



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

EVALUACIÓN ANATOMOPATOLÓGICA DE PIEL, MÚSCULO Y HUESO DE
PODOCNEMIS UNIFILIS PROVENIENTES DEL PARQUE NACIONAL YASUNÍ

Autora

Diana Carolina Vargas Castillo

Año
2018



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

EVALUACIÓN ANATOMOPATOLÓGICA DE PIEL, MÚSCULO Y HUESO DE
PODOCNEMIS UNIFILIS PROVENIENTES DEL PARQUE NACIONAL
YASUNÍ

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Médico Veterinaria y Zootecnia.

Profesor guía

MV. MSc. PhD. Alexander Genoy-Puerto

Autor

Diana Carolina Vargas Castillo

Año

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, Evaluación anatomopatológica de piel, músculo y hueso de *Podocnemis unifilis* provenientes del parque nacional Yasuní, a través de reuniones periódicas con el estudiante Diana Carolina Vargas Castillo, 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 en que regulan los Trabajos de Titulación”.

Elmer Alexander Genoy-Puerto
MV. MSc. PhD.
C.I.1757589278

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Evaluación anatomopatológica de piel, músculo y hueso de *Podocnemis unifilis* provenientes del parque nacional Yasuní, del estudiante Diana Carolina Vargas Castillo, en el semestre 2018-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes en que regulan los Trabajos de Titulación”

Carolina Susana Bracho Villavicencio
C.I.1716754849

DECLARACIÓN DE AUTORÍA 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”

Diana Carolina Vargas Castillo
C.I.1750322883

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres, por todo su apoyo durante mi formación académica, también agradezco a mi hermano Jahiro por estar apoyándome a que siga adelante en todo momento sobre todo por confiar en mí y por guiarme siempre a que cumpla con mi objetivo final de culminar la carrera, también a mis amigas Jacqueline Pasos, Patricia Tingo, Jazmin Hidalgo, Yessenia Vinuesa que fueron un apoyo en la preparación de mi carrera.

A todo el personal en general que conforma, la coordinación de laboratorios de la Universidad de las Américas.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres a Milton Vargas y Melva Grecia Castillo que siempre me han apoyado incondicionalmente y han realizado grandes sacrificios para que yo continúe con mis estudios, también se lo dedico a mi hermano Jahiro Vargas que ha estado apoyándome en los momentos más difíciles, sobre todas las situaciones que se han presentado en mi vida y finalmente a la Sra. María Párraga quien se ha ganado un cariño especial dentro de la familia.

RESUMEN

Las tortugas *Podocnemis unifilis* actualmente se encuentran en peligro vulnerable de extinción (UICN, 2017). Esto se debe a que existe venta y comercialización de sus huevos, adicionalmente la gente captura a los adultos y los comercializan. La *Wildlife Conservation Society* - Ecuador actualmente cuenta con un programa de conservación de la especie en el Parque Nacional Yasuní, misma que se encarga de la incubación, liberación y monitoreo de las tortugas. La presente investigación tubo un total de 30 tortugas charapa de máximo 3 meses de edad, las cuales provenían de tres comunidades del Parque Nacional Yasuní, las cuales son, Nueva Providencia (n=10), Sani Isla (n=10) y Kichwa de Indillama (n=10). El objetivo principal de esta investigación fue describir los hallazgos anatomopatológicos de piel, hueso y músculo de las tortugas charapa. Se inició realizando un análisis minucioso, posteriormente se analizó cada parte con la ayuda de un estereoscopio, para poder observar las lesiones en las cuales se tuvo evidencia fotográfica, esto fue realizado en el Laboratorio Ambiental, de la sede Queri, de la Universidad de las Américas. Se evidenció lesiones relevantes como es la polidactilia, presente en (1/30), correspondiente al 3,33% total de las tortugas. El otro hallazgo relevante fue una fractura, de la misma manera corresponde a (1/30) con un 3,33%. Es importante mencionar que estos hallazgos no son graves debido a que cada lesión se presentó en un solo animal y desde los puntos de vista poblacional y conservacional no comprometen la viabilidad de toda la especie. Con este estudio se extiende el aprendizaje de las tortugas charapa, adicionalmente se incentiva a que se realicen más estudios con más profundidad para poder determinar la causa exacta de polidactilia y fractura.

ABSTRACT

The yellow-spotted river turtles (*Podocnemis unifilis*) are currently listed as vulnerable and many of them are in danger of becoming extinct (IUCN, 2017), due to the sale and marketing of their eggs and the adult turtles. The Wildlife Conservation Society-Ecuador has currently a conservation program for the species in the Yasuní National Park. This program is responsible for the incubation, the release and the monitoring of the turtles. The present research included a total of 30 Charapa turtles at maximum 3 months of age, and they came from three communities of the Yasuní National Park: Nueva Providencia (n = 10), Sani Isla (n = 10) and Kichwa de Indillama (n = 10). The main objective of this research was to describe the anatomopathological findings of the skin, the bone and the muscle of the Charapa turtles. This study began with an analysis using a stereoscope in order to observe the injuries taken by photos. This was done in the Environmental Laboratory in the Queri headquarter, of the University of America (Ecuador). Relevant lesions were evidenced, such as polydactyly, in (1/30), corresponding to 3.33% of the turtles. The other relevant finding was a fracture, also corresponding to (1/30) with 3.33%. It is important to say that, from the population and conservation points of view, these findings are not serious because each lesion was presented in a single animal and this does not compromise the viability of the entire species. Using this study, the learning about the charapa turtles is extended. Additionally, it encourages deeper studies to determine the exact cause of the polydactyly and the fracture.

ÍNDICE

1	CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1	OBJETIVOS.....	2
1.1.1	Objetivo general.....	2
1.1.2	Objetivos específicos.....	2
2	CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1	Reptiles	4
2.2	Quelonios	5
2.3	Anatomía y fisiología	5
2.3.1	Piel.....	6
2.3.2	Esqueleto.....	7
2.3.3	Miembros.....	8
2.3.4	Músculo	8
2.4	Enfermedades de la piel	9
2.4.1	Anomalías de muda.....	9
2.4.2	Dermatitis	9
2.4.3	Prurito	9
2.4.4	Infecciones fúngicas	9
2.4.5	Abscesos	10
2.4.6	Enfermedad ulcerativa cutánea septicémica	10
2.4.7	Cambios en la pigmentación	11
2.5	Enfermedades músculo esqueléticos.....	11
2.5.1	Enfermedad metabólica de los huesos.....	11
2.5.2	Fracturas	11
2.5.3	Osteomielitis	11
2.5.4	Artritis séptica	12
2.5.5	Anormalidades.....	12
2.5.6	Neoplasias.....	12

3	CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1	Antecedentes	13
3.2	Ubicación	13
3.3	Población y muestra	14
3.4	Materiales	14
3.5	Metodología	15
3.5.1	Técnica de disección	15
3.5.2	Análisis macroscópico	15
3.6	Análisis bibliográfico de datos	17
3.7	Hipótesis	17
3.7.1	Hipótesis nula	18
3.8	Diseño experimental	18
3.9	Análisis estadístico	18
4	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
4.1	Resultados	19
4.1.1	Músculo esquelético	19
4.1.2	Fractura	22
4.2	Músculo	23
4.3	Piel	25
4.4	Comparación entre poblaciones	27
4.5	Discusión	27
4.5.1	Polidactilia	27
4.5.2	Fractura	29
4.6	Limitantes	29
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
5.1	Conclusiones	31
5.2	Recomendaciones	32

REFERENCIAS	33
ANEXOS	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comunidades del Parque Nacional Yasuní.....	14
Figura 2. Porcentaje de lesiones anatomopatológicas.....	19
Figura 3. Polidactilia. Fotografía del dedo accesorio en miembro posterior derecho, NP01. X 0,67.....	21
Figura 4. Diagnóstico de polidactilia. Radiografía del dedo accesorio en miembro posterior derecho, NP01.....	21
Figura 5. Fractura del miembro anterior izquierdo en el dedo 4, I06. X 0,67. Tomado de Vargas, 2017.....	22
Figura 6. Diagnóstico de fractura del miembro anterior izquierdo en el dedo 4, de la comunidad I06.....	23
Figura 7. Músculo normal, SI04. X 1,2.....	24
Figura 8. Músculo con tejido adiposo. SI02. X 1,2.....	25
Figura 9. Piel área cervical. Estructura normal epitelial. I10. X 0,67..	26
Figura 10. Fotografía de cabeza normal. I07. X 0,67.....	27

1 CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La naturaleza tiene como instinto la conservación. Las tortugas semi-acuáticas forman parte importante en el ecosistema, además se encuentran en peligro de extinción (Karunarathna et al., 2017). Cuando los mecanismos naturales afectan la biología de la especie, acelera el declive, conduciendo a la reducción de la población y a su extinción (Bell, Blumenthal, Broderick, & Godley, 2010).

Las tortugas Charapa son muy importantes en la ecología debido a que son limpiadoras del medio acuático, dispersan semillas y son fuente de alimentos de otras especies acuáticas. Sin embargo, se encuentran en la lista roja de la *Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza* como especie vulnerable. (UICN, 2017). Las amenazas de su conservación se deben al aumento de explotación, comercialización de los huevos que se da para el consumo humano, adicionalmente existe captura para la venta de los individuos adultos. Uno de los más grandes peligros, es que la mayoría de los habitantes que se encuentran viviendo en lugares cercanos al hábitat de las tortugas, desconocen sobre la legislación, conservación y sobre la importancia ecológica de las mismas. Así, se suman otros factores, como la contaminación, modificación de los hábitats acuáticos, pérdidas de bosques (Harju, Sirén, & Salo, 2018; Karunarathna et al., 2017; Norris, Michalski, & Gibbs, 2018). La pérdida de hábitats, reduce la disponibilidad de termorregulación para los reptiles, además las especies invasoras destruyen la posibilidad de supervivencia de ciertos animales (Markle, Chow-Fraser, & Chow-Fraser, 2018; Norris et al., 2018).

Ante estas amenazas se crean programas de conservación. Actualmente, el programa de conservación de la *Wildlife Conservation Society Ecuador* en el Parque Nacional Yasuní, intenta recuperar la población de las tortugas Charapa (*Wildlife Conservation Society*, 2008). Los programas de conservación ayudan a monitorear a las especies amenazadas, también se obtienen datos sobre la abundancia y distribución de las especies, teniendo una idea más clara de la vulnerabilidad de los animales, siendo fundamentales para los planes de

manejo de los animales (Fantin et al., 2017; Westcott, Caley, Heersink, & McKeown, 2018).

Para ayudar a la conservación es importante determinar enfermedades o lesiones existentes en los animales y también descartar enfermedades. Esta investigación es una ayuda para poder contribuir a la conservación ya que se realizaron estudios anatomopatológicos que nos ayuda a confirmar o descartar enfermedades. Las patologías que implican riesgos en la vida de los animales deben de ser tratadas, como también, debe de ser mejoradas las condiciones que las causan, para de esta manera ayudar a la conservación, evitando pérdidas por muertes y en caso de las patologías que no impliquen un riesgo para la vida de los animales se tiene que descartar su origen y mejorar las situaciones que las provoquen, para que no se vuelvan a presentar. De la misma manera al tener animales en condiciones de salud adecuadas, nos ayuda confirmar que la especie tiene una muy buena expectativa para su supervivencia. Es muy importante asegurarnos que los animales que se están liberando se encuentran completamente sanos debido a que esto asegura la supervivencia de la especie que se libera. (Oliveira, André, Alves Júnior, Lustosa, & Werther, 2018)

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Realizar una evaluación anatomopatológica de piel, músculo y hueso de tortugas charapa, *Podocnemis unifilis*, de semi-cautiverio de tres comunidades pertenecientes a un programa de monitoreo del Parque Nacional Yasuní.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar los hallazgos macroscópicos de piel, músculo y hueso, presentes en las tortugas charapa de semi-cautiverio de tres comunidades pertenecientes a un programa de monitoreo del Parque Nacional Yasuní.

- Determinar las posibles causas de los hallazgos anatomopatológicos de piel, músculo y hueso, presentes en las tortugas charapa de semi-cautiverio de tres comunidades pertenecientes a un programa de monitoreo del Parque Nacional Yasuní.
- Determinar las posibles necesidades que se puedan encontrar en base a los hallazgos anatomopatológicos de piel, músculo y hueso en las tortugas charapa de semi-cautiverio de tres comunidades pertenecientes a un programa de monitoreo del Parque Nacional Yasuní.

2 CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Reptiles

Los reptiles son importantes en los procesos ecológicos, actualmente existen más de 7500 especies de reptiles actuales (Jacobson, 2007). Desempeñan un papel importante en el ecosistema, ya que representan una gran diversidad de vertebrados modernos, son dispersores de semillas, también facilitan la polinización, tienen función en el transporte de nutrientes, son presas y aumentan la biodiversidad porque crean refugios para otras especies, además, existe poca información del rol de los reptiles en el ecosistema (de Miranda, 2017).

Tenemos varias características que les diferencia a los reptiles del resto de animales como las siguientes:

Son amniotas es decir que ponen los huevos en medio terrestre, presentan cubierta que los protege y presentan anexos embrionarios, lo cual les permite nutrirse, subsistir y crecer, de esta manera mantienen al embrión en medio acuoso en todo el desarrollo. Entre otras características que tenemos, es que presentan escamas en la piel, con excepción de los cocodrilos y las tortugas que además poseen placas dérmicas, que es rico en tejido conectivo, este tipo de engrosamiento se denomina "osteodermo". En lo que se refiere al esqueleto de los reptiles han ido adquiriendo ciertas particularidades como es el caso de la mandíbula que no está fusionada entre sí en el caso de algunos reptiles, sus cráneos tienen un solo cóndilo occipital, por lo que se articula con la primera vértebra cervical que es el atlas, las inserciones musculares son muy potentes, esto les ayuda a mantener a las presas y no poseen pelos ni plumas (Meneghel, 2006).

Los reptiles se clasifican en dos subclases, la Diapsida y la Anapsida.

Los reptiles que pertenecen a la subclase Diapsida presentan dos ábsides en cada región temporal, estos están divididos a su vez en dos líneas principales: El Lepidosaurio que significa “reptiles escamosos” y el Archosaurio que significa “reptiles dominantes” (Jacobson, 2007).

La subclase Anapsida no presenta ábsides en la región temporal. Los únicos sobrevivientes son los de orden Chelonia los cuales han ido sufriendo varias variaciones morfológicas, lo que más llama la atención morfológicamente es su piel ya que presentan engrosamientos que cubren la piel, cuando mudan, modifican su capa de queratina (Meneghel, 2008).

2.2 Quelonios

Las tortugas son el grupo más antiguo de reptiles, tienen más de 285 especies y 13 familias, entre ellos tenemos a especies de tipo terrestres, acuáticos y semi-acuáticos, son los únicos que poseen caparazón, además su pelvis esta fusionada al caparazón (Rivero, M.2002). Todos ponen huevos (Jacobson, 2007).

Se subdividen en dos subórdenes:

El suborden Pleurodira son las tortugas de cuello de serpiente, tienen estructuras anatómicas que les ayuda a doblar la cabeza y cuello, dos de las 13 familias tienen esta capacidad anatómica (Jacobson, 2007).

El suborden Cryptodira son las tortugas que retraen su cabeza dentro del caparazón (Rivero, M.2002).

2.3 Anatomía y fisiología

Las tortugas poseen un caparazón que les permite protegerse de depredadores. Por su conformación anatómica, afecta la respiración ya que no

puede expandir la caja torácica, por esta razón las tortugas tienen un mecanismo especial para captar el oxígeno que es por medio del agua que absorben, también por la faringe o por medio de la piel. En el caso de los quelonios de agua dulce pueden contener la respiración con mayor facilidad, utilizan el medio anaerobio, la respiración no pulmonar que es por medio de la piel, la faringe y la cloaca. Pueden enviar la sangre por fuera de los pulmones, mientras nadan, además toleran el desequilibrio ácido básico (de Miranda, 2017).

Las tortugas son ectodérmicos, obtienen el calor por medio de la exposición o caminando a ambientes más cálidos, se aclimatan a diferentes temperaturas variando desde los 25 a 33°C (de Miranda, 2017).

2.3.1 Piel

La piel es el órgano más grande del cuerpo, en los reptiles tiene dos capas que son la dermis y la epidermis. La dermis se constituye por el corión y el tejido subcutáneo que es el más profundo, junto con las células adiposas. La epidermis tiene tres capas; el estrato profundo, estrato intermedio aquí tenemos la zona límite de muda y el estrato córneo que se encuentra queratinizado. Casi todas las especies de reptiles presentan una capa más externa que es fina llamada epidermícula, presenta crecimiento cíclico y por cada muda que realizan se acumulan dos ciclos de crecimiento (Meneghel, 2008).

La muda es el cambio de la capa más externa de la piel, permite el crecimiento del animal, su duración varía dependiendo de algunos factores como es la temperatura, fisiología y humedad. En las tortugas se pueden acumular mudas sobre el caparazón (Meneghel, 2008).

Los reptiles presentan una pigmentación especial que es producto de la queratinización de fibrillas de células del estrato intermedio, las podemos

encontrar en órganos sensoriales, su ubicación va a depender de la migración que presente la melanina (Meneghel, 2008).

2.3.2 Esqueleto

Las tortugas tienen un esqueleto diferente en comparación con el resto de vertebrados. La Cabeza tiene que ser pequeña para que pueda permitir su retracción bajo el caparazón, tienen el cráneo robusto. Las bocas de las tortugas tienen forma de pico, además sus mandíbulas son diferentes dependiendo del tipo de especie. El caparazón de las tortugas se une dorsalmente a las costillas, también a las vértebras, por medio de placas de hueso dérmico (Meneghel, 2008).

La columna vertebral va a iniciar con el atlas que tiene la fosa que se articula con el cóndilo del occipital, careciendo de cuerpo vertebral. Seguido tenemos al axis que posee apófisis odontoides, seguido de las vértebras cervicales, posteriormente tenemos a las vértebras dorsales que se articulan con las costillas (Meneghel, 2008). Las vértebras dorsales presentan uniones en las costillas que se fusionan en las placas dermato-óseas. El cuello y la cola son flexibles y muy móviles (Evans, 1986). Las tortugas no poseen esternón (Meneghel, 2008).

En los reptiles, la cintura escapular está compuesta por escápula, coracoides, procoracoides, la clavícula y interclavícula. La cintura pélvica está formada por ilion, isquion y pubis. Las tortugas son los únicos vertebrados que tienen la cintura alojada dentro del caparazón (Meneghel, 2008).

El caparazón de los quelonios está compuesto por placas de hueso dérmico que lo hace tener una consistencia dura y cubre dorsalmente a la tortuga, mientras que ventralmente tenemos al plastrón que se constituye de igual forma por placas dérmicas (Evans, 1986).

2.3.3 Miembros

Los miembros tienen diferentes formas dependiendo el ambiente donde se encuentran, las tortugas de agua dulce tienen sus patas palmeadas, con membranas interdigitales, esto les permite nadar moviendo sus extremidades, en algunos casos les permite caminar en el fondo. Las marinas se caracterizan por que tienen aletas utilizando las patas delanteras como remos, mientras que las traseras como timón, les ayuda a nadar de mejor manera y las terrestres presentan patas que sobresalen a ambos lados, haciendo que se fatiguen, además presentan adaptaciones que les permite excavar (King, 1996; Pough, 1998).

2.3.4 Músculo

Los músculos aductores que se encuentran en la mandíbula les permiten cerrarla con una fuerza extraordinaria, pasan por la tróclea conforme aumenta la longitud de las fibras musculares proporcionándoles así una mayor fuerza y potencia (King, 1996; Pough, 1998).

Los fuertes músculos refractores se disponen hasta la base del cuello, posibilitando así la retracción de la cabeza. Estos músculos también ayudan a tirar del alimento mientras se ayudan con los miembros anteriores para sujetarlo (Evans1986).

En los reptiles la musculatura epiaxial del tronco, está constituido por el músculo dorsal, en los quelonios este músculo se encuentra casi atrofiado. La musculatura hipoaxial, está más desarrollada ya que realiza movimientos respiratorios y actúa como sostén de los órganos, entre los músculos hipoaxiales tenemos a los oblicuos, ubicados en la parrilla costal. El músculo recto abdominal, está ubicado al borde de la parrilla costal y la cintura pélvica. El músculo subvertebral, antagoniza la acción de la musculatura epiaxial (Meneghel, 2008).

2.4 Enfermedades de la piel

2.4.1 Anomalías de muda

Entre las causas más comunes se tiene la humedad, la caquexia, la nutrición inadecuada, también enfermedades sistémicas y desórdenes sistémicos. A esta enfermedad se le llama disecdisis. Las partes de piel afectadas se desprenden, pero dejan un rastro con pequeños trozos de piel adheridos, los mismos que se pueden infectar y a su vez crear costras, con el tiempo afecta a tejido subcutáneo, incluso puede afectar a las estructuras óseas (Martínez, 2013).

2.4.2 Dermatitis

La dermatitis se puede dar por la contaminación de bacterias fecales Gram negativas, es una de las infecciones más frecuentes. En caso de observar una piel no retenida, blanda, con aspecto purulento y húmeda, es indispensable realizar el cultivo (Manire et al., 2008).

2.4.3 Prurito

Se puede dar debido a la presencia de ectoparásitos, entre estos tenemos a las miasis por larvas de moscas, (Jepson, 2011, 365). Puede existir la presencia de garrapatas, ácaros, sanguijuelas. Otra causa de prurito se debe a la dermatitis (Aguilar, Adriano, & Mathews, 2017; Úngari et al., 2018).

2.4.4 Infecciones fúngicas

Existen lesiones micóticas en la piel de estas especies que forman verdaderos abscesos locales, y en otras ocasiones están asociada a diseminación sistémica micótica. En diversos casos se han aislado hongos similares a *Trychosporium*. En tortugas de la especie *Carettochelys* se han descrito

infecciones sistémicas de manifestación cutánea causada por el hongo *Paecilomyces lilacinus*. En ocasiones la contaminación fúngica es consecuencia de un tratamiento antibiótico en tortugas inmunodeprimidas. En casos de duda etiológica, deben tomarse siempre muestras de la piel afectada y del líquido de las vesículas para citología y cultivo antes del inicio de cualquier tratamiento (Marco, Abella, Martins, López, & Patino-Martinez, 2018; Posthaus et al., 1997).

2.4.5 Abscesos

Los abscesos cutáneos en tortugas se presentan frecuentemente. Están en la dermis, se dan por heridas externas que van expandiéndose, también se puede dar por ectoparásitos, contaminación de heces o a su vez por agua con contenido de mucha carga bacteriana (Martínez, A. 2013).

2.4.6 Enfermedad ulcerativa cutánea septicémica

Es un problema que sucede comúnmente en quelonios inmunocomprometidos, es asociada a la baja calidad del ambiente como también a las heridas de la piel. Tal es el caso que se presentan en un grupo de tortugas semiacuáticas que viven en un ambiente en condiciones inadecuadas, presentando signos de eritema, erosiones, letargia, anorexia, debilidad, enrojecimiento del plastrón, hemorragias petequiales, úlceras crateriformes en piel y plastrón, pérdida de condición corporal y muerte súbita. Entre los agentes involucrados se tiene a las bacterias Gram negativas *Aeromonas hydrophila*, *Citrobacter freundii* y *Serratia* spp (Jepson, 2011, 365).

La patogenia de la enfermedad es poco conocida, pero se asume que los agentes infecciosos involucrados están en el ambiente acuático y entran por medio de heridas en la piel, aquí la infección se expande al tejido hepático, renal, esplénico y cardíaco; causando septicemia y muerte del animal (Jepson, 2011, 365).

Asimismo, se han reportado como la causa de muerte en tortugas neonatas *Podocnemis Expansa* que se encuentran en cautiverio (Jesús Lescano, Miryam Quevedo, & Víctor Fernández, 2013).

2.4.7 Cambios en la pigmentación

Entre las causas de cambio en la pigmentación tenemos a las quemaduras, eritema, insuficiencia renal, el crecimiento de algas en tortugas de vida acuática, tejido de cicatrización (Jepson, 2011).

2.5 Enfermedades músculo esqueléticos

2.5.1 Enfermedad metabólica de los huesos

Es más frecuente encontrar en quelonios de cautiverio, se da debido a los niveles bajos y desequilibrio de calcio, fósforo, exceso o deficiencia de proteínas, también la hipovitaminosis D que se da por la falta de exposición a la luz solar, o por la temperatura inadecuada y la ausencia de vitamina D. Otra causa es el hiperparatiroidismo que causa la desmineralización de los huesos, llegando a ocasionar fracturas patológicas (Łojarczyk-Szczepaniak, Szczepaniak, Grzybek, & Lisiak, 2018).

2.5.2 Fracturas

Son generalmente traumáticas, se puede dar entre las extremidades o en el caparazón, existen también la dislocación articular, otra causa es la obesidad (Jepson, 2011).

2.5.3 Osteomielitis

Es una infección en el hueso que generalmente es causada por bacterias, pero otra causa también puede ser por hongos (Jepson, 2011).

2.5.4 Artritis séptica

Es la invasión bacteriana entre los espacios articulares, que provoca la inflamación de la articulación (Jepson, 2011).

2.5.5 Anormalidades

Los ancestros de los reptiles muestran rasgos de desarrollo ausente o anormal en comparación a los reptiles actuales, entre estos podemos tener a la polidactilia, hiperfalangia y entre otro tipo de malformaciones (Skawiński & Tałanda, 2014).

2.5.6 Neoplasias

Las neoplasias se dan comúnmente en reptiles, entre los reptiles que más padecen de esta enfermedad tenemos a las serpientes, luego a los lagartos, seguido de quelonios y cocodrilos (Garner, Hernandez-Divers, & Raymond, 2004).

3 CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Antecedentes

Existe un proyecto investigación llamado: Estudios preliminares anatomopatológicos y hematológicos en neonatos de Tortugas Charapa, *Podocnemis unifilis* (Testudines: Pleurodira) del Parque Nacional Yasuní. El proyecto se realizó con la *Wildlife Conservation Society Ecuador*, para poder monitorear el estado de salud de las tortugas.

Esta investigación está bajo la supervisión del Docente de la UDLA y PhD. Alexander Genoy-Puerto. En la cual se realizó la recolección de 30 animales neonatos de *Podocnemis unifilis*. A esta población se le realizó colecta de muestras para hematología y necropsia.

Para la necropsia, se hizo la eutanasia, por medio de indicaciones específicas para reptiles de *American Veterinary Medical Association* (2013). Utilizando fenobarbital de sodio (60 a 100 mg/kg) administrada intracelomicamente, posteriormente se realizó un corte en médula espinal para asegurar el paro cardio-respiratorio.

Finalmente hicieron la necropsia parcial, con la metodología de (Hanley & Hernandez-Divers, 2003) y (Matushima, 2007). El protocolo incluyó un análisis físico de todo el animal, posicionando al animal dorso-ventral para separar el plastrón del caparazón y se puso a los animales en formaldehído bufferado al 10% para ser enviados posteriormente a los laboratorios de Histopatología de la Universidad de las Américas.

3.2 Ubicación

Las tortugas *Podocnemis unifilis* son provenientes de tres comunidades que están asentadas en orillas del río Napo, en las cuales tenemos Nueva

Providencia, Sani Isla y Kichwa de Indillama, estas comunidades están ubicadas dentro del Parque Nacional Yasuní, además pertenecen a la Provincia de Orellana, cantón Orellana (Figura 1).

El Parque Nacional Yasuní cuenta con una altitud de 200 a 600 msnm, el bosque es húmedo con una temperatura media anual de 23° y 25° C (Wildlife Conservation Society 2008).

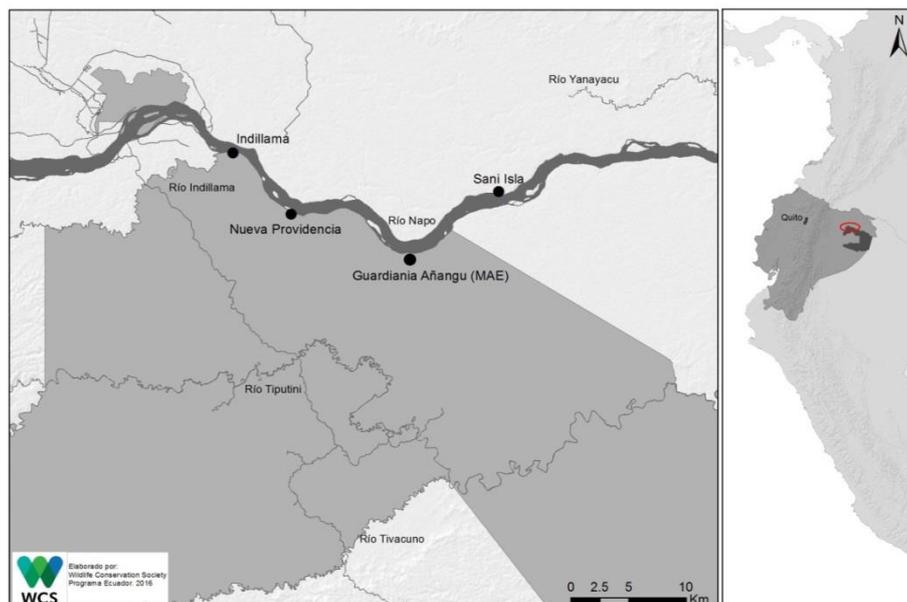


Figura 1. Comunidades del Parque Nacional Yasuní.

Tomado de: (Wildlife Conservation Society 2008).

3.3 Población y muestra

Para la presente investigación se contó con una población de 30 tortugas charapa de máximo 3 meses de edad, que fueron previamente eutanasiadas como se mencionó anteriormente, como muestra se tuvo piel (n= 30), músculo (n= 30) y hueso (n= 30).

3.4 Materiales

Los materiales utilizados para esta investigación se pueden observar en anexos 1.

3.5 Metodología

La necropsia de estos órganos incluyó la disección y el análisis macroscópico de los mismos.

La realización de estos dos procedimientos fue realizada en la Universidad de las Américas en el Laboratorio Ambiental perteneciente al Laboratorio de Investigación en la sede Queri.

3.5.1 Técnica de disección

Para la disección de estos tres órganos se siguió el protocolo de Hanley y Hernandez-Divers (2003). Se puede observar en anexo 2.

Con la ayuda de dos equipos de estereoscopios, el primero corresponde al estereoscopio SZ61 (Olympus USA), equipado con la cámara Infinity 2 (Lumenera, USA) y el programa INFINITY ANALYZE y el segundo estereoscopio Stereo Discovery V12 (Zeiss, USA), equipado con la cámara AxioCam ICc 5 (Zeiss, USA) y el programa AxioCam, mismos que ayudaron al procesamiento de las imágenes, se utilizó medidas de $x= 0,67$ y $x= 1,2$. Los equipos mencionados ayudaron a tener una mejor visualización de cada órgano para posteriormente realizar la disección de cada órgano objeto de estudio para poder analizar estructuras en cada animal, también con la finalidad de tener evidencia de las anomalías y caracterizar las alteraciones macroscópicas.

3.5.2 Análisis macroscópico

Se siguió un orden de acuerdo a la identificación y numeración de cada tortuga, comenzando por la comunidad Nueva Providencia n (1-10), seguido de la comunidad Sani Isla n (1-10) y terminando en la comunidad Kichwa de Indillama n (1-10). Finalmente, se llevó una guía para poder anotar todas las observaciones macroscópicas y se tomó evidencia fotográfica de cada parte

analizada. Se analizó a la tortuga comenzando de la cabeza a la cola, tomando fotos de cualquier anomalía. (Thierry, M. Work, D).

Es importante mencionar que en todo el procedimiento se utilizó guantes de látex y mascarilla, ya que las muestras se encontraban con formol al 10%, las partes que se fueron analizando se las realizó de la siguiente manera:

3.5.2.1 Plastrón, Caparazón, piel

Presenta cambios de color, si los presenta, describir.

Existen cambios en la estructura normal, describir.

¿Existe presencia de neoplasias?

¿Se están cayendo las escamas?

¿Tiene heridas?

¿Presenta ectoparásitos?

Observaciones

3.5.2.2 Fosas nasales

¿Existe algún tipo de secreción anormal?

Observaciones

3.5.2.3 Boca

Anotar si existe presencia de úlceras, cortes, placas, crecimientos anormales.

Observaciones

3.5.2.4 Extremidades

¿Presencia de deformidades?

¿Fracturas o traumas?

¿Existen heridas?

Observaciones

3.5.2.5 Músculo y hueso

Anotar si se observa alguna alteración como atrofia.

¿Cambios de color?

¿Presencia de malformaciones óseas?

¿Presencia de neo formaciones?

Observaciones (Thierry, M. Work, D).

3.5.2.6 Toma Fotográfica

Se tomaron fotografías los equipos antes mencionados.

3.6 Análisis bibliográfico de datos

Para poder analizar cada parte del sistema musculo esquelético y piel se comparó con la literatura de "*Infectious diseases and pathology of reptiles color atlas and test*" de Elliott Jacobson (2007), Jepson (2011) y McArthur, S. Wilkinson, R. Meyer, J. (2008), "*Reptile medicine and surgery*" de Douglas (1999) y "*The anatomy of sea turtles*" de Jeanette Wyneken (2001), también se tomó en cuenta artículos científicos, todo con relación específica de patología sobre piel, hueso y músculo de tortugas y reptiles, contando con la asesoría del PhD. Genoy-Puerto.

3.7 Hipótesis

Se encuentran hallazgos anatomopatológicos en piel, hueso y músculo de treinta tortugas charapa provenientes del Parque Nacional Yasuní.

3.7.1 Hipótesis nula

No se encuentran hallazgos anatomopatológicos en piel, hueso y músculo de treinta tortugas charapa provenientes del Parque Nacional Yasuní.

3.8 Diseño experimental

No se realizó ningún tipo de experimento en los animales muestreados, por lo tanto, este estudio es del tipo descriptivo observacional, de los hallazgos anatomopatológicos del sistema músculo esquelético y piel de treinta tortugas charapa (*Podocnemis unifilis*), que se eutanasiaron en el año de 2017, las cuales fueron tomadas al azar en tres comunidades del Parque Nacional Yasuní.

Para poder analizar el sistema músculo esquelético y piel, macroscópicamente se tiene que tener un conocimiento amplio para diferenciar lo normal de lo anormal, por lo cual se ha utilizado tanto libros y artículos. Cabe mencionar que para la confirmación de los diagnósticos se utilizó fuentes de literatura científica, los diagnósticos dados fueron confirmados gracias a las literaturas estudiadas, al igual que la discusión, todo fue confirmado en base a la comparación de estudios anatomopatológicos de los diferentes autores antes expuestos. Por lo tanto, los hallazgos pueden tener variabilidad entre individuos y entre lesiones. Las lesiones pueden tener el mismo nombre, pero pueden variar en severidad y cronicidad.

3.9 Análisis estadístico

Se realizó una comparación entre comunidades y tipo de tejidos con patología, para lo cual se realizó una base de datos en Microsoft Excel 2010, además se representaron con gráficos de estadística descriptiva.

4 CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Músculo esquelético

Se pudo confirmar la presencia de lesiones relevantes de tipo no infeccioso, en el sistema músculo esquelético como es el caso de la polidactilia que hace referencia a una malformación que provoca el aumento de dedos en los animales, se determinó que, de las 30 tortugas totales provenientes de las comunidades del Parque Nacional Yasuní, el 3,33% que corresponde a un solo neonato (1/30) de las tortugas presentaron malformación, la tortuga (NP01), correspondiente a la comunidad Nueva Providencia.

También se encontró una fractura que corresponde al 3,33%, es decir, un solo animal (1/30) de las tortugas. La tortuga que presentó esta lesión estaba identificada como (I06), de la comunidad de Indillama. Además, para la confirmación de estas lesiones se tomó radiografías que nos ayudan a evidenciar de mejor manera las patologías encontradas y a su vez confirmar el diagnóstico. Ver gráfico 1.

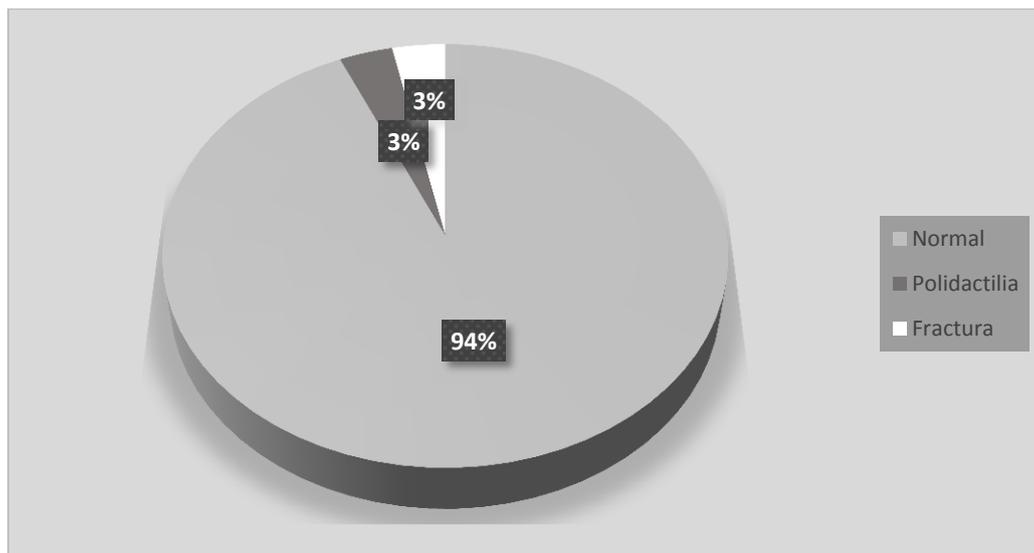


Figura 2. Porcentaje de lesiones anatomopatológicas.

Tomado de Vargas, 2018.

4.1.1.1 Polidactilia

La polidactilia hace referencia al incremento de dedos en las extremidades. Es una malformación de tipo congénita, en reptiles sucede con mayor frecuencia que en otros animales. En quelonios no es tan frecuente, aunque se describen otras malformaciones del sistema músculo esquelético, como son las anomalías de la estructura del caparazón, enanismo condrodiafisiario (Martínez, Silvestre, Soler, Sole & Sampere, 1997)(Kaliontzopoulou et al., 2013).

Los animales que nacen con malformaciones no deben ser utilizados para reproducción en los programas de manejo de cría de especies protegidas, adicionalmente es necesario un Médico Veterinario para poder analizar el ambiente y las condiciones de incubación naturales y artificiales.

El origen de la malformación no es posible determinar, debido a que no se sabe cuáles son las causas que pueden estar afectando, tampoco se tiene evidencias que nos indiquen la causa exacta por lo que son necesarias futuras investigaciones para poder determinar con claridad cuál es el principal origen de la polidactilia, para lo cual se debe de realizar un estudio a profundidad del método de siembra de huevos, temperatura, existencia de químicos y contaminantes del medio ambiente. Por otro lado es importante determinar la frecuencia y localización de las malformaciones.



Figura 3. Polidactilia. Fotografía del dedo accesorio en miembro posterior derecho, NP01. X 0,67.

Tomado de Vargas, 2017.



Figura 4. Diagnóstico de polidactilia. Radiografía del dedo accesorio en miembro posterior derecho, NP01.

Tomado de Vargas, 2018.

4.1.2 Fractura

Asimismo, no se ha podido determinar la causa principal de la fractura debido a que no existe evidencia, pero es recomendable que se verifique el alojamiento de los animales, el tipo de manipulación, la presencia de contaminantes que provoquen enredos en sus cuerpos y el medio ambiente en general, para detectar posibles causantes de fracturas.

Es importante tratar a las fracturas debido a que puede ser una causa de infección, incluso llegando a causar la muerte del animal, es por esto que es necesario la presencia de un Médico Veterinario, para poder determinar la causa y tratar sin problema estos casos.

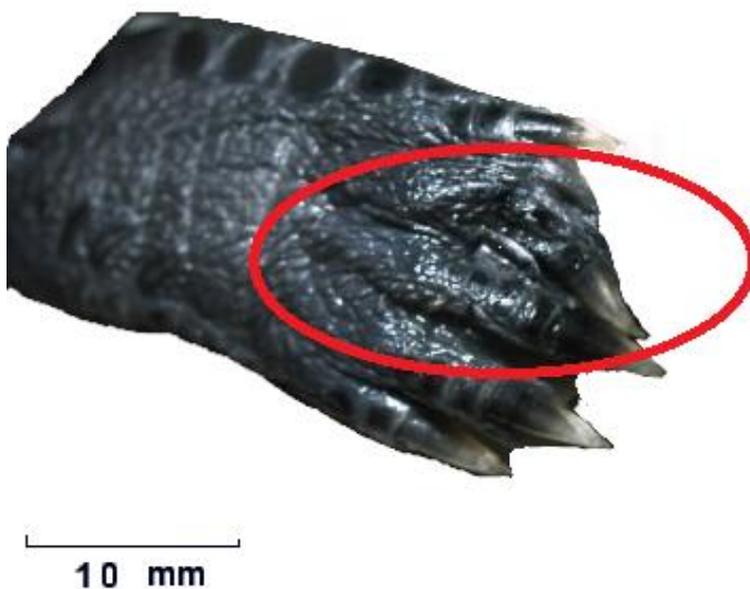


Figura 5. Fractura del miembro anterior izquierdo en el dedo 4, I06. X 0,67. Tomado de Vargas, 2017.



Figura 6. Diagnóstico de fractura del miembro anterior izquierdo en el dedo 4, de la comunidad I06.

Tomado de Vargas, 2018.

4.2 Músculo

No se evidenció lesiones a nivel muscular, las 30 tortugas presentaban una coloración y estructura homogénea, con presencia de melanina en diferentes partes de músculo lo cual es normal en las tortugas.

Entre las patologías y hallazgos musculares más frecuentes que se pudieron presentar tenemos a las neoplasias, parásitos, hemorragia, petequias, abscesos, atrofia muscular, hipertrofia, inflamación, infecciones, cambios en la estructura normal del músculo, tejido de cicatrización y heridas. Esto se puede identificar debido al cambio de color, aumento en su estructura normal o reducción de la misma, consistencias anormales. Ninguno de los animales presentó ninguna de estas alteraciones, las estructuras musculares analizadas se encontraban normalmente de acuerdo a la anatomía muscular de los reptiles como se puede observar en la (figura 6).



Figura 7. Músculo normal, SI04. X 1,2.

Tomado de Vargas, 2017.

La musculatura está relacionada con el tipo de alimentación que reciban las tortugas, se puede aumentar la masa relativa del músculo, al cambiar la arquitectura de la fibra (Pfaller, Gignac, & Erickson, 2011).

Entre otros hallazgos encontrados tenemos el 6,66% que corresponde a (2/30) tortugas presentaron tejido adiposo entre las extremidades anteriores y posteriores esto se evidenció entre las tortugas más grandes, cabe recalcar que esto es normal debido a que se puede presentar por la dieta del animal, en comidas altas en grasa, competición por alimento debido a que los animales más grandes son los que más aprovechan el alimento y el porte de los animales porque se desarrollan más rápido debido a que aprovechan los nutrientes, este hallazgo no es patológico.

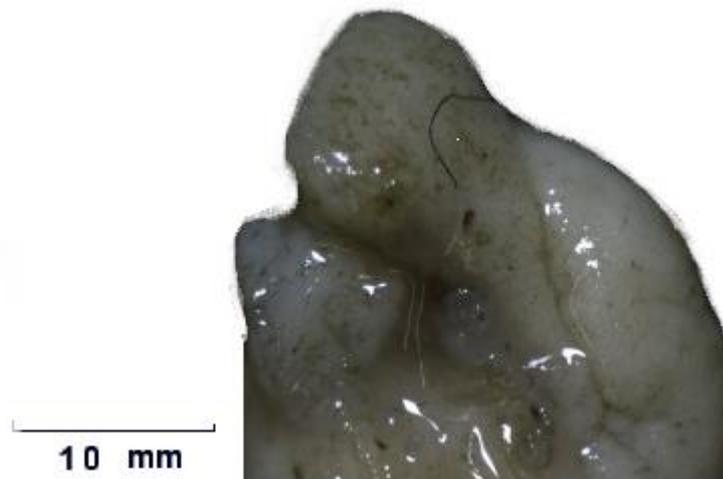


Figura 8. Músculo con tejido adiposo. S102. X 1,2.
Tomado de Vargas, 2017.

4.3 Piel

La piel de las extremidades, la cola y la cabeza de las tortugas, es parecida a la del resto de reptiles; el grosor depende del tipo de tortuga por su hábitat. La piel es suave y lisa, se encuentran divididas por ranuras superficiales, las patas tienen presencia de placas dérmicas, al igual que la cola y la cabeza, el tegumento está formado por células de queratina, que es la proteína que recubre la epidermis, carecen de glándulas sudoríparas, pero están recubiertas por escamas que las protegen, las tortugas semi-acuáticas poseen patas que les ayudan a desplazarse a través del suelo, poseen garras, la cola varía de tamaño, dependiendo la especie de tortuga (de Miranda, 2017).

Existen algunas enfermedades que afectan en la piel como es la disecdisis que son las anomalías de muda, es importante mencionar que este tipo de patología no se puede presentar en estas tortugas debido a que tienen máximo tres meses de edad siendo neonatas, por ende, no realizaron aún la muda, esta enfermedad suele presentarse en tortugas jóvenes y adultas. Entre otras enfermedades más frecuentes de piel en tortugas que se podía encontrar tenemos a ectoparásitos, dermatitis, infecciones bacterianas, enfermedad

ulcerativa cutánea, infecciones fúngicas, quemaduras, ataques inter especie, abscesos, cambios en la pigmentación y neoplasias como se mencionó anteriormente. No se identificó ningún tipo de lesión mencionada en las 30 tortugas, debido a que no existió cambios de color, ni inflamación o exudado, tampoco existió inflamación por debajo de la piel, no existió heridas, ni hubo cambios en la continuidad o estructura epitelial anatómica de las tortugas, no existieron parásitos evidentes, ni descamaciones y tampoco existió cicatrices. Confirmando de esta manera que a nivel epitelial las tortugas se encontraban sanas. Su conformación externa fue suave y lisa, con presencia de placas dérmicas en las patas, cola y cabeza.



Figura 9. Piel área cervical. Estructura normal epitelial. I10. X 0,67. Tomado de Vargas, 2017.



Figura 10. Fotografía de cabeza normal. I07. X 0,67. Tomado de Vargas, 2017.

4.4 Comparación entre poblaciones

En la comunidad Nueva Providencia se evidenció una lesión que es la polidactilia, presente en (1/10) animales, la tortuga que presentó esta lesión estaba identificada como NP01. En la comunidad Kichwa de Indillama se evidenció una fractura, de la misma manera presente en (1/10) de las tortugas, correspondiente a la tortuga identificada como I06. Finalmente, en la comunidad Sani Isla no se evidenció ningún tipo de lesiones anatomopatológicas de piel, músculo y hueso. Es importante mencionar que estas lesiones no causan riesgos en la conservación de las tortugas debido a que la cantidad de lesiones presentadas no nos indican un impacto en la población.

4.5 Discusión

4.5.1 Polidactilia

Diversos autores señalan que en los reptiles la incidencia de malformaciones congénitas puede asociarse con causas genéticas, ambientales,

contaminación, los procesos patológicos implican en el desarrollo de malformaciones congénitas (de Carvalho et al., 2017). Aunque algunas malformaciones han sido descritas, son pocos los trabajos que detallan la frecuencia de deformaciones en embriones y neonatos en tortugas (Ibarra & Gasca, 2009)(Kaliontzopoulou, Salvi, Gomes, Maia, & Kaliontzopoulos, 2013). La mayor incidencia está relacionada a causas ambientales sobre el embrión en el huevo. La presencia de las poblaciones naturales depende del éxito de la incubación de los huevos de las diferentes reservas. Sin embargo, se puede ver afectada por la manipulación de los huevos durante el traslado y siembra de estos. Las temperaturas elevadas o bajas durante los primeros 5-15 días de incubación, son relacionadas a la malformación embrionaria o también a la muerte fetal. La excesiva humedad se observa más en huevos incubados artificialmente. También la deshidratación de los huevos afecta al mesodermo y ectodermo. La presencia de las poblaciones naturales depende del éxito de la incubación de los huevos de las diferentes reservas. (Martínez, Silvestre, Soler, Sole & Sampere, 1997)(Magalhães et al., 2017).

Otra causa de malformación se puede dar por el determinismo genético, es decir por herencia parental o mutación de alelos en el desarrollo. También la exposición a agentes químicos, estos agentes afectan directamente a los puntos clave de desarrollo embrionario. Se puede estar afectado debido al desarrollo embrionario, de igual manera la contaminación de las industrias, como también de la agricultura que son regados en los ríos pueden afectar a las tortugas (Ibarra & Gasca, 2009).

Según Ibarra y Maldonado, existen factores intrínsecos (genéticos y fisiológicos) y extrínsecos (físicos, químicos, edafológicos, etc.). Los cuales afectan cuando eclosionan las crías, repercutiendo en el desarrollo embrionario siendo responsables de la aparición de algunos tipos de malformaciones. En cualquier caso, las malformaciones indican cambios negativos en la biología de la especie (Ibarra & Gasca, 2009).

Estos estudios realizados demuestran que a pesar de la popularidad de los animales exóticos, las inadecuadas formas de crianza de los animales demuestran condiciones negativas para la supervivencia de las diferentes especies (Łojarczyk-Szczepaniak et al., 2018).

4.5.2 Fractura

Las fracturas pueden estar relacionadas a problemas de manejo entre las que podemos encontrar lesiones traumáticas penetrantes en caparazón, plastrón, cráneo extremidades entre las más comunes, debido al manejo, causando incapacidad en las tortugas para poder alimentarse o a su vez incapacidad para escapar de depredadores, el diagnóstico y tratamiento de las tortugas aumenta su posibilidad de sobrevivencia (Franchini et al., 2016). Las fracturas se pueden dar por agresión inter-especie, accidentales o por depredadores, pero la capacidad de sobrevivencia de un individuo al tener una fractura va a depender de la gravedad y ubicación de la lesión (Neumann & Hampe, 2018; Stephens, Burke, Woodman, Poland, & Rowe, 2018)

Entre otras causas de fractura podemos encontrar a los niveles bajos de calcio y fósforo, se da principalmente por la malnutrición en animales de cautiverio. Otra causa es la presencia de calcitonina que es una hormona que reduce los niveles de calcio en el plasma. También en caso de hiperparatiroidismo que provoca la desmineralización del hueso (Shaw et al., 2012; Wimalawansa, 2010).

4.6 Limitantes

En los reptiles para hacer un estudio comparativo anatomopatológico de la especie *Podocnemis unifilis* se necesita información de la especie, o a su vez para realizar la comparación entre tortugas se necesita estudios antes realizados, al no existir literatura de fuente confiable o la misma es muy reducida. El estudio se realizó con comparaciones establecidas entre otras especies de tortugas y otras especies de animales reptiles.

No se ha podido determinar la causa de la polidactilia y fractura debido a que no hay plata para poder realizar más estudios, de la misma manera no se tenía planeado realizar más estudios, debido a que el tema de investigación es de hallazgos anatomopatológicos. Es importante que se realice el estudio histopatológico para poder determinar con más exactitud las causas patológicas encontradas. Es importante que se sigan realizando más estudios de investigación para poder determinar la causa exacta de estas alteraciones e ir controlando la crianza de los animales ya que es de mucha importancia por el estado vulnerable que se encuentran estas tortugas.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se pudo describir los hallazgos anatomopatológicos de piel, hueso y músculo, presentes en las tortugas charapa, *Podocnemis unifilis* que se encontraban en semi-cautiverio, provenientes de tres comunidades las cuales son Nueva Providencia, Sani Isla y Indillama, las cuales pertenecían a un programa de monitoreo del Parque Nacional Yasuní.

Entre los hallazgos anatomopatológicos que se encontraron, se pudo evidenciar lesiones relevantes en el sistema músculo esquelético, que fueron polidactilia y fractura, cada una, en una sola tortuga neonata, sin consecuencias a nivel de articulación. Su baja cantidad y la no presencia de lesiones secundarias derivadas de las mismas pueden indicar que no son un peligro para la sobrevivencia de estos dos animales dentro del programa de monitoreo y conservación, sin embargo, lo ideal es que no se presenten, ya que es importante liberar animales sanos para asegurar su supervivencia.

Entre las causas de polidactilia más sospechosas tenemos al medio ambiente junto con el tipo de incubación ya que depende mucho la temperatura en el desarrollo fetal, el uso de químicos debido a que estos son una causa muy frecuente de anomalías y la genética de los animales. En el caso de fractura una de las causas más sospechosas se debe al manejo que presentan en el cautiverio debido a que pueden existir redes o desechos que causen que las tortugas se fracturen o a su vez al rato de la manipulación.

Entre las necesidades que se determinaron fue la falta de un médico veterinario para ver la frecuencia y causa con la que se da una malformación, también para examinar diferentes parámetros tanto en el ambiente donde habitan los animales, como también analizar el estado de los mismos, a su vez es necesario realizar más estudios que ayuden a determinar las causas de los

hallazgos anatomopatológicos de piel, músculo y hueso presentados en el estudio y para tener más información que ayude a su conservación.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda que se lleve a cabo más estudios para determinar la causa de la polidactilia, debido a que las tortugas que nacen con malformaciones no son aptas para reproducción. Es muy importante mencionar que cualquier tipo de malformación es un cambio negativo para la naturaleza y las tortugas que presenten mal formaciones no son aptas para ser liberadas debido a que provocan cambios negativos, pasando a sus siguientes generaciones el mismo tipo de malformación e incluso puede aparecer otro tipo de malformaciones en la especie.

Se recomienda la ayuda de un Médico Veterinario para poder determinar las causas que pueden estar provocando las malformaciones, poniendo énfasis en el ambiente, lugar y temperatura donde se están incubando los huevos, también para confirmar o descartar la existencia de agentes químicos. El veterinario puede llevar a cabo un examen físico de las tortugas antes de su liberación, para asegurar la especie y de esta manera poder mitigar la disminución de las tortugas *Podocnemis unifilis* que se encuentran actualmente en peligro vulnerable de extinción.

De la misma manera, se recomienda verificar el manejo de las tortugas ya que puede ser una causa de la presencia de fracturas. La atención veterinaria para poder tratar a los animales que presenten fracturas es fundamental, de la misma forma para poder prevenir las fracturas indicando la forma adecuada de la manipulación de las tortugas, o retirando los riesgos que se puedan presentar en el ambiente.

REFERENCIAS

- Aguiar, J. C., Adriano, E. A., & Mathews, P. D. (2017). Morphology and molecular phylogeny of a new Myxidium species (Cnidaria: Myxosporaea) infecting the farmed turtle *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae) in the Brazilian Amazon. *Parasitology International*, 66(1), 825-830. doi: 10.1016/j.parint.2016.09.013
- Albuja, L. (2011). Fauna de Guiyero Parque Nacional Yasuní. Recuperado el 5 de abril del 2018 de: http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6729/4/Yasuni_Anfibios-reptiles2011.pdf
- Bell, C. D., Blumenthal, J. M., Broderick, A. C., & Godley, B. J. (2010). Investigating potential for depensation in marine turtles: How low can you Go?: Contributed paper. *Conservation Biology*, 24(1), 226-235. doi: 10.1111/j.1523-1739.2009.01313.x
- Catão-Dias, J. L. and F. Miranda (2014). Considerações para realização e documentação de necropsias. Tratado de animais selvagens: medicina veterinaria. Z. S. Cubas, J. C. R. Silva and J. L. Catão-Dias. São Paulo, Roca. 2: 1565-1576
- de Carvalho, M. P. N., Sant'Anna, S. S., Grego, K. F., Fonseca-Pinto, A. C. B. C., Lorigados, C. A. B., Queiroz-Hazarbassanov, N. G. T., & Catão-Dias, J. L. (2017). Microcomputed tomographic, morphometric, and histopathologic assessment of congenital bone malformations in two neotropical viperids. *Journal of Wildlife Diseases*, 53(4), 804-815. doi: 10.7589/2016-08-181
- de Miranda, E. B. P. (2017). The plight of reptiles as ecological actors in the tropics. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5(DEC). doi: 10.3389/fevo.2017.00159
- Douglas, R. M. (1999). *Reptile medicine and surgery* (Illustratio). California.
- Fantin, C., Morais, J., Botero-Arias, R., Araújo, C., Camillo, C., & Farias, I. P. (2017). Polyandrous behavior in an overexploited giant South American turtle (*Podocnemis expansa*) population in Central Amazon, Brazil. *Genetics and Molecular Research*, 16(1). doi: 10.4238/gmr16019537

- Garner, M. M., Hernandez-Divers, S. M., & Raymond, J. T. (2004). Reptile neoplasia: A retrospective study of case submissions to a specialty diagnostic service. *Veterinary Clinics of North America - Exotic Animal Practice*, 7(3), 653-671. doi: 10.1016/j.cvex.2004.04.002
- Hanley, C. S., & Hernandez-Divers, S. (2003). Practical gross pathology of reptiles. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, 12(2), 71-80. doi: 10.1053/saep.2003.127883
- Harju, E., Sirén, A. H., & Salo, M. (2018). Experiences from harvest-driven conservation: Management of Amazonian river turtles as a common-pool resource. *Ambio*, 47(3), 327-339. doi: 10.1007/s13280-017-0943-5
- Ibarra, A. B., & Gasca, A. M. (2009). Malformations in embryos and neonates of olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) in Nuevo Vallarta, Nayarit, Mexico. *Veterinaria Mexico*, 40(4), 371-380.
- Jacobson, E. (2007). Infectious diseases and pathology of reptiles. United States of America: Taylor & Francis Group.
- Jeanette Wyneken. (2001). The anatomy of sea turtles. *NOAA Technical Memorandum*. Retrieved from <http://ibimm.org.br/wp-content/uploads/2017/05/Wyneken-2001-The-anatomy-of-sea-turtles.pdf>
- Jesús Lescano, G., Miryam Quevedo, U., & Víctor Fernández, A. (2013). Septicemic cutaneous ulcerative disease in a multi-species collection of semi-aquatic turtles. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru*, 24(4), 561-564.
- Jepson, L. (2011). *Medicina de animales exóticos*. España: ELSEVIER.
- Kaliontzopoulou, A., Salvi, D., Gomes, V., Maia, J. P. M. C., & Kaliontzopoulos, P. (2013). Polydactyly in the Tyrrhenian wall lizard (*Podarcis tiliguerta*). *Acta Herpetologica*, 8(1), 75-78.
- Karunarathna, S., Amarasinghe, A. A. T., Henkanaththegedara, S., Surasinghe, T., Madawala, M., Gabadage, D., & Botejue, M. (2017). Distribution, habitat associations and conservation implications of Sri Lankan freshwater terrapins outside the protected area network. *Aquatic*

- Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 27(6), 1301-1312.
doi: 10.1002/aqc.2792
- Łojarczyk-Szczepaniak, A., Szczepaniak, K. O., Grzybek, M., & Lisiak, B. (2018). Causes of consultations and results of radiological and ultrasound methods in lizard diseases (2006-2014). *Medycyna Weterynaryjna*, 74(1), 65-69. doi: 10.21521/mw.5830
- Magalhães, M. S., Vogt, R. C., Sebben, A., Dias, L. C., de Oliveira, M. F., & de Moura, C. E. B. (2017). Embryonic development of the Giant South American River Turtle, *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae). *Zoomorphology*, 136(4), 523-537. doi: 10.1007/s00435-017-0365-8
- Manire, C. A., Stacy, B. A., Kinsel, M. J., Daniel, H. T., Anderson, E. T., & Wellehan Jr, J. F. X. (2008). Proliferative dermatitis in a loggerhead turtle, *Caretta caretta*, and a green turtle, *Chelonia mydas*, associated with novel papillomaviruses. *Veterinary Microbiology*, 130(3-4), 227-237. doi: 10.1016/j.vetmic.2008.01.013
- Marco, A., Abella, E., Martins, S., López, O., & Patino-Martinez, J. (2018). Female nesting behaviour affects hatchling survival and sex ratio in the loggerhead sea turtle: implications for conservation programmes. *Ethology Ecology and Evolution*, 30(2), 141-155. doi: 10.1080/03949370.2017.1330291
- Markle, C. E., Chow-Fraser, G., & Chow-Fraser, P. (2018). Long-Term habitat changes in a protected area: Implications for herpetofauna habitat management and restoration. *PLoS ONE*, 13(2). doi: 10.1371/journal.pone.0192134
- Meneghel, M. (2008). Clase Reptilia. Recuperado el 8 de Abril del 2018 de: <http://zoologia.fcien.edu.uy/practico/05%20Reptiles%20REPARTIDO.pdf>
- Neumann, C., & Hampe, O. (2018). Eggs for breakfast? Analysis of a probable mosasaur biting trace on the Cretaceous echinoid *Echinocorys ovata* Leske, 1778. *Fossil Record*, 21(1), 55-66. doi: 10.5194/fr-21-55-2018

- Norris, D., Michalski, F., & Gibbs, J. P. (2018). Beyond harm's reach? Submersion of river turtle nesting areas and implications for restoration actions after Amazon hydropower development. *PeerJ*, 2018(1). doi: 10.7717/peerj.4228
- Oliveira, J. P. D., André, M. R., Alves Júnior, J. R. F., Lustosa, A. P. G., & Werther, K. (2018). Molecular detection of hemogregarines and haemosporidians in Brazilian free-living testudines. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 7(1), 75-84. doi: 10.1016/j.ijppaw.2018.01.008
- Posthaus, H., Krampe, M., Pagan, O., Guého, E., Suter, C., & Bacciarini, L. (1997). Systemic paecilomycosis in a hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*). *Journal de Mycologie Medicale*, 7(4), 223-226.
- Shaw, S. D., Bishop, P. J., Harvey, C., Berger, L., Skerratt, L. F., Callon, K., . . . Speare, R. (2012). Fluorosis as a probable factor in metabolic bone disease in captive New Zealand native frogs (*Leiopelma* species). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 43(3), 549-565. doi: 10.1638/2011-0276R1.1
- Skawiński, T., & Tałanda, M. (2014). Integrating developmental biology and the fossil record of reptiles. *International Journal of Developmental Biology*, 58(10-12), 949-959. doi: 10.1387/ijdb.140322mt
- Stephens, R. B., Burke, C. B., Woodman, N., Poland, L. B., & Rowe, R. J. (2018). Skeletal injuries in small mammals: A multispecies assessment of prevalence and location. *Journal of Mammalogy*, 99(2), 486-497. doi: 10.1093/jmammal/gyy020
- Úngari, L. P., Santos, A. L. Q., O'Dwyer, L. H., da Silva, M. R. L., de Melo Fava, N. N., Paiva, G. C. M., . . . Cury, M. C. (2018). Haemogregarina podocnemis sp. nov.: description of a new species of Haemogregarina Danilewsky 1885 (Adeleina: Haemogregarinidae) in free-living and captive yellow-spotted river turtles *Podocnemis unifilis* (Testudines: Podocnemididae) from Brazil. *Parasitology Research*, 117(5), 1535-1548. doi: 10.1007/s00436-018-5817-7

- IUCN.(2017). The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado el 28 de Febrero del 2018 de: https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/libros_rojosas.pdf
- Westcott, D. A., Caley, P., Heersink, D. K., & McKeown, A. (2018). A state-space modelling approach to wildlife monitoring with application to flying-fox abundance. *Scientific Reports*, 8(1). doi: 10.1038/s41598-018-22294-w
- Wimalawansa, S. J. (2010). Calcitonin: History, Physiology, Pathophysiology and Therapeutic Applications *Osteoporosis in Men* (pp. 653-666).
- WCS.(2017). Tortugas charapa (*P. unifilis* & *P. expansa*). Retrieved February 10, 2017, from <https://ecuador.wcs.org/Especies/Especies-semiacuáticas/-Charapa-turtles-es-ES.aspx>

ANEXOS

Anexo 1. Materiales

1. Para caracterización Macroscópica

El análisis macroscópico del sistema musculo esquelético pertenecientes a 30 individuos *Podocnemis unifilis* incluyeron:

Materiales de laboratorio

- a) Formol al 10%
- b) Fichas de datos por animal
- c) Material de disección
- d) Caja Petri
- e) Cuchilla de microtomo
- f) Cajas para muestra de histopatología
- g) Cajas para muestras
- h) Guantes
- i) Mascarillas

Equipos

- j) Estereoscopio SZ61 (Olympus USA)
- k) Cámara INFINITY 2 (Lumenera USA)
- l) Programa INFINITY ANALYZE
- m) Estereoscopio Stereo Discovery V12 (Zeiss, USA)
- n) Cámara AxioCam ICc 5 (Zeiss, USA)
- o) Programa AxioCam

Anexo 2. Protocolo de Disección

Antes de comenzar con la disección se realiza un análisis físico general de la tortuga, visualizando la piel en todo el cuerpo del animal. Luego se coloca a la

tortuga en posición ventrodorsal, es decir plastrón arriba, utilizando un bisturí, se corta alrededor de todo el plastrón, se va separando el plastrón y el caparazón, conforme se corta las uniones musculares, también se cortan los ligamentos y cartílagos que se encuentran en la unión del plastrón.

Después de remover el plastrón se analiza los músculos de la tortuga, entre ellos tenemos al músculo pectoral que ocupa una gran porción muscular de la tortuga, posteriormente procedemos a cortar el músculo alrededor de las extremidades tanto anteriores como posteriores, para la disección de los órganos internos y finalmente se analiza al hueso desde la columna vertebral, hasta las extremidades (Hanley y Hernandez-Divers, 2003).

Anexo 3. Permisos



Oficio Nro. MAE-DPAO-2017-0284-O

Puerto Francisco de Orellana, 06 de marzo de 2017

Doctor
Galo Augusto Zapata Ríos
Director
WILDLIFE CONSERVATION SOCIETY - ECUADOR PROGRAM
En su Despacho

De mi consideración:

En atención al oficio WCS-ADM-595-2017 remitido a esta Cartera de Estado con trámite MAE-DPAO-2017-0729-E, mediante el cual se solicita el permiso para realizar una investigación dentro del componente fauna, para el efecto adjunta los documentos con la información requerida y una vez revisada y al cumplir con los requisitos, esta Cartera de Estado emite la **Autorización de Investigación Científica N° 004-2017 IC-PNY-DPAO/AVS** otorgado al equipo técnico conformado por los señores:

INVESTIGADOR	NACIONALIDAD	C.I. / PASAPORTE	COMPONENTE
Galo Augusto Zapata Ríos	Ecuatoriana	1704336336	Investigador
Rubén Darío Cueva Loachamin	Ecuatoriana	1710553551	Investigador
Elmer Alexander Genoy Puerto	Colombiana	1757589278	Investigador
Paola Carolina Cando Chicaiza	Ecuatoriana	1725212623	Investigador (As)
Anahí Oleas Paz	Ecuatoriana	1720751898	Investigador (As)
Mauricio David Chávez Morán	Ecuatoriana	0604235788	Investigador (As)

Investigadores auspiciados por WCS Ecuador quienes realizarán el estudio del proyecto **"Estudios Preliminares anatomopatológico y hematológico en neonatos de Tortugas Charapas, *Podocnemis unifilis* (Testudines, Pleurodira) del Parque Nacional Yasuni"**.

Se responsabiliza al Sr. Galo Zapata Ríos, Director Científico, WCS Ecuador, así como a los investigadores que constan en el presente documento de las obligaciones y responsabilidades adquiridas en la Autorización de Investigación Científica.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Fuero Estímulo:

Documento generado por Orellana

DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE ORELLANA
Calle Antonio Galvez 1813 y Av. Alejandro Larrea
Puerto Francisco de Orellana - ECUADOR
Código Postal: 200300
Teléfono: 061 612 461 141 / 1 991 991
www.dpaorrellana.gub.ec

1/2

Oficio Nro. MAE-DPAO-2017-0284-O

Puerto Francisco de Orellana, 06 de marzo de 2017



Documento firmado electrónicamente

Ing. Manuel Eduardo Muñoz Neira
DIRECTOR PROVINCIAL DE AMBIENTE DE ORELLANA

Archivo: 04-2017_je_dpaos_pry.pdf

Copia:

Señorita Ingeniera
Alba Marina Suedima Imbuquingo
Coordinadora de la Unidad de Patrimonio Natural

Señor Licenciado
Luis Fernando Tonato Quinga
Administrador de Areas Protegidas y Vida Silvestre

Señor Biólogo
Diego Fernando Narajo Cruz
Responsable de Vida Silvestre

Señorita Bióloga
Nancy del Rocío Enriquez Gasday
Asistente de Vida Silvestre Provincial

ne/dn

