



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

DESCRIPCIÓN ANATOMOPATOLÓGICA DEL SISTEMA  
CARDIORRESPIRATORIO EN TORTUGAS CHARAPA (PODOCNEMIS  
UNIFILIS) PROVENIENTES DEL PARQUE NACIONAL YASUNÍ.

AUTOR

Carla Vanessa Muñoz Ortega

AÑO

2018



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

DESCRIPCIÓN ANATOMOPATOLÓGICA DEL SISTEMA  
CARDIORRESPIRATORIO EN TORTUGAS CHARAPAS (*PODOCNEMIS  
UNIFILIS*) PROVENIENTES DEL PARQUE NACIONAL YASUNÍ.

Trabajo de titulación, presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Médico Veterinario Zootecnista

Profesor Guía

Alexander Genoy Puerto

Autor

Carla Vanessa Muñoz Ortega

Año

2018

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

Declaro haber dirigido el trabajo, Descripción anatomopatológica del sistema cardiorrespiratorio en tortugas Charapas (*Podocnemis unifilis*), provenientes del Parque Nacional Yasuní, a través de reuniones periódicas con la estudiante Carla Vanessa Muñoz Ortega, en el semestre 2018-2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

---

Elmer Alexander Genoy Puerto  
Medico Veterinario. Master en Ciencias. PhD.  
CI.1757589278

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

Declaro haber revisado este trabajo, Descripción anatomopatológica del sistema cardiorrespiratorio en tortugas Charapas (*Podocnemis unifilis*), provenientes del Parque Nacional Yasuní, de la estudiante Carla Vanessa Muñoz Ortega, en el semestre 2018-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

---

Carlos Alfonso Paz Zurita  
Medico Veterinario  
CI. 1702531748

## **DECLARACIÓN DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

---

Carla Vanessa Muñoz Ortega  
CI.1724238488

## **AGRADECIMIENTOS**

Un especial agradecimiento a mis padres Carmen y Larry, porque el esfuerzo de todos mis logros son los de ellos también y sobre todo por enseñarme el valor del cariño y sacrificio incondicional.

A mi hermano Paul por enseñarme acerca de la madurez y ser el mejor compañero de vida.

A José por nunca rendirse frente a mis caídas, y sobre todo por esa manía de empujarme a sacar lo mejor de mí en cualquier circunstancia.

A esas amigas que no supieron más que acompañarme en esta etapa con todo el cariño y apoyo desinteresado que ya no esperas encontrar.

Gracias Anahi y Niko, por darle sentido a la amistad.

**DEDICATORIA**

Para mis padres.

## RESUMEN

La tortuga Charapa es una especie que se encuentra en potencial peligro de extinción, desde que UICN la clasificara dentro del libro de La Lista Roja de Reptiles del Ecuador. Específicamente el género *Podocnemis unifilis*, aparece como especie vulnerable, este título se lo otorga debido a las grandes amenazas que ha venido sufriendo a lo largo de los años. Comunidades e instituciones que aprecian la importancia de esta especie autóctona del Ecuador, han puesto en marcha programas y proyectos que tienen como finalidad conservar a la tortuga en su estado silvestre. Es por esto que esta tesis trabajó con tortugas neonatas provenientes del Parque Nacional Yasuní, que pertenecieron al programa de la WSC. Donde el objetivo principal que se planteó fue la realización de un estudio de patología comparada del sistema cardiorrespiratorio, en busca de los principales hallazgos patológicos para poder evidenciar el estado de salud de los individuos que se están criando para una posterior liberación. Este objetivo se pudo cumplir por medio de la necropsia de los individuos siguiendo los protocolos estipulados en la literatura para tortugas, en especial la necropsia se basó en el libro "Infectious Diseases and Pathology of Reptiles" de Elliot Jacobson, donde a posterior se observó y analizó los principales órganos que entraron a estudio, que en este caso se toma en cuenta la tráquea, pulmón y corazón. El desarrollo de la metodología se realizó en los laboratorios de Ciencias Biológicas y Químicas de la Universidad de las Américas. Dentro de los principales hallazgos se encontró dos individuos con enfisema pulmonar, estos individuos provinieron de las comunidades Nueva Providencia e Indillama, que corresponden a las siglas I10 y Np10. Dentro de lo que es corazón y tráquea no se encontró patología evidente.

## ABSTRACT

The Charapa turtle is a species considered in a potential danger of extinction, since the UICN has included the turtle in the Red List of Reptiles of the Ecuador. Specifically, the *Podocnemis unifilis* is classified as a vulnerable species, that owing this title for the big threat that the Charapa had been suffered across the years. There for communities and institutions that appreciate the important to preserve the turtle, had developed programs and projects to protect and safe the species from extinction. This is why this research worked whit juveniles Charapas coming from the “Parque Nacional Yasuni” and that had been belonged to the program for the WSC. The principal objective from this research is made a study that compare the principal’s pathological findings of the cardiorespiratory system, to collect information about the health of these animals. The objective had accomplished through the protocol of necropsy bases in literature, and especially in the book of “Infectious Diseases and Pathology of Reptiles” from Elliot Jacobson. Before the necropsy the organs had been analyzed, the principal organs that had include the investigation was lung, trachea and heart. All the process of the methodology had been developed in the “laboratorios de Ciencias Biológicas y Químicas de la Universidad de las Américas”. The results of the investigations present, tow turtle’s whit emphysema affection that become from Indillma community and Nueva providencia. The heart and the trachea hadn’t had pathological alterations.

# INDICE

1.	CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	1
1.1	Introducción .....	1
1.2	Objetivos.....	3
1.2.1	Objetivo general.....	3
1.2.2	Objetivos específicos.....	3
2	CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	4
2.1	<i>Taxonomía</i> .....	4
2.2	. Características del genero <i>Podocnemis unifilis</i> .....	4
2.2.1	Comportamiento natural .....	5
2.3	Estudios de conservación.....	7
2.4	Características del sistema cardiorrespiratorio .....	8
2.4.1	Sistema respiratorio.....	8
2.4.2	Sistema cardiovascular.....	10
3	CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS .....	11
3.1	Antecedentes.....	11
3.2	Ubicación.....	11
3.3	Población y muestra .....	12
3.4	Metodología .....	13

3.4.1	Procedimiento.....	13
3.5	Diseño experimental .....	14
3.5.1	Variables.....	14
3.5.2	Hipótesis.....	15
3.5.3	Diseño experimental.....	16
4	<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	17
4.1	Sistema Cardíaco .....	17
4.2	Pulmón.....	22
4.2.1	Tráquea .....	24
5	<b>Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	29
5.1	Conclusiones.....	29
5.2	Recomendaciones.....	30
	<b>REFERENCIAS</b> .....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del Parque Nacional Yasuní .....	12
Figura 2 <i>Diagrama de flujo de la metodología del trabajo de estudio</i> .....	13
<i>Figura 3. Corazón. Normalidad macroscópica de tejido cardíaco.</i> <i>Indillama I0</i> .....	17
Figura 4. Corazón. Normalidad macroscópica vista ventral, del corazón del individuo de la comunidad Indillama I10.....	18
Figura 5 Corazón. Normalidad macroscópica vista dorsal del corazón del individuo de la comunidad Indillama I10.....	18
Figura 6 Pulmón. Normalidad macroscópica del pulmón izquierdo del individuo I01. ....	22
Figura 7 Pulmón. Parénquima pulmonar con lesión de carácter enfisematosos, perteneciente al individuo I10.....	23
Figura 8. Pulmón. Parénquima pulmonar con lesión de carácter enfisematosos, perteneciente al individuo Np10. ....	23
Figura 9 Figura 9 Porcentajes de individuos con lesión en pulmón.....	24
Figura 10 Tráquea. Normalidad macroscópica, perteneciente al individuo Np01 proveniente de la comunidad Nueva Providencia. ....	25
Figura 11. Tráquea. Normalidad macroscópica, perteneciente al individuo I07 proveniente de la comunidad Nueva providencia.....	25

# 1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

## 1.1 Introducción

Ecuador ocupa el séptimo lugar como país megadiverso alrededor del mundo, debido a la amplia variedad de flora y fauna que posee en solo 256.307km<sup>2</sup>. El país atraviesa de este a oeste la línea equinoccial y de norte a sur la cordillera de los Andes, lo que le otorga una geografía, geología y clima diverso, que interactúan entre sí para tener ecosistemas sustentables, que alberga un gran número de especies (Tirira, 2004). A ciencia cierta no se conoce con exactitud el número exacto de especies que aloja el país, pero se han reportado 1.750.000 y el número se sigue actualizando. A pesar de la alta diversidad encontrada, también existen amenazas como las actividades industriales petrolera y minera, plantaciones forestales y una urbanización acelerada, que contribuyen a reducir el número de especies en vida silvestre (Álvarez, 2005; Tirira, 2004).

En cuanto a reptiles, se han encontrado 401 especies en el país, donde 109 se clasifican como especies en potencial peligro de extinción. La Lista Roja de la UICN estipula que nueve se encuentran en peligro crítico, 40 en peligro y 57 consideradas como especies vulnerables. En esta lista las tortugas Charapas del género *Podocnemis unifilis* se clasifican en el grupo de especies vulnerables, lo que significa que es una especie que enfrenta un peligro de extinción considerable en estado natural, donde uno de los principales criterios para clasificarlas en esta categoría es la marcada reducción en su población, principalmente por la sobreexplotación y extracción de huevos y especímenes, donde los huevos son destinados para el consumo humano en mercados locales, mientras que las tortugas juveniles o adultas se venden como mascotas (Álvarez,2005).

En cuanto a la Tortuga Charapa se puede decir que en Latinoamérica la especie se encuentra distribuida en Colombia, Perú, Bolivia, Venezuela, Guayana, Brasil y en Ecuador, donde se encuentra altamente distribuida en las

provincias de Sucumbíos, Orellan, Napo Pastaza y Morona Santiago, estas habitan en las cuencas de ríos, por lo que su captura y extracción de su medio natural resulta fácil.(Figueroa, 2010).

Aun que se considera que el peligro de extinción es catalogado como vulnerable a largo plazo, se requiere atención e intervención para reducir y controlar las causas que provocan una disminución en estos ejemplares. En el país existen organizaciones y programas que se han dedicado a eliminar a la Charapa de la lista de especies en peligro de extinción. El objetivo principal de todas estas organizaciones es mantener especies susceptibles en un medio donde puedan existir sin peligro de amenaza (WCS, 2017).

Un ejemplo claro es la Wildlife Conservation Society- Ecuador, esta organización tiene como misión proteger la vida silvestre en todo el mundo por medio de la ciencia, acciones de conservación, educación y además inspira a las personas a valorar la naturaleza. En el año 2008 comenzó con el proyecto de manejo comunitario para la repoblación de la tortuga charapa de los géneros *Podocnemis unifilis* y *Podocnemis expansa*, en la región noroccidente del Yasuni. Dentro de este programa se realizan actividades como capacitaciones sobre la importancia de conservar la especie a comunidades aledañas al parque, se realiza también recolección de huevos para su previa incubación en cajas de arena y posterior liberación en su habitat natural. Dentro de los logros obtenidos se ha liberar 10613 tortugas desde el año 2008 (WCS, 2018). Este tipo de programas tiene una proyección de ejecución a largo plazo, a pesar de liberar una gran cantidad de especímenes por año, el número no es representativo para declarar a la especie como libre de extinción, debido a varios factores como predadores propios de las tortugas, alto índice de mortalidad en juveniles, y el hecho de que todavía no se puede controlar el mercado ilegal de huevos, es por lo que tanto este programa con similares se van a seguir aplicando por varios años (Rivera, 2011; WCS, 2017).

Ahora todo programa de conservación trabaja de forma metodológica a partir de estudios sobre la especie, para lograr una repoblación exitosa, el problema

es que no existe una cantidad relevante de estudios patológicos descriptivos que indique el estado de salud de tortugas charapas en cautiverio o que revelen la presencia de lesiones en los juveniles que son liberados en el programa de monitoreo y que complementen el trabajo que se realiza, este problema recae no solo en este programa específicamente sino en la mayoría de esta índole. Debido a este hecho este estudio se centrará en evaluar el sistema cardiorrespiratorio, por medio de la descripción anatomopatológico y la lectura de láminas histopatológicas de los principales hallazgos patológicos de charapas neonatos provenientes del noroccidente del Parque Nacional Yasuní.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Realizar un estudio a nivel macroscópico del sistema cardiorrespiratorio en busca de hallazgos patológicos, en individuos del género *Podocnemis unifilis*, del Parque Nacional Yasuní.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Describir hallazgos anatopatológicos del sistema cardiorrespiratorio en tortugas del género *Podocnemis unifilis*, del Parque Nacional Yasuní.

Determinar la existencia de hallazgos patológicos, que puedan ser causa de mortalidad en tortugas del genero *Podocnemis unifilis*.

## 2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Taxonomía

La tortuga Charapa pertenece al grupo de reptiles denominados Quelonios, donde su característica distintiva o representativa se le atribuye a la presencia del clásico caparazón, el cual cumple con la función de protección, gracias a este factor se atribuye la supervivencia de estos animales en una gran variedad de nichos ecológicos, aunque también el caparazón hace que los quelonios tengan forma redonda y pesada con movilidad lenta, pero que se compensa gracias a una musculatura fuerte.

Dentro de esta agrupación se puede encontrar a más de 200 especies, este tipo de reptiles se considera uno de los más longevos, donde se ha documentado reportes de individuos que han llegado a vivir 100 años (Pritchard, 1979; Rubén, 2010).

En cuanto a la charapa se clasifica dentro del grupo denominado pleurodira; a los quelonios que tienen la característica de introducir el cuello hacia un lado se las clasifica bajo esta denominación. Pertenece también a la familia pelomedusidae. La especie de este género se considera que es uno de los más antiguos y con mayor extensión, hoy en día el género se asienta con una gran diversidad de especímenes en América del Sur (Pritchard, 1979).

### 2.2 . Características del género *Podocnemis unifilis*

La tortuga Charapa del género *Podocnemis unifilis* es una tortuga de pequeño tamaño que mide aproximado 304,8 mm de largo en hembras. Y el tamaño del caparazón es de una longitud de 500-518 mm, siendo la hembra más grande que el macho como en la mayoría de especies de tortugas, en cuanto al macho la muesca anal la tiene más pronunciada (Paez, 2012; Pritchard, 1979).

Otra característica destacable de la charapa es su coloración donde los adultos presentan un color café oscuro a negro en el caparazón, mientras que el plastrón se presenta de color amarillo, la coloración de la piel tiene variaciones entre gris a negra (López, Crespo, 2017).

Los juveniles tienen la característica de ser más vistosos el color del caparazón va de café a verde un poco grisáceo, los neonatos tanto hembras como machos tienen delineados amarillos, el plastrón es de coloración gris rosáceo, el color de la cabeza es uniforme y se presenta de un verde gris o también se pueden encontrar tortugas con un color café a negro y algunas pueden presentar manchas de color amarillo anaranjado, aquí hay que destacar que las manchas cefálicas desaparecen en adultos, el iris de hebras es negruzco mientras que en machos y juveniles es verde amarillento (Paez, 2012).

Las marcas en la cabeza de las tortugas juveniles son de un tomate amarillo brillante, presentando manchas o puntos en el hocico a cada lado de la cabeza, en frente de los ojos o en la mandíbula (Paez, 2012; Rubèn, 2010).

### **2.2.1 Comportamiento natural**

La especie es acuática y habita en los cuerpos de agua clara, blanca o negra. La Charapa en temporada seca habita los cauces de los ríos, y cuando se encuentra en épocas lluviosas migra a lagunas y pozas en busca de alimento.

La especie se caracteriza por ser diurna y a través de su desarrollo presenta cambios ontogénicos en la dieta; los neonatos son herbívoros y neustófagos, que quiere decir que, pueden alimentarse de partículas presentes en el agua. En cuanto a los juveniles ellos se caracterizan por ser herbívoros-frugívoros, donde el principal alimento son algas, plantas acuáticas, bejucos, frutos, semillas, tallos de arbusto, las charapas también pueden implementar a su dieta moluscos pequeños y crustáceos. Cuando llegan a edad adulta la dieta se vuelve mucho más amplia implementando carroña y peces. Algunos autores sostienen que la preferencia por ciertos tipos de alimentos depende del sexo,

siendo los machos dispuestos a consumir más cantidad de tallos que las hembras, en cambio estas consumen un mayor número de frutas y semillas (Paez, 2012; Rivera, 2011).

En cuanto a la ovoposición en el Ecuador se encuentra ligada a la temporada seca, ya que en esta época los ríos bajan su caudal dejando expuestas las playas. Las hebras tienden a preferir playas altas entre 60m del cuerpo del agua, y hasta se ha llegado a reportar 200m. Para la construcción del nido suelen emplear gravilla y arcilla; la anidación se realiza principalmente en horas de la noche y puede realizarse individual o en grupo de hasta 46 tortugas (Townsen, 2005)

Para cavar el nido la tortuga orina el sustrato para humedecerlo y poder excavar con mayor facilidad, realizado el nido la tortuga lo vuelve a tapar con arena, la forma que tiene es de botella y puede medir entre 16 a 26 cm, las tortugas adaptan el nido de tal forma que presenta una cámara de aire que ayuda en la eclosión de los huevos. El desove de los huevos se realiza entre 30 a 150 minutos, se estima que una hembra debería tener 2 desoves en el año (Figueroa, 2010; Paez, 2012).

El periodo de puesta de huevos es de 7 a 10 días, los huevos son de forma elipsoides color crema, un hembra desova entre 4 a 52 huevos, el peso y tamaño de cada huevo se relaciona con el peso de la hembra, y la incubación tiene una duración de 66 a 150 días, el tiempo de eclosión de los huevos va a depender de la temperatura ambiental (Rivera, 2011). La caracterización sexual depende de la temperatura, para los neonatos machos se requiere una temperatura de 28 a 32°C y mientras que en hembras se requieren temperaturas mayores a las de 32°C, cuando el nido se encuentra a 32.1C° la proporción entre hembras y machos es de 50/50 (Álvarez, 2005).

## 2.3 Estudios de conservación

En el país se ha considerado a la charapa como especie icónica, esta se ha destacado como especie importante en el país, es por esto que Ecuador se ha preocupado a establecer un número de programas destinados a la conservación de la especie, como los Cofanes los cuales iniciaron el camino de la conservación de la tortuga Charapa. Esta es una etnia amazónica la cual tiene como costumbre consumir los huevos de las charapas desde épocas antiguas, pero en los últimos tiempos los huevos de tortuga empezaron a disminuir por la sobre explotación y la contaminación del agua (Townsen, 2005).

Los miembros de la comunidad Zábalo procedentes del río Aguarico tomaron acciones para revertir la huella ecológica que dejaron, realizaron ensayos de cría de tortugas recién nacidas y fueron perfeccionando los métodos de crianza, hasta liberar un gran número de individuos a edad adulta. Se realizó un conteo de los nidos que se encuentran en el río Zábalo y se identificó que el número se quintuplico en 18 años. La idea de seguir con este programa los Cofanes, es ir repoblando el número de individuos y de la misma forma seguir con el consumo de huevos de forma controlado (Townsen, 2005)

Otra entidad encargada de aplicar programas de conservación es la Universidad San Francisco de Quito, la universidad realiza estudios y modelos de simulación de crianza de tortugas charapas en la estación de Biodiversidad Tiputini, con el objetivo de estudiar las mejores técnicas de crianza en cautiverio (Grefa, 2006; Rivera, 2011).

Y como ya se mencionó anterior mente la WCS es uno de los programas más completos en cuanto a conservación de la tortuga charapa se refiere, ya que no solo realiza estudios sobre la especie, sino que también abarca una problemática que afecta a cualquier tipo de proyecto y es el control de las comunidades. La WCS trabaja con la comunidad Kichwa y Waorani de forma que se vinculen de forma positiva con el proyecto. Las comunidades participan

de forma activa en lo que es la crianza y liberación de los individuos, así se evita que estas comunidades perjudiquen el trabajo del programa (WCS, 2017).

## **2.4 Características del sistema cardiorrespiratorio**

### **2.4.1 Sistema respiratorio**

Los pulmones se encuentran confinados a la mitad dorsal de la cavidad corporal, unidos al periostio y fijos a la cinturas torácicas y pélvicas, se encuentran separados de la cavidad corporal y de las vísceras por un delgado septo pos pulmonar no muscular, que no toma parte activa en la respiración. Tienen forma sacular con varios septos y consistencia esponjosa, que poseen múltiples cámaras con un bronquio intrapulmonar que se ramifica en una red de bronquiolos (Paez, 2012; Rubèn, 2010).

Ocupan un gran volumen en la mitad dorsal de la cavidad, el volumen disminuye a la quinta parte cuando retraen la cabeza y las extremidades. Las tortugas son incapaces de extender la cavidad torácica por la ausencia de diafragma, pero compensa con la fuerte musculatura del tronco, que expande y contrae los pulmones mediante los movimientos de inspiración y expiración activa. Además, poseen un sistema de bombeo producido por la faringe ayudado por los movimientos del plastrón (Rubén, 2010).

Los quelonios respiran con la boca cerrada, donde el aire ingresa por la nariz a la cavidad nasal pasando por la faringe hacia la tráquea, se considera que al ser reptiles primitivos sus pulmones presentan una estructura avanzada (Rivera, 2011)

#### **2.4.1.1 Inspiración**

Para la inspiración los músculos serrato y oblicuo del abdomen se contraen produciendo presión negativa. Mientras que los miembros torácicos rotan fuera del caparazón empujando al septo ventralmente, lo que produce que los pulmones se expandan para que el aire ingrese por la tráquea hasta los bronquios (Pritchard, 1979).

#### **2.4.1.2 Espiración**

Para los movimientos de espiración actúa el músculo pectoral y el transverso del abdomen, cuando los dos músculos se contraen los miembros torácicos rotan de nuevo hacia delante presionando los órganos ventrales y expulsando el aire (O'Malley, 2007; Pritchard, 1979).

#### **2.4.1.3 Respiración en tortugas acuáticas**

En tortugas acuáticas la respiración se produce mediante la presión hidrostática del agua, que empuja el aire hacia dentro y hacia fuera de los pulmones. Mientras que otras pueden adsorber el oxígeno disuelto del agua a través de la piel y la mucosa de la faringe (O'Malley, 2007).

Uno de los problemas más comunes en quelonios es que no pueden toser, debido a la ausencia de diafragma este detalle junto con el enorme volumen pulmonar y la falta de un sistema de transporte ciliar en los bronquios, facilitan el desarrollo de neumonías (O'Malley, 2007; Paez, 2012).

#### **2.4.1.4 El reflejo de buceo**

El pulmón es el único órgano que se expande y se contrae dentro del caparazón, cuando la tortuga introduce su cabeza y extremidades, el aire contenido en el pulmón debe ser expulsado para que la cavidad obtenga espacio. Bajo estas circunstancias las tortugas que deben permanecer largos periodos con los pulmones vacíos. Como mecanismo de compensación las tortugas tienen mecanismos fisiológicos que ayudan a compensar esta situación ( Jacobson, 2007; O'Malley, 2007; Pritchard, 1979).

Una respiración normal se reactiva no por la falta de oxígeno sino por un excedente de dióxido de carbono, particularmente las tortugas son capaces de tolerar altas concentraciones CO<sub>2</sub>, para evitar un incremento en la acidificación la sangre tiene un mecanismo buffering con iones de bicarbonato,

hemoglobina, y proteínas séricas que resisten los cambios de pH (Pritchard, 1979). Gracias a este sistema las tortugas son capaces de vaciar sus pulmones completamente a diferencia de otro tipo de vertebrados (O'Malley, 2007).

La tráquea de los quelonios posee anillos traqueales completos, la tráquea no suele ser larga, específicamente en tortugas que retraen el cuello hacia un lado, esta característica permite que el animal pueda retraer el cuello sin dificultad (Jacobson, 1978; O'Malley, 2007).

#### **2.4.2 Sistema cardiovascular**

El corazón se encuentra en la cavidad pericárdica, ligeramente caudal a la cintura pectoral y hacia craneal del pulmón, cerca de la abertura torácica (Bairbre, 2007; Pritchard, 1979).

El corazón posee 3 cámaras, con dos atrios separados y un septo ventricular incompleto, el atrio derecho recibe sangre desoxigenada, de las venas cavas derecha e izquierda. Mientras que el atrio izquierdo recibe sangre de las venas pulmonares izquierda y derecha. Los ventrículos poseen numerosos pliegues musculares que se encuentran en la pared, este se encuentra adherido al pericardio, las arterias pulmonares poseen esfínteres que aparecen como segmentos en forma circular (Figuroa, 2010; Jacobson, 2007).

## 3 CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Antecedentes

El trabajo de titulación pertenece al proyecto; "Estudio preliminares anatomopatológicos y hematológicos en neonatos de Tortugas Charapa, *Podocnemis unifilis* (Testudines: Pleurodira) del Parque Nacional Yasuní", el cual tuvo como finalidad reportar los posibles hallazgos patológicos y hematológicos en tortugas, pertenecientes al Programa de Manejo de Charapa de la WCS.

El mes de abril del año 2017, el coordinador del proyecto, PhD. Alexander Genoy Puerto junto con alumnos de la Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UDLA, recolectaron individuos del género *Podocnemis unifilis* de las comunidades; Indillama, Nueva Providencia y San Isla, ubicadas al noroccidente del Parque Nacional Yasuní.

Las tortugas extraídas fueron eutanasiadas, por medio de la administración de fenobarbital a una dosis de 60-100mg/kg vía intracelómica, también se realizó corte de la médula espinal para asegurar la completa parálisis del sistema cardiorrespiratorio. Para luego almacenar y trasladar los restos en tarrinas plásticas, con formol al 10% para su conservación.

### 3.2 Ubicación

Las tortugas charapas provinieron del noroccidente del parque nacional Yasuní, las tortugas se extrajeron de las comunidades; Indillama, Nueva Providencia y San Isla. El Parque Nacional Yasuní se encuentra a unos 190m a 400m sobre el nivel del mar, y se ubicado en la región Amazónica, del Ecuador, en las provincias de Orellana y Pastaza, específicamente en los cantones Aguarico, Coca y Pastaza, los principales ríos que pasan por el parque son el río Napo y Curaray.

El Yasuní cuenta con un clima cálido que se mantiene en promedio entre unos 24°C a 27°C, las precipitaciones son anuales y altas de unos 3.200 mm, con una humedad que varía de 80% a 94%. En si al Yasuní se lo conoce por tener una sola estación húmeda sin estación seca (Ministerio del Ambiente, 2011).

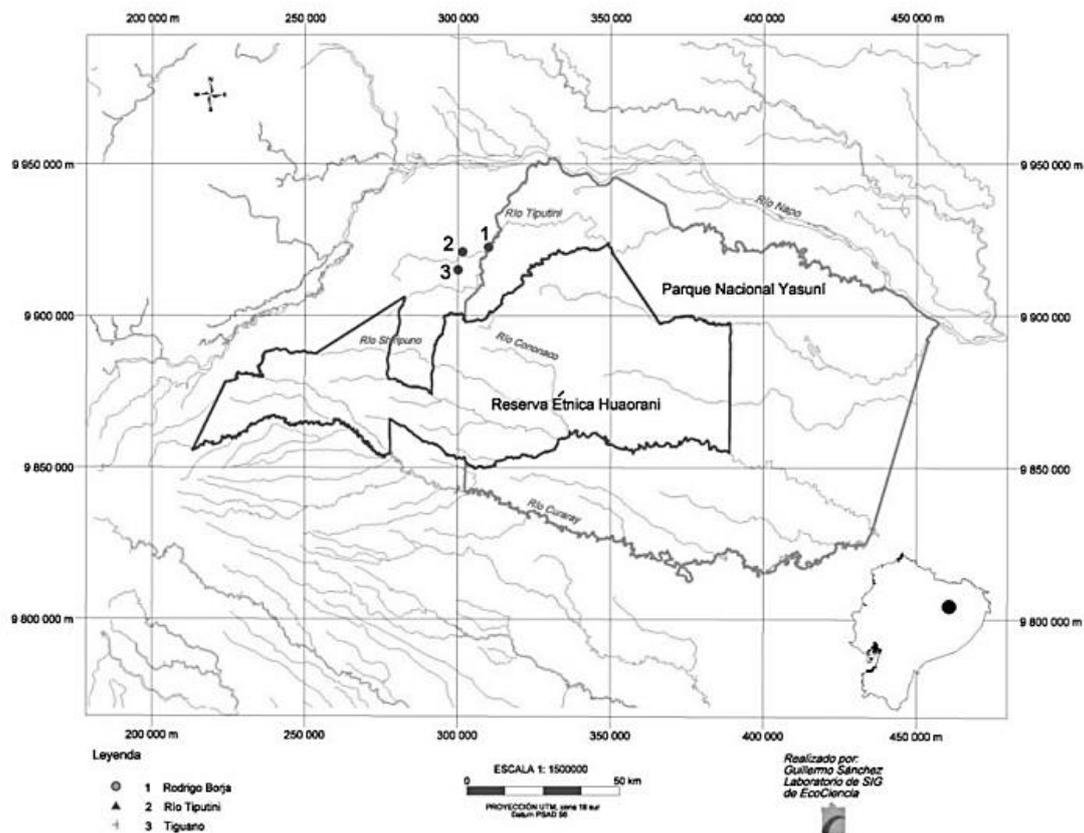


Figura 1. Mapa del Parque Nacional Yasuní. Tomado de (Ministerio del Ambiente, 2011)

### 3.3 Población y muestra

El trabajo de estudio contó con una población de 30 tortugas, provenientes de las tres comunidades antes mencionadas, 10 individuos por cada comunidad.

Para el muestreo se consideró que la edad de los animales es el principal criterio de inclusión, donde se seleccionó tortugas no mayores a los 3 meses,

independiente del estado en que se encontraron los individuos, este fue el único criterio que se consideró para su captura.

El número de individuos fue una limitante, ya que al ser tortugas que se encuentran como especie vulnerable de extinción, no es permitido la extracción de un número mayor al estipulado.

Las muestras provinieron de los principales órganos del sistema cardiorrespiratorio; corazón, tráquea y pulmones.

### 3.4 Metodología

Todo el procedimiento de la metodología se llevó a cabo en los laboratorios de Ciencias Biológicas y Químicas de la Universidad de Las Américas de la sede Queri. Los restos biológicos de las tortugas se conservaron en el laboratorio de microbiología, así como también se guarda el material e insumos destinados al proyecto. Mientras que el desarrollo de la disección se llevó a cabo en el Laboratorio Ambiental ubicado en la sede Queri. En la figura 2, describe el diagrama de flujo que se llevó a cabo en la metodología,

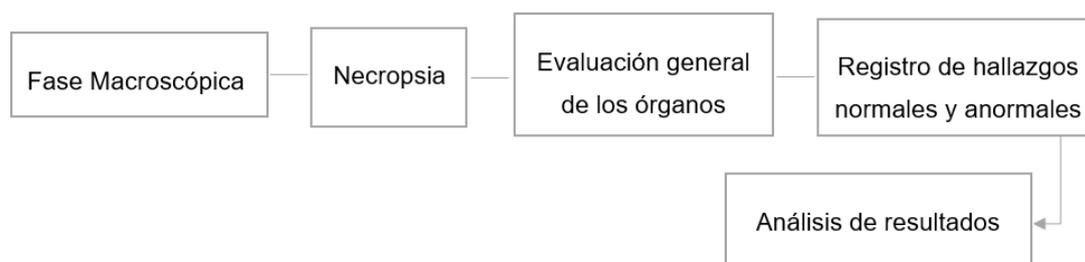


Figura 2. Diagrama de flujo de la metodología del trabajo de estudio.

#### 3.4.1 Procedimiento

La metodología inicia con la necropsia de los animales, la cual se basa en la bibliografía expuesta en el libro Infectious Diseases and Pathology of Reptiles de Elliot Jacobson (2007). La necropsia comienza con la exposición de la cavidad celómica, por medio de la extirpación y desarticulación de las extremidades

anteriores y posteriores, mediante este procedimiento se exponen los órganos de la cavidad. Como el estudio se centró en los principales órganos del sistema cardiorrespiratorio se realizó una primera incisión en el pericardio para remover el corazón, para llegar a pulmones y tráquea. Se necesitó liberar el tracto gastrointestinal con los órganos asociados (bazo y páncreas), por medio del levantamiento y corte del esófago, se retiró el tejido conectivo adherido al estómago y al tracto gastrointestinal para extraerlos fuera del caparazón como un conjunto (E. Jacobson, 2007; Pritchard, 1979). Después de haber liberado el sistema gastrointestinal se expuso los pulmones, las gónadas, los riñones y las glándulas adrenales. El pulmón se encuentra adherido al caparazón para poder removerlo se levantó suavemente la tráquea, y se removió mediante el corte del peritoneo para poder liberar el tejido pulmonar ( Jacobson, 2007).

Expuestos los órganos se realizó una evaluación general, para identificar y registrar tanto los hallazgos normales como anormales por medio del estereoscopio SteREO (Zeiss, USA), se editó y recopiló las fotos en el programa Infinity Analyze (Lumenera Corporation, USA) y la cámara Infinity2 (Lumenera Corporation, USA), para el posterior análisis.

### **3.5 Diseño experimental**

#### **3.5.1 Variables**

Las variables que entraron a estudio se dividen en los siguientes 3 grupos; por comunidad, de donde se extrajeron los individuos, por órgano que en este caso se incluye tráquea, pulmón y corazón, y por último, por el tipo de lesión encontrada, la descripción de las mismas se detallan en la tabla 1.

El tipo de muestra que se recolectó fue heterogéneo, ya que los individuos capturados se eligieron al azar. Debido a la edad temprana de los especímenes la identificación del sexo no se pudo realizar. Es por esto que las variables se limitan a las expuestas en el gráfico.

Tabla 1

*Descripción breve de las variables que se tomaron en cuenta en este estudio.*

<b>Variables</b>	<b>Característica</b>	<b>Definición</b>
Comunidad	Independiente	Comunidades ubicadas al noroccidente del Parque Nacional Yasuní, de donde se extrajeron los individuos para el estudio. Las comunidades son: Indillama Nueva Providencia San Isla
Órganos del aparato cardiopulmonar	Dependiente	Principales órganos del sistema cardiorrespiratorio que entran al estudio. Los órganos son: corazón, pulmón y tráquea
Tipos de Lesión	Dependiente	Se incluirá el tipo de lesión según se vaya presentando.

### **3.5.2 Hipótesis**

Ha: Las Tortugas Charapas del genero *Podocnemis unifilis* extraídas de tres comunidades distintas del Parque Nacional Yasuní, no presentan en su mayoría lesiones anatomopatológicas en el aparato cardiorrespiratorio con indicio de enfermedades infecciosas o no infecciosas que comprometan su subsistencia en vida libre.

Ho: Las Tortugas Charapas del genero *Podocnemis unifilis* extraídas de tres comunidades distintas del Parque Nacional Yasuní, si presentan en su mayoría lesiones anatomopatológicas en el aparato cardiorrespiratorio con indicio de

enfermedades infecciosas o no infecciosas que comprometan su subsistencia en vida libre.

### **3.5.3 Diseño experimental**

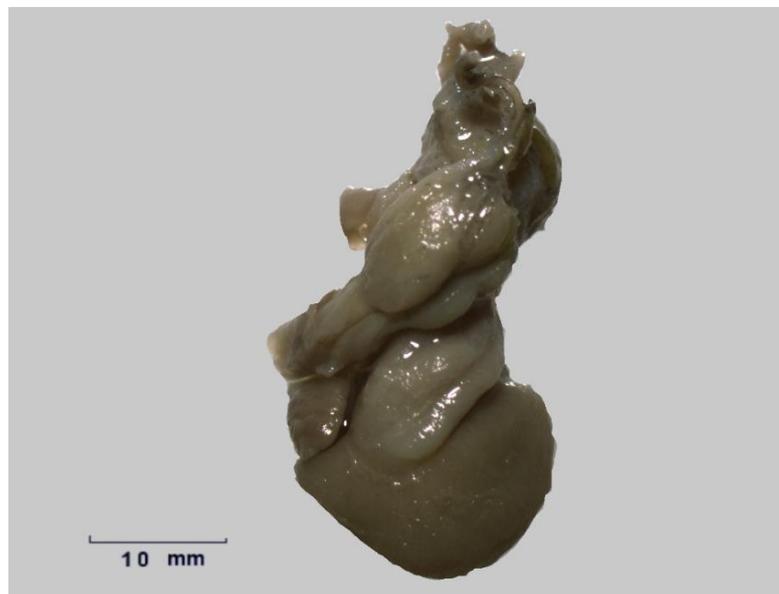
El trabajo de titulación se caracteriza por ser un diseño de tipo observacional, este tipo de diseño se caracteriza por la realización del estudio sin la intervención o manipulación de los acontecimientos, ya que solo se basa en la observación y registro de datos. En este caso el modelo de estudio que se siguió es de tipo prospectivo, debido a que las muestras se analizaron en el tiempo presente de en qué se desarrolló el estudio (Manterola & Otzen, 2014). El diseño experimental va acompañado de un análisis descriptivo, para identificar y describir los principales hallazgos anatomopatológico encontrados en el sistema cardiorrespiratorio en tortugas neonatas del genero *Podocnemis unifilis*.

## 4 CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este capítulo se ha dividido en hallazgos macroscópicos, dentro de las cuales se desglosarán en orden a los órganos de estudio (corazón, pulmón y tráquea) con su debida descripción y posterior discusión.

### 4.1 Sistema Cardíaco

En el sistema cardíaco no se identificó anomalía dentro de lo que es forma, tamaño, integridad del tejido muscular y coloración del corazón. Las fotografías que se presentan a continuación corresponden al corazón de dos individuos provenientes de la comunidad Indillama, la figura 3 pertenece a la tortuga I01 mientras que la figura 4 y 5 son del corazón vista dorsal y ventral de la tortuga denominada con las siglas I02. Se toma como referencia estos dos corazones para indicar el estado normal que un corazón sano debe presentar.



*Figura 3.* Corazón. Normalidad macroscópica de tejido cardíaco. Indillama I01. X1,2. Tomado de (Muñoz, 2017)



*Figura 4.* Corazón. Normalidad macroscópica vista ventral, del corazón del individuo de la comunidad Indillama I10. X 1.4. Tomado de (Muñoz,2017)



*Figura 5.* Corazón. Normalidad macroscópica vista dorsal del corazón del individuo de la comunidad Indillama I10. X 1.4. Tomado de (Muñoz,2017)

Bajo estos resultados se estipula que el nivel de afección del sistema cardiaco es de 0% de 30 individuos de estudio, es decir, en ninguna de las tres comunidades se presentó algún individuo con alteraciones macroscópicas cardiacas.

#### 4.1.1.1 Discusión

Estudios de anatomía y fisiología en reptiles son abundantes, pero la aplicación de estos en lo que es clínica es muy escasa, hasta la fecha los reportes que detallan a profundidad anomalías en corazón de tortugas son pocos, una de las razones se las atribuye a que los estudios sobre cardiología en esta especie se encuentran todavía en desarrollo. (Kik, 2005).

En particular este estudio se realizó en tortugas neonatas no mayores a los 3 meses de edad, la literatura expone que encontrar una anomalía en corazón de neonatos o juveniles es poco probable o descrita, ya que la mayoría de afecciones se dan en animales adultos, y en bajo porcentaje cuando estos provienen de crianza en cautiverio (Román, 2001). Lo que concuerda con los resultados expuestos en el trabajo de investigación, donde en ningún individuo se evidencio hallazgos patológicos en corazón.

Existen características que se reconocieron para denominar un corazón sano en estos individuos, una de las principales es la anatomía, en donde se reconocieron ciertas particularidades que difieren de otras especies. La principal a tomar en cuenta es que los reptiles poseen tres cámaras, por lo que varios autores denominan este tipo de corazón como primitivo. Dentro de los reptiles solo los cocodrilos presentan un corazón más avanzado con 4 cámaras, ya que este presenta un seno venoso a diferencia de tortugas, lagartijas y serpientes. Se describe un solo ventrículo con miocardio de textura esponjosa el cual se encuentra dividido por varias crestas musculares ( Jacobson, 1978; Kik & Mitchell, 2005)

El que sea un corazón con un solo ventrículo hace que la sangre desoxigenada que retorna del cuerpo se mezcle con la sangre oxigenada que retorna del pulmón, la presión sistólica es igual en la circulación pulmonar y del sistema circulatorio, la mayoría de especies de tortugas tienen baja presión arterial, debido a que actúa como mecanismo adaptativo que protege la circulación pulmonar, la cual se puede ver afectada por altas presiones que pueden afectar

la barrera entre la sangre y el oxígeno de los alveolos (Jensen & Wang, 2009). Este tipo de mecanismo sugiere que existe una mayor probabilidad de encontrar afecciones en pulmón que en corazón (Román, 2001).

Para determinar que los hallazgos en corazón de estas tortugas no presentan características patológicas, se tomó en cuenta las enfermedades más comunes que se podrían encontrar en este tipo de animales y sus principales hallazgos anatomopatológicos. Entre estas se clasifico por enfermedades nutricionales, infecciosas, parasitarias y otras (Mader, 2006)

Entre las patologías más comunes encontradas en tortugas en cautiverio, son Gota visceral: la cual macroscópicamente se observa la presencia de depósitos blancos granulares, que se puede presenciar en aurícula, seno venoso ventrículo, vena cava y aortica (Román, 2001)

Una de las enfermedades cardiacas más comunes en reptiles a causa de problemas nutricionales, es la hipocalcemia la cual no solo afecta a los nervios periféricos y musculo esquelético sino también se ve afectado al musculo cardiaco. Para encontrar anomalías en el miocardio se atribuye a la deficiencia de vitamina E, dentro de los hallazgos anatomopatológicos se describe al clásico corazón blanco, el cual se evidencia en rumiantes y que se ha reportado en una variedad de reptiles incluida los quelonios y tortugas(. Jacobson, 1978; Mader, 2006).

Existe un número considerable de agentes infecciosos que causan enfermedades cardiacas, la mayoría de estos no atacan directamente al sistema cardiovascular, si no que provocan una enfermedad sistémica que da como consecuencia una enfermedad cardiacas secundaria. Entre los principales hallazgos patológicos en reptiles se encuentra una pericarditis que puede estar acompañado por una miocarditis, en los hallazgos patológicos se presenta un agregado amarillo fibrinoso en el pericardio, que ocupa la mayor parte de este y que generalmente también afecta al miocardio del corazón. Otra afectación es

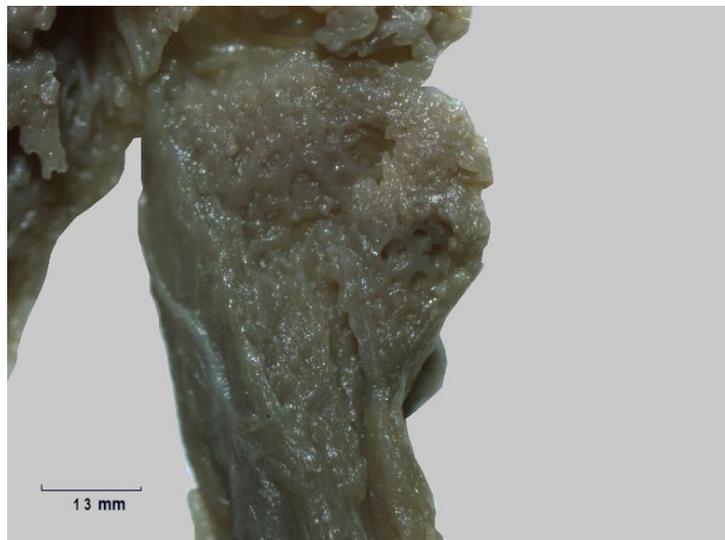
la miocarditis granulomatosa, esta es la más frecuente en reptiles y generalmente presenta signos de septicemia, en la necropsia del corazón se puede encontrar abscesos de diferente tamaño ( Brotóns Campillo & San Román Ascaso, 2001). Ninguna de estas animalías se evidenció en los órganos del sistema cardiaco tanto como en el corazón como en sus arterias y venas.

Se ha asociado algunas enfermedades parasitarias del sistema cardiaco, entre estas las más comunes son a causa de trematodos, la mayoría de afecciones son asintomáticas y se evidencian solo por la necropsia del órgano. La forma adulta de los trematodos llega a medir entre 1mm- 3mm, estos suelen encontrarse típicamente en los grandes vasos y el corazón. La presencia de estos parásitos en su forma adulta presenta una hiperplasia endotelial y lesiones inflamatorias de carácter granulomatosas. Estos parásitos se evidencian en un gran número de especies de reptiles, pero los más afectados al contagio son las tortugas. En especial por el trematodo del genero *Epistorchis*, la afección por este tipo de trematodo se ve por una oclusión debido al depósito de huevos en los compartimientos vasculares, que a parte de encontrarse en corazón también se reportan en el tracto gastrointestinal, bazo, riñón y pulmón (Mader, 2006). Se ha descrito que la oclusión por huevos de parásito en tortugas se puede identificar también por la afectación que tiene en los vasos del caparazón y plastrón, ya que presentan lesiones focales y úlceras. Aunque la evidencia de la forma adulta es poco común en la necropsia, el diagnostico se realiza mediante la identificación de los huevos. Dentro del estudio no se ha presenciado signos de oclusión, úlceras o lesiones focales que podrían intuir a una alteración por enfermedad parasitaria, así como tampoco se evidencio presencia de huevos de parásitos o parásitos en sí, en corazón y grandes vasos de los individuos de estudio (Jacobson, 2007; Kik, 2005)

## 4.2 Pulmón

En su gran mayoría no se llegó a identificar anomalías significantes en el parénquima pulmonar, donde la coloración del órgano, tamaño e integridad no se encontraron alterados. Ver figura 6. **1 3**

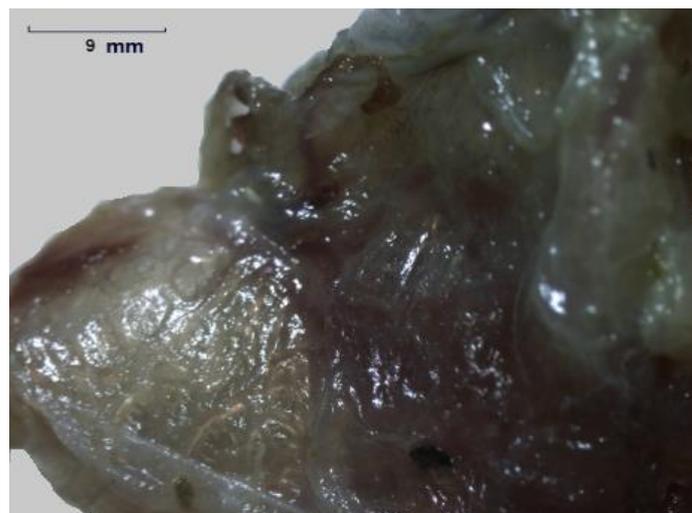
Solo dos individuos, I10 y NP10, presentaron una lesión denominada enfisema. Inicialmente se describirá la normalidad en el tejido pulmonar como se observa en la figura 6. Posteriormente, se describirá la lesión presente en estas dos tortugas con enfisema (Ver figuras 7 y 8).



*Figura 6.* Pulmón. Normalidad macroscópica del pulmón izquierdo del individuo I01. X1.6. Tomado de (Muñoz,2017)



*Figura 7.* Pulmón. Parénquima pulmonar con lesión de carácter enfisematosos, perteneciente al individuo I10. X1.6. Tomado de (Muñoz,2017)



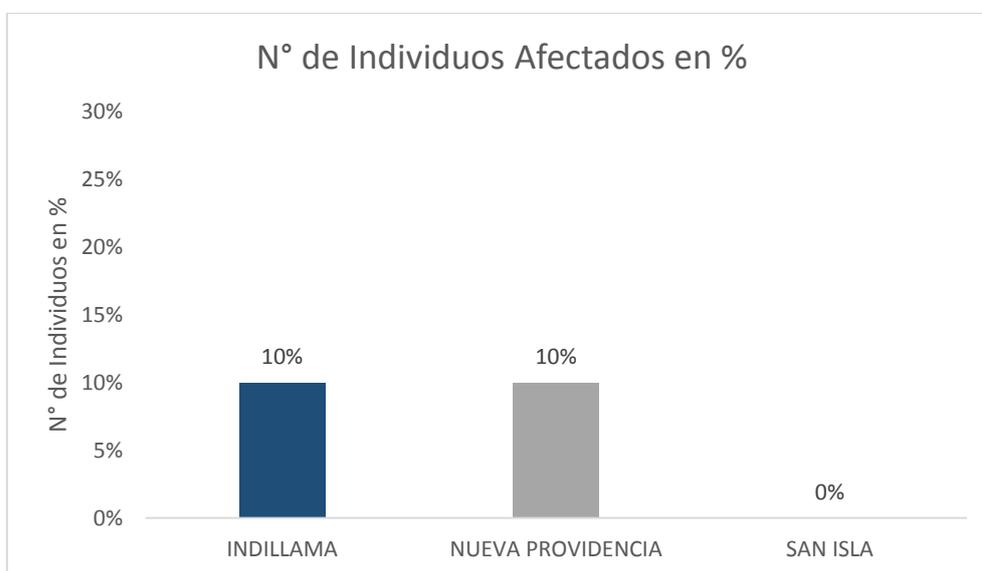
*Figura 8.* Pulmón. Parénquima pulmonar con lesión de carácter enfisematosos, perteneciente al individuo Np10. X1.2. Tomado de (Muñoz,2017)

En la fotografía 6 se muestra el pulmón izquierdo del individuo I01, el cual se toma como referencia para representar como se debería observar un pulmón sano, sin presencia de lesión o anormalidad alguna.

Tanto el individuo Np10 como el I07 presentaron lesiones en forma de sacos de aire, los cuales corresponden a lesiones de carácter enfisematosas. El nivel de

afección del pulmón en el individuo Np10 se presentó en la porción proximal derecha del pulmón, la lesión llegó a cubrir un porcentaje pequeño del total del parénquima, donde se estipuló que un 15 % del mismo se ve afectado. En cuanto al individuo I10 la lesión en pulmón fue mayor que en el individuo Np10, donde esta se presentó en un 80% de la totalidad del parénquima pulmonar; las lesiones van desde la parte proximal del pulmón hasta su porción distal.

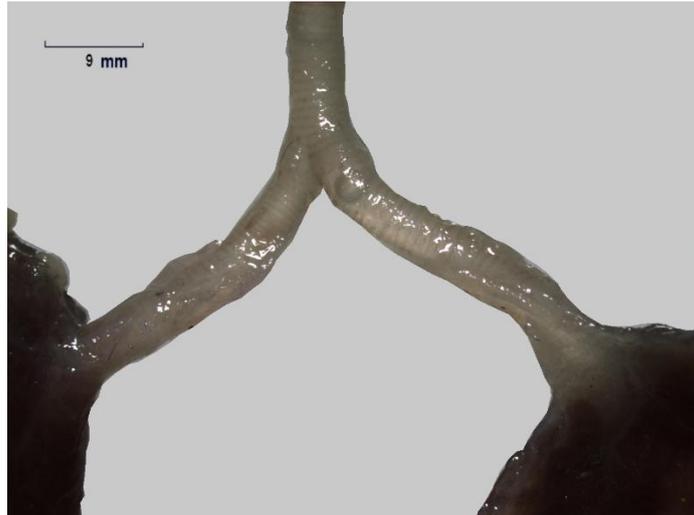
El nivel de animales afectados con la lesión uno se representa en la figura 9; donde se observa que solo el 10% de individuos de Indillama (1/10) y Nueva Providencia (1/10) tuvieron enfisema.



*Figura 9.* Porcentajes de individuos con lesión en pulmón dentro de las distintas comunidades.

#### 4.2.1 Tráquea

En este órgano se evaluó la integridad de los anillos traqueales, la coloración y la continuidad de su estructura. Bajo estos parámetros no se encontró anomalías significativas que se puedan describir en este órgano.



*Figura 10* Tráquea. Normalidad macroscópica, perteneciente al individuo Np01 proveniente de la comunidad Nueva Providencia. X1.6. Tomado de (Muñoz,2017)



*Figura 11.* Tráquea. Normalidad macroscópica, perteneciente al individuo I07 proveniente de la comunidad Nueva providencia. X1.6. Tomado de (Muñoz,2017)

Las tráqueas expuestas pertenecen a los individuos Np10 e I07, se toma como ejemplo estas dos fotografías de tráqueas en estado normal sin alteraciones significativas, se puede observar la coloración de un blanco transparente uniforme en toda la tráquea, así como también se puede observar la integridad de los anillos traqueales normal.

Según lo observado en los resultados de tráquea se estipula que el nivel de afección es de 0% de 30 individuos, en las tres comunidades que tenían estos individuos.

#### **4.2.1.1 Discusión**

El pulmón en tortugas se caracteriza por ser uno de los órganos más extensos en la cavidad celómica, estos tienen múltiples cámaras, en tortugas acuáticas estos aparte de participar activamente en la respiración ayudan a la flotabilidad y el buce, también tienen la función de reservorio de grandes cantidades de aire. Este presenta epitelio mucociliar el cual se lo ha denominado como primitivo ya que no se encuentra tan desarrollado, este defecto anatómico representa un problema para los procesos inflamatorios ya que no permite sacar adecuadamente el exudado de los pulmones (Rubèn, 2010). Aunque en reptiles se considera que los pulmones son de carácter primitivo, las tortugas y cocodrilos presentan uno de los pulmones más evolucionados.

Para la identificación de un pulmón sano se toma en cuenta su coloración y fiabilidad el cual está constituida por una estructura elástica de colágeno y musculo blando, con presencia de una sola cámara sacular (Schmitt, Munns, Adams, y Hicks, 2013). En el presente estudio la mayoría de pulmones observados presentan estas características, por lo que en el análisis macroscópico no existe evidencia alguna de anormalidad en pulmón. Exceptuando los individuos I10 y NP10.

Los individuos de la comunidad Indillama y Nueva providencia presentaron en su perinquina lesiones, que se las denomina a enfisema debido a la similitud que tiene con lo encontrado en la literatura. Según el libro *Pathologic Basis of Veterinary Disease* por James Zachary y Donald McGavin menciona que "en medicina veterinaria se describe al enfisema como una lesión secundaria, y se lo denomina como un alargamiento anormal de aire o una hiperinflación, en las terminaciones distales alveolares. En la mayoría de casos está acompañado por ruptura de la pared de los alveolos(McGavin, Zachary, 2012)".

La etiología de la lesión se da por una obstrucción o salida del flujo del aire, debida a un desbalance que se da cuando el volumen del aire que entra, excede el volumen del aire que sale del pulmón. Debido a las características del enfisema encontrado en el pulmón de los individuos I10 Y Np10, el enfisema es alveolar debido a que la literatura lo describe como una distención y ruptura de los alveolos, que se observan como sacos de aire de diferente tamaño y distribución (Jacobson, 2007).

Es preciso destacar los problemas que causa un enfisema crónico en tortugas acuáticas, donde la principal causa es un desorden de la flotabilidad, este desorden causa que el animal dentro del agua no pueda mantener un eje determinado. Esta afección puede ser negativo cuando el animal se encuentra a un peso más denso que el agua y se le dificulta salir a la superficie, o positivo cuando tiene dificultad para bucear o buscar comida. En estos casos la presencia del enfisema es crónico y se la representa como una lesión obstructiva ya que dificulta la función normal del pulmón, la causa más común es una hipertermia prolongada lo que conlleva al incremento de la permeabilidad del tejido llevando al pulmón a un edema y posterior al enfisema (Gillett, Ploeg, Flint, y Mills, 2017; Schmitt, 2013)

A diferencia del pulmón la tráquea se diferencia de los demás reptiles en que esta debe ser corta, debido al comportamiento que tiene las tortugas de guardar el cuello y cabeza en el caparazón. Dentro de los hallazgos de este estudio en tortugas neonatas no se evidencio alteración alguna, la coloración se presentó normal al comparado con la literatura investigada, donde se caracteriza por presentar un blanco transparente, sin áreas de necrosis o edemas características de golpe. Se describe estenosis en tráquea como afección más común en reptiles (Evans, Atkins, & Citino, 2009). A pesar de esto no se evidencia muchos estudios que aborden más aspectos de o características de tráquea en reptiles, las investigaciones más comunes que se suele encontrar son del tracto respiratorio superior donde abarcan cavidad bucal y nasal, y posterior sobre pulmón. Un estudio en tortugas juveniles

describe que la tráquea normal en tortugas debe presentar los anillos traqueales completos, la tráquea en toda su estructura debe ser circular.

## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

El principal hallazgo anatomopatológico que se encontró fue la lesión de enfisema en pulmón, esta afectó el 6% de 30 individuos de estudio, quiere decir que solo dos tortugas presentaron lesión. El primer individuo pertenece a la comunidad de Indillama y corresponde a la sigla I10, y el otro individuo pertenece a la comunidad Nueva Providencia con sigla Np10, por consiguiente, se estipula que el hallazgo de este tipo de lesión no es dependiente de una comunidad en concreto, como se evidencia con estos dos individuos.

No se evidenciaron hallazgos anatomopatológicos en corazón y tráquea, ya que presentan características de normalidad, sin la presencia de anomalías que indiquen alguna lesión patológica que describir. Esto concuerda con la literatura investigada donde se estipula que encontrar hallazgos en corazón de animales neonatos o juveniles es poco probable, más cuando estos provienen de una crianza en cautiverio.

## 5.2 Recomendaciones

La importancia de un programa de monitoreo para una especie en peligro vulnerable de extinción como es la Charapa, radica en que este tipo de programas se proyecta a establecerse a largo plazo, debidos a lo complicado que es reintroducir una población de individuos en vida silvestre, cuando este ha sufrido una reducción considerable en su población. Especialmente en tortugas neonatas que se liberan a una edad de 3 meses, donde estas tienen una tasa de mortalidad más alta que en adultos. Es por esto que se recomienda impartir este tipo de estudios una vez al año, para asegurar que las crías liberadas se encuentran en buen estado, para que estas posean las capacidades necesarias para enfrentarse al medio adverso y depredadores naturales y como consiguiente poder reducir la tasa de mortalidad en neonatos y juveniles.

El monitoreo del sistema cardiorrespiratorias es complicado, es por esto que se recomienda cuidar la alimentación y manejo de las tortugas criadas en cautiverio, ya que la principal causa de enfermedad, se debe a un mal manejo, donde puede cuásar afecciones como las que se encontró en el estudio, como el enfisema en pulmón que a posterior dificulta la sobrevivencia de los animales en vida silvestre.

Aunque si es verdad que la literatura indica que existe una probabilidad baja de encontrar individuos nonatos con enfermedad, la tesis expuesta es prueba de que se pueden encontrar anomias en individuos no mayores a los 3 meses, es por esto que aparte de aplicar estudios anatomopatológicos, se recomienda realizas exámenes básicos de rutina, como coprológicos, auscultación, de sangre y entre otros.

## REFERENCIAS

- Álvarez, R., Carrillo, E., Ruíz, R., Aldás, S., Benitez, B., & Diego, T. (2005). *Lista Roja de los Reptiles del Ecuador* (Ministerio). Quito: Fundacion Novum Milenium.
- Evans, A., Atkins, A., & Citino, S. B. (2009). Tracheal Stenosis in a Blue-Billed Curassow (*Crax alberti*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, *40*(2), 373–377. <https://doi.org/10.1638/2008-0097.1>
- Figueroa, C. (2010). *Saber, local, uso y manejo de las tortugas charapa podocnemis expansa y taricaya podocnemis unifilis (testudines:podocnemididae) en el resguardo curare los ingleses la pedrera; Amazonas Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Bogota.
- Gillett, A., Ploeg, R., Flint, M., & Mills, P. (2017). Postmortem examination of Australian sea snakes ( Hydrophiinae ): Anatomy and common pathologic conditions. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 593–611. Retrieved from <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1040638717710056>
- Grefa, J. (2006). *Coleccion e Incubacion de huevos de Charapas en la zona de influencia de la Estacion de Biodiversiada Tiputini*. Universidad San Farnscisco de Quito.
- Jacobson, E. (2007). *Infectious Diseases and Pathology of Reptiles* (Taylor y F). Florida.
- Jacobson, E. R. (1978). Reptile Necropsy Protocol. *The Journal of Zoo Animal Medicine*, 7–13. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/236899092>
- Jensen, B., & Wang, T. (2009). Hemodynamic Consequences of Cardiac Malformations in Two Juvenile Ball Pythons (*Python regius*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. <https://doi.org/10.1638/2008-0209.1>
- Kik, M. (2005). Reptile Cardiology: A Review of Anatomy and Physiology, Diagnostic Approaches, and Clinical Disease. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*. <https://doi.org/10.1053/j.saep.2005.12.009>

- López-Crespo, R. A., López-Mayagoitia, A., Ramírez-Romero, R., Martínez-Burnes, J., Prado-Rebolledo, O. F., & García-Márquez, L. J. (2017). PULMONARY LESIONS CAUSED BY THE LUNGWORM ( *DIDELPHOSTRONGYLUS HAYESI* ) IN THE OPOSSUM ( *DIDELPHIS VIRGINIANA* ) IN COLIMA, MEXICO. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 48(2), 404–412. <https://doi.org/10.1638/2016-0156R1.1>
- Mader, D. R. (2006). *Reptile Medicine and Surgery* (Royal Soci). Florida. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/B0-7216-9327-X/X5001-9>
- Manterola, C., & Otzen, T. (2014). Estudios Observacionales. Los Diseños Utilizados con Mayor Frecuencia en Investigación Clínica Observational Studies. The Most Commonly Used Designs in Clinical Research. *Int. J. Morphol.* Retrieved from <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v32n2/art42.pdf>
- McGavin, D., & Zachary, J. (2012). *Pathologic Basis of Veterinary Disease*.
- Ministerio del Ambiente. (2011). Plan de Manejo del Parque Nacional Yasuní. Retrieved May 31, 2018, from <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/242256/45+PLAN+DE+MANEJO+YASUNI.pdf/8da03f55-1880-4704-800e-d5167c80089c>
- O'Malley, B. (2007). *Anatomía y Fisiología clínica de Animales Exóticos*. Zaragoza: SERVET.
- Paez V. (2012). *Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia*. (R. H. y P. C. De & Colombia, Eds.). Bogota.
- Pritchard, P. (1979). *Encyclopedia of Turtles* (Elseiver). Toronto.
- Rivera, M. (2011). *Análisis de una estrategia de conservación para Podocnemis unifilis en la Estación de Biodiversidad Tiputini*. Universiada San Francisco de Quito.
- Román, F. (2001). Patología de Reptiles. *Staff*. Retrieved from [file:///C:/Users/HP/Desktop/CARPETAS/tesis/Libros Tesis/Patología de Reptiles - Nicasio J. Brotóns Campillo \(Canis et Felis\).pdf](file:///C:/Users/HP/Desktop/CARPETAS/tesis/Libros Tesis/Patología de Reptiles - Nicasio J. Brotóns Campillo (Canis et Felis).pdf)
- Rubèn, G. (2010). *Secretos de los Reptiles* (Oceano). Lima: Universidad Ricardo de Palma.
- Schmitt, T. L., Munns, S., Adams, L., & Hicks, J. (2013). The use of spirometry

to evaluate pulmonary function in olive ridle sea turtles (*Lepidochelys olivacea*) with positive buoyancy disorders. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. Retrieved from <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1638/2012-0210R.1>

Tirira, D. (2004). *Nombre de los Mamíferos del Ecuador*. Quito: Murcielago.

Townsend A, B. E. (2005). "Cofán Indians" monitoring of freshwater turtles in Zábalo. Bogota: BioOne.

WCS. (2017). Especies semi-acuáticas. Retrieved from <https://ecuador.wcs.org/Especies/Especies-semi-acuáticas/Tortugas-charapas-Podocnemis-unifilis-P-expansa/Programa-de-manejo.aspx>

WCS. (2018). Misión, visión e historia. Retrieved April 10, 2018, from <https://ecuador.wcs.org/Quiénes-somos/Misión-visión-e-historia.aspx>

Wyss, F., Schneiter, M., Hetzel, U., Pathologie, F., Keller, S., Frenz, M., ... Hatt, J.-M. (2018). INVESTIGATION OF THE TRACHEAL MUCOCILIARY CLEARANCE IN SNAKES WITH AND WITHOUT BOID INCLUSION BODY DISEASE AND LUNG PATHOLOGY. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 49(1), 223–226. <https://doi.org/10.1638/2016-0288R1.1>

