



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE DESARROLLO SUSTENTABLE

PARÁSITOS DE LOS MAMÍFEROS MARINOS DEL CARIBE MEXICANO

TESIS

Para obtener el grado de

MAESTRÍA EN CIENCIAS MARINAS Y COSTERAS

PRESENTA

Alumno: M.V.Z. Aideé Arriaga Mayorga

DIRECTORA DE TESIS

Dra. Delma Nataly Castelblanco Martínez

CODIRECTOR

Dr. Arturo Hernández Olascoaga

ASESORES

Dr. Carlos Alberto Niño Torres

Dra. Martha Angélica Gutiérrez Aguirre

Dr. Jonathan Sechaly Pérez Flores



PARÁSITOS DE LOS MAMÍFEROS MARINOS DEL CARIBE MEXICANO

Chetumal Quintana Roo, México, diciembre de 2022



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE DESARROLLO SUSTENTABLE

Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité de Tesis del
programa de maestría y aprobada como requisito para
obtener el grado de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS MARINAS Y COSTERAS



COMITÉ DE TESIS



Directora: Dra. Delma Nataly Castelblanco Martínez

Codirector: Dr. Arturo Hernández Olascoaga

Asesor: Dr. Carlos Alberto Niño Torres

Asesora: Dra. Martha Angélica Gutiérrez Aguirre

Asesor: Dr. Jonathan Sechaly Pérez Flores

[Handwritten signatures in blue ink: Delma Castelblanco Martínez, Arturo Hernández Olascoaga, Carlos Alberto Niño Torres, Martha Angélica Gutiérrez Aguirre, and Jonathan Sechaly Pérez Flores.]

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecer de todo corazón a mis padres, quienes incondicionalmente me apoyaron durante este camino para lograr mis objetivos tanto personales como académicos. Gracias por impulsarme a seguir y alcanzar mis metas. Gracias por brindarme apoyo moral y económico para centrarme en mis estudios y por levantarme cuando era necesario. A mis hermanos, Luis y Anita, mis compañeros de viaje y de quienes aprendí a ser más fuerte.

Gracias a la institución, la Universidad Autónoma de Quintana Roo, por permitirme progresar en el estudio de los océanos, gracias al programa de la Maestría en Ciencias Marinas y Costeras, del cual formé parte, con número de CV CONACYT: No. CVU 1068381.

Agradezco a mi directora, la Dra. Nataly por su apoyo, por su guía y, especialmente, todos sus consejos, así como por la bienvenida y por acogerme en un lugar nuevo y desconocido, y por ayudarme durante mi proceso de adaptación. Igualmente agradezco a mi codirector, el Dr. Arturo por su paciencia y su transmisión de conocimiento durante este proceso. Agradezco igualmente a mi sínodo, Dr. Carlos, Dra. Martha y Dr. Jonathan, por su apoyo en las diferentes etapas de este trabajo.

A Sergio, quien estuvo apoyándome incondicionalmente para alcanzar mis sueños. A mis compañeras, mi roomie Natalia, quien me aconsejó y me escuchó en varias ocasiones. A mis amigas, las 5 peso' y las chicas manatí, Adriana, Jocelyn, Arlin y Dani, quienes compartieron conmigo su tiempo, y con quienes viví historias que no se olvidarán.

Agradezco también a quienes me apoyaron durante mi travesía en los delfinarios, a los veterinarios y a los entrenadores, de quienes aprendí diferentes procesos y con quienes tuve la oportunidad de colaborar con los animales bajo cuidado humano.

Muchas gracias a Doña Tere, Don Santiago, Dei y Ale, quienes estuvieron para mí cuando más lo necesitaba.

Finalmente, gracias a PADI Foundation, quienes hicieron este proyecto posible al creer en mí, en este trabajo y al apoyarme económicamente para realizarlo.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE QUINTANA ROO
DESARROLLO SUSTENTABLE
DIVISIÓN ACADÉMICA

ORIGINALIDAD Y CESIÓN DE DERECHOS

Quien suscribe declara que esta tesis y el trabajo aquí descritos son totalmente de autoría propia, usando únicamente los recursos y la literatura consultada. La tesis es una obra original e inédita y su contenido y publicación no infringen derechos de autor, de propiedad intelectual, industrial o cualquier otro derecho a terceros. Así mismo, todas las referencias de este trabajo están debidamente incluidas en la bibliografía y, en los casos necesarios, se cuenta con las autorizaciones de quienes tienen los derechos respectivos. Se exime y libera a la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo de cualquier obligación o responsabilidad ante cualquier reclamación o acción legal que se pueda suscitar derivada de esta obra o su publicación. Finalmente, se ceden los derechos correspondientes y distribuir de forma institucionalizada, copias de este documento de tesis de forma completa o en partes.

Atentamente:

M. V. Z. Aideé Arriaga Mayorga

ÍNDICE

1.	RESUMEN	1
2.	INTRODUCCIÓN	2
3.	ANTECEDENTES	5
4.	JUSTIFICACIÓN.....	7
5.	HIPÓTESIS.....	9
6.	OBJETIVOS.....	9
7.	ÁREA DE ESTUDIO	10
8.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
8.1	Recolección de muestras	11
8.1.1	En animales silvestres	11
8.1.2	En animales bajo cuidado humano.....	12
8.2	Análisis de laboratorio.....	12
8.2.1	Muestras fecales.....	12
8.2.2	Muestras de orina.....	13
8.3	Identificación taxonómica	13
8.4	Índices de infección	13
9.	RESULTADOS	15
9.1	Animales de vida libre	15
9.1.1	Cetáceos.....	15
9.1.2	Sirenios	16
9.2	Animales bajo cuidado humano	17
10.	DISCUSIÓN.....	18
10.1	Animales de vida libre	18
10.1.1	Cetáceos.....	18
10.1.2	Sirenios	20
10.2	Animales bajo cuidado humano	23
11.	CONCLUSIONES	25
12.	REFERENCIAS.....	27

13. ANEXOS 34

1. RESUMEN

El parasitismo es reconocido como una de las formas de vida más exitosas, debido a que los parásitos que se encuentran en casi todos los seres vivos, sobre los cuales ejercen presiones a diferentes niveles. Los parásitos son, además, excelentes indicadores de desequilibrio ambiental. En el Caribe, la mayor parte de los estudios parasitológicos en mamíferos marinos se han llevado a cabo en Cuba, Puerto Rico y República Dominicana, siendo necesario ahondar en el Caribe mexicano para dilucidar aspectos tanto de la salud de los hospederos como de diversos aspectos ecológicos. En este estudio se analizó la parasitofauna presente en dos especies de cetáceos de vida libre (*Globicephala macrorhynchus* y *Stenella attenuata*), y una de sirénido (*Trichechus manatus*). Se identificaron cuatro grupos parasitarios: nemátodos, acantocéfalos, céstodos y digeneos. En una ballena piloto de aletas cortas se encontraron los nemátodos *Anisakis* spp. *Anisakis* clado I, *Anisakis* clado II, *Anisakis typica*, *Pseudoterranova* sp.; el acantocéfalo *Bolbosoma capitatum*, y un céstodo. En un delfín manchado tropical se identificaron nemátodos *Anisakis* spp. y *Anisakis* clado I. En los manatíes de vida libre se encontraron el nemátodo *Heterocheilus tunicatus* y los digeneos *Chiorchis groschafti* y *Pulmonicola cochleotrema*. Los cetáceos bajo cuidado humano presentaron resultado negativo en su totalidad, mientras que únicamente cinco de 16 muestras de manatíes bajo cuidado humano presentaron resultado positivo a *Pulmonicola cochleotrema*. Se calcularon la prevalencia y la abundancia media de los manatíes de vida libre, y la prevalencia de los manatíes bajo cuidado humano. Es necesario continuar con una exhaustiva revisión de los animales de vida libre para dilucidar en su totalidad la fauna parasitaria encontrada en los mamíferos marinos en el Caribe mexicano, sus ciclos de vida y su distribución.

Palabras clave: Caribe mexicano, cetáceos, sirenios, parásitos

2. INTRODUCCIÓN

Los parásitos son parte integral de la biósfera, ya que virtualmente se pueden encontrar en todo organismo viviente, influenciando en la salud y comportamiento de los individuos, así como en el tamaño de las poblaciones, las dinámicas de la cadena alimentaria y estructura comunitaria (Raga *et al.*, 2009). El parasitismo es una de las formas de vida más exitosas presentada por organismos vivientes, teniendo en cuenta sus adaptaciones evolutivas y la diversidad actual del grupo (Combes, 1996). Los parásitos se encuentran distribuidos en todos los ecosistemas, y dependiendo de cómo están establecidas las interacciones tróficas entre hospederos, ocupan diferentes nichos ecológicos (Pérez-Ponce de León *et al.* 2007).

Los parásitos son algunos de los organismos más abundantes en los océanos y el modo de vida más común en el planeta, ya que todas las especies marinas tienen parásitos especialistas, sugiriendo que podría haber más especies parasitarias que especies de vida libre (Behringer *et al.* 2020). Aunque aún no se sabe cuál es exactamente la contribución a la biodiversidad, cuando se incluyen, los parásitos aumentan la visión de la diversidad taxonómica y funcional en los sistemas marinos (Behringer *et al.* 2020). Algunos taxones marinos están constituidos única o mayoritariamente por especies parasitarias. En adición, los parásitos extienden la diversidad funcional al poseer estrategias de consumo únicas (ejemplo, la castración parasitaria) a las redes alimentarias (Behringer *et al.* 2020). Por esta razón, los parásitos pueden actuar como indicadores sensibles de cambios sutiles en ecosistemas, especialmente en el caso de parásitos con ciclos de vida complejos que utilizan varios hospederos intermediarios, en el que un decremento o pérdida de cualquier hospedero intermediario resultará en la extinción local del parásito, que a su vez puede llevar a la extinción de su hospedero (Pérez-Ponce de León *et al.* 2007).

El término mamíferos marino no se designa a un conjunto taxonómico preciso, sino que engloba organismos con similares adaptaciones y características: Cetáceos, Sirenios, Pinnípedos y Fisípedos marinos (NOAA, 2019). Los mamíferos marinos se caracterizan por poseer pulmones, ser homeotermos, tener pelo en algún momento de su vida y producir leche para amamantar, y al mismo tiempo, vivir la mayor parte o toda su vida dentro o muy cerca del océano (NOAA, 2019).

En México, existe una alta diversidad de especies de mamíferos marinos incluyendo a 38 especies de cetáceos, entre los que hay 8 misticetos o ballenas, 30 odontocetos o delfines y especies similares; 4 pinnípedos (dos focas y dos lobos marinos); una especie de nutria y, finalmente, una especie de manatí. Esta importante diversidad puede deberse a diversos factores como; la posición geográfica entre latitudes tropicales y templadas, la variedad de ambientes marinos y costeros, las diversas corrientes marinas que llevan aguas con distintas características, que llevan a una productividad biológica variada en especies y abundancia. (Heckel *et al.*, 2018).

Para el Caribe mexicano, se han registrado 18 especies de mamíferos marinos, se incluye un misticeto, la ballena de aleta o rorcual común *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758) (García-Rivas *et al.*, 2019), diez especies de delfínidos: la ballena piloto de aleta corta *Globicephala macrorhynchus*, el delfín de Risso *Grampus griseus*, la orca *Orcinus orca* (Linnaeus, 1758), el delfín cabeza de melón *Peponocephala electra*, la falsa orca *Pseudorca crassidens* (Owen, 1846), el delfín clímene *Stenella clymene* (Gray, 1850), el delfín moteado del Atlántico *Stenella frontalis* (G. Cuvier, 1829), el delfín acróbata de hocico largo *Stenella longirostris* (Gary, 1828), el delfín de dientes rugosos *Steno bredanensis* y el delfín nariz de botella o tonina *Tursiops truncatus*. Un fisitérido, el cachalote *Physeter macrocephalus* (Linnaeus, 1758); dos cógidos: el cachalote pigmeo *Kogia breviceps* (Blainville, 1838) y el cachalote enano *Kogia sima* (Owen, 1866); dos zífidos: el zifio europeo *Mesoplodon europaeus* (Gervais, 1855) y el zifio de Cuvier *Ziphius cavirostris*; y un sirenio, el manatí antillano *Trichechus manatus manatus* (Niño-Torres *et al.* 2015). Todas las especies se encuentran bajo algún tipo de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Los mamíferos marinos, unas de las criaturas más grandes de la naturaleza, pueden ser huéspedes de diversos grupos de parásitos incluyendo apicomplejos, ciliados, flagelados, nemátodos, tremátodos, acantocéfalos y céstodos (Dailey, 2005). No obstante, el estudio de parásitos en los mamíferos marinos ha quedado rezagado comparado con los animales terrestres, de agua dulce y de las especies de consumo (Dailey, 2005).

Uno de los objetivos de estudiar los parásitos en los mamíferos marinos es poder determinar su efecto en la salud y ecología de las poblaciones (Samuel *et. al.* 2001). Por esta razón, la parasitología en mamíferos marinos inicialmente se ha desarrollado para monitorear la salud de animales mantenidos bajo cuidado humano (Dailey, 2005). Más recientemente, se ha incrementado el interés en los mamíferos marinos de vida libre,

debido a la preocupación del efecto de la degradación de los océanos sobre la salud de estos organismos (Dailey, 2005).

El propósito de este proyecto es registrar las especies de parásitos en algunos mamíferos marinos de vida libre y bajo cuidado humano presentes en el Caribe mexicano, observando su diversidad y carga en los sistemas respiratorio, gastroentérico y genitourinario.

3. ANTECEDENTES

En el Mar Caribe se han realizado algunos estudios parasitológicos en mamíferos marinos: Mignucci-Giannoni et al. (1998) proveen los primeros registros de biodiversidad parasitaria en diferentes especies de cetáceos de Puerto Rico, Estados Unidos y las islas Vírgenes, Jamaica y Venezuela entre 1989 y 1997, examinando un total de 47 individuos de 16 especies (15 odontocetos y 1 misticeto), y reportan un total de 18 helmintos, incluyendo ocho especies de nemátodos, dos digeneos, seis céstodos y dos acantocéfalos.

González-Solís et al. (2006) reportan la presencia de nemátodos del género *Anisakis* en el tracto digestivo de tres cachalotes pigmeos (*K. breviceps*) varados en diferentes localidades de la Península de Yucatán, entre las cuales se encuentra Cozumel en el Caribe mexicano. Los autores mencionan que la presencia de estos nemátodos adultos sugiere que estadios larvales pueden ocurrir en cefalópodos o peces usados para consumo humano, lo que podría representar un peligro potencial para la salud pública.

Colón-Llavina et al. (2009) realizaron un estudio complementario a una evaluación previa de los endoparásitos y ectoparásitos de los mamíferos marinos de Puerto Rico y las islas Vírgenes realizada entre 1989 y 1995, mejorando la identificación de los nemátodos anisákidos usando marcadores moleculares. Identifican morfológicamente 16 especies de helmintos, y documentan cinco registros nuevos de hospederos y seis registros geográficos nuevos.

Aguilar-Aguilar et al. (2010) reportan en un delfín clímene (*S. clymene*) varado en la costa de Quintana Roo, el hallazgo de nemátodos de la especie *Skrjabinalius guevarai* en las vías aéreas, siendo este el primer reporte de esta especie al oeste del Océano Atlántico, reportando además algunas larvas de *Anisakis* sp. en el estómago.

Pires et al. (2016) aislaron larvas de parásitos sin identificar en todas las muestras de orina tomadas de manatíes en proceso de rehabilitación, en donde dos de los animales presentaron un número elevado de larvas, sugiriendo una posible infestación, siendo este el primer trabajo de descripción de parásitos en orina de manatíes en Brasil. Los autores mencionan que no existen muchos reportes o estudios hacia la presencia de parásitos en el tracto genitourinario de manatíes, siendo necesario realizar más estudios para descubrir si estos microorganismos afectan o no la salud de los animales.

Hernández-Olascoaga et al. (2017) reportan para el Caribe mexicano la presencia de tres de las seis especies de parásitos registradas en el manatí Antillano (*T. manatus manatus*), y cuatro especies de parásitos en el sur del Golfo de México, indicando una baja diversidad parasitaria, además de mencionar en el caso del Golfo de México la presencia de huevos de la familia Ascarididae cuyo origen es desconocido.

Vélez et al. (2018) revisan muestras fecales de manatí Antillano en Colombia, reportando el hallazgo de digeneos *C. fabaceus*, *N. undicola* y de los protozoarios *E. manatus* y *E. nodulosa*.

Wyrosdick et al. (2018) publican las especies internas de parásitos encontradas en manatí antillano (*T. manatus manatus*) de Puerto Rico y manatí de Florida (*Trichechus manatus latirostris*) en Florida.

Jiménez-Zucchet et al. (2019) revisan y publican valores de análisis de orina en delfines nariz de botella (*T. truncatus*) bajo cuidado humano en el Caribe y mencionan que no se encontraron huevos parasitarios en esta especie a la revisión.

Lucot et al. (2020) publican un caso de manatí Antillano sometido a necropsia en Belice, en el que se identificó al nemátodo *H. tunicatus* y dos digeneos, *C. groschaffti* y *P. cochleotrema*.

4. JUSTIFICACIÓN

La importancia de estudiar parásitos no solo yace en la diversidad taxonómica que presentan, sino que los parásitos se encuentran asociados con las características del hospedero al interferir en procesos como competencia, migración, especiación y estabilidad (Combes, 1996; Poulin y Morand, 2000).

Los parásitos pueden causar serios problemas de salud en los mamíferos marinos, provocando una importante disminución en los nutrientes requeridos para el apropiado desarrollo y mantenimiento de un animal, llevando a malnutrición y, en ocasiones, a inmunosupresión (Vos *et al.*, 2003). El daño provocado por parásitos en el tracto respiratorio, en el sistema digestivo y en el sistema genitourinario puede provocar la debilitación de las barreras protectoras naturales, incrementando la susceptibilidad de estos animales a enfermedades bacterianas y virales (Vos *et al.*, 2003). Por ejemplo, parásitos del género *Anisakis* pueden causar lesiones ulcerativas en el estómago de los cetáceos (Pons-Bordas *et al.*, 2020) o dermatitis granulomatosa (van Beurden *et al.*, 2015) comprometiendo la salud del hospedero.

La importancia de los parásitos no solo se limita al daño que pueden provocar a los mamíferos marinos, algunas de cuyas poblaciones se encuentran cada vez más vulnerables, sino que también pueden ser usados como indicadores de contaminación ambiental, ya sea por metales pesados, bifenilos policlorados u otros contaminantes que puedan afectar el sistema inmune del hospedero (Vos *et al.*, 2003). Lo anterior es de suma importancia ya que los mamíferos marinos son considerados centinelas (Bossart, 2006), es decir, el estudio de su salud permite detectar riesgos ambientales al proporcionar una alerta anticipada. La parasitología además permite detectar la presencia de enfermedades zoonóticas encontradas en especies consumidas tanto por mamíferos marinos como por humanos, por ejemplo, anisquiasis (Laffon-Leal *et al.* 2000; González Solís *et al.* 2006).

Los estudios de parasitología de los mamíferos marinos en el Caribe mexicano son escasos, encontrándose únicamente reportes en ballena piloto de aleta corta (*G. macrorhynchus*) (Morales-Vela y Olivera-Gómez, 1993), cachalote pigmeo (*K. breviceps*) (González Solís *et al.* 2006), delfín clímene (*S. clymene*) (Aguilar-Aguilar, Delgado-Estrella and Moreno-Navarrete, 2010) y manatí antillano (*T. manatus manatus*) (Hernández-Olascoaga *et al.* 2017), en esta última especie se reportó además el hallazgo incidental

de huevos de nemátodos en muestras fecales (Castelblanco-Martínez, 2012). Considerando lo mencionado, es necesario documentar las infecciones parasitarias de esta zona para ampliar esta línea de investigación.

En algunos mamíferos marinos se pueden detectar parásitos renales, mediante la búsqueda de huevos en la orina (Myers, 1970). En el caso de los delfines (*T. truncatus*), el uroanálisis se usa de forma rutinaria para la evaluación de la función renal, para analizar signos clínicos tempranos de enfermedades tanto renales como metabólicas (Jiménez-Zucchet *et al.* 2019).

En el caso de los manatíes (*T. manatus manatus*) no existen muchos estudios de parasitismo en el tracto urinario (Pires *et al.* 2016).

Por otro lado, la determinación de los índices de infección parasitarios como la prevalencia, abundancia e intensidad media nos ayuda a comprender diferentes aspectos de la ecología de los parásitos, sus hospederos y del ambiente en el que se desarrollan. Por ejemplo, una baja prevalencia parasitaria podría indicar factores ambientales poco favorables para la supervivencia prolongada y desarrollo de los estadios infecciosos larvales de algunas especies de helmintos (Negasi *et al.* 2012); mientras que la diferencia de prevalencias de un parásito con respecto a diferentes hospederos puede indicar diferencias en la alimentación, o grupos poblacionales separados geográficamente. Esto último es particularmente claro para helmintos que requieren más de un hospedero para completar su ciclo de vida, ya que la ocurrencia de un parásito en particular en cualquier localidad geográfica depende de la presencia de un hospedero definitivo adecuado, un hospedero intermediario ideal y factores biológicos complejos que imparten una estricta interdependencia en los organismos que comprenden el complejo hospedero-parásito (Dailey y Vogelbein, 1991).

Es bien sabido que la desnutrición incrementa la susceptibilidad a infecciones parasitarias (Dailey *et al.* 2000), por lo que una intensidad elevada nos indica no solo que el individuo infectado tiene una pobre condición corporal y un sistema inmunológico debilitado por factores como estrés (Negasi *et al.* 2012), sino que una elevada intensidad parasitaria puede provocar disminución en la motilidad intestinal y digestión (Dailey *et al.* 2000), además, en mamíferos domésticos se sugiere que los casos donde existen coinfecciones, que son las infecciones de un hospedero por más de una especie parasitaria (Karvonen *et al.* 2019) pueden ser una causa importante de morbilidad (Negasi *et al.* 2012).

5. HIPÓTESIS

1. En los mamíferos marinos varados del Caribe mexicano estarán presentes endoparásitos principalmente de los grupos de nemátodos y digeneos en sirenios, y acantocéfalos y nemátodos en cetáceos, y en los mamíferos bajo cuidado humano se encontrarán huevos o larvas de nemátodos y digeneos en el tracto gastrointestinal.
2. Se registrarán diferentes niveles en los índices de infección parasitaria (como prevalencia, intensidad media y abundancia media) en los mamíferos marinos varados y bajo cuidado humano del Caribe mexicano.

6. OBJETIVOS

Objetivo General: Determinar la diversidad de parásitos e índices de infección parasitaria en algunas especies de mamíferos marinos del Caribe mexicano.

Objetivos Particulares:

1. Identificar taxonómicamente a nivel de especie los endoparásitos encontrados en algunas especies de mamíferos marinos de vida libre varados en el Caribe mexicano, así como de manatíes y delfines bajo cuidado humano.
2. Determinar algunos índices de infección parasitaria, como la prevalencia, intensidad media y abundancia media en mamíferos marinos varados y bajo cuidado humano del Caribe mexicano.

7. ÁREA DE ESTUDIO

El Mar Caribe pertenece al Océano Atlántico y está situado al este de América Central, es decir, está delimitado al oeste por América Central. En el norte está delimitado por las Antillas mayores, y al sur por Suramérica (Castelblanco-Martínez *et al.* 2019; Zavala *et al.* 2006).

La corriente del Caribe entra desde el sureste de la cuenca a través de múltiples pasajes de profundidad variable entre las Antillas Menores (Miloslavich *et al.* 2010). La corriente de Yucatán fluye desde el sur de la isla de Cozumel, atraviesa la parte oeste del canal de Yucatán y entra al golfo de México, donde posteriormente se convierte en la corriente de Lazo (Athié *et al.* 2011).

El Caribe Mexicano constituye de la zona norte del Sistema Arrecifal Mesoamericano, una de las regiones biológicamente más diversas y económicamente importantes del Mar Caribe (Rioja-Nieto *et al.* 2019). Se localiza desde Cabo Catoche (21° 36' 18" N; 87° 06' 13" O), en la región Norte de Quintana Roo, México, hasta la frontera con Belice (18° 09' 45" N; 87° 48' 50" O), comprendiendo alrededor de 865 Km de línea costera (Niño-Torres *et al.* 2015). Esta región es altamente diversa, albergando arrecifes de coral, manglares y pastos marinos, pero incluyendo otros ambientes, como playas arenosas y rocosas, dando lugar a una gran variedad de flora y fauna asociada (Miloslavich *et al.* 2010).

8. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1 Recolección de muestras

El muestreo desarrollado fue de tipo estratificado, debido a que la población está conformada por varias especies de mamíferos marinos varados, de donde se recolectaron muestras de diferentes sistemas como el digestivo y el respiratorio. Adicionalmente, se recolectaron muestras de heces y orina de algunas especies de mamíferos marinos bajo cuidado humano del Caribe mexicano (Tabla 1).

8.1.1 En animales silvestres

Se revisaron muestras de mamíferos marinos varados en el Caribe mexicano (costas del estado de Quintana Roo) colectadas por la Red de Atención a Varamientos de Mamíferos Marinos del Estado de Quintana Roo, y mantenidas en la Colección de Vertebrados de la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo. Las muestras de animales varados se tomaron considerando el Protocolo de atención para varamientos de mamíferos marinos del Diario Oficial de la Federación en su sección VI-C, disposiciones específicas tratándose de animales muertos, en la que estipula en el Artículo 55 que los ejemplares o individuos muertos requieren ser estudiados para detectar las posibles causas de muerte que aporten información de salud de las poblaciones de mamíferos marinos y para mejorar las posibilidades de supervivencia de futuros animales varados. En los años 2020 y 2021 vararon un total de 22 mamíferos marinos en la costa del Caribe mexicano, que consistieron en un cachalote pigmeo o enano (*Kogia* sp.), un cachalote enano (*Kogia sima*), una ballena piloto de aletas cortas (*Globicephala macrorhynchus*), un delfín manchado (*Stenella* sp.), un delfín manchado tropical (*Stenella attenuata*), una falsa orca (*Pseudorca crassidens*), un zifio de Cuvier (*Ziphius cavirostris*), seis delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*) y nueve manatíes (*Trichechus manatus*). En algunos de los ejemplares no fue posible realizar necropsias de manera adecuada dada la falta de personal para la atención de los varamientos por la contingencia sanitaria COVID-19. Considerando lo anterior, únicamente los animales de los que se recolectaron formas parasitarias o contenidos forman parte de este estudio. Se recolectaron muestras de diez animales varados a lo largo de la

costa del Caribe mexicano, de los cuales cuatro fueron cetáceos y seis manatíes. Se examinaron la superficie exterior del cuerpo, las aberturas corporales, las vías respiratorias y los sistemas genitourinario y gastrointestinal en los casos en los que fue posible. Las formas parasitarias encontradas se recolectaron y almacenaron en etanol 70% para su posterior estudio taxonómico.

8.1.2 En animales bajo cuidado humano

En el caso de los animales bajo cuidado humano, se recolectaron muestras de heces y orina de manatíes (*T. manatus manatus*) y delfines (*T. truncatus*) mantenidos en delfinarios ubicados en el Caribe mexicano, entre ellos Dolphinaris, Dolphin Discovery y Grupo Xcaret. Para la recolecta de las muestras se aprovechó que la mayoría de estos animales tenían el condicionamiento operante necesario para entregarla de forma voluntaria. Además, en el caso de los manatíes, se recolectaron muestras de heces inmediatamente después de que el animal excretó. Las heces recolectadas se colocaron en contenedores estériles con una capacidad de 100 ml, con tapa de rosca y se fijaron y guardaron en etanol al 70% hasta su análisis (Hernández-Olascoaga *et. al.* 2017).

8.2 Análisis de laboratorio

8.2.1 Muestras fecales

Todas las muestras fecales se procesaron mediante técnica de flotación cualitativa, que consiste en utilizar una solución de mayor densidad que los huevos en las muestras. Se utilizaron de dos a cinco gramos de muestra previamente homogeneizada, y fue posteriormente mezclada con 20 mL de solución salina saturada. Después, se utilizó una malla para filtrar hacia un tubo de ensayo, para formar un menisco convexo. Se colocó un cubreobjetos en la boquilla del tubo. Se dejó reposar por 20 minutos para después levantar el cubreobjetos cuidadosamente y observar al microscopio (Hernández-Olascoaga *et al.* 2017).

Además, las muestras se sometieron a la técnica de sedimentación indicada por el Royal Veterinary College, utilizada para la recuperación de huevos de tremátodos, que son grandes y pesados comparados con los

huevos de nemátodos. Se utilizaron aproximadamente tres gramos de heces en un contenedor, al cual se le agregaron 50 mL de agua, para posteriormente mezclar y filtrar. El material filtrado fue vertido en un tubo para después remover el sobrenadante cuidadosamente. El sedimento fue nuevamente suspendido en cinco mL de agua, y se le permitió sedimentar nuevamente por cinco minutos. El sobrenadante se descartó y el sedimento se tiñó con azul de metileno. Posteriormente se vertió el sedimento en una caja de Petri para su revisión en el estereoscopio.

8.2.2 Muestras de orina

Las muestras de orina de animales vivos se tomaron tras haber realizado una adecuada asepsia del área genital con clorhexidina y gasas estériles, para evitar su contaminación. Después, se colectó la orina con un contenedor estéril tras estimular mediante masaje abdominal al individuo. La muestra fue rotulada y llevada a analizar al laboratorio. El material se centrifugó en una centrífuga con tubos cónicos, tras lo cual, el sobrenadante fue descartado y con una pipeta estéril se colectó el sedimento necesario para su revisión (Ashankyty y Hassan-Amer, 2020).

8.3 Identificación taxonómica

Las formas parasitarias se observaron para su identificación taxonómica con la ayuda de un microscopio óptico adaptado con un ocular micrométrico para realizar mediciones en μm . Para su identificación taxonómica, se utilizaron diversos manuales y artículos científicos, entre los que se encuentran Neiland et al. (1970), Dailey & Gilmartin (1980), Amin & Margolis (1997) Paggi et al. (2000), Foreyt, (2001), Couture et al. (2003), Ebert & Valente (2013), Kleinertz et al. (2014), Bando et al. (2014), Hernández-Olascoaga et al. (2017), Di Azevedo et al. (2017) y Díaz Caneiro (2019).

8.4 Índices de infección

En los sirenios se calcularon los siguientes índices de infección parasitaria:

La prevalencia, que consiste en el número de hospederos infectados por uno o más individuos de una especie parasitaria en particular o de un grupo taxonómico dividido

entre el número de hospederos examinados para esa especie parasitaria. Cuando se usa descriptivamente, comúnmente se expresa como un porcentaje (Bush *et al.* 1997).

Abundancia media, que es el número total de individuos de una especie parasitaria en particular, en una muestra de una especie de hospedero particular, dividido entre el número de hospederos de la especie examinada (Bush *et al.* 1997).

De estos índices de infección, la prevalencia fue calculada tanto para manatíes bajo cuidado humano como de vida libre, mientras que la abundancia media únicamente se calculó en los manatíes de vida libre.

9. RESULTADOS

Se revisaron 114 individuos de cinco especies de mamíferos marinos del Caribe mexicano, de los cuales 10 fueron animales de vida libre varados muertos, que incluyeron a: seis manatíes (*T. manatus*), de los que se obtuvieron parásitos estomacales, contenido y parásitos intestinales, y parásitos del ciego; una ballena piloto (*G. macrorrhynchus*), de la cual se recolectaron parásitos estomacales e intestinales; un delfín nariz de botella (*T. truncatus*) del cual se examinó contenido intestinal; un zifio de Cuvier (*Z. cavirostris*) del que se recuperaron quistes en grasa y tejido subcutáneo; y un delfín manchado tropical (*S. attenuata*) del que se recuperaron nemátodos del estómago. En animales vivos se incluyen a una cría encontrada huérfana, una a un manatí de la Florida (*Trichechus manatus latirostris*) transeúnte en el Caribe mexicano (Castelblanco-Martínez et. al. 2021) caapturado, una muestra de heces de una hembra de manatí recolectada en la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, y 101 muestras de heces y orina tomadas a animales bajo cuidado humano, en su mayoría delfines nariz de botella (n=85), y el resto de manatíes (n=16).

9.1 Animales de vida libre

De los animales de vida libre (n=13), tres muestras de heces pertenecen a animales vivos, de un manatí de la Florida capturado, una cría de manatí huérfana y de un manatí durante un recorrido de monitoreo. De los diez animales muertos (Tabla 2), seis pertenecían a manatíes Antillanos, mientras que cuatro pertenecían a cetáceos de diferentes especies (*T. truncatus*, *G. macrorrhynchus*, *Z. cavirostris* y *S. attenuata*).

9.1.1 Cetáceos

En la ballena piloto se encontraron un total de 2,097 helmintos, los cuales consistían en 2,060 nemátodos, entre ellos anisáquidos (n=1674), del género *Anisakis* (n=256), divididos por *Anisakis* clado II (n=86), que poseen un ventrículo largo y no sigmoideo; *Anisakis* clado III (n=4), caracterizado por tener un ventrículo corto y ancho; y *Anisakis typica* (n=12), caracterizados por tener labios pequeños, una proyección bilobulada anterior en cada uno de los labios, y un cuerpo ancho (Fig. 2), caracterizado

por tener labios con crestas dentígeras en la superficie interna, labio dorsal con dos papilas, ausencia interlabial, esófago muscular y ventrículo curvado y sigmoideo; y *Pseudoterranova* sp. (n=28), identificado por la presencia de un ciego intestinal en dirección anterior al cuerpo.

La ballena piloto presentó parásitos acantocéfalos *Bolbosoma capitatum* (von Linstow, 1880) (n=36), caracterizados por tener un tronco cilíndrico, de longitud media (35-60 mm), y con dos campos cefálicos separados por un área incompleta y variablemente libre de espinas; el bulbo cefálico anterior tiene hasta 13 anillos irregulares de espinas (6-11) que se vuelven más pequeños anteriormente, con las espinas más anteriores siendo las más pequeñas y casi perfectamente en círculo; los círculos más posteriores del campo cefálico anterior se encuentran incompletos laterodorsalmente y la probóscide es cilíndrica y redondeada, más ancha en la base, con 16 a 18 hileras de 8 a 9 ganchos (Fig. 3) cada una. No fue posible identificar el céstodo debido a la pobre condición del ejemplar.

En el delfín manchado tropical se presentaron nemátodos *Anisakis* spp. (n=12), de los cuales uno se identificó como forma larvaria de *Anisakis* clado I, caracterizada por la presencia de mucrón y un ventrículo alargado.

En el delfín nariz de botella (n=1) (Fig. 4), el contenido intestinal fue negativo tras la examinación parasitológica. En el zifio de Cuvier (n=1) se encontró que los aparentes quistes examinados no pertenecen a una especie parasitaria.

9.1.2 Sirenios

En el total de manatíes analizados se encontró al menos una especie parasitaria. En el 83% de los manatíes (n=5) se encontraron dos grupos parasitarios, nemátodos de la especie *Heterocheilus tunicatus* y digeneos de las especies *Chiorchis groschaffti* y *Pulmonicola cochleotrema*.

El nemátodo *Heterocheilus tunicatus* se caracteriza por ser delgado y de un grosor uniforme 39.5 mm X 1.05 mm (22-51 mm X 0.8-1.5 mm), de labios prolongados posteriormente y con presencia de numeras crestas entre estas prolongaciones, y cuyos huevos son levemente ovoides y de pared gruesa y áspera 153.1 µm x 150.1 µm (Fig. 5), registró una prevalencia del 83.3% (n=5) (Tabla 3).

Chiorchis groschafti, cuyos huevos se caracterizan por ser ovoides, de membrana delgada, con presencia de opérculo y de paredes simétricas $103 \mu\text{m} \times 69.5 \mu\text{m}$ ($98\text{-}109.5 \mu\text{m} \times 64.5\text{-}74 \mu\text{m}$) (Fig. 6) registró una prevalencia del 44.4% ($n=4$). El digeneo *Pulmonichola cochleotrema*, cuyos huevos se caracterizan por ser pequeños, ovoides, de cobertura delgada $18.6 \mu\text{m} \times 10.01$ ($17.4\text{-}19.9 \mu\text{m} \times 9.96\text{-}11.2 \mu\text{m}$) (Fig. 7), con un filamento en cada polo $178.7 \mu\text{m}$ ($124.5\text{-}236.5 \mu\text{m}$) y $182.8 \mu\text{m}$ ($124.5\text{-}244 \mu\text{m}$), tuvo una prevalencia de 83.3% ($n=5$). Únicamente un individuo (prevalencia=16.6%) (Tabla 3) presentó protozoarios apicomplejos, ciliados y flagelados. El nemátodo *H. tunicatus* presentó la mayor abundancia media con 740.5 parásitos, es decir, 4443 parásitos entre 6 hospederos. Posteriormente, el digeneo *P. cochleotrema* tuvo una abundancia media de 59.33, encontrándose 356 individuos, mientras que la menor abundancia media, de 12, corresponde a *C. groschafti*, con 72 individuos entre los 6 hospederos.

9.2 Animales bajo cuidado humano

De los 101 animales bajo cuidado humano, el 84.15% son delfines nariz de botella ($n=84$), y el 15.84% ($n=16$) son manatíes. El 100% de las muestras tanto urinarias como fecales de delfines, resultaron negativos. En el 40% de los manatíes se encontró una especie parasitaria. Se identificaron huevos del digeneo *Pulmonicola cochleotrema*. La prevalencia de este parásito fue del 31.25%, es decir, se encontró en cinco manatíes de 16 (Tabla 3).

10. DISCUSIÓN

10.1 Animales de vida libre

En los animales de vida libre no fue posible realizar en todos los casos necropsias de forma adecuada por falta de personal dada la contingencia sanitaria por COVID-19, por lo que no en todos los casos de varamientos se puede considerar que se realizó de manera adecuada un examen parasitológico exhaustivo. Se recomienda realizar durante las necropsias un examen parasitológico detallado, en el que:

1. Se revisen las vías aéreas desde narinas o espiráculo, tráquea y pulmones, abriendo los órganos de forma sistemática y posibilitando la recolección de formas parasitarias.
2. El sistema gastrointestinal se revise desde la cavidad oral, esófago, estómago, intestinos hasta recto, recolectando contenido de las diferentes áreas y, en caso de observarse, formas parasitarias, que deben ser enjuagadas con solución salina para posteriormente almacenarse en etanol 70%, asegurando una fijación idónea y, por tanto, una examinación taxonómica adecuada.
3. El sistema genitourinario debe examinarse por completo, enfocándose especialmente en riñones.
4. Se recomienda además realizar revisión del blubber, dado que existen registros de la forma larvaria o metacéstodo de *Clistobothrium* sp. (Caira et al. 2020) en cetáceos, y del nemátodo *Crassicauda* sp. en cachalotes *Kogia* sp. (Keenan-Bateman et al., 2018).

10.1.1 Cetáceos

En la ballena piloto de aletas cortas (*G. macrorhynchus*) se reportan céstodos, nemátodos y acantocéfalos. Del primero, Nematoda, se han registrado especies de anisáquidos como: *Anisakis simplex* en el Caribe (Mignucci-Giannoni et al., 1998) y en el oeste del Atlántico en los Estados Unidos de América (Cavallero et al., 2011); *Anisakis typica* en el Caribe (Mignucci-Giannoni et al., 1998) y en Brasil (Di Azevedo, Carvalho and Iñiguez, 2017), ambas especies pertenecientes al clado I. La especie *Anisakis typica*, que forma parte del clado I, ha sido identificada en la ballena piloto de aletas cortas en Puerto

Rico y Brasil. Además, existe reporte de *Anisakis* spp. en este hospedero dentro del Caribe puertorriqueño (Mignucci-Giannoni *et al.*, 1998). El género *Pseudoterranova* sp. por primera vez se registra en este hospedero. Los anisáquidos se caracterizan por un complejo ciclo de vida, en el que las hembras adultas arrojan huevos en las heces del hospedero, liberándolos en el océano, donde las larvas se incuban y son ingeridas por crustáceos desarrollando posteriormente el estadio infectivo (Measures, 2018).

Los acantocéfalos se encuentran en el intestino de los mamíferos marinos, incluyendo dos géneros, de los cuales *Bolbosoma* se encuentra principalmente en los cetáceos (Measures, 2018). El acantocéfalo *Bolbosoma capitatum* se ha reportado en este hospedero únicamente en Puerto Rico (Mignucci-Giannoni *et al.*, 1998; Colón-Llavina *et al.*, 2009), siendo este un nuevo registro geográfico para el Caribe mexicano. El ciclo de vida de *Bolbosoma* spp. utiliza crustáceos en sus estadios larvarios, y peces como hospederos paraténicos, transmitiéndose de esta manera a los cetáceos (Gibson *et al.*, 1998). Los efectos en los hospederos son generalmente mínimos, pero pueden ser severos dependiendo de la intensidad de la infección, el estado inmune del hospedero y el grado de invasión de la probóscide. En general, pueden causar inflamación focal y fibrosis en el sitio afectado, ocasionando ulceraciones en algunos casos, formación de abscesos e infecciones bacterianas secundarias (Measures, 2018).

Con respecto a la clase Cestoda, solamente se han reportado dos especies en su estadio adulto en la ballena piloto de aletas cortas, *Diphyllobothium gondo*, y *Trigonocotyle globicephalae* (Caira y Jensen, 2017). Usualmente los cestodos no producen reacciones significativas en sus hospederos, a menos que se encuentren infestaciones, donde es posible la presencia de obstrucción mecánica del lumen intestinal o reacciones inflamatorias, o bien, en casos extremos, debilidad y muerte del hospedero (Measures, 2018).

En el delfín manchado tropical (*S. attenuata*), se identificó un individuo de *Anisakis* sp. clado I, dado que el resto de los anisáquidos no se encontraron en condiciones óptimas para una identificación taxonómica más detallada. En este hospedero se ha registrado únicamente *Anisakis typica* en Estados Unidos (Valentini *et al.* 2006) y Japón (Gomes *et al.*, 2021), siendo una de las nueve especies que pertenecen al clado I (Di Azevedo *et al.* 2017).

10.1.2 Sirenios

En los manatíes (*Trichechus manatus*) de vida libre se han identificado un nemátodo y cinco especies de digeneos (Beck y Forrester, 1988; Hernández-Olascoaga, *et al.* 2017; Wyrosdick *et al.*, 2018). La forma adulta del nemátodo *Heterocheilus tunicatus*, que habita el estómago y en ocasiones el intestino (Raga *et al.*, 2009), se ha registrado en manatíes antillanos (*T. manatus manatus*) en Puerto Rico (A. A. Mignucci-Giannoni *et al.*, 1999; Wyrosdick *et al.*, 2018), República Dominicana (Antonio A. Mignucci-Giannoni *et al.*, 1999), y Belice (Lucot *et al.* 2020), y los huevos se han encontrado en heces de manatíes en México, tanto en el Golfo de México como en el área del Caribe (Hernández-Olascoaga *et al.* 2017). En el manatí de la Florida (*T. manatus latirostris*) este nemátodo se ha identificado tanto en su forma adulta (Beck y Forrester, 1988; Wyrosdick *et al.*, 2018) como sus huevos en las heces (Bando *et al.*, 2013; Wyrosdick *et al.*, 2018). En algunos casos la carga parasitaria es muy elevada comparándola con lo anteriormente reportado, dado que en uno de los individuos analizados en este estudio se encontraron 4246 nemátodos, siendo este posiblemente la carga parasitaria más alta registrada del nemátodo *H. tunicatus* en manatíes (*T. manatus*) (A. A. Mignucci-Giannoni *et al.*, 1999a; Antonio A. Mignucci-Giannoni *et al.*, 1999b; Lucot *et al.* 2020). La prevalencia encontrada de este nemátodo (83.3%) es mayor comparada con la reportada anteriormente en el Caribe mexicano, de 44.4% (Hernández-Olascoaga *et al.*, 2017). Cabe mencionar que el tamaño de la muestra fue mayor en el estudio anterior, ya que se revisaron 9 manatíes (*T. manatus manatus*) de vida libre, mientras en el presente el total fue de 6 manatíes. Esto podría influir en la diferencia encontrada en las prevalencias.

La abundancia media de este parásito, de 740.5 parásitos, indica que es en promedio el número de nemátodos de esta especie que se encontrará (Bush *et al.*, 1997) en los manatíes del Caribe mexicano. Es necesario realizar más necropsias y contar el número de nemátodos encontrados en los cadáveres para obtener una abundancia media más precisa, ya que esto es clave para indicar la dispersión y persistencia de este nemátodo no solo entre los manatíes, sino también a nivel del paisaje (Terui *et al.*, 2017).

El ciclo de este nemátodo es desconocido, existiendo la posibilidad de que sea directo o indirecto dado que en la familia Ascarididae ambos casos pueden presentarse, sugiriendo en el primer caso infección de manera directa al ser animales herbívoros, al

ingerir los huevos en vegetación contaminada (Measures, 2018), o bien, como es el segundo caso, el uso de anfípodos, copépodos o cladóceros como posibles hospederos intermediarios, dado que se encuentran en la vegetación consumida por los manatíes (González-Hernández y Muñoz-Tenería, 2020).

En los manatíes, los digeneos son particularmente diversos, y generalmente no causan daños significativos, especialmente aquellos encontrados en el sistema digestivo (Measures, 2018). En el Caribe, se ha reportado en manatíes antillanos el digeneo *Chiorchis groschaffti* en Puerto Rico (A. A. Mignucci-Giannoni *et al.*, 1999; Colón-Llavina *et al.*, 2009; Wyrosdick *et al.*, 2018), República Dominicana (Antonio A. Mignucci-Giannoni *et al.*, 1999; Colón-Llavina *et al.*, 2009), México (Hernández-Olascoaga *et al.*, 2017), y Belice (Lucot, Tellez and Viveros, 2020), mientras que los manatíes de la Florida (Beck y Forrester, 1988; Bando *et al.*, 2014; Wyrosdick *et al.*, 2018) y los manatíes antillanos en el Golfo de México presentan, además, la especie *Chiorchis fabaceus*.(Hernández-Olascoaga *et al.*, 2017).

En este trabajo se registró el digeneo *C. groschaffti*, coincidiendo con lo anteriormente reportado para el Caribe mexicano (Hernández-Olascoaga *et al.*, 2017). Sin embargo, en el presente trabajo *C. groschaffti* tuvo una prevalencia de 44.4%, menor a la anteriormente reportada de 66.6% (Hernández-Olascoaga *et al.*, 2017). Al igual que en el caso del nemátodo *H. tunicatus*, la diferencia observada podría deberse a la diferencia en el tamaño de la muestra. O bien, existe la posibilidad de que exista disminución en la prevalencia por la diferencia de años, si consideramos que las muestras del estudio previo fueron tomadas de los años 2005 a 2008, mientras que en este trabajo las muestras fueron tomadas durante los años 2020 y 2021, por lo que se podría deber también a cambios ambientales que disminuyan la supervivencia de estos parásitos, considerando que el Caribe mexicano ha sido sometido a una creciente presión antrópica por contaminación, esto se ha registrado especialmente en los sistemas arrecifales, dado que el 90% de estos han sido afectados en el Atlántico mexicano (Santander-Monsalvo *et al.*, 2018). No existen estudios en los que los parásitos se hayan utilizado como marcadores ambientales en el Caribe mexicano, por lo que es necesario revisar una mayor cantidad de muestras a lo largo de un periodo mayor para corroborar si existe disminución en la prevalencia de estos parásitos debido a la contaminación.

La abundancia media de este parásito, de 12 parásitos, indica que es en promedio el número de *C. groschafti* que se encontrará (Bush *et. al.*, 1997) en los manatíes del Caribe mexicano.

El digeneo *Pulmonicola cochleotrema*, localizado en el aparato respiratorio de los manatíes, se ha reportado en Florida (Beck y Forrester, 1988), Puerto rico (A. A. Mignucci-Giannoni *et al.*, 1999b; Wyrosdick *et al.*, 2018), República Dominicana (Antonio A. Mignucci-Giannoni *et al.*, 1999a), México (Hernández-Olascoaga *et. al.*, 2017) y Belice (Lucot *et al.*, 2020). En uno de los manatíes analizados en este estudio, el digeneo *P. cochleotrema* presentó una carga de 327, siendo esta una de las cargas más elevadas reportadas para la especie (*Trichechus manatus*) y la más alta para la subespecie (*T. manatus manatus*), dado que los reportes existentes presentan cargas menores (Lucot *et al* 2020). En este individuo en particular, una hembra juvenil, la cantidad de parásitos encontrada en tráquea y pulmones y el contenido que lo acompañaba, que era blanco, espeso y abundante, podría ser un indicativo de la causa de muerte del animal, ya que las infecciones severas causadas por este digeneo se han reportado en manatíes de la Florida (Beck y Forrester, 1988; Measures, 2018), resultando en neumonía verminosa y muerte del animal en dos casos, uno de ellos un macho adulto con 250 parásitos en las narinas y la boca, encontrando edema pulmonar y rinitis crónica; y una hembra joven con 490 parásitos en narinas, tráquea, bronquios y bronquiolos que resultaron en neumonía y epiglotitis ulcerativa crónica (Beck y Forrester, 1988). Se recomienda realizar estudios histopatológicos para complementar la información de la necropsia y corroborar la causa de muerte de este individuo en particular. Finalmente, este digeneo se encontró en cinco de seis manatíes, es decir, su prevalencia fue de 83.3%. Con respecto a lo anteriormente reportado, *P. cochleotrema* presentó una prevalencia mucho mayor, dado que en el reporte anterior únicamente se presentó en el 33.3% de los manatíes del Caribe mexicano (Hernández-Olascoaga *et. al.*, 2017). La abundancia media de este parásito, de 59.33 parásitos, indica que es en promedio el número de digeneos de esta especie que se encontrará (Bush *et. al.*, 1997) en los manatíes del Caribe mexicano. El digeneo estuvo presente a lo largo de la costa del Caribe mexicano, lo que sugiere continuidad en cuanto a las poblaciones de este parásito en el área.

10.2 Animales bajo cuidado humano

La diversidad parasitaria encontrada durante este trabajo fue baja considerando la cantidad de muestras revisadas. Es necesario considerar que los cetáceos bajo cuidado humano se encuentran bajo un riguroso cuidado veterinario, en el que participan en conjunto los especialistas en mamíferos marinos en la parte del condicionamiento operante, y los médicos veterinarios, encargados del manejo médico, en el que cada tres meses se examinan muestras de heces, lavado gástrico y sanguíneas con el propósito de monitorear el estado de salud de estos individuos, por lo que se observan signos clínicos correspondientes a parasitosis o encontrar formas parasitarias, indicando necesario un tratamiento antiparasitario, este puede ser administrado prontamente. En el caso de los manatíes se llevan a cabo tanto muestreos sanguíneos como revisión de muestras de heces cada seis meses, por lo que los tratamientos se administran, de igual forma, oportunamente.

Únicamente se ha realizado un estudio coproparasitológico en manatíes bajo cuidado humano, enfocado en manatíes de la Florida, en el que se reportaron los digeneos *Chiorchis fabaceus* y *Pulmonicola cochleotrema*, el nemátodo *Heterocheilus tunicatus* y los protozoarios *Eimeria manatus* y *Eimeria nodulosa* (Bando *et al.*, 2014). En comparación, en el presente trabajo se revisaron muestras de 16 manatíes antillanos bajo cuidado humano, encontrando únicamente el digeneo *P. cochleotrema* en cinco de los hospederos. Los ciclos de vida de los digeneos de los manatíes no han sido dilucidados, sin embargo, se ha sugerido el uso de crustáceos como hospederos intermediarios, en particular mediante el consumo incidental de caracoles encontrados en la vegetación, los cuales contienen las metacercarias (Raga *et al.*, 2009).

Es importante considerar que no solo los tratamientos farmacológicos son aplicados, sino que un adecuado manejo de la dieta, buena higiene, además del monitoreo de la calidad de agua contribuyen ampliamente a la reducción de las posibilidades de contraer parásitos en los animales bajo cuidado humano.

En el caso de los animales de vida libre, ninguno de los manejos previamente mencionados es aplicado, por lo que los ciclos parasitarios se completan de manera natural, llevando a una mayor cantidad de resultados positivos y una mayor diversidad parasitaria. Esto indica la presencia de alimento que cumple la función de hospedero intermediario o paraténico, dado que el desarrollo del estadio adulto de los helmintos

depende de primero haber pasado por estadíos larvarios de manera exitosa hasta llegar al hospedero definitivo.

11. CONCLUSIONES

1. Se analizaron un total de 111 individuos, de los cuales 10 fueron de vida libre y 101 bajo cuidado humano.
2. Se analizaron las siguientes especies de hospedero: una ballena piloto de aletas cortas (*G. macrorhynchus*), un delfín manchado tropical (*S. attenuatta*), un zifio de Cuvier (*Z. cavirostris*), 85 delfines nariz de botella (*T. truncatus*), y 22 manatíes (*T. manatus*).
3. Se cumplió la primera hipótesis de este trabajo, ya que se reportan parásitos nemátodos en manatíes (*T. manatus*), en el delfín manchado tropical (*S. attenuatta*) y en la ballena piloto (*G. macrorhynchus*); acantocéfalos en la ballena piloto (*G. macrorhynchus*) y un céstodo en la ballena piloto (*G. macrorhynchus*); y digeneos en manatíes (*T. manatus*).
4. Se reporta por primera vez para el Caribe mexicano el acantocéfalo *Bolbosoma capitatum*, encontrado en la ballena piloto de aletas cortas.
5. Se reporta por primera vez para la ballena piloto de aletas cortas el género *Pseudoterranova*.
6. La diversidad parasitaria en los manatíes antillanos de vida libre en el Caribe mexicano es consistentemente baja, coincidiendo con lo previamente reportado (Hernández-Olascoaga *et. al.* 2017) para esta zona.
7. Únicamente fue posible determinar la prevalencia y abundancia media en el caso de los sirenios por el tamaño de la muestra y por la baja cantidad de animales con resultado positivo a infección parasitaria. Con esto en consideración, es necesario revisar una mayor cantidad de cadáveres de cetáceos y manatíes de vida libre para determinar si las cargas parasitarias fueron elevadas, para tener indicadores fiables sobre el estado de salud del hospedero y del ambiente.
8. Los cetáceos bajo cuidado humano no presentaron carga parasitaria, esto puede deberse al control del alimento, las continuas revisiones del estado de salud y tratamientos disponibles para estos organismos. En el caso de los manatíes la carga parasitaria fue baja, encontrando únicamente el digeneo *Pulmonichola cochleotrema*.

9. Es necesaria una revisión más exhaustiva en los varamientos de mamíferos marinos de vida libre para dilucidar la totalidad de la fauna parasitaria encontrada en esta región, y determinar los posibles daños que causen en estos hospederos.
10. Se recomienda seguir protocolos para las necropsias y posterior recolección de parásitos de manera más uniforme, incluyendo una revisión más exhaustiva de los cadáveres, y el lavado inmediato de los parásitos adultos recolectados. El almacenamiento se recomienda realizarlo en etanol 70% y en frascos de vidrio debidamente sellados.
11. Se recomienda utilizar a futuro técnicas moleculares para la identificación genética de los parásitos, dado que no en todos los casos es posible llegar a una identificación a nivel de especie con los métodos empleados en este trabajo.

12. REFERENCIAS

Aguilar-Aguilar, R., Delgado-Estrella, A. y Moreno-Navarrete, R. G. 2010. New host report for nematodes in a stranded short-snouted spinner dolphin *Stenella clymene* (Cetacea: Delphinidae) from the Mexican Caribbean coast. *Helminthologia*, 47(2), pp. 136–138. doi: 10.2478/s11687-010-0020-0.

Amin, O. y Margolis, L. 1998. Redescription of *Bolbosoma capitatum* (Acanthocephala: Polymorphidae) from False Killer Whale off Vancouver Island, with Taxonomic Reconsideration of the Species and Synonymy of *B. physeteris*'. *Journal of the Helminthological Society of Washington*, 65, pp. 179–188.

Ashankyty, I. y Amer, O. 2020. *Practical Manual for Detection of Parasites in Feces, Blood and Urine Samples*. Xlibris Corporation.

Athié, G., Candela, J., Sheinbaum, J., Badanf, A., Ocha, J. 2011. Estructura de la corriente de Yucatán en los canales de Cozumel y Yucatán. *Ciencias marinas*, 37(4).

Di Azevedo, M. I. N., Carvalho, V. L. e Iñiguez, A. M. 2017. 'Integrative taxonomy of anisakid nematodes in stranded cetaceans from Brazilian waters: an update on parasite's hosts and geographical records. *Parasitology Research*, 116(11), pp. 3105–3116. doi: 10.1007/s00436-017-5622-8.

Bando, M., Larkin, I., Wright, S., Greiner, E. 2013. Diagnostic stages of the parasites of the Florida manatee, *Trichechus manatus latirostris*. *Journal of Parasitology*, 100(1), pp. 133–138. doi: 10.1645/13-206.1.

Beck, C. y Forrester, D. J. 1988. 'Helminths of the Florida manatee, *Trichechus manatus latirostris*, with a discussion and summary of the parasites of sirenians. *Journal of Parasitology*, 74(4), pp. 628–637. doi: 10.2307/3282182.

Behringer, D. C., Silliman, B. R. y Lafferty, K. D. 2020. Marine Disease Ecology, in *Marine Disease Ecology*. First edit. Oxford University Press, pp. 45–56. doi: 10.1093/oso/9780198821632.001.0001.

van Beurden, S., Ijsseldijk, L., Cremers, H., Grone, A., Verjeihe, M., Begeman, L. 2015. Anisakis spp. induced granulomatous dermatitis in a harbour porpoise *Phocoena*

- phocoena* and a bottlenose dolphin *Tursiops truncatus*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 112(3), pp. 257–263. doi: 10.3354/dao02818.
- Bossart, G. (2006) 'Marine Mammals as Sentinel Species for Oceans and Human Health', *Oceanography*, 19(2), pp. 134–137. doi: 10.5670/oceanog.2006.77.
- Caira, J. N. y Jensen, K. 2017. *Planetary biodiversity inventory (2008–2017): Tapeworms from vertebrate bowels of the earth*.
- Castelblanco-Martínez, D. N. 2012. *Ecología, comportamiento y uso de habitat de manatíes en la bahía de chetumal*. El Colegio de la Frontera Sur.
- Castelblanco-Martínez, D. N., Alvarez-Alemán, A., Torres, R., Teague, A. L., Barton, S. L., Rood, K. A., Angel-Ramos, E., Mignucci-Giannoni, A. A. (2021). First documentation of long-distance travel by a Florida manatee to the Mexican Caribbean. *Ethology Ecology & Evolution*, 1-12.
- Cavallero, S., Nadler, S., Paggi, L., Barros, N., D'Amelio, S. 2011. Molecular characterization and phylogeny of anisakid nematodes from cetaceans from southeastern Atlantic coasts of USA, Gulf of Mexico, and Caribbean Sea. *Parasitology research*, 108(4), pp. 781–792. doi: 10.1007/S00436-010-2226-Y.
- Colón-Llavina, M., Mignucci-Giannoni, A., Mattiucci, S., Paoletti, M., Nascetti, G., Williams, E. 2009. Additional records of metazoan parasites from Caribbean marine mammals, including genetically identified anisakid nematodes. *Parasitology Research*, 105(5), pp. 1239–1252. doi: 10.1007/s00436-009-1544-4.
- Combes, C. 1996. Parasites, biodiversity and ecosystem stability. *Biodiversity and Conservation*, 5(8), pp. 953–962. doi: 10.1007/BF00054413.
- Couture, C., Measures, L., Gagnon, J., Desbiens, C. 2003. Human intestinal anisakiosis due to consumption of raw salmon. *American Journal of Surgical Pathology*, 27(8), pp. 1167–1172. doi: 10.1097/00000478-200308000-00017.
- Dailey, M. D., Gulland, F., Lowenstine, L., Silvagni, P., Howard, D. 2000. Prey, parasites and pathology associated with the mortality of a juvenile gray whale (*Eschrichtius robustus*) stranded along the northern California coast. *Diseases of Aquatic Organisms*, 42(2), pp. 111–117. doi: 10.3354/dao042111.

- Dailey, M. D. 2005. Parasites of marine mammals. *Marine Parasitology*, pp. 408–414.
- Dailey, M. D. y Gilmartin, W. G. 1980. *Diagnostic Key to the Parasites of Some Marine Mammals*. San Diego, California.
- Dailey, M. D. y Vogelbein, W. K. 1991. Parasite Fauna of Three Species of Antarctic Whales with Reference to Their Use as Potential Stock Indicators. *Fishery Bulletin-National Oceanic and Atmospheric Administration*, 89(3), pp. 355–365.
- Díaz Caneiro, C. 2019. Parásitos en mamíferos marinos varados en el litoral gallego. Universidad de Santiago de Compostela.
- Ebert, M. B. y Valente, A. L. S. 2013. New records of *Nasitrema attenuata* and *Nasitrema globicephalae* (Trematoda: Brachycladiidae) Neiland, Rice and Holden, 1970 in delphinids from South Atlantic. *Check List*, 9(6), pp. 1538–1540. doi: 10.15560/9.6.1538.
- Foreyt, W. J. 2001. *Veterinary Parasitology Reference Manual, 5th Edition* | Wiley. Fifth edit. Iowa: John Wiley & Sons.
- García-Rivas, M. del C., Blanco-Parra, M., Castelblanco-Martínez, D., Niño-Torres, C. 2019. First record of fin whale *Balaenoptera physalus* in the Mexican Caribbean. *Hidrobiologica*, 29(1), pp. 41–43. doi: 10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2019v29n1/garcia.
- Gibson, D. I., Harris, E., Bray, R., Jepson, P. D., Kuiken, T., Baker, J. R., Simpson, V.R. 1998. A survey of the helminth parasites of cetaceans stranded on the coast of England and Wales during the period 1990-1994. *Journal of Zoology*, 244(4), pp. 563–574. doi: 10.1111/J.1469-7998.1998.TB00061.X.
- Gomes, T. L., Quiazon, K., Kotake, M. 2021., Fujise, Y., Ohizumi, H., Itoh, N., Yoshinaga, T. *Anisakis* spp. in toothed and baleen whales from Japanese waters with notes on their potential role as biological tags. *Parasitology International*, 80. doi: 10.1016/J.PARINT.2020.102228.
- González-Hernández, M. y Muñoz-Tenería, F. A. 2020. *Parásitos gastrointestinales de manatí del Caribe Trichechus manatus (Sirenia : Trichechidae) de Laguna Guerrero, Q. Roo*.
- González Solís, D. Vidal-Martínez, D., Antochiw-Alonso, D., Ortega-Argueta, A. 2006.

Anisakid nematodes from stranded pygmy sperm whales, *Kogia breviceps* (Kogiidae), in three localities of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Parasitology*, 92(5), pp. 1120–1122. doi: 10.1645/GE-3553RN.1.

Heckel, G., Ruiz-Mar, M., Schramm, Y., Gorter, U. 2018. Atlas de Distribución y Abundancia de Mamíferos Marinos en México. p. 186. doi: 10.26359/epomex.cemie022018.

Hernández-Olascoaga, A., Olivera-Gómez, L. D. y Morales-Vela, B. (2017). Helminth parasites in feces of Antillean manatees *Trichechus manatus manatus* (Sirenia:Trichechidae) in Mexico: Gulf of Mexico and Caribbean. *Hidrobiologica*, 27(1), pp. 39–44. doi: 10.24275/uam/izt/dcbi/hidro/2017v27n1/olivera.

Jiménez-Zucchet, N., Alejandro-Zayas, C., Alvarado-Macedo, C., Arreola-Illescas, M., Benítez-Araiza, L., Bustamante-Tello, L., Cruz-Martínes, D., Falcón-Robles, N., Garduño-González, L., López-Romahn, M., Martínez-Taylor, A. M., Mingramm-Murillo, A., Ortíz, C., Rivera-Guzmán, A. L., Sabater-Durán, R., Sánchez-Jiménez, A., Sánchez-Okrucky, R., Staggs, L., Torres-Salcedo, R., Vences-Fernández, M., Rivera-Marchand, B., Mignucci-Giannoni, A. A. (2019). Baseline urinalysis values in common bottlenose dolphins under human care in the Caribbean. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 31(3), pp. 426–433. doi: 10.1177/1040638719839110.

Keenan-Bateman, T. F., McLellan, W., Costidis, A., Harms, C. A., Gay, D. M., Rotstein, D., Rommel, S., Potter, C., Pabst, D. 2018. Habitat use pattern of the giant parasitic nematode *Crassicauda magna* within the pygmy sperm whale *Kogia breviceps*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 127(3), pp. 163–175. doi: 10.3354/DAO03205.

Kleinertz, S., Hermosilla, C., Ziltener, A., Kreicker, S., Hirzmann, J., Abdel-Ghaffar, F., Taubert, A. 2014. Gastrointestinal parasites of free-living Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) in the Northern Red Sea, Egypt, *Parasitology Research*, 113(4), pp. 1405–1415. doi: 10.1007/s00436-014-3781-4.

Laffon-Leal, S. M., Vidal-Martínez, V. M. y Arjona-Torres, G. 2000. “Cebiche” - A potential source of human anisakiasis in Mexico?, *Journal of Helminthology*, 74(2), pp. 151–154. doi: 10.1017/s0022149x00000202.

Lucot, M., Tellez, M. y Viveros, D. 2020. Case report on helminth parasites of a necropsied
PARÁSITOS DE LOS MAMÍFEROS MARINOS DEL CARIBE MEXICANO

- Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*) in Belize. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 21, p. 100446. doi: 10.1016/j.vprsr.2020.100446.
- Measures, L. (2018) *CRC Handbook of Marine Mammal Medicine, Third Edition, Helminths and parasitic arthropods in CRC Handbook of Marine Mammal Medicine, Third Edition*. Edited by F. Gulland, L. Dierauf, and K. Whitman. doi: 10.1201/9781315144931.
- Mignucci-Giannoni, A. A., Hoberg, E., Siegel-Causey, D., Williams, E. 1998. Metazoan parasites and other symbionts of cetaceans in the Caribbean. *Journal of Parasitology*, 84(5), pp. 939–946. doi: 10.2307/3284625.
- Mignucci-Giannoni, Antonio A., Williams, E., Toyos-González, G., Pérez-Padilla, J., Rodríguez-López, M. A., Vegua-Guerra, M. B., Ventura-González, M. 1999a. Helminths from a stranded manatee in the Dominican Republic. *Veterinary Parasitology*, 81(1), pp. 69–71. doi: 10.1016/S0304-4017(98)00235-0.
- Mignucci-Giannoni, A. A., Beck, C., Montoya-Ospina, R., Williams, E. H. 1999b. Parasites and Commensals of the West Indian Manatee from Puerto Rico. *Journal of the Helminthological Society of Washington*, pp. 67–69.
- Miloslavich, P., Díaz, J. M., Klein, E., Alvarado, J. J., Díaz, C., Gobin, J., Escobar-Briones, E., Cruz-Motta, J. J., Weil, E., Cortés, J., Bastidas, A. C., Robertson, R., Zapata, F., Martín, A., Castillo, J., Kazandjian, A., Ortiz, M. 2010. Marine Biodiversity in the Caribbean: Regional Estimates and Distribution Patterns. *PLoS ONE*. Edited by S. Thrush, 5(8), p. e11916. doi: 10.1371/journal.pone.0011916.
- Morales-Vela, B. y Olivera-Gómez, L. D. 1993. Varamiento de calderones *Globicephala macrorhynchus* (Cetacea: Delphinidae) en la isla de Cozumel, Quintana Roo, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, 64(2), pp. 177–180.
- Myers, B. J. 1970. Nematodes transmitted to man by fish and aquatic mammals. *Journal of wildlife diseases*, 6(4), pp. 266–271. doi: 10.7589/0090-3558-6.4.266.
- Negasi, W., Bogale, B. y Chanie, M. 2012. Helminth Parasites in Small Ruminants: Prevalence, Species Composition and Associated Risk Factors in and Around Mekelle Town, Northern Ethiopia. *European Journal of Biological Sciences*, 4(3), pp. 91–95. doi: 10.5829/idosi.ejbs.2012.4.3.65149.

- Neiland, K. A., Rice, D. W. y Holden, B. L. 1970. Helminths of Marine Mammals, I. The Genus *Nasitrema*, Air Sinus Flukes of Delphinid Cetacea. *The Journal of Parasitology*, 56(2), p. 305. doi: 10.2307/3277662.
- Niño-Torres, C. A., García-Rivas, M. C., Castelblanco-Martínez, D. N., Blanco-Parra, M. P., de la Parra-Venegas, R. 2015. Aquatic mammals from the Mexican Caribbean : A review Aquatic mammals from the Mexican Caribbean ; a review. *Hidrobiological*, 25(JANUARY), pp. 127–138.
- NOAA. 2019. *Marine mammals* | *National Oceanic and Atmospheric Administration*, *Marine mammals*. Available at: <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/marine-life/marine-mammals> (Accessed: 26 November 2020).
- Paggi, L., Mattiucci, S., Gibson, D. I., Berland, B., Nascetti, G., Cianchi, R., Bullini, L. 2000. *Pseudoterranova decipiens* species A and B (Nematoda, Ascaridoidea): Nomenclatural designation, morphological diagnostic characters and genetic markers. *Systematic Parasitology*, 45(3), pp. 185–197. doi: 10.1023/A:1006296316222.
- Pérez-Ponce de León, G., Garcia-prieto, L. y Mendoza-Garfias, B. 2007. Trematode parasites (Platyhelminthes) of wildlife vertebrates in Mexico. Auckland.
- Pires, J. M. L., Moreira, A. B. y Rocha, A. 2016. Pesquisa parasitária em urina de peixes-bois marinhos (*Trichechus manatus manatus*) mantidos em cativeiro no Brasil Parasitological research in urine from marine manatees (*Trichechus manatus manatus*) maintained in captivity in Brazil', 4(Id), pp. 47–52.
- Pons-Bordas, C., Hazenberg, A., Hernández-González, A., Pool, R. V., Covelo, P., Sánchez-Hermosin, P., López, A., Saavedra, C., Fraija-Fernández, N., Fernández, M., Aznar, F. J. 2020. Recent increase of ulcerative lesions caused by *Anisakis* spp. In cetaceans from the north-east Atlantic. *Journal of Helminthology*, 94. doi: 10.1017/S0022149X20000115.
- Poulin, R. y Morand, S. 2000. 'The diversity of parasites', *Quarterly Review of Biology*, pp. 277–293. doi: 10.1086/393500.
- Raga, J. A., Fernández, M., Balbuena, J., Aznar, F. 2009. Parasites - Encyclopedia of Marine Mammals. pp. 821–830.

- Rioja-Nieto, R., Garza-Pérez, L., Álvarez-Filip, L., Mariño-Tapia, I., Enríquez, C. 2019. The Mexican Caribbean: From Xcalak to Holbox. *World Seas: An Environmental Evaluation Volume I: Europe, the Americas and West Africa*, pp. 637–653. doi: 10.1016/B978-0-12-805068-2.00033-4.
- Samuel, W., Pybus, M. J. y Kocan, A. A. 2001. *Parasitic Diseases of Wild Mammals*. Second edi, *Parasitic Diseases of Wild Mammals*. Second edi. Iowa State University Press. doi: 10.1002/9780470377000.
- Santander-Monsalvo, J., Espejel, I., & Ortiz-Lozano, L. (2018). Distribution, uses, and anthropic pressures on reef ecosystems of Mexico. *Ocean & Coastal Management*, 165, 39–51.
- Terui, A., Ooue, K., Urabe, H., & Nakamura, F. (2017). Parasite infection induces size-dependent host dispersal: consequences for parasite persistence. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1866), 20171491.
- Valentini, A., Mattiucci, S., Bondanelli, P., Webb, S. C., Mignucci-Gianoni, A. A., Colon-Llavina, M., Nascetti, G. 2006. Genetic relationships among *Anisakis* species (Nematoda: Anisakidae) inferred from mitochondrial cox2 sequences, and comparison with allozyme data. *The Journal of parasitology*, 92(1), pp. 156–166. doi: 10.1645/GE-3504.1.
- Vélez, J., Hirzmann, J., Lange, M., Chaparro-Gutiérrez, J. J., Taubert, A., Hermosilla, C. 2018. Occurrence of endoparasites in wild Antillean manatees (*Trichechus manatus manatus*) in Colombia. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 7(1), pp. 54–57. doi: 10.1016/j.ijppaw.2018.01.006.
- Vos, J., Bossart, G., Fournier, M., O'Shea, T. 2003. *Toxicology of marine mammals*. London; New York: Taylor & Francis.
- Wyrosdick, H., Chapman, A., Mignucci-Giannoni, A. A., Rivera-Pérez, C. I., Bonde, R. K. 2018. Internal parasites of the two subspecies of the West Indian manatee *Trichechus manatus*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 130(2), pp. 145–152. doi: 10.3354/dao03270.
- Zavala, J., Salmerón, O., Aguilar, V., Cerdeira, S., Kolb, M. 2006. *Caracterización y regionalización de los procesos oceanográficos de los mares mexicanos, Procesos Oceanográficos*.

13. ANEXOS

Tabla 1. Resumen de las muestras de mamíferos marinos de Quintana Roo obtenidas y analizadas durante este estudio.

Origen	Estado del animal	Tipo de muestras	<i>Trichechus manatus</i>	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	<i>Stenella attenuata</i>	<i>Ziphius cavirostris</i>
Silvestre	Muerto	Quistes en grasa y tejido subcutáneo					1
		Contenido vías aéreas	2				
		Contenido estomacal	6		1	1	
		Contenido intestinal	4	1	1		
		Contenido ciego	2				
	Vivo	Heces	3				
Bajo cuidado humano	Vivo	Heces	16	78			
		Orina	2	57			
Total			35	136	2	1	1

Tabla 2. Resumen de muestras con resultados positivos en animales varados

Hospedero	Localidad	Parásitos	Individuos
Ballena piloto de aletas cortas	Xcalak	<i>Anisakis</i> spp.	2,060
		<i>Bolbosoma capitatum</i>	36
		Céstodo	1
Delfín manchado tropical	Tulum	<i>Anisakis</i> sp.	12
Manatí	Chetumal	<i>Heterocheilus tunicatus</i>	NA
		<i>H. tunicatus</i>	80
	Chetumal	<i>Pulmonicola cochleotrema</i>	NA
		<i>H. tunicatus</i>	117
		<i>P. cochleotrema</i>	327
	Laguna Guerrero	<i>Chiorchis groschafti</i>	22
		<i>H. tunicatus</i>	728
		<i>P. cochleotrema</i>	NA
	Punta Allen	<i>P. cochleotrema</i>	NA
		<i>C. groschafti</i>	NA
	Río Hondo	<i>H. tunicatus</i>	4,246
		<i>P. cochleotrema</i>	29
		<i>C. groschafti</i>	72

Tabla 3. Prevalencias de las especies de helmintos parásitos encontradas en manatíes de vida libre y bajo cuidado humano en el Caribe mexicano.

Tipo de hábitat	<i>Heterocheilus tunicatus</i>	<i>Pulmonicola cochleotrema</i>	<i>Chiorchis groschafti</i>
Vida libre	77.7%	77.7%	44.4%
Bajo cuidado Humano	-	31.25%	-

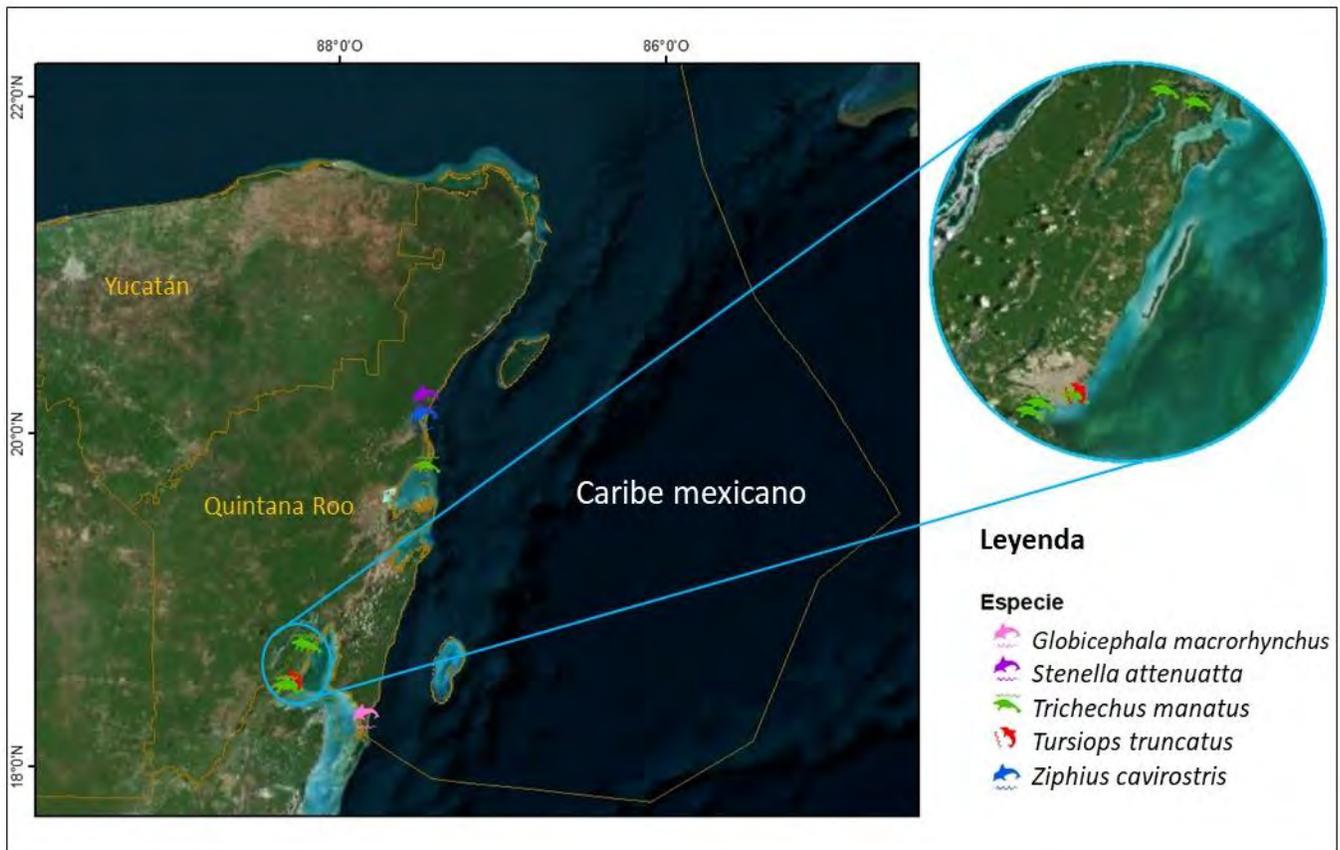


Fig. 1. Localización de los animales varados y revisados a la necropsia.

Algunas ilustraciones de los parásitos encontrados en los mamíferos marinos de vida libre, y fotografía del proceso de inspección de un cadáver de delfín nariz de botella (*T. truncatus*).

Cetáceos



Fig. 2. Foto de la porción anterior de *Anisakis typica* encontrado en estómago de *G. macrorhynchus*



Fig. 3. Foto de la porción anterior de *Bolbosoma capitatum* encontrado en estómago de *G. macrorhynchus*



Fig. 4. Foto durante la necropsia de un delfín nariz de botella (*T. truncatus*), cuyo resultado fue negativo. Foto por: Janneth Padilla.

Sirenios



Fig. 5. Foto de la porción anterior del nemátodo *Heterocheilus tunicatus* (izq.), y foto del huevo (der)



Fig. 6. Huevo del digeneo *Chiorchis groschafti* en contenido de manatí antillano (*T. manatus manatus*)



Fig. 7. Huevo del digeneo *Pulmonicola cochleotrema* en heces de manatí antillano (*T. manatus manatus*)