

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

TEMA

Frecuencia de pentastómidos del género *Raillietiella* y alteraciones patológicas en iguanas marinas (*Amblyrhynchus cristatus*) diagnosticadas mediante necropsias en Puerto Ayora, isla Santa Cruz, Galápagos.

AUTOR

Jiménez Alvarado, Moisés Gonzalo

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de
MÉDICO VETERINARIO**

TUTORA

Dra. Sylva Morán, Lucila María M. Sc.

Puerto Ayora, isla Santa Cruz, Galápagos, Ecuador

15 de febrero del 2024



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente **Trabajo de Integración Curricular**, fue realizado en su totalidad por **Jiménez Alvarado, Moisés Gonzalo**, como requerimiento para la obtención del título de **Médico Veterinario**.

TUTORA

Dra. Sylva Morán, Lucila María M. Sc.

DIRECTORA DE LA CARRERA

Dra. Álvarez Castro, Fátima Patricia M. Sc.

Guayaquil, a los días 15 del mes de febrero del año 2024



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Jiménez Alvarado, Moisés Gonzalo**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Integración Curricular, Frecuencia de pentastómidos del género *Raillietiella* y alteraciones patológicas en iguanas marinas (*Amblyrhynchus cristatus*) diagnosticadas mediante necropsias en Puerto Ayora, isla Santa Cruz, Galápagos. previo a la obtención del título de Médico Veterinario, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Integración Curricular referido.

Guayaquil, a los días 15 del mes de febrero del año 2024

EL AUTOR

Jiménez Alvarado, Moisés Gonzalo



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

AUTORIZACIÓN

Yo, Jiménez Alvarado, Moisés Gonzalo

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución el **Trabajo de Integración Curricular, Frecuencia de pentastómidos del género *Raillietiella* y alteraciones patológicas en iguanas marinas (*Amblyrhynchus cristatus*) diagnosticadas mediante necropsias en Puerto Ayora, isla Santa Cruz, Galápagos.** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los días 15 del mes de febrero del año 2024

EL AUTOR:

Jiménez Alvarado, Moisés Gonzalo



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

CERTIFICADO COMPILATIO

La Dirección de la Carrera de Medicina Veterinaria revisó el Trabajo de Integración Curricular, **Frecuencia de pentastómidos del género *Raillietiella* y alteraciones patológicas en iguanas marinas (*Amblyrhynchus cristatus*) diagnosticadas mediante necropsias en Puerto Ayora, isla Santa Cruz, Galápagos.** presentado por el estudiante **Jiménez Alvarado, Moisés Gonzalo**, donde obtuvo del programa COMPILATIO, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.

Fuente: Usuario Sylva Morán, (2024)

Certifican,

 INFORME DE ANÁLISIS
magister

MOISES JIMENEZ COMPILATIO

0% Textos sospechosos	0% Similitudes 0% similitudes entre comillas 0% entre las fuentes mencionadas 1% Idiomas no reconocidos (ignorado)
---------------------------------	---

Nombre del documento: MOISES JIMENEZ COMPILATIO.docx ID del documento: 1dd9c74482999e00c4ecdede515cdb064a8f106d Tamaño del documento original: 4,33 MB	Depositante: Lucila María Sylva Morán Fecha de depósito: 6/2/2024 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 6/2/2024	Número de palabras: 10.156 Número de caracteres: 66.274
--	--	--

Ubicación de las similitudes en el documento:

**Dra. Sylva Morán, Lucila María M. Sc.
TUTORA**

AGRADECIMIENTO

No hay nada más gratificante que sentir gratitud por la vida. Agradezco de todo corazón principalmente a Dios y a mi madre, quien ha sido un pilar fundamental para que yo pueda llegar a donde estoy ahora. También agradezco a mis hermanos, mi familia, mis amigos tanto cercanos, como a los que ya no veo tan a menudo, a mi pajera, y a mí, por no desistir y culminar con este momento tan importante pese a todas las dificultades que tuve que atravesar.

De igual forma, siempre estaré agradecido con los funcionarios del Parque Nacional Galápagos, en especial con la Dra. Andrea Loyola, y Alberto Proaño, quienes en todo momento me guiaron y se preocuparon de que la investigación se realice con éxito. También agradezco sinceramente a mis maestros de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, en especial a mi tutora la Dra Lucila Sylva, quien mantuvo la fe en mi y en esta investigación.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Dra. Sylva Morán, Lucila María M. Sc.
TUTORA

Dra. Álvarez Castro, Fátima Patricia M. Sc.
DIRECTORA DE LA CARRERA

Dra. Carvajal Capa, Melissa Joseth M. Sc.
COORDINADORA DE UTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

CALIFICACIÓN

Dra. Sylva Morán, Lucila María M. Sc.
TUTORA

ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo general.	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
1.1.3 Pregunta de investigación.	3
2 MARCO TEÓRICO	4
2.1 Iguana marina de Galápagos	4
2.1.1 Taxonomía.	4
2.1.2 Subespecies.....	5
2.1.3 Dimorfismo sexual.....	6
2.2 Causas comunes de muerte en las iguanas.....	10
2.3 Parásitos frecuentes	12
2.3.1 Trematodos.	12
2.4 Necropsia.....	17
2.4 Exámenes coprológicos	20
3 MARCO METODOLÓGICO	22
3.1 Ubicación del ensayo.....	22
3.2 Materiales	22
3.3.3 Examen coprológico.	26
3.4 Análisis estadístico.....	27
3.5 Variables	27
3.5.1 Independientes.	5
4 RESULTADOS	7
4.1 Información general de las de iguanas en estudio.....	7
4.2 Resultado de las necropsias en las iguanas.....	9
4.3 Frecuencia de endoparásitos en las iguanas de estudio.....	10
5 DISCUSIÓN	15
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	16
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	18
ANEXOS	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultado del examen coprológico por método directo	36
Tabla 2: Resultado del examen coprológico por método de flotación por solución salina saturada.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribución de las especies de iguanas entre las islas del Archipiélago.....	5
Figura 2: Trematodos de las especies: <i>A. Cetiosaccus galapagensis</i> , <i>B. Iguanacola navicularis</i> , y <i>C. Pyelosomum amblyrhynchi</i>	13
Figura 3: Imagen de las tortugas rescatadas y la detección del pentastómido del género <i>Raillietiella</i>	15
Figura 4: Imágenes satelitales de la Isla Santa Cruz.....	22
Figura 5: Mapa de Pto. Ayora.....	25
Figura 6: Frecuencia de iguanas según el sexo y edad.....	30
Figura 7: Frecuencia de las zonas de procedencia de las iguanas marinas.....	31
Figura 8: Porcentaje del estado de los cadáveres de las iguanas marinas.....	31
Figura 9: Frecuencia de lesiones patológicas en iguanas marinas según el órgano afectado.....	32
Figura 10: Frecuencia de endoparásitos en las iguanas marinas en estudio.....	34
Figura 11: Porcentaje de la presencia de trematodos en las iguanas marinas.....	34
Figura 12: Frecuencia de distintos trematodos en las iguanas marinas....	35

RESUMEN

La presencia de parásitos está muy poco estudiado en las iguanas de las Islas Galápagos y existen muy poca información en iguanas marinas; desde el hallazgo de pentastómidos por primera vez registrado en las islas, en tortugas gigantes, este estudio se enfocó con el objetivo de buscar la presencia de los pentastómidos, y las alteraciones patológicas que pudieran causar en iguanas marinas de la isla Santa Cruz, todo esto a través de necropsias y complementando el estudio con exámenes coprológicos. Para el análisis, se encontraron a siete individuos aptos en estados de descomposición de frescos a leves, en zonas específicas que abarcan a todo Bahía Academia y otros sectores dentro de la isla; donde desafortunadamente no se logró determinar la presencia de ningún pentastómido, siendo los trematodos de tres distintas especies: *Iguanacola navicularis*, *Cetiosaccus galapagensis*, y *Pyelosomum amblyrhynchi*, los únicos parásitos procesados en estudio. Se registraron daños patológicos en su mayoría en los pulmones a causa de hemorragias, y se descartó alguna alteración patológica en asociación con la presencia de parásitos; en los exámenes coprológicos, se encontraron huevecillos tanto de trematodos y de nematodos; y finalmente se realizó una prueba estadística exacta de Fisher para correlacionar el sexo de las iguanas marinas y la presencia de trematodos, dando como resultado un p valor superior a 0,05, donde no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula, por lo cual podemos deducir que no existe una relación entre el sexo de las iguanas marinas y la presencia de trematodos.

Palabras Clave: *Iguana marina, Galápagos, Pentastómidos, Trematodos, Parásitos, y Necropsia.*

ABSTRACT

The presence of parasites is very limited studied in the marine iguanas from the Galapagos Island and there is not too much information on marine iguanas; Since the discovery of pentastomids for the first time recorded on the islands, in giant tortoises, this study was focused with the objective of searching for the presence of pentastomids, and the pathological alterations that they could cause in marine iguanas of Santa Cruz Island, searching through necropsies and complementing the study with coprological examinations. For the analysis, seven suitable individuals were found in states from fresh to moderate decomposition, in specific areas that cover the entire Bahia Academia and other sectors within the island; where unfortunately the presence of any pentastomid was not determined, with trematodes of three different species: *Iguanacola navicularis*, *Cetiosaccus galapagensis*, and *Pyelosomum amblyrhynchi*, the only parasites processed in the study. Pathological damage was recorded mostly in the lungs due to hemorrhages, and any pathological alteration in association with the presence of parasites was ruled out; In the coprological examinations, eggs of both trematodes and nematodes were found; and finally a Fisher's exact statistical test was carried out to correlate the sex of the marine iguanas and the presence of trematodes, resulting in a p value greater than 0.05, where there is not enough statistical evidence to reject the null hypothesis, therefore which we can deduce that there is no relationship between the sex of marine iguanas and the presence of trematodes.

Keywords: *Marine iguana, Galapagos, pentastomids, trematodes, parasites, and necropsie.*

1 INTRODUCCIÓN

Los pentastómidos son un conjunto de parásitos de vida únicos, con especies que siguen siendo descubiertas y estudiadas. Tanto su clasificación y su ciclo de vida son complejos, llegando así, a necesitar tanto de huéspedes secundarios como definitivos, afectando a especies como aves, mamíferos y hasta reptiles.

Hasta el año pasado, se pensaba que en Ecuador solo existía registro de pentastómidos de la especie *Armillifer* en serpientes que estuvieron en cautiverio en la ciudad de Guayaquil en el año 2014; además de eso, en *Chelonians* solo se habían registrado casos de este endoparásito en ciertas tortugas acuáticas de Brasil y Sudáfrica.

Sin embargo, en una investigación reciente hecha con tortugas que iban a ser traficadas desde las islas Galápagos, de las cuales algunas murieron, se logró descubrir por medio de necropsias, en una tortuga de pocos meses de edad, a un nuevo tipo de pentastómido en sus pulmones.

A partir de este suceso, surge la interrogante de investigar mucho más acerca de este endoparásito, entender más acerca de morfología, y la mayor duda, que otra especie de Galápagos podría hospedar a este parásito, y es esta última interrogante la cual será contestada en esta investigación.

Las iguanas marinas podrían ser un hospedador idóneo para este endoparásito, además, de ser una gran oportunidad de realizar un estudio anatomopatológico de endoparásitos en general, para así tener datos acerca del estado parasitario que podrían tener las iguanas marinas en la Isla Santa Cruz.

Por lo expuesto, el presente Trabajo de Titulación tiene los siguientes objetivos:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

Determinar la frecuencia de pentastómidos encontrados mediante necropsia y las lesiones anatómicas asociadas a su presencia en iguanas marinas (*Amblyrhynchus cristatus*), en Puerto Ayora, Isla Santa Cruz, Galápagos.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Determinar la presencia del pentastómido y las lesiones anatómicas asociadas mediante la necropsia.
- Diagnosticar mediante examen coprológico, la presencia de medios de dispersión de los pentastómidos.
- Correlacionar la presencia del pentastómido con su ubicación y las lesiones anatómicas en el sitio de su hallazgo.

1.1.3 Pregunta de investigación.

¿Cuál es la frecuencia de pentastómidos del género *Raillietiella* y alteraciones patológicas en iguanas marinas (*Amblyrhynchus cristatus*) diagnosticadas mediante necropsias en Puerto Ayora, isla Santa Cruz, Galápagos?

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Iguana marina de Galápagos

La única iguana marina del mundo tiene como nombre científico *Amblyrhynchus cristatus*, además, es una de las cuatro especies de iguanas que se encuentran en las Islas Galápagos. Las otras tres son las iguanas terrestres del género *Conolophus*. Generalmente las iguanas son de color negruzco. Sin embargo, en las islas del sur (Española y Floreana) los machos dominantes adquieren una llamativa coloración "navideña", con un rojo brillante con patas verdes y/o azules durante la temporada de reproducción (Arteaga et al, 2019).

La iguana marina es un animal diurno que vive en grandes concentraciones (hasta 8.000 individuos/km de costa) a lo largo de cultivos volcánicos costeros, acantilados de hasta 50 m de altura, manglares y playas arenosas. Ningún otro réptil en el mundo ha estado en el mar durante mucho tiempo. La iguana marina se diferencia de todas ellas por tener un hocico romo, una cola aplanada lateralmente adaptada a nadar y un color de fondo distintivo, generalmente negruzco (Arteaga et al, 2019).

2.1.1 Taxonomía.

Para esta única iguana marina del mundo su clasificación taxonómica se basa en el reino: Animalia, de Phylum: Chordata, Clase: Reptilia, Orden: Squamata, Familia: Iguanidae, Género: *Amblyrhynchus*, y de especie: *cristatus* (MacLeod et al, 2019).

2.1.2 Subespecies.

En las primeras investigaciones sobre las subespecies de iguanas marinas, realizadas por Eibl-Eibesfeldt (1962) se consideraban siete subespecies: *A. c. sielmanni*, *A.c. nanus*, *A. c. mertensi*, *A.c. hassi*, *A. c. cristatus*, *A.c. albamarlensis*, y *A.c. venustissimus*.

Sin embargo, una investigación reciente realizada por Aurélien Miralles, Amy Macleod, Ariel Rodríguez, Alejandro Ibáñez, Gustavo Jiménez-Uzategui, Galo Quezada, Miguel Vences, y Sebastian Steinfartz (2017), mediante estudios genéticos y diferenciación fenotípica, se consideró, la unión a una sola especie entre *A.c albamarlensis* y *A.c. cristatus*, llamándole solo *A.c cristatus*, luego realizaron la clasificación de 5 subespecies adicionales, las cuales son: *A. c. godzilla*, *A. c. wilelsidi*, *A. c. trillmichi*, *A. c. hayampi*, y *A. c. jeffreysi subsp. nov.*

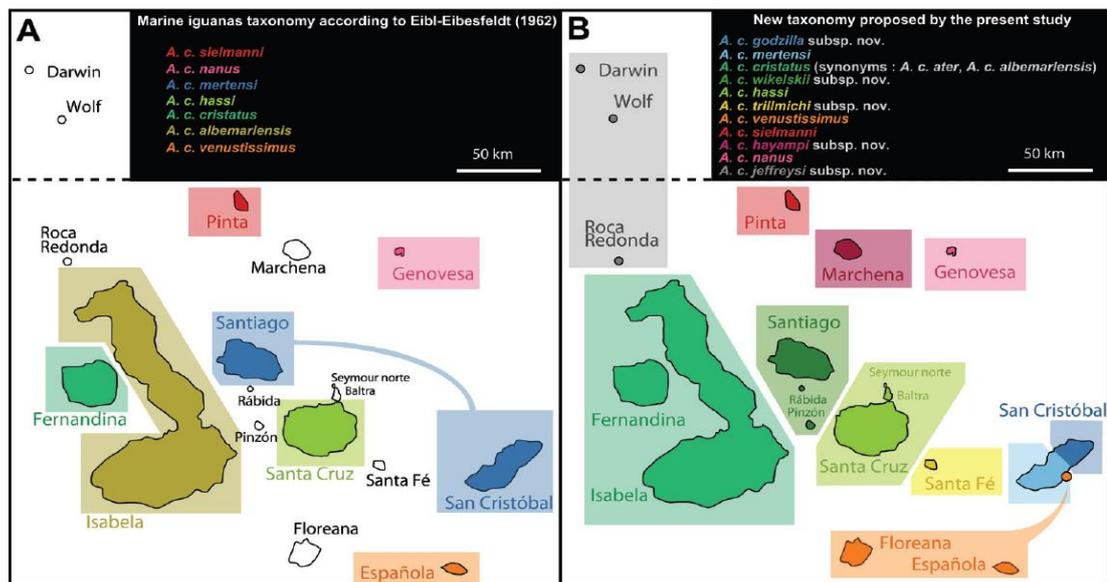


Figura 1 Distribución de las especies de iguanas entre las islas del Archipiélago
Fuente: Mirelles et all (2017)

2.1.3 Dimorfismo sexual.

Los machos y las hembras de esta especie se diferencian entre sí en tamaño, forma y coloración. Los machos adultos son más grandes, de colores más brillantes y tienen una cresta dorsal media elevada. Las hembras adultas suelen ser negras y tienen una cresta mediodorsal más pequeña. Las iguanas marinas de diferentes islas también varían en tamaño y coloración (Arteaga et al, 2019).

En estas poblaciones de iguanas marinas, se exhiben diferencias diez veces mayores en masa corporal entre las poblaciones insulares. También existe un fuerte dimorfismo sexual en el tamaño, siendo los machos aproximadamente el doble de grandes que las hembras. Las hembras sólo necesitan alcanzar un tamaño corporal suficiente para producir descendencia sobreviviente. El dimorfismo de tamaño sexual fue causado mecánicamente por el hecho de que las hembras maduraron a una edad y tamaño más tempranos que los machos (Wikelski & Trillmich, 1997).

2.1.4 Evolución y adaptación.

Para que toda una especie llegue a hacer lo que es hoy en día, debe adaptarse y cambiar su morfología a tal punto de que logre con éxito desarrollar todas sus funciones vitales en el lugar que la rodea. La ubicación ecuatorial del Archipiélago de Galápagos asegura que se produzca una fuerte radiación solar durante todo el año. Las frías aguas que rodean las Islas Galápagos, los afloramientos que ocurren en muchos puntos frente a ellas, y los extensos sustratos rocosos o de lava, permiten una abundante y diversa flora de algas macrofíticas de cuerpo blando del tipo utilizado por las iguanas marinas (Carpenter, 1966).

La organización de esta iguana marina es paralela a la de los lobos marinos y otros otáridos, que se reúnen en densas concentraciones en la costa hasta la introducción de perros, gatos, cerdos y ratas por parte del hombre; las Islas Galápagos han estado libres de depredadores mamíferos

terrestres, lo que podría abortar cualquier experimento evolutivo que implicara agrupar presas potenciales en grandes concentraciones sedentarias en posiciones relativamente expuestas (Carpenter, 1966).

Las islas ubicadas en latitudes más altas pueden ofrecer recursos alimentarios, pero tienen temperaturas frescas y pocos días soleados. Además de estas consideraciones, el Archipiélago de Galápagos se encuentra a horcajadas sobre la corriente ecuatorial. Esta ubicación facilita el rafting desde América tropical, donde la familia *Iguanidae* tiene su mayor radiación. Además, la mayoría de las islas de este archipiélago son lo suficientemente grandes como para albergar una biota razonablemente diversa que las habría hecho hospitalarias para grandes inmigrantes iguánidos (Dawson et al, 1977).

La evidencia inmunológica sugiere que la iguana marina de Galápagos y la iguana terrestre de Galápagos (*Conolophus* spp.) están más estrechamente relacionadas entre sí, que cualquiera de las dos con cualquier iguana continental. Estas dos formas insulares probablemente se diferenciaron dentro del Archipiélago de un ancestro común, presumiblemente un herbívoro terrestre. Esta diferenciación debe haber ocurrido en mucho menos de los varios millones a 10 millones de años considerados como la edad máxima del archipiélago (Cox, 1971).

El alcance metabólico aeróbico de la iguana marina es restringido y altamente dependiente sobre la temperatura corporal. Esta función alcanza un máximo a 35 °C, una característica valiosa de las iguanas marinas que toman el sol, pero sustancialmente más alta que la temperatura del agua en la que ocurren las actividades más extenuantes de esta especie. El alcance metabólico parece relativamente independiente de la temperatura en el medio marino, estas medidas de adaptación son los probables acontecimientos que condujeron a la evolución de la iguana marina de Galápagos (Dawson et al, 1977).

2.1.5 Habidad y ecología.

Las iguanas marinas son las únicas especies de lagartos que se alimentan en el océano. Los adultos y los juveniles se encuentran en zonas rocosas, costas, y zonas intermareales. Las hembras adultas se pueden encontrar anidando hasta 2 km tierra adentro y los machos adultos se pueden encontrar alimentándose en aguas marinas, hasta profundidades de 30 m. Se alimentan casi exclusivamente de algas marinas, principalmente tres géneros de algas rojas y el género de algas verdes, siendo esta última su alimento de preferencia (MacLeod et al, 2020).

2.1.6 Reproducción.

La iguana marina es el único iguánido conocido que utiliza un sistema de apareamiento lek, en el que los machos dominantes defienden pequeños territorios de otros machos. El éxito del apareamiento masculino está sesgado hacia unos pocos individuos y depende del tamaño del cuerpo, la condición y el comportamiento de cortejo con movimiento de cabeza, un solo macho territorial puede ser responsable del 35 % de las cópulas en un lek. Los machos no territoriales deambulan por la periferia e intentan forzar cópulas con las hembras, aunque rara vez tienen éxito (Wikelski & Bäurle, 1996).

Aproximadamente cuatro semanas después del apareamiento, las hembras buscan y defienden zonas arenosas adecuadas para cavar madrigueras. Las hembras ponen de 1 a 6 huevos (más comúnmente de 2 a 3), lo que depende en gran medida del cuerpo femenino, condición y disponibilidad de alimentos. Los huevos se dejan incubar durante tres meses y típicamente esta especie de iguana se reproduce una vez cada dos años, o anualmente durante períodos de alta abundancia de alimentos (MacLeod et al, 2020).

2.1.7 Edades.

Según se describe en el protocolo de monitoreo de iguanas marinas del parque nacional Galápagos, hecho por Espinoza. E, Suarez. J, y Proaño. A (2014), las iguanas marinas se clasifican en neonatos, juveniles, y adultos. Se consideran neonatos a las iguanas que van desde la eclosión hasta el primer año de edad, son pequeñas de tamaño, presentan pigmentaciones blancas en todo su cuerpo, su piel es lisa; los juveniles siguen siendo de menor tamaño que el adulto, y cambian la pigmentación blanca por franjas circulares; los adultos pierden todas estas marcas, teniendo así un color más uniforme en el caso de las hembras, y una coloración rojiza y verduzca en el caso de los machos.

2.1.8 Distribución.

Amblyrhynchus cristatus es endémica de un área estimada de 275 km² en Galápagos, Ecuador. Las iguanas marinas se encuentran en las zonas costeras de todas las islas principales y en la mayoría de los islotes circundantes. Existe un registro fotográfico inédito de una Iguana Marina en la Isla de la Plata, a -24 km de la costa del Ecuador continental. La llegada de este único individuo se produjo en febrero de 2014 y se cree que es el resultado de la dispersión de neonatos abandonados (Arteaga et al , 2019).

2.1.9 Población de Iguanas Marinas.

Sólo se dispone de estimaciones muy aproximadas del para el total poblacional de iguanas marinas. Se observa que su número es tan bajo como 33.000 individuos en total después de una fuerte hambruna de El Niño y hasta 350.000 después de varios años de condiciones alimentarias abundantes de La Niña. Poco se sabe con respecto al número actual de adultos maduros, pero se estima que es inferior a 210.000 según cálculos que indican que el 60 % de la población total máxima son adultos (MacLeod et al, 2020).

La duración media de una generación es de cinco años para las hembras, y de 12 años para los machos (se utilizan entre 6 y 8 años para

cálculos). Se estima que aproximadamente entre el 20 % y el 30 % de la población total (entre 10.000 y 73.000 especímenes) van disminuyendo debido a los continuos impactos de los depredadores invasores (MacLeod et al, 2020).

2.1.10 Morfología y anatomía.

Las iguanas marinas exhiben una alta diversidad morfológica, incluida una variación sustancial en el tamaño del cuerpo y la forma entre poblaciones y sexos. Los machos son más grandes y tienen una morfología de cabeza diferente a la de las hembras, y espinas más pronunciadas en la cabeza y a lo largo de la espalda. El tamaño corporal promedio (hocico a cloaca), en cuanto a su longitud es de 260 mm. Los machos adultos pesan aproximadamente el 70 % más que las hembras adultas (Laurie & Brown, 1990).

2.1.11 Alimentación.

Las iguanas marinas se alimentan casi exclusivamente de algas, pero también pueden ingerir vegetación de playa, pulpos, crustáceos, saltamontes, cucarachas, carroña de peces e incluso heces y placentas de lobos marinos. Las crías probablemente se alimentan de las heces de los adultos para obtener los microorganismos intestinales necesarios para digerir las algas. Las iguanas marinas más grandes generalmente se sumergen 15 m hacia abajo en el mar y durante hasta 20 minutos para alimentarse, mientras que los individuos más pequeños (que pesan menos de 1.2-1.4 kg) generalmente buscan alimento en rocas intermareales expuestas (Arteaga et al, 2019).

2.2 Causas comunes de muerte en las iguanas

Como lo describe Laurie, W. A., & Brown, D. (1990) en su investigación acerca de la tasa de supervivencia de iguanas marinas; las causas de muerte observadas incluyeron depredación, inanición (a veces como resultado de quedar atrapado por una roca), aplastamiento por una roca, ser golpeado contra las rocas por el mar y asfixia en madrigueras de nidos derrumbadas.

Los animales también pueden morir después de ser arrastrados hacia el mar por corrientes marinas.

2.2.1 Por causa del fenómeno del niño.

El fenómeno de El Niño es un evento natural que ocurre con frecuencia, en el Pacífico Sur, su presencia altera y cambia las temperaturas de las aguas marinas y ambientales causando un deterioro en la flora y fauna marina que habitan en las costas del Océano Pacífico. Las iguanas marinas, son seres frágiles que son afectados por las anomalías del ambiente. El Evento ENOS 1997-98 causó un gran impacto en la abundancia de la población de *A. cristatus* disminuyendo su número en un 35.6 % desde el inicio de El Niño (1997) hasta su finalización (1998) (Llerena et al, 2004).

Las iguanas adultas, en especial los machos, fueron los más afectados durante el evento por ser las que buscan su alimento en zonas más profundas y alejadas de la costa. Cuatro años fueron requeridos para que la población de las iguanas marinas vuelva a recuperar los niveles normales de abundancia que tuvieron al inicio del evento (Llerena et al, 2004).

2.2.2 Por depredación natural.

Los depredadores naturales incluyen a las serpientes de la isla Santa Fe (*Dromicus* spp), y los buitres (*Buteo galapagoensis*), que se alimentan de las crías recién emergidas; pero una vez que llegan a las rocas de la costa, tanto las crías como los animales más viejos parecen estar a salvo de los buitres. Las serpientes tardan hasta cinco días en digerir una sola cría, por lo que sólo pueden tomar una proporción muy pequeña del total. Las crías y los animales jóvenes evitan nadar en el mar, donde corren peligro por los peces (Laurie, 1983).

2.2.3 Por depredación de animales introducidos.

Los perros, gatos, ratas y cerdos introducidos se alimentan de iguanas marinas o de sus huevos, y uno o más de estos depredadores se encuentran en Isabela, Santiago, Pinzón, Baltra, Seymore Norte, Santa Cruz, Floreana,

San Cristóbal y algunos de los pequeños islotes. Los gatos están mucho más extendidos que los perros en todas las islas. En Isabela se encontraron huellas y heces frescas en casi todos los lugares donde desembarcamos. Se recolectaron 475 muestras de heces de animales, y el 20 % de ellos contenía restos de iguanas jóvenes, principalmente crías (Laurie, 1983).

2.2.4 Otras causas de muerte.

En una investigación hecha por Cooper J. E. y Laurie W. A. (1987), donde se practicó necropsias a 5 iguanas marinas, dando como resultado que las iguanas marinas murieron, probablemente de hambre, como resultado de no poder digerir especies invasoras de algas durante El Niño, es probable que las iguanas carecieran de la flora y fauna intestinal necesarias para la digestión de especies como *Giffordia mitchellii*; Greenwood, Hall, Orpin y Paterson. No se detectaron lesiones patológicas que pudieran provocar la muerte.

En otros casos, sin embargo, se supone que la vacuolación en el hígado es normal y probablemente representa almacenamiento de lípidos. Este parece haber sido el caso de las tres iguanas de 1984, que (a diferencia de los animales de 1983) tenían cuerpos grasos abundantes y estaban en excelentes condiciones nutricionales. En ninguna de las iguanas de 1983 o 1984 los depósitos intracitoplasmáticos parecían patológicos: los núcleos hepáticos, aunque a menudo desplazados, tenían en general un aspecto normal, con cierto grado de cambio graso también puede ser normal en el riñón (Cooper & Laurie, 1987).

2.3 Parásitos frecuentes

2.3.1 Trematodos.

Los trematodos son considerados organismos eucariotas pluricelulares, porque sus células presentan un núcleo celular que contiene al ADN en forma de cromosomas. No poseen un solo tipo de células, sino que tienen una amplia variedad que cumplen cada una función específica.

Tomando en cuenta la alimentación, los trematodos son organismos heterótrofos, y casi todas las especies son hermafroditas y contemplan en su ciclo vital, los dos tipos de reproducción que existen: asexual y sexual. La fecundación es interna, son ovíparos. También representan una clase de parásitos que rara vez se encuentran en los animales de compañía. Por lo general, se ubican en el intestino delgado donde causan un daño mínimo a menos que haya una gran infestación que cause una patología leve (Lifeder, 2020).

2.3.1.1 *Taxonomía.*

Los trematodos tienen una taxonomía bastante compleja y que sigue estudiándose constantemente. La clasificación taxonómica de los trematodos es la siguiente: Dominio: Eukarya; Reino: Animalia; Filo: Platyhelminthes; y Clase: Trematoda (Lifeder, 2020).

2.3.1.2 *Morfología y anatomía.*

Los trematodos son parásitos metazoarios planos o duelas con forma de hoja con aplanamiento dorsoventral, no tienen formas esqueléticas, sistema respiratorio ni circulatorio, pero sí desarrollan un buen sistema reproductor y muscular, pocos tienen sexos separados, siendo en su mayoría hermafroditas, por lo que se suele dar la autofecundación o fecundación por cruce de dos individuos (Cordero & Rojo 2001).

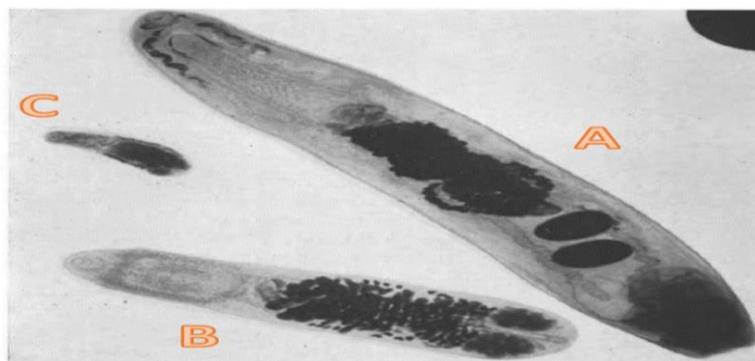


Figura 2: Trematodos de las especies: A. *Cetiosaccus galapagensis*, B. *Iguanacola navicularis*, y C. *Pyelosomum amblyrhynchi*.

Fuente: Lowenstein & Vercammen-Grandjean (1967).

Hay gusanos de forma alargada, ovalada y aplanada, en el sitio en el que se encuentra el orificio bucal, presentan una ventosa, que contribuye a que este parásito pueda fijarse a su huésped. Además, muchas de las especies de trematodos presentan en el extremo opuesto otra ventosa que es posterior. La pared del cuerpo de los trematodos está conformada por varias capas. Desde afuera hacia adentro, en orden, se describen: un tegumento, que no posee cilios y es bastante grueso; una capa de células epiteliales de tipo sincitial; y, por último, capas de tejido muscular, tanto circular como longitudinal (Lifeder, 2020).

2.3.1.3 Ciclos de vida.

El ciclo de vida de los trematodos es bastante complejo, ya que involucra una serie de transformaciones hasta alcanzar la adultez. Así mismo, este ciclo de vida también contempla la intervención de varios intermediarios, que pueden ser moluscos y crustáceos. Para explicar los eventos del ciclo de vida de este parásito, se va a tomar como punto de partida la liberación de los huevos mediante las heces o la orina por parte del hospedador definitivo. Cuando los huevos son liberados del cuerpo del hospedador, ya sea a través de las heces o por la orina, estos deben alcanzar un medio acuoso de cierta humedad y temperatura para poder eclosionar (Lifeder, 2020).

2.3.1.4 Trematodos en iguanas marinas.

En 1938, Paul T. Gilbert describió los tres trematodos intestinales recolectados de iguanas marinas por el Dr. H. W. Manter, durante la Expedición de Allan Hancock a las Islas Galápagos, en 1934. Son monostomas y pertenecen a tres géneros diferentes de *Pronocephalidae*: *Iguanacola navicularis*, *Pyelosomum amblyrhynchi*, y *Cetiosaccus galapagensis*; Todos se mueven libremente, arrastrándose por las paredes intestinales y entre el bolo alimentario, su boca muy pequeña no sirve de nada a este respecto y sólo sirve para alimentarse (de quimo o de quilo) (Lowenstein & Vercammen-Grandjean, 1967).

Pyelosomum amblyrhynchi es el más pequeño (largo 3-5 mm), más numeroso en el estómago, pero se encuentra hasta el final del colon, también en el contenido intestinal, como arrastrándose entre las vellosidades intestinales; *Iguanacola navicularis* es aproximadamente el doble de larga (longitud 4-10 mm) más numerosa en el estómago, pero se encuentra hasta el final del colon; *Cetiosaccus galapagensis* es el más largo que el anterior, pero proporcionalmente más delgado (largo 6.5 a 26 mm), atraviesan el contenido intestinal, liberando activa y evidentemente el bolo de algas desde el estómago hasta el recto (Lowenstein & Vercammen-Grandjean, 1967).

2.3.2 Pentastómidos.

Los pentastómidos son endoparásitos de crustáceos que utilizan principalmente reptiles y anfibios como huéspedes definitivos, pero algunas especies infectan con menos frecuencia a mamíferos y aves. Generalmente, este grupo de parásitos está poco estudiado y los ciclos de vida y la patogenicidad son poco conocidos o desconocidos para muchas especies. (Kelehear et al, 2012).



Figura 3: Imagen de las tortugas rescatadas y la detección del pentastómido del género *Raillietiella*.
Fuente: Swanepol et al (2022).

2.3.2.1 Taxonomía.

La taxonomía de los miembros recientes de la subclase de crustáceos Pentastómida se basa en nueve apellidos aceptados derivados de 12 nombres disponibles, 24 nombres genéricos derivados de 37 nombres disponibles, y 124 nombres de especies aceptados derivados de 183 nombres disponibles (Poore, 2012).

2.3.2.2 Morfología y anatomía.

Los órganos internos están bañados en hemolinfa, que está contenida en un hemocele. La musculatura está dispuesta en capas longitudinales y circulares, como en los anélidos, pero mientras que los anélidos presentan una estriación oblicua, en los pentastómidos la estriación es cruzada, como en los artrópodos. Los órganos sensoriales están reducidos a unos lóbulos dorsales y a las papilas apical, terminal y frontal del cefalotórax. Al menos dos pares de estas papilas sensoriales podrían corresponder a apéndices reducidos (Christoffersen & Eriberto de Assis, 2015).

2.3.2.3 Ciclos de vida.

Para aquellos con ciclos de vida conocidos, la transmisión puede ser directa o indirecta a través de la ingestión de huéspedes intermediarios infectados, como insectos, mamíferos, reptiles, anfibios o peces. Cuando se ingieren los huéspedes intermedios, las ninfas migran al tracto respiratorio donde maduran, se aparean y ponen huevos que el huésped definitivo tose y traga, lo que conduce al paso de los huevos larvados en las heces (Kelehear et al, 2012).

En el huésped definitivo, los pentastómidos adultos pueden dañar los tejidos pulmonares y provocar directamente enfermedades o provocar infecciones bacterianas o fúngicas secundarias. La enfermedad en huéspedes intermedios y aberrantes también puede ocurrir debido a la migración de larvas en el cuerpo o a una alta carga de parásitos (Kelehear et al, 2012).

2.3.3 Pentastómidos en reptiles de Galápagos.

El 27 de marzo de 2021, se encontraron 185 tortugas juveniles en una maleta con la intención de ser contrabandeadas ilegalmente a Guayaquil a través de una aerolínea comercial. Se cree que las tortugas fueron sacadas de la isla Santa Cruz. Diez tortugas murieron durante la clasificación inicial y aproximadamente 25 tortugas murieron posteriormente. Se practicó la necropsia a las tortugas, y se recolectaron todos los parásitos observados, se almacenaron en etanol o formalina y se enviaron al estudio Southeastern Cooperative Wildlife Disease (Atenas, Georgia) para su caracterización morfológica y molecular (Swanepol et al, 2022).

Una tortuga joven dio positivo para pentastómidos en la necropsia y no se observaron lesiones macroscópicas. Se recogieron un total de 11 pentastómidos de los pulmones y la tráquea; ocho se conservaron en etanol al 70% y tres se conservaron en Formol tamponado neutro al 10 %. Los pentastómidos fueron identificados como *Raillietiella* sp. basado en características morfológicas clave. El análisis molecular confirmó que este parásito pertenece al género *Raillietiella*. Según la secuencia del gen COI (682 pb), era distinta de otras secuencias de *Raillietiella* en *Genbank* (Swanepol et al, 2022).

En una investigación previa realizada en la isla San Cristóbal, hecha por el Ph. Dr. Gregory Lewbart et al (2022), se encontraron pentastómidos en geocos, un reptil pequeño y escurridizo que se encuentra tanto en las zonas intermareales y zonas altas de las islas. Esta investigación sigue en proceso, por lo cual, aún no está publicada, y no se encuentra mucha información disponible.

2.4 Necropsia

2.4.1 Definición.

La necropsia es el examen exhaustivo que se realiza al cuerpo después de la muerte. El propósito de una necropsia es principalmente determinar la

causa de la muerte o la extensión de la enfermedad que padecía. Una necropsia siempre se realizará en un entorno hospitalario o universitario. Esto implica un proceso cuidadoso de disección, observación, interpretación y documentación (Tanatos Formación, 2021).

Todos los hallazgos serán documentados por escrito y con fotografías. Hay que tener en cuenta que algunos hallazgos se interpretan fácilmente, mientras que otros pueden requerir de otras acciones, para ello es necesario la aplicación de pruebas de diagnóstico complementarias, como histopatología, microbiología o serología, que ayudarán a determinar la causa de muerte (Tanatos Formación, 2021).

2.4.2 Normas de bioseguridad.

Según el procedimiento estándar (SOP) normas generales de bioseguridad en el área de Necropsias en el examen postmortem (2017), hecha por la UCM; se requiere que el personal y los estudiantes lleven su traje de bioseguridad propios, guantes de látex, botas de goma, gafas protectoras, si se usa sierra eléctrica. Al terminar la necropsia, se requerirá a los estudiantes que depositen el material de disección en la zona de limpieza del mismo, desechen los guantes, se laven y desinfecten las manos y que limpien sus botas en el lava bota.

2.4.3 Procedimiento.

Para empezar la necropsia, primero se realiza una revisión externa del cuerpo del animal, luego de esto, para empezar con el examen interno, se pone al cadáver en decúbito dorsal y se hace una incisión con bisturí o con tijera por la línea media ventral, desde la cloaca cranealmente hacia el espacio intermandibular. La piel se separa hacia los lados dejando expuestos los músculos y el tejido subcutáneo, en este momento se deben tomar muestras de tejido muscular. Los reptiles, poseen una sola cavidad denominada cavidad celómica (Martínez-Acevedo, 2012).

En todas las especies de reptiles, una vez están expuestos los órganos internos de la cavidad celómica, se realiza un examen que incluya la apariencia general de los órganos, posición o mal posición anatómica, evidencias de fluidos libres en la cavidad, parásitos, celomitis, quistes, abscesos, masas obvias o cualquier otra anomalía. Después de exponer la cavidad celómica, se procede a separar el tracto orofaríngeo, retirando la piel de la mandíbula y cortando por las ramas mandibulares, separando la lengua y examinando la cavidad oral, la glotis y la faringe (Martínez-Acevedo, 2012).

2.3.4 Método de identificación de parásitos.

El diagnóstico de parasitología incluye ectoparásitos como ácaros o garrapatas y endoparásitos como nemátodos, trematodos y cestodos. Para la preservación de ectoparásitos o endoparásitos, se colectan en etanol al 70 %. Además, se pueden realizar pruebas coprológicas como el frotis directo o el método por solución salina saturada (Terrell & Stacy, 2007).

2.3.5 Protocolo de desinfección de instrumental y equipamiento.

Como se menciona en el procedimiento estándar (SOP) normas generales bioseguridad en el área de Necropsias en el examen postmortem (2017), hecha por la UCM, se deben lavar a fondo y desinfectar todos los instrumentos utilizados al final de cada necropsia. Las hojas de bisturí usadas deben desecharse en los contenedores amarillos para objetos punzantes. Al final del día de trabajo la sala de necropsias se lavará con agua y detergentes industriales utilizando agua a presión (Karcher). Diariamente, se barrerá y fregará la sala a fondo.

2.3.6 Desecho de cadáveres.

Al finalizar de la necropsia se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones: realizar el almacenamiento de las muestras y revisar que estén correctamente identificadas, rotuladas y conservadas para los análisis complementarios, lavar y desinfectar correctamente el material usado durante

la necropsia, así como la ropa y las instalaciones. Asegurarse que la carcasa del animal y los tejidos sobrantes sean depositados en bolsas rojas para su posterior recolección y manejo como residuo biológico, puede desecharse en una fosa común, o en cremación, esto depende de cómo se maneje cada sala de necropsia (Martínez-Acevedo, 2012).

Finalmente, el informe de necropsia se realiza tan pronto sea posible con el fin de no olvidar detalles importantes para el diagnóstico final, este informe debe ser detallado y organizado por sistemas, describiendo las lesiones encontradas en cada órgano, así como los órganos en los que no se observaron lesiones (Martínez-Acevedo, 2012).

2.4 Exámenes coprológicos

2.4.1 Definición.

Los exámenes coproparasitológicos son los métodos más utilizados para obtener el diagnóstico de infecciones endoparasitarias, las técnicas más usadas para la detección coproparasitológicos son: la técnica o prueba simple rápida, el método directo y por flotación. El método directo investiga muestras de heces frescas donde buscará formas parasitarias en su mayoría móviles como por ejemplo los protozoarios (Beltrán et al. 2003).

La técnica de flotación se basa en que como su nombre lo indican las formas parasitarias flotan hacia la superficie al presentar una densidad menor a la solución en la que se encuentran. El examen de sedimentación consiste en la gravedad que muestra cada parásito llegando a sedimentar naturalmente en un medio con densidad menor (Beltrán et al. 2003).

2.4.2 Método de frotis directo.

En el método de frotis directo se coloca una gota de lugol con el gotero (procure que la gota sea pequeña (aproximadamente 20 µL) para que no se flote la muestra. Se coloca una pequeña cantidad de muestra de heces y se mezcla con el aplicador. Se deposita en el cubreobjetos, y se procede a examinar la muestra en el microscopio en 10X, o 40X. En el objetivo de 10X

se puede detectar fácilmente huevos de nemátodos, cestodos, o trematodos. Si observó escasos parásitos, la siguiente técnica le permitirá concentrarlos para analizar su morfología más detenidamente (Silva, 2018).

2.4.3 Método de flotación en solución salina saturada.

Según La Guía RVC/FAO para el diagnóstico parasitológico veterinario (2024), se debe preparar la solución salina saturada, con 1 000 ml de agua destilada y se la mezcla con 400 g de sal yodada, una vez preparada la solución, se procede a seguir los siguientes pasos.

Se coloca la muestra de heces del tamaño de un frijol (0.3 g) en un tubo de 13 x 100 cónico, de plástico. Si tiene muchos detritos o partículas grandes, filtrar primero la muestra en gasa, antes de continuar. Si tiene mucho mucus no lo filtre, agregue formol al 5 ó 10 % antes de continuar. Agregar solución salina 0.85 % casi hasta la boca del tubo (Silva, 2018).

Luego llévelo hasta una gradilla sin movimientos bruscos. Coloque un cubreobjetos en la parte superior del menisco, sin perturbarlo y espere 5-10 min. Mientras, prepare un portaobjetos con una gota de lugol. Al terminar el tiempo, lleve el cubre, levantándolo verticalmente con cuidado, y colóquelo sobre la gota de lugol para examinarlo al microscopio, al igual que el anterior método, la muestra puede ser observada con el lente 10X y 40X (Silva, 2018).

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación del ensayo

El presente Trabajo de Titulación, se realizó a cabo en Puerto Ayora isla Santa Cruz, Islas Galápagos. El clima en esta época comprendida desde el mes de octubre a diciembre del 2023 se mantuvo muy cálida y lluviosa debido al fenómeno del niño. Las coordenadas geográficas de la isla corresponden a: latitud: -0.6333 , longitud: -90.3667 , $0^{\circ} 37' 60''$ Sur, $90^{\circ} 22' 0''$ Oeste.

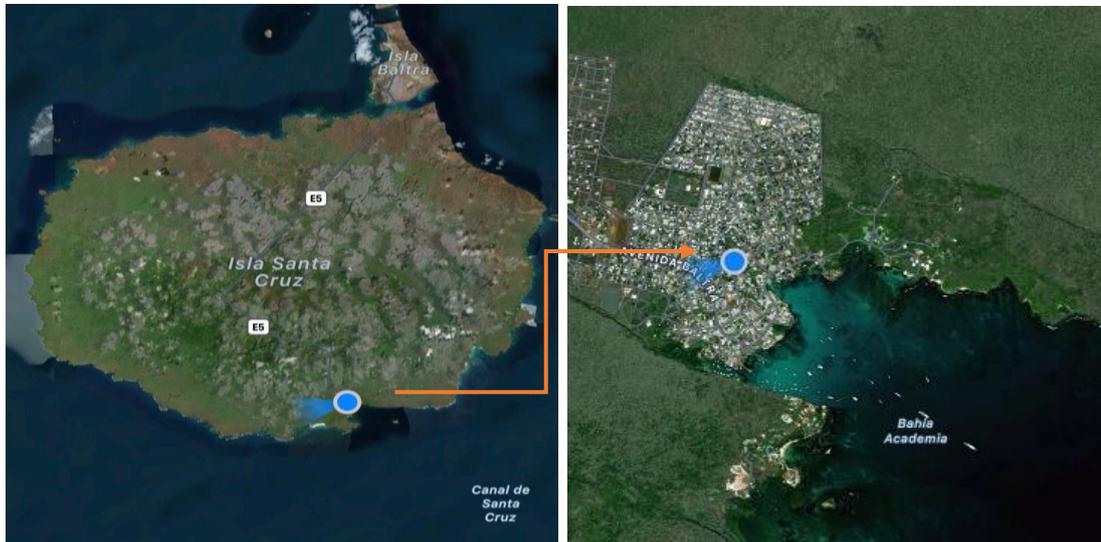


Figura 4 Imágenes satelitales de la Isla Santa Cruz

Fuente: Google Maps, 2023

3.2 Materiales

3.2.1 Materiales de laboratorio.

- Equipo de disección
- Guantes y uniforme de bioseguridad
- Mascarilla
- Desinfectante (clorhexidina)
- Microscopio
- Cubre objeto
- Porta objeto

- Formol tamponado neutro al 10 %
- Recipiente para almacenar muestras.
- Vaso de precipitación
- Tubos de ensayo
- Gradilla
- Palillos de diente
- Solución salina saturada
- Lugol
- Colador
- Varilla para mezclar
- Computadora

3.2.2 Materiales de campo.

- Hielera para recolección de cadáveres
- Refrigerantes
- Etiqueta de identificación
- Hoja de campo
- Bolígrafo
- Funda para cadáveres
- Celular

3.3 Tipo de estudio

Principalmente, este fue un estudio de campo, con un enfoque descriptivo, además de cuantitativo, debido a que esta investigación se basa en la búsqueda del pentastómido en iguanas marinas, considerando la patología causada a diferentes órganos.

Por otro lado, la frecuencia en presencia del pentastómido nos da la oportunidad de realizar el enfoque cuantitativo, que permitió mediante análisis estadístico determinar la frecuencia de lo investigado. También, fue correlacional, al buscar si existió relación entre la edad, el sexo y la ubicación geográfica del hallazgo de los cadáveres con la presencia del parásito.

3.4 Población y muestra

La población se basó en las iguanas que habitan en Puerto Ayora, Isla Santa Cruz, del archipiélago de Galápagos. La muestra correspondió a los cadáveres de las iguanas encontradas en el recorrido de bahía academia, playa de los perros, playa Tortuga Bay. En la bahía academia, se clasificaron las zonas en: Puerto Núñez, Barranco, Playa La Ratonera, Playa La Estación, Muelle del Parque Nacional Galápagos, Muelle de los Pescadores, Capitanía, y Parque San Francisco; durante el periodo comprendido entre octubre a diciembre de 2023.

3.3 Método

Se aplicó la exploración por medio de las necropsias con el fin de encontrar a los pentastómidos, y a la vez, se realizaron exámenes coprológicos para determinar la ausencia o presencia de huevecillos de los endoparásitos. Los estudios coprológicos se basaron en frotis directo y técnica de flotación por solución salina saturada. Estos procedimientos están descritos a profundidad más adelante.

3.3.1 Recolección de cadáveres.

Se realizaron recorridos programados en horarios y días para la búsqueda de los cadáveres en los sectores ya previamente indicados, y en toda la zona marcada con color naranja en el siguiente mapa que corresponde a bahía academia. Al encontrar la muestra, se las recolectó en fundas específicas que se rotularon para identificar su ubicación, día y hora de recolección. Luego se colocaron en la hielera para posteriormente trasladados al laboratorio.



Figura 5: Mapa de Pto, Ayora.
Fuente: Maps de iOS, 2016

3.3.2 Estudio mediante la necropsia.

Mediante la necropsia se investigó la presencia o ausencia del parásito, su ubicación anatómica y las lesiones encontradas en distintos órganos. En detalle para iniciar la necropsia, al momento de contar con el cadáver, primero se lo trasladó a la sala de necropsias del Parque Nacional Galápagos; se enfatizó en la bioseguridad, usando adecuadamente la vestimenta, guantes y mascarilla.

Ahora sí, para empezar la necropsia, se colocó la iguana marina de decúbito dorsal y se hizo una incisión con bisturí por la línea media ventral ayudándose también con una tijera desde la cloaca cranealmente hacia el espacio intermandibular, la piel se separó hacia los lados dejando expuestos los músculos y el tejido subcutáneo.

Luego de esto, se fue revisando los órganos de manera craneal-caudal, empezando por la exploración de la boca, el esófago, la tráquea, teniendo en cuenta que este reptil no posee diafragma. Por lo que, se puede observar los órganos con mayor facilidad; se procedió a explorar en el siguiente orden: pulmones, corazón, hígado, vesícula, estómago, intestinos, riñones y la

cloaca, en este último órgano, se procedió a tomar las muestras de heces para su estudio coprológico.

Para culminar con este procedimiento, se desechó el cadáver envolviéndolo bien en fundas, para luego ser enterrado en el área de desecho de cadáveres o de ser necesario arrojarlo en la fosa de cadáveres del Parque Nacional Galápagos.

3.3.3 Examen coprológico.

Para poder tener un estudio coprológico más detallado se realizaron dos técnicas, que se detallan a continuación.

3.3.3.1 Frotis directo.

En esta técnica, primero se colocó una gota de lugol con el gotero en el portaobjeto. Luego, se colocó una pequeña cantidad de muestra de heces con ayuda de un palillo, y se procedió a mezclar. En el paso siguiente, se colocó el cubreobjetos, y se procedió a examinar la muestra en 10X, y 40X, aunque en el objetivo de 10X ya se puede detectar fácilmente huevecillos.

Al observar escasos parásitos, la siguiente técnica que permitió concentrarlos los huevos de parásitos, y poder analizar su morfología más detenidamente es la siguiente.

3.3.3.2 Flotación en solución salina saturada.

Cómo primer paso, se colocaron 5 g de heces y 15 ml de la solución salina saturada, en un vaso de precipitación y con ayuda de la varilla se mezcló muy bien; el segundo paso, fue pasar la mezcla por un colador, y este filtrado se lo colocó en un tubo de ensayo que se llenó hasta el tope hasta dejarlo en una forma convexa, luego de esto, se colocó un cubreobjeto encima del tubo de ensayo y se esperó de 15 a 20 minutos.

Finalmente, se retiró cuidadosamente el cubreobjeto y se colocó en un portaobjeto, que previamente colocamos una gota de lugol, después de esto,

se procedió a observar la muestra en un microscopio con el lente objetivo de 10X, y de 40X.

3.4 Análisis estadístico

Se analizaron los datos obtenidos procesándolos en hojas de cálculo para establecer el comportamiento de las variables, la frecuencia con que se observan y mediante gráficos se analizó sus diferencias. También se determinó la frecuencia de parásitos en las iguanas, midiendo la proporción de iguanas que están infestadas con parásitos, esto se expresó como un porcentaje.

Por otro lado, para determinar si existió significancia en los datos obtenidos se aplicó la prueba estadística exacta de Fisher, la cual ayudó a determinar en una población pequeña, de menos de 10 individuos, si existió una asociación significativa entre la presencia de parásitos y variables en estudio.

3.5 Variables

Se analizaron las siguientes variables:

3.5.1 Dependientes.

Presencia de pentastómido adulto:

- Si
- No

Presencia de huevos de pentastómidos:

- Si
- No

Lesiones anatómicas:

- Úlcera
- Hemorragias

- Laceraciones
- Obstrucciones
- Abscesos
- Ampollas
- Vesículas
- Pústulas
- Quistes
- Erosiones
- Fístulas
- Tubérculos
- Infiltraciones

Presencia de otro tipo de parásito:

- Si
- No

Especifique cual:

3.5.1 Independientes.

Estado del cadáver:

1. Fresco, no ha pasado muchas horas desde que falleció.
2. Estado descomposición en proceso inicial.
3. Descomposición moderada, lleva más de un día fallecido.
4. Descomposición intermedia, su cuerpo se encuentra hinchado.
5. Descomposición avanzada, su putrefacción ya no permite un estudio de necropsia.

Sexo:

- Hembra
- Macho

Edad:

- Juvenil
- Adulto

Ubicación geográfica:

- Z0: Barrancos
- Z1: Playa la ratonera
- Z2: Biomar
- Z3: Playa la estación
- Z4: Muelle DPNG
- Z5: Muelle de los pescadores
- Z6: Muelle artesanal
- Z7: Capitanía
- Z8: Parque San Francisco
- Z9: Playa de los perros
- Z10: Playa Tortuga Bay
- Z11: Puerto Nuñez

4 RESULTADOS

Luego de realizada la recolección de las muestras de cadáveres de iguanas y realizada la investigación, estos son los resultados:

4.1 Información general de las de iguanas en estudio

En la **Figura 6**, se puede observar que, de los siete cadáveres de iguanas procesadas, tres fueron hembras y cuatro machos; en cuanto a la edad, se registró un total de tres adultos y cuatro juveniles.

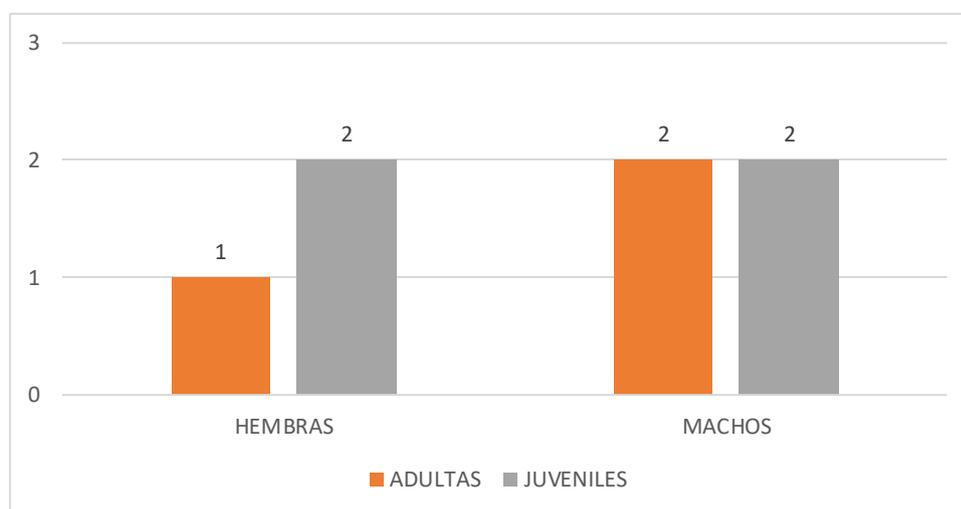


Figura 6 Frecuencia de iguanas según el sexo y edad

Elaborado por: El Autor

En la **Figura 7**, se detalla la procedencia de las iguanas en estudio, donde se puede observar que, la zona 0 (Z0) corresponde al barranco, en donde se encontró más de un espécimen de iguana marina, al igual que en la zona (Z11) correspondiente a Punta Nuñez, luego tenemos solo un cadáver encontrado en el restante de zonas, que corresponden a: Biomar (Z2), Playa de los perros (Z9), y Playa Tortuga Bay (Z10).

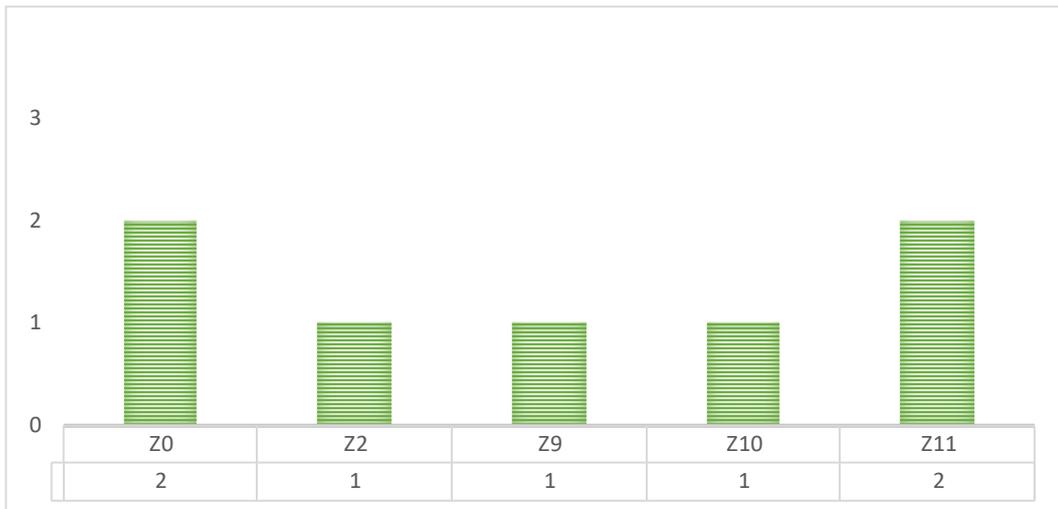


Figura 7: Frecuencia de las zonas de procedencia de las iguanas marinas.
Elaborado por: El Autor

En la **Figura 8**, se puede observar el porcentaje del estado de descomposición de los cadáveres encontrados para el estudio, dando como resultado un 57 % de los cadáveres encontrados frescos, lo cual significa que no pasó pocas horas desde su descenso; un 29 % encontrados en un estado de descomposición inicial, que hace referencia a que el cadáver pasó las 24 horas desde que falleció; y un 14 % para los cadáveres que se encontraron en una descomposición moderada, lo cual significa que el cadáver superó las 48 horas de fallecido.

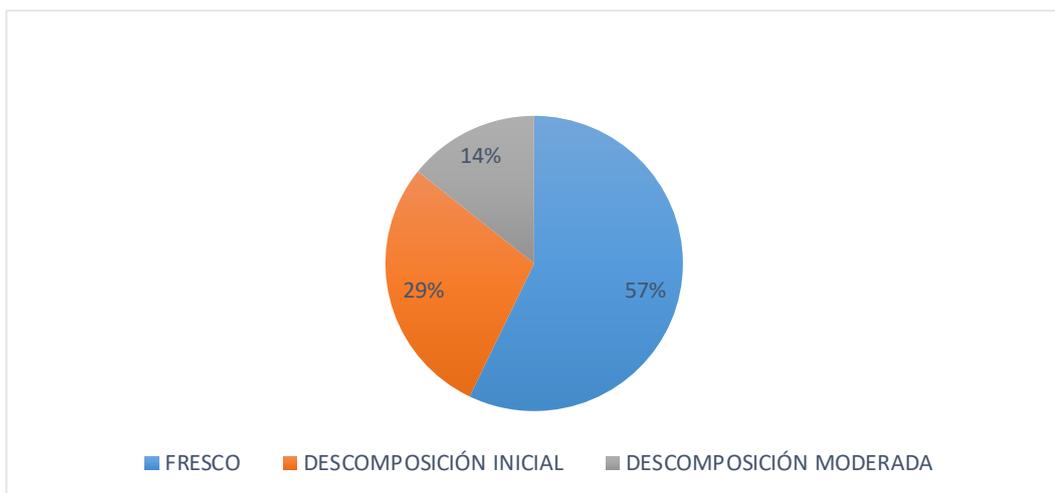


Figura 8: Porcentaje del estado de los cadáveres de las iguanas marinas.
Fuente: El Autor

4.2 Resultado de las necropsias en las iguanas

En la **Figura 9**, se puede observar la frecuencia de lesiones patológicas en las iguanas marinas, siendo el pulmón el órgano más afectado a causa de hemorragias, un absceso y una vesícula; los intestinos por obstrucción y vesículas; y la vesícula biliar, tres casos de erosión.

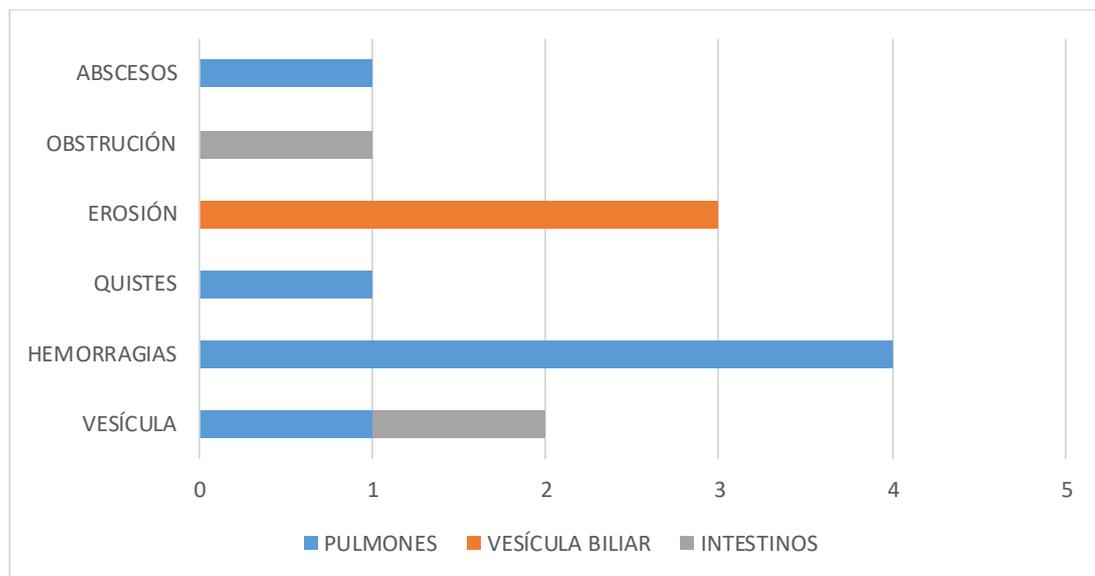


Figura 9: Frecuencia de lesiones patológicas en iguanas marinas según el órgano afectado.

Elaborado por: El Autor

La mayoría de iguanas marinas encontradas para este estudio, fueron iguanas que al principio sus estados de salud y condición corporales eran malas, estando delgadas, estas fueron monitoreadas alrededor de tres a seis semanas hasta su muerte, pudiendo así evaluar los cambios extremos en su condición corporal, donde no poseían casi nada de grasa corporal, viéndose externamente esqueléticas. De la misma forma, días antes de comprobar su muerte, difícilmente podían moverse para evadir la captura. A excepción de dos especímenes que no fueron monitoreados y se los encontró ya muertos, además de que, en su mayoría se las encontró atrapadas entre las rocas.

En este estudio, el órgano más afectado fue los pulmones, para cuatro iguanas marinas, en donde se encontró a dos individuos con hemorragias, uno con hemorragia y abscesos; y otro con una vesícula. Estos individuos posiblemente fueron revolcados por las fuertes mareas hacia las rocas, y a

causa de su propio estado de debilidad por falta de alimento, y condición esquelética, favoreció a fallecer antes de lo previsto, afectando así principalmente a sus pulmones, que es el órgano mas afectado en un estado donde se involucra el mar.

En dos de las iguanas marinas en estudio no se encontraron contenido en el estómago y curiosamente la tinción de bilis verde se extendían rápidamente por casi toda la cavidad torácica, el hígado, los pulmones, los intestinos y las paredes del cuerpo después de la muerte. Los estómagos de las restantes iguanas marinas generalmente contenían muy poco contenido de algas, y que, además, el contenido incluía piedras pequeñas, que fue el caso de una de las iguanas, que mostro también, obstrucción gástrica a causa de estas piedras.

Para el resto de los órganos, no se encontró algo que fuera anormal; aunque la ausencia casi completa de grasa fue sorprendente, se la puede asociar fácilmente al fenómeno del Niño, porque como se menciona en el marco teórico, este fenómeno natural, afecta en la alimentación de las iguanas marinas, provocando desnutrición y llevándolas a condiciones extremas que básicamente las llevan a la muerte por inanición.

Por otro lado, la exploración externa de los cadáveres, no se encontró alguna anomalía o traumatismo serio, solo la apreciación de ectoparásitos como garrapatas, que son poco relevantes para este estudio. Algo realmente notorio, fue la delgadez en la que se encontraban, que incluso la cola y la cabeza se notaban extremadamente esquelética.

4.3 Frecuencia de endoparásitos en las iguanas de estudio

En la **Figura 10**, encontramos la frecuencia de endoparásitos que se hallaron por medio de las necropsias, dando seis casos positivos para trematodos, cero casos para pentastómidos, y un caso donde no se encontró ningún tipo de parásito.

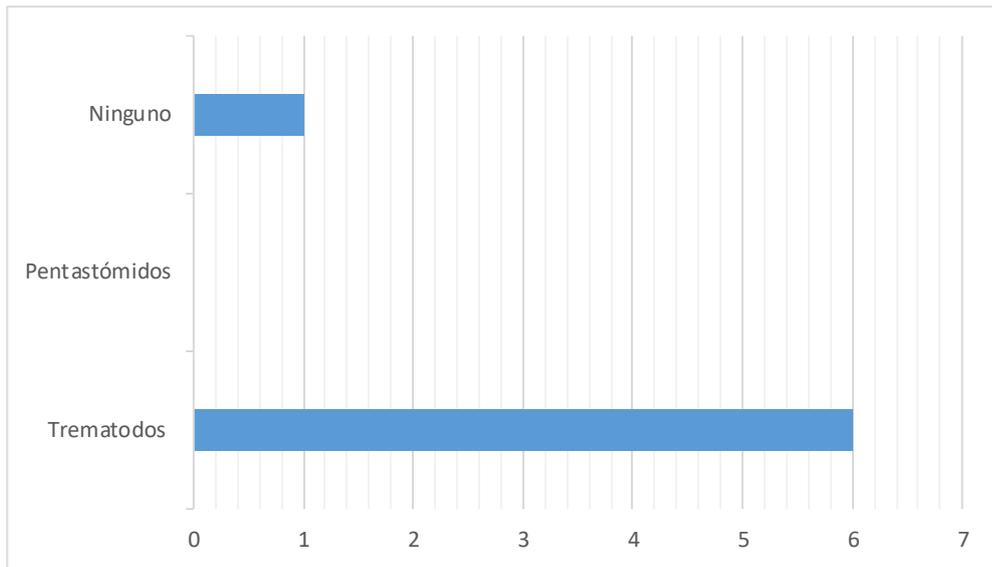


Figura 10: Frecuencia de endoparásitos en las iguanas marinas en estudio.
Elaborado por: El Autor

En la **Figura 11**, se muestra la frecuencia de trematodos en las muestras de estudio, en donde, en el 57 % de las iguanas se observó una baja presencia de trematodos, mientras que en, el 29 % había más presencia de este tipo de parásitos, y un 14 % no se presentó ningún parásito como tal.

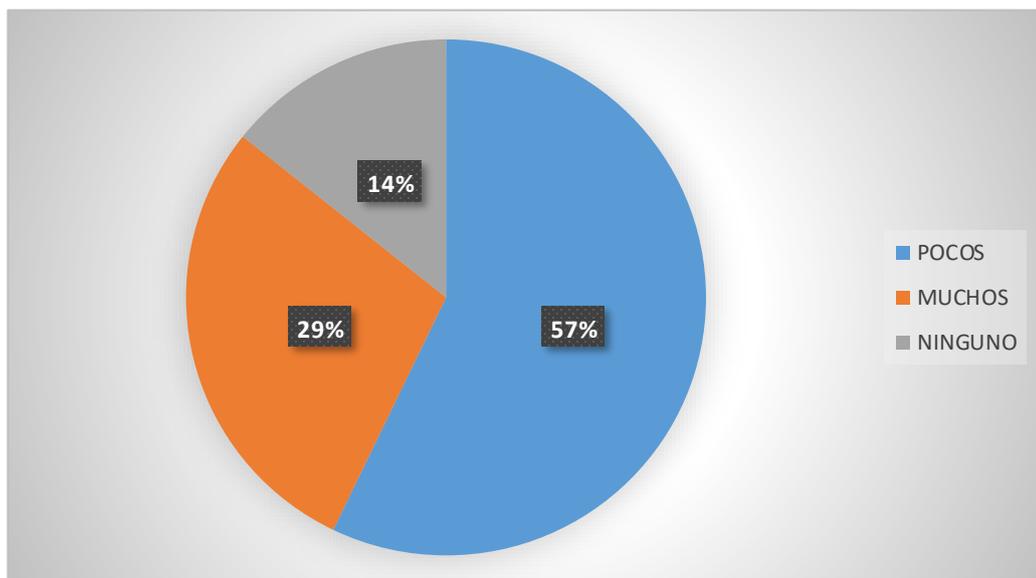


Figura 11: Porcentaje de la presencia de trematodos en las iguanas marinas.
Elaborado por: El Autor

En la siguiente **Figura 12**, se muestra la frecuencia de las especies de trematodos que se encontraron en las necropsias en las siete iguanas marinas, en donde cada una lleva una codificación de SC (Santa Cruz) dando referencia a la isla donde se encontró a los cadáveres, y seguido de la numeración que va del 001 al 007; y dio como resultado la presencia de los trematodos: *Iguanacola navicularis*, *Cetiosaccus galapagensis*, y *Pyelosomum amblyrhynchi*.

De los cuales, se hallaron cinco casos de *Iguanacola navicularis*; cuatro casos de *Cetiosaccus galapagensis*; y un caso de *Pyelosomum amblyrhynchi*; y en conjunto también lo podremos interpretar como tres individuos que presentaron *Iguanacola navicularis* y *Cetiosaccus galapagensis*; dos individuos que presentaron únicamente *Iguanacola navicularis*; y por último un individuo que presentó *Cetiosaccus galapagensis* y *Pyelosomum amblyrhynchi*.

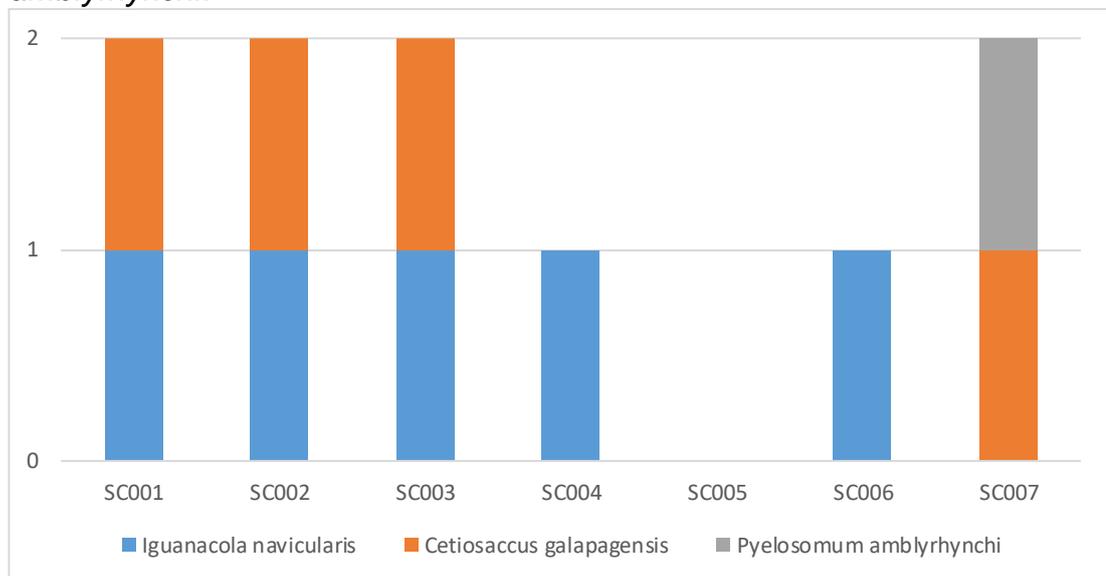


Figura 12: Frecuencia de distintos trematodos en las iguanas marinas.

Elaborado por: El Autor

Por otro lado, y como se menciona en el marco teórico, estos trematodos se encontraron ubicados en el estómago y los intestinos hasta el final del colon, en cantidades que varían entre pocos a muchos, como se menciona en la **Figura 11**.

4.4 Resultados de los exámenes coprológicos

En la siguiente **Tabla 1**, se puede apreciar los resultados de el examen coprológico por método directo, de donde una de las iguanas marinas en estudio se encontró huevo de ácaros, y en otra de ellas se visualizó al trematodo de la especie *Pyelosomum amblyrhynchi* (PA) y a sus huevecillos en su interior, esto se pudo observar al usar el lente 40X.

EJEMPLAR	M.DIRECTO
SC001	TROFOZOÍTOS DE ENTOAMEBAS
SC002	N
SC003	N
SC004	N
SC005	N
SC006	N
SC007	PA/ y sus huevecillos

Tabla 1: Resultado del examen coprológico por método directo

Elaborado por: El Autor

En la siguiente **Tabla 2**, se muestra los resultados del examen coprológico con el método de flotación en solución salina saturada, dando como resultado a un caso donde se encontró huevecillos de nematodos, y otro donde se encontraron artefactos (organismos vegetales, o esporas que pueden ser confundidos por parásitos).

EJEMPLAR	M. FLOTACIÓN
SC001	N
SC002	N
SC003	HUEVO DE NEMATODOS
SC004	N
SC005	N
SC006	N
SC007	ARTEFACTOS

Tabla 2: Resultado del examen coprológico por método de flotación por solución salina saturada.

Elaborado por: El Autor

Siendo el tema fundamental de la presente investigación el pentastómido, el análisis de significancia se realizó en base a la presencia de trematodos que se encontraron en las necropsias, de las cuales no se encontró significancia en la prueba exacta de Fisher, al determinar un p valor superior a 0.05 (Ver anexo 2), donde no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula, por lo cual podemos deducir que no existe una relación entre el sexo de las iguanas marinas y la presencia de trematodos.

5 DISCUSIÓN

Este estudio pretendía encontrar pentastómidos del género *Raillietiella*, similares a los encontrados en tortugas en las islas Galápagos, y tratar de asociar este parásito a algún ciclo biológico que relacione a más reptiles, puesto a que este pentastómido ha sido descubierto recientemente, y aun no se tiene claro sus posibles hospedadores. Añadiendo a esto, el descubrimiento aún no publicado, de los mismos investigadores que descubrieron a este parásito en lagartijas y gecos, que son reptiles muy comunes de las islas, y que fácilmente se movilizan de la zona intermareal (donde las iguanas se encuentran), y la zona alta (usualmente donde se encuentran las tortugas gigantes).

Con lo expuesto anteriormente, existía una sospecha de que las iguanas marinas podrían también albergar a este parásito. Sin embargo, no se logró encontrar a ningún pentastómido como tal; los hallazgos que sí se dieron fueron los pocos estudiados trematodos, que tienen un fuerte vínculo de mutualismo con las iguanas marinas.

Como se menciona en el estudio hecho Lowenstein y Vercammen-Grandjean, que fue la primera vez que se hizo un estudio de parasitología en las iguanas marinas de Galápagos en el año 1967, donde se reconocieron y nombraron a tres diferentes especies de trematodos: *Iguanacola navicularis*, *Cetiosaccus galapagensis*, y *Pyelosomum amblyrhynchi*. Estas especies de trematodos coinciden en tamaño y forma como se muestra en la **Figura 2**, en los hallazgos parasitológicos de los exámenes coprológicos de este estudio (véase el anexo 4).

De tal forma que, hasta la fecha, no se ha podido registrar a otro parásito en las iguanas marinas de los que ya se han mencionado; no obstante, se pudo visualizar los huevecillos del trematodo de la especie *Pyelosomum amblyrhynchi* a través del microscopio óptico en el lente de 40 X (véase el anexo 4), pudiéndolo considerar como un pequeño aporte adicional para el entendimiento de la parasitosis de este trematodo.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Desafortunadamente durante todo el proceso de recolección de datos y salida de campo que se realizó el presente estudio, no se encontró ninguna presencia de pentastómidos en las siete iguanas marianas procesadas, por lo que tampoco se las pudo relacionar con las lesiones patológicas encontradas.

Sin embargo, se registró la presencia de trematodos y daños a distintos órganos por medios de necropsias, que incluían en su mayoría hemorragias en los pulmones, además del reporte de un absceso, y un quiste en este mismo órgano; el segundo órgano más afectado fue la vesícula biliar, donde se encontraron erosiones; y, por último, en los intestinos se reportó un caso de obstrucción a causa de piedras, y otro caso de vesícula.

Por otro lado, los resultados de los exámenes coprológicos tampoco dieron positivo para algún hallazgo de la presencia de los pentastómidos como tal, pero dieron resultados para identificar a las tres especies de trematodos: *Iguanacola navicularis*, *Cetiosaccus galapagensis*, y *Pyelosomum amblyrhynchi*; se observó también, huevecillos en el interior del trematodo del género *Pyelosomum amblyrhynchi*; y huevecillos de nematodos. Además de un caso de posible trofozoíto de entoamebas y artefactos (que son fibras vegetales, polen, etc, que pueden ser confundidos con parásitos).

En este estudio, al no encontrarse con ningún pentastómido, no se pudo correlacionar la presencia del mismo con su ubicación y las lesiones anatómicas en el sitio de su hallazgo; no obstante es posible mencionar el lugar de preferencia en donde se encontró a los trematodos; *Cetiosaccus galapagensis* mayormente a lo largo del intestino, mientras que, para la especie *Iguanacola navicularis* se ubicaban en mayor concentración en el estómago, y por último, el único caso con la especie *Iguanacola navicularis*, se las pudo observar al final del colon.

Se concluye que, estas alteraciones patológicas causadas en los órganos ya mencionados, no se produjeron por causas parasitarias, si no que, se produjeron debido a la vivencia extrema que empezaron a sufrir debido al fenómeno del niño, donde al estar el mar más caliente de lo normal, las algas verdes que normalmente comen dejan de proliferar, y su alimento principal empiezan a escasear, llevándolas a su aniquilación por inanición.

6.2 Recomendaciones

Las fechas en donde se podrían obtener un mayor número de muestras son en los meses de finales de diciembre a marzo, siempre y cuando coincide un fenómeno del niño, puesto a que estas es la temporada en donde realmente se llega a observar una mortalidad mayor en las iguanas marinas a comparación con los demás meses del año.

Expandir los meses de recolección de muestras ayudaría también a obtener más muestras, además de tratar de obtener datos de las otras especies de iguanas marinas que se encuentran en distintas islas, con la finalidad de realmente ser capaz de rechazar la posibilidad de que las iguanas marinas podrían hospedar a los parásitos pentastómidos.

Por otro lado, sería interesante estudiar nuevamente a los trematodos, y tratar de determinar su presencia con el posible caso de mutualismo, y el hecho de que las tres especies de trematodos registrados se pueden encontrar o no en distintas proporciones en las iguanas marinas, y como su presencia y ausencia podría estar relacionado con incrementar o atrasar el proceso de inanición de las iguanas marinas que las llevan a su muerte a causa del fenómeno del niño.

Finalmente, sería interesante probar con otros tipos de exámenes coprológicos que amplíen los objetivos y den resultados más amplios y variados de la parasitología de las iguanas marinas, relacionando el entomo y otras especies animales que comparten espacios con esta especie.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abele, L. K. (1989). Molecular evidence for inclusion of the phylum Pentastomida in the Crustacea. *Molecular Biology and Evolution* , 685-691. Obtenido de: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.molbev.a040581>
- Arteaga, A., Bustamante, L., Viera, J., Tapia, W., & Guayasamin, J. (2019). Reptiles of the Galapagos: Life on the Enchanted Islands. Quito: Tropical Herping. DOI: 10.47051/AQJU7348
- Bartholomew, George A; and Lasiewski, Robert C. (1965). Heating and cooling rates, heart rate and simulated diving in the Galapagos marine iguana, *Comparative Biochemistry and Physiology*. Volume 16, Issue 4, Pages 573-582, ISSN 0010-406X, Obtenido de: [https://doi.org/10.1016/0010-406X\(65\)90320-8](https://doi.org/10.1016/0010-406X(65)90320-8)
- Beltrán, M; Tello, R; Náquira, C. (2003). Manual de procedimientos de laboratorio para el diagnóstico de los parásitos intestinales del hombre. Lecca, L (ed.). Lima, Instituto Nacional de Salud, vol.37. 101 p.
- Buttemer, W.A., Dawson, W.R. (1993). Temporal pattern of foraging and microhabitat use by Galápagos marine iguanas, *Amblyrhynchus cristatus*. *Oecologia* 96, 56–64. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00318031>
- Carpenter, C. (1966). The marine iguana of the Galapagos Islands, its behavior and physiology. *Proc. Calif. Acad. Sc*, 329-376. Obtenido de: <https://www.biodiversitylibrary.org/part/53309>
- Christoffersen, M. L., & Eriberto de Assis, J. (2015). Pentastomida. *Revista IDE@ - SEA*, nº 98A. Obtenido de: http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_98B.pdf
- Cooper, J. a. (1987). Investigation of deaths in marine iguanas (*Amblyrhynchus cristatus*) on galapagos. Department of Pathology,

Royal College of Surgeons of England, 35-43. DOI: 10.1016/0021-9975(87)90032-6

Cordero, M; Rojo, F. (2001). Parasitología Veterinaria. Madrid, España, McGRAW-HILL-INTERAMERICANA DE ESPAÑA. 987 p.

Cox, A. (1971). Paleomagnetism of San Cristobal Island, Galapagos. Earth Planet Sci. Lett. 11, 152-160. ISSN 0012-821X,

Dawson, W. R., Bartholomew, G. A., & Bennett, A. F. (1977). A Reappraisal of the Aquatic Specializations of the Galapagos Marine Iguana (*Amblyrhynchus*). *Evolution*, Vol. 31, No. 4, 891-897. Obtenido de: <https://doi.org/10.2307/2407452>

Drent J., Van Marken Lichtenbelt D. & Wikelski M. (1999). Effects of foraging mode and season on the energetics of the Marine iguana, *Amblyrhynchus cristatus*. En: *Functional Ecology*. British Ecological Society. 13: 493-499. Obtenido de: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.1999.00337.x>

Eibl-Eibesfeldt I. (1962). Neue Unterarten der Meereohse. *Amblyrhynchus cristatus*, nebst weiteren Angaben zur Biologie der Art. *Senckenbergiana Biologica* 43: 177–199. Obtenido de: <https://www.darwinfoundation.org/es/datazone/checklist?species=5258>

Espinoza, E., Suarez, J., Proaño, A. (2014). PROTOCOLO PARA MONITOREO DE IGUANAS MARINAS (*AMBLYRHYNCHUS CRISTATUS*). Dirección del Parque Nacional Galápagos, Dirección de Ecosistemas, Proceso de Conservación y Uso de los Ecosistemas Marinos, Subproceso de Monitoreo de los Ecosistemas Marinos [Archivo PDF]. Obtenido de: [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(71\)90158-0](https://doi.org/10.1016/0012-821X(71)90158-0).

- Garske L.E. (2002). Macroalgas Marinas. En: Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad. Eva Danulat y Graham J. Edgar (editores): 419-431. Estación Científica Charles Darwin / Servicio del Parque Nacional. Santa Cruz, Galápagos, Ecuador. Obtenido de: https://www.researchgate.net/profile/Vanessa_Francisco/publication/233390688_Comunidades_Submareales_Rocosas_I_Organismos_Sesiles_y_Mesoinvertebrados_moviles/links/554bb9650cf29f836c98eece/Comunidades-Submareales-Rocosas-I-Organismos-Sesiles-y-Mesoinvertebrados-moviles.pdf
- Kelehear, C., Brown, G., & Shine, R. (2012). Size and sex matter: Infection dynamics of an invading parasite (the pentastome *Raillietiella frenatus*) in an invading host (the cane toad *Rhinella marina*). *Parasitology* 139, 1596–1604. DOI:10.1017/S0031182012000832
- La Guia RVC/FAO para el Diagnóstico Parasitológico Veterinario (2024). Flotación de fluidos: Huevos para cultivo. Obtenido de: https://www.rvc.ac.uk/review/parasitology_spanish/flotation/Flotation_fluids/General.htm
- Laurie, A. (1983). Marine iguanas in Galapagos. Obtenido de Oryx: <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/5F9EE0996D653B29EB77BD6DDA2A6E9E/S0030605300018342a.pdf/marine-iguanas-in-galapagos.pdf>
- Laurie, W., & Brown, D. (1990). Population biology of marine iguanas (*Amblyrhynchus cristatus*). III. Factors affecting survival. *Journal of Animal Ecology* 59(2), 545–568. Obtenido de: <https://doi.org/10.2307/4880>
- Lifeder. (16 de diciembre de 2020). Tremátodos: características, especies, contagio, síntomas. Recuperado de: <https://www.lifeder.com/trematodos/>

- Llerena, A., Márquez, C., & Jaramillo, H. L. (2004). Abundancia de *Amblyrhynchus cristatus* en el niño (97-98) y la niña (01-02) en Santa Cruz, Galápagos. Puerto Ayora: Ecología Aplicada, 3(1,2).
- Lowenstein, J., & Vercammen-Grandjean, P.H. (1967). The intestinal Pronocephalidae (Vermes; Trematoda) of the marine Iguana from the Galapagos Islands; a possible case of pure mutualism. *Annales de Parasitologie*, 435-441. Obtenido de: <https://doi.org/10.1051/parasite/1967424435>
- MacLeod, A, Nelson, K.N, & Grant, T.D. (1 de Diciembre de 2019). *Amblyrhynchus cristatus* (errata version published in 2020). Obtenido de The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T1086A177552193.: Obtenido de: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T1086A177552193.en>
- MacLeod A et al. (2015). Hybridization masks speciation in the evolutionary history of the Galapagos marine iguana. *Proc. R. Soc. B* 282: 20150425. Obtenido de: <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2015.0425>
- MacLeod, A. N. (Enero de 2020). *Amblyrhynchus cristatus* (errata version). Obtenido de [iucnredlist](https://www.iucnredlist.org/species/1086/177552193): Obtenido de: <https://www.iucnredlist.org/species/1086/177552193>
- Martínez-Acevedo, L.S. (2012). TÉCNICA DE NECROPSIA EN REPTILES. Obtenido de: <https://www.semanticscholar.org/paper/T%C3%89CNICA-DE-NECROPSIA-EN-REPTILES-Mart%C3%ADnez-Acevedo/463eda2aef98dd327a3905fc273a2e99f75d150a>
- Miralles. A, Macleod. A, Rodríguez. A, Ibáñez. A, Jiménez-Uzategui. G, Quezada. G, Vences. M, Steinfartz. S, (2017). Shedding light on the Imps of Darkness: an integrative taxonomic revision of the Galápagos marine iguanas (genus *Amblyrhynchus*), *Zoological Journal of the*

Linnean Society, Volume 181, Issue 3, November 2017, Pages 678–710, Obtenido de: <https://doi.org/10.1093/zoolinnea/zlx007>

Poore, G. C. (2012). The nomenclature of the recent Pentastomida (Crustacea), with a list of species and available names. *Systematic parasitology*, 82(3), 211–240. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s11230-012-9363-x>

Rauch, N. (1985). Female habitat choice as a determinant of the reproductive success of the territorial male marine iguana (*Amblyrhynchus cristatus*). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 16:125-134. DOI: 10.1006/anbe.1996.0199

Ruttenberg, B. I. (2001). Effects of Artisanal Fishing on Marine Communities in the Galápagos Islands. *Conservation Biology*, 15(6), 1691–1699. Obtenido de: <http://www.jstor.org/stable/3061270>

Silva, L. G. (20 de Octubre de 2018). Diagnóstico coproparasitológico (cps) b) cps mediato directo y cps por centrifugación-flotación. Obtenido de ClubEnsayos. Obtenido de: <https://www.clubensayos.com/Ciencia/PR%C3%81CTICA-N-6-Diagn%C3%B3stico-Coproparasitosc%C3%B3pico-Mediato/4530101.html>

Swanepol, L., Loyola, A., Flowers, J., Lewbart, G., Garrett, K., & Yabsley, M. (2022). Infection with a novel pentastome (*Raillietiella* sp.) in a juvenile. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2022.100782>

Tanatos Formación. (Diciembre de 7 de 2021). Necropsia: ¿Qué es y para qué sirve? Obtenido de Tanatos Formación. Obtenido de: <https://tanatosformacion.com/necropsia-que-es-y-para-que-sirve/>

Terrell, S. P., & Stacy, B. A. (2007). Reptile necropsy techniques. En T. & Group, *Infectious diseases and pathology of reptiles* (págs. 219-236). Jacobson ER. ISBN 9780429119651

- Terán Z, María del Carmen; Estrada V, Mariana; y Puente, Manolo. (2014). Prevalencia endoparasitaria de serpientes *Bothrops asper* (Garman, 1884) y *Bothrops atrox* (Linnaeus, 1758) en condiciones de cautividad en el Ecuador. Instituto Nacional de Salud Pública e Investigación INSPI. Guayaquil, Ecuador Obtenido de: <https://remcb-puce.edu.ec/remcb/article/view/252/199>
- Trillmich, K.G.K., Trillmich, F. Foraging strategies of the marine iguana, *Amblyrhynchus cristatus*. *Behav Ecol Sociobiol* 18, 259–266 (1986). Obtenido de: <https://doi.org/10.1007/BF00300002>
- Universidad Complutense Madrid (UCM). (2017). CAPÍTULO VI BIOSEGURIDAD NECROPSIAS. Procedimiento Estándar (SOP) Normas generales Bioseguridad en el área Normas generales Bioseguridad en el área de Necropsias y en el examen postmortem. Obtenido de: https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrijwtMWJRI8a4c1npXNyoA;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1704249548/RO=10/RU=https%3a%2f%2fwww.ucm.es%2fdata%2fcont%2fmedia%2fwww%2fpag-92205%2fCAPI%25CC%2581TULO%2520VI%2520BIOSEGURIDAD%2520NECROPSIAS.pdf/RK=2/RS=ZXafx5UiO_B_YQ6hd_hVxB Sr.4o-
- Wikelski, M., & Baurle, S. (1996). Pre-copulatory ejaculation solves time constraints during copulations. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 263(1369), 439–444.
- Wikelski, M., & Trillmich, F. (1997). Body size and sexual size dimorphism in marine iguanas fluctuate as a result of opposing natural and sexual selection: an island comparison. *Evolution*, 51: 922-936. Obtenido de: <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1997.tb03673.x>
- Wikelski, M., & Trillmich, F. (1994). Foraging Strategies of the Galapagos Marine Iguana (*Amblyrhynchus Cristatus*): Adapting Behavioral Rules

To Ontogenetic Size Change. Behaviour, 128(3-4), 255-279.
<https://doi.org/10.1163/156853994X00280>

ANEXOS

Anexo 1

Hoja de campo

E. COPROLOGICO				
M.DIRECTO	ESPECIE DE TREMATODO	OBSERVACIONES	M.FLOTACION	OBSERVACIONES
TREMATODOS	CG/IN	Z	HUEVO DE ÁCAROS	X
TREMATODOS	CG/IN	Y	N	X
TREMATODOS	CG/IN	Z	UEVO DE NEMÁTOD	X
TREMATODOS	CG	Y	N	X
TREMATODOS	PA	X	N	X
TREMATODOS	CG	Y	N	X
TREMATODOS	CG/PA	Y	N	X

LISTA DE LESIONES	
NINGUNA	N
ULCERAS	U
HEMORRAGIA	H
LACERACION	L
OBSTRUCCION	O
ABCESESOS	A
AMPOLLAS	AM
VESICULAS	V
PUSTULAS	P
QUISTES	Q
EROSIONES	E
FISTULAS	F
TUBERCULOS	T
INFINTRACCIO	I

L. PRECEDENCIA
Z0: Barrancos
Z1: Playa la ratonera
Z2: Biomar
Z3: Playa la estación
Z4: Muelle DPNG
Z5: Muelle de los pescadores
Z6: Muelle artesanal
Z7: Capitania
Z8: Parque San Francisco
Z9: Punta Nuñez
Z10: Playa de los perroS
Z11: Playa Tortuga Bay

OBSERVACION	PARÁSITOS	ESPECIE DE TREMATODO	
NINGUNO: X	PENTASTÓMIDOS	<i>Cetiosaccus galapagensis</i>	CG
POCOS: Y	TREMATODOS	<i>Iguanacola navicularis</i>	IN
MUCHOS: Z	OXIUROS	<i>Pyelosomum amblyrhynchi</i>	PA
	OTROS		

Anexo 2

Prueba exacta de fisher

Ho: Hay independencia entre el sexo de las iguanas y la presencia de tremátodos	
Ha: Existe dependencia entre el sexo de las iguanas y la presencia de tremátodos	

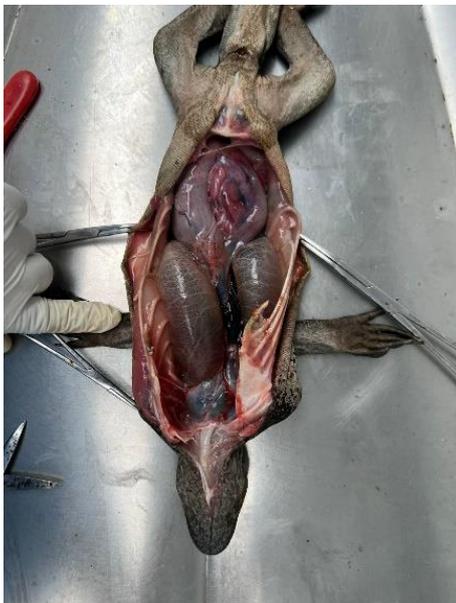
SEXO	TREMATODOS		TOTAL	P.VALOR	
	CON	SIN			
MACHO	3	1	4	0,21645	
HEMBRA	3	0	3		
TOTAL	6	1	7		
SEXO	TREMATODOS		TOTAL	P.VALOR	
	CON	SIN			
MACHO	0	1	1	0,5	
HEMBRA	6	0	6		
TOTAL	6	1	7		
SEXO	TREMATODOS		TOTAL	P.VALOR	
	CON	SIN			
MACHO	1	1	2	0,272727	
HEMBRA	5	0	5		
TOTAL	6	1	7		
SEXO	TREMATODOS		TOTAL	P.VALOR	
	CON	SIN			
MACHO	2	1	3	0,227273	
HEMBRA	4	0	4		
TOTAL	6	1	7		
SEXO	TREMATODOS		TOTAL	P.VALOR	
	CON	SIN			
MACHO	4	1	5	0,227273	
HEMBRA	2	0	2		
TOTAL	6	1	7		
SEXO	TREMATODOS		TOTAL	P.VALOR	
	CON	SIN			
MACHO	5	1	6	0,272727	
HEMBRA	1	0	1		
TOTAL	6	1	7		

VALOR P 0.21645

CONCLUSIÓN: COMO 0.21645 ES > A 0,05 NO EXISTE EVIDENCIA ESTADÍSTICA SUFICIENTE PARA RECHAZAR Ho.

Anexo 3
Registro fotográfico

Especimen SC001



Espécimen SC002



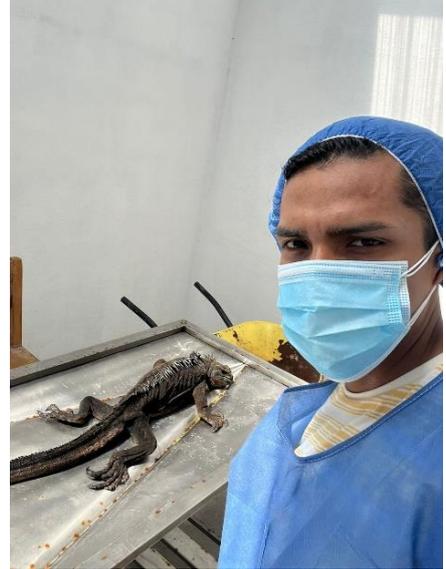
Obstrucción por rocas



Espécimen SC003



Especimen SC004



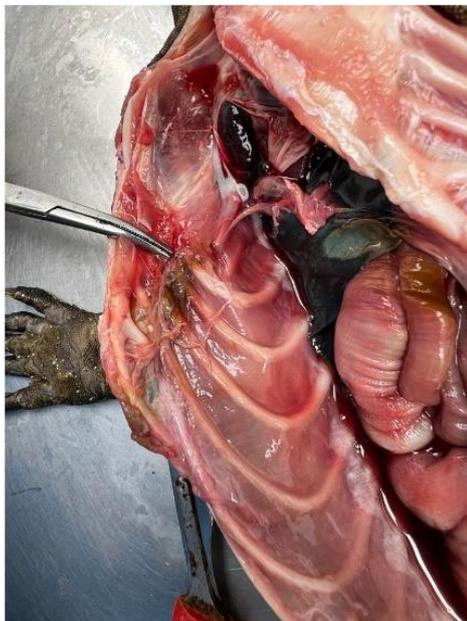
Espécimen SC005



Espécimen SC006

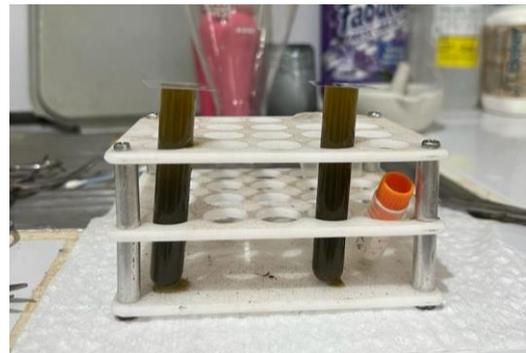
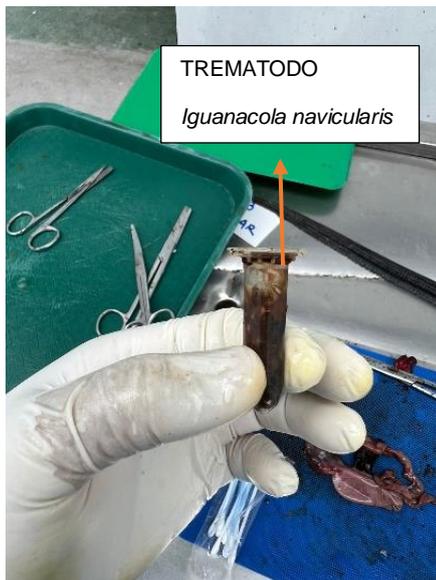


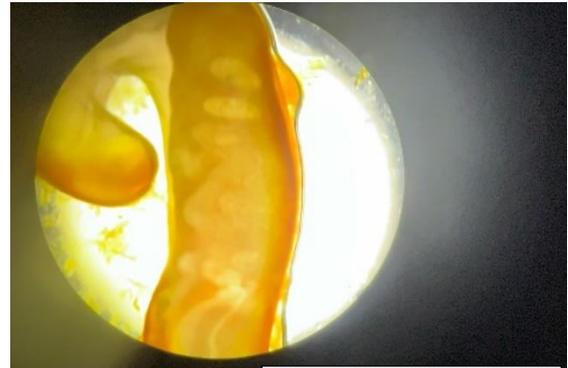
Especimen SC007



Anexo 4

Registro fotográfico de los exámenes coprológicos

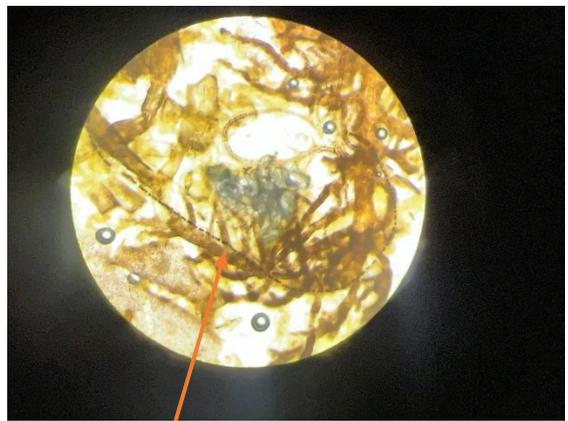




TREMATODO
Cetiosaccus galapagensis

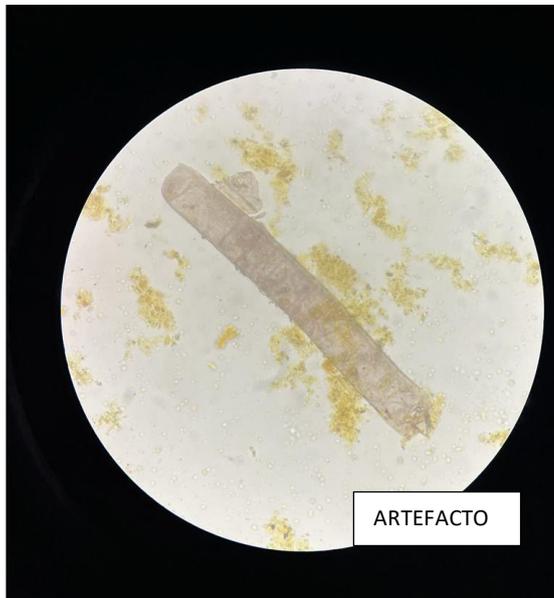
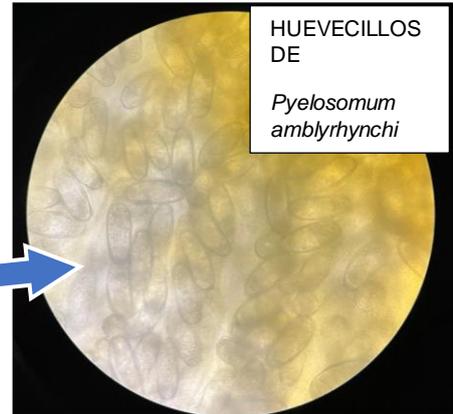
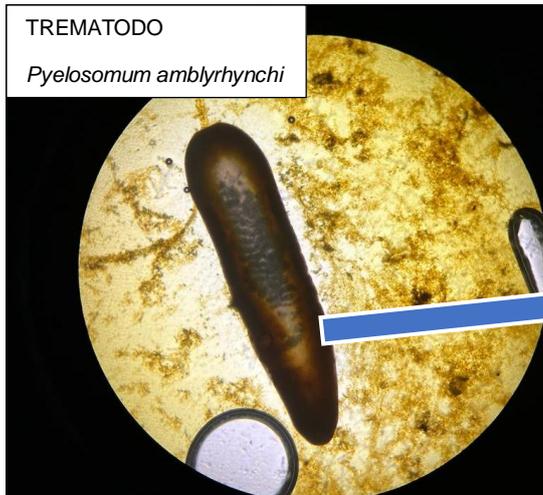


HUEVECILLOS DE NEMATODOS



ARTEFACTOS





DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Jiménez Alvarado, Moisés Gonzalo**, con C.C: # 0940920465 autor/a del Trabajo de Integración Curricular: **Frecuencia de pentastómidos del género *Raillietiella* y alteraciones patológicas en iguanas marinas (*Amblyrhynchus cristatus*) diagnosticadas mediante necropsias en Puerto Ayora, isla Santa Cruz, Galápagos**, previo a la obtención del título de **Médico Veterinario** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 15 de febrero de 2024

Nombre: **Jiménez Alvarado, Moisés Gonzalo**
C.C: **0940920465**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Frecuencia de pentastómidos del género <i>Raillietiella</i> y alteraciones patológicas en iguanas marinas (<i>Amblyrhynchus cristatus</i>) diagnosticadas mediante necropsias en Puerto Ayora, isla Santa Cruz, Galápagos		
AUTOR(ES)	Jiménez Alvarado, Moisés Gonzalo		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Sylva Morán, Lucila María		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Medicina Veterinaria		
TÍTULO OBTENIDO:	Médico Veterinario		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	15 de febrero de 2024	No. DE PÁGINAS:	36
ÁREAS TEMÁTICAS:	Fauna Silvestre, parasitología y coprología		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Iguana marina, Galápagos, Pentastómidos, Trematodos, Parásitos, y Necropsia.		
RESUMEN/ABSTRACT: El estudio de parásitos está muy poco estudiado en las Galápagos y existen muy poca información en iguanas marinas; desde el hallazgo de pentastómidos por primera vez registrado en las islas, en tortugas gigantes, este estudio se enfocó con el objetivo de buscar la presencia de los pentastómidos, y las alteraciones patológicas que pudieran causar en iguanas marinas de la isla Santa Cruz, todo esto a través de necropsias y complementando el estudio con exámenes coprológicos. Para el análisis, se encontraron a siete individuos aptos en estados de descomposición de frescos a leves, en zonas específicas que abarcan a todo Bahía Academia y otros sectores dentro de la isla; donde desafortunadamente no se logró determinar la presencia de ningún pentastómido, siendo los trematodos de tres distintas especies: <i>Iguanacola navicularis</i> , <i>Cetiosaccus galapagensis</i> , y <i>Pyelosomum amblyrhynchi</i> , los únicos parásitos procesados en estudio. Se registraron daños patológicos en su mayoría en los pulmones a causa de hemorragias, y se descartó alguna alteración patológica en asociación con la presencia de parásitos; en los exámenes coprológicos, se encontraron huevecillos tanto de trematodos y de nematodos; y finalmente se realizó una prueba estadística exacta de Fisher para correlacionar el sexo de las iguanas marinas y la presencia de trematodos, dando como resultado un p valor superior a 0,05, donde no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula, por lo cual podemos deducir que no existe una relación entre el sexo de las iguanas marinas y la presencia de trematodos.			
ADJUNTO PDF:	SI	NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593990322277	E-mail: moises-j-a@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Carvajal Capa, Melissa Joseth		
	Teléfono: +593-958726999		
	E-mail: melissa.carvajal01@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			