera en especies de hospederos con gran importancia comercial, debido a las pérdidas económicas significativas producto de la elevada actividad parasitaria (Rameshkumar y Ravichandran, 2014). Los isópodos más estudiados pertenecen al género *Anilorca*. Los isópodos habitan cavidad, bucal, cámaras branquiales, superficie corporal, aletas, mayormente de peces teleósteos en aguas tropicales y subtropicales (Brusca 1981; Ravichandran et al. 2000, 2007; Rameshkumar et al. 2011, 2012a, b).

En el caso de la familia Cymothoidae son parásitos obligados, con ciclo de vida holoxénico, característicos de organismos totalmente dependientes de un único hospedero para completar su ciclo de vida, por lo que los daños ocasionados muy pocas veces se asocian con la mortalidad del pez, más bien están relacionados con afectaciones en la salud y cambios conductuales, solo se han registrado casos extremos donde los hospederos se encuentran con índices elevados de infección por muchas mancas, y ha perdido su plasma y sangre (Bowman, 1960). También, se ha registrado gran morbilidad y mortalidad en poblaciones de peces en cautiverio, en este caso se relaciona con la trasmisión de enfermedades, daños a los tejidos, interferencia en procesos alimenticios, problemas en osmorregulación, pérdida de plasma y sangre (Rameshkumar y Ravichandran, 2014).

Desde el punto de la fisiología del hospedero, se han registrado afectaciones en el tamaño y peso de peces infectados en comparación con peces no infectados. Sikkel y Welicky (2019) demostraron que los isópodos que habitan diferentes partes del cuerpo, incluyendo la boca, principalmente en estadio adulto, están correlacionados con el tamaño del hospedero. Adlard y Lester (1994) estudiaron parasitismo por especies del género *Anilorca*, obtuvieron como resultado que el tamaño del parásito es significativo en comparación con el tamaño y peso del hospedero, por lo que en este caso esta asociación se traduce en un desgaste energético para el hospedero, y por tanto en una reducción de su crecimiento y peso corporal.

También destacan las afectaciones en procesos reproductivos, tanto desde el punto de vista de daños a estructuras reproductivas, cantidad y viabilidad de los óvulos, cambios conductuales en

apareamiento y en procesos de incubación bucal (Fogelman, Kuris y Grutter, 2009), así como en la reducción de la fecundidad. Se han registrado procesos infecciosos por especies del género *Anilorca*, donde se ha producido una reducción del tamaño de las gónadas de los peces hospederos, alteración de los procesos de incubación y crianza bucal, y disminución de producción de huevos (Adlard y Lester, 1994). Fogelman et al. (2009) estudiaron la infección de *Cheilodipterus quinquelineatus* por *Anilocra apogonae*, y concluyeron que las hembras infectadas producían un 42,6% menos de óvulos que las hembras no infectadas. En cuanto a los machos, se ha reportado un esfuerzo reproductivo menor de peces parasitados con relación a peces no parasitados, tanto en la capacidad de apareamiento como en los procesos de incubación bucal; aunque otros estudios (Robinson 2005) plantean que una conducta es independiente de la otra y que peces con baja probabilidad de aparearse tienen gran éxito en la incubación bucal y cría de huevos.

Por otra parte, se han registrado cambios en la composición química y morfología de diferentes estructuras corporales de los peces hospederos debido a la presencia de parásitos. Por ejemplo, Heagney, et al. (2013) estudiaron la influencia de un ectoparásito sanguíneo, *Ceratothoa sp.*, en la química de los otolitos del jurel amarillo, *Trachurus novaezelandiae* y demostraron que los parásitos afectan la composición química de los otolitos en los individuos infectados; mientras que Stephenson (1976) reportaron daños en las cámaras branquiales, y reducción de su tamaño. Por otra parte, se ha registrado como la infección por especies del género *Anilorca*, afecta la resistencia y procesos respiratorios del hospedero (Roche, Strong y Binning, 2012). Todas estas afectaciones de una forma u otra contribuyen a un incremento a la susceptibilidad a segundas infecciones (Rameshkumar y Ravichandran, 2014).

En cuanto a variaciones en procesos conductuales Meadows y Meadows (2003) evidenciaron una reducción de interacciones agonistas con otros peces heteroespecíficos, una disminución del espacio territorial, reducción de las tasas de alimentación. En el caso de los peces machos con conductas de incubación bucal, se ha evidenciado una disminución de estos procesos debido a la ocupación de la cavidad bucal por parte del isópodo (Fogelman et al., 2009). También se han registrado una disminución de la respuesta de escape ante depredadores en hospederos

infectados (Binning et al., 2014), y alteraciones en patrones migratorios producto de la infección (Sikkel y Welicky, 2019).

A nivel de dinámica poblacional se pueden mencionar aspectos relacionados con tamaños de poblaciones de peces y los índices de infección. Sobre esto Welicky y Sikkel (2014) plantean que existe mayor prevalencia de parasitismo en peces aislados, que en peces agregados en cardúmenes. También se plantea que las variaciones estacionales influyen directamente en la prevalencia (P.-T. Aneesh *et al.*, 2013).

Por otra parte se han realizado investigaciones sobre la predisposición conductual a ser parasitada de una especie con relación a otras del mismo género, por ejemplo, Williams et al., (1982) estudiaron el parasitismo de *Anilocra chromis* en *Chromis multilineatus* y *Chromis cyaneus*. La primera habita en el noroeste del Mar Caribe, mientras que la segunda habita en noreste del Mar Caribe. El experimento consistió en infectar, etiquetar y liberar los peces en su lugar de captura original; se evidenció una mayor capacidad de supervivencia del parásito en *C. multilineatus* que en *C. cyaneus*. Los resultados parecen evidenciar que *C. multilineatus* está predispuesta conductualmente a la infección por *A. chromis*.

Otro de los procesos fisiológicos-conductuales afectados es la capacidad de natación, con una notable reducción de las habilidades de natación debido al aumento de demanda energética. Se plantea que los peces parasitados tienen un mayor número de aleteos, lo cual constituye una respuesta al aumento de las demandas energéticas, estos patrones han sido observados en peces de la especie *C. quinquelineatus* infectados por *A. apogonae* en comparación con conspecíficos no infectados (Binning *et al.*, 2014).

La dinámica poblacional de esta interacción está regulada por factores ambientales y estado de conservación del hábitat (P.-T. Aneesh *et al.*, 2013). Se han observado marcadas diferencias en las afectaciones provocadas a los peces hospederos en áreas marinas protegidas con relación a áreas con afectaciones antropogénicas (Shah Esmaeili *et al.*, 2021).

La variación temporal en la actividad parasitaria no ha sido investigada, no se tiene mucha información sobre el momento y los mecanismos de la liberación de crías y el momento de la

infestación. Hasta el momento, el único ciclo de vida que ha sido completamente descrito es el de *Anilocra pomacentri*. Se conoce que las hembras ovígeras de *A. pomacentri* crían durante aproximadamente 62 días, y las liberaciones de crías ocurren naturalmente en un período de 1 a 3 horas. La esperanza de vida de este parásito es de aproximadamente 12 a 14 meses (Adlard y Lester, 1994).

1.2. Investigaciones realizadas sobre interacciones entre Isópodos Parásitos y Peces Hospederos con enfoque ecológico y de indicadores parasitarios.

En general, varias investigaciones han abordado las relaciones entre parásitos y peces hospederos desde una perspectiva ecológica, teniendo en cuenta no solo las afectaciones provocadas a la salud de hospederos, sino también los indicadores parasitarios.

Weinstein, (1979) estudió la biología e interacción hospedero-parásito de *Cymothoa excisa* con *Lutjanus synagris*, *Lutjanus analis* y *Ocyurus chrysurus* en la costa caribeña de Panamá. Entre los resultados está que *C. excisa* tuvo una mayor prevalencia en *L. analis* que en las otras especies de pargos estudiadas. Además, el autor, hace especificaciones sobre preferencias de hábitat de los isópodos y hospederos; así como, de las etapas del ciclo de vida en que ocurre la infección.

En las costas de Venezuela, Panamá y Colombia, Bunkley-Williams, et al. (2006) reportaron varios isópodos parásitos en pargos (*L. analis*, *L. griseus*, *Lutjanus mahogoni*, *L. synagris*, *O. chrysurus*).

De Carvalho-Souza *et al.* (2009) investigaron la asociación parasitaria entre isópodos ectoparásitos y algunas especies de peces marinos en un área de alta importancia ecológica y comercial, en la costa noreste brasileña. Encontraron una asociación entre cinco especies de peces (*Chloroscombrus chrysurus*, *Caranx crysos*, *Oligoplites saliens*, *Lutjanus synagris* y *Trichiurus lepturus*) y dos especies de isópodos ectoparásitos: *Cymothoa spinipalpa* y *Rocinela signata*. Los investigadores reportaron que los isópodos se encontraban adheridos a las cámaras branquiales y cavidad bucal de los peces. Por otra parte, no encontraron diferencias en la prevalencia de parasitismo entre las distintas temporadas de muestreo, pero sí una relación entre las tallas de los peces y el parasitismo.

Alves *et al.* (2019) encontraron nuevos registros de isópodos de las familias Aegidae, Cymothoidae y Corallanidae parasitando a *L. analis* y *Lutjanus jocu* en la costa noreste de Brasil y encontraron una relación significativa entre *R. signata* y la talla de *L. jocu*.

Por otra parte, da Costa Sousa *et al.*, (2020) estudiaron la fauna parásita en *L. synagris* comercializado en el Mercado de Pescado de Bragança-PA, Brasil y registraron una baja prevalencia, intensidad media, abundancia media y dominancia relativa para Cymothoidae.

Roberts (2021) realizó un resumen de registros publicados sobre 43 especies de peces arrecifales y su fauna parasitaria en la costa de América del Norte, Mar Caribe, Golfo de México, y zonas adyacentes a la franja arrecifal del sur de la Florida. En este artículo se reportaron como parásitos de *Lutjanus synagris* a *Cymothoa excisa*, en la zona colombiana del Mar Caribe, a *Cymothoa spinipalpa*, en el Océano Atlántico, específicamente en Brazil, a *Gnatthid sp.*, en Isla Vírgenes, Mar Caribe.

1.3. Investigaciones realizadas sobre interacciones entre Isópodos Parásitos y Peces Hospederos en México.

Los estudios realizados sobre isópodos parásitos asociados a peces en México se concentran fundamentalmente en la costa del Pacífico mexicano. Las primeras investigaciones fueron realizadas por Brusca (1981) en el Océano Pacífico Oriental, donde presenta catorce especies de la familia Cymothoidae en diferentes localidades con sus respectivos hospederos.

Alvarez y Flores (1996) encontraron a *Cymothoa exigua* parasitando a *Lutjanus peru* en Manzanillo, Colima, México. Los autores presentaron un análisis de tallas del hospedero en relación con las distribuciones de tallas y sexo de los isópodos. Se evidenció una correlación positiva entre la talla de los isópodos hembras y la talla de los hospederos. En cuanto a la localización de los parásitos en hospederos, los machos solo se encontraron en las branquias; mientras que las hembras se alojaban en la cavidad bucal.

En el Golfo de México se pueden mencionar las investigaciones realizadas por Chávez-López *et al.* (2005) quienes estudiaron la prevalencia, distribución de tallas y fecundidad del isópodo

parásito *Elthusa alvaradoensis* utilizando como hospedero a *Synodus foetens* en Veracruz, México.

Bonilla-Gómez *et al.* (2014) registraron por primera vez la presencia de *Cymothoa excisa* en *Lagodon rhomboides*, en La Carbonera, una laguna costera tropical del noroeste de la península de Yucatán, México. Los resultados obtenidos mostraron que la presencia del isópodo afecta el crecimiento del hospedero.

Aguilar-Perera *et al.* (2018) registró *Rocinela signata* (Aegidae) parasitando las cámaras branquiales del pez león *Pterois volitans*, en Cayo Arena y Arrecife Alacranes, costa norte de la península de Yucatán, México.

Del Moral-Flores, *et al.* (2020) registraron por primera vez a cuatro isópodos hembras de *Nerocila acuminata* en dos cápsulas ovígeras de *Raja texana*. Este hospedero se encontró como parte del contenido estomacal del tiburón martillo común *Sphyrna lewini*, capturado en Salinas Punta Roca Partida, sur de Veracruz, México. En el mismo estudio el autor hace una revisión de literatura donde cita varios estudios donde se registran los principales hospederos de esta especie de isópodo.

Aguilar-Perera y Nóch-Quiñones (2022) registraron a *Rocinela signata* parasitando a *Lachnolaimus maximus* (Walbaum, 1792), en Celestún, sur del Golfo de México. De los 53 peces colectados, 19 estaban parasitados por *R. signata*. Todos los parásitos encontrados estaban alojados en las branquias de los peces hospederos. Los autores no encontraron correlación entre la longitud del pez y la abundancia de isópodos, tampoco diferencias de longitud y peso entre peces parasitados y no parasitados.

Aguilar-Perera (2021) realizó una lista de verificación de isópodos parásitos de 9 familias parasitando a 18 especies de peces. Los isópodos de la familia Cymothoidae se registraron en peces hospederos al Sur del Golfo de México (7 especies) y en el Caribe mexicano (2 especies). Entre las especies de isópodos registradas en esta zona se encuentran *Elthusa alvaradoensis* y *Anilocra elviae*.

2. Justificación

A pesar de las investigaciones realizadas, existen pocos estudios que evalúen el parasitismo de isópodos en peces de interés comercial en el Golfo de México. En esta zona geográfica, se han llevado a cabo pocas investigaciones sobre las interacciones entre isópodos parásitos y los hospederos de la familia Lutjanidae.

La presente investigación contribuye a los estudios taxonómicos sobre isópodos parásitos en peces comerciales, específicamente en pargos (Lutjanidae) en México, una línea de investigación científica que actualmente no está explorada. La taxonomía, distribución y los aspectos ecológicos de los isópodos parásitos son de gran importancia, ya que permiten ampliar los estudios sobre biodiversidad en el litoral costero de la península de Yucatán.

Además, estas especies son relevantes debido a sus interacciones parasitarias, que juegan un papel crucial en la regulación y dinámica de los ecosistemas. La identificación de especies en esta área puede sentar las bases para futuros proyectos, incluyendo estudios de biodiversidad, relaciones ecológicas parásito-hospedero, y la respuesta inmunológica de los hospederos.

3. Preguntas de investigación y objetivos

3.1. Preguntas de investigación

- ¿Cómo influyen el uso del hábitat y los hábitos alimenticios en los índices parasitarios de isópodos (Orden: Isopoda; Superfamilia: Cymothooidea) en las especies *Lutjanus synagris*, *Ocyurus chrysurus* y *Lutjanus griseus* a lo largo del tiempo, en Celestún, Yucatán, México?
- ¿Cómo se relacionan las características biológicas, como la longitud corporal, con la susceptibilidad a la infección parasitaria por isópodos (Orden: Isopoda; Superfamilia: Cymothooidea) en las poblaciones de *L. synagris*, *O. chrysurus* y *L. griseus* en la región de Celestún, México?

- ¿Existe una correlación positiva entre las tallas de los hospederos (*L. synagris*, *O. chrysurus* y *L. griseus*) y las tallas de los parásitos isópodos, dado que las infecciones ocurren en las primeras fases del ciclo de vida de ambos?

3.2. Objetivo general:

- Identificar patrones temporales de parasitismo de isópodos (Orden: Isopoda; Superfamilia: Cymothooidea) en *Lutjanus synagris*, *Ocyurus chrysurus* y *Lutjanus griseus*, en Celestún, Yucatán, México.

3.3. Objetivos específicos:

- Comparar los índices de infección estacionales de isópodos (Orden: Isopoda; Superfamilia: Cymothooidea) en *L. synagris*, *O. chrysurus* y *L. griseus*, en Celestún, Yucatán, México.
- Identificar taxonómicamente las especies de isópodos parásitos en *L. synagris*, *O. chrysurus* y *L. griseus*.
- Calcular los índices de infección parasitaria (prevalencia, abundancia e intensidad promedio) en *L. synagris*, *O. chrysurus* y *L. griseus*.
- Evaluar si la longitud corporal y el sexo ayudan a explicar la variabilidad en los índices de infección parasitaria entre individuos de *L. synagris*, *O. chrysurus*, *L. griseus*.
- Correlacionar la talla de los peces hospederos y la talla de los isópodos parásitos.
- Establecer un repositorio en GitHub que contenga un conjunto de datos estandarizados, para facilitar el acceso y la replicabilidad de esta investigación.



Sección – Materiales y Métodos

4. Materiales y métodos

4.1. Área de estudio

Celestún se encuentra en la porción noroccidental de la península de Yucatán, en una franja costera que abarca los límites entre Campeche y Yucatán. Su ubicación está definida por las coordenadas de 20°59'33.72" N, 90°14'23.10" E, 20°31'37.74" S y 90°31'13.14" W, situándose entre los paralelos 20° 59' 33.72" de latitud norte y 90° 31' 13.15" de longitud oeste. Celestún forma parte de la llanura costera en el norte de la península de Yucatán, con una elevación media de 3 metros sobre el nivel del mar. Sus límites notables incluyen la Reserva de la Biosfera "Los Petenes" al sur y la Reserva Estatal de "El Palmar" al norte. La región comparte la representatividad de los ecosistemas característicos de esta área geográfica (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002). En la región, el clima es cálido semiseco, caracterizado por lluvias durante el verano y escasas precipitaciones el resto del año. Existen tres períodos estacionales bien definidos, el período de Nortes comprende los meses de octubre a febrero; el período de Secas que abarca los meses de febrero a mayo; y las Lluvias, en los meses de junio a septiembre (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985).

4.2. Metodología

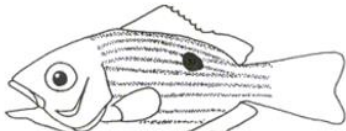
Entre septiembre 2022 a septiembre 2023, se obtuvieron muestras de peces (Canané, Rubia y Pargo) comprados a pescadores comerciales que los capturaron con arpón y cordel frente a Celestún, Yucatán, México. Se tuvo una frecuencia de muestras mensual cubriendo un año (**Tabla I**). Los peces fueron depositados en bolsas de nylon individuales y colocados en hielo para conservarlos durante su traslado al laboratorio. En el laboratorio, se validó la identificación taxonómica de cada pez para las especies Canané (*Ocyurus chrysurus*), Rubia (*Lutjanus synagris*) y pargo mulato (*L. griseus*) utilizando las claves taxonómicas de Carpenter (2002). (**Figura 1; Figura 2**). *Lutjanus synagris* y *O. chrysurus* fueron capturados en aguas abiertas (distancia promedio 15 millas de la costa), en zonas de fondo rocoso, mientras que *L. griseus* fue capturada cerca de la costa (distancia promedio 3 a 5 millas de la costa) en fondos rocosos, en muchos casos asociados a pastos marinos y manglares. Para cada pez se registraron las medidas

morfométricas, como son longitud total (del hocico al borde de la aleta caudal) y furcal (del hocico a la base de la furca de la aleta caudal) en centímetros usando una tabla graduada y el peso total en gramos usando una báscula digital. Los peces se evisceraron para revisar las gónadas y validar el sexo con base en sus características macroscópicas (color, textura, presencia de óvulos), siguiendo la metodología empleada por Brown-Peterson et al. (2011).



Figura 1. Especies de peces muestreadas (A: *L. synagris*; B: *O. chrysurus*; C: *L. griseus*) (Tomado de <https://ecuador.inaturalist.org/>)

Mancha dorso-lateral presente
Con líneas amarillas por debajo de la línea lateral

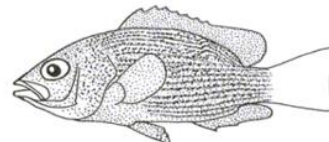


L. synagris

Con 8-9 líneas amarillas paralelas. Bandas ausentes o tenues. 12 radios dorsales. Mancha dorso-lateral por encima de la línea lateral

Sin mancha dorsolateral
Sin línea amarilla prominente

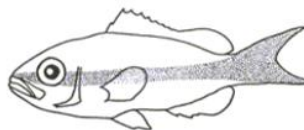
Todas estas especies pueden presentar líneas oscuras oblicuas a través del ojo y líneas azules finas debajo del mismo.



L. griseus

Con bandas laterales visibles o no. Líneas de escamas oblicuas sólo debajo de la unión de la primera y segunda dorsal. Con líneas marrón/rojo onduladas. Sin aletas amarillas.

Con línea amarilla prominente a lo largo del cuerpo o posterior



O. chrysurus

Con línea amarilla a lo largo del cuerpo. 9 radios en la anal. Cuerpo menos alto que en *L. buccanella*.

Figura 2. Características morfológicas para la identificación de las especies muestreadas. Tomados de Claro y Lindeman (2008)

Para cada pez, se examinó la superficie corporal, cavidad bucal y cámaras branquiales para detectar isópodos parásitos adheridos. Una vez detectados, los isópodos se extrajeron con pinzas y se colocaron en una solución fijadora (70% de alcohol) en frascos etiquetados para su posterior identificación taxonómica. Los isópodos fueron examinados con un estereoscopio Velab T1A e identificados usando las claves taxonómicas de Schotte, Kensley y Heard (1991), Brusca y France (1992) y literatura complementaria, como Schotte, Markham y Wilson (2009) entre otras. Cada isópodo fue fotografiado y se registraron las medidas morfométricas de longitud total (mm) y ancho total (mm) con un vernier y se validó el sexo (con base en la presencia de sacos ovígeros) cuando fue el caso (**Figura 3**).



Figura 3. Procesamiento de las muestras (A: Mediciones de los peces; B: evisceración para validar el sexo; C: examen de las cavidades para detectar la presencia de isópodos)

La identificación de los isópodos parásitos se realizó teniendo en cuenta los criterios mencionados en la metodología anterior.

Para la estadística descriptiva y pruebas de correlación se utilizó el software RStudio (versión RStudio 2023.09.0). Para el cálculo de índices parasitarios se utilizó el Software libre QPWeb (v1.0.13) en su versión web, realizando las pruebas recomendadas por Reiczigel *et al.* (2019).

Los índices parasitarios calculados fueron Prevalencia, Intensidad media, Intensidad mediana y Abundancia media según la metodología sugerida por Reiczigel *et al.* (2019). A continuación, se definen cada uno, y los métodos empleados para sus cálculos:

- La prevalencia representa la proporción de individuos infectados en la muestra o población huésped. Se expresa como un porcentaje (0-100%) o como una probabilidad que un individuo elegido al azar esté infectado, en un rango de 0 a 1, para su cálculo se fijaron intervalos de confianza del 95% utilizando el método de Sterne.
- La intensidad media se define como el número de parásitos encontrados en un huésped infectado, en la muestra representa la media aritmética o promedio de los valores de intensidad calculados para una muestra, excluyendo los ceros de los huéspedes no infectados, depende mayormente de la presencia o ausencia de unos pocos individuos altamente infectados. Se utilizaron intervalos de confianza del 95% aplicando un intervalo de confianza Bootstrap acelerado (BCa).
- La intensidad mediana representa la mediana de los valores de intensidad calculados para una muestra, excluyendo los ceros de los huéspedes no infectados. La intensidad mediana de la muestra es adecuada para describir el nivel 'típico' de infección dentro de una muestra. Se utilizaron intervalos de confianza del 95% aplicando un intervalo de confianza Bootstrap acelerado (BCa).
- La abundancia se refiere al número de parásitos encontrados en cualquier huésped, ya sea infectado o no infectado, es decir el número de parásitos encontrados en el total de individuos muestreados. La abundancia media predice de cierto modo, la prevalencia e intensidad media. Se utilizaron intervalos de confianza del 95% aplicando un intervalo de confianza Bootstrap acelerado (BCa).

Se hizo una exploración exhaustiva de los datos para discernir patrones asociados con la estacionalidad, identificar correlaciones entre las tallas de isópodos parásitos y sus respectivos hospederos, así como evaluar diferencias entre las tallas de peces parasitados y no parasitados. Esta exploración incorporó el uso de herramientas como los gráficos Q-Q plot e histogramas, junto con la aplicación del Test de Shapiro-Wilk, para evaluar la normalidad en el conjunto de datos. Dado que los datos no exhibieron una distribución normal, se aplicó una transformación logarítmica. A pesar de esta transformación, los datos no cumplían con el supuesto de normalidad necesario para la aplicación de pruebas paramétricas. En consecuencia, se optó por la utilización de pruebas no paramétricas durante el análisis estadístico.

Para detectar patrones en la abundancia de isópodos por estacionalidad, se realizó una Prueba de Kruskal-Wallis por estaciones del año acompañada de exploraciones gráficas. Para evaluar la existencia de correlación entre las tallas de los isópodos y los hospederos, se llevó a cabo un análisis de correlación de Spearman, siendo consecuentes con los resultados obtenidos en el análisis exploratorio de datos. Para evaluar si existían diferencias entre las tallas de peces parasitado y no parasitados se realizó una Prueba de Kruskal-Wallis.

Es esencial destacar que el análisis estadístico realizado en este estudio ha sido llevado a cabo con plena conciencia de las limitaciones inherentes al proceso de muestreo utilizado. En particular, se reconoce que las unidades de muestreo no cumplen con los supuestos de independencia e identidad de distribución. Esto significa que las observaciones no son necesariamente independientes entre sí y que no todas las unidades de muestreo tienen la misma distribución de probabilidad. Al hacer frente a estas limitaciones, se busca asegurar una interpretación rigurosa y transparente de los resultados, considerando cuidadosamente cómo estas condiciones podrían haber influido en las conclusiones del análisis. Es importante destacar que los análisis relacionados con las tallas de peces parasitados y no parasitados pueden estar sesgados por la muestra. Debido a que la pesquería ejerce una presión sobre la composición de las tallas de los hospederos, los peces deben de tener una talla de captura.

Por ello uno de los aspectos más importantes de esta investigación es la generación de un conjunto de datos estandarizados para su publicación en GitHub. Estos datos pueden ser un punto de partida para diseñar futuros muestreos relacionados con el tema. Para ello se realizó lo siguiente:

- Se estandarizó la base de datos original, nombrando cada una de las variables (Etiqueta, Lugar, Mes, Año, `Peso entero(Kg)`, `Longitud total(cm)`, `Longitud furcal(cm)`, `Longitud estándar(cm)`, Sexo, Isópodos, Localización, Observaciones).
- Se revisaron cada una de las observaciones con el fin de revisar errores tipográficos.
- Se creó un proyecto en Rstudio titulado [Isopodos-pargos](https://github.com/celiaborgescasas/Isopodos-pargos) y se publicó en GitHub

<https://github.com/celiaborgescasas/Isopodos-pargos>

- Se generó una base de datos con los datos correspondientes a los isópodos con las siguientes variables (Isópodos, Localización, `Sexo isópodo`, Observaciones, `Nombre científico`, `Ancho total (mm)`, `Largo total (mm)`).
- Se relacionaron ambas bases de datos mediante un ID
- Se procedió a realizar todo el análisis de datos



Sección – Resultados

5. Resultados

5.1. Resultados generales

Entre septiembre 2022 y septiembre 2023, se examinaron 449 peces: 146 *L. griseus*, 155 *L. synagris* y 148 *O. chrysurus* (Tabla I). Con estas observaciones se creó un proyecto en GitHub llamado [Isopodos-pargos](#) y se generó una base de datos estandarizada, que puede ser la base para el desarrollo de futuras investigaciones sobre la temática.

Tabla I. Número de individuos muestreados de las tres especies de peces por mes capturadas frente a Celestún, Yucatán, México.

Mes/año	Número de muestras	<i>Ocyurus chrysurus</i>	<i>Lutjanus synagris</i>	<i>Lutjanus griseus</i>
Septiembre 2022	58	18	14	26
Octubre 2022	14		14	
Noviembre 2022	45	16	14	14
Diciembre 2022	5	5		
Enero 2023	47	15	16	16
Marzo 2023	47	16	16	15
Abril 2023	50	15	15	20
Mayo 2023	44	17	14	13
Junio 2023	41	15	15	11
Agosto 2023	44	15	16	13
Septiembre 2023	54	16	16	22

Se registraron 26 peces parasitados: 17 *O. chrysurus* parasitados por *Cymothoa excisa*, ocho por *Rocinela signata* y un ejemplar de *L. synagris* por *R. signata*. *Lutjanus griseus* no tuvo un solo isópodo.

A continuación, se muestran los caracteres diagnósticos de las especies identificadas.

Cymothoa excisa (familia Cymothoidae) se caracteriza por parasitar la cavidad bucal de sus hospederos hasta desprender la lengua y ocupar su lugar. Se distribuye en Massachusetts, Arrecifes de Florida, Puerto de Charleston, Carolina del Sur, Bahamas, Biloxi, Misisipi, Cuba, Maranhao, Río Janeiro, Sur de Florida, Key West, Florida, Porlainar, Isla Margarita, Venezuela (Richardson, 1905). Sus caracteres distintivos son su cuerpo oblongo-ovoide, de gran tamaño casi el doble de largo que de ancho; cefalón profundamente inmerso y truncado. La cabeza es un poco más ancha que larga y está profundamente ubicada en el primer segmento torácico. Los ángulos anterolaterales de la cabeza son redondeados y curvan ligeramente hacia arriba, la porción anterior de la cabeza entre ellos y un poco antes de ellos se curva hacia abajo, de modo que, en una vista dorsal, el margen anterior parece ligeramente excavado. Los ojos carecen de diferenciación y casi han desaparecido; se observan rastros de ellos en los márgenes laterales, prácticamente se encuentran degenerados. El primer par de antenas está compuesto por ocho artículos y se extiende casi hasta el margen posterior de la cabeza. Las segundas antenas están compuestas por nueve artículos y se extienden tres artículos más allá del primer par de antenas. Los maxilípedos tienen un palpo de dos artículos. El palpo de las mandíbulas está compuesto por tres artículos (Richardson, 1905; Thatcher et al., 2003).

El primer segmento del tórax es aproximadamente una vez y media más largo que cualquiera de los tres segmentos siguientes. Los quinto y sexto segmentos son cada uno aproximadamente la mitad de largo que cualquiera de los tres segmentos precedentes en la línea dorsal media. El séptimo segmento es aproximadamente la mitad de largo que el sexto. Los epímeros están claramente separados en todos los segmentos con la excepción del primero; son placas estrechas y alargadas que, en el segundo, tercero y cuarto segmentos se extienden un poco más de dos tercios de la longitud del segmento, en el quinto se extienden casi hasta los ángulos postlaterales del segmento, y en los dos últimos llegan hasta el extremo de los ángulos postlaterales (Richardson, 1905; Thatcher et al., 2003).

El abdomen está profundamente ubicado en el tórax, los ángulos postlaterales del séptimo segmento torácico llegan a la porción anterior del sexto segmento abdominal. Todos los segmentos del abdomen son distintos. El primero es abruptamente muy estrecho; los demás aumentan gradualmente en ancho hasta el último. El segmento terminal es dos veces más ancho

que largo. Los urópodos son cortos, se extienden un poco más allá de la línea transversal mediana del segmento abdominal terminal. La rama exterior es un poco más larga que la rama interior. Ambas son similares en forma y terminan en extremos estrechos y redondeados. Todas las patas son prensiles, terminando en dactilos largos y curvados. Hay una alta carina en el margen exterior de la base de los últimos cuatro pares de patas; la altura de la carina aumenta desde el cuarto hasta el séptimo par, donde es extremadamente alta (Richardson, 1905; Thatcher et al., 2003) (Figura 4).

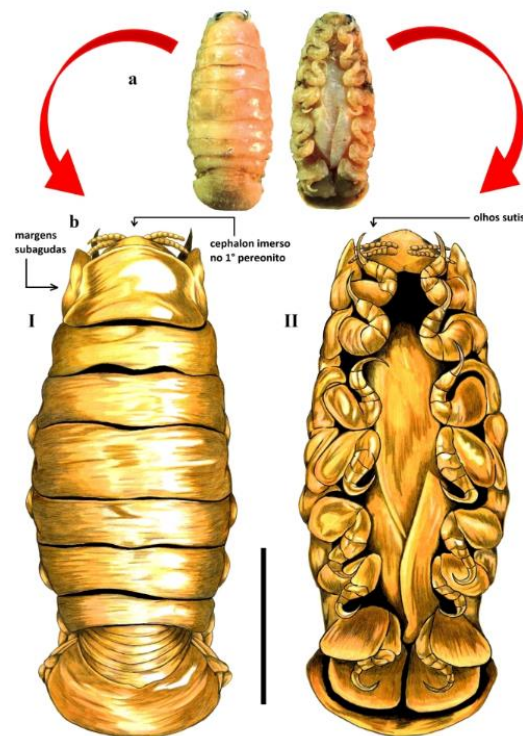


Figura 4. Caracteres morfológicos distintivos de *Cymothoa excisa* (Tomado de Mota Alves et al. 2022)

Rocinela signata (familia Aegidae) se distribuye en las Antillas Occidentales; costas de América Central; Isla de Santa Cruz; Isla de San Bartolomé; Marco y No Name Key, Florida; entre el delta del Mississippi y Cedar Keys, Florida; Key West, Florida; sección de Anclote; Golfo de México; Culebra, Puerto Rico, a una profundidad de 2-26 brazas (Richardson, 1905).

Tiene un cuerpo oblongo-ovoide que es aproximadamente el doble de largo que ancho. La cabeza es triangular y más ancha que larga, con grandes ojos compuestos. Las antenas del

primer par son cortas y el segundo par de antenas se extiende casi hasta el margen posterior del segundo segmento torácico. También tiene una lámina frontal pequeña y casi imperceptible (Richardson, 1905). En cuanto al tórax, los segmentos primero, cuarto, quinto y sexto son más largos que los demás. Los epímeros son placas estrechas y agudas en su extremo posterior, excepto en el primer segmento. El abdomen está parcialmente oculto por el séptimo segmento torácico, y el segmento terminal es redondeado en la parte posterior, con líneas negras longitudinales en la base formando una W, lo cual representa un carácter distinto para la especie (**Figura 5**). Los urópodos no son más largos que el segmento terminal y tienen ramas exterior e interior, ambas provistas de espinas. Las tres primeras patas son prensiles y carecen de espinas en el propodio, mientras que las cuatro últimas son patas ambulatorias con algunas espinas (Richardson, 1905).



Figura 5. Vista dorsal de Rocinela signata. A: fotografía de un ejemplar identificado durante los muestreos. B: fotografía tomada de Aguilar-Perera y Noh-Quñones, 2022, donde se evidencia la W invertida.

La longitud total promedio del pargo mulato, *L. griseus* fue 25.07 (SD \pm 2.92) cm LT con un rango entre 18.5 y 33 cm LT (Figura 6). El peso promedio fue de 0.25 Kg (SD \pm 0.09) con un rango de 0.1 y 0.50 Kg (Figura 7).

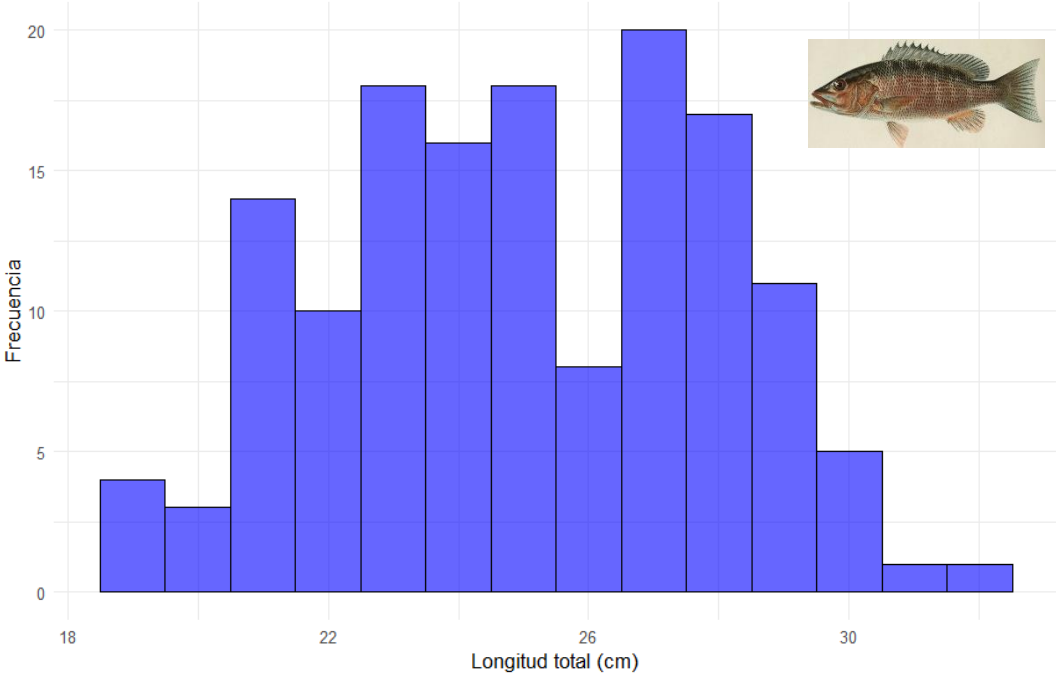


Figura 6. Distribución de la longitud total (cm) de *L. griseus*.

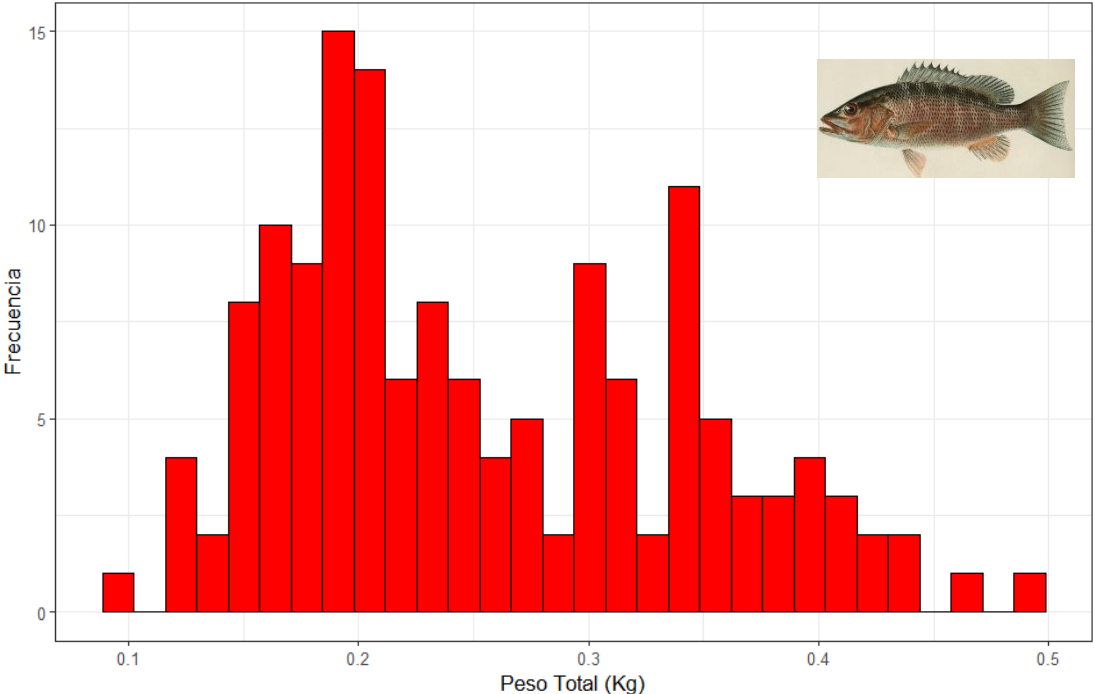


Figura 7. Distribución del Peso entero (Kg) de *L. griseus*.

5.2. Parasitismo en *O.chrysurus*

5.2.1. Parasitismo en *O.chrysurus* por *C. excisa*

Se revisaron 148 peces, de los cuales 17 (2 hembras, 14 machos y 1 sin identificación sexual) estuvieron parasitados. La longitud total (LT) promedio de los peces parasitados fue (25.02 cm, SD \pm 2.66) con un rango de 19 a 30 cm LT (**Figura 8**).

Las longitudes de peces parasitados y no parasitados no representaron diferencias significativas (p -value = 0.3684, $W = 912.5$) indicando que la longitud del hospedero no influencia la presencia de parásitos.

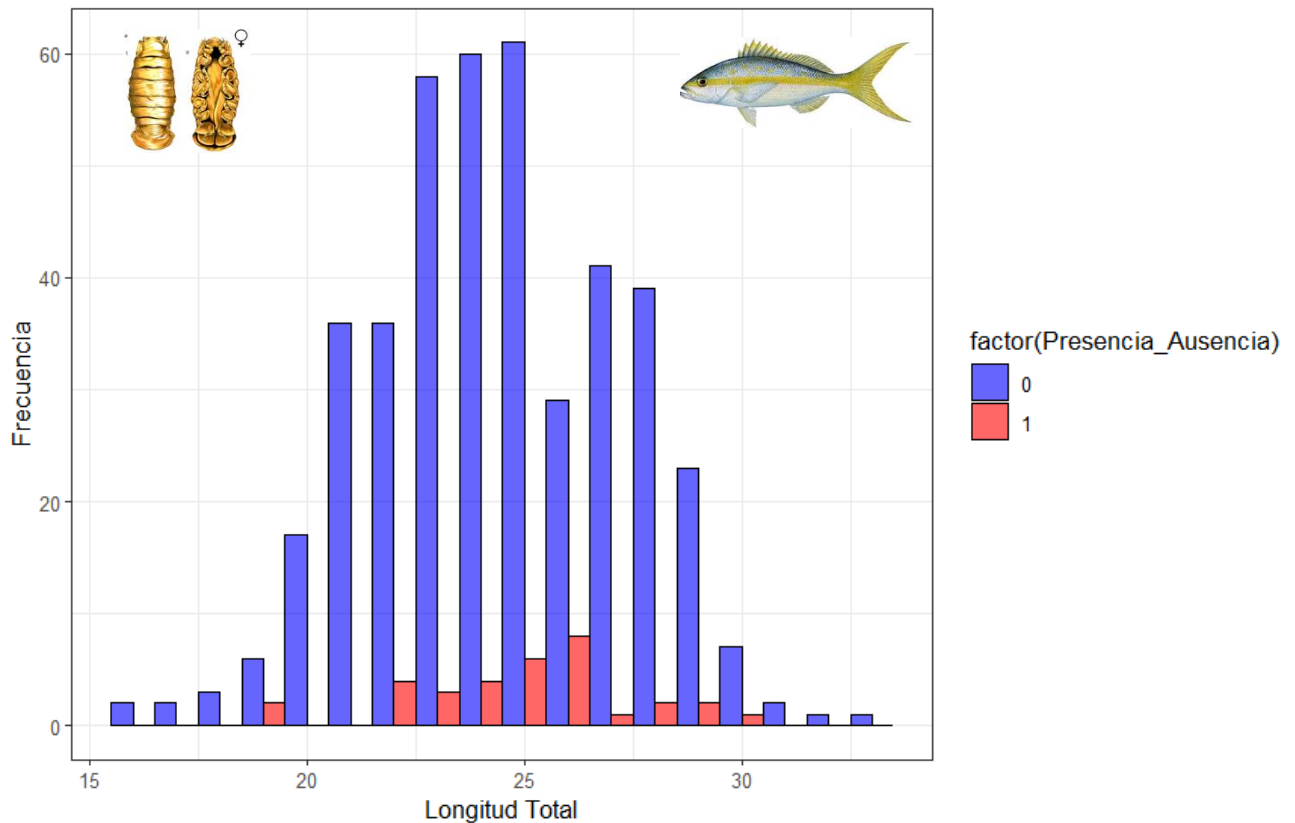


Figura 8. Distribución frecuencias de talla de *O.chrysurus* parasitados y no parasitados por *Cymothoa excisa*.

Se encontraron 24 individuos de *Cymothoa excisa* (16 hembras y 8 machos). Del total de peces, 7 estaban parasitados con la pareja de isópodos (hembra y macho), 9 peces solo por hembras y

uno por un macho. Los sitios de alojamiento de *C. excisa* fueron la boca y en un solo caso las branquias. La longitud media de *C. excisa* fue de 2.10 mm (SD±1, rango 0.5-3.2 mm). El ancho se encontró en 0.2 y 1.9 mm, con un valor medio de 0.93 mm (SD±0.5). La prevalencia de la infección fue de 11.5 %, intensidad media de 1.41, intensidad mediana de 1 y abundancia media de 0.162 (Tabla II).

En cuanto a la correlación entre las tallas de *O. chrysurus* parasitados por *C. excisa* y la longitud de isópodos, los isópodos hembras y los machos no mostraron una correlación positiva con las tallas de los hospederos (Figura 9). En el caso de los isópodos hembras el valor de p obtenido fue 0.137, mayor que el nivel de significancia comúnmente utilizado de 0.05, por lo tanto, no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula; el valor de Rho estimado fue de 0.39, lo cual indica que no existe una correlación positiva a entre ambas variables.

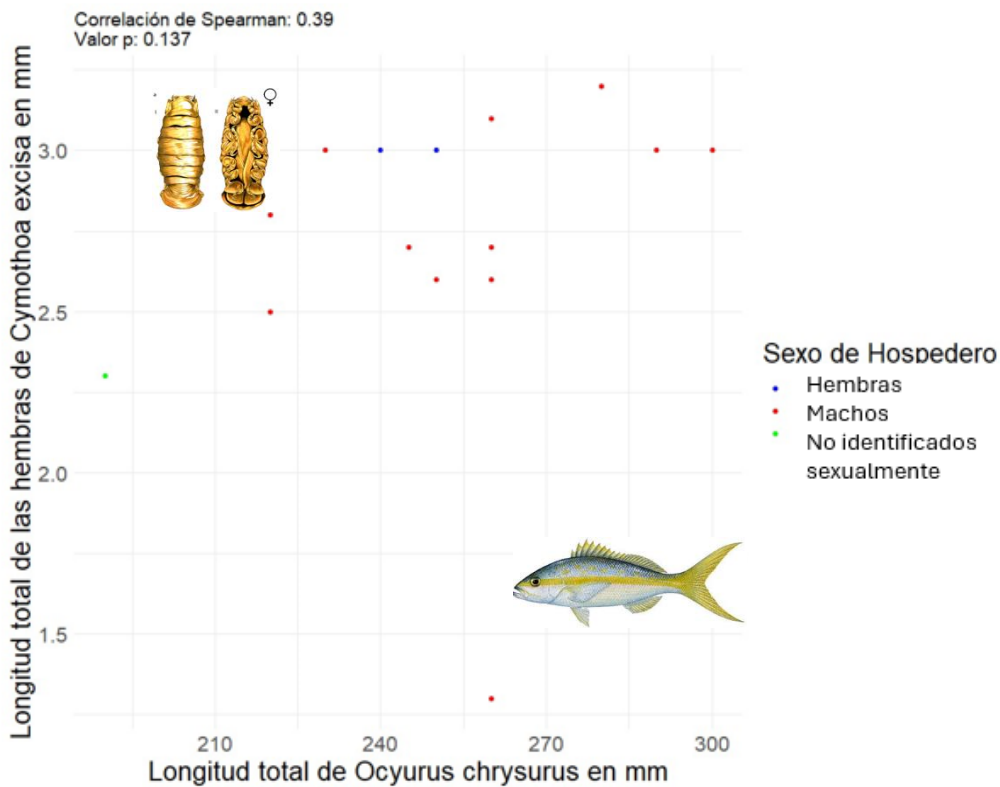


Figura 9. Relación entre la longitud total (mm) de individuos hembras de *C. excisa* y la longitud total (cm) del hospedero *O. chrysurus* (hembras: círculos azules, machos: círculos rojos, no maduros sexualmente: círculos azules)

Las longitudes totales (mm) de isópodos machos no presentaron una correlación positiva con relación a las longitudes totales (mm) de los hospederos (**Figura 10**). El valor de p obtenido es 0.3531, mayor que el nivel de significancia comúnmente utilizado de 0.05, por lo tanto, no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula; el valor de Rho estimado fue de 0.38, lo cual indica que no existe una correlación positiva entre ambas variables.

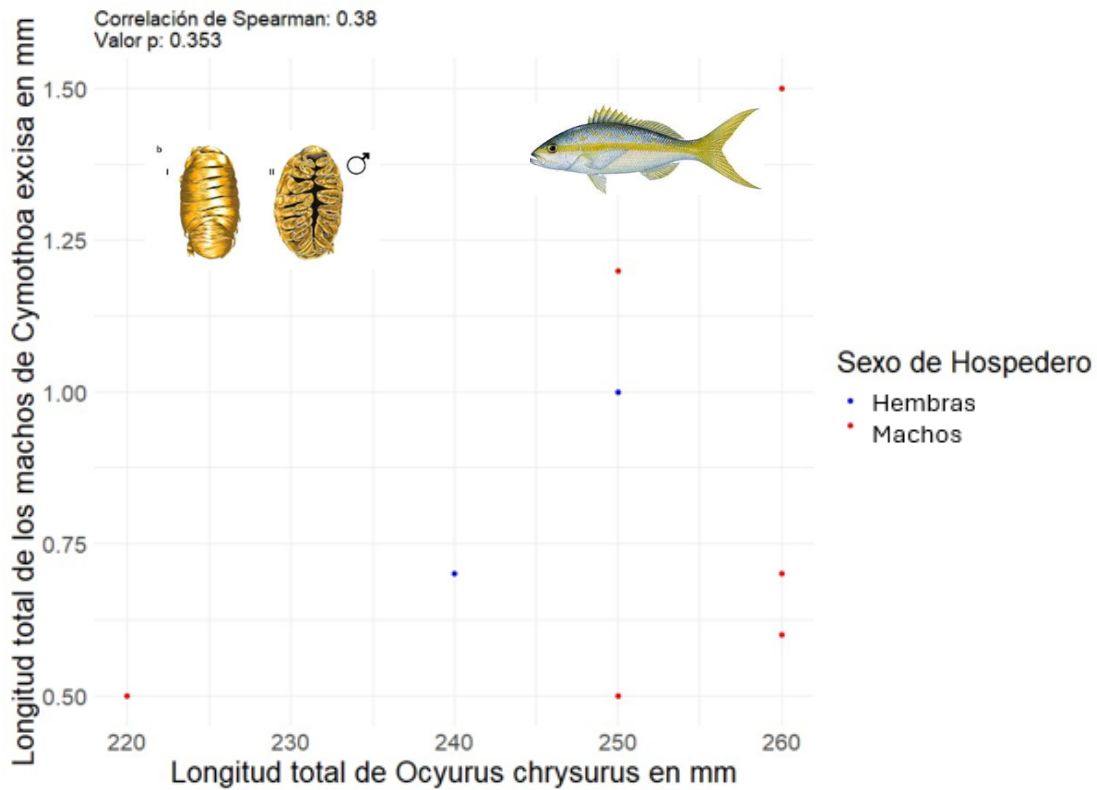


Figura 10. Relación entre la longitud total (mm) de individuos machos de *C. excisa* y la longitud total (cm) del hospedero *O.chrysurus* (hembras: círculos azules, machos: círculos rojos)

Se observó un hospedero con marcados daños mecánicos en las estructuras branquiales, como rupturas en los filamentos (**Figura 11**).



Figura 11. Hospedero con daños branquiales observables

La abundancia de *C. excisa* durante las estaciones del año en *O. chrysurus* no mostró diferencias significativas ($p\text{-value} = 0.3679$, Test de Kruskal-Wallis) aunque gráficamente parecen existir diferencias (**Figura 12**).

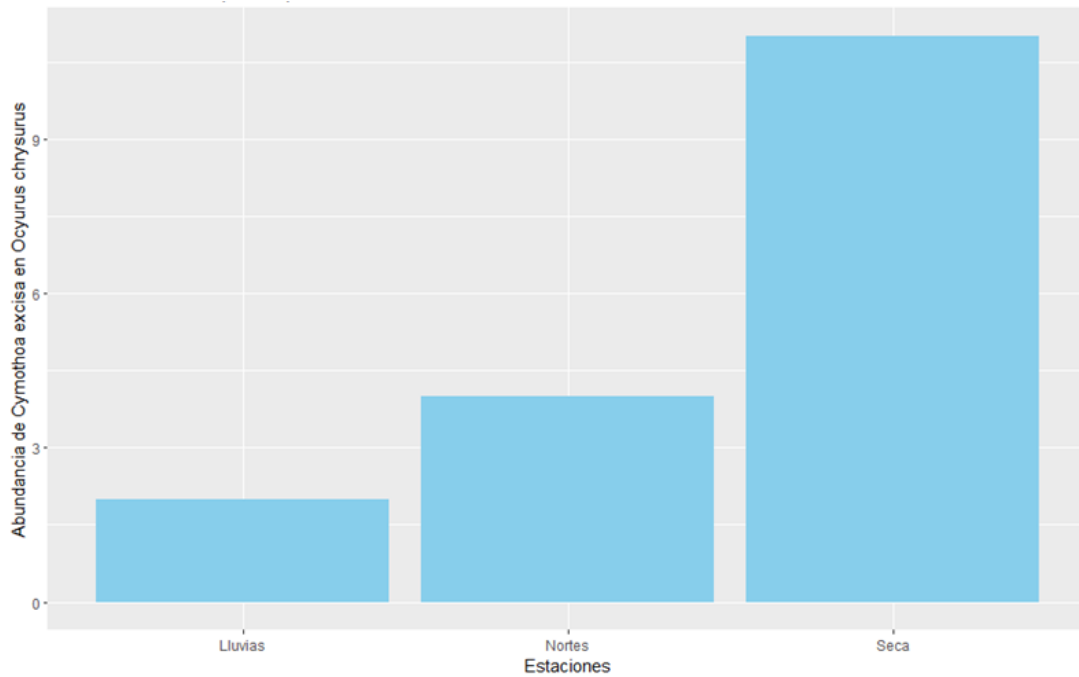


Figura 12. Abundancia de *C. excisa* durante las estaciones del año en *O. chrysurus*

5.2.2. Parasitismo en *O. chrysurus* por *R. signata*

De 148 *O. chrysurus*, solo 8 peces (3 hembras, 4 machos, 1 sin alcanzar la madurez sexual) estuvieron parasitados por *Rocinela signata*. La longitud total de *O. chrysurus* parasitados fue 24.75 LT (SD \pm 3.37) con un rango de 19 a 29 cm LT (**Figura 13**). No se encontraron diferencias significativas entre las longitudes de los peces parasitados por *R. signata* y los no parasitados. El resultado de la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney indica que no hay evidencia significativa para rechazar la hipótesis nula (p -value = 0.5198, $W = 428.5$).

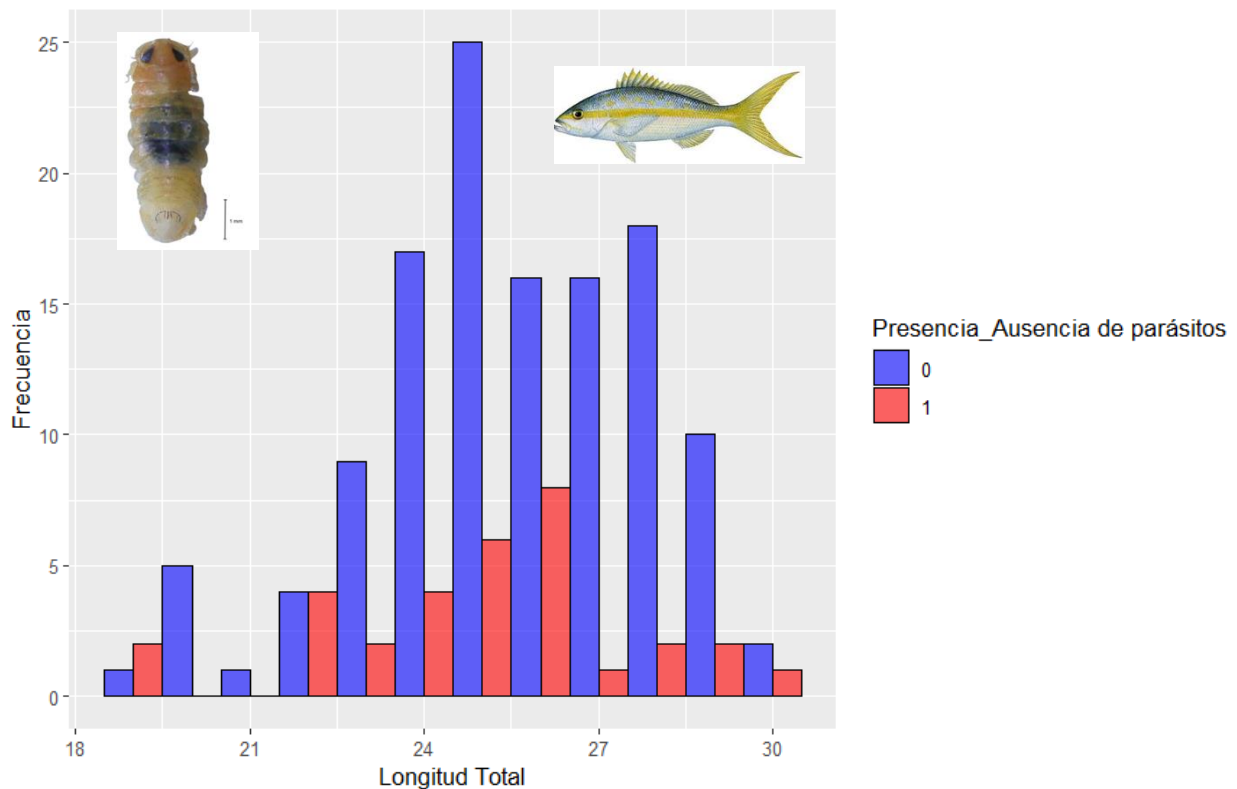


Figura 13. Distribución de frecuencias de talla de *O. chrysurus* parasitados y no parasitados por *Rocinela signata*.

De los 8 isópodos ninguno pudo identificarse sexualmente. Los sitios de alojamiento fueron las branquias y en un caso la boca. La longitud promedio de *R. signata* fue de 0.9 mm (SD \pm 0.27, rango 0.5 a 1.3 mm). El ancho se encontró en 0.1 y 0.6 mm, con un valor medio de 0.325 mm

(SD±0.14). La prevalencia de la infección fue de 11.5 %, intensidad media de 1.41, intensidad mediana de 1 y abundancia media de 0.162 (Tabla III).

En cuanto a la correlación entre las tallas de *O. chrysurus* parasitados por *R. signata* y la longitud de estos, existe una correlación positiva significativa, ya que el valor p es pequeño ($p\text{-value} = 0.0183$) y el valor de rho es alto ($\rho = 0.7952384$). Esto indica que las longitudes de *R. signata* están relacionadas con las longitudes de *O. chrysurus* según el análisis de correlación de Spearman (Figura 14).

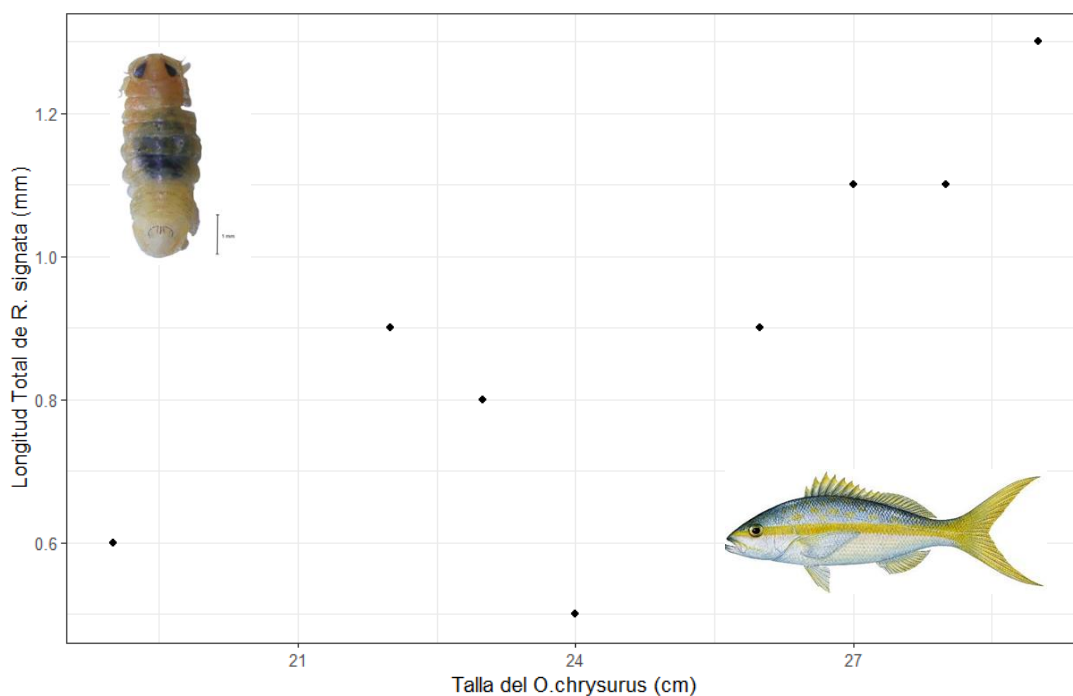


Figura 14. Relación entre la longitud total (mm) de *R. signata* y la longitud total (cm) de *O. chrysurus*.

La abundancia de *R. signata* en *O. chrysurus* en las diferentes estaciones del año no presentó diferencias significativas ($p\text{-value} = 0.3679$, Test de Kruskal-Wallis), aunque gráficamente se

observan diferencias entre las estaciones (Figura 15).

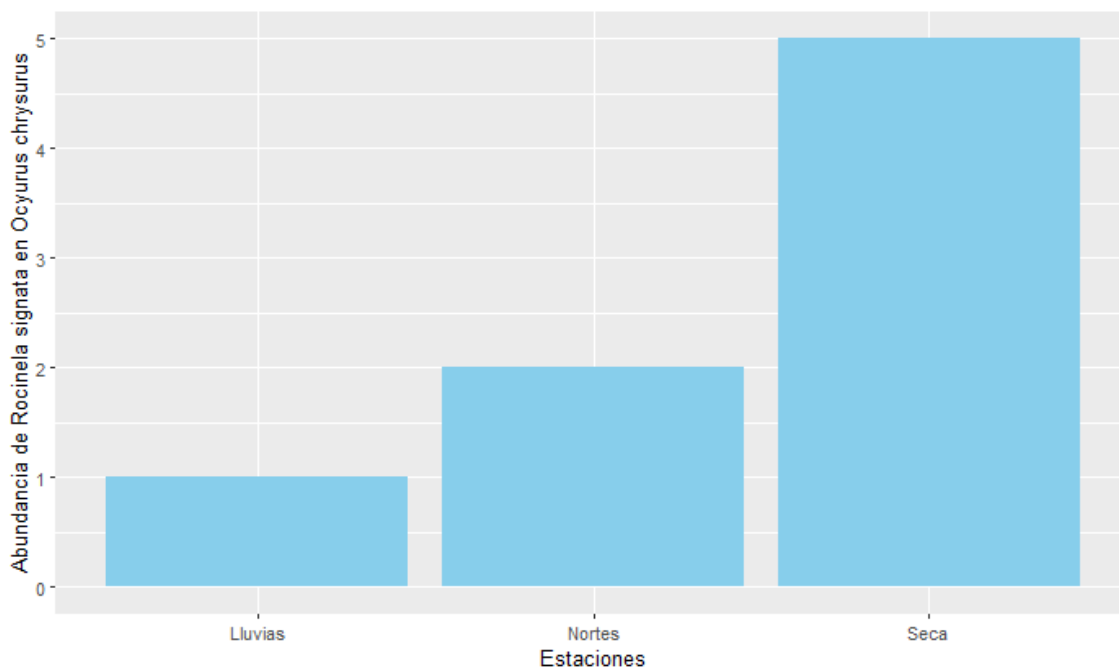


Figura 15. Abundancia de *R. signata* durante las estaciones del año en *O. chrysurus* en la localidad de Celestún.

5.3. Cálculos de índices parasitarios en general y para diferentes sexos de hospederos

5.3.1. Índices parasitarios para *C. excisa*

En cuanto a *C. excisa* parasitando a *O. chrysurus*, de los 148 peces muestreados resultaron parasitados 17 peces. La prevalencia total de la infección fue de 11.5%, la intensidad media de 1.41, intensidad mediana de 1 y abundancia media de 0.162. De las 51 hembras muestreadas, solo resultaron parasitadas 2, con una prevalencia de 3.9 %, intensidad media de 2, intensidad mediana de 2 y abundancia media de 0.0784. De los 84 peces machos, resultaron infectados 14, con una prevalencia de 16.7 %, intensidad media de 1.36, intensidad mediana de 1 y abundancia media de 0.226. De los 13 peces no identificados sexualmente, solo 1 resultó parasitado, con una prevalencia de 7.7%, intensidad media de 2, intensidad mediana de 2 y abundancia media de 0.154 (Tabla II).

Tabla II. Índices parasitarios para *Cymothoa excisa* en *O. chrysurus* en Celestún, Yucatán.

			Método de Sterne		
	N	Peces hospederos	Prevalencia	CI inferior	CI superior
Todos	148	17	11.5	0.070	0.178
Hembras	51	2	3.9	0.007	0.134
Machos	84	14	16.7	0.100	0.261
No identificados	13	1	7.7	0.004	0.342
			Bootstrap BCa		
	N	Peces hospederos	Intensidad media	CI inferior	CI superior
Todos	148	17	1.41	1.12	1.59
Hembras	51	2	2		
Machos	84	14	1.36	1.07	1.57
No identificados	13	1	2		
			Bootstrap BCa		
	N	Peces hospederos	Intensidad mediana	CI inferior	CI superior
Todos	148	17	1	1	2
Hembras	51	2	2		
Machos	84	14	1.0	1	2
No identificados	13	1	2		
			Bootstrap BCa		
	N	Peces hospederos	Abundancia media	CI inferior	CI superior
All	148	17	0.162	0.0946	0.25
Todos	51	2	0.0784	0	0.196
Hembras	84	14	0.226	0.131	0.357
Machos	13	1	0.154	0	0.462

5.3.2. Índices parasitarios *R. signata* en *O. chrysurus*

En cuanto a *R. signata* parasitando a *O. chrysurus*, de los 148 peces solo resultaron parasitados 8 peces. La prevalencia total de la infección fue de 5.4 %, la intensidad media de 1, intensidad mediana de 1 y abundancia media de 0.0541. De las 51 hembras de peces, solo resultaron parasitadas 3, con una prevalencia de 5.9 %, intensidad media de 1, intensidad mediana de 1 y abundancia media de 0.0588. De los 84 peces machos, resultaron infectados 4, con una

prevalencia de 4.8 %, intensidad media de 1, intensidad mediana de 1 y abundancia media de 0.0476. De los 13 peces no identificados sexualmente, solo 1 resultó parasitado, con una prevalencia de 7.7 %, intensidad media de 1, intensidad mediana de 1 y abundancia media de 0.0769 (Tabla III).

Tabla III. Índices parasitarios para *Rocinela signata* en *O. chrysurus* en Celestún, Yucatán.

	N	Peces hospederos	Método de Sterne		
			Prevalencia	CI inferior	CI superior
Todos	148	8	5.4	0.025	0.104
Hembras	51	3	5.9	0.016	0.164
Machos	84	4	4.8	0.016	0.117
No identificados	13	1	7.7	0.004	0.342
Bootstrap BCa					
	N	Peces hospederos	Intensidad media	CI inferior	CI superior
Todos	148	8	1		
Hembras	51	3	1		
Machos	84	4	1		
No identificados	13	1	1		
Bootstrap BCa					
	N	Peces hospederos	Intensidad mediana	CI inferior	CI superior
Todos	148	8	1	1	1
Hembras	51	3	1		
Machos	84	4	1		
No identificados	13	1	1		
Bootstrap BCa					
	N	Peces hospederos	Abundancia media	CI inferior	CI superior
Todos	148	8	0.0541	0.0203	0.0946
Hembras	51	3	0.0588	0	0.123
Machos	84	4	0.0476	0.0119	0.0952

No identificados	13	1	0.0769	0	0.231
------------------	----	---	--------	---	-------

La prevalencia de *R. signata* en *L. synagris* fue de 0.6 %, con intervalos de confianza de 0 a 0.037. La intensidad media y mediana fueron de 1 y la abundancia media de 0.00645, con intervalos de confianza entre 0 y 0.0194.



Sección – Discusión

6. Discusión

6.1. Resultados Generales

La prevalencia de isópodos parásitos en *O. chrysurus*, *L. synagris* reveló patrones discernibles. De las tres especies de hospederos estudiados en este trabajo, se observó una tendencia específica de preferencia de *C. excisa* y *R. signata* por *O. chrysurus*. Esto podría estar influenciado por una serie de factores biológicos y ecológicos. Por ejemplo, con las características anatómicas específicas de *O. chrysurus* que hacen que sea más propenso a la parasitación por isópodos, con los factores ambientales, como la distribución geográfica y las condiciones del hábitat de la especie de hospedero, así como la preferencia de los parásitos por este hospedero en específico. Por otra parte, también pudiera estar directamente relacionado con los sitios de captura de las muestras. Por información obtenida con los pescadores se pudo conocer que *O. chrysurus* y *L. synagris* fueron capturados en aguas abiertas (distancia promedio 15 millas de la costa), en zonas de fondo rocoso, mientras que *L. griseus* fue capturada cerca de la costa (distancia promedio 3 a 5 millas de la costa) en fondos rocosos, en muchos casos asociados a pastos marinos y manglares.

En Celestún, al parecer, esto se relaciona directamente con las diferencias entre los sitios de muestreo, la plasticidad ecológica de *O. chrysurus* y, en teoría, con la presencia de muchos peces de esta especie en el área, aumentando la probabilidad de ser parasitados. Esta discrepancia no se debe necesariamente a una preferencia intrínseca de las especies de isópodos por *O. chrysurus*.

La hipótesis de una baja especificidad de hospederos en las especies de isópodos parásitos se respalda por varias investigaciones. Williams, Bunkley-Williams y Sanner (1994) reportan que *C. excisa* es un parásito de baja especificidad presente en al menos 9 especies de peces en el Caribe y 4 en el Golfo de México. De manera similar, *R. signata* puede parasitar varias especies de peces. Además, los isópodos de la familia Aegidae son generalmente considerados parásitos temporales o facultativos, lo que indica que no tienen una dependencia absoluta de un solo hospedero y pueden parasitar una diversidad de especies de peces (Brusca, 1983) .

Por su parte, Weinstein (1979) realizó un estudio sobre la biología y la interacción hospedero-parásito de *C. excisa* centrándose en *L. synagris*, *L. analis* y *O. chrysurus* en la costa caribeña de Panamá. Los resultados revelaron que *C. excisa* presentó una prevalencia más alta en *L. analis* en comparación con las otras especies de pargos. Weinstein (1979) no encontró *C. excisa* en *L. griseus* y sugirió que esto podría deberse a la actividad de peces y crustáceos decápodos limpiadores en los arrecifes cercanos, que podrían desparasitar a estos peces. En estos resultados se puede observar que no existe al parecer una preferencia de esta especie de isópodo por alguna especie de la familia Lutjanidae.

Bunkley-Williams, Williams y Bashirullah (2006) también señalan sobre la baja especificidad de *R. signata*. Los autores examinaron 12 639 especímenes de 187 especies de peces en Venezuela y descubrieron *R. signata* en cinco especies de hospederos en esta área. Esto sugiere una tendencia a parasitar una amplia variedad de hospederos.

La evidencia de múltiples estudios respalda la idea de que los isópodos de las familias Aegidae y Cymothoidae exhiben una notable capacidad para parasitar una variedad de especies de peces. Esta adaptabilidad en su comportamiento parasitario sugiere que estos isópodos no son específicos de una sola especie hospedera, sino que tienen la capacidad de parasitar una amplia gama de hospederos disponibles en su entorno.

Al considerar esta adaptabilidad, es importante señalar que los patrones observados en la prevalencia de estos isópodos en *O. chrysurus*, en el presente estudio, no reflejan una preferencia intrínseca de los isópodos por esas especies en particular. Más bien, los resultados podrían atribuirse a las diferencias entre las zonas de muestreo.

En Celestún, al parecer los patrones observados en la prevalencia de los isópodos parásitos están vinculados a las diferencias entre los sitios de obtención de muestras y la capacidad de adaptación ecológica de *O. chrysurus*. Esta adaptabilidad podría estar influyendo en la aparente preferencia de ciertas especies de isópodos por esta especie de pez hospedero. La captura de *O. chrysurus* en zonas de fondo rocoso, en aguas abiertas a una distancia considerable de la

costa, al parecer influye en las diferencias entre los índices parasitarios de las especies muestreadas.

Existen varias razones por las cuales estos sitios de captura podrían estar relacionados con los resultados observados. Las comunidades de parásitos pueden variar en función del hábitat y las condiciones del entorno. Las aguas abiertas y los fondos rocosos pueden albergar diferentes especies de parásitos en comparación con áreas más cercanas a la costa o con tipos de sustrato diferente. Por otra parte, los isópodos parásitos pueden tener preferencias específicas por ciertos tipos de hábitats o sustratos para colonizar y parasitar a sus hospederos. También, la distancia de la costa y las características del hábitat pueden influir en las dinámicas de población tanto del hospedero como del parásito, por ejemplo, las poblaciones de peces en aguas abiertas podrían estar menos expuestas a factores estresantes o a la competencia por recursos, lo que podría afectar su susceptibilidad a la parasitación.

Con relación a las características de *O. chrysurus* y a su capacidad de adaptación, Claro y Lindeman (2008) plantean que en comparación con el resto de los lutjánidos *O. chrysurus* tiene gran plasticidad en cuanto a hábitat y hábitos alimenticios. El amplio rango de alimentación de *O. chrysurus*, atribuido en gran parte a alteraciones producto de las actividades turísticas, puede hacerlo más propenso a infecciones por isópodos parásitos. Rincón Sandoval *et al.* (2010) plantean que *O. chrysurus* se caracteriza por una gama de alimentación extremadamente amplia. Consumen una gran variedad de organismos de zooplancton, en estadio larval y adulto, algas, hongos, poliquetos, crustáceos, peces, insectos; tanto durante el día como en la noche, en la superficie, columna de agua y fondo a diferencia del resto de los lutjánidos. Moe (1972) plantean que *O. chrysurus* es de hábitos semipelágicos o demersales, lo cual reafirma la plasticidad de la especie. Estas características pueden favorecer la infección por isópodos parásitos.

Un último resultado a tratar en este tópico de la discusión es la ausencia de *C. excisa* y *R. signata* en *L. griseus*. Esto puede deberse a factores ambientales. Por ejemplo, los tipos de hábitats de

la especie de pez podrían explicar estos resultados obtenidos. En este estudio parece estar directamente influenciado por los sitios de captura de los ejemplares de esta especie.

6.2. Parasitismo de *C. excisa* y *R. signata* en *O. chrysurus*

6.2.1. Longitudes corporales de peces parasitados y no parasitados

La falta de diferencias significativas en las longitudes *O. chrysurus* parasitados por *C. excisa* y *R. signata* y los no parasitados, podría indicar que el parasitismo por estas especies de isópodos no afecta el crecimiento o el desarrollo del pez hospedero, al menos en términos de su longitud corporal. Es posible que los peces parasitados sean capaces de compensar cualquier carga parasitaria mediante un aumento en la ingesta de alimentos, lo que les permite mantener un tamaño similar al de los peces no parasitados.

Otra posibilidad es que la presencia de estos isópodos no afecte directamente el tamaño del pez hospedero, sino que su impacto se manifieste de otras maneras, como cambios en el comportamiento, la salud (Roche, Strong y Binning, 2012) o la reproducción del pez (Fogelman et al., 2009). Por ejemplo, los peces parasitados podrían experimentar cambios en sus patrones de actividad o en sus interacciones sociales, lo que podría influir en su éxito reproductivo o en su supervivencia a largo plazo, sin necesariamente reflejarse en diferencias en la longitud corporal, para corroborar esto deberían hacerse estudios experimentales (Meadows y Meadows, 2003).

Investigaciones realizadas previamente en especies de la familia Cymothoidae han respaldado los hallazgos de este estudio en Celestún, al encontrar que la presencia de isópodos parásitos no necesariamente afecta el tamaño corporal de los peces hospederos. Chávez-López *et al.*, (2005) demostraron que el isópodo parásito *Elthusa alvaradoensis* no afectaba el crecimiento del pez hospedero *Synodus foetens* en Veracruz, México. Por su parte, el estudio de Östlund- Nilsson et al. (2005) sobre la interacción entre el isópodo *Anilocra apogonae* y el pez hospedero *Cheilodipterus quinquelineatus* en la Gran Barrera de Coral revela que, aunque el parasitismo no afecta el crecimiento de los peces, los parásitos pueden influir en otros aspectos de la fisiología

y el comportamiento de sus hospederos. En contraste con los resultados obtenidos en la presente investigación, Fogelman (2005) sugiere que *A. apogonae* afecta negativamente el crecimiento y la reproducción de su huésped, *C. quinquelineatus*. Aguilar-Perera *et al.* (2018) no encontraron diferencias entre las longitudes de *P. volitans* parasitados y no parasitados por *R. signata* frente a la costa norte de la península de Yucatán, México, en este sentido Aguilar-Perera y Nóch-Quiñones (2022) tampoco encontraron diferencias entre las longitudes de *Lachnolaimus maximus* parasitados y no parasitados por *R. signata* frente a la costa occidental de la península de Yucatán, en el sur del Golfo de México.

6.2.2. Distribución espacial de los isópodos parásitos en los hospederos

Con respecto a la distribución de los sexos de *C. excisa* en los hospederos, proporciona información adicional sobre características específicas de la especie. La presencia simultánea de machos y hembras, formando parejas de isópodos en algunos peces, indica una reproducción exitosa de *C. excisa* en el hospedero (Richardson, 1905). Además, la distribución de ambos sexos en el mismo hospedero sugiere una estrategia reproductiva eficaz para esta especie. La colonización predominante de la boca, con menos frecuencia de las branquias, como sitios de alojamiento, sugiere una estrategia de vida específica para este isópodo. Esta estrategia se centra en la ocupación de áreas bucales del pez, posiblemente debido al tamaño del isópodo y a su habilidad para reemplazar la lengua del hospedero.

Con relación a la distribución de sexos, en varios estudios se ha planteado la hipótesis de que inicialmente un isópodo juvenil infecta al pez, este isópodo si hay una hembra parasitando al pez se transforma en macho, y ambos ocupan la cavidad bucal, como parte de estrategia reproductiva (Williams y Bunkley-Williams, 2019; Smit, Bruce y Hadfield, 2014). Weinstein (1979) también respalda esta hipótesis al encontrar la presencia de isópodos machos junto a una hembra considerablemente más grande. En este caso, se observó que la hembra de isópodo siempre estaba adherida a la lengua y orientada hacia adelante, con los machos más pequeños posicionados detrás de las hembras.

6.2.3. Relación entre las tallas de *R. signata* y *C. excisa* con la del hospedero *O. chrysurus*

En cuanto a la correlación entre las tallas de *O. chrysurus* parasitados y la longitud de *C. excisa*, tanto los isópodos hembras como los machos no mostraron una correlación positiva con las tallas de los hospederos. De manera general, las investigaciones coinciden en que el momento de infección del hospedero es cuando las mancas juveniles (isópodos recién liberados del marsupio de la madre), nadan libremente y se asientan en busca del hospedero. En este momento mediante diferentes mecanismos se adhieren a peces pequeños y comienza el parasitismo, el cual puede ser temporal o permanente (Williams y Bunkley-Williams, 2019). Además, se plantea que es más factible infectar a peces pequeños, de natación lenta que infectar a peces pelágicos de natación rápida; por ello se plantea que los isópodos de la mayoría de los peces depredadores infectan a los hospedadores juveniles y maduran con ellos. Estos parásitos pueden permanecer adheridos al pez durante toda su vida, y por tanto crecer en conjunto con el hospedero (Smit, Bruce y Hadfield, 2014). En este caso particular se cree que no se evidenció este patrón debido a la poca cantidad de muestras analizadas lo cual constituye una limitación del muestreo realizado.

La correlación positiva significativa entre las tallas de *O. chrysurus* parasitados por *R. signata* y la longitud de estos en Celestún, sugiere que las longitudes de los isópodos están relacionadas con las longitudes de los peces hospederos en estas muestras analizadas. Esta correlación positiva podría deberse a diversas razones, como la disponibilidad de sitios de anclaje adecuados en peces más grandes, a la adaptación del parásito a un determinado rango de tamaños de hospederos o aspectos del ciclo de vida de los parásitos. Podría deberse a que los parásitos en los primeros estadios de su ciclo de vida se unen al hospedero y por tanto se desarrollan en este.

De manera general en estudios sobre el ciclo de vida de estos organismos se plantea que, una vez liberado el isópodo inmaduro juvenil de sus madres, conocido como manca, se une a su hospedero que puede ser el definitivo o de transición. Puede permanecer en el mismo hospedero durante todo su ciclo de vida. De ahí que muchas investigaciones plantean la

correlación positiva que existe entre tamaños de isópodos parásitos y peces hospederos (Williams y Bunkley-Williams, 2019; Smit, Bruce y Hadfield, 2014).

Entre estas investigaciones se pueden mencionar la realizadas por Weinstein (1979) donde el autor estudia el parasitismo de *Cymothoa excisa* en *Lutjanus synagris*, *Lutjanus analis* y *Ocyurus chrysurus*, concluyendo que existe una correlación positiva entre las longitudes de hospederos e isópodos parásitos. Por su parte, Alvarez y Flores, (1996) evidenció una correlación positiva entre *Cymothoa exigua* hembras y *Lutjanus peru* en la localidad de Manzanillo, Colima, México, se atribuye este resultado a que una hembra ocupa la cavidad bucal del pez hospedero en estadíos tempranos de su ciclo de vida y no sufre sustitución. Costa et al. (2010) realizaron una investigación sobre el parasitismo en *Chloroscombrus chrysurus* por el isópodo *Cymothoa spinipalpa* en aguas costeras de Río Grande do Norte, Brasil encontrando una correlación positiva entre la longitud total de los isópodos hembras y la longitud total del cuerpo de los hospederos. Bonilla-Gómez et al. (2014) registraron que el tamaño de las hembras de *C. excisa* está positivamente relacionado con el tamaño del hospedero *Lagodon rhomboides*, en La Carbonera, Yucatán, mientras que la longitud de los machos no está relacionada con esta variable. Alves et al. (2019) quienes reportaron una relación significativa entre el tamaño de *R. signata* y la talla de *L. jocu* en la costa noreste de Brasil. Welicky et al. (2019) demostraron que la longitud de los parásitos que infectan la boca se correlaciona positivamente con la longitud de sus hospederos lo cual refleja que el espacio proporcionado por esta cavidad es más grande que otras regiones. En contraste con el resultado de este estudio Aguilar-Perera et al. (2018) encontraron una correlación negativa entre la longitud de *R. signata* y la de *P. volitans* en dos localidades frente a la costa norte de la península de Yucatán, México

6.2.4. Variaciones estacionales del parasitismo en *O. chrysurus*

La evaluación de la abundancia de *C. excisa* en *O. chrysurus* a lo largo de las estaciones del año revela un resultado interesante. Aunque visualmente parecen existir variaciones en la abundancia a lo largo de las estaciones, el análisis estadístico no mostró diferencias significativas. Este resultado puede deberse a que esta especie de isópodo no presente fluctuaciones temporales según el patrón de épocas del año en sus hospederos.

Es importante destacar que en las revisiones sistemáticas de literatura se ha observado una escasez de investigaciones sobre la dinámica temporal de *C. excisa* en México, especialmente en la zona de estudio. No se encontraron estudios previos sobre esta temática en la región. No obstante, existen algunas investigaciones donde se plantean variaciones en la dinámica de infección de isópodos parásitos producto de los cambios estacionales. Por ejemplo, Aneesh *et al.* (2013) estudiaron las fluctuaciones en la prevalencia de especies pertenecientes al género *Nerocila*, parasitando los peces marinos de importancia comercial de la Costa de Malabar, Kerala, India, en el período de noviembre de 2009 a noviembre de 2010. Todas las especies de *Nerocila* recolectadas mostraron fluctuaciones estacionales significativas en la prevalencia de la infección, alcanzando su máximo entre octubre y abril y su mínimo (o ausencia total de los parásitos) de mayo a septiembre.

Los resultados relacionados con la variación estacional de la abundancia de *R. signata* en Celestún parecen indicar que existen cierta estabilidad en la carga parasitaria a lo largo del año. Esto podría atribuirse a que el ciclo vital de esta especie no está fuertemente influenciado por las variaciones estacionales en las muestras estudiadas. Es relevante señalar que hasta la fecha no se han realizado investigaciones sobre la dinámica temporal de *R. signata* en México. La ausencia de estudios previos sobre este tema en la región resalta la necesidad de ampliar esta línea de investigación.

6.2.5. Índices parasitarios de *Rocinela signata* y *Cymothoa excisa*

Los resultados obtenidos sobre la prevalencia, intensidad y abundancia de *C. excisa* en diferentes categorías de *O. chrysurus* proporcionan una visión detallada de la dinámica de la infección por este isópodo parásito.

Con relación a los índices parasitarios, la prevalencia general de *C. excisa* fue del 11.5%, lo que sugiere el porcentaje de los peces que estaban parasitados por este isópodo. Aunque este valor se considera bajo en términos de índices parasitarios. Estos resultados son mayores que los obtenidos por Weinstein, (1979), quien informó una prevalencia del 2.1% de *C. excisa* en *O. chrysurus* en la costa caribeña de Panamá. En ese estudio, se atribuyó este bajo valor al hecho

de que este pez habita la columna de agua abierta sobre los arrecifes de coral, lo que lo hace menos expuesto al parasitismo.

Además, Bonilla-Gómez *et al.* (2014) también encontraron una prevalencia baja de *C. excisa* en *Lagodon rhomboides*, en comparación con el presente estudio. De un total de 448 ejemplares colectados, solo 28 individuos estaban parasitados, lo que resultó en una prevalencia total de 6.2%, en La Carbonera, una laguna costera tropical del noroeste de la península de Yucatán, México. Los autores plantean que en comparación con otros estudios este valor de prevalencia es alto, indicando que el parasitismo que ejerce *C. excisa* es un factor de riesgo para ésta y, posiblemente, otras especies de peces de importancia comercial en el área de estudio.

La intensidad parasitaria media, que representa el número promedio de parásitos por pez parasitado, fue de 1.41. Este valor se encuentra dentro de un rango moderado y sugiere que la carga parasitaria no es excesivamente alta en la población de peces estudiada. Con respecto a la abundancia, que representa el número promedio total de parásitos en la población de peces, se obtuvo un valor de 0.162. A pesar de la presencia de *C. excisa* en un porcentaje significativo de peces, la baja intensidad media (1.41) y la abundancia media (0.162) sugieren que, a nivel individual, la carga parasitaria es relativamente baja. Este resultado respalda la teoría Weinstein, (1979), donde se plantea que *C. excisa* no parece ser un parásito dañino, pues en su estudio, no se reflejaron efectos nocivos en la capacidad de capturar presas ni en el estado de salud general de las especies de peces estudiadas.

Con respecto al análisis de índices parasitarios de *R. signata*, los resultados muestran una prevalencia total de infección del 5.4%, con una intensidad media de 1 y una abundancia media de 0.0541. Los bajos valores de prevalencia y de intensidad y abundancia sugieren que la infección de *R. signata* en *O. chrysurus* no es generalizada ni intensa en la muestra estudiada. Resultados similares se han obtenido en el Golfo de México.

Fogg *et al.* (2016) realizaron una investigación sobre la fauna parasitológica del pez león *Pterois volitans* en el Golfo de México, entre marzo del 2013 y octubre del 2014. De un total de 49 peces analizados resultaron parasitados por *R. signata* 4, mostrando una prevalencia de 8.2%, esta interacción solo se observó en arrecifes naturales.

Aguilar-Perera et al. (2018) reportaron los siguientes índices parasitarios de *R. signata* en Arrecife Alacranes y Cayo Arenas: una prevalencia total del 3.16%, una abundancia media de 0.03 y una intensidad media de infección de 1.48.

Aguilar-Perera y Nóch-Quiñones (2022) reportaron los siguientes índices parasitarios de *R. signata* en *Lachnolaimus maximus* frente a la costa occidental de la península de Yucatán: prevalencia del 35.8%, intensidad media de 2.05, intensidad mediana de 1, y una abundancia media de 0.736.

6.2.6. Discusión sobre el desarrollo de una base de datos en GitHub

Entre los resultados de esta investigación con pargos en Celestún, Yucatán, está la creación de un proyecto en GitHub llamado [Isopodos-pargos](#) y se generó una base de datos estandarizada, que puede ser la base para el desarrollo de futuras investigaciones sobre la temática. El proyecto [Isopodos-pargos](#) en GitHub y la base de datos estandarizada que ha sido generada a partir de las observaciones representan un resultado importante en esta investigación. La disponibilidad de una base de datos estandarizada en un repositorio público como GitHub garantiza que los datos sean accesibles para otros investigadores, lo que fomenta la transparencia y la reproducibilidad de la investigación. Esto facilita que otros investigadores puedan revisar, utilizar y construir sobre los datos existentes, lo que potencialmente puede conducir a un mayor avance en el campo. Al proporcionar una base de datos estandarizada, se ofrece una plataforma sólida para el desarrollo de futuras investigaciones sobre la temática. Los investigadores interesados en esta temática tienen un punto de partida claro y confiable para sus propias investigaciones. Esto puede ahorrar tiempo y recursos al evitar la necesidad de recopilar datos desde cero. La estandarización de la base de datos asegura que los datos sean consistentes en su estructura y formato, lo que mejora su calidad y confiabilidad. Esto es fundamental para garantizar que las conclusiones derivadas de los datos sean válidas y sólidas. Los investigadores pueden confiar en la integridad de los datos proporcionados, lo que fortalece la credibilidad de cualquier investigación que se realice utilizando esta base de datos.

7. Conclusiones

- El estudio de los isópodos parásitos *C. excisa* y *R. signata* en peces comerciales, *L. griseus*, *L. synagris*, *O. chrysurus*, en Celestún, Yucatán, México, no reveló patrones temporales en la prevalencia y la distribución de estos parásitos.
- Hubo una tendencia específica de preferencia de *C. excisa* y *R. signata* por *O. chrysurus*, con índices parasitarios altos en comparación con *L. synagris*. *L. griseus* no resultó parasitado en ninguno de los muestreos.
- Las especies de isópodos en *O. chrysurus* fueron *C. excisa* y *R. signata*. En *L. synagris* fue *R. signata*. *L. griseus* no resultó parasitado en ninguno de los muestreos.
- Los índices de infección parasitaria (prevalencia, abundancia e intensidad promedio) en *O. chrysurus* parasitados por *C. excisa* fueron: prevalencia total de la infección de 11.5%, la intensidad media de 1.41, intensidad mediana de 1 y abundancia media de 0.162. En los ejemplares de *O. chrysurus* parasitados por *R. signata* fueron: prevalencia total de la infección de 5.4 %, la intensidad media de 1, intensidad mediana de 1 y abundancia media de 0.0541. En los ejemplares de *L. synagris* parasitados por *R. signata* fueron: La prevalencia total de infección de 0.6 %, la intensidad media y mediana fueron de 1 y la abundancia media de 0.00645.
- Se observaron diferencias en los valores de los índices parasitarios de peces de diferentes sexos. No se observaron diferencias de tallas entre peces parasitados y no parasitados.
- En *O. chrysurus* parasitados por *C. excisa* tanto los isópodos hembras como los machos hubo una correlación positiva moderada con las tallas de los hospederos. En los individuos de *O. chrysurus* parasitados por *R. signata* hubo una correlación positiva moderada con las tallas de los hospederos.
- Se creó un repositorio en GitHub que contenga un conjunto de datos estandarizados, con el fin de facilitar el acceso y la replicabilidad de esta investigación.

8. Referencias

- Adlard, R.D. y Lester, R.J.G. (1994) "Dynamics of the interaction between the parasitic isopod, *Anilocra pomacentri*, and the coral reef fish, *Chromis nitida*", *Parasitology*, 109(3), pp. 311–324. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/S0031182000078343>.
- Adlard, R.D. y Lester, R.J.G. (1995) "The life-cycle and biology of *Anilocra pomacentri* (Isopoda: Cymothoidae), an ectoparasitic isopod of the coral-reef fish, *Chromis nitida* (Perciformes: Pomacentridae)", *Australian Journal of Zoology*, 43(3), pp. 271–281. Disponible en: <https://doi.org/10.1071/ZO9950271>.
- Aguilar-Perera, A. et al. (2018) "*Rocinela signata* (Isopoda: Aegidae) parasitizing Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* (Scorpaeniformes: Scorpaenidae) in the Southern Gulf of Mexico", *Marine Biology Research*, 14(8), pp. 883–886. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/17451000.2018.1528012>.
- Aguilar-Perera, A. (2021) "Checklist of Parasitic Isopods (Crustacea: Isopoda) Infesting Marine Decapod and Fishes Off Mexico's Coasts", *Thalassas* [Preprint]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s41208-021-00336-x>.
- Aguilar-Perera, A. y N6h-Qui6ones, V. (2022) "Prevalence of *Rocinela signata* Schioedte & Meinert, 1879 (Crustacea: Isopoda: Aegidae) in Hogfish *Lachnolaimus maximus* (Walbaum, 1792) (Teleostei: Labridae)", *Thalassas*, 38(2), pp. 1195–1198. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s41208-022-00459-9>.
- Ahyong, S.T. et al. (2011) "Subphylum Crustacea Br6nnich, 1772. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness", *Zootaxa*, 3148(1). Disponible en: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3148.1.33>.
- Alexander, J.M. et al. (2022) "Effects of species interactions on the potential for evolution at species' range limits", *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 377(1848). Disponible en: <https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0020>.
- Allen, G. (1985) "Fao Species Catalogue Vol . 6 . Snappers of the World. An annotated and

- illustrated catalogue of lutjanid species known to date”, *FAO fisheries synopsis*, 6(125), p. 208.
- Alvarez, F. y Flores, M. (1996) “Cymothoa exigua (Isopoda: Cymothoidae) parasitando al pargo *Lurjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) en Manzanillo, Colima, México”, *Revista de Biología Tropical*, 44, pp. 391–394.
- Alves, A.M. *et al.* (2019) “Occurrence of Isopods in Two Species of Snappers (Lutjanidae) from Northeast Brazil”, *Journal of Parasitology Research*, 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2019/8176283>.
- Aneesh, P.-T. *et al.* (2013) “Seasonal fluctuation of the prevalence of cymothoids representing the genus *Nerocila* (Crustacea, Isopoda), parasitizing commercially exploited marine fishes from the Malabar Coast, India.”, *Acta parasitologica*, 58(1), pp. 80–90. Disponible en: <https://doi.org/10.2478/s11686-013-0112-3>.
- Aneesh, P.T. *et al.* (2013) “Seasonal fluctuation of the prevalence of cymothoids representing the genus *Nerocila* (Crustacea, Isopoda), parasitizing commercially exploited marine fishes from the Malabar Coast, India”, *Acta Parasitologica*, 58(1), pp. 80–90. Disponible en: <https://doi.org/10.2478/s11686-013-0112-3>.
- Van As, J.G. y Van As, L.L. (2019) “Adaptations and Types of Crustacean Symbiotic Associations”, en *Parasitic Crustacea State of Knowledge and Future Trends*, pp. 135–178. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-17385-2_4.
- Bakenhaster, M.D., McBride, R.S. y Price, W.W. (2006) “Life history of *Glossobius hemiramphi* (Isopoda: Cymothoidae): Development, reproduction, and symbiosis with its host *Hemiramphus brasiliensis* (Pisces: Hemiramphidae)”, *Journal of Crustacean Biology*, 26(3), pp. 283–294. Disponible en: <https://doi.org/10.1651/C-2573.1>.
- Binning, S.A. *et al.* (2014) “Ectoparasites modify escape behaviour, but not performance, in a coral reef fish”, *Animal Behaviour*, 93, pp. 1–7. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2014.04.010>.
- Bonilla-Gómez, J.L. *et al.* (2014) “Nuevo registro de *Lagodon rhomboides* (Pisciformes: Sparidae) como hospedero de *Cymothoa excisa* (Isopoda: Cymothoidae) en la costa noroeste de la península de Yucatán”, *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(2), pp. 633–637. Disponible en:

<https://doi.org/10.7550/rmb.38768>.

- Bowman, T.E. (1960) "Description and Notes on the Biology of *Lironeca Puhi*, N. Sp. (Isopoda: Cymothoidae), Parasite of the Hawaiian Moray Eel, *Gymnothorax Eurostus* (Abbott)", *Crustaceana*, 1(2), pp. 84–91. Disponible en: <https://doi.org/10.1163/156854060X00131>.
- Brandt, A. y Poore, G.C.B. (2003) "Higher classification of the flabelliferan and related Isopoda based on a reappraisal of relationships", *Invertebrate Systematics*, 17(6), pp. 893–923. Disponible en: <https://doi.org/10.1071/IS02032>.
- Brusca, R.C. (1978) "Studies on the cymothoid fish symbionts of the eastern Pacific (Crustacea: Isopoda: Cymothoidae) I. Biology of *Nerocila californica*", *Crustaceana*, 34, pp. 141–154. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/20103266>.
- Brusca, R.C. (1981) "A monograph on the Isopoda Cymothoidae (Crustacea) of the eastern Pacific", *Zoological Journal of the Linnean Society*, 73(2), pp. 117–199. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1981.tb01592.x>.
- Brusca, R.C. (1983) "A monograph on the isopod family Aegidae in the tropical eastern Pacific. I. The genus *Aega*.", *Allan Hancock Monographs in Marine Biology*, , pp. 1–39.
- Bunkley-Williams, L., Williams, E.H. y Bashirullah, A.K.M. (2006) "Isopods (Isopoda: Aegidae, Cymothoidae, Gnathiidae) associated with Venezuelan marine fishes (Elasmobranchii, Actinopterygii)", *Revista de Biología Tropical*, 54(SUPPL. 3), pp. 175–188.
- Cardoso, L. *et al.* (2017) "*Rocinela signata* (Isopoda: Aegidae) parasitizing the gills of the spotted goatfish *Pseudupeneus maculatus* (Actinopterygii: Mullidae) in Northeastern Brazil", *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 89(3), pp. 2075–2080. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720150677>.
- Carpenter, K.E. (2002) "The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae)", *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes; American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5*, pp. 601–1374.
- de Carvalho-Souza, G.F. *et al.* (2009) "Occurrence of isopods ectoparasites in marine fish on the

- Cotegipe Bay, north-eastern Brazil”, *Marine Biodiversity Records*, 2. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/s1755267209990844>.
- Chávez-López, R. *et al.* (2005) “*Elthusa alvaradoensis* Rocha-Ramírez, Chávez-López & Bruce, 2005 (Isopoda, Cymothoidae) parasitizing the inshore lizardfish, *Synodus foetens* (Linnaeus, 1766) on the continental shelf off central Veracruz, Mexico”, *Crustaceana*, 78(7), pp. 865–872. Disponible en: <https://doi.org/10.1163/156854005774445456>.
- Claro, R. y Lindeman, K.C. (2008) *Biología y manejo de los pargos (Lutjanidae) en el Atlántico occidental*. Instituto de Oceanología, CITMA, La Habana, Cuba.
- Combes, C. (2001) *Parasitism : the ecology and evolution of intimate interactions, Interspecific interactions*.
- Cook, C. y Munguia, P. (2015) “Sex change and morphological transitions in a marine ectoparasite”, *Marine Ecology*, 36(3), pp. 337–346. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/maec.12144>.
- Costa, E.F.D.S., de Oliveira, M.R. y Chellappa, S. (2010) “First record of *Cymothoa spinipalpa* (Isopoda: Cymothoidae) parasitizing the marine fish Atlantic bumper, *Chloroscombrus chrysurus* (Osteichthyes: Carangidae) from Brazil”, *Marine Biodiversity Records*, 3. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/s1755267209991059>.
- da Costa Sousa, N. *et al.* (2020) “Parasite Fauna of *Lutjanus synagris* Commercialized in the Fish Market from Bragança-PA, Brazil”, *Journal of Zoological Research*, 1(3).
- Cummings, N.J. (2004) “The biology of yellowtail snapper, *Ocyurus chrysurus*, with emphasis on populations in the Caribbean”, *Sustainable Fisheries Division Contribution (SFD) No. 2004-045*, SEDAR-8 Da, p. 28 pp.
- Duarte-Bello, P.P. (1959) *Catálogo de peces cubanos*. Universidad de Villanueva, Laboratorio de Biología Marina. Disponible en: <http://hdl.handle.net/1834/4447>.
- Ebert, D., Lipsitch, M. y Mangin, K.L. (2000) “The effect of parasites on host population density and extinction: Experimental epidemiology with *Daphnia* and six microparasites”, *American Naturalist*, 156(5), pp. 459–477. Disponible en: <https://doi.org/10.1086/303404>.

- Fakoya, K.A. *et al.* (2015) "Life-stages, exploitation status and habitat use of *Lutjanus goreensis* (perciformes: Lutjanidae) in coastal marine environments of Lagos, SW Nigeria", *Revista de Biologia Tropical*, 63(1), pp. 199–212. Disponible en: <https://doi.org/10.15517/rbt.v63i1.14482>.
- Faunce, C.H. y Serafy, J.E. (2007) "Nearshore habitat use by gray snapper (*Lutjanus griseus*) and bluestriped grunt (*Haemulon sciurus*): Environmental gradients and ontogenetic shifts", en *Bulletin of Marine Science*, pp. 473–495.
- Fogelman, R.M. (2005) *Effect of the parasitic isopod Anilocra apogonae (Cymothoidae) on the growth, condition, reproduction and survival of cardinal fish (Apogonidae)*. The University of Queensland.
- Fogelman, R.M., Kuris, A.M. y Grutter, A.S. (2009) "Parasitic castration of a vertebrate: Effect of the cymothoid isopod, *Anilocra apogonae*, on the five-lined cardinalfish, *Cheilodipterus quinquelineatus*", *International Journal for Parasitology*, 39(5), pp. 577–583. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2008.10.013>.
- Fogg, A.Q. *et al.* (2016) "Parasites from the Red Lionfish, *Pterois volitans* from the Gulf of Mexico", *Gulf and Caribbean Research*, 27(1). Disponible en: <https://doi.org/10.18785/gcr.2701.07>.
- Goutte, A. y Molbert, N. (2022) "Benefits of Parasitism in Polluted Environments: A Review and Perspectives", *Frontiers in Ecology and Evolution*. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.847869>.
- Heagney, E.C., Gillanders, B.M. y Suthers, I.M. (2013) "The effect of parasitism by a blood-feeding isopod on the otolith chemistry of host fish", *Marine and Freshwater Research*, 64(1), pp. 10–19. Disponible en: <https://doi.org/10.1071/MF12123>.
- Johnson, S.C., Kabata, Z. y Nowak, B.F. (2019) "Effects of Parasitic Crustacea on Hosts", en pp. 267–329. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-17385-2_6.
- Lester, R.J.G. (2005) "Crustacea: Isopoda (isopods)", *Marine parasitology*. Editado por K. Rohde, pp. 138–144.

- Li, G. *et al.* (2007) "Dynamic behavior of a parasite–host model with general incidence", *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 331(1), pp. 631–643. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jmaa.2006.09.015>.
- Linardich, C. *et al.* (2019) "Extinction risk and conservation of marine bony shorefishes of the Greater Caribbean and Gulf of Mexico", *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(1), pp. 85–101. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/aqc.2959>.
- Lindeman, K.C. *et al.* (1998) "A spatial framework for assessing cross-shelf habitat use among newly settled grunts and snappers", *Proceedings of the 50th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, pp. 385–416.
- Meadows, D.W. y Meadows, C.M. (2003) "Behavioral and ecological correlates of foureye butterflyfish, *Chaetodon capistratus*, (Perciformes: Chaetodontidae) infected with *Anilocra chaetodontis* (Isopoda: Cymothoidae)", en *Revista de Biología Tropical*, pp. 77–81.
- Meza-Escatel, L.F. (2015) *Carga parasitaria e índices biológicos y hematológicos en híbridos de tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis mossambicus*) cultivada en agua de mar*. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.
- Moe, M.A., J. (1972) "Movement and migration of south Florida fishes", *Florida Department of Natural Resources Technical Series Number*, 69, pp. 1–25.
- Montague, C.L. y Ley, J.A. (1993) "A Possible Effect of Salinity Fluctuation on Abundance of Benthic Vegetation and Associated Fauna in Northeastern Florida Bay Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/1352429> Linked references are available on JST", *Estuaries*, 16(4), pp. 703–717.
- Del Moral-Flores, L.F., Sotelo-Sánchez, L.A. y Ortíz, M. (2020) "Nerocila acuminata (Isopoda: Cymothoidae) como parásito de cápsulas ovígeras de *Rostroraja texana*: lista de hospederos conocidos", *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, pp. 99–115. Disponible en: <https://doi.org/10.15359/revmar.12-1.5>.
- Mota Alves, Andrés Freitas Freire, Janaína Sales Coelho, A.S., Geza Thais, Jeraldo Souza, e R. y De Lourdes Sierpe, V. (2022) "Scientific illustration in the representation of parasitic isopods", *Neotropical Helminthology*, 16 (2), pp. 91–105.

- Moura, R.L. y Lindeman, K.C. (2007) "A new species of snapper (Perciformes: Lutjanidae) from Brazil, with comments on the distribution of *Lutjanus griseus* and *L. apodus*", *Zootaxa*, (1422), pp. 31–43. Disponible en: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1422.1.2>.
- Nicholson, M.D. *et al.* (2019) "Fish-Parasitic Gnathiid Isopods Metamorphose Following Invertebrate-Derived Meal", *The Journal of parasitology*, 105(5), pp. 793–797. Disponible en: <https://doi.org/10.1645/19-59>.
- Olano, J.P. *et al.* (2005) "Principles of Parasitism: Host-Parasite Interactions", en *Tropical Infectious Diseases: Principles, Pathogens, & Practice, 2-Volume Set with CD-ROM*, pp. 1–12. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-06668-9.50006-5>.
- Östlund-Nilsson, S. *et al.* (2005) "Parasitic isopod *Anilocra apogonae*, a drag for the cardinal fish *Cheilodipterus quinquelineatus*", *Marine Ecology Progress Series*, 287, pp. 209–216. Disponible en: <https://doi.org/10.3354/meps287209>.
- Párraga, D.P., Cubillos, L.A. y Correa-Ramirez, M.A. (2010) "Variaciones espacio-temporales de la captura por unidad de esfuerzo en la pesquería artesanal costera del pargo rayado *Lutjanus synagris*, en el Caribe colombiano y su relación con variables ambientales", *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 45(1), pp. 77–88. Disponible en: <https://doi.org/10.4067/s0718-19572010000100007>.
- Poore, G.C.B. y Bruce, N.L. (2012) "Global Diversity of Marine Isopods (Except Asellota and Crustacean Symbionts)", *PLoS ONE*. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043529>.
- Rameshkumar, G. y Ravichandran, S. (2014) "Problems caused by isopod parasites in commercial fishes", *Journal of Parasitic Diseases*, 38(1), pp. 138–141. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12639-012-0210-4>.
- Reiczigel, J. *et al.* (2019) "Biostatistics for Parasitologists – A Primer to Quantitative Parasitology", *Trends in Parasitology*, pp. 277–281. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.pt.2019.01.003>.
- Richardson, H. (1905) "A monograph on the isopods of North America", *Bulletin of the United States National Museum*, (54), p. i-727. Disponible en:

<https://doi.org/10.5479/si.03629236.54.i>

- Rincón Sandoval, L.A. *et al.* (2010) “Dieta de la Rabirrubia *Ocyurus chrysurus* (Lutjanidae : Lutjaninae) y su Variación Temporal en la Costa de Yucatán”, *Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 2, pp. 207–218.
- Roberts, B.A. (2021) *A systematic review of parasites found within selected teleost fishes of the south florida hermatypic coral reef tract*. Nova Southeastern University.
- Roche, D.G., Strong, L.E. y Binning, S.A. (2012) “Prevalence of the parasitic cymothoid isopod *Anilocra nemipteri* on its fish host at Lizard Island, Great Barrier Reef”, *Australian Journal of Zoology*, 60(5), pp. 330–333. Disponible en: <https://doi.org/10.1071/ZO12130>.
- Rutherford, E.S. *et al.* (1989) “Fishery harvest and population dynamics of gray snapper, *Lutjanus griseus*, in Florida Bay and adjacent waters”, *Bulletin of Marine Science*, 44(1), pp. 139–154.
- Sala-Bozano, M., Van Oosterhout, C. y Mariani, S. (2012) “Impact of a mouth parasite in a marine fish differs between geographical areas”, *Biological Journal of the Linnean Society*, 105(4), pp. 842–852. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2011.01838.x>.
- Sámano-Zapata, J.C., Vega-Cendejas, M.E. y Hernández de Santillana, M. (1998) “Ecología Alimenticia e Interacción Trófica del Pargo Mulato *Lutjanus griseus* (Lineo, 1758) y de la rubia *Lurjanus synagris* (L. 1758) de la Costa Noroccidental de la Peninsula de Yucatan, Mexico”, *GCFI:50* [Preprint].
- Schoener, T.W. (1988) “Ecological interactions”, en A.A. Myers y P.S. Giller (eds.) *Analytical Biogeography: An Integrated Approach to the Study of Animal and Plant Distributions*. Dordrecht: Springer Netherlands, pp. 255–297. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-94-009-0435-4_9.
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2002) *Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Ría Celestún*.
- Serrano, X., Serafy, J. y Grosell, M. (2011) “Osmoregulatory capabilities of the gray snapper, *Lutjanus griseus* : salinity challenges and field observations”, *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 44(3), pp. 185–196. Disponible en:

<https://doi.org/10.1080/10236244.2011.585745>.

Shah Esmaeili, Y. *et al.* (2021) "Parasitism by isopods in sandy beach fish assemblages: role of urbanization and environmental characteristics", *Hydrobiologia*, 848(20), pp. 4885–4901.

Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10750-021-04680-0>.

Sikkel, P.C. y Welicky, R.L. (2019) "The Ecological Significance of Parasitic Crustaceans", en, pp. 421–477. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-17385-2_10.

Smit, N.J., Bruce, N.L. y Hadfield, K.A. (2014) "Global diversity of fish parasitic isopod crustaceans of the family Cymothoidae", *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, pp. 188–197. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2014.03.004>.

Smit, N.J., Bruce, N.L. y Hadfield, K.A. (2019) "Introduction to Parasitic Crustacea: State of Knowledge and Future Trends", en *Parasitic Crustacea. State of Knowledge and Future Trends*, p. 1. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-17385-2_1.

Stephenson, A.B. (1976) "Gill damage in fish produced by buccal parasites", *Records of the Auckland Institute and Museum*, pp. 167–173.

Tanaka, K. (2007) "Life history of gnathiid isopods-current knowledge and future directions", *Plankton and Benthos Research*, 2(1), pp. 1–11. Disponible en: <https://doi.org/10.3800/pbr.2.1>.

Trejo-Martínez, J. *et al.* (2011) "Reproductive aspects of the yellowtail snapper *Ocyurus chrysurus* from the southern Gulf of Mexico", *Journal of Fish Biology*, 79(4), pp. 915–936. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2011.03062.x>.

Wallace, R.K. (1977) "Thermal acclimation, upper temperature tolerance and preferred temperature of juvenile yellowtail snappers, *Ocyurus chrysurus* (Bloch) (Pisces: Lutjanidae).", *Bull. Mar. Sci*, 27(2), pp. 292–298.

Weinstein, M. (1979) "Biology and host-parasite relationships of *Cymothoa excisa* (Isopoda, Cymothoidae) with three species of snappers (Lutjanidae) on the Caribbean coast of Panama", 75.

Welicky, R.L. *et al.* (2019) "Understanding growth relationships of African cymothoid fish

parasitic isopods using specimens from museum and field collections”, *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 8, pp. 182–187. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2019.02.002>.

Welicky, R.L. y Sikkil, P.C. (2014) “Variation in occurrence of the fish-parasitic cymothoid isopod, *Anilocra haemuli*, infecting French grunt (*Haemulon flavolineatum*) in the north-eastern Caribbean”, *Marine and Freshwater Research*, 65(11), pp. 1018–1026. Disponible en: <https://doi.org/10.1071/MF13306>.

Williams, E.H. *et al.* (1982) “Predisposition of a Pomacentrid Fish, *Chromis multilineatus* (Guichenot) to Parasitism by a Cymothoid Isopod, *Anilocra chromis* Williams and Williams”, *The Journal of Parasitology*, 68(5), p. 942. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/3281010>.

Williams, E.H. y Bunkley-Williams, L. (2019) “Life Cycle and Life History Strategies of Parasitic Crustacea”, en, pp. 179–266. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-17385-2_5.

Williams, E.H., Bunkley-Williams, L. y Sanner, C.J. (1994) “New host and locality records for copepod and isopod parasites of colombian marine fishes”, *Journal of Aquatic Animal Health*, 6(4), pp. 362–364. Disponible en: [https://doi.org/10.1577/1548-8667\(1994\)006<0362:NHALRF>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8667(1994)006<0362:NHALRF>2.3.CO;2).

Williams, J.D. y Boyko, C.B. (2012) “The global diversity of parasitic isopods associated with crustacean hosts (Isopoda: Bopyroidea and Cryptoniscoidea).”, *PloS one*, 7(4). Disponible en: <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0035350>.

Yáñez-Arancibia, A. *et al.* (1985) “Ecología de poblaciones de peces dominantes en estuarios tropicales: factores ambientales que regulan las estrategias biológicas y la producción”, en A. Yáñez-Arancibia (ed.) *Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration*. México: UNAM, p. p.311-366.

Isópodos parásitos asociados con pargos (Lutjanidae) en la costa noroeste de la península de Yucatán, México

523463359